

Министерство образования и науки Самарской области  
государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Самарской области  
«Большеглушицкий государственный техникум»

МДК 03.02. Сооружения и оборудование по хранению и переработке  
сельскохозяйственной продукции

Методические указания для студентов  
по выполнению лабораторных работ и / или практических занятий  
по специальности 35.02.06 Технология производства и переработки  
сельскохозяйственной продукции

с. Большая Глушица, 2021 г.

Методические указания для выполнения практических работ являются частью основной профессиональной образовательной программы ГБПОУ «Большеглушицкий государственный техникум» по специальности 35.02.06 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции в соответствии с требованиями ФГОС СПО.

Методические указания по выполнению практических работ адресованы студентам очной формы обучения.

Методические указания включают в себя цель, задачи, обеспеченность занятия, краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме, вопросы для закрепления теоретического материала, задания для практической работы студентов и инструкцию по ее выполнению, методику анализа полученных результатов, порядок и образец оформления практической работы.

Разработчики: Заболотникова Елена Павловна – преподаватель ГБПОУ «Большеглушицкий государственный техникум»

Организация – разработчик: ГБПОУ «Большеглушицкий государственный техникум»

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
Практическая работа №1	6
Практическая работа №2	13
Практическая работа №3	19
Практическая работа №4	41
Практическая работа №5	48
Практическая работа №6	56
Практическая работа №7	63
Практическая работа №8	71
Практическая работа №9	77
Практическая работа №10	87
Практическая работа №11	100
Практическая работа №12	108
Практическая работа №13	113
Практическая работа №14	118
Практическая работа №15	121
Практическая работа №16	124
Практическая работа №17	144
Практическая работа №18	151
Практическая работа №19	158
Практическая работа №20	163
Практическая работа №21	171
Практическая работа №22	187
Практическая работа №23	202
Практическая работа №24	222
Практическая работа №25	233
Практическая работа №26	244

## УВАЖАЕМЫЙ СТУДЕНТ!

Методические указания по дисциплине МДК 03.02 Сооружения и оборудование по хранению и переработке сельскохозяйственной продукции для выполнения практических работ созданы Вам в помощь для работы на занятиях, подготовки к практическим работам, правильного составления отчетов.

Приступая к выполнению практической работы, Вы должны внимательно прочитать цель и задачи занятия, ознакомиться с требованиями к уровню Вашей подготовки в соответствии с федеральными государственными стандартами, краткими теоретическими и учебно-методическими материалами по теме практической работы, ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.

Все задания к практической работе Вы должны выполнять в соответствии с инструкцией.

Наличие положительной оценки по практическим работам необходимо для допуска к *дифференцированному зачету* по дисциплине «МДК 03.02», поэтому в случае отсутствия на занятиях по любой причине или получения неудовлетворительной оценки за практическую и лабораторную работы, Вы должны найти время для их выполнения или пересдачи.

**Внимание!** Если в процессе подготовки к практическим работам у Вас возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений или указаний в дни проведения дополнительных занятий.

**Желаем Вам успехов!**

## ВВЕДЕНИЕ

Разработанные методические указания направлены на формирование практических умений необходимых при освоении учебной дисциплины:

- профессиональных (выполнять определенные действия, операции, предписания, необходимые в последующем в профессиональной деятельности);
- учебных (решать задачи).

В процессе практического занятия студенты выполняют одну или несколько практических или лабораторных работ (заданий) под руководством преподавателя в соответствии с изучаемым содержанием учебного материала.

Содержанием практических и лабораторных работ является решение различного рода задач, в том числе профессиональных (анализ производственных задач и т. п.), работа с нормативными документами (ГОСТами, ТУ, ТИ), инструктивными материалами, справочниками и др.

Состав заданий для практического занятия спланирован с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть выполнены качественно большинством студентов.

Выполнению практических и лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Формы организации работы студентов на практических и лабораторных работах могут быть: фронтальная, групповая и индивидуальная.

При фронтальной форме организации работ все студенты выполняют одновременно одну и ту же работу.

При групповой форме работа выполняется микро группами по 2-3 человека.

При индивидуальной форме каждый студент выполняет индивидуальное задание.

Выполнение практических и лабораторных работ по учебной дисциплине «Приемщик сельскохозяйственных продуктов и сырья» направлено на формирование общих компетенций<sup>1</sup>:

- Понимание сущности и социальной значимости своей будущей профессии, проявление к ней устойчивого интереса.

- Принятие решений в стандартных и нестандартных ситуациях и взятие за них ответственности.

- Осуществление поиска и использования информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

- Соблюдение действующего законодательства и обязательные требования нормативных документов, а также требования стандартов, технических условий.

Выполнение каждой практической или лабораторной работы способствует формированию профессиональных компетенций:

- На своем рабочем месте организовывать работу по приемке сырья по количеству и качеству.

- Выполнения производственных задач и др.

Если в процессе подготовки к практическим и лабораторным работам у Вас возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений или указаний в дни проведения дополнительных занятий.

---

<sup>1</sup>От лат. *competere* — (соответствовать, подходить) - Способность применять знания, умения, успешно действовать на основе практического опыта

## Практическая работа №1

### ТЕМА: "ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И РАСЧЕТ ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА".

**Цель:** рассчитать ленточный стационарный конвейер для транспортировки картофеля по исходным данным.

**Задачи:**

- расчетным путем провести проверку на отсутствие сползания груза с ленты;
- определить ширину и толщину ленты.

**Результаты:**

Студент должен уметь:

- рассчитывать ленточный стационарный конвейер для транспортировки овощей.

**Обеспеченность занятия:** методические указания по выполнению практических и лабораторных работ.

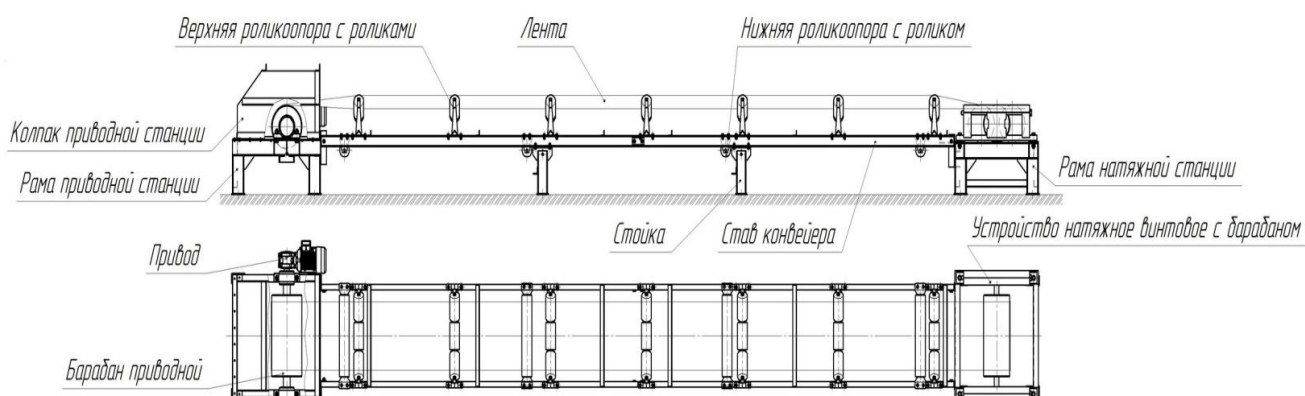
**Время выполнения:** 135 мин.

**Теоретические сведения.**

**Расчёт ленточного конвейера**

Ленточные конвейеры являются наиболее распространёнными машинами непрерывного действия. Они отличаются высокой производительностью до 30...40 тыс. тонн в час, простотой конструкции, надёжностью. К недостаткам можно отнести малую долговечность ленты вследствие влияния температуры окружающей среды, а также склонностью ленты к вытягиванию.

Ленточный конвейер имеет в своём составе тяговый элемент, выполненный в виде бесконечной ленты, привод, натяжное устройство, роликоопоры, устройство для загрузки, разгрузки и очистки лент.



**Задание №1**

Рассчитать ленточный стационарный конвейер для транспортировки картофеля по следующим исходным данным, сделать выводы.

$$u = 180 \frac{m}{ч} \times \frac{1000}{3600} = 50 \frac{кг}{с}$$

1. Производительность:
2. Длина конвейера:  $L=7м$ .
3. Высота подъёма груза  $H=2м$ .

4. Транспортируемый материал – просо.
- Недостающие справочные данные:
5. Насыпной вес:  $\rho=0,65\dots 0,75\text{т/м}^3$ ; или  $6,5\times 10^3\dots 7,5\times 10^3\text{н/м}^3$ .
6. Скорость движения:  $V=0,7\dots 1,5\text{м/с}$ .
7. Коэффициент трения в покое  $f=0,58$ .
8. Угол естественного откоса материала  $\varphi=35^\circ$ .

#### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

№ п/п	Производительность и, т/час	Длина транспортёра L, м	Высота подъёма H, м	Транспортируемый материал
1	100	6	2	Отруби
2	110	7	2	Навоз
3	120	8	2,5	Силос
4	130	9	2,5	Свекла
5	140	10	3	Картофель
6	150	11	3,5	Ячмень
7	160	12	4	Рис
8	170	6	2	Рожь
9	180	7	2	Просо
10	190	8	2,5	Подсолнечник
11	100	9	3	Овёс
12	110	10	3	Кукуруза
13	120	11	3,5	Гречиха
14	130	12	3,5	Горох
15	140	6	2	Навоз
16	150	7	2	Силос
17	50	6	2	Солома
18	70	8	2,5	Навоз
19	80	9	3	Торф
20	90	10	3	Навоз
21	100	11	3,5	Горох
22	120	6	2	Пшеница

### Последовательность расчёта

Известно, что расчёт транспортирующих машин выполняется в 2 этапа:

- 1 – расчёт на производительность, с целью определения геометрических размеров рабочего органа;
- 2 – тяговый расчёт.

Перед расчётом ленточного конвейера на производительность необходимо выполнить проверку по заданным исходным данным на отсутствие сползания груза с ленты.

**1. Проверка на отсутствие сползания груза с ленты выполняется по условию:**

$$\alpha < \rho'$$

где:  $\alpha$  – угол наклона конвейера;

$\rho'$  – угол трения в движении.

$$\alpha = \arcsin \frac{H}{L} = \arcsin \frac{2}{7} = 16^{\circ}60'$$

$$\rho' = \arctg f' = \arctg 0.4 = 22^{\circ}05'$$

$f'$  – коэффициент трения материала в движении;

$$f' = 0,5 \dots 0,8 \cdot f$$

$$f' = 0,7 \cdot f = 0,7 \cdot 0,58 = 0,4.$$

Так как  $\alpha = 16^{\circ}60' < \rho' = 22^{\circ}05'$ , условие выполняется (сползания груза не будет).

Если условие не выполняется, то увеличиваем длину ленты или уменьшаем угол наклона:

### **2. Определение ширины ленты.**

В ленточных конвейерах в качестве грузонесущего элемента, используется лента, осуществляя одновременно тяговую связь между барабанами конвейера.

Ширина ленты определяется по выражению:

$$B = 1,1 \cdot 60 \sqrt{\frac{u}{K_n \cdot K_\beta \cdot \rho \cdot V}} + 0,05$$

где:  $K_n$  – коэффициент производительности, зависящий от угла естественного откоса материала и угла наклона боковых роликов роликоопор (стр. 142, табл. 6.16);

$K_\beta$  – коэффициент угла наклона, зависит от угла наклона конвейера (стр. 142, табл. 6.17);

$$B = 1,1 \cdot 60 \sqrt{\frac{50}{550 \cdot 0,92 \cdot 650 \cdot 1,5}} + 0,05 = 0,719 \text{ м}$$

Принимаем стандартную ленту шириной  $B = 0,72 \text{ м} = 800 \text{ мм}$ . Принимаем ленту БКНЛ-2-1 материал – бельтинг из комбинированных нитей с лавсаном тип 2.

Пример обозначения: Лента 2Т – 800 – 3 – БКНЛ – 150 – 3 – 1 – с ГОСТ 20-76

Лента 2Т – лента конвейерного типа 2, теплостойкая;

800 – ширина 800 мм;

3 – количество тяговых прокладок из ткани типа БКНЛ;

150 – оптимальная прочность на 1 мм ширины;

3 – толщина резиновой обкладки с рабочей стороны, мм;

1 – толщина резиновой обкладки с нерабочей стороны, мм;

с – класс резины.



### 3. Определение толщины ленты.

$$\delta = \delta_1 + i\delta_2 + \delta_3$$

Учитывая небольшую длину транспортирования, количество тканевых прокладок принимаем  $i=3$  (минимальное число).

$\delta_1=3\text{мм}$  – толщина резиновой обкладки с рабочей стороны;

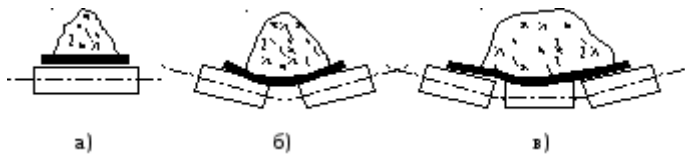
$\delta_2=1,2\text{мм}$  – толщина тканевой прослойки;

$\delta_3=1\text{мм}$  – толщина резиновой обкладки с нерабочей стороны.

$$\delta = 3 + 3 \cdot 1,2 + 1 = 7,6\text{мм} = 0,0076\text{м}.$$

### 4. Выбор роlikоопор.

Во избежания провисания ленты под действием собственного веса и веса груза под ней устанавливают поддерживающие роlikоопоры. От надёжности и долговечности роlikоопор зависит в большей степени надёжность и долговечность ленты.



а – однороlikовая опора, применяется в основном для поддержания холостой ветви конвейера;

б – двухроlikовая опора, применяется на лёгких передвижных конвейерах, а также при большой ширине ленты  $B > 1500\text{мм}$ ;

в – трёхроlikовая опора, основная опора для верхней загруженной ветви.

Диаметр ролика выбирают в зависимости от ширины ленты.

Расстояние между роlikоопорами, при транспортировании тяжёлых штучных грузов (более 20кг) на рабочей ветви не должно превышать половины размера груза в направлении движения, а для лёгких (менее 20кг) – 1,0...1,4м.

Расстояние между роlikоопорами рабочей ветви.

Принимаем расстояние между роlikоопорами:

- на рабочей ветви  $l_1 = 1300\text{мм} = 1,3\text{м}$ ;
- на холостой ветви  $l_2 = 2 \cdot l_1 = 2 \cdot 1,3 = 2,6\text{м}$ .

Количество роlikоопор зависит от  $L$  и  $l_1, l_2$  и определяется по формуле:

$$n_p \geq \frac{L}{l} - 1$$

- на рабочей ветви – 4;
- на холостой ветви – 2.

Роlikоопора ЖЦФ65 – 108 – 30 ГОСТ 22645-77;

ЖЦФ – тип роlikоопоры;

65 – ширина ленты в см;

108 – диаметр ролика в мм;

30 – угол наклона бокового ролика в град.

### 5. Тяговый расчёт по методу обхода по контуру.

Выбираем контур. Для меньшего натяжения ленты приводной барабан ставится вверху.

Определяем натяжения ленты в характерных точках в общем виде:

$$F_1 - ?;$$

$$F_2 = F_1 + W_{1-2};$$

$$F_3 = F_2 \cdot k;$$

$$F_4 = F_3 + W_{3-4};$$

где:  $F_1, F_2, F_3, F_4$  – натяжение ленты в характерных точках;  
 $W_{1-2}, W_{3-4}$  – сопротивление передвижению ленты на холостой и рабочей ветви;  
 $k$  – коэффициент сопротивления барабана, величина обратная КПД при подшипниках скольжения:

$$k = \frac{1}{\eta_6} = \frac{1}{0,95} = 1,05$$

$$W_{3-4} = [(q_L + q_r)(\omega' \cos \alpha + \sin \alpha) + q_r \omega'] L g$$

где:  $q_r$  – погонный вес груза:

$$q_r = \frac{u}{V} = \frac{50}{1,5} = 33,33 \text{ кг/м};$$

$q_L$  – погонный вес ленты, который определяется по эмпирической зависимости:

$$q_L = 1100 \cdot B \cdot \delta = 1100 \cdot 0,8 \cdot 0,0076 = 6,69 \text{ кг/м};$$

где:  $B$  – ширина ленты в м;

$\delta$  – толщина ленты в м;

$\omega'$  – коэффициент сопротивления ленты на рабочей ветви,

$\omega' = 0,04$  (для всех);

$q_r^r$  – погонный вес роликов грузовой ветви;

$$q_r^r = 18,4 \text{ кг/м};$$

$q_r^x$  – погонный вес роликов грузовой ветви;

$$q_r^x = 7,8 \text{ кг/м};$$

$$W_{3-4} = [(6,69 + 33,33) \times (0,04 \cdot 0,96 + 0,29) + 18,4 \cdot 0,04] \cdot 7 \cdot 9,81 = 957,71 \text{ Н}$$

$$W_{1-2} = [q_L \cdot (\omega'' \cos \alpha - \sin \alpha) + q_r^x \cdot \omega''] \cdot g \cdot L$$

где:  $\omega''$  – коэффициент сопротивления ленты на холостой ветви,

$\omega'' = 0,025$  (для всех)

т.е. меньше чем на рабочей ветви.

$$W_{1-2} = [6,69 \cdot (0,025 \cdot 0,96 - 0,29) + 7,8 \cdot 0,025] \cdot 9,81 \cdot 7 = -108,84 \text{ Н}$$

(Знак минус – ленту вниз толкает собственный вес, сопротивления нет, если её обрезать на барабанах, то лента скатиться)

Минимальное натяжение в точке при определении из условия допустимого провисания ленты:

$$F_3 \geq F_{\min} = \frac{(q_r + q_L) \cdot l_1^2 \cdot g}{8 \cdot [h]}$$

где:  $l_1$  – длина рабочего участка;

$$l_1 = 1,3 \text{ м};$$

$[h]$  – допустимая стрела провисания;

$$[h] = (0,01 \dots 0,02) \cdot l_1$$

$$F_{\min} = \frac{(33,33 + 6,69) \cdot 1,3^2 \cdot 9,81}{8 \cdot 0,026} = 3159,67 \text{ Н}$$

$$F_2 = \frac{F_3}{k} = \frac{3159,67}{1,05} = 3009,21 \text{ Н}$$

$$F_1 = F_2 - W_{1-2} = 3009,21 - (-108,84) = 3118,05 \text{ Н}$$

$$F_4 = F_3 + W_{3-4} = 3159,67 + 957,71 = 4117,38 \text{ Н}$$

На этом тяговый расчёт закончен.

## Проверочные расчёты

### 1. Проверка на отсутствие пробуксовки ленты на приводном барабане.

$$\frac{F_{наб}}{F_{сбег}} = \frac{F_4}{F_1} \leq e^{\alpha \cdot f}$$

$$e^{\alpha \cdot f} = 2,57;$$

где:  $e$  – число Непера – основание логарифма;  $e=2,72$ ;

$\alpha$  – угол обхвата приводного барабана ленты в радианах;  $\alpha=\pi$ ;

$f$  – коэффициент трения ленты о барабан;  $f=0,3$ .

$$\frac{F_{наб}}{F_{сбег}} = \frac{F_4}{F_1} = \frac{4117,38}{3118,05} = 1,32 \leq e^{\alpha \cdot f} = 2,57$$

Условие выполняется, следовательно пробуксовки не будет.

### 2. Проверка ленты на прочность. Сводится к определению расчётного числа прокладок.

$$i = \frac{F_{max} \cdot n}{B \cdot K_p} \leq [i] = 3$$

где:  $F_{max} \geq F_4$ ;

$n$  – запас прочности;  $n=10$ ;

$B$  – ширина ленты, м;

$K_p$  – предел прочности одного тканевого слоя, шириной в 1 м.

$$i = \frac{4117,38 \cdot 10}{0,8 \cdot 25000} = 2,06 \leq [i] = 3$$

Следовательно, прочность ленты обеспечена.

Если условие не выполняется, то увеличиваем число тканевых прокладок.

### 3. Определение исходных данных к расчёту привода

#### 1. Диаметр барабана.

$$D_6 = K_6 \cdot i = (125 \dots 150) \cdot 3 = 375 \dots 450 \text{ мм.}$$

где:  $K_6$  – коэффициент пропорциональности барабана, зависящий от числа прокладок (125...150)

$i$  – число прокладок.

Принимаем диаметр барабана равный 0,4 м.

#### 2. Окружное усилие на барабане.

$$F_t = F_4 - F_1 = 4117,38 - 3118,05 = 999,33 \text{ Н;}$$

#### 3. Мощность на барабане.

$$P_6 = \frac{F_t \cdot V}{1000} = \frac{999,33 \cdot 1,5}{1000} = 1,499 \text{ кВт}$$

#### 4. Крутящий момент на валу барабана.

$$T_6 = \frac{F_t \cdot D_6}{2} = \frac{999,33 \cdot 0,4}{2} = 199,87 \text{ Нм}$$

#### 6. Частота вращения барабана.

$$n_6 = \frac{60 \cdot V}{\pi \cdot D_6} = \frac{60 \cdot 1,5}{3,14 \cdot 0,4} = 71,7 \text{ мин}^{-1}$$

### Расчёт привода

Определяем мощность электродвигателя, подбираем редуктор, муфту и тормоз.

#### 1. Мощность электродвигателя.

$$P_{дв} = \frac{P_6 \cdot K_з}{\eta_{пр}} = \frac{1,499 \cdot 1,2}{0,94} = 1,91 \text{ кВт}$$

где:  $K_3$  – коэффициент запаса.

По мощности выбираем электродвигатель – асинхронный 4А90L4УЗ:

$$P_{дв}=2,2\text{КВт};$$
$$n_{дв}=1425\text{мин}^{-1}.$$

(Чем больше нагрузка, тем меньше частота вращения)

2. Передаточное число редуктора.

$$i_{np} = \frac{n_{дв}}{n_6} = \frac{1425}{71,7} = 19,87$$

По величине передаточного числа, в состав привода включаем цилиндрический двухступенчатый редуктор.

### **Расчёт натяжного устройства**

Натяжные устройств, в зависимости от типа ленточного конвейера бывают двух типов: у стационарных – грузовые, у передвижных – винтовые.

Для стационарных рассчитывают вес груза:

$$G_{zp} \geq (F_2 + F_3) \cdot k^n ;$$
$$k = \frac{1}{\eta_{бл}} ;$$

где:  $\eta_{бл}=0,95\dots0,98$  – КПД блоков;

$n=3$  – количество обводных блоков.

$$G_{zp} \geq (3009,21 + 3159,67) \cdot 1,02^3 \geq 6546,46\text{Н}.$$

Для передвижных рассчитывают силу натяжения:

$$R \geq (F_2 + F_3) \cdot k_3 ;$$

где:  $k_3=1,25\dots1,3$  – коэффициент запаса;

$$G_{zp} \geq (3009,21 + 3159,67) \cdot 1,25 \geq 7711,1\text{Н}.$$

### **Библиография**

1. Проектирование и расчет подъёмно – транспортирующих машин сельскохозяйственного назначения / Под ред. С.А. Ерохина и А.В. Карпа – М. : Колос, 1999. – 228 с.

2. Дунаев П.Ф., Леников О.П. Конструирование узлов и деталей машин : Учеб. Пособие для техн. спец. вузов. – 5 изд. перераб. и доп. – М.: Высшая шк., 1998. – 447 с.

## Практическая работа №2

### ТЕМА: " РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЗЕРНОСУШИЛОК ".

**Цель:** рассчитать шахтную прямоточную зерносушилку, действующую по обычной технологической схеме.

**Задачи:**

- рассчитать шахтную прямоточную зерносушилку, действующую по обычной технологической схеме;
- определить продолжительность пребывания зерна в зонах сушки и охлаждения.

**Результаты:**

Студент должен уметь:

- производить расчет производительности зерносушилок.

**Обеспеченность занятия:** методические указания по выполнению практических и лабораторных работ.

**Время выполнения:** 135 мин.

**Теоретические сведения.**

Методика и порядок расчета зерносушилки различны в зависимости от типа установки.

Современные зерносушилки, имея некоторые общие черты, различаются по многим технологическим и конструктивным признакам: способу сушки (конвективный, кондуктивный, терморadiационный и т.п.), режиму работы (непрерывный или периодический), технологической схеме сушки (прямоточная или с рециркуляцией зерна), состоянию зернового слоя (неподвижный, гравитационно-движущийся, псевдооживленный, заторможено-падающий, пневмотранспортируемый), конструкции сушильной камеры (шахтная, барабанная, камерная, конвейерная, пневмотрубная), конструктивному исполнению сушилки (стационарная, передвижная).

По способу сушки преимущественное место занимают зерносушилки с конвективным теплоподводом. В качестве агента сушки используется воздух, нагреваемый на калорифере, либо в топке путем смешения с продуктами сгорания топлива. При сушке зерна смесью воздуха с продуктами сгорания топлива разрешается использовать только светлые нефтепродукты (дизельное топливо, соляровое масло, тракторный керосин, топливо печное бытовое), а также природный горючий газ.

По технологической схеме сушки различают прямоточные и рециркуляционные зерносушилки. В прямоточных зерносушилках зерно проходит однократно через сушильную и охлаждающую камеры. В рециркуляционных сушилках часть просушенного зерна, выпускаемого из сушилки, смешивается со свежим (сырым) зерном, поступающим на сушку. Получаемая смесь зерна направляется в сушилку, так что для рециркуляционных зерносушилок характерна циклическая сушка с многократной циркуляцией зерна.

Как в прямоточных, так и в рециркуляционных сушилках может осуществляться предварительный нагрев зерна. В этом случае в прямоточных сушилках производится предварительный нагрев свежего (сырого) зерна, поступающего в сушилку, в рециркуляционных сушилках может производиться нагрев свежего (сырого) зерна, либо нагрев смеси свежего и рециркулирующего

зерна. Конструктивно предварительный нагрев зерна перед сушкой осуществляют в отдельно стоящих аппаратах или встроенных в зерносушилку с различным состоянием зернового слоя.

#### *Общая методика расчета зерносушильных установок*

Зерносушилку рассчитывают на основании задания, содержащего характеристику сушилки и исходные данные для расчета. Состав исходных данных, также как и методика и порядок расчета зерносушильной установки зависят от типа сушилки и от технологической схемы сушки. Обычно исходные данные включают: производительность сушилки, наименование высушиваемой культуры, вид сушильного агента (нагретый воздух или смесь воздуха с продуктами сгорания топлива, во втором случае задается вид топлива), параметры атмосферного воздуха, параметры высушиваемого зерна (начальная и конечная влажность, начальная и предельно (максимально) допустимая температура нагрева зерна), режим сушки (одноступенчатый, двухступенчатый) и ряд дополнительных данных, характерных для данного типа сушилки.

В общем случае, расчет зерносушильной установки сводится к определению количества (массы) испаряемой влаги, потребных для этого расхода агента сушки и охлаждающего воздуха, расходов теплоты и топлива.

На основе полученных данных определяют размеры сушильных и охлаждающих камер сушилки.

В инженерной практике широко применяется статический метод расчета зерносушильных установок по средней скорости сушки зерна с использованием диаграммы влажного воздуха, основанный на материальном и тепловом балансах сушильной и охлаждающей камер. Расчет проводят, исходя из предположения, что зерно отдает столько влаги, сколько может поглотить ее воздух с определенными параметрами.

Рассчитываемая зерносушилка может иметь несколько зон сушки, в том числе зону предварительного нагрева зерна, зоны промежуточного и окончательного охлаждения зерна, зоны отлежки (межзернового тепло- и влагообмена). Соответственно этому все статьи расходов агента сушки, теплоты, охлаждающего воздуха рассчитывают для каждой зоны в отдельности.

Количество (массу) испаряемой влаги определяют по заданным значениям начальной и конечной влажности зерна и производительности зерносушилки.

Производительность зерносушилки обычно задается в условных единицах – плановых тоннах в час. Одна плановая тонна соответствует 1т просушенного зерна пшеницы продовольственного назначения с хорошей клейковиной при снижении влажности зерна с 20% до 14% при рекомендуемом для этого случая режиме сушки (температуре сушильного агента и максимально допустимой температуре нагрева зерна).

Для расчета производительности зерносушилки в физических тоннах при значениях начальной и конечной влажности зерна, отличающихся от базовых, установлены соответствующие переводные коэффициенты.

$$M_{\phi} = \frac{M_{пл}}{K_{\phi}},$$

(1)

где  $M_{\phi}$  – производительность сушилки в физических тоннах;

$M_{пл}$  - производительность сушилки в плановых тоннах;

$K_v$  – коэффициент пересчета массы просушенного зерна в плановые тонны в зависимости от начальной и конечной влажности зерна.

Различие в производительности сушилки (физических тоннах) при сушке разных культур и различного назначения учитывается другими коэффициентами.

С использованием этих коэффициентов производительность сушилки при сушке других культур, а также пшеницы с другим качеством клейковины, рассчитывается по формуле:

$$M_{\phi} = \frac{M_{пл}}{K_k},$$

(2)

где  $K_k$  – коэффициент пересчета массы просушенного зерна в плановые тонны для разных культур и различного назначения.

При статическом методе расчета зерносушильной установки с использованием диаграммы вначале проводят построение на диаграмме процесса нагрева воздуха, происходящего в калорифере или в топке. Далее переходят к построению процессов, происходящих в зонах сушки и охлаждения зерна. На основе построенных процессов определяют графоаналитическим методом расходы воздуха и теплоты на сушку зерна и охлаждающего воздуха на охлаждение зерна.

При выполнении графоаналитических расчетов следует иметь в виду, что точность расчетов существенно зависит от точности построения процессов на диаграмме и точности измерения длин отрезков, входящих в расчетные формулы. Поэтому все построения и измерения следует выполнять очень тщательно.

Применение статического метода расчета правомочно при протекании сушки с незначительно изменяющейся скоростью процесса. Между тем, в практику зерносушения, все более широко внедряются эффективные способы сушки с интенсивным предварительным нагревом зерна. Учитывая специфические свойства зерна как объекта сушки – его высокую энергочувствительность и влагоинерционность, расчет процесса в этих случаях необходимо проводить в увязке со скоростью нагрева зерна. Поэтому для расчета сушильных установок с интенсивным предварительным нагревом зерна применяют комбинированные кинетико-статические методы расчета, в которых продолжительность нагрева зерна рассчитывают по уравнениям кинетики процесса, а потребные расходы агента сушки, теплоты и охлаждающего воздуха – по интегральным уравнениям баланса массы и энергии.

### **Расчет шахтной прямоточной зерносушилки, действующей по обычной технологической схеме (без предварительного нагрева зерна)**

#### **Задание №1**

Рассчитать стационарную непрерывно действующую зерносушилку шахтного типа с воздухораспределительными коробами, состоящую из двух параллельно работающих шахт, с двумя зонами сушки и зоной охлаждения зерна в каждой шахте.

Исходные данные для расчета:

- производительность сушилки (в плановых единицах) –  $M_{пл} = 50 \frac{т}{ч}$  ;
- культура: пшеница с хорошей клейковиной продовольственного назначения;

- влажность зерна:
- начальная (на входе в сушилку) –  $w_1 = 20\%$ ;
- конечная (на выходе из зерносушилки) –  $w_2 = 14\%$ ;
- температура зерна на входе в сушилку =  $10^\circ\text{C}$ ;
- параметры атмосферного воздуха:
- температура –  $t_0 = 10^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность –  $\phi_0 = 60\%$
- сушилка работает на смеси воздуха с продуктами сгорания топлива;
- топливо – тракторный керосин;
- режим сушки зерна – двухступенчатый.

Составим проектно-расчетную схему сушилки.

Свежее зерно влажностью  $w_1$  и температурой  $+10^\circ\text{C}$  поступает в надсушильный бункер и далее в сушильно-охладительные шахты. В первую зону сушки подается сушильный агент температурой  $t_1'$ , во вторую – температурой  $t_1''$ , в зону охлаждения зерна – атмосферный воздух температурой  $t_0$ . В первой зоне сушки влажность зерна снижается до значения  $w_2'$ , во второй – до  $w_2''$ , в зоне охлаждения зерна – до  $w_2''$ . Температура зерна в первой зоне сушки возрастает до значения  $t_2''$ , а в зоне охлаждения зерна снижается до значения  $t_2'$ .

Из проектно-расчетной схемы следует, что для расчета сушилки требуются дополнительные данные. Задаемся их значениями или определяем их.

1. Температуру сушильного агента на входе в зоны сушки принимаем в соответствии с рекомендуемым режимом сушки зерна заданной культуры в зависимости от влажности зерна -  $w_1$ :

- на входе в первую зону сушки  $t_1' = 120^\circ\text{C}$ ;
- на входе во вторую зону сушки  $t_1'' = 140^\circ\text{C}$ .

2. Предельно (максимально) допустимую температуру нагрева зерна на выходе из второй зоны сушки принимаем также по таблице -  $t_2'' = 50^\circ\text{C}$ .

3. На основе опыта эксплуатации шахтных прямоточных зерносушилок принимаем следующие данные:

а) снижение влажности зерна:

- в первой зоне сушки  $\Delta w' = 3\%$ ;
- во второй зоне сушки  $\Delta w'' = 2,5\%$ ;

б) температуру зерна на выходе из первой зоны сушки -  $t_2' = 30^\circ\text{C}$ ;

в) относительную влажность отработавшего агента сушки:

- на выходе из первой зоны сушки –  $\phi_2' = 90\%$ ;
- на выходе из второй зоны сушки –  $\phi_2'' = 80\%$ ;

г) температура зерна на выходе из зоны охлаждения не должна быть выше температуры атмосферного воздуха более чем на  $5-10^\circ\text{C}$ , т.е.

$$t_2^\circ \leq t_0 + (5 \div 10);$$

д) температуру отработавшего воздуха на выходе из зоны охлаждения зерна принимают в пределах:

$$t_2^\circ \leq t_2^\circ \leq \frac{t_2'' + t_2^\circ}{2}$$

е) удельные потери теплоты в окружающую среду:



- для первой и второй зон сушки -  $q_{o.c}^I = q_{o.c}^{II}$ , кДж/кг и. вл.;

- для зоны охлаждения зерна -  $q_{o.c}^{окл}$ , кДж/кг и. вл.

4. Характеристику топлива выбираем по справочным данным.

Рассчитываемая зерносушилка имеет две зоны сушки, различающиеся температурой сушильного агента.

### Расчет продолжительности пребывания зерна в зонах сушки и охлаждения

Определяем объем одной шахты сушилки:

$$V_{ш} = D_{ш} \cdot B_{ш} \cdot H_{ш} = 3000 \cdot 1000 \cdot 16400 = 49,2 \text{ м}^3$$

Объем, занимаемый коробами в шахте сушилки:

$$\sum V_{кор} = f_{кор} \cdot l_{кор} \cdot (n^I + n^{II} + n^0) \cdot K = 0,00925 \cdot 1 \cdot (13 + 10 + 18) \cdot 15 = 5,7 \text{ м}^3$$

Объем зерна, одновременно находящегося в шахте:

$$V_z = V_{ш} - \sum V_{кор} = 49,2 - 5,7 = 43,5 \text{ м}^3$$

Масса зерна, одновременно находящегося в шахте:

$$G_z = V_z \cdot \gamma_{нас} = 43,5 \cdot 750 = 32625 \text{ кг}$$

где  $\gamma_{нас}$  - насыпная плотность зерна для пшеницы  $\gamma_{нас} = 750 \text{ кг/м}^3$

Массу зерна в каждой зоне сушилке принимаем пропорционально ее высоте,

т.е.:

в первой зоне сушки:

$$G_z^I = G_z \cdot \frac{H_{ш}^I}{H_{ш}} = 32625 \cdot \frac{5200}{16400} = 10344,5 \text{ кг}$$

во второй зоне сушки:

$$G_z^{II} = G_z \cdot \frac{H_{ш}^{II}}{H_{ш}} = 32625 \cdot \frac{4000}{16400} = 7957,3 \text{ кг}$$

в зоне охлаждения:

$$G_z^0 = G_z \cdot \frac{H_{ш}^0}{H_{ш}} = 32625 \cdot \frac{7200}{16400} = 14323,2 \text{ кг}$$

Определяем общую продолжительность пребывания зерна в сушилке:

$$\tau = \frac{G_z}{M_{ср}} = \frac{32625}{24129} = 1,35 \text{ ч}$$

где  $M_{ср}$  - средний расход зерна в сушилке;

$$M_{ср} = \frac{M_1 + M_2}{2 \cdot Z} = \frac{50000 + 46500}{2 \cdot 2} = 24129 \text{ кг/ч}$$

где  $M_2$  - количество зерна на выходе из охлаждающей зоны сушки;

$$M_2 = M_1 \cdot \frac{100 - w_1}{100 - w_2} = 50000 \cdot \frac{100 - 20}{100 - 14} = 46500 \text{ кг/ч}$$

Продолжительность пребывания зерна в зонах сушки и охлаждения:

- в первой зоне сушки:

$$\tau^I = \tau \cdot \frac{H_{ш}^I}{H_{ш}} = 1,35 \cdot \frac{5200}{16400} = 0,43 \text{ ч} = 25,8 \text{ мин}$$

- во второй зоне сушки:

$$\tau^{II} = \tau \cdot \frac{H_{ш}^{II}}{H_{ш}} = 1,35 \cdot \frac{4000}{16400} = 0,33 \text{ ч} = 19,8 \text{ мин}$$

- в зоне охлаждения зерна:

$$\tau^0 = \tau \cdot \frac{H_{\text{ш}}^0}{H_{\text{ш}}} = 1,35 \cdot \frac{7200}{16400} = 0,6 \text{ ч} = 36 \text{ мин}$$

### Библиография

1. Дунаев П.Ф., Леников О.П. Конструирование узлов и деталей машин : Учеб. Пособие для техн. спец. вузов. – 5 изд. перераб. и доп. – М.: Высшая шк., 1998. – 447 с.

## Практическая работа №3

### Тема: «ЭЛЕВАТОРЫ КОВШОВЫЕ, ЛЮЛЕЧНЫЕ И ПОЛОЧНЫЕ»

**Цель:** изучить устройство и принцип работы элеваторов. Усвоение правил безопасной эксплуатации и настройки транспортирующих машин.

#### Задачи:

- Изучить назначение и классификацию элеваторов: полочные и люлечные элеваторы, нории, устройство и принцип работы; устройство ковшей норий, правила эксплуатации и технику безопасности.
- Определить вес груза для ленты нории, производительность ковшовых элеваторов (норий).

#### Результаты:

Студент должен знать:

- устройство и принцип работы элеваторов, уметь рассчитать производительность элеваторов.

**Обеспеченность занятия:** методические указания по выполнению практических и лабораторных работ.

**Время выполнения:** 180 мин.

#### Теоретические сведения.

Методика и порядок расчета зерносушилки различны в зависимости от типа установки.

#### 1. Назначение и классификация элеваторов

Элеваторы предназначены для транспортирования насыпных или штучных грузов в вертикальном или наклонном (под углом  $45^\circ$  и более) к горизонту направлении.

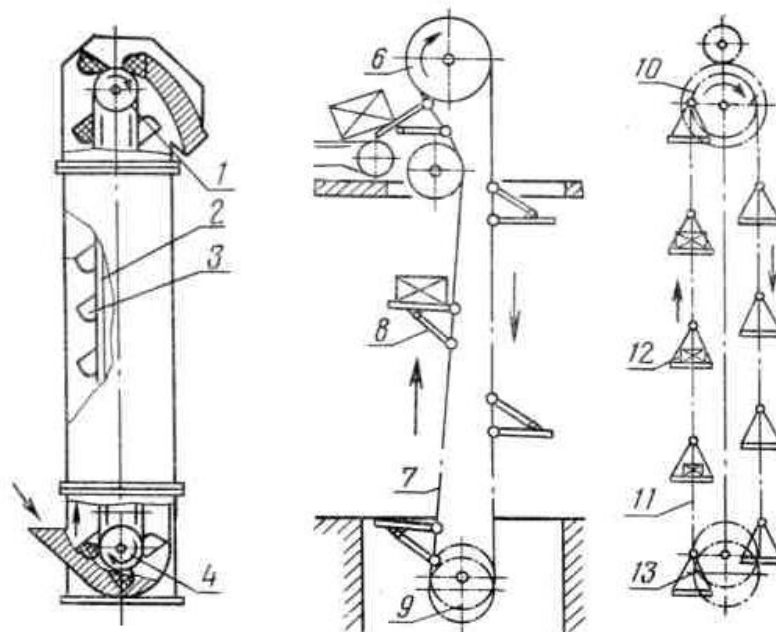
Элеваторы можно классифицировать по следующим признакам:

по способу монтажа - стационарные, передвижные (устанавливаются на специальных погрузочных машинах) и встроенные (являются основными конструктивными элементами другого технологического оборудования);

по виду тягового органа - ленточные и цепные;

по роду грузонесущего элемента - ковшовые, полочные и люлечные (см. рис

1).



а

б

в

а – ковшовый элеватор; б- полочный элеватор; в – люлечный элеватор; 1, 6, 10 - приводные барабаны (звездочки); 2, 7, 11 – тяговые органы; 3, 8, 12 – грузонесущие элементы (ковши, полки, люльки); 4, 9, 13 – натяжные барабаны (звездочки)

### **Рисунок 1 – Основные типы элеваторов**

Ковшовые элеваторы применяют для транспортирования различных насыпных грузов (корнеклубнеплодов, зерна, муки, комбикорма и т. п.) в кормоцехах животноводческих и птицеферм, зернохранилищах и овощехранилищах.

Ковшовые элеваторы применяют только для подъема грузов от начального до конечного пунктов без промежуточной загрузки и разгрузки.

Люлечные и полочные элеваторы общего назначения служат для транспортирования штучных или рассыпных затаренных грузов (мешков, ящиков, бочек, бидонов). Люлечные и некоторые полочные элеваторы могут поднимать и спускать грузы (например, с одного этажа на другой) с промежуточной загрузкой и разгрузкой.

## **2. Ковшовые элеваторы (нории)**

Ковшовые элеваторы называются нориями (араб. наора – водокачка).

Нории по направлению перемещения груза бывают - вертикальными и наклонными; по способу разгрузки – с центробежной, смешанной и самотечной разгрузкой; по расположению ковшей – с расставленными ковшами (расположены на некотором расстоянии друг от друга) и сомкнутыми ковшами (расположены в плотную друг к другу)

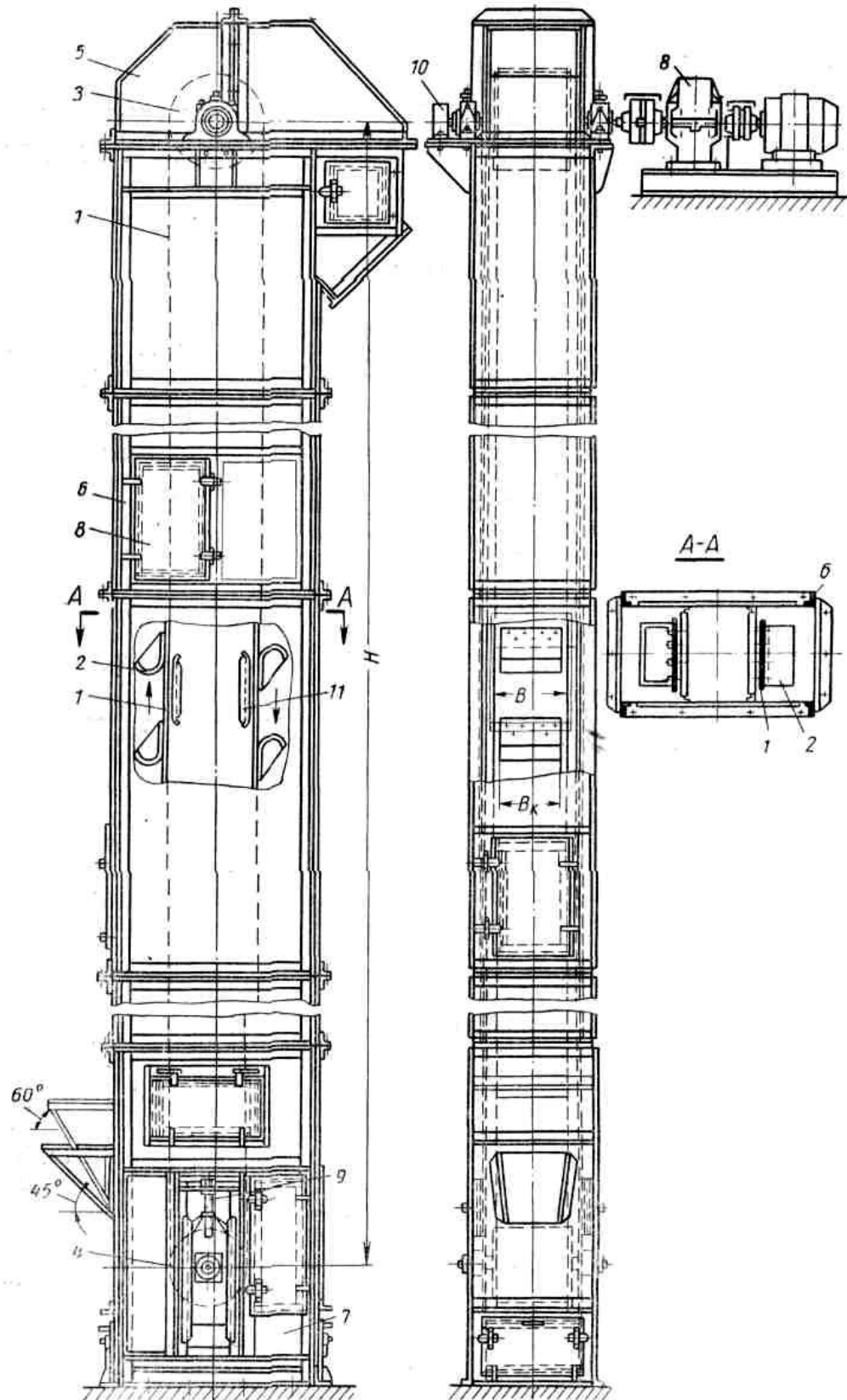
### **Устройство и принцип работы.**

Нория (рис. 2) состоит из вертикально-замкнутого тягового элемента 1 с жестко прикрепленными к нему грузонесущими элементами - ковшами 2; тяговый элемент огибает верхний приводной 3 и нижний натяжной 4 барабаны (или звездочки). Ходовая часть и поворотные устройства элеватора помещаются в закрытом металлическом кожухе, состоящем из верхней части (головки) 5, средних секций 6 и нижней части (башмака) 7. Тяговый элемент с ковшами приводится в движение от привода 8 состоящего из электродвигателя, редуктора и соединительных муфт. Перемещение тягового органа происходит за счет силы трения между лентой и приводным барабаном или зацепления между цепью и звездочкой. Привод снабжается остановом 10 для предотвращения от обратного движения тягового элемента под действием веса заполненных грузом ковшей, при отключении электроэнергии или обрыве тягового элемента. Для обеспечения устойчивого положения ковшей и обеспечения требуемого сцепления между лентой и барабаном служит натяжное устройство 9.

Транспортируемый насыпной груз подается через загрузочное устройство в виде наклонного лотка под углом 45 или 60° (носок) в нижней части элеватора. Груз загружается в ковши, поднимается в них и разгружается на верхнем барабане (звездочке) через патрубок в головке элеватора. На вертикальном участке элеватора установлены успокоители в виде металлических пластин 11, для гашения колебаний тягового в горизонтальной плоскости и предотвращения высыпания груза из ковшей.

Загрузка ковшей производится либо зачерпыванием груза из нижней части башмака либо засыпанием груза в ковши. Практически ковши заполняются и тем и другим способами при преимущественном преобладании одного из них.

Зачерпывание преобладает в нориях с расставленными ковшами при транспортировке сухих хорошо сыпучих грузов. При этом используют носки с углом наклона  $45^\circ$ , которые могут подавать груз по ходу движения ковшей



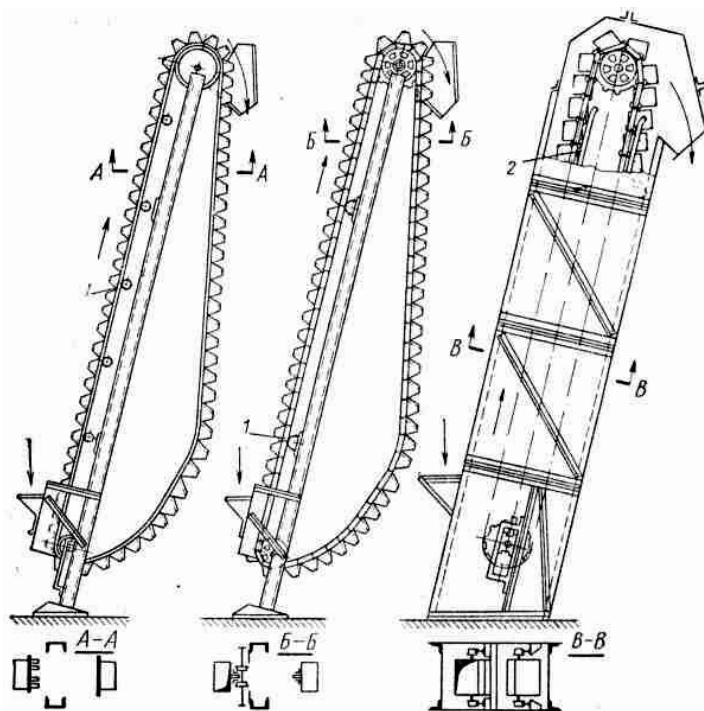
1 – тяговый орган; 2 – ковш; 3 – приводной барабан; 4 – натяжной барабан; 5 – головка нории; 6 – средняя секция; 7 – башмак; 8 – привод; 9 – натяжное устройство; 10 – останов; 11 – успокоитель

### Рисунок 2 – Вертикальная ленточная нория

(согласно рис 2 устанавливаются в правой части башмака - на рисунке не показан) либо против движения ковшей (левой части). В первом варианте коэффициент заполнения ковшей находится в пределах 0,75 – 0,9, а во втором варианте – 0,85 – 0,95. Это связано с тем, что происходит досыпание ковшей продуктом из носка при их движении вверх. Поэтому при монтаже стараются установить норию так, чтобы обеспечивалась подача груз против хода ковшей.

Засыпание в ковши преобладает при установке носков с углом наклона 60°. Этот способ загрузки используют при транспортировке крупнокусковых и абразивных грузов, так как они обладают большим сопротивлением и при черпании возможен отрыв ковшей и обрыв тягового элемента. При данном способе загрузки используют нории с сомкнутыми ковшами, а носок устанавливают только в положении, при котором подача груза происходит только против хода ковшей.

Наклонные элеваторы используют при самотечной разгрузке. У наклонных ленточных норий рабочая ветвь движется по опорным роликам 1 (рис. 3, а), у цепных элеваторов - по направляющим путям 2 (рис. 3, в), по которым перемещаются звенья цепи или их катки (наиболее распространенный случай); имеются конструкции цепных элеваторов, у которых рабочая ветвь движется по опорным роликам (рис. 3, б).



а - ленточного; б - цепного со свободно свисающей обратной ветвью; в - двух-цепного с поддерживаемой обратной ветвью

**Рисунок 3 - Схемы наклонных элеваторов с сомкнутыми ковшами:**

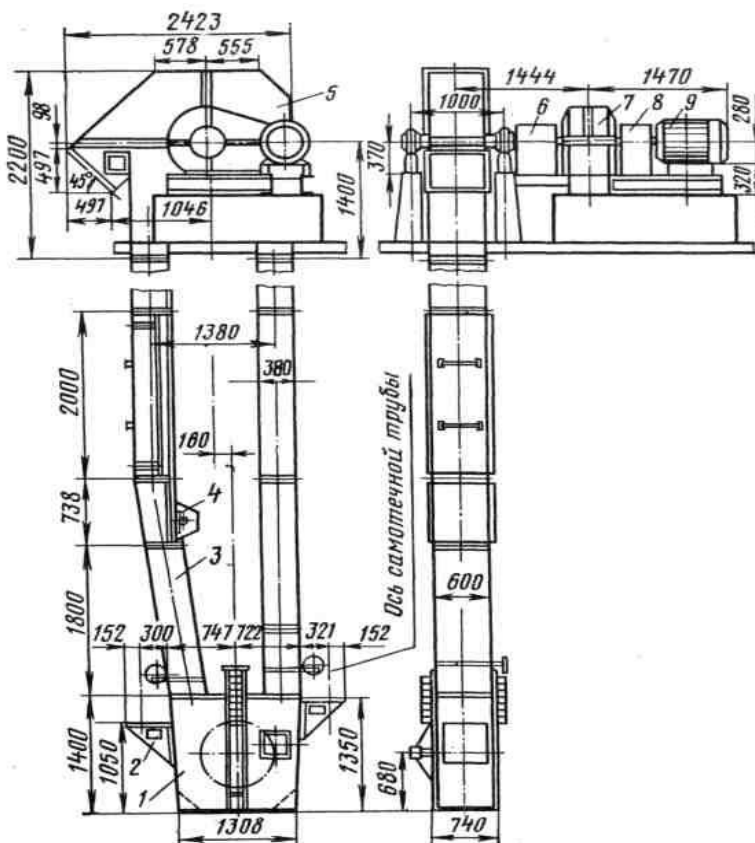
Наибольшее распространение в промышленности получили вертикальные элеваторы; наклонные элеваторы, как более сложные по конструкции, применяют реже.

Промышленностью выпускаются ленточные нории в сдвоенном исполнении. Такие нории имеют две ленты с ковшами, два приемных носка и два разгрузочных патрубка, по два барабана вверху и внизу, но привод один. Средняя секция выполнена в виде одной трубы с перегородкой посередине. Такие нории могут перемещать два разных продукта.

В нориях производительностью свыше 100 т/час барабан в головке больше барабана башмака. Увеличение диаметра барабана головки объясняется тем, что для этой нории требуется лента большей толщины. При малом диаметре приводного барабана увеличилась бы потребная мощность на изгиб ленты. Меньший диаметр барабана башмака не только уменьшает габариты, массу и стоимость, но и позволяет разместить ниже приемные носки. Чем ниже они расположены, тем из более далеких точек можно направить продукт.

Различные диаметры барабанов вызвали необходимость трубу с восходящей лентой сделать вертикальной, а на нисходящем участке ленты около башмака - наклонный участок. В этом месте лента несколько изгибается на отводном ролике.

На рисунке 4 представлена нория П-175, диаметр барабана головки равен 1160 мм, а башмака — 800 мм.



1 - башмак; 2 - приемный носок; 3 - наклонная секция трубы; 4 - отводной ролик; 5 - головка; 6, 8 - муфты; 7 - редуктор; 9 - электродвигатель

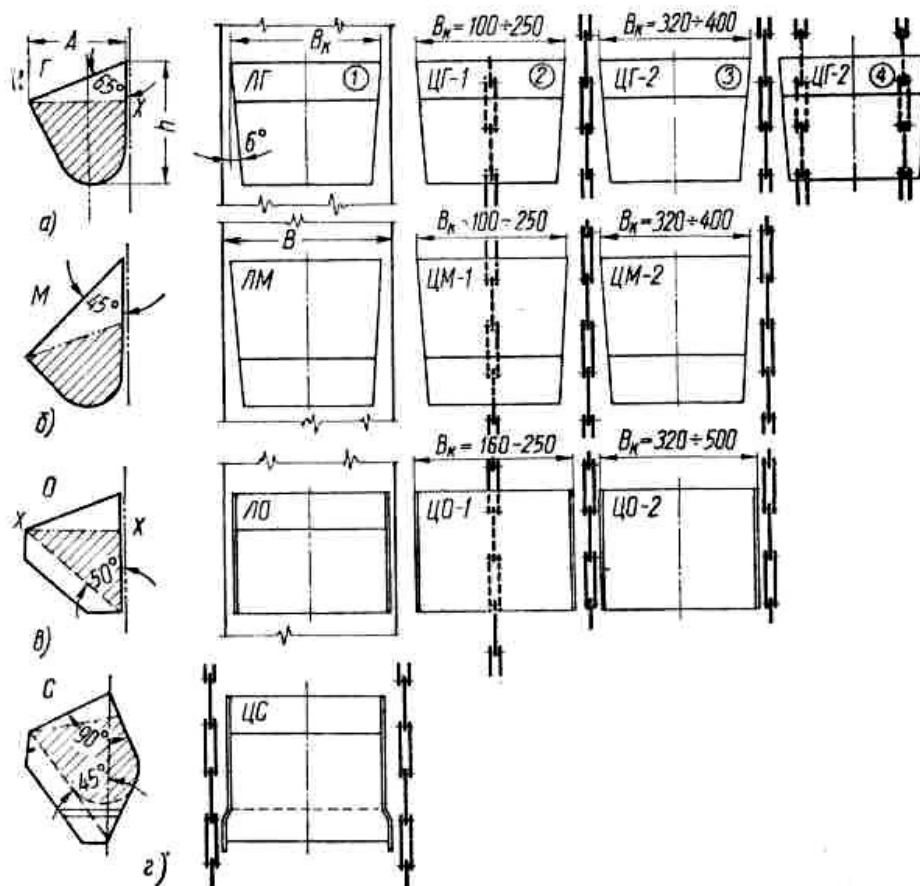
**Рисунок 4 - Нория П-175**

## Конструктивные элементы норий.

### Ковши.

Основные параметры ковша — тип (конструкция), геометрические размеры (ширина  $B_k$ , вылет  $A$  и высота  $K$ ) и емкость. Конструкция (тип) ковша определяется свойствами транспортируемого груза и способами загрузки и разгрузки ковшей. ГОСТом для вертикальных элеваторов предусмотрены четыре типа ковшей (рис. 5): глубокие (а), мелкие (б) со скругленным (цилиндрическим) дном и ковши с бортовыми направляющими с остроугольным (в) и скругленным (г) дном.

Ковши изготавливают из листовой стали толщиной 1 - 6 мм (сваркой или штамповкой), отливают из ковкого чугуна, а также изготавливают из пластмассы (волокнита, стекловолокна) и из резины. Для предохранения от быстрого износа передняя (черпающая) стенка ковша усиливается пластиной из твердой стали, прикрепляемой на сварке или заклепками.



а – глубокие; б- мелкие; в – остроугольные с бортовыми направляющими; г - скругленные с бортовыми направляющими

**Рисунок 5 - Типы ковшей и их креплений к тяговому элементу**

Глубокие ковши (рис. 5, а) имеют пологий обрез передней кромки и повышенную глубину; применяют их для сухих, легкосыпучих пылевидных, зернистых и мелкокусковых насыпных грузов (пример - зерно).

Мелкие ковши (рис. 5, б) имеют крутой обрез передней кромки и малую глубину, что способствует их лучшему опорожнению при разгрузке влажных и



слеживающихся плохосыпучих пылевидных, зернистых и мелкокусковых насыпных грузов.

Глубокие и мелкие ковши применяют только на элеваторах с расставленными ковшами.

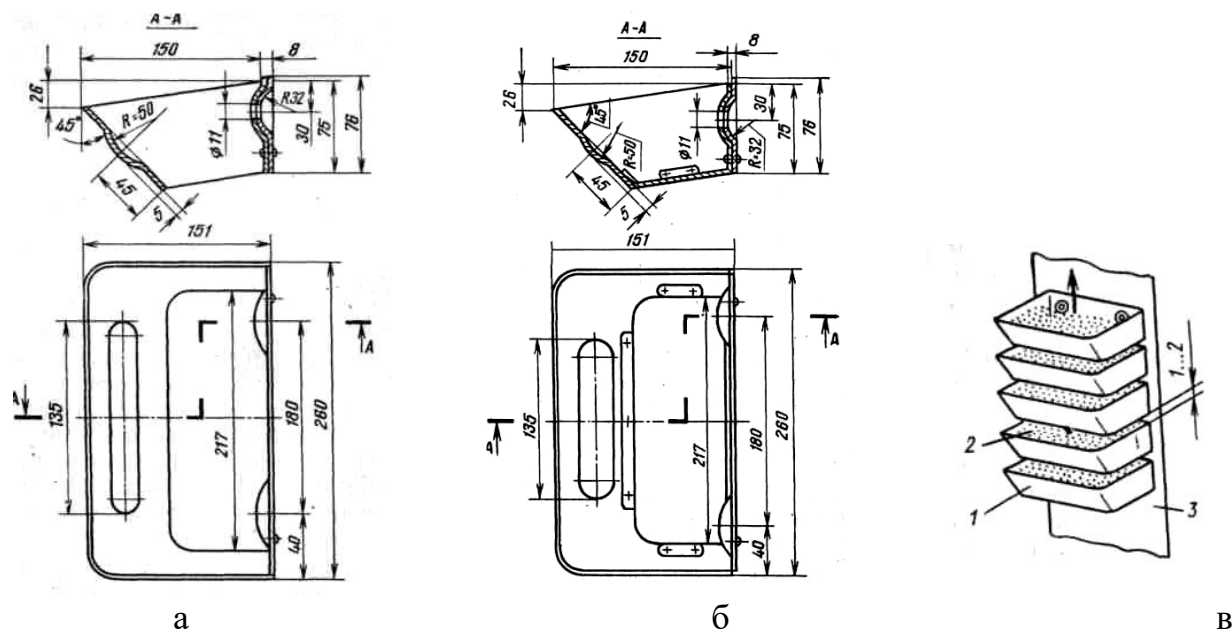
Ковши с бортовыми направляющими и остроугольным днищем (рис. 5, в) применяют на тихоходных ленточных и цепных элеваторах для транспортирования хорошосыпучих насыпных грузов.

Ковши с бортовыми направляющими и скругленным днищем (рис. 5, гид) применяют на тихоходных цепных элеваторах для транспортирования самых различных насыпных грузов - пылевидных, зернистых и кусковых.

Ковши с бортовыми направляющими любого типа применяют только при сомкнутом их расположении на цепи или ленте.

Существующие конструкции ковшей имеют коэффициент заполнения от 0,60 до 0,95.

В зерновых нориях для повышения производительности применяют ковши без дна, а также ковши с дном специальной конструкции. Ковши без дна (рис. 6,а) представляют собой усеченную четырехугольную пирамиду, открытую сверху и снизу. Ковши крепят болтами к ленте с зазорами 1...2 мм (рис. 6, в). Через каждые 10 - 15 ковшей без дна устанавливают один ковш с плоским дном (рис. 6,б) для обеспечения устойчивой работы нории при малой загрузке и ускорения зачистки башмака при смене транспортируемого продукта. При подъеме продукта на ленте образуется как бы зерновой столб. Как показал опыт эксплуатации норий, с ковшами без дна, их производительность увеличивается примерно в 1,3... 1,6 раза за счет увеличения коэффициента заполнения.



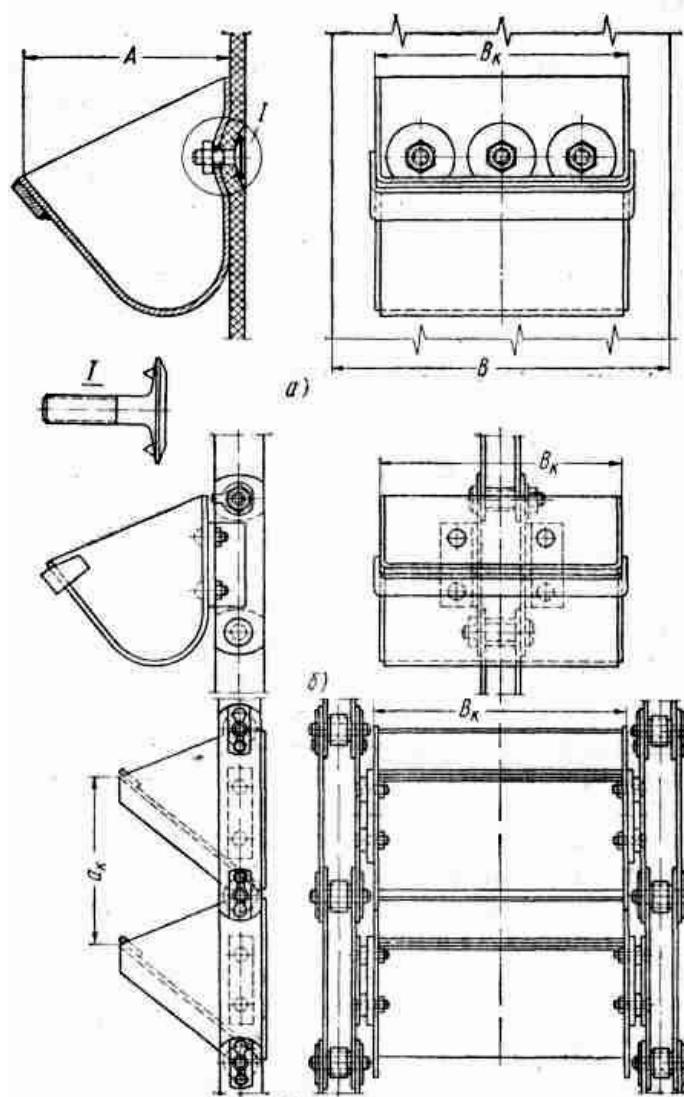
а – ковш без дна; б- ковш с дном; в – схема расположения ковшей

**Рисунок 6 – Конструкция специальных ковшей**

Ковши крепят к ленте болтами с плоской головкой и двумя шипами на внутренней стороне (рис. 8, а). Это предотвращает вращение болта при закручивании гайки. Чтобы головки болтов не мешали прохождению ленты при

огибании барабана, в задней стенке ковша делают углубление. На лентах шириной более 600 мм ковши располагаются в два ряда в шахматном порядке, так как при использовании широких ковшей вовремя зачерпывания лента испытывает большое сопротивление.

Цепи к ковшам крепят при помощи уголков или специальных звеньев на болтах или заклепках. При ширине ковшей до 250 мм применяют одну тяговую цепь с центральным креплением к задней стенке ковша (рис. 8, б); при ширине ковшей 320 мм и выше применяют две тяговые цепи, крепление которых может быть к задней или к боковым (рис. 6, в) стенкам ковшей.



а – к ленте; б – к одной цепи; в – к двум цепям

**Рисунок 8 – Крепление ковшей к тяговым органам**

### **Тяговые элементы.**

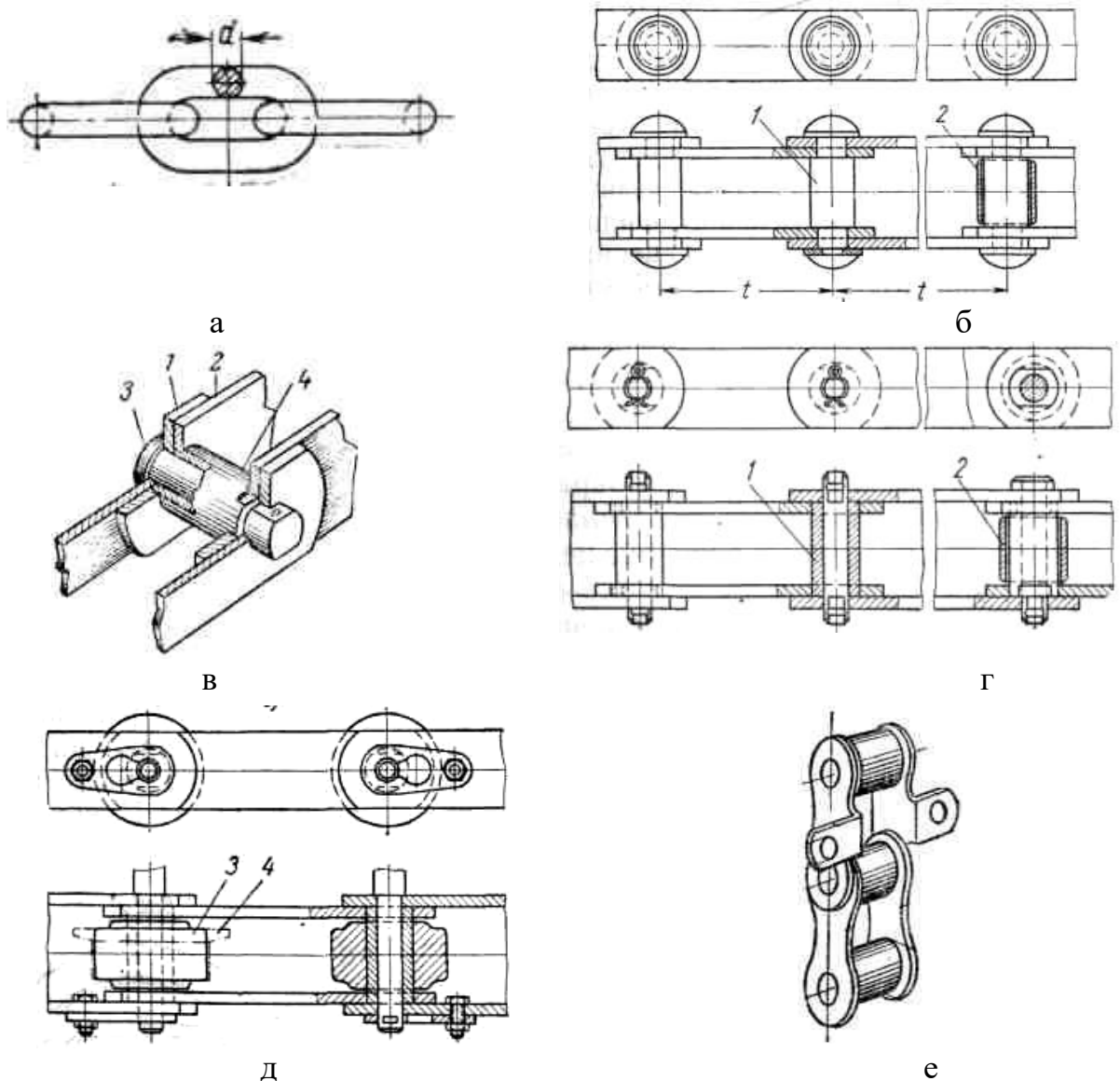
Тяговым элементом ковшовых элеваторов служит лента или цепь (одна или две).

Ленты применяют конвейерные резино-тканевые шириной до 1200 мм такого же типа, как и для ленточных транспортеров.

Ширина ленты принимается на 25 - 50 мм шире, чем ширина ковша (см. табл. 37). В целях обеспечения надежного крепления ковшей обычно принимают в ленте не менее четырех прокладок.

Цепи применяют сварные круглозвенные (рис. 9, а) из круглой стали диаметром 16 - 28 мм с термической обработкой звеньев и пластинчатые безвтулочные, втулочные и втулочно-катковые с шагом 100 - 630 мм.

Пластинчатые безвтулочные (рис. 9, б) и втулочные (рис. 9, г) цепи делятся на безроликовые 1 и роликовые 2. Пластинчатая безвтулочная цепь состоит из двух внутренних и двух внешних пластин, свободно поворачивающихся на валике (соединительный стержень). Во втулочных цепях внутренние пластины 2 (рис. 9, в) напрессованы на втулку 4, а наружные 1 на валик 3. Изгиб цепи происходит за счет поворота втулки относительно валика.



а – сварная круглозвенная; б - пластинчатая безвтулочная (безроликовая 1 и роликовая 2); в – узел шарнира пластинчатой втулочной цепи ( 1 – внутренняя пластина; 2 - втулка; 3 – наружная пластина; 4 – валик); г - пластинчатая втулочная цепь (безроликовая 1 и роликовая 2); д – пластинчатая втулочная

катковая цепь ( с безребордными 3 и с ребордными 4 катками); е - фасонное звено цепи.

### **Рисунок 9 – Конструктивные типы цепей**

В безвтулочных цепях площадь трения меньше, чем во втулочных. Поэтому давление со стороны пластин на валик очень велико, что приводит к быстрому износу валика и пластин.

В роликовых цепях на валик (рис. 9, б) или втулку (рис. 9, г) с зазором надевается ролик (цилиндрическая трубка). Ролик позволяет снизить износ валика (втулки) и зуба звездочки, при набегании цепи на звездочку, за счет обкатывания поверхности зуба.

Конструкция катковых цепей (рис. 9, д) аналогична конструкции втулочно-роликовым цепям. Отличием является то, что ролик имеет диаметр меньше ширины пластины, а катки больше. Катки выполняют ту же функцию, что и ролики при огибании цепи звездочки, а также служат ходовым опорным устройством при движении по направляющим. Это позволяет снизить износ цепи и сопротивление ее движению. Катки используют безребордные 3 и ребордные 4 (рис. 9, д)

Крепление кошей к цепи осуществляется при помощи уголков или фасонных звеньев (рис. 9, е) на болтах или заклепках.

Вид тягового органа зависит от производительности элеватора, высоты подъема и характеристики транспортируемого груза. Ленты применяют преимущественно в быстроходных элеваторах для транспортирования пылевидных, порошкообразных и мелкокусковых насыпных грузов малого и среднего объемного веса, которые не оказывают большого сопротивления при их загрузке зачерпыванием. Цепи применяют преимущественно при большой нагрузке для транспортирования тяжелых кусковых грузов и значительной высоте подъема.

#### **Головка нории.**

Головка нории предназначена для размещения в ней узлов привода и разгрузки нории. Приводной барабан 7 (рис. 10) крепится к валу 6 шпонкой и стопорными болтами 8. Вал опирается на подшипники качения 5, правильную установку которых регулируют винтами опорных плит 11. Плиты болтами 9 крепят к опорам головки нории (на рисунке не показаны).

Приводной барабан закрыт кожухом 4, в котором сделаны разгрузочный патрубок 2 и смотровой люк 3. Кожух изготавливают сварным из листовой стали толщиной 1,6...2,5 мм. Он состоит из двух или трех частей, соединенных болтами (на рис. 10 из трех частей - по горизонтальной оси барабана и по вертикальной в верхней части до оси барабана). К фланцам 10 болтами на прокладках крепят трубы нории.

Для устранения обратной сыпи продукта в патрубке 2 установлен регулируемый обрезиненный козырек 1, который выдвинут к ковшам. В этом случае часть продукта ссыпается по козырьку в патрубок 2.

Кожух головки элеватора снабжается люками 3 с герметичными дверцами для осмотра и ремонта.

Обрыв норийной ленты или внезапное прекращение подачи электроэнергии могут привести к завалу башмака нории, так как загруженные ковши под тяжестью продукта начинают двигаться в обратном направлении. Чтобы не допустить этого, на валу барабана устанавливают специальное тормозное



На рисунке 11 (б) показана схема роликового останова. На валу приводного барабана закрепляется звездочка 5, имеющая четыре зуба специальной формы. В каждом гнезде между зубьями и неподвижной обоймой 4, жестко соединенной с корпусом подшипника, помещен ролик 3.

При подъеме продукта вал барабана со звездочкой 5 вращается против часовой стрелки, а ролики свободно перекатываются в гнездах, не препятствуя вращению вала. При внезапной остановке ленты вал со звездочкой под тяжестью продукта, находящегося в ковшах, начинает поворачиваться в обратном направлении. Ролики под действием силы трения и пружины 4 заклиниваются в узкой части между неподвижной обоймой 2 и плоскостями зубьев звездочки 5. В результате вращение барабана прекращается, лента с ковшами останавливается.

В головке установлен также и привод нории. Движение от электродвигателя на вал приводного барабана нории передается, как правило, через редуктор, который уменьшает частоту вращения вала электродвигателя до необходимой величины (рис. 1). Для соединения электродвигателя, редуктора и приводного вала нории используют упругие муфты.

Башмак нории. Предназначен для размещения в нем натяжных и загрузочных устройств. Кожух башмака сварной конструкции и выполнен из листовой и уголковой стали. Барабан 11 (рис. 12) на валу 7 закрепляют шпонкой и стопорными болтами. В боковых стенках башмака сделаны прорезы, через которые проходит вал натяжного барабана. Подшипниковые опоры вала установлены на подвижной раме 2 винтового или грузового натяжного устройства, перемещающейся вдоль направляющих 4.

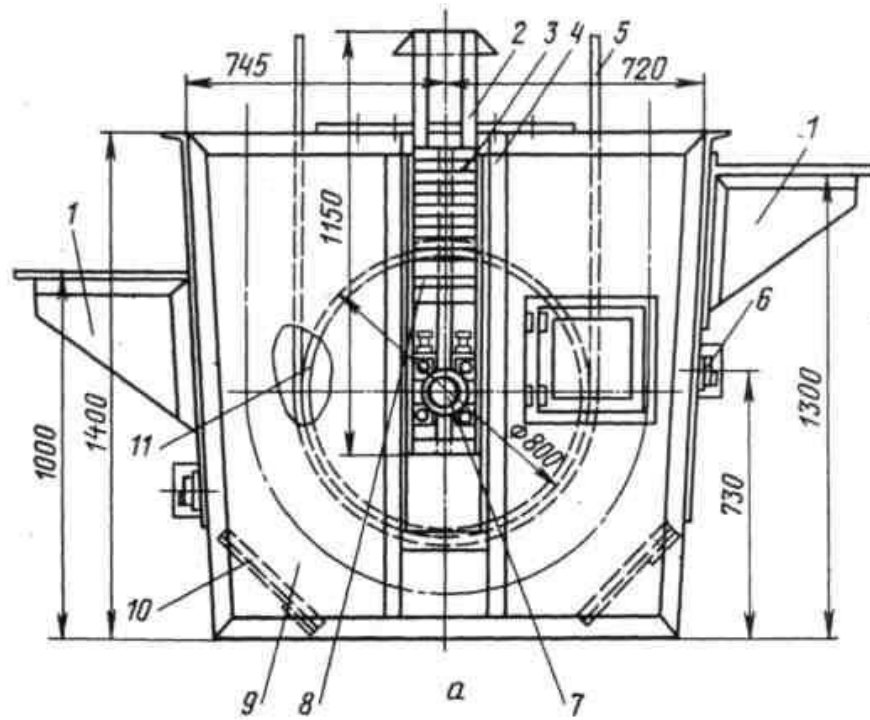
Для подачи продукта в башмак установлены приемные носки 1. В носке установлена реечная задвижка с электроприводом.

В процессе работы лента вытягивается, сила трения между ней и барабанами уменьшается, что вызывает проскальзывание или буксование ленты. Для ее натяжения используют грузовое или винтовое натяжное устройство.

При грузовом натяжении на ленту передается вес натяжного барабана 11, вала 7 с подшипниками, а также вес грузов 3. Все детали висят на ленте и автоматически натягивают ее. Если груза недостаточно, на площадку 8 подвижной рамы 2 укладывают дополнительный груз 3 (поровну с каждой стороны башмака) для получения требуемой величины натяжения.

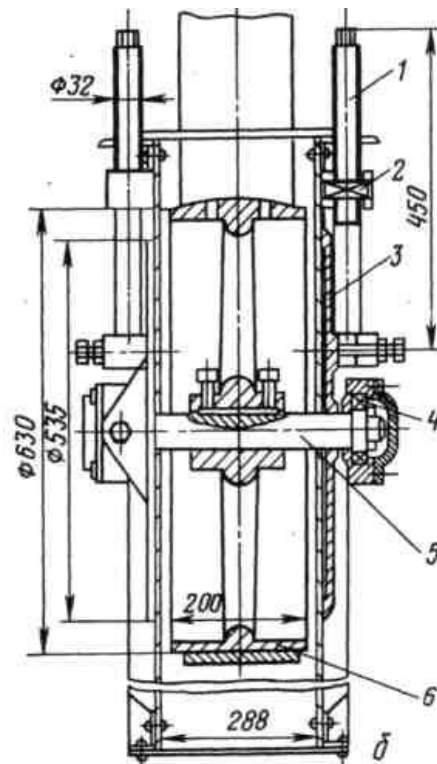
При винтовом механизме (рис. 13) подвижная рама 3 соединена с винтом 1 который может вращаться в гайке 2 жестко закрепленной на корпусе кожуха. При вращении винта он перемещается вдоль гайки и передвигает натяжной барабан.

Грузовое натяжное устройство, будучи более громоздким, чем винтовое, имеет преимущество в том, что оно действует автоматически. Если лента вытянулась, барабан с грузами опускается, сохраняя давление на ленту, а значит, и трение между ней и барабанами. При винтовом устройстве нужно все время следить за натяжением ленты.



1 - приемные носки; 2 - подвижная рама; 3 - грузы; 4 - направляющая рама; 5 - лента; 6 - датчик уровня; 7 - вал; 8 - площадка для грузов; 9 - кожух; 10 - задвижка; 11 - натяжной барабан

**Рисунок 12 – Башмак норы с грузовым натяжным механизмом**



1 - винт; 2 - гайка; 3 - подвижная рама; 4 - подшипник; 5 - вал; 6 - натяжной барабан

### Рисунок 13 - Башмак нории с винтовым натяжным механизмом

Около приемных носков 1 в боковой стенке вмонтированы мембранные датчики уровня 6. В случае завала давление зерна на мембрану датчика увеличивается, он срабатывает, и задвижка перекрывает поступление зерна в норию. Нория, продолжая работать, ликвидирует завал, мембрана датчика возвращается в исходное положение, и продукт снова подается в норию.

При больших завалах башмака продукт удаляют через специальные люки.

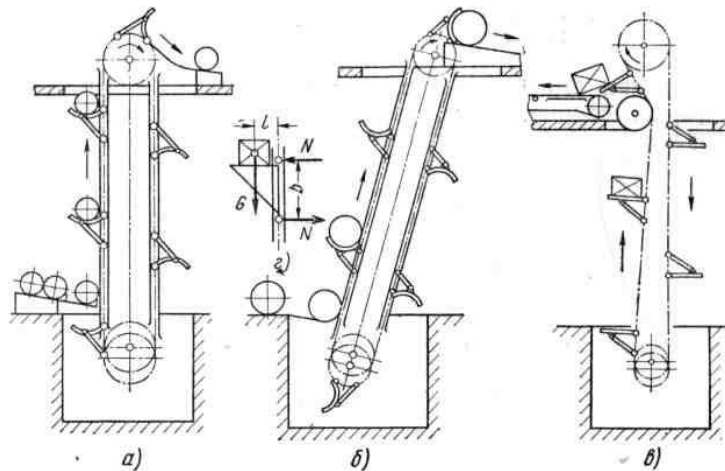
Кроме мембранного датчика, на выходном конце вала барабана башмака устанавливают реле скорости для контроля пробуксовывания или обрыва ленты. При срабатывании реле отключается подача груза и привод нории.

#### **Норийные трубы.**

Средние секции кожуха элеватора (норийные трубы) изготавливают из листовой стали толщиной 2 - 4 мм и для жесткости окантовывают уголками в продольном направлении и по торцовым сечениям. Секция обычно делается высотой 2 - 2,5 м; соединяют секции друг с другом болтами, для герметичности их стыки снабжаются прокладками.

## 2. Полочные и люлечные элеваторы

Полочные элеваторы бывают вертикальные (рис. 14, а) и наклонные (рис. 14, б); они предназначены для подъема различных штучных грузов (бочек, ящиков, кип, тюков, частей машин и т. п.).



а - вертикальный; б - наклонный; в - вертикальный с отклонением захвата на рабочей ветви

### Рисунок 14 - Схемы полочных элеваторов

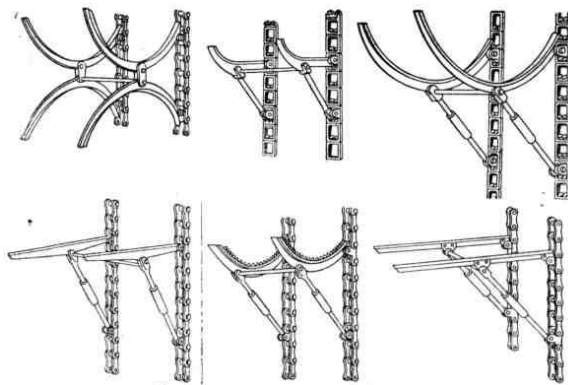
Полочный элеватор состоит из двух вертикально-замкнутых цепей, огибающих верхние и нижние звездочки. К цепям на определенном расстоянии друг от друга жестко прикреплены консольные захваты-полки. Захваты-полки выполняются в виде кронштейнов с изогнутой или плоской формой опорной части (рис. 15), в зависимости от конфигурации груза.

В этом заключается принципиальное отличие полочных элеваторов от ковшовых. Загрузка и разгрузка полок элеватора производится автоматически или



вручную. Наибольшие удобства для автоматизации загрузки и разгрузки представляют грузы цилиндрической формы.

Кроме применяемой обычно разгрузки в верхней точке нисходящей ветви, возможна также разгрузка грузов на восходящей ветви путем отклонения полки при помощи дополнительных отклоняющих звездочек (рис. 14, в).

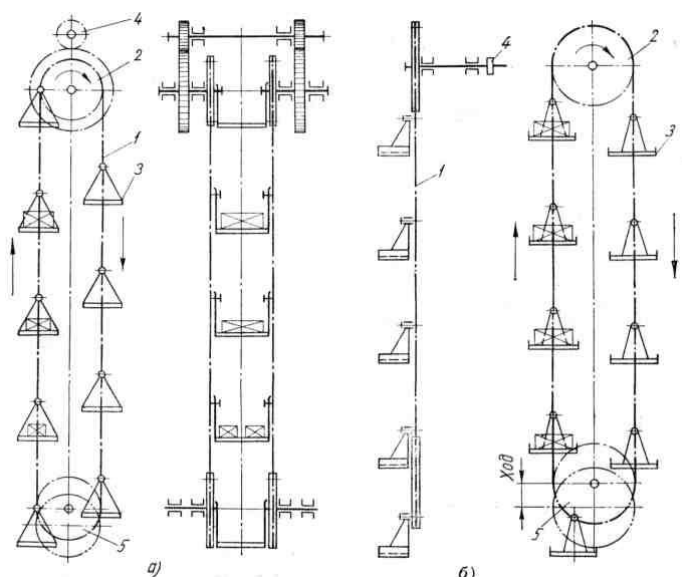


**Рисунок 15 - Типы захватов-полок полочных элеваторов**

Тяговым элементом полочных элеваторов служат пластинчатые втулочные и втулочно-катковые цепи.

Полочные элеваторы имеют малые скорости движения, не более 0,2 - 0,3 м/сек

Люлочные элеваторы (рис. 16) предназначены для вертикального транспортирования различных штучных грузов. В отличие от полочных, люлочные элеваторы в качестве грузонесущего элемента имеют шарнирно подвешенные к цепям полки (так называемые люльки). Наличие таких люлек позволяет производить разгрузку элеватора в любом месте нисходящей ветви.



1 - тяговые цепи; 2 - приводные звездочки; 3 - люльки; 4 - привод; 5 - натяжные звездочки

**Рисунок 16 - Схемы двухцепного (а) и одноцепного (б) люлочных элеваторов:**

Люлочные элеваторы перемещают грузы только по вертикали.

Обычно люлочные элеваторы - двухцепные (рис. 16, а). При легких грузах элеваторы могут быть одноцепными (рис. 16, б) с консольными люльками.

### **3. Эксплуатация норий**

Работа норий и техническое обслуживание.

Перед пуском проверяют исправность нории, положение задвижек (они должны быть закрыты), нет ли завала продукта в башмаке. Необходимо также проверить работу всех машин, на которые нория должна подавать продукт. Перед пуском проверяют состояние ленты и ковшей, сшивку концов ленты и ее натяжение. При непрерывной работе проверка производится один раз в десять дней.

Норию начинают загружать только после достижения лентой требуемой скорости. Задвижку при этом следует открывать постепенно. Для того чтобы не допустить перегрузки нории, устанавливают ограничитель, выше которого задвижку поднять нельзя. Степень загрузки нории можно определить по амперметру. Но необходимо учитывать, что при перегрузке электродвигателя из-за каких-либо неисправностей (например, перегрева подшипников) точное значение степени загрузки по амперметру получить невозможно. В дальнейшем степень загрузки нории регулируют задвижкой.

В процессе работы следят за состоянием подшипников, периодически на ощупь проверяют степень их нагрева. Если обнаружена неисправность подшипника (например, шум, вибрация, перегрев), необходимо установить и устранить ее причину.

Корпуса подшипников головки и башмака нории один раз в месяц набиваются синтетическим солидолом. Для смазки редуктора применяют масло компрессорное 19/Т, которое заменяют не реже одного раза в 6 мес. Уровень масла в корпусе редуктора поддерживают постоянным в пределах между контрольными рисками на игле маслоуказателя.

Попадание посторонних предметов может вызвать деформацию и обрыв ковшей. Для предотвращения этого в приемном носке ставят сетку.

После каждой смены норию следует очищать и устранять мелкие дефекты. Это относится в первую очередь к башмаку, где скапливаются песок, земля, мелкие камни и т. п.

Все замеченные дефекты, не требующие немедленной остановки нории, записывают в специальный журнал и при первом же плановом ремонте устраняют. В то же время ремонтируют дефектные и восстанавливают отсутствующие ковши.

Возможные неисправности нории и их устранение. Завал башмака может быть из-за внезапной остановки электродвигателя, перегрузки нории, большой обратной сыпи перемещаемого продукта, пробуксовывания ленты и других причин. В этом случае необходимо немедленно закрыть задвижку и остановить электродвигатель. Несвоевременное его выключение может вызвать нагрев ленты. Через люки башмака нории лопатой или скребком удаляют продукт. После этого определяют причину завала, ликвидируют ее и снова включают норию.

Обратная сыпь продукта может возникнуть, если имеются помятые ковши, а также из-за пробуксовывания ленты. Следует установить причину обратной сыпи и устранить ее. В некоторой степени обратную сыпь можно уменьшить, выдвинув

резиновый козырек в разгрузочном патрубке головки (см. рис. 1, позиция 1). Обратная сыпь допускается в пределах до 1% от массы перемещаемого продукта.

Бой зерна происходит вследствие его повреждения острыми кромками ковшей или движения ленты со скоростью, превышающей допусковую для данной культуры, а пыление и подсор продукта - из-за плохой аспирации или неплотностей в кожухах головки и башмака, во фланцах труб.

Повышенный расход электроэнергии может быть вызван неисправностью и плохой смазкой подшипников, трением кромки ленты о трубы или кожух головки, башмака, неисправностью механизма привода и другими причинами.

Лента может пробуксовывать из-за недостаточного натяжения. Тогда добавляют грузы или подвинчивают натяжные болты. Рекомендуется приводной барабан обшивать лентой. Это уменьшает вероятность пробуксовывания ленты и позволяет ослабить ее натяжение и, следовательно, сократить расход электроэнергии, облегчить работу ленты и снизить ее изнашивание. Пробуксовывание ленты может настолько увеличить трение между барабаном и лентой, что она воспламенится.

Сход ленты на сторону связан с перекосом валов, неправильной сшивкой ленты или неравномерной загрузкой нории продуктом.

При установке новых лент необходимо их предварительно вытянуть. Ленты без предварительной вытяжки имеют неровный ход, быстро вытягиваются и пробуксовывают. Для этого к ленте подвешивают груз, вес груза определяют по формуле:

$$G = \sigma \times F, \quad (\text{кг}) \quad (1)$$

где,  $\sigma$  – напряжение при вытяжке, равное 30 – 36 кг/см<sup>2</sup>;

F – площадь поперечного сечения ленты, см<sup>2</sup>.

**Правила техники безопасности.** С трех сторон башмака для его обслуживания оставляют на расстоянии 0,7 м от нории свободную площадку. Все движущиеся части нории должны быть ограждены, а все соединения труб и кожухов - пыленепроницаемы. Электрооборудование необходимо надежно заземлять.

На помосте для обслуживания головки нории, если она расположена не на полу, делают перила высотой не менее 1000 мм со сплошной зашивкой их снизу на высоту 200 мм. Для удобства опорожнения башмака расстояние от его нижней части до пола должно быть не менее 150 мм. Ни в коем случае нельзя просовывать руки в смотровые и выгребные люки даже при неподвижной ленте. Снимать ограждения, кожухи, открывать люки во время работы нории не разрешается.

Без инструктажа по технике безопасности нельзя допускать рабочих к работе у нории.

### **Задание №1**

Определить вес груза для ленты нории, если известно, что напряжение при вытяжке 35 кг/см<sup>2</sup>, а площадь поперечного сечения ленты 0,67 см<sup>2</sup>.

Рассчитать производительность ковшовых элеваторов (норий).

### **Задание №2**

Определить производительность ковшового элеватора (нории) для разгрузки муки пшеничной, если известно, что ковш используется мелкий, его ширина - 125 мм и картофеля свежего (ковш используется остроугольный с бортовыми направляющими, шириной -320 мм).

#### Методические указания:

Производительность ковшовых элеваторов (норий) определяется по формуле:

$$Q = 3,6 \cdot Z_K \cdot i \cdot \gamma \cdot \varphi \cdot v = 3,6 \cdot \frac{i \cdot \gamma \cdot \varphi \cdot v}{t}, \text{ т/ч} \quad (2)$$

где,  $Z_K$  – количество ковшей на 1м тягового органа ( $Z_K = 1/t$ );

$t$  – шаг ковшей, м;

$i$  – объем ковша, м<sup>3</sup>;

$\gamma$  – объёмная масса груза, кг/м<sup>3</sup> (см. таблицу А4 приложения);

$\varphi$  – коэффициент заполнения ковша;

$v$  – скорость перемещения груза, м/сек.

Тип ковша, скорость транспортирования груза, коэффициент заполнения ковша принимается по справочным данным в зависимости от характеристики груза (см. таблицу Б1 приложения).

Объем ковша зависит от типа ковша и его ширины (см. таблица Б2 приложения).

Шаг глубоких и мелких ковшей принимают  $t = (2,5...3) \times h$ , а для остроугольных и скругленных с бортовыми направляющими  $t = h$ , где  $h$  – высота ковша.

#### Контрольные вопросы

1. Для каких целей в ковшовых нориях установлены успокоители?
2. Почему загрузка ковшей путем засыпания эффективней, чем зачерпывание?
3. Назовите отличительные особенности сдвоенных норий?
4. Почему у норий производительностью свыше 100 т/ч диаметр приводного барабана больше, чем у натяжного?
5. Почему, при прочих равных условиях, наибольшей производительность обладают нории с ковшами без дна?
6. Когда в цепных нориях в качестве тягового элемента используется одна цепь?
7. Назовите главные достоинства и недостатки втулочно-роликовых и втулочно-катковых цепей?
8. Для чего в приводе нории устанавливается редуктор?
9. Где и с какой целью на нориях устанавливаются мембранные датчики и реле скорости?
10. Из-за каких причин может происходить увеличение обратной сыпи?
11. Что может произойти при внезапной остановке ленты с ковшами?
12. Что произойдет, если скорость ленты по сравнению с паспортной увеличилась?

13. Почему на широких лентах ковши крепят к ленте в два ряда и в шахматном порядке?

14. Как отрегулировать натяжение ленты нории и что произойдет, если: а) натяжение недостаточное и б) натяжение чрезмерное?

15. Как отразится на разгрузке ковшей уменьшение их шага по сравнению с рекомендацией государственного стандарта?

#### **Список использованных источников**

1. Гордеев А.С., Горшенин В.И., Завражнов А.И. и др. Сооружения и оборудование для хранения продукции растениеводства. – М.: ИК «Родник», ж-л «Аграрная наука», 1990. – 288с.

2. Ерохин М.Н., Карп А.В., Выскребенцев Н.А. и др. Проектирование и расчет подъемно-транспортирующих машин сельскохозяйственного назначения. – М.: Колос, 1990. – 228с.

3. Кожуховский И.Е., Павловский Г.Т. Механизация очистки и сушки зерна. – М.: Колос, 1968. – 439с.

4. Красников В.В. Подъемно-транспортные машины. – М.: Колос, 1981. – 263с.

5. Куликов В.Н., Миловидов М.Е. Оборудование предприятий элеваторной и зерноперерабатывающей промышленности. – М.: Агропромиздат, 1991. – 383с.

6. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины. – М.: Машиностроение, 1968. – 504с.

7. Усов П.В. Подъемно-транспортные машины. – М.: Высшая школа, 1967. – 236с.

8. Справочник по оборудованию зерноперерабатывающих предприятий / Демский А.Б., Борискин М.А., Тамаров В.Е. и др. – М.: Колос, 1980. – 383с.

## ПРИЛЖЕНИЕ А

Таблица А1 – Значения коэффициента учитывающего угол наклона ленточного транспортера при использовании гладкой ленты

Угол наклона транспортера, град	0 – 10	10 – 15	15 – 20	20 – 25
Значения коэффициента К	1	0,95	0,9	0,85

Таблица А2 – Значения коэффициента учитывающего угол наклона ленточного транспортера при использовании ленты с рифленой поверхностью

Угол наклона транспортера, град	26 – 30	31 – 35
Значения коэффициента К	0,8	0,75

Таблица А3 – Значения скорости ленты при транспортировании различных грузов

Груз	Скорость ленты, м/сек
Тяжелое зерно (пшеница, ячмень, рожь, горох, кукуруза и т.д.)	2,0 – 4,5
Легкое зерно (овес, гречиха, рис, просо и т.д.)	2,0 – 3,0
Семян подсолнечника	2,0 – 2,5
Кукуруза в початках	1,5 – 2,5
Мука, цемент	0,8 – 1,25
Отруби	1,5 – 2,0
Комбикорм	0,8 – 1,2
Корнеплоды	0,75 – 1,5
Мешки с мукой	0,6 – 1,4
Штучные грузы	0,5 – 1,5
Груз в ящиках	0,5 – 1,0
Удобрения, песок, гравий	1,5 – 3,0

Таблица А4 – Объёмная масса сельскохозяйственных грузов

Груз	Объёмная масса, кг/м <sup>3</sup>
1	2
Пшеница	0,70 – 0,83
Ячмень	0,65 – 0,75
Рожь	0,65 – 0,70
Горох	0,78 – 0,83
Кукуруза в зернах	0,70 – 0,75
Кукуруза в початках	0,35 – 0,46
Овес	0,42 – 0,55
Гречиха	0,65 – 0,70
Рис	0,55 – 0,60
Просо	0,80 – 0,85
Семена подсолнечника	0,40 – 0,42
Мука:	
пшеничная	0,65 – 0,75
ржаная	0,64 – 0,73
Отруби	0,48 – 0,62
Комбикорм	0,65 – 0,69
Свекла	0,57 – 0,70
Картофель	0,65 – 0,73
Селитра аммиачная	0,80 – 0,90
Аммофос	1,0 – 1,2
Суперфосфат гранулированный	1,15 – 1,25

Таблица А5 – Углы естественного откоса различных грузов

Груз	Угол естественного откоса, град
Пшеница	26 – 36
Ячмень	35
Рожь	32
Горох	25 – 27
Кукуруза в зернах	35
Кукуруза в початках	38
Овес	35
Гречиха	45
Рис	34 – 38
Просо	29

Семена подсолнечника	45
Мука	41 – 45
Отруби	38 – 41
Комбикорм	55
Свекла	35 – 40
Картофель	30 – 45
Селитра аммиачная	33 – 42
Аммофос	34 – 38
Суперфосфат гранулированный	35

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЛЯ РАСЧЕТА КОВШОВЫХ ЭЛЕВАТОРОВ

Таблица Б1 – Рекомендации по выбору типа ковшей, скорости тягового органа и коэффициента заполнения ковшей

Характеристика транспортируемых материалов	Тип ковша	Средний коэффициент заполнения ковша φ	Скорость тягового органа, м/сек	
			ленты	цепи
Пылевидные (мука, комбикорм мел, цемент и т. п.)	М	0,75 - 0,95	1,25 - 1,8	0,6 - 1,25
Зернистые и мелкокусковые малоабразивные (зерно, фрезерный торф, дробленый жмых, древесные опилки, каменный уголь, сухая глина и т.п.)	Г	0,7 - 0,8	1,2 - 5,0	1,2 - 1,6
Корнеплоды (картофель, свекла и т. п.)	О, С	0,3 - 0,6	0,6 - 1,0	0,5 - 0,8
Средне-и крупно кусковые (кусовой торф, колотый жмых, кукуруза в початках, древесный уголь, кокс и т. п.)	О, С	0,5 - 0,8	0,6 - 1,4	0,5 - 1,2
Плохо сыпучие пылевидные и мелкозернистые влажные и липкие (земля, песок, мел, химикаты, отруби)	М	0,4 - 0,6	1,25 - 1,8	0,6 - 1,6

**Примечание:** Типы ковшей: Г – глубокий; М – мелкий; О - остроугольный ковш с бортовыми направляющими; С – скругленный ковш с бортовыми направляющими.

Таблица Б2 – Основные параметры ковшей

Ширина ковша В, мм	Высота ковша h, мм	Вместимость ковша, м <sup>3</sup>
1	2	3
Глубокий ковш (Г)		
100	80	0,20
125	95	0,44
160	110	0,60
200	135	1,25
250	150	2,05
320	190	4,05
400	210	6,30
500	255	12,10
Мелкий ковш (М)		
100	65	0,10
125	85	0,20
160	100	0,35
200	130	0,75
250	160	1,40
320	190	2,70

400	220	4,20
500	250	6,80
Остроугольный ковш с бортовыми направляющими (О)		
160	155	0,65
200	195	1,30
250	195	2,00
320	245	4,00
400	310	7,80
Скругленный с бортовыми направляющими (С)		
320	235	6,40
400	305	14,00
500	385	28,00



## Практическая работа №4 ТЕМА: "РАСЧЕТ ВМЕСТИМОСТИ СКЛАДОВ".

**Цель:** Определить размеры технологических зон склада.

**Задачи:**

определить:

- грузовую площадь склада;
- площадь отправочной экспедиции;
- площадь приемочной экспедиции;
- площади участков приемки и комплектования.

**Результаты:**

Студент должен уметь:

- определять размеры технологических зон склада.

**Обеспеченность занятия:** методические указания по выполнению практических и лабораторных работ.

**Время выполнения:** 135 мин.

**Теоретические сведения.**

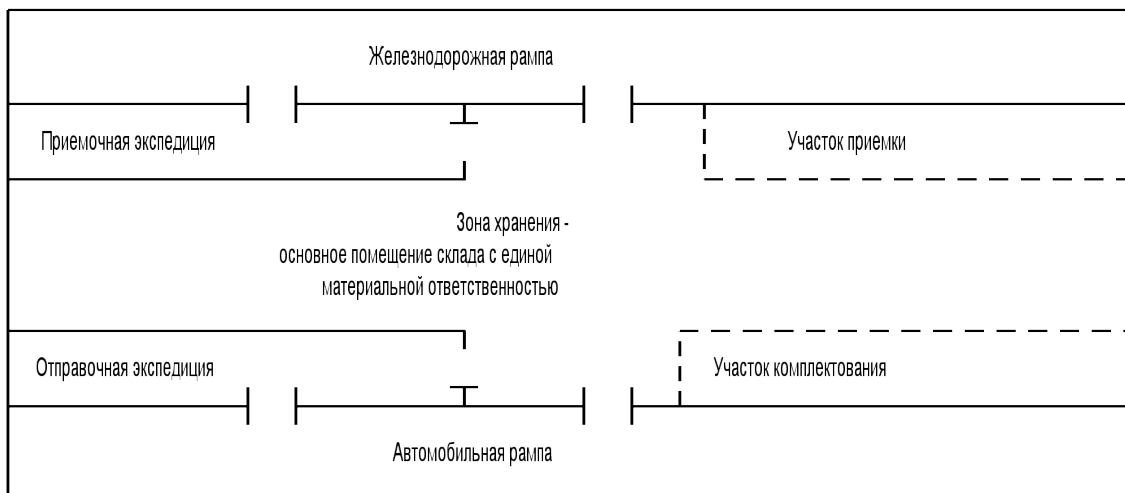
Площадь склада состоит из:

$S_{\text{склад}} = S_{\text{гр}} + S_{\text{опер}} + S_{\text{констр}} + S_{\text{сл}}$ , где  $S_{\text{гр}}$  – грузовая площадь, предназначена непосредственно под хранение, т.е. площадь, на которой размещается груз;  $S_{\text{опер}}$  – оперативная площадь, т.е. площадь занятая складским технологическим оборудованием;  $S_{\text{констр}}$  – площадь конструкций, т.е. площадь занимаемая конструкцией, предназначенной для стеллажей;  $S_{\text{сл}}$  – служебная площадь, т.е. площадь относящаяся к персоналу.

*Службы и участки склада*

1. Участок разгрузки
2. Приемочная экспедиция, предназначена для приемки и кратковременного хранения груза в нерабочее время.
3. Участок приемки, осуществляет приемку товаров по качеству и количеству, передает их на долговременное хранение.
4. Участок хранения (размещение груза на хранение и отборка груза для отправки)
5. Участок комплектования, формирует грузовые единицы, содержащие подобранные в соответствии с заказом покупателя ассортимент товара.
6. Отправочная экспедиция (кратковременное хранение подготовленных к отправке грузов, организация их доставки клиенту)
7. Участок погрузки (осуществляется погрузка на транспортное средство)

Принципиальная схема типового склада предприятия приведена на Рис. 1.



**Рисунок 1 - Принципиальная схема склада**

Рассмотрим технологический процесс на складе. Прибывший железнодорожным транспортом товар выгружается из транспортного средства на участке разгрузки (на рисунке – железнодорожная рампа).

Различают грузы, прибывшие в рабочее и нерабочее время. Если разгрузка происходит в нерабочее время, т.е. тогда, когда основной склад закрыт, груз поступает в приемочную экспедицию – помещение, отдельное от основного склада.

Разгруженный в рабочее время груз направляется в основное помещение склада. При этом некоторые товары, например, сахар, в стандартных мешках, сразу перемещаются на участок хранения. Другие товары направляются на участок приемки, для распаковки и проверки. В дальнейшем весь поступивший на склад груз так или иначе сосредотачивается в зоне хранения основного помещения склада.

Отпускаемый со склада товар может проходить или не проходить операцию комплектования. Через участок комплектования склада проходит только товар, который упаковывается и отпускается вместе с другими товарами в общей транспортной таре.

Товар со склада предприятия оптовой торговли может доставляться заказчику силами данного предприятия. Тогда в помещении, отдельном от основного склада, необходимо организовать отправочную экспедицию, которая будет накапливать подготовленный к отгрузке товар и обеспечивать его доставку покупателям. Завершает технологический процесс на складе операция погрузки, выполняется на автомобильной рампе (на рисунке).

Перечислим основные логистические операции, выполняемые с грузом на отдельных участках рассматриваемого склада.

Участок разгрузки ( в нашем случае – железнодорожная рампа):

- механизированная разгрузка транспортных средств;
- ручная разгрузка транспортных средств.

Приемочная экспедиция (размещается в отдельном помещении склада):

Приемка прибывшего в нерабочее время груза по количеству мест и его краткосрочное хранение до передачи на новый склад. Грузы в приемочную экспедицию поступают с участка разгрузки.

Участок приемки (размещается в основном помещении склада):

- приемка товаров по количеству и качеству. Грузы на участок приемки могут поступать с участка разгрузки и на приемочной экспедиции.

Участок хранения (главная часть основного помещения склада):

- укладка груза на хранение;
- отборка груза из мест хранения.

Участок комплектования (размещается в основном помещении склада):

- формирование грузовых единиц, содержащих ассортимент товаров, подобранный в соответствии с заказами покупателей.

Отправочная экспедиция:

- кратковременное хранение подготовленных к отправке грузовых единиц, организация их доставки покупателю.

Участок погрузки (в нашем случае – автомобильная рампа):

- погрузка транспортных средств (ручная и механизированная).

### Задание №1

Определить размеры технологических зон склада.

Оптовая фирма, торгующая широким ассортиментом неохлаждаемых продовольственных товаров, планирует расширить объем продаж. Анализ рынка складских услуг региона деятельности показал целесообразность организации собственного склада. Требуется определить размер склада.

### Методические указания.

Технологические зоны общетоварного склада показаны на Рис. 1. Общая площадь склада ( $S_{общ}$ ) определяется по формуле (1).

$$S_{общ} = S_{сп} + S_{всп} + S_{пр} + S_{км} + S_{рм} + S_{пэ} + S_{оэ}, \quad (1)$$

где  $S_{гр}$  – грузовая площадь, т.е. площадь, занятая непосредственно под хранимыми товарами (стеллажами, штабелями и другими приспособлениями для хранения товаров);  $S_{всп}$  – вспомогательная площадь, т.е. площадь, занятая проездами и проходами;  $S_{пр}$  – площадь участка приемки;  $S_{км}$  – площадь участка комплектования;

$S_{рм}$  – площадь рабочих мест, т.е. площадь в помещениях складов, отведенная для оборудования рабочих мест складских работников;  $S_{пэ}$  – площадь приемочной экспедиции;  $S_{оэ}$  – площадь отправочной экспедиции. Рассмотрим порядок расчета входящих в формулу (1) величин.

1. Грузовая площадь ( $S_{гр}$ )

Грузовая площадь рассчитывается по формуле (2).

$$S_{гр} = \frac{Q \cdot Z \cdot K_n}{254 \cdot C_v \cdot K_{u.z.o} \cdot H}, \quad (2)$$

где

$Q$  – прогноз годового товарооборота, у.д.е./год;  $Z$  – прогноз величины товарных запасов, дней оборота;  $K_n$  – коэффициент неравномерности загрузки склада;

Ки.г.о. – коэффициент использования грузового объема склада;  $C_v$  – примерная стоимость одного кубического метра, хранимого на складе товара, у.д.е./м<sup>3</sup>;  $H$  – высота укладки грузов на хранение, м; 254 – количество рабочих дней в году.

Порядок определения величин  $Q$  и  $Z$  в рамках данного задания не рассматривается. Коэффициент неравномерности склада определяется как отношение грузооборота наиболее напряженного месяца к среднемесечному грузообороту склада. В проектных расчетах  $K_n$  принимают равным 1,1-1,3. Коэффициент использования грузового объема склада характеризует плотность и высоту укладки товара и рассчитывается по формуле (3).

$$K_{и.г.о.} = \frac{V_{пол}}{S_{об} \cdot H} \quad (3)$$

где  $V_{пол}$  – объем товара в упаковке, который может быть уложен на данном оборудовании по всей его высоте, м<sup>3</sup>;  $S_{об}$  – площадь, которую занимает проекция внешних контуров несущего оборудования на горизонтальную плоскость, м<sup>2</sup>. Технологический смысл коэффициента Ки.г.о. заключается в том, что оборудование, особенно стеллажное, невозможно полностью заполнить хранимым товаром. Для того, чтобы осуществлять его укладку и выемку из мест, необходимо оставлять технологические зазоры между хранимым грузом и внутренними поверхностями стеллажей. Кроме того, груз чаще всего храниться на поддонах, которые, имея стандартную высоту 144мм, также занимают часть грузового объема.

Расчет Ки.г.о. для стеллажей марки СТ-2-М-II показал, что в случае хранения товаров на поддонах Ки.г.о.=0,64, при хранении без поддонов Ки.г.о.=0,67. Примерная стоимость 1 м<sup>3</sup> упакованного товара может быть определена из следующих данных:

1. стоимость грузовой единицы;
2. вес-брутто грузовой единицы;
3. примерный вес 1 м<sup>3</sup> товара в упаковке (Табл. 1).

Более точно вес 1 м<sup>3</sup> хранимого на складе товара может быть определен посредством выборочных замеров, проводимых службой логистики предприятия оптовой торговли.

## 2. Площадь проходов и проездов ( $S_{всп}$ )

Величина площади проходов и проездов определяется после выбора механизации и зависит от типа использованных в технологическом процессе подъемно-транспортных машин. Если ширина рабочего коридора работающих между стеллажами машин равна ширине стеллажного оборудования, то площадь проходов и проездов будет приблизительно равна грузовой площади. При расчете принять, что площадь проходов соответствует 90% грузовой площади.

Таблица 1 - Укрупненные показатели расчетных нагрузок на 1 м<sup>3</sup> на участках приемки и комплектования

Наименование товарной группы	Средняя нагрузка при высоте укладки 1 м, т/м (а также вес 1 м <sup>3</sup> товара в упаковке, т)
Консервы мясные	0,85
Консервы рыбные	0,71
Консервы овощные	0,60
Консервы фруктово-ягодные	0,55
Сахар	0,75
Кондитерские изделия	0,50
Варенье, джем, повидло, мед	0,68
Чай натуральный	0,32
Мука	0,70
Крупа и бобовые	0,55
Макаронные изделия	0,20
Водка	0,50
Ликеро-водочные изделия	0,50
Виноградные и плодовые вина	0,50
Коньяк	0,50
Шампанское	0,30
Пиво в стеклянных бутылках по 0,5 л	0,50
Безалкогольные напитки в стеклянных бутылках по 0,5 л	0,50
Прочие продовольственные товары	0,50

### 3. Площади участков приемки и комплектования ( $S_{пр}$ и $S_{км}$ )

Площади участков приемки и комплектования рассчитываются на основании укрупненных показателей расчетных нагрузок на 1 м<sup>2</sup> площади на данных участках. В общем случае в проектных расчетах данных площадей можно исходить из необходимости размещения на каждом квадратном метре участков приемки и комплектования 1 м<sup>3</sup> товара. Площади участков приемки и комплектования рассчитываются по формулам (4) и (5).

$$S_{пр} = \frac{Q \times K_n \times A_2 \times t_{пр}}{C_p \times 254 \times q}, \quad (4)$$

$$S_{км} = \frac{Q \times K_n \times A_2 \times t_{км}}{C_p \times 254 \times q}, \quad (5)$$

где

$A_2$  – доля товаров, проходящих через участок приемки товара, %;  
 $A_3$  – доля товаров, подлежащих комплектованию на складе, %;  
 $q$  – укрупненные показатели расчетных нагрузок на 1 м<sup>2</sup> на участках приемки и комплектования, т/м;  $t_{пр}$  – число дней нахождения товара на участке приемки;  
 $t_{км}$  – число дней нахождения товара на участке комплектования;  
 $C_p$  – примерная стоимость одной тонны хранимого на складе товара, у.д.е./т.

### 4. Площадь рабочих мест ( $S_{рм}$ )

Рабочее место заведующего складом, размером в 12 м<sup>2</sup>, оборудуют вблизи участка комплектования с максимально возможным обзором складского помещения.

### 5. Площадь приемочной экспедиции ( $S_{пэ}$ )

Приемочная экспедиция организуется для размещения товара, поступившего в нерабочее время. Следовательно, ее рабочая площадь должна позволить разместить такое количество товара, которое может поступить в это время. Размер площади приемочной экспедиции определяют по формуле (6).

$$S_{нэ} = \frac{Q \cdot t_{нэ} \cdot K_n}{C_p \cdot 365 \cdot q_э}, \quad (6)$$

где  $t_{нэ}$  – число дней, в течение которых товар будет находиться в приемочной экспедиции;  $q_э$  – укрупненный показатель расчетных нагрузок на 1 м<sup>2</sup> в экспедиционных помещениях, т/м<sup>2</sup>.

6. Площадь отправочной экспедиции ( $S_{оэ}$ )

Площадь отправочной экспедиции используется для комплектования отгрузочных партий. Размер площади определяется по формуле (7):

$$S_{оэ} = \frac{Q \times t_{пэ} \times A_4 \times K_n}{C_p \times 254 \times q_э}, \quad (7)$$

где  $t_{пэ}$  – число дней, в течение которых товар будет находиться в отправочной экспедиции. Пользуясь приведенными выше формулами, а также данными Табл. 2, выполнить расчет площади склада. Результаты оформить в виде Табл. 3.

Площадь межстеллажных проездов принять равной 90% грузовой площади. При округлении дробных значений округлять кратного 5 в большую сторону числа, например: 12,1 должно быть округлено до 15; 28,5 до 30; 30,01 до 35; 151,01 до 155.

Таблица №2 - Исходные данные для расчета площадей склада

Показатель	Обозначение	Единица измерения	Значение показателя
Показатель годового товарооборота	Q	у.д.е./год	5000000
Прогноз товарных запасов	З	дней оборота	30
Коэффициент неравномерности загрузки склада	Кн	-	1,2
Коэффициент использования грузового объема склада	Ки.г.о	-	0,65
Примерная стоимость 1 м <sup>3</sup> хранимого на складе груза	Cv	у.д.е./м <sup>3</sup>	250
Примерная стоимость 1 т хранимого на складе товара	Cp	у.д.е./т	500
Высота укладки грузов на хранение (на складе предусмотрен стеллажный способ хранения)	H	м	5,5
Доля товаров, проходящих через участок приемки склада	A2	%	60
Доля товаров, подлежащих комплектованию на складе	A3	%	50
Доля товаров, проходящих через отправочную экспедицию	A4	%	70
Укрупненный показатель расчетных нагрузок на 1 м <sup>2</sup> на участках приемки и комплектования	q	%	0,5
Укрупненный показатель расчетных нагрузок на 1 м <sup>2</sup> экспедиций	qэ	т/м <sup>2</sup>	0,5
Время нахождения на участке приемки	tпр	дней	0,5

Время нахождения товара на участке комплектования	tkm	дней	1
Время нахождения товара на участке в приемочной экспедиции	тпэ	дней	2
Время нахождения товара на участке в отправочной экспедиции	тоэ	дней	1

Таблица №3 - Экспликация технологических зон склада

Наименование технологической зоны	Размер площади зоны, м2
Зона хранения (грузовая площадь), S <sub>гр</sub>	
Зона хранения (площадь проходов и проездов), S <sub>всп</sub>	
Участок приемки товаров, S <sub>пр</sub>	
Участок комплектования товаров, S <sub>км</sub>	
Приемочная экспедиция, S <sub>пэ</sub>	
Отправочная экспедиция, S <sub>оэ</sub>	
Рабочее место заведующего складом, S <sub>рм</sub>	
Общая площадь склада S <sub>общ</sub>	

Ответ: S<sub>гр</sub> = 795; S<sub>всп</sub> = 715; S<sub>пр</sub> = 30; S<sub>км</sub> = 50; S<sub>пэ</sub> = 135; S<sub>оэ</sub> = 70; S<sub>рм</sub> = 12.

#### Список использованных источников

1. Аникин Б.А. Коммерческая логистика / Б.А. Аникин.- М.: Проспет, 2006.- 432 с.
2. Волгин В.В. Склад: организация, управление, логистика / В.В. Волгин.- М.: Дашков и Ко, 2006.- 732 с.
3. Гаджинский А.М. Современный склад. Организация, технологии, управление и логистика / А.М. Гаджинский.- М.: ТК Велби, 2005.- 176 с.
4. Маликов О.Б. Склады и грузовые терминалы / О.Б. Маликов.- СПб: Бизнес-пресса, 2005.- 560 с.
5. Таран С.А. Как организовать склад: практические рекомендации профессионала / С.А. Таран.- М.: Альфа-Пресс, 2006.- 160 с.
6. Делина И. Как повысить эффективность складского хозяйства // Торговое оборудование.- 2005.- №3.- С.8-9.
7. Елисеева Т. Склады промышленных предприятий // РИСК.- 2005.- №3.- С.42-43.
8. Портнов А. Технологическое проектирование склада // Склад и техника.- 2005.- №11.- С.18-26.
9. Сергейчев А. Организация и внедрение адресной системы склада // Складские технологии.- 2005.- №6.- С.9-18.

## Практическая работа №5

### **ТЕМА: " ПРОВЕСТИ РАСЧЕТЫ ПЛОЩАДЕЙ ПОМЕЩЕНИЙ УНИВЕРСАЛЬНОГО КАРТОФЕЛЕХРАНИЛИЩА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ В КОНТЕЙНЕРАХ. НАЧЕРТИТЬ СХЕМУ ВНУТРЕННЕЙ ПЛАНИРОВКИ ХРАНИЛИЩА. ОПРЕДЕЛИТЬ, СКОЛЬКО МОЖНО РАЗМЕСТИТЬ В ЭТОМ ХРАНИЛИЩЕ КАПУСТЫ СВЕЖЕЙ, ЛУКА РЕПЧАТОГО."**

**Цель работы:** научиться производить расчет площадей помещений универсального картофелехранилища для хранения картофеля, капусты свежей и лука репчатого.

**Задачи:**

- Научится производить расчет площадей помещений картофелехранилища для хранения: картофеля, капусты свежей и лука репчатого.
- научиться проводить планирование размещения овощей в хранилище.

**Обеспеченность занятия:** методические указания по выполнению практических работ.

**Контрольные вопросы при допуске к работе:**

1. Назовите основные элементы картофелехранилища.
2. Перечислите оборудование для вентилирования помещений картофелехранилища.
3. Какое оборудование требуется для поддержания необходимой температуры и влажности картофелехранилища в автоматическом режиме?
4. Назовите способы хранения клубней картофеля.
5. Влияет ли хорошее освещение картофелехранилища на качество картофеля?
6. Может ли напольное покрытие быть из бетона?
7. Почему воздуховоды должны быть выполнены из антикоррозийных материалов?

**Время выполнения:** 180 мин.

**Теоретические сведения.**

Картофелехранилище позволяет хранить клубни в течение длительного периода времени с минимальным количеством потерь урожая. Если планируется строительство специализированного помещения, то потребуется составить проект с учетом всех мельчайших деталей. В проекте картофелехранилища отражается поставленная задача и пути ее решения. Потребуется выбрать тип хранилища, рассчитать размеры помещения, подобрать необходимое оборудование, выбрать способ хранения картофеля. Проектированием занимаются квалифицированные специалисты. После того как проект будет готов, переходят к строительству помещения.

*Основные элементы картофелехранилища*

При проектировании картофелехранилища потребуется обратить внимание на следующие детали:



- помещение;
- систему вентиляции;
- утеплители;
- освещение;
- напольное покрытие.



Для круглогодичного хранения картофеля в большом количестве потребуется создать профессиональную систему вентиляции, учитывая размеры хранилища.

Важно! В помещении должна поддерживаться определенная температура и влажность (конкретные значения зависят от предназначения картофеля).

Помещение для хранения картофеля

Основой промышленного картофелехранилища обычно становится арочный ангар. Среди его преимуществ выделяют:

- быстрое строительство;
- надежность;
- долговечность.

Хорошим решением считается ангар из оцинкованной стали. Конструкция возводится на ленточном фундаменте. При строительстве устанавливаются распашные ворота для того, чтобы беспрепятственно размещать большое количество картофеля внутри. Ангар гораздо дешевле капитального здания и он отлично подходит для хранения большого количества клубней. При составлении проекта нужно определиться с бюджетом и целями. После этого выбрать наиболее подходящее решение.

Напольное покрытие

К напольному покрытию не выдвигается особых требований. Главное, чтобы оно было долговечным и прочным. Отлично подойдет простой бетонный пол.

Оборудование для вентилирования

Чтобы создать систему вентиляции в хранилище, приобретают:

- вентиляторы;

- воздуховоды;
- датчики;
- холодильное оборудование;
- обогреватели;
- головное устройство управления.



Потребуется несколько видов вентиляторов для того, чтобы предотвратить возникновение конденсата, и равномерно распространять воздух внутри помещения. Для поддержания необходимой температуры используются обогреватели и холодильные установки.

Воздуховоды размещаются таким образом, чтобы происходил постоянный обдув картофеля. Они должны быть выполнены из долговечных и антикоррозийных материалов.

Чтобы необходимая температура и влажность поддерживались в автоматическом режиме, требуется установить датчики и блок управления. Автоматизированная система вентиляции практически не требует контроля со стороны человека. Для промышленного хранилища такой вариант считается наиболее предпочтительным.



### Утеплители для картофелехранилища

Для предотвращения перепада температур внутри хранилища требуется утеплить его. Необходимо использовать специализированный материал для утепления. Арочный ангар может быть обработан пенополиуретаном. Он обладает следующими преимуществами:

- герметичен;
- паронепроницаем;
- эффективен;
- быстро наносится.

Для достижения необходимо эффекта достаточно всего 50 мм пенополиуретана. Он намного превосходит по качеству многие другие утеплители, в том числе и минеральную вату. После утепления в хранилище будет поддерживаться нужная влажность и температура независимо от погодных условий снаружи.

### Создание освещения

Внутри помещения желательно использовать светодиодные прожектора. Они потребляют небольшое количество электроэнергии, доступны и быстро монтируются. Также потребуется включить в список проводку и электронный щит, который будет ответственен за включение и отключение освещения.

Качественное освещение поможет выявить гниющий или болеющий картофель. Даже в промышленных условиях с идеальной температурой и влажностью отдельно взятые клубни могут портиться. После обнаружения потребуется избавиться от пораженного картофеля.



### *Способ хранения картофеля*

Выделяют следующие основные способы хранения клубней:

1. **Навальный метод.** Данный способ подразумевает размещение картофеля по всему периметру хранилища. Среди преимуществ выделяют удобство и отсутствие затрат на покупку дополнительных секций и фальш-стен. Недостаток — сложности с сортировкой.

2. **Секционное хранение.** Разделение по секциям позволяет распределить картофель разного сорта по отдельным местам. Более того, в каждой секции может поддерживаться своя температура и влажность. Такой метод хранения требует больших затрат, так как потребуются осуществить закупку дополнительных элементов.

3. **Контейнерное хранение.** Использование контейнеров — наиболее предпочтительный вариант для промышленного картофелехранилища. Клубни разного назначения могут храниться в отдельных местах. Также контейнеры могут легко перемещаться из одного места в другое.

Для каждого варианта потребуется создавать свой проект. Стоит отметить, что каждый способ хранения имеет свои преимущества и недостатки. Ознакомившись с ними, необходимо подобрать наиболее подходящий тип хранения клубней.

В зависимости от предназначения клубней, сорта и этапа их хранения температура в помещении и влажность варьируются. Оптимальным показателем на разных этапах является 4-15 градусов с влажностью 85-90 процентов

### **Задание №1**

Рассчитать площадь помещений универсального картофелехранилища с активной вентиляцией при хранении картофеля в контейнерах. Начертить схему внутренней планировки хранилища. Определить, сколько можно разместить в этом хранилище капусты, лука (расчеты произвести отдельно по каждому виду овощей). Если емкость картофелехранилища (Е) составляет:

**1 ВАРИАНТ** - 108 т

## 2 ВАРИАНТ - 144 т.

Расчетная вместимость контейнера ( $E_k$ ) составляет 750 кг.

### Методические указания.

Условия задачи:

1. Емкость картофелехранилища ( $E$ ) – 850 т. (850000 кг)

2. Картофель хранится в контейнерах:

площадь контейнера ( $P_k$ ) равна 0,81 м<sup>2</sup>,

расчетная вместимость контейнера ( $E_k$ ) составляет 460 кг.

Контейнеры устанавливают в штабеля в четыре яруса по высоте ( $V_n = 4$ ) с промежутками, обеспечивающими свободную циркуляцию воздуха между ними. Суммарная площадь собственно контейнеров равна 80% ( $K = 0,8$ ) общей площади штабеля (грузовой площади).

3. Дополнительная площадь для проезда автомашин и подъемно-транспортных средств внутри картофелехранилища, а также пространство между штабелями и стенами составляет 25% ( $K_x = 0,25$ ) грузовой площади.

4. Рассчитанная емкость картофелехранилища может быть использована для хранения капусты или лука.

Капуста занимает 50% ( $K_{хк} = 0,5$ ) площади хранения картофелехранилища. Капуста в кочанах будет храниться на стеллажах в четыре яруса (высота укладки одного яруса 80 см;  $V_{як} = 3,2$  (4×80), что составит 85% ( $K_{сх} = 0,85$ ) площади хранения), остальная капуста хранится в ящиках, в проходах между стеллажами и частично в центральном проходе; удельный вес капусты 400 кг/м<sup>3</sup> ( $V_{ку} = 400$ ).

Лук занимает 60% ( $K_{хл} = 0,6$ ) площади хранения картофелехранилища. Лук хранится в ящиках: масса ящика 34 кг ( $V_{ял} = 34$ ), на поддоны устанавливают по 20 ящичков ( $Y_{п} = 20$ ); поддоны укладывают в штабеля, каждый штабель вмещает три поддона ( $V_{пш} = 3$ ); площадь поддона составляет 1,4 м<sup>2</sup> ( $P_{п} = 1,4$ ).

Решение:

1. Расчет количества контейнеров с картофелем:

$$K_k = \frac{E}{E_k}, \quad (1)$$

$$K_k = \frac{850000}{460} = 1\,800 \text{ (шт.)}$$

2. Определение количества контейнеров одного яруса в штабеле:

$$K_{я} = \frac{K_k}{K_{я}}, \quad (2)$$

$$K_{я} \frac{1800}{4} = 450 \text{ (шт.)}$$

3. Расчет грузовой площади, занимаемой контейнерами с учетом промежутков для вентиляции ( $P_{гр}$ ):

$$P_{гр} = \frac{P_k \times K_{я}}{K}, \quad (3)$$

$$P_{гр} = \frac{0,81 \times 450}{0,8} = 455,6 \text{ м}^2.$$

4. Определение площади картофелехранилища ( $P_{хр}$ ) как суммы грузовой и дополнительной площадей:

$$P_{хр} = P_{гр} + K_x \times P_{гр}. \quad (4)$$

$$P_{хр} = 455,6 + 0,25 \times 455,6 = 569,5 \text{ м}^2.$$

5. Определение площади помещений:

- обслуживающего персонала (По):

$$По = \frac{Но \times E}{100}, \quad (5)$$

- вентиляционной камеры (Пв):

$$Пв = \frac{Нв \times E}{100}, \quad (6)$$

- теплового узла (Пт):

$$Пт = \frac{Нт \times E}{100}, \quad (7)$$

где Но, Нв, Нт – нормы площадей (см. приложение 1).

$$По = 1 \times 850 / 100 = 8,5 = 10 \text{ м}^2.$$

$$Пв = 5 \times 850 / 100 = 42,5 \text{ м}^2$$

$$Пт = 3 \times 850 / 100 = 25,5 \text{ м}^2.$$

6. Расчет количества капусты, которое может быть размещено в данном хранилище.

Исходя из условия задачи определяют площадь для хранения капусты на стеллажах (Пск) в м<sup>2</sup>:

$$Пск = Пхр \times Кхк, \quad (8)$$

$$Пск = 569,5 \times 0,5 = 284,8 \text{ м}^2$$

Расчет количества капусты для хранения на стеллажах (Зск) в т:

$$Зск = Пск \times Вяк \times Вку.$$

$$Зск = 284,8 \times 3,2 \times 0,4 = 364,5 \text{ т}$$

Общий запас капусты (Зко), который находится в картофелехранилище, будет равен запасам капусты на стеллажах и в ящиках, в проходах между стеллажами и в центральном проходе (в т):

$$Зко = \frac{Зск}{Кхс}, \quad (9)$$

$$Зко = 364,5 / 0,85 = 428,8 \text{ т}.$$

7. Расчет количества лука, которое может быть размещено в данном хранилище: вначале определяют площадь для хранения лука в штабелях (Плш):

$$Плш = Пхр \times Кхл;$$

$$Плш = 569,5 \times 0,6 = 341,7 \text{ м}^2.$$

исходя из условий хранения рассчитывают количество лука в хранилище (Злт) в т:

$$Злт = Плш \times Вш \times Яп \times Вкл / Пп, \quad (10)$$

$$Злт = 341,7 \times 3 \times 20 \times 34 / 1,4 = 497,9 \text{ т}.$$

8. Рассчитанные показатели вносят в таблицу следующей формы:

Показатель	Единица измерения	Значение показателя
Количество контейнеров с картофелем (Кк)	шт.	1 800
Количество контейнеров одного яруса в штабеле (Кя)	шт.	450
Грузовая площадь, занимаемая контейнерами, с учетом промежутков для вентиляции (Пгр)	м <sup>2</sup>	455,6
Площадь картофелехранилища (Пхр)	м <sup>2</sup>	569,5
Площадь помещения обслуживающего персонала (По)	м <sup>2</sup>	10
Площадь помещений вентиляционной камеры (Пв)	м <sup>2</sup>	42,5
Площадь помещений теплового узла	м <sup>2</sup>	25,5
Площадь для хранения капусты на стеллажах (Пск)	м <sup>2</sup>	284,8

Количество капусты для хранения на стеллажах	т	364,5
Общий запас капусты (Зко), который находится в овощехранилище	т	428,8
Площадь для хранения лука в штабелях (Плш)	м <sup>2</sup>	341,7
Количество лука в хранилище (Злт)	т	497,9

## Приложение 1

### Нормы площади помещения

#### (в зависимости от емкости картофелехранилища)

Помещение для обслуживающего персонала (По)	<u>1 м<sup>2</sup> на 100 т</u> емкости, но не менее 10 м <sup>2</sup> на хранилище (Но)
Помещение вентиляционной камеры (Пв)	<u>5 м<sup>2</sup> на 100 т</u> емкости, но не менее 20 м <sup>2</sup> на хранилище (Нв)
Помещение теплового узла (Пт)	<u>3 м<sup>2</sup> на 100 т</u> емкости, но не менее 15 м <sup>2</sup> на хранилище (Нт)

### **Список литературы**

1. Кинякин М.Ф. Оборудование предприятий по хранению и переработке плодов и овощей.– М.: Изд-во МСХА, 2000.
2. Скрипников Ю.Г., Гореньков Э.С. Оборудование предприятий по хранению и переработке плодов и овощей. – М.: Колос, 2004.
3. Платонов П.Н., Пунков С. П., Элеваторы и склады.– М.: Агропромиздат, 1987.
4. Скрипников Ю.Г. Прогрессивная технология хранения и переработки плодов и овощей. – М.: Агропромиздат, 2010.

## Практическая работа №6

### ТЕМА: " ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО СЛОЯ ХОЛОДИЛЬНОЙ КАМЕРЫ МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ."

**Цель работы:** научиться производить расчет толщины теплоизоляционного слоя холодильной камеры.

**Задачи:**

Научится производить расчет толщины теплоизоляционного слоя всех ограждений холодильной камеры.

**Обеспеченность занятия:** методические указания по выполнению практических работ.

**Контрольные вопросы при допуске к работе:**

1. Почему для холодильной камер необходима хорошая теплоизоляция?
2. Назовите преимущества и недостатки теплоизоляционного материала (пенополистирол).
3. Назовите преимущества и недостатки теплоизоляционного материала (минеральная вата).
4. Как избежать порчу сырья и готовой продукции в холодильных камерах.
5. Производственные холодильники, где расположены, что в них хранится?

**Время выполнения:** 180 мин.

**Теоретические сведения.**

Холодильная камера предназначена для хранения скоропортящегося товарного запаса, и именно от эффективности работы холодильника во многом зависит бесперебойная и ритмичная работа той или иной организации. Потери от плохой изоляции камеры холода достаточно ощутимы. Это и ограниченное разнообразие ассортимента, и небольшой срок хранения продуктов, и чрезмерно повышенный расход электроэнергии, и дополнительные затраты связанные с техническим обслуживанием оборудования. Плохая теплоизоляция - это в первую очередь значительные финансовые потери.

Холодильники хладокомбинатов, мясокомбинатов, молочных заводов, кондитерских фабрик, рыбокомбинатов, пивзаводов и прочих предприятий пищевой промышленности должны безупречно справляться с возложенными на них функциями. В противном случае не избежать порчи сырья и готовой продукции.





В большинстве случаев холодильные камеры размещаются в постройках пятидесяти-шестидесяти летней давности и представляют собой капитальное помещение с кирпичными стенами, а также бетонным полом и таким же потолочным перекрытием. Из-за отсутствия других технологий, для утепления стен использовался минеральный войлок или стеклянный войлок, а попросту стекло- или минеральная вата. Нельзя сказать, что данные материалы отличаются низким коэффициентом теплопроводности, но при обустройстве теплоизоляционного слоя штучными материалами невозможно достичь полной герметичности термической оболочки. Следовательно, необходимо искать другие методы теплоизоляции холодильных камер.

Коэффициент теплопроводности **минеральной ваты** составляет 0,045 Вт/мК. Но она имеет высокую гигроскопичность. К тому же бесшовная теплоизоляция с применением ваты никогда не получится, поэтому термические потери существенно увеличиваются. Следует знать, что в процессе работы холодильной камеры на кирпичной или бетонной поверхности стен образуется конденсат, который минвата прекрасно впитывает. При поглощении влаги у материала существенно снижаются теплосберегающие способности, вплоть до полной потери термоизоляционных свойств. Исключить возможность образования конденсата на стенах с минераловатным утеплителем практически невозможно по причине большой разности внутренней и наружной температуры стен холодильника.

То есть насыщение влагой неизбежно, а это, помимо снижения теплоизоляционных характеристик, еще и существенное сокращения эксплуатационного периода изоляции. У минваты, играющей роль утеплителя в холодильных камерах, эффективный срок эксплуатации не превышает трех лет.

Еще один материал, который нередко применяется в качестве теплоизоляции холодильных камер, это листовой **пенополистирол** или попросту пенопласт. Его коэффициент теплопроводности составляет 0,04 Вт/мК, гигроскопичность пенополистирола очень низкая, а механическая стойкость несколько выше, чем у минеральной ваты. Но и здесь существует несколько недостатков, которые снижают эффективность использования пенопластов. И в первую очередь - это невозможность создать полностью монолитный слой термоизоляционного покрытия.


### **Методические указания:**

### **Расчет толщины теплоизоляционного слоя ограждений**

Чем больше значение коэффициента теплопередачи  $k_0$  ограждения, тем больше теплоты будет проникать в охлаждаемый объем холодильника. Это приводит к необходимости в более мощной, а, следовательно, и более дорогой холодильной установке. Уменьшить теплоприток можно путем уменьшения значения  $k_0$ , что достигается применением более эффективной теплоизоляции или увеличением ее толщины.

## Наружные стены

Таблица 1 - Состав наружной стеновой панели

	№ слоя	Наименование и материал слоя	Толщина $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·К)	Тепловое сопротивление, (м <sup>2</sup> ·К)/Вт
	1	1	Стальной профилированный лист двусторонне оцинкованный	0,0004 0,001	54
2	2	Теплоизоляция из пенополистирола	0,2	0,035	5,0
3	3	Стальной профилированный лист двусторонне оцинкованный	0,0004 0,001	54	

В качестве расчетной конструкции наружных стен принимаем конструкцию стен в камерах хранения замороженного мяса  $t_w = -20^\circ\text{C}$ . Требуемый коэффициент теплопередачи покрытия

$$k_0^{\text{тп}} = 0,23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}),$$

Необходимую толщину теплоизоляционного слоя  $\delta_{\text{из}}$ , определяем по формуле:

$$\delta_{\text{из}}^{\text{тп}} = \lambda_{\text{из}} \cdot \left( \frac{1}{k_0^{\text{тп}}} - \left( \frac{1}{\alpha_n} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_v} \right) \right)$$

и умножаем на 15%.

где  $\lambda_{\text{из}}$  - коэффициент теплопроводности изоляционного слоя конструкции сэндвич-панели, Вт/(м·К); Данные - (0,035)

$k_0^{\text{тп}}$  - требуемый коэффициент теплопередачи, Вт/(м<sup>2</sup>·К);

$\alpha_n$  - коэффициент теплоотдачи с наружной стороны ограждения, Вт/(м<sup>2</sup>·К); Данные - (23)

$\delta_i$  - толщина  $i$ -го слоя конструкции ограждения, м;

$\lambda_i$  - коэффициент теплопроводности  $i$ -го слоя сэндвич-панели, Вт/(м·К);

$\alpha_v$  - коэффициент теплоотдачи с внутренней стороны ограждения, Вт/(м<sup>2</sup>·К).

Данные - (9).

$$\delta_{\text{из}} =$$

Принимаем толщину изоляционного слоя \_\_\_\_\_ мм.

## Покрытие охлаждаемых камер.

Принимаем, что все покрытие выполнены из кровельных сэндвич-панелей с теплоизоляцией из плит пенополистирола марки ПСБ-С 200 мм. Состав покрытия показан в таблице 2.

В качестве расчетной конструкции принимаем конструкцию покрытия в камерах хранения замороженного мяса  $t_{в} = -20^{\circ}\text{C}$ . Требуемый коэффициент теплопередачи покрытия  $k_{0\text{т}} = 0,22 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ . Коэффициент теплоотдачи для внутренней поверхности принимаем  $\alpha_{в} = 9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ,

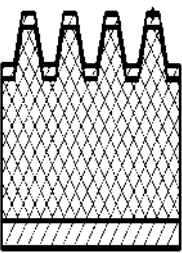
$$\alpha_{н} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Необходимую толщину теплоизоляционного слоя,  $\delta_{\text{из}}$  м, определяем по формуле (1):

$$\delta_{\text{из}} =$$

Принимаем толщину изоляционного слоя \_\_\_\_\_ мм.

Таблица 2 - Состав покрытия охлаждаемых помещений

	№	Наименование и материал слоя	Толщина $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·К)	Тепловое сопротивление, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$
	слоя				
1	1	Стальной профилированный лист двусторонне оцинкованный	0,0004 0,001	54	
2	2	Теплоизоляция пенополистирол	0,2	0,035	5,0
3	3	Стальной профилированный лист двусторонне оцинкованный	0,0004 0,001	54	

### Полы охлаждаемых камер.

Теплоизоляцию полов всех камер принимаем одинаковой. Состав пола показан в таблице 3.

В качестве расчетной конструкции принимаем конструкцию пола в камерах хранения мороженного мяса  $t_{в} = -20^{\circ}\text{C}$ .

Требуемый коэффициент теплопередачи пола  $k_{0\text{т}} = 0,18 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .

Требуемую толщину изоляционного слоя  $\delta_{\text{из}}$ , м, определяем по формуле:

$$\delta_{\text{из}} =$$

Принимаем толщину изоляционного слоя \_\_\_\_\_ мм.

Таблица 3 - Состав пола охлаждаемых помещений

1 2 3 4 5 6 7	№ слоя	Наименование и материал слоя	Толщина $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·К)	Тепловое сопротивление, (м <sup>2</sup> ·К)/Вт
	4	1	Монолитное бетонное покрытие	0,04	1,86
5	2	Армобетонная стяжка	0,048	1,86	0,022
6	3	Пароизоляция слой пергамина	0,001	0,15	-
7	4	Плитная теплоизоляция (пенополистирол)	0,2	0,035	5,0
	5	Цементнопесчаный раствор	0,025	0,98	0,026
	6	Уплотнительный песок	1,35	0,56	2,338
	7	Бетонная подготовка с электронагревателем	-	-	-

### Внутренние стены.

Принимаем, что стены между охлаждаемыми помещениями и грузовым коридором выполнены из сэндвич-панелей с теплоизоляцией из плит пенополистирола марки ПСБ-С 200. мм. Состав внутренней стены показан в таблице 4.

Таблица 4 - Состав внутренней стеновой панели

1 2 3	№ слоя	Наименование и материал слоя	Толщина $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·К)	Тепловое сопротивление, (м <sup>2</sup> ·К)/Вт
	1	1	Стальной профилированный лист двусторонне оцинкованный	0,0004-0,001	54
2	2	Теплоизоляция из пенополистирола	0,2	0,035	5,0
3	3	Стальной профилированный лист двусторонне оцинкованный	0,0004-0,001	54	

Требуемый коэффициент теплопередачи внутренних стен сэндвич-панелей  $k_0 = 0,23$  Вт/(м<sup>2</sup>·К).

Требуемую толщину изоляционного слоя  $\delta_{\text{из}}$ , м, определяем по формуле (1):  
 $\delta_{\text{из}} =$


Принимаем толщину изоляционного слоя \_\_\_\_\_ мм.

### Внутренние перегородки.

Принимаем, что все внутренние перегородки между камерами выполнены из сэндвич-панелей с теплоизоляцией из плит пенополистирола марки ПСБ-С. Толщину теплоизоляционного слоя принимаем в зависимости от температур в камерах, разделяемых перегородкой. Состав стены показан в таблице 5.

Для перегородок между камерами с одинаковой температурой, например между камерами хранения охлаждённого мяса,  $k_0^p=0,58 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$ .

Таблица 5 - Состав внутренней перегородки

	№ слоя	Наименование и материал слоя	Толщина $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·К)	Тепловое сопротивление $\epsilon$ , (м <sup>2</sup> ·К)/Вт
	1	Стальной профилированный лист двусторонне оцинкованный	0,0004 0,001	54	
	2	Теплоизоляция из пенополистирола	0,08-0,15	0,035	2-3,75
	3	Стальной профилированный лист двусторонне оцинкованный	0,0004 0,001	54	

Требуемую толщину изоляционного слоя  $\delta^p_{из}$ , м, определяем по формуле (1):  
 $\delta^p_{из} =$

Принимаем толщину изоляционного слоя \_\_\_\_ мм.

Для перегородок между камерами хранения замороженного мяса  $t_b = -20^\circ \text{С}$  и камерами хранения охлаждённого мяса  $t_b = -1^\circ \text{С}$   $k_0^p=0,28 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$ .

Требуемую толщину изоляционного слоя  $\delta^p_{из}$ , м, определяем по формуле (1):  
 $\delta^p_{из} =$

Принимаем толщину изоляционного слоя \_\_\_\_ мм

Результаты расчетов толщины теплоизоляции и коэффициентов теплопередачи ограждаемых конструкций сводим в таблицу 6.

Таблица 6 - Результаты расчетов толщины теплоизоляции и коэффициентов теплопередачи ограждаемых конструкций

Ограждения	$t_b, ^\circ\text{С}$	$\alpha_n$ , Вт/м <sup>2</sup> ·К	$\alpha_b$ , Вт/м <sup>2</sup> ·К	$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ , м <sup>2</sup> ·К / Вт	Толщина теплоизоляционного слоя, мм		Коэффициент теплопередачи Вт/м <sup>2</sup> ·К
					$\delta^p_{из}$	$\delta^o_{из}$	
1	2	3	4	5	6	7	8
Внутренние стены камер I,II,III,IV	-20	8	9	0			0,23

Наружные стены камер I,II,III,IV	-20	23	9	0			0,23
Покрытия камер I,II,III,IV	-20	23	9	0			0,22
Полы камер I, II,III, IV	-20	0	9	2,5			0,18
Внутренние стены камер VI и VII	-1	8	9	0			0,23
Наружная стена камер VI и VII	-20	23	9	0			0,23
Внутренние стены камеры VIII	0+20	8	9	0			0,23
Наружная стена камеры VIII	0+20	23	9	0			0,23
Перегородка между камерами	-20/ -20	8	9	0			0,58
Перегородка между камерами	0/0	8	9	0			0,58
Перегородка между камерами	-20/0	8	9	0			0,28

### **Задание №1**

Рассчитать толщину теплоизоляции для наружных стен, покрытия охлаждаемых камер, внутренних перегородок, стен, полов холодильной камеры. Данные занести в таблицу №6.

Сделать выводы.

### К заданию №1

Принимаем, что здание холодильника - каркасного типа из унифицированных сборных сэндвич-панелей; металлические колонны сечением 400х400 мм. Высота камер до низа балки 7 м. Покрытие бесчердачного типа. Кровельная сэндвич-панель. Полы с электрообогревом грунта.

Принимаем, что все стены здания выполнены из вертикальных сэндвич - панелей конструкции Гипрохолода с утеплителем из пенополистирола марки ПСБ-С 200мм.

Для расчета толщины теплоизоляционного слоя ограждений необходимо знать температуру воздуха внутри камер, а для наружных стен - еще и среднегодовую температуру наружного воздуха. Среднегодовую температуру наружного воздуха принимаем для г. Самара равной -1°С.

Толщину теплоизоляционного слоя ограждения рассчитываем для всех камер.

## Практическая работа №7

### ТЕМА: " РАСЧЕТ ВМЕСТИМОСТИ И ПЛОЩАДИ ХОЛОДИЛЬНОЙ КАМЕРЫ МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ."

**Цель работы:** научиться производить расчеты вместимости и площадь холодильной камеры мясоперерабатывающего предприятия.

**Задачи:**

- рассчитать вместимость холодильных камер, вспомогательных помещений и определить их число.

**Обеспеченность занятия:** методические указания по выполнению лабораторных работ.

**Контрольные вопросы при допуске к работе:**

1. Какие камеры занимают основную площадь холодильника?
2. Что является исходным документом для распределительных холодильников?
3. Где осуществляют хранение охлажденного мяса в полутушах и четвертинах?
4. С чего начинают расчет площади холодильника?
5. Как осуществляют хранение мороженого мяса?

**Время выполнения:** 135 мин.

**Теоретические сведения.**

Основными исходными данными, позволяющими определить вместимость холодильника и площадь отдельных его помещений, являются схема технологического процесса и грузооборот проектируемого предприятия.

Схема технологического процесса характеризует качественную сторону будущего предприятия; она определяет наличие и последовательность технологических операций, которые должны быть произведены над исходными продуктами, чтобы в конечном итоге были получены продукты заданного вида и необходимого качества. Для холодильных предприятий важным является указание температуры и влажности воздуха, при которых происходит технологическая обработка продуктов на каждой стадии всего процесса.

Здесь имеются операции, которые могут совершаться при положительных температурах (приемка, сортировка, упаковка продуктов) операции, которые должны осуществляться при более или менее постоянных отрицательных температурах (домораживание, замораживание, охлаждение продуктов); и операции, требующие поддержания не только стабильной температуры, но и определенной влажности воздуха (хранение продуктов). Естественно, что операции, требующие неодинаковых условий воздушной среды, должны выполняться в разных помещениях или устройствах.

Для операций, проводимых примерно в одинаковых условиях среды, не обязательно предусматривать отдельные помещения; этот вопрос решается в зависимости от объема работ, вида оборудования, технологических возможностей осуществления различных процессов в одном помещении. Размеры проектируемого холодильника и его отдельных помещений определяются

производительностью (мощностью) предприятия, которая при равномерном по времени выпуске продукции может быть указана в задании на проектирование; при неравномерном по времени выпуска продукции (например, сезонность) предприятие проектируется на максимальную величину возможной производительности.

Например, для распределительных холодильников исходным документом, определяющим количественную сторону проектируемого предприятия, является таблица грузооборота. В ряде случаев в распоряжении проектировщика может не быть таблицы грузооборота проектируемого предприятия, например при выполнении типовых проектов, при этом вместимость холодильника ( $V_{хол}$ ) может быть задана или определена по укрупненным показателям. Для производственных холодильников исходной величиной обычно бывает заданная суточная (или сменная) производительность по виду обрабатываемого продукта  $M_{сут}$  (или  $M_{см}$ ).

Согласно техническим условиям на проектирование холодильников предприятий мясной промышленности условную вместимость холодильника при мясокомбинате определяют по формуле:

$$V_{хол} = 40 \times M_{см} \quad (1)$$

где 40 - расчетное число смен;

$M_{см}$  - сменная производительность комбината, тонн в смену.

Например, при мясокомбинате производительностью 50 т в смену предусматривают холодильник условной вместимостью 2000 т. В качестве расчетной принимают двухсменную работу комбината в течение суток.

Основную площадь холодильника занимают камеры и устройства для охлаждения и замораживания мяса и мясопродуктов, а также камеры кратковременного хранения охлажденных и мороженых мясопродуктов.

Общую производительность камер охлаждения (остывочных) принимают равной суточной производительности мясокомбината (т.е. двойной сменной производительности). Из технических условий на проектирование холодильников при мясокомбинатах исключено двустадийное охлаждение мяса и предусмотрено при строительстве новых холодильников только одностадийное быстрое охлаждение.

Общую производительность камер замораживания мяса принимают равной 40-50% суточной производительности мясокомбината:  $M_{сут} = 2 \times M_{см}$ , принимая продолжительность цикла тепловой обработки не более 36 ч. Ширину камер тепловой обработки выбирают не более 6 м для размещения пяти ниток подвесного пути, длину - в зависимости от максимальной вместимости камеры. Согласно техническим условиям она должна быть не более 5 тонн для мясокомбината мощностью 10 тонн в смену и 10-15 тонн для предприятия мощностью 30-50 тонн в смену.

Для мясокомбината производительностью 100 т мяса в смену и более вместимость одной камеры тепловой обработки определяется заказчиком в задании на проектирование, но не должна превышать 25 т. На холодильниках при мясокомбинатах мощностью 50 т в смену и более часть камер охлаждения предусматривают с универсальным режимом (для возможности использования их в качестве камер замораживания мяса); количество таких камер определяется в каждом случае заданием на проектирование. Хранение охлажденного мяса в полутушах и четвертинах осуществляют в крупных камерах, оборудованных



подвесными путями. Вместимость камер принимают из условия размещения 1-2-суточного поступления мяса из цеха убоя скота и разделки туш. Камеры делают проходными, иногда камеру (если она большого размера) делят внутренними перегородками на несколько отсеков, сообщающихся между собой. В составе холодильника предусматривают также камеру хранения охлажденного мяса в четвертинах и отрубях в упакованном виде, находящихся в контейнерах. Вместимость этой камеры принимают примерно такой же, как и камеры хранения охлажденного мяса на подвесных путях.

Хранение мороженого мяса осуществляют в штабелях и стоечных поддонах при  $t_{в} = -20^{\circ}\text{C}$  и естественной циркуляции воздуха. Общую вместимость камер хранения мороженого мяса принимают из условия, размещения 16-20-суточного поступления мяса из цеха убоя скота и разделки туш, причем единичная вместимость камеры хранения не должна превышать 1000 т. Количество их должно быть не менее трех. В проекте также предусматривается не менее двух камер хранения мороженого мяса вместимостью не более двухсуточной производительности цеха убоя скота и разделки туш на случай отсутствия убоя скота. Полутуши, туши и четвертины мороженого мяса, упакованного в мешки из полимерного материала, а также мороженое мясо и субпродукты в упаковке и крупной таре целесообразно хранить в камерах с воздушной системой охлаждения, обеспечивающей подвижность воздуха в грузовом объеме камеры, благодаря чему достигаются равномерность температуры по площади и по высоте камеры, надежный обдув всех упаковок и снижение разности температур между продуктом и воздухом.

Для мясокомбинатов мощностью 50 т в смену и больше, поставляющих продукцию в промышленные центры, признано целесообразным проектировать одну оборудованную подвесными путями камеру хранения мороженого мяса вместимостью, соответствующей грузоподъемности пятивагонной рефрижераторной секции (150-170 т). Хранение мороженого мяса на подвесных путях в такой камере должно быть кратковременным (при естественной циркуляции воздуха) и строго контролироваться, чтобы не допустить его сверхнормативной усушки.

Расчет площади холодильника начинают с выбора структуры холодильника, на основании принятой схемы технологических процессов определяют вместимость и ориентировочное число камер различного назначения. Полученные вместимости и производительности охлаждаемых помещений позволяют найти объем и площадь этих помещений. Размеры камер зависят также от вида груза и способ его размещения. Груз в охлаждаемых помещениях может быть уложен в штабель, размещен на подвесных путях или расположен на полках стеллажей, этажерок или тележек.

Укладка груза в штабеля применяется главным образом в помещениях для хранения и иногда в помещениях для домораживания грузов (если он упакован в тару). Груз уложен в штабель на поддонах или в контейнерах, которые позволяют брать груз из штабеля пакетами при помощи штабелеукладчиков или электропогрузчиков. Для одноэтажных холодильников с увеличенной высотой камер следует предусматривать, как минимум, укладку двух нижних пакетов штабеля с использованием стоечных поддонов. Плотность укладки груза в охлаждаемых помещениях определяется нормой загрузки единицы объема с учетом тары  $g_v, \text{т/м}^3$ . Пользуясь нормой загрузки объема, можно определить

грузовой объем  $V_{гр}$  ( $m^3$ ) помещения или группы однородных помещений, необходимый для размещения груза в количестве, соответствующем действительной (или условной) расчетной вместимости ( $V_{хол}$ ) камеры:

$$V_{гр} = \frac{V}{gv}, \quad (2)$$

Эти же данные позволяют производить пересчет действительной вместимости помещения (или всего холодильника) в условную и обратно, поскольку для каждого помещения неизменной величиной является его грузовой объем  $V_{гр}$ , откуда:

$$V_{гр} = \frac{V_{усл}}{gv_{усл}} = \frac{V}{gv}$$

$$V = \frac{V_{усл}gv}{gv_{усл}} = V_{усл}/a \text{ или } V_{усл} = V \times a,$$

так как  $a = gv_{усл}/gv$

где  $V_{усл}$  - условная вместимость камеры (холодильника), т;

$gv$ , -соответственно условная и действительная нормы загрузки единицы объема, т/ $m^3$ ;

$V$  - действительная вместимость камеры (холодильника), т;

$a$  - коэффициент пересчета в условный груз.

Величины  $gv$  и  $a$  выбираются из табл.

Грузовая площадь или площадь камеры, занимаемая штабелями,  $F_{гр}$  ( $m^2$ ) определяется по формуле:

$$F_{гр} = \frac{V_{гр}}{h_{гр}}, \quad (3)$$

где:  $h_{гр}$  - грузовая высота, под которой понимают высоту штабеля, м.

Высота штабеля ограничивается прежде всего строительной высотой помещения, причем по технологическим условиям считается необходимым, чтобы в предельном случае штабель не доходил до потолка или до низа несущих конструкций на 0,2 м или на 0,3 м от потолочных приборов охлаждения, а также воздухопроводов, если они имеются в помещении. При гладких потолках высота подвеса светильников не должна превышать 0,15 м от перекрытия и 0,3 м до штабеля, при балочных перекрытиях (покрытиях) светильники не должны выступать ниже несущих конструкций. При укладке штабеля на междуэтажное перекрытие необходимо, чтобы нагрузка на пол не превышала допустимой нагрузки для данного перекрытия  $gF_{доп}$ , т.е.  $gv \times h_{гр} \leq gF_{доп}$ .

В современных многоэтажных холодильниках допустимая нагрузка на пол  $gF_{доп} = 2000$  кг/ $m^2$  при высоте этажа 4,8 м;  $gF_{доп} = 2500$  кг/ $m^2$  при высоте этажа 5,4 м и  $gF_{доп} = 3000$  кг/ $m^2$  при высоте этажа 6,0 м. Это позволяет не только укладывать штабель достаточной высоты, но и применять в охлаждаемых помещениях механизмы для укладки и транспортировки грузов, имеющие довольно большую собственную массу. Высота штабеля продуктов в одноэтажном холодильнике практически не ограничивается по соображениям прочности строительных конструкций, поскольку нагрузка на такой пол, лежащий непосредственно на грунте, может составлять 4000-5000 кг/ $m^2$ , что является одним из важнейших достоинств одноэтажных холодильников. В некоторых случаях высота штабеля может быть ограничена еще и прочностью тары, в которую упакованы продукты, так как при значительной высоте штабеля нагрузка на нижние ряды может оказаться недопустимо большой. В этом случае нижние ряды продуктов хранят в стоечных поддонах, принимающих на себя нагрузку от верхних рядов штабеля. В

высотных одноэтажных холодильниках (высотой более 8 м) груз, собранный в пакеты на поддонах или в контейнерах, укладывается на полки стеллажей.

Однако не вся площадь помещения занята штабелями грузов, так как часть площади занимают колонны, отступы от стен и от пристенных приборов охлаждения, имеющие величину 0,3 м, а также грузовой проезд шириной 1,6 м (в камере площадью свыше 100 м<sup>2</sup>). В камерах, непосредственно за дверью, предусматривается площадка размером 3,5х3,5м.

При ориентировочных расчетах строительную площадь помещениями (м<sup>2</sup>) можно определить, пользуясь коэффициентом использования площади камеры, который учитывает наличие площадей участков помещения, не используемых для размещения груза:

$$F_{стр} = \frac{F_{гр}}{vf}, \quad (4)$$

Коэффициент использования площади камеры **vf** зависит от размеров помещения: чем больше помещение, тем относительно лучше оно может быть загружено.

Площадь помещения, м <sup>2</sup>	Коэффициент использования площади камеры vf
До 100	0,65
От 100 до 400	0,7-0,75
Свыше 400	0,8-0,85

Площадь камеры всегда должна быть кратной целому числу строительных прямоугольников, образованных сеткой колонн:

$$n = \frac{F_{стр}}{f_{пр}}, \quad (5)$$

где n - число строительных прямоугольников при принятой сетке колонн;

f<sub>пр</sub> - площадь одного строительного прямоугольника при принятой сетке колонн м<sup>2</sup>.

Сетку колонн для одноэтажных холодильников малой вместимости принимают 6х6 и 6х12 м, для средней и крупной - 6х12, 6х18 и 6х24, а для многоэтажных холодильников - 6х6 м. В камерах с подвесными путями груз находится в подвешенном состоянии. Такой способ размещения продуктов принят в камерах замораживания, охлаждения и хранения охлажденного мяса в тушах, полутушах и четвертинах. Кроме того, на подвесных путях располагают подвесные этажерки, на полках которых находятся мелкоштучные мясо- и субпродукты. Размеры таких камер определяются в зависимости от вместимости помещения (В) и нормы нагрузки. Если в охлаждаемых помещениях предусматривается установка напольных (постаментных) воздухоохладителей, то площадь камеры увеличивают на 20-25%. При этом площадь камер хранения должна быть кратной целому числу строительных прямоугольников, определяемому по формуле. Кроме основных производственных помещений в составе холодильника предусматриваются различные вспомогательные помещения, необходимые для выполнения технологических операций (накопительные, разгрузочные помещения при камерах тепловой обработки продуктов, экспедиции, упаковочные, коридоры, вестибюли, лестничные клетки, лифтовые шахты и т. п.). При проведении расчетов площадь, отводимую для вспомогательных помещений, принимают равной 20-40 % суммы площадей охлаждаемых помещений:

$$F_{всп} = (0,2 \dots 0,4) \times \sum F_{стр} \quad (6)$$

где  $F_{всп}$  - площадь вспомогательных помещений холодильника,  $m^2$ ,

$\sum F_{стр}$  - суммарная площадь охлаждаемых помещений холодильника (камеры хранения и тепловой обработки продуктов),  $m^2$ .

Для крупных холодильников принимают меньшее относительное значение площади вспомогательных помещений, для мелких - большее значение. Общая площадь всех помещений холодильника  $F_{хол}$  (в контуре теплоизоляции):

$$F_{хол} = \sum F_{стр} + \sum F_{т.о.} + F_{всп} \quad (7)$$

где  $\sum F_{ст}$  - сумма площадей камер хранения продуктов (охлажденных, мороженых, универсальных),  $m^2$

$\sum F_{т.о.}$ , - сумма площадей камер холодной обработки продуктов (морозильных камер, остывочных, камер домораживания),  $m^2$ .

Площади некоторых вспомогательных помещений могут быть рассчитаны по нормам для этих помещений, а для других помещений уточняются при выполнении планировки холодильника. Площадь служебных помещений принимают равной 5-10% от  $\sum F_{стр}$  холодильника, а площадь компрессорного цеха составляет 10-15%  $\sum F_{стр}$  холодильника. Служебные помещения и компрессорный цех располагаются, как правило, в здании, пристраиваемом к зданию холодильника.

#### Пример:

Определить вместимость камер производственного холодильника при мясокомбинате производительностью 40 тонн в смену. Работа комбината двухсменная. Холодильник спроектировать одноэтажным, расположенным в главном производственном корпусе. Принятая сетка колонн  $6 \times 12$  м, высота холодильника 6 м до низа несущих конструкций.

1) При двухсменной работе комбината суточная производительность его по мясу будет составлять:

$$M = 2 \times M_{смен} = 40 \times 2 = 80 \text{ (т) в сутки}$$

2) Общая производительность камер замораживания мяса принимается равной 50% суточной производительности мясокомбината:

$$M_{зам} = 0,5 \times 80 = 40 \text{ (т) в сутки}$$

3) Производительность камер охлаждения мяса (остывочных) принимаем равной суточной производительности комбината:

$$M_{ост} = M_{сут} = 80 \text{ (т) в сутки}$$

4) Предусматриваем на холодильнике установку морозильного аппарата для замораживания субпродуктов (печень, сердце, языки и т. п.), считая выход субпродуктов в количестве 10% выхода мяса. Все субпродукты в период массового убоя скота будут замораживаться для создания резерва продуктов производственным цехам:

$$M_{с.пр.} = 0,1 \times M = 0,1 \times 80 = 8 \text{ (т) в сутки}$$

5) На холодильнике имеется камера для хранения топленого жира в бочках, выход жира 7 % выпуска мяса:

$$M_{ж} = 0,07 \times 80 = 5,6 \text{ (т) в сутки}$$

6) Вместимость камер хранения мяса и мясопродуктов определяется созданием необходимого запаса сырья для производственных цехов. Вместимость камер хранения мороженого мяса принимается из условия размещения 20-суточного поступления мяса из цеха убоя скота и разделки туш:

$$V_{м. мор} = 20 \times M_{сут} = 20 \times 80 = 1600 \text{ (т)}$$

7) Вместимость камер хранения охлажденного мяса составляет величину, определяемую созданием 2-суточного поступления мяса из цеха убоя скота и разделки туш:

$$V_{м.охл} = 2 \times M_{сут} = 2 \times 80 = 160 \text{ (т)}$$

8) Вместимость камеры хранения мороженных субпродуктов (20-суточный запас)

$$V_{м.с.пр} = 20 \times M_{с.пр} = 20 \times 8 = 160 \text{ (т)}$$

9) Вместимость камеры хранения жира в бочках (запас 15 сут)

$$V_{ж} = 15 \times M_{ж} = 15 \times 5,6 = 84 \text{ (т)}$$

10) Вместимость камер замораживания мяса, если цикл работы их составляет сутки,

$$V_{зам} = M_{зам} = 40 \text{ (т)}$$

11) Цикл работы камеры состоит из времени холодильной обработки, времени загрузки и выгрузки. Принимая температуру воздуха в камерах замораживания мяса  $-35^{\circ}\text{C}$ , считаем, что время холодильной обработки будет равно  $t = 22$  ч, время загрузки и выгрузки камеры - по 1 ч. Таким образом, цикл работы камеры замораживания мяса  $t_{ц}$  составит 24 ч. Для сокращения времени загрузки и выгрузки помещения перед камерой и после нее размещают накопительные и разгрузочные, причем по площади они должны быть не менее площади одной из этих камер.

$$V = M_{зам. фц} / 24 = 40 \times 24 / 24 = 40 \text{ (т)}$$

12) Время цикла работы остывочных также принимаем равным  $t' = 24$  ч (время холодильной обработки  $t = 16 \dots 18$  ч).

$$V_o = M_{офц} / 24 = 80 \times 24 / 24 = 80 \text{ (т)}$$

13) Определение строительных площадей камер зависит от вида хранения соответствующих продуктов (штабель, на подвесных путях, в контейнере и т. п.).

14) Площадь камер хранения мороженого мяса (штабель): грузовой объем камер

$$V_{гр} = V_{м.мор} / g_v = 1600 / 0,35 = 4571 \text{ м}^3$$

где  $g_v$  - норма загрузки  $1 \text{ м}^3$  объема,  $\text{т}/\text{м}^3$ ;  $g_v = 0,35 \text{ т}/\text{м}^3$ ;

15) Грузовая площадь камер

$$F_{гр} = V_{гр} / h_{гр} = 4571 / 5 = 914 \text{ м}^2$$

где  $h$  - высота штабеля, м;

$h = 5,0$  м (принято из-за ограничения подъема груза на высоту штабелеукладчиком);

16) Строительная площадь камер

$$F_{стр} = F_{гр} / v_f = 914 / 0,8 = 1143 \text{ м}^2,$$

где  $v_f$  - коэффициент использования площади камеры;  $v_f = 0,8$ .

17) Так как площадь камер должна быть кратна целому числу строительных прямоугольников (строительный прямоугольник определяется принятой сеткой колонн  $6 \times 12 = 72 \text{ м}^2$ ), то

$$n = F_{стр} / 72 = 1143 / 72 = 15,88$$

18) Принимаем площадь камер хранения мороженого мяса кратной 16 строительным прямоугольникам ( $F \times M_{мор} = 16 \times 72 = 1152 \text{ м}^2$ ).

19) Площадь камер замораживания мяса определяется из условия, что продукты (туши или полутуши мяса) находятся на подвесных путях:

$$F_{стр} = V / gF = 40 / 0,2 = 200 \text{ м}^2,$$

где  $gF$  - норма загрузки от мяса на  $1 \text{ м}^2$  площади пола,  $\text{т}/\text{м}^2$ ;  $gF = 0,2 \text{ т}/\text{м}^2$ ;

20) Число строительных прямоугольников для камер замораживания мяса  
 $n = F_{\text{стр}} / 72 = 200 / 72 = 2,78$

Принимаем число мясоморозилок три, причем площадь каждой камеры соответствует площади одного строительного прямоугольника.

### **Содержание задания:**

#### **Задание №1**

##### **1 вариант**

Определить вместимость камер производственного холодильника при мясокомбинате производительностью 90 тонн в смену. Работа комбината двухсменная. Принятая сетка колонн  $6 \times 18$  м, высота холодильника 6 м до низа несущих конструкций.

##### **2 вариант**

Определить вместимость камер производственного холодильника при мясокомбинате производительностью 30 тонн в смену. Работа комбината двухсменная. Принятая сетка колонн  $6 \times 6$  м, высота холодильника 6 м до низа несущих конструкций.

#### **Библиография**

1. Коренев А.М., Харитонов В.А. Практикум по холодильной технологии пищевых продуктов и холодильной технике. М.: Агропромиздат, 1986.-319 с.
2. Курылев Е.С. и др. Холодильные установки. С.-П.: Политехника, 2002.-576 с.
3. Мещеряков Ф.Е. Основы холодильной техники и холодильной технологии. М.: Пищевая промышленность, 1975.-371 с.
4. Холодильные машины./ Под редакцией Кошкина Н.Н.. М.: Пищевая промышленность, 1973.-459 с.

**Практическая работа №8**  
**ТЕМА: "ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ХОЛОДИЛЬНОЙ КАМЕРЫ И**  
**ПОДБОР ПРИБОРОВ ОХЛАЖДЕНИЯ".**

**Цель:** провести тепловой расчет холодильной камеры и подобрать приборы охлаждения.

**Задачи:**

- определить теплопритоки поступающие в камеру:  
через ограждения; с товарами и тарой поступающий с воздухом в камеру при ее вентилировании; эксплуатационные теплопритоки (освещение камеры, открывание дверей, пребывание людей и т.д.)

**Результаты:**

Студент должен уметь:

- производить тепловой расчет холодильных камер.

**Обеспеченность занятия:** методические указания по выполнению лабораторных работ.

**Время выполнения:** 180 мин.

**Теоретические сведения.**

Использование искусственного холода при хранении пищевых продуктов предполагает создание и поддержание в помещении для хранения (холодильной камере, кладовой, складе, торговой витрине, прилавке и т.п.) таких условий, которые обеспечивают сохранность биологических, санитарно-гигиенических, органолептических свойств продукции, а также ее товарного вида и массы в течение всего периода хранения.

С этой целью в помещении для хранения должны поддерживаться в достаточно узком диапазоне значения температуры, влажности, а в некоторых случаях — и химического состава окружающей среды, величины которых задаются видом, агрегатным состоянием и теплофизическими свойствами продуктов, подлежащих хранению.

При тепловом расчете и выборе основных проектных параметров холодильных установок для хранения пищевых продуктов теплофизические свойства и требования к условиям хранения являются одной из главных составляющих при расчете теплового баланса помещения для хранения (холодильной камеры).

Тепловые нагрузки разделяются на две категории: *внешние и внутренние*.

К категории внешних нагрузок относятся:

- нагрузки, вызванные теплопритоком за счет теплопередачи через стены, пол и потолок холодильной камеры,  $Q_{стен}$ ,
- нагрузки от солнечного нагрева стен и потолка камеры,  $Q_{солн}$ ,
- нагрузки от обменной вентиляции, обусловленные притоком свежего воздуха в камеру,  $Q_{вен}$
- нагрузки от инфильтрации наружного воздуха в камеру вследствие открывания дверей,  $Q_{инф}$

К категории внутренних нагрузок относятся:

- нагрузки от термообработки продукции,  $Q_{прод}$ ,
- нагрузки, обусловленные «дыханием» хранящейся продукции (овощи и фрукты),  $Q_{дых}$ ,
- нагрузки от освещения,  $Q_{осв}$ ,
- нагрузки, обусловленные присутствием персонала,  $Q_{перс}$ ,
- нагрузки от ПТС,  $Q_{пгс}$ ,

- нагрузки вследствие тепловыделения двигателей каждого испарительного вентилятора,  $Q_{\text{исп}}$ ,
- нагрузки в результате тепловыделения испарительных электронагревателей во время подачи на них напряжения при оттаивании испарителей,  $Q_{\text{нагр}}$ ,
- нагрузки в результате тепловыделения прочих механизмов, которые могут находиться в холодильной камере,  $Q_{\text{проч}}$ .

#### Тепловой расчет холодильной камеры

Калорический расчет заключается в определении величины количества тепла, поступающего в камеру. Суммарный теплоприток в камеру определяется из уравнения:

$$Q_{\text{кам}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \quad (1)$$

где  $Q_1$  — теплоприток в камеру через ограждения, Вт;

$Q_2$  — теплопритоки, поступающие с товарами и тарой, Вт;

$Q_3$  — теплоприток, поступающий с воздухом в камеру при ее вентилировании, Вт;

$Q_4$  — эксплуатационные теплопритоки (освещение камеры, открывание дверей, пребывание людей и т.д.), Вт.

Определение теплопритоков в камеру через ограждения.

Определение  $Q_1$  производится по формуле:

$$Q_1 = Q_1' + Q_1'' \quad (2)$$

где  $Q_1'$  — теплопритоки за счет теплопроводности ограждения и конвекции, Вт;

$Q_1''$  — теплопритоки за счет солнечной радиации, Вт.

$$Q_1' = F \cdot K_p \cdot (t_1 - t_{\text{кам}})$$

где  $F$  — поверхность, через которую проходит теплоприток,  $\text{м}^2$ ;

$K_p$  — расчетный коэффициент теплопередачи данного ограждения,  $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ ;

$t_1$  — температура снаружи данного ограждения,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{\text{кам}}$  — температура воздуха в камере,  $^{\circ}\text{C}$ .

Величина  $Q_1''$  рассчитывается только для наружной стены (кроме наружной стены, обращенной на север) и бесчердачного покрытия.

$Q_1''$  определяется по формуле:

$$Q_1'' = F_c \cdot K_p \cdot \Delta t_c \quad (3)$$

где  $F_c$  — поверхность ограждения, облучаемая солнцем,  $\text{м}^2$ ;

$K_p$  — расчетный коэффициент теплопередачи данного ограждения,  $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ ;

$\Delta t_c$  — разность температур, обусловленная солнечной радиацией в летний период,  $^{\circ}\text{C}$ .



Таблица 1 - Результаты расчета теплопритоков через ограждения

Наименование ограждения	Площадь ограждения, м <sup>2</sup>	$K_p, \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$	$t_1, ^\circ C$	$t_{камп}, ^\circ C$	$Q_1', Вт$	$Q_1'', Вт$	$Q_1, Вт$
Наружная стена АБ (камера №1/камера №4)	12,3/5,7	0,44/0,374	32	0/-2	173/72	55/22	228/94
Внутренняя стена БВ (камера №1/ камера №2)	9/12	0,561/0,759	27	0/+4	136/209	0	136/209
Внутренняя стена ВГ (камера №2/ камера №3)	8,4/9,6	0,759/0,759	27	+4/+2	147/182	0	147/182
Внутренняя стена АГ (камера №3/ камера №4)	6/9	0,759/0,561	27	+2/-2	114/146	0	114/146
Перегородки в тамбур (камера №1/ камера №2/ камера №3/ камера №4)	9/3/6,9/3	0,561/0,759/0,759/0,561	22	0/+4/+2/-2	111/41/105/40	0	111/41/105/40
Перекрытие (камера №1/камера №2/ камера №3/ камера №4)	12,5/11,4/6,5/5,6	0,374/0,44/0,374/0,374	32	0/+4/+2/-2	150/140/73/71	48/51/25/21	198/191/98/92
Итого (камера №1/камера №2/ камера №3/ камера №4)							673/588/499/372

Определение теплопритоков, поступающих с товарами и тарой.

Определение  $Q_2$  производится по формуле:

$$Q_2 = (G_{\text{тов}} \cdot C_{\text{тов}} + G_{\text{т}} \cdot C_{\text{т}})(t_{\text{н}} - t_{\text{к}}) \quad (4)$$

где  $G_{\text{тов}}$  – условное количество товара, поступающего в камеру в 1 секунду, кг/с;

$C_{\text{тов}}$  – теплоемкость товара,  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ ;

$G_{\text{т}}$  – условное количество тары, поступающей в камеру в 1 секунду, кг/с;

$C_{\text{т}}$  – теплоемкость тары,  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ ;

$t_{\text{н}}$  – начальная температура, с которого товар и тара поступают в камеру,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_{\text{к}}$  – конечная температура, которую принимает товар в камере,  $^\circ\text{C}$ .

Температуру поступающего товара в камеру следует принимать на 4-6  $^\circ\text{C}$  выше температуры его хранения в камере. Конечную температуру на 1-2  $^\circ\text{C}$  выше температуры воздуха в камере.

Условное количество товара определяют по формуле:

$$G_{\text{тов}} = \frac{m \cdot G}{(24 \cdot 3600)} \quad (5)$$

где  $G$  – суточное поступление товара, кг/сут;

$m$  – коэффициент, учитывающий срок хранения продуктов.

Условное количество тары принимается в зависимости от материала тары и условного количества товара.

Однако рассчитываемые холодильные камеры предназначены только для хранения охлажденных продуктов, из-за чего разница начальной и конечной температуры будет мала. Следовательно, теплопритоками от продуктов можно пренебречь и принять их равными нулю.

Определение теплопритоков, поступающих с воздухом в камеру при ее вентилировании.

Определение  $Q_3$  производится только для камеры с фруктами и зеленью, так как вентилируется только она.

Величина  $Q_3$  находится по формуле:

$$Q_3 = V \cdot \rho \cdot \alpha (i_{\text{н}} - i_{\text{кам}}), \quad (6)$$

где  $V$  – объем вентилируемой камеры,  $\text{м}^3$ ;

$\rho$  – плотность воздуха по условиям в холодильной камере,  $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ;

$\alpha$  – кратность воздухообмена в камере,  $\frac{1}{\text{с}}$ ;

$i_{\text{н}}$  – энтальпия наружного воздуха,  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ ;

$i_{\text{кам}}$  – энтальпия воздуха в камере,  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ .

$$Q_3 = 33,6 \cdot 1,271 \cdot 0,000046(77000 - 14000) = 123,8 \text{ Вт}$$

Определение эксплуатационных теплопритоков

Определение теплового потока  $Q_4$ , связанного с эксплуатацией холодильной камеры, принимают условно как часть теплового потока  $Q_1$  в зависимости от площади. Данные берутся из табл. 2.

Таблица 2 - Эксплуатационные теплопритоки

Площадь камеры F, м <sup>2</sup>	Малые камеры от 5 до 10 м <sup>2</sup>	Средние камеры от 10 до 20 м <sup>2</sup>	Крупные камеры от 20 до 100 м <sup>2</sup>
$Q_4$ , Вт	$0,5 \cdot Q_1$	$0,3 \cdot Q_1$	$0,2 \cdot Q_1$

Результат калорического расчета.

Результат расчета всех теплопритоков в холодильную камеру представлен в табл. 3.

Таблица 3 - Результаты калорического расчета

Номер и наименование камеры	F, м <sup>2</sup>	$t_{\text{кам}}$ , С	$Q_1$ , Вт	$Q_2$ , Вт	$Q_3$ , Вт	$Q_4$ , Вт	$Q_{\text{кам}}$ , Вт
Камера №1 (мясо)	12,5	0	673	0	0	202	875
Камера №2 (фрукты и зелень)	11,4	+4	588	0	123,8	176	887,8
Камера №3 (молочно-жировая продукция и полуфабрикаты)	6,5	+2	499	0	0	250	749
Камера №4 (рыба)	5,6	-2	372	0	0	186	558

#### Выбор холодильного оборудования

При выборе холодильной машины рекомендуется условно принять режим ее работы стандартным (температура кипения холодильного агента  $t_0 = -15$  °С, температура конденсации  $t_k = +30$  °С).

Необходимая холодопроизводительность определяется по формуле:

$$Q_0 = \frac{Q_{\text{кам}}}{b_{\text{max}} \cdot \varphi}, \quad (7)$$

где  $b$  – коэффициент рабочего времени ( $b_{\text{max}} = 0,75$ );  $\varphi$  – коэффициент, учитывающий теплоприток к холодильному агенту в коммуникациях холодильной машины.

$$Q_0 = \frac{3069,8}{0,75 \cdot 0,96} = 4264 \text{ Вт}$$

Согласно расчетам, наиболее удачным выбором для рассчитываемого блока холодильных камер является холодильная машина АКФВ-4М с холодопроизводительностью при стандартном режиме 5336 Ватт, водяным охлаждением конденсатора и площадью поверхности теплообмена одной батареи  $F_{\text{ирсн}}$  12,5 квадратных метров.

На предприятиях торговли используются главным образом хладоновые холодильные машины с непосредственной системой охлаждения.

Охлаждение воздуха и продуктов в камере осуществляется за счет естественной или принудительной конвекции.

Необходимая теплопередающая поверхность испарителей определяется по формуле:

$$F_{\text{исп}} = \frac{Q_{\text{кам}}}{K_{\text{исп}} \cdot (t_{\text{кам}} - t_0)} \quad (8)$$

где  $K_{\text{исп}}$  – коэффициент теплопередачи испарителя (для камер с естественной конвекцией – 4-5, с принудительной – 10-12),  $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ ;

$t_0$  - температура кипения холодильного агента,  $^{\circ}\text{C}$ .

Число испарительных батарей определяют по формуле:

$$n_{\text{бат}} = \frac{F_{\text{исп}}}{F_{\text{ирсн}}} \quad (9)$$

Полученное значение округляют в большую сторону до ближайшего целого числа.

Камера №1:

$$F_{\text{исп}} = \frac{875}{4 \cdot (0 - (-15))} = 19,4 \text{ м}^2$$
$$n_{\text{бат}} = \frac{19,4}{12,5} \approx 2$$

Камера №2:

$$F_{\text{исп}} = \frac{887,8}{4 \cdot (4 - (-15))} = 11,7 \text{ м}^2$$
$$n_{\text{бат}} = \frac{11,7}{12,5} \approx 1$$

Камера №3:

$$F_{\text{исп}} = \frac{749}{4 \cdot (2 - (-15))} = 11 \text{ м}^2$$
$$n_{\text{бат}} = \frac{11}{12,5} \approx 1$$

Камера №4:

$$F_{\text{исп}} = \frac{558}{4 \cdot (-2 - (-15))} = 10,7 \text{ м}^2$$
$$n_{\text{бат}} = \frac{10,7}{12,5} \approx 1$$

### Список литературы

1. Богданов С.Н., Иванов О.П., Куприянов А.В. Холодильная техника. Свойства веществ: справочник. – 3-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985.
2. Большаков С.А. Холодильная техника и технология продуктов питания: учебник. – М.: Изд. центр «Академия», 2003.
3. Мещеряков Ф.Е. Основы холодильной техники и холодильной технологии. – М.: Пищевая промышленность, 1975.
4. Цуранов О.А., Крысин А.Г. Холодильная техника и технология/под ред. В.А. Гуляева. – Спб.: Лидер, 2004.

## Практическая работа №9

### ТЕМА: "РАСЧЕТ РЕЗЕРВУАРА ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ МОЛОКА."

**Цель работы:** научиться производить расчет резервуара для охлаждения молока.

**Задачи:**

- произвести расчет резервуара для охлаждения молока.

**Обеспеченность занятия:** методические указания по выполнению лабораторных работ.

**Контрольные вопросы при допуске к работе:**

1. Что такое "танк" и как он применяется в молочной промышленности?
2. Преимущества резервуара «Mueller».
3. Особенности конструкции охладителей молока УЗМ-10.
4. Чем должно быть оснащено хорошее оборудование для охлаждения молока?
5. До какой температуры может быть охлаждено молоко в "танке" ?
6. Какая скорость охлаждения молока в резервуаре ТОМ-2А?
7. Из каких основных деталей состоит резервуар-охладитель молока ТОМ-2А?
8. Назовите рабочие органы резервуара-охладителя молока ТОМ-2А.
9. Какая вместимость ванны, л у резервуара-охладителя молока ТОМ-2А?
10. Назовите хладагент резервуара-охладителя молока ТОМ-2А.

**Время выполнения:** 180 мин.

**Теоретические сведения.**

Современное молочное производство невозможно без охладителя молока. Тем более, при существовании достаточно жестких норм по наличию в этом полезном продукте микрофлоры и, к тому же, при полном запрете на использование антибиотиков.

Хорошее и качественное оборудование позволяет накапливать, быстро охлаждать и хранить большие объемы молока.

Сейчас на рынке представлено огромное количество танков (резервуаров) охладителей молока. Резервуары представлены зарубежными и отечественными производителями.

Прежде всего, танк охладитель молока должен сохранить качество молока, а не просто охладить его до нужной температуры. Хорошее оборудование должно быть оснащено фильтром, позволяющим удалить вредные примеси, содержащие бактерии. Еще одна важная деталь - скорость охлаждения. Надо помнить, что снижение температуры молока с + 34 до +4-6 градусов не должна занимать более 2-3 часов. К тому же, покупка новых танков охладителей молока в России скоро станет неизбежной. Уже сейчас во многих регионах охлажденное молоко принимают по более высокой цене. Кроме того, наблюдается тенденция к ужесточению требований к качеству молока. Очень часто они сильно ограничивают, а то и вовсе запрещают прием неохлажденного молока.

Что отличает танки Mueller от отечественных танков (УЗМ-10)?

Танки-охладители молока Mueller модели "О"

Модель «О» (рис.1) характеризуется сочетанием быстрого охлаждения с низким потреблением энергии, чему способствует овальная форма танка. Благодаря этой форме охлаждающие пластины, установленные в нижней части ёмкости, занимают

максимальную площадь и обеспечивают более эффективный теплообмен между молоком и охлаждающим газом. Это делает возможным высокоэффективное охлаждение независимо от количества. Mueller с автоматом промывки и контроля Hugenius. Автомат Hugenius с микропроцессорным управлением имеет несколько стандартных программ промывки и может быть оптимизирован, чтобы отвечать различным условиям ферм. Работа оператора облегчена благодаря автоматической дозировке. Hugenius имеет низкий уровень потребления воды и возможности для повторного использования моющей воды. Пластинчатый охладитель P30 быстро и эффективно охлаждает молоко перед тем, как оно попадает в танк - накопитель. Это сокращает время работы компрессора и экономит эксплуатационные расходы. Предварительное охлаждение в потоке сокращает рост числа бактерий и, следовательно, помогает получить молоко высокого качества. Новые быстросъемные муфты делают работу с охладителем и его сервисное обслуживание легким.

По сравнению с охладительной системой прямого расширения, эта технология охлаждает молоко ниже +10С при потреблении только 50 % обычной мощности в час. Это отвечает требованиям молочных ферм в районах, имеющих плохое электроснабжение или недорогие ночные тарифы.



Рис.1 «Mueller»

#### Преимущества:

##### *1. Превосходное качество сварки.*

Все танки-охладители молока Mueller бесфланцевые, ручной сварки, что исключает возможность деформации и обеспечивает высокую степень гигиены. Таким образом, при изготовлении не используется сварка роботом, т.к. она недостаточно ровная и не соответствует голландским стандартам молочной промышленности.

##### *2. Отсутствие деформаций.*

Mueller - это единственные танки, изоляция которых состоит из изоляционных пластин вместо пены. Благодаря этим пластинам поверхность танка гораздо прочнее и это предотвращает деформацию. Охладительные танки других марок легко деформируются и, таким образом, теряют свою ценность как б/у танки. Также пена образует воздушные пробки, создающие проблемы с изоляцией и образованием конденсата на танке.

##### *3. Отсутствие пластиковых частей.*

Все части танка Mueller изготовлены из нержавеющей стали, что облегчает промывку танка и увеличивает срок его службы. На пластиковых частях образуются трещины при низких температурах, и они быстро изнашиваются. Конструкция танка Mueller такова, что она защищает уязвимые места танка (например, кожухи насосов) и обеспечивает большую надёжность.

#### *4. Идеальная отделка /обработка/ оформление.*

Лестницы из нержавеющей стали, промывочная установка, трубопровод системы промывки, отверстия танка. Каждая часть танка сконструирована с целью оптимального соответствия его предназначению и изготовлена с предельной точностью. Также по конструкции танки длинные и широкие, что позволяет занимать как можно меньше места, (также это означает меньшие затраты на транспортировку). Вот почему танк выглядит лучше и наиболее удобен в использовании.

#### *5. Самая надёжная из всех существующих система промывки.*

Промывка танков Mueller производится шаровыми форсунками. Эти шаровые форсунки не имеют движущихся частей и, поэтому, никогда не ломаются. Промывка других марок танков производится при помощи встроенной системы перемешивания и вращающихся разбрызгивающих устройств, которые неизбежно выйдут из строя и потребуют дорогостоящего ремонта.

#### *6. Цельная опорная рама.*

Танки Mueller установлены на раме из нержавеющей стали, на которую танк опирается по всей своей длине. Рама поддерживается многочисленными /несколькими/ регулируемыми ножками, при помощи которых танк можно расположить точно под необходимым углом.

#### *7. Максимально эффективное охлаждение при помощи пластинчатого охладителя.*

Секрет высокой эффективности танка Mueller заключается в уникальной конденсационной пластине. Эта пластина, сваренная точечной сваркой, обеспечивает перемещение холода, выделяемого охлаждающим газом, к молоку равномерно и на необходимую высоту. В то же время, внутренний танк со стенками толщиной 2 мм гарантирует 100% надёжность (могут использоваться все типы охлаждающих газов). Танки Mueller имеют две конденсационных цепи для быстрого и эффективного охлаждения. Другие танки имеют более толстые пластины (более высокий риск образования течей) или альтернативный медный трубопровод и одну конденсационную цепь, что вызывает более длительное и менее эффективное перемещение фреона.

#### *8. Концепция полной/тотальной промывки.*

Система промывки промывает не только танк, но также и выпускное отверстие. Благодаря этому в самом отдалённом выпускном отверстии танка не остаётся молоко и, таким образом, не требуется дополнительной ручной промывки.

Установки для охлаждения молока УЗМ-10 (Рис.2.)



Рис.2 УЗМ-10

Предназначена для сбора, охлаждения молока от +35 до +4°C и его временного хранения (до 48 ч) при температуре не выше плюс +5°C до перевозки на дальнейшую переработку. Установка рассчитана на прием и охлаждение молока четырех удоев. Установка комплектуется рекуператором тепла, осуществляющим в процессе охлаждения молока нагрев воды на технологические нужды. Установка комплектуется также системой автоматической промывки молочной емкости. Область применения установки – молочно-товарные фермы и комплексы с производством молока до 2500 л за одну дойку.

Особенности конструкции разработанных охладителей молока УЗМ-10:

1. Непосредственное охлаждение, испаритель выполнен с применением лазерной сварки.
2. Закрытый изотермический танк, выполненный из пищевой коррозионностойкой стали соответствует требованиям отечественных и международных стандартов.
3. Автомат управления процессом охлаждения, хранения и санитарно-гигиенической обработки отечественного производства адаптирован к условиям энергоснабжения в сельской местности республики.
4. Возможность интеграции в АСУ ТП МТФ. Встроенная система контроля уровня молока.
5. Энергосберегающая функция – пропорциональное регулирование холодопроизводительности.
6. Высокоэффективная теплоизоляция на основе пенополиуретана.
7. Рекуперация тепла — подогрев 500 л воды до 55 °С за 1 цикл охлаждения.
8. Конструкция соответствует требованиям Евростандарта ISO 5708.

Резервуар-охладитель молока ТОМ-2А

Свежевыдоенное молоко имеет естественную устойчивость к развитию бактерий в течение трех часов. Этот период называется бактерицидной фазой. Существующая на большинстве молочно-товарных ферм организационно-технологическая схема получения молока (дойка, транспортировка в резервуар-охладитель, охлаждение) не позволяет получить его высокого качества, так как продолжительность всех операций составляет до 4 ч и более.

Применение современных организационно-технологических схем и оборудования в местах сбора молока позволяет продлить бактерицидную фазу сырья и сохранить его качество на более длительный срок.



**ТОМ-2А.** Изобретение относится к охлаждению и хранению жидкостей, точнее молока.

Для сохранения биологических свойств молока широко применяется охлаждение и хранение молока с помощью холодильных машин.

Стационарный охладитель молока содержит фреоновую или аммиачную холодильную машину, промежуточный хладоноситель и теплообменник, смонтированный в молочном резервуаре. Этот охладитель молока принят за базовый.

Стационарные охладители молока монтируются в отдельных помещениях на молокозаводах или в крупных молочных хозяйствах. Молоко с мелких ферм необходимо после дойки перевозить для охлаждения и хранения на стационарный охладитель молока, что приводит к снижению качества молока. Кроме того, стационарный охладитель молока имеет сложную конструкцию и повышенные расходы энергии на охлаждение молока. Это является недостатком стационарных охладителей молока.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению является охладитель молока, используемый для охлаждения парного молока после дойки непосредственно на молочных фермах, перед отправкой на молокозавод. Охлаждение производится от температуры парного молока  $+36^{\circ}\text{C}$  до температуры  $+6-8^{\circ}\text{C}$ . Скорость охлаждения на (Рис.3.)

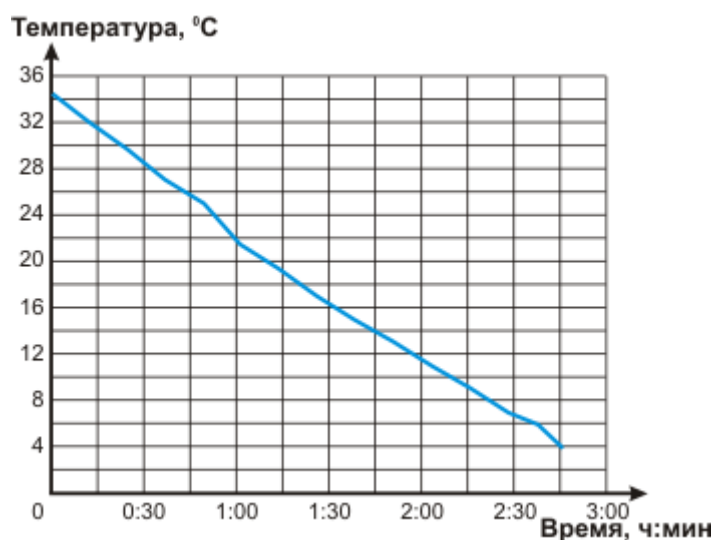


Рис.3. Скорость охлаждения молока в резервуаре ТОМ-2А

Охладитель ТОМ-2А является автоматизированным агрегатом, состоящим из фреоновой холодильной машины, ванны для молока, мешалки с электроприводом и системы охлаждения.

Парное молоко в молочную ванну заливается через фильтр. В ванне молоко перемешивается мешалкой для интенсификации процесса теплообмена. Наружная поверхность ванны орошается ледяной водой. Отопленная вода стекает в нижнюю часть корпуса охладителя, где размещается панельный испаритель холодильной машины. Вода омывает испаритель, охлаждается и центробежным насосом через фильтр снова подается в систему орошения молочной ванны.

При достижении температуры молока  $+6^{\circ}\text{C}$  термореле, установленное в схеме охладителя молока, отключает холодильную машину, водяной насос для орошения ванны ледяной водой и мешалку. Повторное включение охладителя молока производится при температуре  $+8^{\circ}\text{C}$ .

Недостатком охладителя ТОМ-2А являются повышенные энергетические затраты на охлаждение молока, поскольку отвод тепла от молока происходит через две металлические стенки: в молочной ванне и во фреоновом испарителе. Кроме того, для организации циркуляции промежуточного хладоносителя необходим теплоизолированный резервуар ледяной воды, водяной насос и т.д. Все это усложняет конструкцию охладителя и приводит к дополнительным затратам энергии.

Целью изобретения является снижение удельного расхода энергии на охлаждение молока, упрощение конструкции охладителя молока и улучшение его экологичности. Указанная цель достигается за счет замены фреоновой холодильной машины на вакуумный насос.

Известно, что при вакуумировании потерь жидкости ниже давления насыщения происходит частичное испарение и кипение жидкости, сопровождаемое поглощением тепла и снижением температуры жидкости за счет эндотермического процесса (аналогичные процессы происходят в испарителе фреоновой холодильной машины при откачке паров фреона компрессора). Поскольку молоко является раствором белковых тел в воде, испарение части воды из молока повышает его жирность.

В предлагаемой конструкции вакуумного охладителя молока снижение удельного расхода энергии связано с тем, что физический эффект охлаждения при вакуумировании выполняется непосредственно на рабочем теле молока, в то время как при использовании холодильной машины отвод тепла от молока к фреону происходит через металлические стенки с дополнительными затратами энергии.

При замене фреоновой холодильной машины на вакуумную систему значительно упрощается конструкция охладителя молока, а отказ от использования фреона повышает ее экологичность.

Приведенные особенности предлагаемого охладителя молока создают существенные отличия от прототипа и других конструкций и в технической и патентной литературе не описаны.

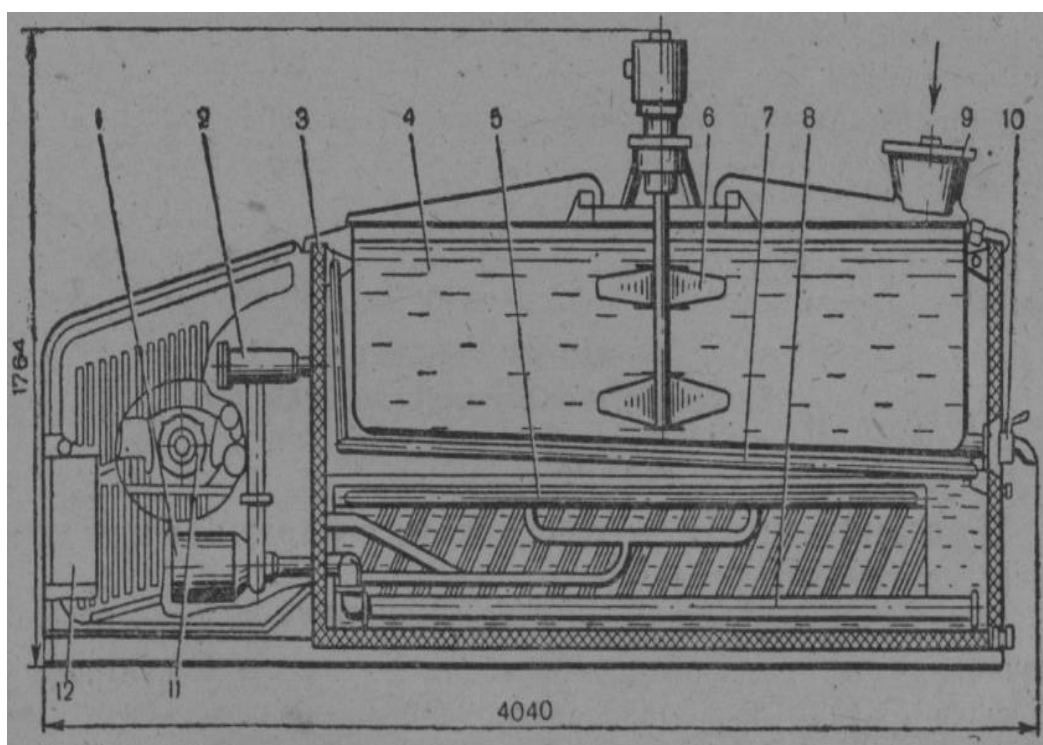


Рис.4. резервуар-охладитель молока ТОМ-2А

1-водяной насос, 2-фильтр, 3-изоляция, 4-молочная ванна, 5-испаритель, 6-мешалка, 7 и 8-система орошения, 9-фильтр для молока, 10-сливной кран, 11-компрессор, 12-шкаф управления.

Корпус резервуара – охладителя является основанием бака аккумулятора холода, в котором смонтирован панельный испаритель. Снаружи корпус изолирован специальным материалом и покрыт декоративным пластиком. В корпусе установлены молочная ванна и система орошения. Молоко сквозь фильтр 9 поступает в молочную ванну, в которой охлаждается во время работы системы орошения. Охлаждающая вода из корпуса резервуара поступает в коллектор и подается насосом сквозь фильтр 2 в систему орошения. Через отверстия в трубах вода омывает наружную поверхность ванны, охлаждая ее стенки и днище. Отработанная вода стекает во внутреннюю ванну. Днище молочной ванны имеет уклон к крану 10 для слива молока. Конечная температура молока в ванне поддерживается автоматически. Внутренняя ванна – аккумулятор холода. Вода, соприкасаясь со льдом, замороженным на панелях испарителя, вновь охлаждается.

Для аккумуляции необходимого количества холода холодильную машину включают перед циклом охлаждения за 3...4 часа. После намораживания на панелях испарителя около 400 кг льда срабатывает температурное реле, и компрессор автоматически выключается. Танк-охладитель работает в автоматическом режиме при температуре окружающего воздуха не более 30°C. При температуре окружающего воздуха до +35°C может работать в автоматическом режиме, но с меньшей производительностью. При ручном управлении сохраняет работоспособность при температуре окружающего воздуха до 40°C.

Приборы автоматики, кроме управления работой танка-охладителя, обеспечивают также защиту и выключение установки при аварийном состоянии.

Предлагаемый охладитель молока схематично изображен на (Рис.4.)

Он состоит из молочной ванны и вакуум-насоса, смонтированных на общей раме. Для снижения теплопритоков снаружи ванны нанесена теплоизоляция. Ванна имеет жидкостную и газовую полости. Газовая полость соединена с вакуум-насосом через вентиль. Заливка молока осуществляется через фильтр, установленный в горловине с откидывающейся крышкой. Уровень молока контролируется мерной линейкой. Слив молока из ванны осуществляется через молочный кран. Для предотвращения попадания молока в вакуумный насос жидкостная полость должна быть снабжена ограничителем уровня молока (на чертеже не показан), который фиксирует объемы жидкостной и газовой полостей.

Управление работой охладителя молока происходит с помощью термореле.

Вакуумный насос подбирается таким образом, чтобы давление всасывания было ниже давления насыщенного пара воды в рабочем диапазоне температур от 36°C до 6°C. Давление насыщения при температуре +36°C равно 6 КПа (44,6 мм рт.ст.), а при температуре +6°C равно 1 КПа (7,6 мм рт.ст.). Этим условиям удовлетворяет большинство современных вакуумных насосов. Например, плунжерные насосы серии НВЗ имеют давление всасывания на номинальном режиме не выше 0,13 КПа, и в них допускается вакуумирование водяных паров.

### Техническая характеристика резервуара - охладителя молока ТОМ - 2А

Производительность при охлаждении молока, л/сутки	5400-7200
Вместимость ванны, л: Геометрическая - Рабочая -	2500 1800
Время, ч: Аккумуляции холода - Охлаждения молока -	3-4 2-2,5
Температура молока, °С Поступающего – Охлажденного –	36 6
Холодильная установка	МХУ – 12 Т
Холодопроизводительность, ккал / ч	8500
Электродвигатель компрессора: Мощность, кВт - Число оборотов, мин-1 -	5,5 2910
Электродвигатель мешалки: Мощность, кВт – Число оборотов, мин-1 -	0,27 1400
Конденсатор: Марка Поверхность теплообмена, м2	КВ –75 75
Хладагент	фреон – 12
Смазочное масло	Ф – 12 – 18
Водяной насос системы орошения: Марка Производительность, м3 / ч	15 - КМ – 6 8,6
Габаритные размеры (высота с мешалкой), мм	4040; 1670 ; 1764
Масса , кг	1522

При применении комбинированной схемы охлаждения (Рис.5.), молоко предварительно охлаждается до температуры +10 +15°С в пластинчатом охладителе артезианской водой, а затем доохлаждается в резервуаре-охладителе. Это позволяет использовать холодильный агрегат пониженной мощности и снизить затраты электроэнергии по сравнению с другими схемами при охлаждении одного и того же объема молока. Перед второй дойкой молоко перекачивается в резервуар-термос, где и хранится до отправки. Исключение смешивания молока разных доек положительно сказывается на его качественных показателях.

Преимущества:

- снижение затрат на электроэнергию
- молоко разных доек не смешивается



Рис.5. Комбинированное охлаждение.

Работа охладителя молока осуществляется следующим образом. После заливки парного молока с температурой +36°С горловина герметизируется,

включается вакуумный насос и открывается вентиль 5. Вначале за короткое время из газовой полости откачивается остаточный воздух, а за ним начинают откачиваться водяные пары. Для восстановления равновесного состояния происходит выпаривание воды из молока, за счет чего температура молока понижается. При достижении температуры молока  $+6^{\circ}\text{C}$  термореле, находящееся в объеме молока, отключает вакуумный насос.

При повышении температуры молока за счет теплопритоков до  $+8^{\circ}\text{C}$  вакуумный насос включается повторно. Расчеты показывают, что при использовании молочных ванн небольшой емкости (до 250 л) и выборе качественной теплоизоляции теплопритока к молоку будут настолько низкие, что повышение температуры до  $8^{\circ}\text{C}$  будет происходить в течение 10-12 ч.

### Методические указания к работе:

Пример расчета при массе молока 1000 кг.

**1. Количество холода, необходимое для охлаждения молока, определяется по формуле:**

$$Q = m \times C_p \times \Delta t \quad (1)$$

где,  $m$  - масса молока;  $C_p$  - теплоемкость молока;  $\Delta t$  величина охлаждения молока. ( $C_p = 3,76$ ;  $\Delta t = 36 - 6 = 30^{\circ}\text{C}$ )

$$Q = 1000 \times 3,76 \times 30 = 112800 \text{ (кДж)}$$

**2. Количество воды  $m_1$ , испарившееся при вакуумировании молока и необходимое для покрытия затрат холода  $Q$  на охлаждение молока, определяется по формуле:**

$$m_1 = \frac{Q}{r}, \quad (2)$$

где,  $r$  - скрытая теплота парообразования;

при температуре  $+36^{\circ}\text{C}$ ;  $r = 2416$

при температуре  $+6^{\circ}\text{C}$ ;  $r = 2486$

Принимая  $r_{\text{ср}} = 2451$ , получаем:

$$m_1 = \frac{112800}{2451} = 46,02 \text{ (кг)}$$

**3. Относительная доля воды, испарившейся из молока (повышение жирности молока):**

$$\frac{m_1}{m} = 100\% \times \frac{46,02}{1000} = 4,6\%$$

**4. Удельный объем водяного пара  $V_{\text{ср}}$  рассчитывается как среднеинтегральная величина:**

$$V_{\text{ср}} = \frac{\varepsilon P_1 \times V_1}{\varepsilon P_i} \quad (3)$$

$$V_{\text{ср}} = \frac{2138}{46,45} = 47,2 \text{ (м}^3\text{)}$$

**5. Удельная работа  $l_{\text{уд}}$  затраченная на вакуумирование 1 кг водяного пара в реальном вакуум-насосе:**

$$l_{\text{уд}} = \frac{P_{\text{ср}} \times V_{\text{ср}}}{\mu} \times \frac{P_{\text{нагн}}}{P_{\text{ср}}}, \quad (4)$$

где,  $P_{\text{ср}} = 2,7$  КПа выбирается из таблицы при  $V_{\text{ср}} = 47,2 \text{ (м}^3\text{)}$

$P_{\text{нагн}} = 108$  КПа давление нагнетания;

$\mu = 0,55$  КПД реального вакуум-насоса (для мокрых вакуум-насосов);

$$l_{уд} = \frac{2,7 \times 47,2}{0,55} \times \frac{108}{2,7} = 858 \left( \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right),$$

**6. Полная работа L, затраченная на вакуумирование  $m_1$  кг водяного пара:**

$$L = m_1 \times l_{уд}, \quad (5)$$

$$L = 46,02 \times 858 = 39485 \text{ (кДж)}$$

**7. Тепловой поток, отбираемый хладоносителем от молока, определяется по формуле:**

$$G_M = Q_{мсм}(t_{нм} - t_{км}), \quad (6)$$

где:  $G_M$  – подача молока, кг/с;

$Q_{мсм}$  – теплоемкость молока, Дж/ кг·°С;

$t_{нм}$  и  $t_{км}$  – начальная и конечная температуры молока, соответственно.

### **Задание №1**

Провести теплотехнический расчет резервуара - охладителя для молока.

Используя данные:

#### **1 вариант**

Если масса молока составляет: 5300 кг

Скрытая теплота парообразования:

при температуре +36°С ;  $r = 2416$

при температуре +6°С ;  $r = 2486$

$\varepsilon P_{1-} = 47,89$  ;  $\varepsilon P_i = 46,23$  ;  $V_1 = 45 \text{ м}^3$

$Q_{мсм} = 2,91 \text{ Дж/ кг} \cdot \text{°С}$ .

#### **2 вариант**

Если масса молока составляет: 8900 кг

Скрытая теплота парообразования:

при температуре +36°С ;  $r = 2416$

при температуре +6°С ;  $r = 2486$

$\varepsilon P_{1-} = 47,89$  ;  $\varepsilon P_i = 46,23$  ;  $V_1 = 45 \text{ м}^3$

$Q_{мсм} = 2,91 \text{ Дж/ кг} \cdot \text{°С}$ .

Сделать выводы.

### **Литература**

1. Барановский "Оборудование предприятий молочной промышленности". - М.: Пищевая промышленность, 2002. - 625с.

2. Лунгрэн "Аппараты молочной промышленности". - М.: Пищевая промышленность, 2000. - 320с.

## Практическая работа №10

### ТЕМА: " РАСЧЕТ ПЛОЩАДИ СКЛАДА"

**Цель работы:** научиться производить расчет склада для мясных товарных запасов.

**Задачи:**

**определить:**

- грузовой объем холодильника по каждой товарной группе;
- площадь морозильной камеры;
- грузовую площадь камер;
- площадь универсальных камер;
- условная емкость холодильника;
- площадь экспедиции, платформы, машинного отделения;
- административно – бытовые помещения;
- общую площадь склада.

**Обеспеченность занятия:** методические указания по выполнению лабораторных работ.

**Контрольные вопросы при допуске к работе:**

1. Что применяют для погрузочно-разгрузочных работ молочной продукции?
2. Что такое электроштабелеры?
3. С чего начинается хранение пищевых продуктов?
4. Какие машины и устройства применяют для транспортирования мясных продуктов внутри склада?
5. Какие весы предназначены для взвешивания грузов большой массы?
6. Какая самая эффективная система материальной ответственности, которая всецело обеспечивает сохранность имеющихся товарно-материальных ценностей на складе и препятствует потерям и хищениям товаров?
7. Функции товароведа на складе.
8. Функции кладовщика.
9. Назовите условия успешного хранения молочных продуктов.

**Время выполнения:** 180 мин.

**Теоретические сведения.**

Одной из важнейших задач народного хозяйства является обеспечение круглогодичного бесперебойного снабжения населения высококачественными продовольственными продуктами в широком ассортименте.

Необъемлемой частью технологических процессов производства скоропортящихся продуктов, их последующей сохранности, транспортировки и реализации является искусственный холод. Не менее 40% производимой в нашей стране сельскохозяйственной продукции необходимо подвергать холодильной обработке в целях предотвращения ее порчи и сокращения потерь. Воздействие холода по сравнению с другими методами консервирования пищевых продуктов вызывает минимальное изменение их основных свойств.

Холодильное консервирование – один из эффективных способов обработки и сохранения продуктов высокого качества. Наиболее распространенным и экономичным

является охлаждение и хранение продовольственных продуктов в охлажденном состоянии, позволяющее наиболее полно сохранить присущие им потребительские свойства. Однако срок хранения охлажденных пищевых продуктов ограничен, что не позволяет создать достаточные запасы и обеспечить непрерывное снабжение населения.

Для увеличения продолжительности хранения продукты замораживают, что существенно тормозит скорость протекания процессов, влияющих на качество. Замораживание и хранение в замороженном виде изменяют начальное качество продуктов, но позволяют сохранить их ценные питательные свойства. Развитие холодильной техники и технологии как самостоятельной области знаний началось одновременно с применением холода в пищевых отраслях промышленности и торговле. Первая лаборатория по холодильной технике и технологии пищевых продуктов в нашей стране была организована проф. Ф.С. Касаткиным в Российской экономической академии им. Г.В. Плеханова в 1918г. В лаборатории был проведен ряд исследований по холодильной обработке скоропортящихся продуктов и тем самым намечены основные направления новой отрасли прикладной науки – холодильной технологии и хранения пищевых продуктов.

В России создана и действует непрерывная холодильная цепь, позволяющая сохранить качество и массу продовольственных продуктов на всех этапах товародвижения от производства до потребления. Внедрение искусственного холода, совершенствование технических средств и методов холодильной обработки и хранения продуктов способствуют снижению потерь и сохранению их биологической ценности.

В оптовой и розничной торговле с помощью искусственного холода хранится и реализуется значительное количество пищевых продуктов.

Обратим внимание на универсальность холодильных складов. Помимо возможного совмещения или комбинации способов размещения продукции (напольный/стеллажный различных исполнений), для холодильников под этим качеством подразумевается также возможность совмещения различных температурных режимов («сухой», охлаждаемый, холодильный или морозильный).

#### Выбор типа склада в зависимости от выполняемых функций

Характер выполняемых функций наиболее полно отражает особенности устройства и оборудования холодильников. Разделение холодильников на виды предусматривает создание непрерывной холодильной цепи. В зависимости от характера выполняемых функций холодильники делят на производственные, заготовительные, распределительные и транспортно-экспедиционные.

Производственные холодильники находятся при пищевых промышленных предприятиях (например, мясных комбинатах). Они имеют высокую производительность устройств для охлаждения и замораживания продуктов и сравнительно небольшой объем помещений для хранения продуктов.

Заготовительные холодильники размещают в районах заготовок скоропортящихся продуктов – молока, мяса, рыбы, птицы, яиц и др.

Распределительные холодильники находятся преимущественно в ведении оптовых торговых организаций и предприятий и размещаются в районах потребления. Они предназначены для длительного хранения продуктов, поступающих от производственных и заготовительных холодильников.

Транспортно-экспедиционные, или перевалочные, холодильники размещают при крупных железнодорожных станциях, в портах. Они служат для краткосрочного



хранения продуктов и перегрузки их с одного вида транспорта на другой.

По специализации холодильники делят на универсальные, предназначенные для хранения всех скоропортящихся товаров, и специализированные – для одной группы скоропортящихся продуктов.

В зависимости от объема занимаемых помещений холодильники могут быть: малой емкости – до 500 т, средней емкости – от 500 до 6 тыс.т и большой емкости – свыше 6 тыс.т.

По количеству этажей холодильники подразделяются на одноэтажные и многоэтажные (в 2, 3, 4 этажа), с подвалом и без подвала.

## 2 Определение ассортимента хранимых товаров

Ассортимент хранимых товаров представлен в Таблице 1.

Таблица 1 – Ассортимент хранимых товаров

<b>Наименование товара</b>	<b>Количество производителей</b>
<b>Мясо:</b>	3
Мясные полуфабрикаты специального назначения:	2
<b>Колбасные изделия:</b>	
Варенная докторская	3
Полукопченая Атаманская	1
Сырокопченая	2
Ливерная Обыкновенная	3
<b>Копчености:</b>	4
<b>Мясные полуфабрикаты:</b>	
Котлета натуральная	3
Пельмени домашние	3
Гуляш	2
Азу	2
<b>Мясные консервы:</b>	
Свинина тушеная	3
Говядина тушеная	3
Говядина и Свинина тушеная	2

## 3. Выбор складских помещений. Планировка и устройство склада

К складским помещениям холодильника мясной продукции относятся: экспедиции для приема и отпуска; камеры для хранения продуктов, не требующих замораживания; камеры для мороженых продуктов; морозильные камеры; камера для дефектных товаров; фасовочные; камеры для хранения фасованных товаров.

Экспедиция размещается преимущественно в центре камер для хранения мясных товаров.

Камеры для хранения продуктов специализируются в зависимости от физико-химических свойств товара и создания для них необходимого температурного режима. При этом камеры с одинаковым режимом хранения размещают группами. Так, отдельными блоками размещают морозильные камеры, камеры для хранения продуктов, не требующих замораживания, и т.д.

Карантинная камера для кратковременного хранения дефектных товаров размещается изолированно и может иметь два выхода: на платформу и в экспедицию.

Помещения для фасовки товаров в многоэтажных холодильниках могут занимать подвальный, первый или второй этажи. К ним примыкают камеры для хранения

фасованных товаров.

Для сортировки и упаковки продуктов редко предусматриваются отдельные помещения. Эти операции, как правило, выполняются в экспедициях.

Вспомогательные помещения размещают в одном здании с операционными. К операционным помещениям могут примыкать комнаты для экспедиторов и товароведов.

Машинное отделение холодильника размещается в определенной близости к блоку охлаждаемых камер и должно иметь два выхода наружу с дверями, открывающимися в сторону входа.

Над помещением машинного отделения и холодильными камерами с непосредственным испарением аммиака, а также в смежных с ними помещениях нельзя располагать комнаты, где собирается много людей.

#### 4. Расчет складских помещений

##### 4.1 Полезная площадь склада необходимая для хранения

Условия задачи:

1. Товарные запасы (Зт) холодильника (в т) и высота камер (Вк) хранения его (в м):

Таблица 2 – Товарные запасы холодильника

Товарные группы	Товарные запасы (Зт), т.
Мясо	600
Мясные полуфабрикаты спец. назначения	200
Колбасные изделия	450
Мясные копчености	270
Мясные полуфабрикаты	300
Мясные консервы	170
Средняя высота камер хранения холодильника Вк = 5м.	

2. Расстояние отступа до потолка (Оп) при укладке товаров на хранение составляет 0,5 м.

3. Для обеспечения нормальных условий работы подъемно-транспортных механизмов грузовая площадь должна составлять 75% площади камер хранения, а площадь проходов – 25% (К=0,25).

4. В холодильнике предусматриваются морозильные камеры из расчета замораживания 1% (К=0,01) товарных запасов холодильника. Норма площади этих камер (Нм) составляет 5,5 м<sup>2</sup> /т. Продукция в них не хранится.

5. Коэффициенты распределения площади камер хранения по их видам:

Таблица 3- Коэффициенты распределения площади камер хранения

Вид камеры	Коэффициент распределения
Универсальные (Ку)	0,28
Для хранения мороженых продуктов (Км)	0,72

#### **Решение задачи:**

1. Грузовой объем холодильника по каждой товарной группе (Огх), м<sup>3</sup> :

$$O_{гх} = Z_{т} / H_{го}$$

где значение Нго см. в приложении 1.

$$O_{гх} (\text{Мясо}) = 600 / 0,65 = 923,077 \text{ м}^3$$

$$O_{гх} (\text{Мясные полуфабрикаты спец. назначения}) = 200 / 0,65 = 307,7 \text{ м}^3$$

$$O_{гх} (\text{Колбаса}) = 450 / 0,65 = 692,308 \text{ м}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Огх (Копчености)} &= 270/0,65 = 415,385 \text{ м}^3 \\ \text{Огх (Мясные полуфабрикаты)} &= 300/0,65 = 461,54 \text{ м}^3 \\ \text{Огх (Мясные консервы)} &= 170/0,65 = 261,54 \text{ м}^3 \end{aligned}$$

## 2. Площадь морозильной камеры (Пм):

$$\begin{aligned} \text{Пм} &= 0,01 \times \Sigma \text{Зт} \times \text{Нм} \\ \Sigma \text{Зт} &= 600 + 200 + 450 + 270 + 300 + 170 = 1990 \text{ т.} \\ \text{Пм} &= 0,01 \times 1990 \times 5,5 = 109,45 \text{ м}^2 \end{aligned}$$

## 3. Грузовая площадь камер (Пгр) в м<sup>2</sup> исходя из грузового объема (Огх) и высоты штабеля (Вк -Оп):

$$\begin{aligned} \text{Пгр} &= \text{Огх} / (\text{Вк} - \text{Оп}) \\ &\text{и площадь камер хранения с учетом площади проходов и проездов для подъемно-} \\ &\text{транспортного оборудования} \\ \text{Пх} &= \text{Пгр} + 0,25 \times \text{Пгр} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Пгр (Мясо)} &= 923,077/4,5 = 205,13 \text{ м}^2 \\ \text{Пгр (Мясные полуфабрикаты спец. назначения)} &= 307,7/4,5 = 68,38 \text{ м}^2 \\ \text{Пгр (Колбасы)} &= 692,308/4,5 = 153,85 \text{ м}^2 \\ \text{Пгр (Копчености)} &= 415,385/4,5 = 92,308 \text{ м}^2 \\ \text{Пгр (Мясные полуфабрикаты)} &= 461,54/4,5 = 102,56 \text{ м}^2 \\ \text{Пгр (Мясные консервы)} &= 261,54/4,5 = 58,12 \text{ м}^2 \\ \text{Пх (Мясо)} &= 205,13 + 0,25 \times 205,13 = 256,41 \text{ м}^2 \\ \text{Пх (Мясные полуфабрикаты спец. назначения)} &= 68,38 + 0,25 \times 68,38 = 85,475 \text{ м}^2 \\ \text{Пх (Колбасы)} &= 153,85 + 0,25 \times 153,85 = 192,31 \text{ м}^2 \\ \text{Пх (Копчености)} &= 92,308 + 0,25 \times 92,308 = 115,385 \text{ м}^2 \\ \text{Пх (Мясные полуфабрикаты)} &= 102,56 + 0,25 \times 102,56 = 128,2 \text{ м}^2 \\ \text{Пх (Мясные консервы)} &= 58,12 + 0,25 \times 58,12 = 72,65 \text{ м}^2 \end{aligned}$$

## 4. Площадь универсальных камер (Пук):

$$\begin{aligned} \text{Пук} &= \text{Пх} \times \text{Ку} \\ &\text{и площадь камеры хранения мороженных продуктов (Пмп):} \\ \text{Пмп} &= \text{Пх} \times \text{Км} \\ \text{Пук (Мясо)} &= 256,41 \times 0,28 = 71,795 \text{ м}^2 \\ \text{Пук (Мясные полуфабрикаты спец. назначения)} &= 85,475 \times 0,28 = 23,93 \text{ м}^2 \\ \text{Пук (Колбасы)} &= 192,31 \times 0,28 = 53,85 \text{ м}^2 \\ \text{Пук (Копчености)} &= 115,385 \times 0,28 = 32,307 \text{ м}^2 \\ \text{Пук (Мясные полуфабрикаты)} &= 128,2 \times 0,28 = 35,895 \text{ м}^2 \\ \text{Пук (Мясные консервы)} &= 72,65 \times 0,28 = 20,342 \text{ м}^2 \\ \text{Пмп (Мясо)} &= 256,41 \times 0,72 = 184,62 \text{ м}^2 \\ \text{Пмп (Мясные полуфабрикаты)} &= 128,2 \times 0,72 = 92,304 \text{ м}^2 \end{aligned}$$

### 4.1. Условная емкость холодильника (Еу):

$$\begin{aligned} \text{Еу} &= \Sigma \text{Огх} \times \text{Нго} \\ &\text{где значение Нго см. в приложении.} \\ \Sigma \text{Огх} &= 923,077 + 307,7 + 692,308 + 415,385 + 461,54 + 261,54 = 3061,55 \text{ т} \\ \text{Еу} &= 3061,55 \times 0,65 = 1990 \text{ т} \end{aligned}$$

#### 4.2 Площадь экспедиции, платформы, машинного отделения

Рассчитываем по данным приложения 1 площади:

1. Платформы (Ппл):  $Ппл = Нпл \times Еу$
2. Экспедиции (Пэ):  $Пэ = Нэ \times Еу$
3. Грузовых коридоров (Пгк):  $Пгк = Нкг \times Еу$
4. Машинного отделения (Пмо):  $Пмо = Нмо \times Еу$

$$Ппл = 0,32 \times 1990 = 636,8 \text{ м}^2$$

$$Пэ = 0,15 \times 1990 = 298,5 \text{ м}^2$$

$$Пгк = 0,16 \times 1990 = 318,4 \text{ м}^2$$

$$Пмо = 0,06 \times 1990 = 119,4 \text{ м}^2$$

По данным приложения 1 устанавливаем площадь кабинета директора (Пкд), площадь комнаты обогрева (Пко) и площадь хозяйственной кладовой (Пхк).

$$Пкд = 10 \text{ м}^2$$

$$Пко = 15 \text{ м}^2$$

$$Пхк = 10 \text{ м}^2$$

#### 4.3 Административно – бытовые помещения

По приложению 2 устанавливаем численность работников холодильника (Чп) и на основе данных приложения 1 рассчитываем площади:

$$\text{Конторы (Пк):} \quad Пк = Нк \times Чк$$

$$\text{Комнаты отдыха и приема пищи (По):} \quad По = Нпо \times Чп$$

Административно-бытовых помещений (Па):

$$Па = Пкд + Пко + Пхк + Пк + По$$

Коридоров в административно-бытовых помещениях (Пка):

$$Пка = (На \times Па) / 100$$

Общую площадь административно-бытового здания (Пао):

$$Пао = Па + Пка$$

$$Пк = 3,5 \times 19 = 66,5 \text{ м}^2$$

$$По = 0,2 \times 75 = 15 \text{ м}^2$$

$$Па = 10 + 15 + 10 + 66,5 + 15 = 116,5 \text{ м}^2$$

$$Пка = (116,5 \times 20) / 100 = 23,3 \text{ м}^2$$

$$Пао = 116,5 + 23,3 = 139,8 \text{ м}^2$$

#### 4.4 Общая площадь склада

Таблица 4 – Общая площадь склада

Наименование площади	Площадь, м <sup>2</sup>	Площадь выраженная в строительных прямоугольниках
Пм	109,45	2
Пх (мясо)	256,41	4
Пх (мясные п/ф спец назначения)	85,475	1
Пх (колбасы)	192,31	3
Пх (копчености)	115,385	2
Пх (мясные полуфабрикаты)	128,2	2
Пх (мясные консервы)	72,65	1
Ппл	636,8	9
Пэ	298,5	4
Пгк	318,4	4

Пмо	119,4	2
Пао	139,8	2
Общая площадь склада	2472,78	36

## **5 Организация складского технологического процесса на складе**

### **5.1 Организация приемки товара на склад**

Хранение пищевых продуктов всегда начинается с приемки. Прием продуктов осуществляют при поступлении на холодильник в соответствии с требованиями действующих инструкций, положений, стандартов, технических условий и других документов.

Сопроводительные документы (вагонные и контрольные сопроводительные листы; санитарные и ветеринарные свидетельства; листы, удостоверения о качестве; сертификаты; спецификации и накладные отправителей) проверяют до разгрузки холодильного транспорта.

При отсутствии одного или нескольких этих документов делают соответствующую запись в приемном документе. Перед началом разгрузки тщательно проверяют состояние пломб, люков, а затем приступают к приемки по количеству и качеству.

Товароведную оценку мясных продуктов на холодильнике проводят товароведы. В основные обязанности их входят: приемка по количеству и качеству поступающих на холодильник продуктов; контроль за правильностью их размещения в камерах и соблюдение сроков хранения; контроль за качеством хранящихся продуктов и организация отпуска продукции со склада.

Мясные продукты, поступившие с различными дефектами размещают в специальной камере для кратковременного хранения (камера дефектных грузов).

Тару и упаковку проверяют на соответствие требованиям стандартов и санитарному состоянию. Все продукты в неисправной таре отсортировывают, а массу нетто определяют взвешиванием после освобождения тары.

Учитывая специфику последующего холодильного хранения, особое внимание при приемке мясных продуктов уделяют соблюдению температурного режима при транспортировании; температуре воздуха в транспортном средстве перед выгрузкой продуктов; температуре продуктов.

### **5.2 Технология размещения, укладки и хранения мясных товаров**

Существуют общие принципы выбора режимов хранения охлажденных и замороженных мясных продуктов и некоторые требования к холодильным сооружениям и системам охлаждения камер хранения, вытекающие из этих принципов.

Первый принцип – строгое постоянство и равномерность поля режимных параметров. Если меняются какие-либо внешние условия, воздействующие на режимные параметры в камере, то их необходимо компенсировать таким образом, чтобы режим в камере не нарушался. Полностью выполнить этот принцип невозможно, поэтому стремятся к тому, чтобы отклонения от заданного режима были минимальны. В наибольшей степени этого можно достигнуть при совершенной теплоизоляции и автоматическом регулировании работы охлаждающих устройств.

Вторым общим принципом хранения, который тесно связан с первым, является сокращение всякого рода теплопритоков в камеры хранения. Это внешние теплопритоки, которые уменьшаются, когда надежна теплоизоляция камеры, и

внутренние, которые могут образоваться при внесении теплого груза, открывании дверей и вследствие других причин подобного рода.

Такие теплопритоки нарушают температурный режим, влияют на величину относительной влажности, создают неравномерность поля режимных параметров.

#### Условия успешного хранения мясных продуктов:

- первое – доброкачественность поступающих на хранение мясных продуктов (холод только замедляет или приостанавливает развитие микроорганизмов).
- второе – содержание камер в чистоте. Необходимо возможно чаще проводить дезинфекцию холодильных камер и тщательную их уборку.
- третье – самое важное условие правильного использования холода – поддержание в холодильных камерах необходимых температур, относительной влажности, скорости циркуляции воздуха и его вентиляции.
- четвертое – размещение и укладка скоропортящихся продуктов при холодильном хранении, что имеет важное значение.
- пятое – строгое соблюдение принципов товарного соседства.

Новые партии продуктов при поступлении на хранение следует помещать в камеры, в которых хранились подобные продукты. Мясные продукты в камерах должны хорошо омываться охлаждающим воздухом со всех сторон, для этого их укладывают не на пол, а на подтоварники или стеллажи. Нельзя также размещать продукты вплотную к стенам и слишком плотно друг к другу. Для подступа к продуктам надо оставлять проходы.

Самое важное условие – поддержание оптимальных режимов постоянными во всем объеме холодильных камер в течение всего времени хранения.

### 5.3 Организация и технология отпуска товаров со склада

Заключительную часть складского технологического процесса составляют операции по отпуску товаров со склада. К ним относят:

- оформление продажи товаров оптовым покупателям, в зале товарных образцов;
- отборку товаров с мест хранения;
- перемещение товаров в зону комплектования заказов покупателей;
- комплектование заказов и упаковку (укладку в тару-оборудование);
- помаршрутное комплектование партий товаров;
- перемещение укомплектованных партий товаров в зону погрузки;
- погрузку автотранспорта, контейнеров, железнодорожных вагонов.

Оформление продажи молока и мясных товаров оптовым покупателям производится в зале товарных образцов.

Различают механизированную и ручную отборку товаров с мест хранения.

Механизированная отборка применяется в основном на крупных складах. При этом груз, спакетированный на поддоне, снимается с помощью механизма с места укладки и в виде целой транспортной единицы перемещается в зону комплектования заказов.

Ручная отборка осуществляется при отпуске небольшого количества молочных продуктов, хранимых на стеллажах.

### 5.4 Оборудование для погрузочно–разгрузочных работ и хранения товаров

Для укладки и хранения мясных продуктов применяют стеллажи и поддоны.

Стеллажи бывают универсальные и специальные (по назначению) или сборно-разборные и неразборные (первые удобны большим количеством вариантов их компоновки).

Выбор оборудования для хранения мясных продуктов на складах с учетом использования схем механизации и способов укладки влияет на уровень механизации складских процессов и эффективность работы склада. От него во многом зависит набор подъемно-транспортных средств для внутрискладской переработки грузов.

Одним из важнейших видов оборудования, обеспечивающего возможность механизированной переработки, являются средства пакетирования

Пакетирование – это формирование на поддоне укрепленной грузовой единицы, обеспечивающее целостность пакета и возможность его механизированной переработки.

Транспортный пакет представляет собой укрупненную грузовую единицу, размещенную на средствах пакетирования.

В качестве средств пакетирования применяются:

- поддоны (паллеты);
- контейнеры.

Поддоны – устройства, предназначенные для хранения, перемещения и транспортировки. Это средство пакетирования, имеющее настилы, а при необходимости надстройку для размещения и крепления грузов.

Контейнеризация представляет собой способ переработки грузов, спакетированных в различные виды контейнеров. Контейнеры являются специализированными транспортными средствами, различающимися конструктивно, вместимостью, способом погрузки и перемещения.

Контейнеры, которые имеют грузоподъемность свыше 2,5 т, называются транспортными. Минимальный объем контейнера – 1 м<sup>3</sup>. Используется он многократно. Контейнеры можно транспортировать различными средствами и перегружать с одного вида транспорта на другой без промежуточной модификации груза. Они оборудованы специальными приспособлениями для перемещения. Развитие международных связей привело к необходимости унификации размеров и конструкций основных типов контейнеров. Сфера применения системы контейнеризации зависит от особенностей товаров и условий их транспортирования. Выбор контейнеров в качестве средства пакетирования должен быть экономически обоснованным.

Для погрузочно-разгрузочных работ молочной продукции применяют машины – вилочные погрузчики и штабелеры.

Вилочные погрузчики подразделяются на электропогрузчики и автопогрузчики.

Электропогрузчики – рабочий орган – вилы. Грузоподъемность 0,5-5 т, высота подъема груза от 2 до 5,6 м. Применяют для погрузки и разгрузки железнодорожных вагонов, бортовых автомобилей и автоприцепов.

ЭП - 103 – габариты: длина 1,8м, ширина 0,93м, высота 1,7м.

ЭП - 103К – габариты: длина 1,86м, ширина 0,95м, высота 1,45м.

ЭП – 02\04 - габариты: длина 2,06м, ширина 0,96м, высота 2,1м.

Автопогрузчики в действие приводятся двигателем внутреннего сгорания и, следовательно, работают на открытых площадках. Грузоподъемность от 3,2 до 10 т, высота подъема груза до 8,2 м.

Электроштабелеры – машина напольного безрельсового транспорта. Работают в закрытых помещениях с твердым и ровным покрытием пола. Укладывают тарно-

штучные грузы в стеллажи и штабеля на высоту до 4,5 м. выпускаются грузоподъемностью 0,5; 0,8; 1; 1,25; 1,6 и 2 т.

Техническая характеристика ЭШ – 183:

Грузоподъемность, кг 500

Высота поднятых вил, м 4,5

Габариты, м:

длина (при поперечном положении вил) 2,23

ширина 1,39

высота (при опущенных вилах) 2,09

высота (при максимально поднятых вилах) 5,48

### 5.5 Оборудование для внутрискладского перемещения грузов, фасовочное и весоизмерительное оборудование

Для транспортирования мясных продуктов внутри склада применяют следующие машины и устройства: конвейеры, гравитационные устройства, грузовые напольные тележки.

Конвейеры (транспортеры) – транспортные машины непрерывного действия. В зависимости от грузонесущих органов бывают ленточные, пластинчатые и роликовые.

Конвейер наклонный передвижной КНЛП – 5: ширина ленты – 0,5 м; высота подъема груза 0,74 – 3,4; длина – 7; ширина – 0,9, высота – 0,74.

Конвейер пластинчатый КП – 55: длина 8,24; ширина 0,96; высота – 0,55.

Гравитационное устройство – конвейеры и вертикальные спуски. Груз перемещается под действием силы тяжести.

Грузовые напольные тележки – бывают электрические и ручные. Электротележки перемещают груз на расстояние 1 км. Грузоподъемность 500, 750, 1000 и 2000 кг.

ЭТ – 550 – габариты 3,7\*1,56\*1,6.

ЭТ – 550М – габариты 3,4\*1,65\*1,6.

Ручные на 3-4 колеса грузоподъемностью 0,25-1 т.

В зависимости от конструкции весы делятся на: гиревые, напольные, шкально-гиревые, циферблатные, полуавтоматические и автоматические.

Грузы массой от 50 кг до 3 т взвешивают на передвижных напольных весах. Они имеют следующие пределы взвешивания:

- Шкально-гиревые – 500 г, 1, 2 и 3 т;
- Шкальные – 50, 100, 200, 500 кг, 1, 2 и 3 т;
- Циферблатные – 60, 100, 150, 300, 600, 1, 2 и 3 т;

Платформенные стационарные весы предназначены для взвешивания грузов большой массы.

Автомобильные весы с наибольшими пределами взвешивания 10, 15, 30, 60, 100 и 150 т.

Таблица 5 - Оборудование для фасовки, упаковки и взвешивания, используемое на складах

п/п	Наименование оборудования	Параметры	Краткая характеристика
1	Фасовочно-упак. полуавтомат для жидких продуктов РТ-ПМ-12	100x70x170	До 15пак/мин (от 0, 2 до 2л), сварка пакетов из рулонной пленки, весовое. дозир-е, заварка пакета, 2 кВт, 1 00кг
2	Упаковочный термоус. аппарат ТПЦ-	175x70x95	До 70 уп/час-макс. разм.-40x38x36см,



	450 (продовольственные и промышленные штучн. изделия)		рулон, пленка шириной до 45 см (ПВХ,ПВД,ПНД); 4,2 кВт, 72кг
3	Упаковочный термоус. аппарат ТПЦ-370 (хл.булочные и кондит. изделия, любые штучн. товары)	200x57x88	До 300 уп/час-макс. разм. 58x35x22см, рулон, пленка шириной до 45 см (ПВХ, ПВД,ПНД); 4, 5 кВт, 85кг
4	Весы товарные РП-150М02 (механические, напольные)	62x40x70	До 150 кг, стойка на платформе, коромысловый указатель, 35 кг
5	Весы товарные ВТ- 401 4-500 (механические, напольные)	99x83x100	До 500 кг, стойка на платформе, коромысловый указатель, 96 кг
6	Весы складские ВТ-4014-1Ш (механические, напольные)	115x83x100	До 1000кг, стойка на платформе, коромысловый указатель, 115кг
7	Весы товарные РП-3Ш13 (механические, напольные)	189x150x140	До 3000 кг, стойка на платформе, коромысловый указатель, 500 кг

### 5.6 Структура аппарата склада и функции его работников

Структура аппарата склада и численность работников определяются видом склада, ассортиментом товаров, объемом товарооборота, сложностью и объемом выполняемых складских операций. Функционирование склада осуществляется под общим руководством торгового (коммерческого) отдела оптовой организации.

Склад возглавляет заведующий. Он несет всю полноту ответственности за сохранность вверенных ему материальных ценностей, организует контроль поступления товаров, состояния товарных запасов. Кроме того, в его функции включены организация приемки товаров, их хранения и отпуска клиентам-покупателям, правильное размещение товаров на складских площадях, рациональное и эффективное использование всех площадей склада.

Кладовщики должны осуществлять приемку товаров и дальнейшее их размещение на хранение, уход за товарами в процессе складского хранения. Кладовщики - материально-ответственные лица, они несут всю полноту материальной ответственности за сохранность хранимых товаров с момента их поступления на склад до момента сдачи товаров в экспедицию или сектор упаковки.

Отборка товаров на складе, их первичная упаковка во внутреннюю тару и последующая передача в сектор упаковки производится силами отборщиков. Они же обязаны заполнять отборочные фактуры.

Укладка товаров в тару, маркировка грузов и пломбировка тарных мест - задача упаковщиков. Они несут ответственность за верность упаковки, наличие и сохранность товаров в паковочном месте.

Распаковку товаров во время их приемки, подсчет и регистрацию поступивших на склад товаров по видам и количеству осуществляют сортировщики. В их обязанности включены подборка материалов для оформления актов приемки товаров.

Машинисты подъемно-транспортных механизмов и машин, а также грузчики должны выполнять работы по переноске (перевозке), перемещению и укладке товаров.

Товароведы участвуют в организации и проведении складских операций, связанных с приемкой и хранением товаров. Товароведы контролируют поддержание во всех складских помещениях регламентированных газо-температурно-влажностных режимов хранения. Их обязанностями также являются:

- постоянный контроль ассортимента товаров и принятие необходимых мер по его пополнению;
- исследование спроса клиентов-покупателей;

- своевременная подача заявок в торговую службу предприятия-оптовика на необходимые товары (группы товаров);

- анализ имеющихся данных о текущем движении товарных запасов по отдельным наименованиям или товарным группам, своевременные доклады руководству предприятия-оптовика о результатах этого анализа.

Эффективная система материальной ответственности, которая всецело обеспечивает сохранность имеющихся товарно-материальных ценностей на складе и препятствует потерям и хищениям товаров, - бригадная материальная ответственность. В состав бригады на складе (имея ввиду материально-ответственных лиц) включаются разные категории сотрудников (кладовщики, заведующие секциями, отборщики товаров и проч.). Введение такой системы материальной ответственности возможно только при согласии складских работников. Бригада подписывает договор (подписи ставят все члены бригады и руководитель предприятия-оптовика), принимая на себя материальную ответственность за все переданные бригаде под отчет товарно-материальные ценности.

### Задание №1

Произвести расчет площади склада, для хранения мясной продукции. По данным таблицы. Сделать выводы.

Товарные группы	Товарные запасы (Зт), т.
Мясо	900
Колбасные изделия	500
Мясные копчености	300
Мясные полуфабрикаты	400
Мясные консервы	200
Средняя высота камер хранения холодильника Вк = 5м.	

### Список использованной литературы

1. Холодильная техника и технология: Учебное пособие / С.А. Большакова, В.Ф. Лебедев, А.В. Локтев и др. – М.: ИНФРА, 2000.– 282 с.

2. Справочник. Проектирование холодильных сооружений. – М.: Пищевая промышленность, 1978. – 255 с.

### Приложение 1

Таблица 6 – Состав и нормативы помещений производственных холодильников

Состав помещений холодильника	Нормативы
Норма площади экспедиции (Нэ), м2 на 1 т условной ёмкости	0,15
Норма площади коридоров, соединяющих камеры хранения с морозильными камерами и экспедицией (Нкг), м2 на 1 т условной емкости	0,16
Норма площади платформы (Нпл) для разгрузки и погрузки товаров, м2 на 1 т условной емкости	0,32
Норма площади машинного отделения холодильника (Нмо), м2 на 1 т условной емкости	0,06
Кабинет директора (Пкд), м2	10
Комната обогрева (Пко), м2	15
Хозяйственная кладовая (Пхк), м2	10

Норма площади конторы (Нк), м2 на каждого конторского работника	3,5
Норма площади комнаты отдыха и приема пищи (Нпо), м2 на каждого работника	0,2
Норма площади коридоров в административно – бытовых помещениях (На) от расчетной площади этих помещений	20%

Таблица 7 – Численность персонала холодильника (Чп)

Категория работников	Условная емкость холодильника (Еу), т		
	До 2000	От 2001 до 4000	От 4001 и выше
Всего	75	105	120
В том числе:			
Административно – конторский персонал (Чк)	19	23	25

## Практическая работа №11

### ТЕМА: "ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ЗЕРНОВОЙ МАССЫ ОТ ПРИМЕСЕЙ."

**Цель работы:** провести технологический расчет оборудования для очистки зерновой массы от примесей.

**Задачи:**

Научится производить расчет:

- оборудования для отделения легких и широких примесей зерна;
- количества оборудования для очистки зерна и массу зерна, которое поступит на обработку.

**Обеспеченность занятия:** методические указания по выполнению практических и лабораторных работ.

**Контрольные вопросы при допуске к работе:**

1. От каких видов примесей осуществляется очистка зерна?
2. Функции машины для очистки зерна.
3. Для чего зерновая смесь разделяется на фракции?
4. Что представляет собой зерноочистительная машина?
5. Как классифицируются зерноочистительные машины?
6. Для чего используют триер и камнеотдилитель?
7. Назовите оборудование для вторичной очистки зерна.

**Время выполнения:** 135 мин.

**Теоретические сведения.**

Без сельского хозяйства невозможно представить жизнь современного человека. Чтобы товары аграрного комплекса хранились долгое время необходимо создать приемлемые условия для очистки зерна от примесей. Зерноочистительная машина – агрегат сельскохозяйственного назначения, который осуществляет очистку семян, а также его сортировку по разным признакам, размерам, шероховатости, плотности и цвету. Принцип работы основан на: свойствах аэродинамики; размерах; плотности, форме, состоянии поверхности семян; их упругости, цвете и электрофизических свойствах. Машина для очистки зерна способна: очистить семена при помощи воздушного потока; разделить зерна, в зависимости от размера, на решетках; произвести обмолот воздушным потоком; разделить семена по длине на триерах; очистить и отсортировать зерна по плотности; произвести разделение семени по внешнему виду с использованием камер и инженеров. Самым основным показателем качества семян считается их чистота. При сборе урожая могут попадаться примеси других зерновых культур. Обязательно после уборки зерно проходит очистку. Очистка зерна осуществляется от трех видов примесей: зерновой (она включает поврежденные, проросшие, шуплые и давленные зерна); сорная (представлена комками земли, песком, шлаками, листвой, стеблями, семенами дикорастущих сорняков, вредителями); вредная (представляет огромную опасность для животных и человека, к ней относятся ядовитые растения). Также еще бывают примеси отделимые и трудноотделимые. Первые можно удалить при помощи традиционных способов, а вторые – при помощи специального оборудования. Если машина для очистки зерна правильно

отрегулирована, то на полях можно максимально удалить из семян легкие органические примеси. А при засорении площадей сорняками, очистка зерна производится после сбора. Также удалению подлежат заплесневевшие, раздавленные семена. Обязательно смесь разделяется на фракции: зерно первого сорта; второго сорта; примеси крупных размеров; отходы мелкие. Данный процесс разделения на фракции называется сепарированием. Расчет очистки зерна осуществляется при помощи разнообразных формул. Сама методика описана в инструкции о ведении учета и оформлении операций с зерновыми. Согласно этому документу, расчет осуществляется, когда зерно поступает на хранение и отображается в складских документах. Если происходит переоформление (после доработки зерна), то расчетная масса не вычисляется. Эта масса используется для проведения различных типов денежных расчетов, также для закупок с залогом. Так что же такое зачетный (расчетный) вес зерна? Этот показатель обозначает физическую массу зерновой культуры, которая уменьшена на расчетную величину веса отклонений к условиям влаги и примесей в семени.

Формула расчетной массы: расчетная масса = физическая масса – физическая масса × (процент уменьшения примеси + процент уменьшения влаги)/100). Расчет по этой формуле происходит, только если зерно требует какой-либо доработки. Когда производится сушка и очистка зерна, то вес уменьшается на величину убыли влаги и примесей. Процесс сушки должен быть нормированным и не вредить семенам. Происходит разделение зерновой массы на различные фракции, сорта и классы. И, как последний этап, нужно защитить зерно от технологического засорения. Сельскохозяйственная машина для очистки и сортировки зерна поможет справиться на первом и третьем этапе.

Зерноочистительные машины классифицируются:

- По назначению: общие и специальные. Машины общего назначения используются при первичной и вторичной очистке, сортировке. Машины специального назначения применяются для вспомогательной и специальной обработки семян.
- По принципу действия и составу рабочих структур машины общего назначения: воздушно-решетные, воздушные, триерные и воздушно-решетно-триерные.
- По способу передвижения: стационарные и передвижные.

После переработки зерна получают муку, которая используется как сырье для производства: хлеба, булочек, кондитерских изделий, макарон и круп. Переработка и очистка зерна происходит в несколько этапов. В первую очередь нужно переработать зерно, очистить от примесей. Для обеспечения данного процесса используется машина для очистки зерна. Именно это оборудование отвечает за эффективность осуществляемых операций, также за то, какого качества будет готовая продукция. Чтобы выполнить очистку зерна, необходимо, чтобы машина обеспечивалась технически в соответствии с тем, какие выделяются производственные нужды. Сельскохозяйственная машина для очистки зерна может быть нескольких типов: Воздушно-ситовой сепаратор предназначен для очистки семян от легких, мелких и крупных примесей. Камнеотделитель используется для удаления камней, стекол и иных немагнитных примесей. Триер предназначен для очистки зерна от примесей, которые

меньше или больше размера зерна. Магнитный сепаратор используется для очистки зерна от магнитных примесей. Самым целесообразным является использование оборудования, способного очистить зерно от всевозможных видов примесей, которые могут находиться в нем. Поэтому стоит уделять большое внимание механизации и автоматизации. Машины предварительной очистки зерна

Данный тип машин предназначен для очистки зерновых от всех типов примесей. Особенности их считаются следующие: они потребляют мало энергии; легко перенастраиваются на любые виды культур; с/х машина для очистки зерна надежна в эксплуатации; безупречная работа; обладают эффективной аспирацией для очистки зерна от легких примесей. К самым популярным моделям машин предварительной очистки относят:

**МПО-5** обладает мощностью 5,9 кВт, небольшими размерами. Масса – 1,2 т. Способна за 60 минут очистить: 18 т пшеницы, кукурузы и 5 т семян подсолнечника.

**МПО-2,5** обладает мощностью 3,7 кВт, небольшими размерами. Масса – 0,84 т. Способна за 60 минут очистить: 9 т пшеницы, кукурузы и 2,5 т семян подсолнечника.

**МПО-50** обладает мощностью 7,5 кВт, небольшими размерами. Масса – 1,041 т. Способна за 60 минут очистить 50 т зерна.

#### Машины для вторичной очистки зерна

Машины вторичной очистки зерна – отделяют от зерна примеси, которые отличаются шириной, толщиной и аэродинамическими свойствами. Они устанавливаются и используются в подготовительных отделениях на мельницах. Эти машины очищают: зерновые, зернобобовые, технические и масличные культуры. Бывают таких видов: СВП-7; триерные блоки БТМ; ПТ-600; МС-4.5 Вторичная очистка предназначена для зерна семенного назначения, которое прошло первичную очистку. Способна выделить не менее 80 % примесей. Чтобы обеспечить население качественной продукцией, любой производитель обязан беспокоиться о технологическом процессе. Вся производственная линия должна состоять только из современного оборудования, которое поможет также уменьшить расходы на хранение, очищение и переработку продукции.





## Расчет производительности комплекса МПО-50

Производительность МПО-50 при отделении легких примесей.

Площадь аспирационного канала:

$$F = a \times v, \text{ м}^2 \quad (1)$$

где а, в – соответственно размеры поперечного сечения канала, а=0,25 м, в=1,8 м

$$F = 0,25 \times 1,8 = 0,45 \text{ м}^2$$

Расход воздуха для отделения легких примесей:

$$G_v = F \times l, \text{ м}^3/\text{с} \quad (2)$$

$$G_v = 0,45 \times 8,7 = 3,91 \text{ м}^3/\text{с}$$

Количество легких примесей удаляемые с воздухом:

$$G_l = G_v \times \mu \times \rho_v \quad (3)$$

$\mu$  - транспортирующая способность воздуха;  $\mu = 0,15 \dots 0,2 \text{ кг/ м}^3$ ; принимаем  $\mu = 0,20 \text{ кг/м}^3$ ;

$\rho_v$  - плотность воздуха;  $\rho_v = 1,2 \text{ кг/м}^3$ ;

$$G_l = 3,91 \times 0,20 \times 1,2 = 0,938 \text{ (кг/с)}$$

Производительность воздушной очистки МПО-50.

$$Q_{\text{МПО-50}} = (360 \times G_l \times \tau_{\text{см}}) / \beta_l, \text{ т/ч} \quad (4)$$

где  $\tau_{\text{см}}$  - коэффициент использования времени смены,  $\tau_{\text{см}} = 0,8$ ;

$\beta_l$  – коэффициент нагрузки;  $\beta_l = 100 - \theta$

где  $\theta$  - сумма 9ой колонки по таблице справочника [2],  $\theta = 92,25$

$$\beta_l = 100 - 92,25 = 7,75$$

$$Q_{\text{мпo-50}} = (360 \times 0,938 \times 0,8) / 7,75 = 34,85 \text{ т/ч}$$

## Расчет производительности ЗВС-20А

Расчет производительности назначим по списку № 2 очистка от широких примесей.

Производительность решета:

$$Q_r = 3,6 \times K_P \times q_P \times F_r \times \tau_{\text{см}}, \text{ т/ч} \quad (5)$$

где  $F_r$  - площадь решета,  $\text{м}^2$ ,

$$F_r = 0,8 \times 0,99 = 0,792 \text{ м}^2$$



$q_P$  - удельная нагрузка на решето;

$q_P=1,6 \dots 2,0$  кг/(м<sup>2</sup>·с) – для решет верхнего яруса;

$q_P=0,5 \dots 0,6$  кг/(м<sup>2</sup>·с) – для решет нижнего яруса;

$K_P$  - коэффициент от основной культуры, для пшеницы  $K_P = 1$

$Q_{\text{Верх.яр.}}=2 \times 1 \times 0,792 \times 3,6=5,7$  кг/м<sup>2</sup>·с

$Q_{\text{Ниж.яр.}}=1 \times 0,792 \times 3,6=1,71$  кг/м<sup>2</sup>·с

Расчет производительности ЗВС-20А.

$Q=Q'' \times 2$

$Q''$  – производительность решета нижнего яруса.

$Q''=1,71$  т/ч

$Q=1,71 \times 2=3,42$  кг/м<sup>2</sup>·с

$Q_{\text{ЗВС-20А}}=3,42$  т/ч

Расчет производительности триеров

Производительность триера:

$$Q_T=2\pi \times R \times L \times K_T \times q_T \times 3,6 \times \tau_{\text{см}}, \text{ т/ч} \quad (6)$$

где  $R$  - радиус триера,  $R=0,3$  м;

$L$  - длина триера,  $L=2,35$  м;

$K_T$  - коэффициент от основной культуры,  $K_T = 1$ ;

$q_T$  - удельная нагрузка на триер,

$q_T=0,15 \dots 0,17$  кг/(м<sup>2</sup>·с) - для выделения коротких примесей,

$q_T=0,16 \dots 0,18$  кг/(м<sup>2</sup>·с) - для выделения длинных примесей.

$Q_T \text{ дл.пр.} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,3 \cdot 2,35 \cdot 1 \cdot 0,18 \cdot 3,6 \cdot 0,8=2,3$  т/ч

$Q_T \text{ кор.пр.} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,3 \cdot 2,35 \cdot 1 \cdot 0,17 \cdot 3,6 \cdot 0,8=2,17$  т/ч

$$Q_{\text{ЗАВ}}=Q_T \times 4, \text{ т/ч} \quad (7)$$

$Q_{\text{ДЛЗАВ}}=2,3 \cdot 4=9,2$  т/ч

$Q_{\text{КОРЗАВ}}=2,17 \cdot 4=8,7$  т/ч

**Производительность комплекса КЗС-25**

$Q_{\text{МПО-50}}=34,85$  т/ч

$Q_{\text{ЗВС-20А}}=3,42$  т/ч

$Q_{ДЛЗАВ}=9,2$  т/ч

$Q_{КОРЗАВ}=8,7$  т/ч

Принимаем  $Q_{КЗС-25}=Q_{\min}=3,42$  т/ч

Определим общее количество семян, которое поступит на обработку:

$$Q_c=(ACEЗ \times 0,12)/D \quad (8)$$

где  $ACEЗ = 15000$  т (сезонный сбор зерна);

$Q_c$  - общий объем семян, которые нужно будет обработать за 1 час;

$D = 500$  часов – норматив времени загрузки ЗОМ (годовой);

0,12 - коэффициент, 12% от сбора зерно засыпаемого на смене.

$$Q_c=(15000 \times 0,12)/500=3,6$$
 т

Количество комплексов

$$n= Q_c/ Q_{КЗС-25}, \quad (9)$$

$$n=3,6/3,42=1,05$$

Принимаем 1 комплекс КЗС-25.

### **Задание**

Провести расчет оборудования для отделения легких и широких примесей зерна пшеницы, а также количество зерна которое поступит на обработку и число комплексов для очистки семян. Сделать выводы.

Данные для расчета:

$$a = 0,3$$
 м

$$b = 1,7$$
 м

$$I = 8,7$$
 м/с

$$\mu = 0,15$$
 кг/м<sup>3</sup>

$$\rho_b = 1,2$$
 кг/м<sup>3</sup>

$$\tau_{cm} = 0,7$$

$$\beta_l = 100 - \theta$$

$$\theta = 95,36$$

$$K_P = 1$$

$$F_p = 0,7 \times 0,99$$
 м<sup>2</sup>

$q_p = 1,6$  кг/(м<sup>2</sup>·с) – для решет верхнего яруса;

$q_p = 0,5$  кг/(м<sup>2</sup>·с) – для решет нижнего яруса;

$$Q'' = 1,71 \text{ т/ч}$$

$$R = 0,35 \text{ м}$$

$$L = 2,33 \text{ м}$$

$$KT = 1$$

$qT = 0,15 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  - для выделения коротких примесей,

$qT = 0,16 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  - для выделения длинных примесей.

$$ACEZ = 20000 \text{ т.}$$

## Литература

1. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н.И. Кленин, В.А. Саун.-М.: Колос, 1994.- 751.
2. Птицын С.Д. Зерносушилки. М.: Машиностроение, 1992.-274 с.

**Практическая работа №12**  
**ТЕМА: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ УВЛАЖНИТЕЛЬНЫХ И**  
**МОЕЧНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ И**  
**ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА**

**Цель работы:** провести технологический расчет оборудования для увлажнительных и моечных машин и оборудования для гидротермической и тепловой обработки зерна.

**Задачи:** научиться производить расчет производительности шелушителей непрерывного действия, длины шелушильной линии при переработке зерна на вальцедековых станках и необходимое количество шелушильных машин.

**Обеспеченность занятия:** методические указания по выполнению лабораторных работ.

**Контрольные вопросы при допуске к работе:**

1. Какие продукты получаются в процессе шелушения зерна?
2. Дайте определение процесса шелушения зерна.
3. Назовите способы воздействия на зерно и виды деформаций?
4. Как подразделяются современные шелушильные машины в зависимости от способа механического воздействия рабочего органа на зерно и характера деформации оболочек?
5. Назовите **рабочие органы вальцедековых станков для шелушения?**
6. Как обрабатывается зерно в шелушителе непрерывного действия ЗШН?
7. Когда ухудшается эффективность шелушения зерна?
8. Что имеет особое значение при переработке крупяного зерна?
9. Что необходимо сделать на производстве, чтобы достигнуть высокую технологическую эффективность шелушения.

**Время выполнения:** 135 мин.

**Теоретические сведения.**

Шелушение — отделение пленок (наружных оболочек) зерна — основная технологическая операция, выполняемая на крупяном заводе. Чтобы получить наибольшую эффективность шелушения, необходимо вполне определенное воздействие рабочих органов машины на зерно, вызывающее в оболочках такую деформацию, при которой они отделяются от ядра при минимальном его повреждении и с наименьшей затратой энергии.

**1. МЕТОДЫ ШЕЛУШЕНИЯ**

На отечественных крупяных заводах применяют пять основных видов шелушильных машин: вальцедековые станки, станки с резиновыми валками, шелушильные постава, шелушильные машины с абразивными дисками и стальной поверхностью (ЗШН) и обоечные (бичевые) машины.

Способы воздействия на зерно и виды преобладающих деформаций:

- непродолжительное сжатие и сдвиг, вызывающие размыкание и скалывание пленок, сжатие, сдвиг, вызывающие шелушение. Удар о бичи и абразивную поверхность и сопутствующее ему фрикционное воздействие, вызывающее
- шелушение и соскабливание оболочек. Продолжительное трение об абразивную и терочную поверхность, вызывающее соскабливание оболочек.

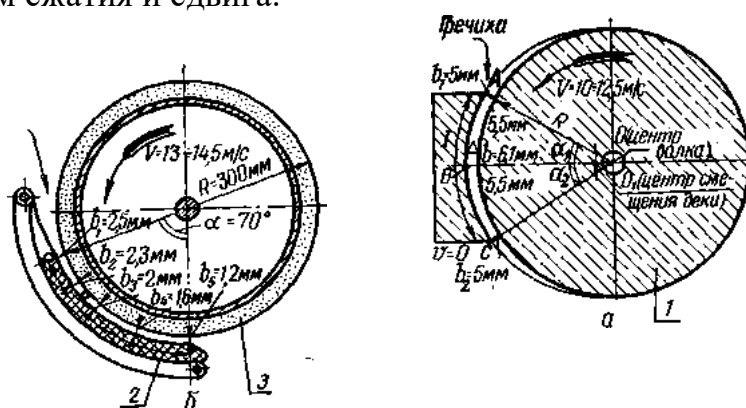
В зависимости от способа механического воздействия рабочего органа шелушительной машины на зерно и характера деформации оболочек современные конструкции можно разделить на три группы, в которых преобладают:

- 1) Сжатие и сдвиг, вызывающие скалывание и размыкание пленок (вальцедековый станок, станок с резиновыми валками, шелушительный постав);
- 2) трение об абразивную и стальную поверхность, вызывающее при продолжительном воздействии соскабливание оболочек (шелушитель ЗШН и др.);
- 3) удар, вызывающий раскалывание оболочек и сопутствующее ему фрикционное воздействие абразивной или металлической поверхности (обочная и бичевая машины).

#### Шелушение в вальцедековом станке.

Рабочими органами этой машины, используемой для шелушения проса и гречихи, являются горизонтальный вращающийся цилиндр (валок) и неподвижно закрепленная цилиндрическая поверхность — дека.

Зерно поступает в рабочую зону между валком и декой, где подвергается деформациям сжатия и сдвига.



**Рис. 1. Рабочие органы вальцедековых станков для шелушения:**

- а — гречихи; б — проса; 1 — естественный камень или абразив; 2 — резина; 3 — абразив.

При этом часть пленок со стороны вращающегося валка получает сдвигающее усилие, в то время как другая часть, будучи прижата к неподвижной деке, — тормозящее усилие.

При этом пленки зерна гречихи скалываются по граням, пленки проса дробятся на части или раскалываются на две половинки (чашечки), после чего ядра свободно выпадают.

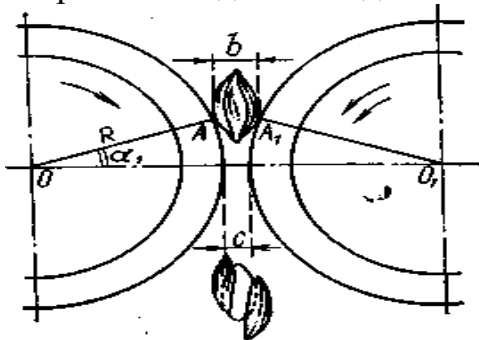
Форма, анатомическое строение зерна проса и гречихи и особенно структурно-механические свойства оболочек различны, поэтому необходимо при шелушении применять разное воздействие на зерно. Это достигается изменением рабочего зазора при неизменной характеристике деки и валка (материал, микроструктура, упругость), а также выбором оптимальной скорости валка.

Для шелушения гречихи используют деку (рис. 1 а), у которой радиус кривизны равен радиусу валка. Приводя деку в рабочее положение, ее отодвигают параллельно валку. В этом случае ее рабочая поверхность будет смещена по отношению к поверхности валка.

При переработке гречихи первой и второй фракции окружную скорость валка принимают 14—15 м/с, третьей и четвертой 12—14, пятой и шестой 10—12 м/с, а длину дуги рабочей зоны деки 180—200 мм.

Для шелушения проса валок (рис. 1 б) изготавливают из абразивной массы, а деку — из технической резины с прослойками ткани (корд).

Деку немного отдалают от вала, чтобы зазор между ними равномерно суживался от точки приема зерна к месту его выхода. При такой форме зазора зерно в зоне шелушения в зависимости от крупности придет в соприкосновение в той или иной точке с декой. Будучи сжато, зерно начнет испытывать со стороны вращающегося вала сдвигающее усилие, а со стороны неподвижной деки — тормозящее.



**Рис. 3. Двухдековый шелушительный станок:**

1 — поступление продукта; 2 — валок; 3 — первая дека; 4 — вторая дека; 5 — выход продукта; 6 — воздух для аспирации.

### Шелушение в машине ЗШН.

Для шелушения ячменя и пшеницы, у которых оболочки прочно связаны с ядром, используют фрикционно-терочное воздействие рабочих органов на поверхность зерна в машинах непрерывного или порционного действия, которые имеют абразивные диски и стальную обечайку.

В шелушителе непрерывного действия ЗШН продукт обрабатывается в кольцевом пространстве между дисками и металлической обечайкой. Продолжительность обработки регулируют, изменяя сечение выходного отверстия. Зерно обрабатывают при заполненной рабочей зоне. Расстояние между абразивными дисками и металлической обечайкой 10 мм. Чем меньше производительность машины, тем длительнее обработка продукта в ней и, следовательно, выше эффективность воздействия. Она пропорциональна потребляемой мощности и обратно пропорциональна производительности.

## 2. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА ШЕЛУШЕНИЯ

Технологическая эффективность процесса шелушения в значительной степени определяет показатели работы всего крупяного завода. Она зависит от многих факторов, которые могут быть разбиты на две группы: факторы, обусловленные технологическими свойствами зерна, а также факторы, зависящие от типа шелушительных машин и условий их эксплуатации.

Факторы, обусловленные технологическими свойствами зерна. Шелушение двух отличающихся качеством партий зерна любой культуры на одной и той же установке при одинаковом режиме работы может дать различные результаты. Для выбора правильного режима шелушения надо учитывать следующие особенности перерабатываемой партии зерна:

- структурно-механические свойства (прочность ядра, прочность связи его с пленкой и прочность пленки);
- выполненность, крупность и выравненность зерна; влажность, главным образом разность по влажности ядра и пленок; содержание в зерне шелушенных зерен.

От прочности ядра и легкости отделения его пленок зависят в основном потери ядра в виде побочных продуктов (мучки и дробленых зерен). Прочность ядра разных сортов одной и той же культуры может колебаться в значительных пределах. Например, прочность риса существенно зависит от трещиноватости, прочность стекловидного зерна риса, проса, ячменя выше, чем мучнистого.

Пленки в хорошо выполненных крупных зернах отделяются лучше, чем в мелких и щуплых. Поэтому некоторые культуры до шелушения сортируют на фракции по крупности, обеспечивая соответствующий режим шелушения для каждой фракции. Однако раздельное шелушение зерна следует применять тогда, когда количество зерна каждой фракции обеспечивает нормальную загрузку оборудования.

Эффективность шелушения зерна ухудшается при повышенной влажности, а также при переработке пересушенного зерна (проса и риса влажностью 11—12%, овса влажностью менее 12% при шелушении в обочных машинах и менее 9% при шелушении в шелушильном поставе).

При переработке крупяного зерна особое значение имеет разность по влажности между ядром и пленками. Чем суше пленки, тем они более хрупки и тем легче их отделить от ядра, а чем больше влажность ядра, тем оно менее хрупкое и более устойчиво против дробления.

Производственные условия работы шелушильных машин. Чтобы достигнуть высокой технологической эффективности шелушения, необходимо установить режим работы машин с учетом свойств перерабатываемой партии зерна и обеспечить надлежащий уход за оборудованием, а именно: полностью загружать и равномерно питать шелушильные машины; проверять исправность всех деталей; своевременно обновлять абразивные рабочие органы; заменять изношенные детали и проводить профилактический ремонт; правильно аспирировать шелушильные машины.

В результате шелушения зерна, поступающего в машину, должно быть получено два продукта — ядро и лузга. Однако ввиду несовершенства процесса получают полуфабрикат—смесь, включающую пять различных по добротности продуктов: ядро, нешелушенные зерна, лузгу, дробленое ядро и мучку.

Основными показателями технологической эффективности шелушения в крупяном производстве служат коэффициенты шелушения и цельности ядра (кроме ячменя, кукурузы и пшеницы). Коэффициент шелушения:

$$K_{ш} = \left(1 - \frac{K_2}{K_1}\right) 100, \quad (6.1)$$

где  $K_1, K_2$  — количество нешелушеного зерна до и после шелушения, %.

Коэффициент цельности ядра:

$$K_{ц} = \frac{B}{B + Д + М}, \quad (6.2)$$

где  $B$  — выход целого ядра на данной системе шелушения за вычетом количества шелушеного зерна в исходной смеси, %;  $Д$  — выход дробленого ядра на данной системе шелушения за вычетом количества дробленого ядра в исходной смеси, %;  $М$  — выход мучки за вычетом ее количества в исходной смеси, %.

Работу оборудования характеризуют также производительность и некоторые другие показатели.

Производительность шелушителей непрерывного действия типа ЗШН, кг/ч,

$$Q'_{ш} = 3600 \gamma_{ср} F \varphi, \quad (6.3)$$

где  $\gamma$  — объемная масса продукта, кг/м<sup>3</sup>;  $v_{ср}$  — средняя скорость продукта в рабочей зоне, м/с ( $v_{ср} = H/1$ , здесь  $H$  — высота рабочей зоны машины, м;  $\phi$  — время обработки продукта в рабочей зоне, с,  $\phi = 12...18$  с);  $F$  — площадь рабочего кольца, м<sup>2</sup> ( $F = \pm(D-d)$  здесь  $D$  — диаметр перфорированного цилиндра, м;  $d$  — диаметр абразивных кругов, м;  $q$  — коэффициент заполнения рабочей зоны ( $q = 0,92...0,96$ ).

$$Q''_{ш} = ql. \quad (6.4)$$

Производительность шелушителей типа ЗРД (кг/ч) зависит от удельной нагрузки  $q$  (кг/(ч•см)) и рабочей длины валков  $l$  (см), кг/г.

Удельную нагрузку для риса и проса принимают  $q = 55... 65$  кг/(ч•см) при оптимальном соотношении окружных скоростей резиновых валков 1,4...1,5 для риса и 2,0...2,3 для проса. При этом технологическая эффективность шелушения риса составляет: риса - 92...94 %, проса — 83...86 %.

Оптимальные значения коэффициента заполнения межвалковой рабочей зоны  $p = 0,32...0,38$  для риса и  $p = 0,29...0,33$  для проса.

Общая длина шелушильной линии при переработке проса на вальцедековых станках, см:

$$L_{ш} = \frac{1000 Q_B}{q_B}, \quad (6.5)$$

где  $Q_B$  — заданная производительность завода, т/сут;  $q_B$  — удельная норма нагрузки на 1 см длины вальцедековой линии, кг/(см•сут).

Общее число шелушильных машин:

$$n_{ш} = \frac{L_{ш}}{l_B}, \quad (6.6)$$

где  $l_B$  — длина валка шелушильной машины, см.

### Задание №1

Провести расчеты производительности шелушителей непрерывного действия, длины шелушильной линии при переработке зерна на вальцедековых станках и необходимое количество шелушильных машин.

K1 - 79% ; K2 -21% ;

$B$  — выход целого ядра на данной системе шелушения за вычетом количества шелушеного зерна в исходной смеси, 89%;  $D$  — выход дробленого ядра на данной системе шелушения за вычетом количества дробленого ядра в исходной смеси, 7%;  $M$  — выход мучки за вычетом ее количества в исходной смеси, 4%.

$\gamma$  — объемная масса продукта, 5000 кг/м<sup>3</sup>;  $v_{ср}$  — средняя скорость продукта в рабочей зоне, м/с ( $v_{ср} = H/1$ , здесь  $H$  — высота рабочей зоны машины, 0,4 м;  $\phi$  — время обработки продукта в рабочей зоне, с,  $\phi = 18$  с);  $F$  — площадь рабочего кольца, м<sup>2</sup> ( $F = \pm(D-d)$  здесь  $D$  — диаметр перфорированного цилиндра, 0,55 м;  $d$  — диаметр абразивных кругов, 0,32 м;  $q$  — коэффициент заполнения рабочей зоны ( $q = 0,96$ ).

$q = 65$  кг/(ч•см) при оптимальном соотношении окружных скоростей резиновых валков 1,5 для риса и 2,3 для проса.

$Q_B$  — заданная производительность завода, 28 т/сут;  $q_B$  — удельная норма нагрузки на 1 см длины вальцедековой линии, 10,23 кг/(см•сут).

$l_B$  — длина валка шелушильной машины, 546 см.

### Литература

1. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н.И. Кленин, В.А. Сакун.-М.: Колос,1994.- 751.



## Практическая работа №13

### ТЕМА: " ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ШЕЛУШЕНИЯ ЗЕРНА КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР "

**Цель работы:** провести технологический расчет оборудования для шелушения зерна крупяных культур.

**Задачи:** научиться производить расчет производительности шелушителей непрерывного действия, длины шелушильной линии при переработке зерна на вальцедековых станках и необходимое количество шелушильных машин.

**Обеспеченность занятия:** методические указания по выполнению лабораторных работ.

#### **Контрольные вопросы при допуске к работе:**

1. Какие продукты получаются в процессе шелушения зерна?
2. Дайте определение процесса шелушения зерна.
3. Назовите способы воздействия на зерно и виды деформаций?
4. Как подразделяются современные шелушильные машины в зависимости от способа механического воздействия рабочего органа на зерно и характера деформации оболочек?
5. Назовите **рабочие органы вальцедековых станков для шелушения?**
6. Как обрабатывается зерно в шелушителе непрерывного действия ЗШН?
7. Когда ухудшается эффективность шелушения зерна?
8. Что имеет особое значение при переработке крупяного зерна?
9. Что необходимо сделать на производстве, чтобы достигнуть высокую технологическую эффективность шелушения.

**Время выполнения:** 90 мин.

#### **Теоретические сведения.**

Шелушение — отделение пленок (наружных оболочек) зерна — основная технологическая операция, выполняемая на крупяном заводе. Чтобы получить наибольшую эффективность шелушения, необходимо вполне определенное воздействие рабочих органов машины на зерно, вызывающее в оболочках такую деформацию, при которой они отделяются от ядра при минимальном его повреждении и с наименьшей затратой энергии.

#### **1. МЕТОДЫ ШЕЛУШЕНИЯ**

На отечественных крупяных заводах применяют пять основных видов шелушильных машин: вальцедековые станки, станки с резиновыми валками, шелушильные постава, шелушильные машины с абразивными дисками и стальной поверхностью (ЗШН) и обочные (бичевые) машины.

Способы воздействия на зерно и виды преобладающих деформаций:

- непродолжительное сжатие и сдвиг, вызывающие размыкание и скалывание пленок, сжатие, сдвиг, вызывающие шелушение. Удар о бичи и абразивную поверхность и сопутствующее ему фрикционное воздействие, вызывающее
- шелушение и соскабливание оболочек. Продолжительное трение об абразивную и терочную поверхность, вызывающее соскабливание оболочек.

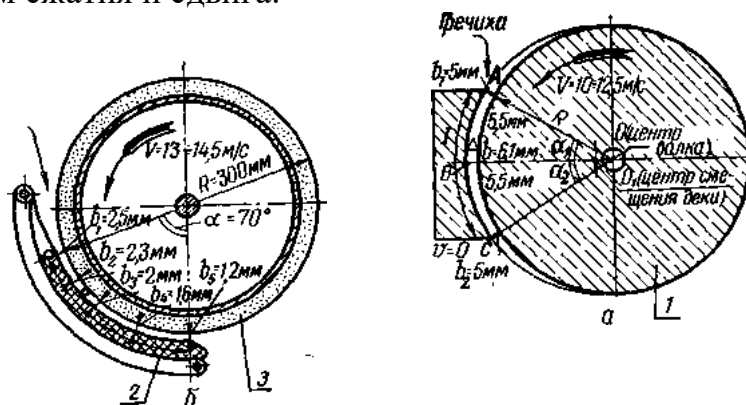
В зависимости от способа механического воздействия рабочего органа шелушительной машины на зерно и характера деформации оболочек современные конструкции можно разделить на три группы, в которых преобладают:

- 1) Сжатие и сдвиг, вызывающие скалывание и размыкание пленок (вальцедековый станок, станок с резиновыми валками, шелушительный постав);
- 2) трение об абразивную и стальную поверхность, вызывающее при продолжительном воздействии соскабливание оболочек (шелушитель ЗШН и др.);
- 3) удар, вызывающий раскалывание оболочек и сопутствующее ему фрикционное воздействие абразивной или металлической поверхности (обочная и бичевая машины).

#### Шелушение в вальцедековом станке.

Рабочими органами этой машины, используемой для шелушения проса и гречихи, являются горизонтальный вращающийся цилиндр (валок) и неподвижно закрепленная цилиндрическая поверхность — дека.

Зерно поступает в рабочую зону между валком и декой, где подвергается деформациям сжатия и сдвига.



**Рис. 1. Рабочие органы вальцедековых станков для шелушения:**

- а — гречихи; б — проса; 1 — естественный камень или абразив; 2 — резина; 3 — абразив.

При этом часть пленок со стороны вращающегося валка получает сдвигающее усилие, в то время как другая часть, будучи прижата к неподвижной деке, — тормозящее усилие.

При этом пленки зерна гречихи скалываются по граням, пленки проса дробятся на части или раскалываются на две половинки (чашечки), после чего ядра свободно выпадают.

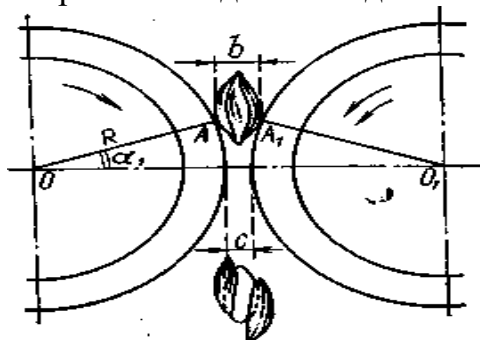
Форма, анатомическое строение зерна проса и гречихи и особенно структурно-механические свойства оболочек различны, поэтому необходимо при шелушении применять разное воздействие на зерно. Это достигается изменением рабочего зазора при неизменной характеристике деки и валка (материал, микроструктура, упругость), а также выбором оптимальной скорости валка.

Для шелушения гречихи используют деку (рис. 1 а), у которой радиус кривизны равен радиусу валка. Приводя деку в рабочее положение, ее отодвигают параллельно валку. В этом случае ее рабочая поверхность будет смещена по отношению к поверхности валка.

При переработке гречихи первой и второй фракции окружную скорость валка принимают 14—15 м/с, третьей и четвертой 12—14, пятой и шестой 10—12 м/с, а длину дуги рабочей зоны деки 180—200 мм.

Для шелушения проса валок (рис. 1 б) изготавливают из абразивной массы, а деку — из технической резины с прослойками ткани (корд).

Деку немного отдалают от вала, чтобы зазор между ними равномерно суживался от точки приема зерна к месту его выхода. При такой форме зазора зерно в зоне шелушения в зависимости от крупности придет в соприкосновение в той или иной точке с декой. Будучи сжато, зерно начнет испытывать со стороны вращающегося вала сдвигающее усилие, а со стороны неподвижной деки — тормозящее.



**Рис. 3. Двухдековый шелушительный станок:**

1 — поступление продукта; 2 — валок; 3 — первая дека; 4 — вторая дека; 5 — выход продукта; 6 — воздух для аспирации.

### Шелушение в машине ЗШН.

Для шелушения ячменя и пшеницы, у которых оболочки прочно связаны с ядром, используют фрикционно-терочное воздействие рабочих органов на поверхность зерна в машинах непрерывного или порционного действия, которые имеют абразивные диски и стальную обечайку.

В шелушителе непрерывного действия ЗШН продукт обрабатывается в кольцевом пространстве между дисками и металлической обечайкой. Продолжительность обработки регулируют, изменяя сечение выходного отверстия. Зерно обрабатывают при заполненной рабочей зоне. Расстояние между абразивными дисками и металлической обечайкой 10 мм. Чем меньше производительность машины, тем длительнее обработка продукта в ней и, следовательно, выше эффективность воздействия. Она пропорциональна потребляемой мощности и обратно пропорциональна производительности.

## **2. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА ШЕЛУШЕНИЯ**

Технологическая эффективность процесса шелушения в значительной степени определяет показатели работы всего крупяного завода. Она зависит от многих факторов, которые могут быть разбиты на две группы: факторы, обусловленные технологическими свойствами зерна, а также факторы, зависящие от типа шелушительных машин и условий их эксплуатации.

Факторы, обусловленные технологическими свойствами зерна. Шелушение двух отличающихся качеством партий зерна любой культуры на одной и той же установке при одинаковом режиме работы может дать различные результаты. Для выбора правильного режима шелушения надо учитывать следующие особенности перерабатываемой партии зерна:

- структурно-механические свойства (прочность ядра, прочность связи его с пленкой и прочность пленки);
- выполненность, крупность и выравненность зерна; влажность, главным образом разность по влажности ядра и пленок; содержание в зерне шелушенных зерен.

От прочности ядра и легкости отделения его пленок зависят в основном потери ядра в виде побочных продуктов (мучки и дробленых зерен). Прочность ядра разных сортов одной и той же культуры может колебаться в значительных пределах. Например, прочность риса существенно зависит от трещиноватости, прочность стекловидного зерна риса, проса, ячменя выше, чем мучнистого.

Пленки в хорошо выполненных крупных зернах отделяются лучше, чем в мелких и щуплых. Поэтому некоторые культуры до шелушения сортируют на фракции по крупности, обеспечивая соответствующий режим шелушения для каждой фракции. Однако раздельное шелушение зерна следует применять тогда, когда количество зерна каждой фракции обеспечивает нормальную загрузку оборудования.

Эффективность шелушения зерна ухудшается при повышенной влажности, а также при переработке пересушенного зерна (проса и риса влажностью 11—12%, овса влажностью менее 12% при шелушении в обочных машинах и менее 9% при шелушении в шелушильном поставе).

При переработке крупяного зерна особое значение имеет разность по влажности между ядром и пленками. Чем суше пленки, тем они более хрупки и тем легче их отделить от ядра, а чем больше влажность ядра, тем оно менее хрупкое и более устойчиво против дробления.

Производственные условия работы шелушильных машин. Чтобы достигнуть высокой технологической эффективности шелушения, необходимо установить режим работы машин с учетом свойств перерабатываемой партии зерна и обеспечить надлежащий уход за оборудованием, а именно: полностью загружать и равномерно питать шелушильные машины; проверять исправность всех деталей; своевременно обновлять абразивные рабочие органы; заменять изношенные детали и проводить профилактический ремонт; правильно аспирировать шелушильные машины.

В результате шелушения зерна, поступающего в машину, должно быть получено два продукта — ядро и лузга. Однако ввиду несовершенства процесса получают полуфабрикат—смесь, включающую пять различных по добротности продуктов: ядро, нешелушенные зерна, лузгу, дробленое ядро и мучку.

Основными показателями технологической эффективности шелушения в крупяном производстве служат коэффициенты шелушения и цельности ядра (кроме ячменя, кукурузы и пшеницы). Коэффициент шелушения:

$$K_{ш} = \left(1 - \frac{K_2}{K_1}\right) 100, \quad (6.1)$$

где  $K_1, K_2$  — количество нешелушеного зерна до и после шелушения, %.

Коэффициент цельности ядра:

$$K_{ц} = \frac{B}{B + Д + М}, \quad (6.2)$$

где  $B$  — выход целого ядра на данной системе шелушения за вычетом количества шелушеного зерна в исходной смеси, %;  $Д$  — выход дробленого ядра на данной системе шелушения за вычетом количества дробленого ядра в исходной смеси, %;  $М$  — выход мучки за вычетом ее количества в исходной смеси, %.

Работу оборудования характеризуют также производительность и некоторые другие показатели.

Производительность шелушителей непрерывного действия типа ЗШН, кг/ч,

$$Q'_{ш} = 3600 \gamma_{всп} F \varphi, \quad (6.3)$$

где  $\gamma$  — объемная масса продукта, кг/м<sup>3</sup>;  $v_{ср}$  — средняя скорость продукта в рабочей зоне, м/с ( $v_{ср} = H/1$ , здесь  $H$  — высота рабочей зоны машины, м;  $\phi$  — время обработки продукта в рабочей зоне, с,  $\phi = 12...18$  с);  $F$  — площадь рабочего кольца, м<sup>2</sup> ( $F = \pm(D-d)$  здесь  $D$  — диаметр перфорированного цилиндра, м;  $d$  — диаметр абразивных кругов, м;  $q$  — коэффициент заполнения рабочей зоны ( $q = 0,92...0,96$ ).

$$Q''_{ш} = ql. \quad (6.4)$$

Производительность шелушителей типа ЗРД (кг/ч) зависит от удельной нагрузки  $q$  (кг/(ч•см)) и рабочей длины валков  $l$  (см), кг/г.

Удельную нагрузку для риса и проса принимают  $q = 55... 65$  кг/(ч•см) при оптимальном соотношении окружных скоростей резиновых валков 1,4...1,5 для риса и 2,0...2,3 для проса. При этом технологическая эффективность шелушения риса составляет: риса - 92...94 %, проса — 83...86 %.

Оптимальные значения коэффициента заполнения межвалковой рабочей зоны  $p = 0,32...0,38$  для риса и  $p = 0,29...0,33$  для проса.

Общая длина шелушильной линии при переработке проса на вальцедековых станках, см:

$$L_{ш} = \frac{1000 Q_B}{q_B}, \quad (6.5)$$

где  $Q_B$  — заданная производительность завода, т/сут;  $q_B$  — удельная норма нагрузки на 1 см длины вальцедековой линии, кг/(см•сут).

Общее число шелушильных машин:

$$n_{ш} = \frac{L_{ш}}{l_B}, \quad (6.6)$$

где  $l_B$  — длина валка шелушильной машины, см.

### Задание №1

Провести расчеты производительности шелушителей непрерывного действия, длины шелушильной линии при переработке зерна на вальцедековых станках и необходимое количество шелушильных машин.

K1 - 79% ; K2 -21% ;

В — выход целого ядра на данной системе шелушения за вычетом количества шелушеного зерна в исходной смеси, 89%; Д — выход дробленого ядра на данной системе шелушения за вычетом количества дробленого ядра в исходной смеси, 7%; М — выход мучки за вычетом ее количества в исходной смеси, 4%.

$\gamma$  — объемная масса продукта, 5000 кг/м<sup>3</sup>;  $v_{ср}$  — средняя скорость продукта в рабочей зоне, м/с ( $v_{ср} = H/1$ , здесь  $H$  — высота рабочей зоны машины, 0,4 м;  $\phi$  — время обработки продукта в рабочей зоне, с,  $\phi = 18$  с);  $F$  — площадь рабочего кольца, м<sup>2</sup> ( $F = \pm(D-d)$  здесь  $D$  — диаметр перфорированного цилиндра, 0,55 м;  $d$  — диаметр абразивных кругов, 0,32 м;  $q$  — коэффициент заполнения рабочей зоны ( $q = 0,96$ ).

$q = 65$  кг/(ч•см) при оптимальном соотношении окружных скоростей резиновых валков 1,5 для риса и 2,3 для проса.

$Q_B$  — заданная производительность завода, 28 т/сут;  $q_B$  — удельная норма нагрузки на 1 см длины вальцедековой линии, 10,23 кг/(см•сут).

$l_B$  — длина валка шелушильной машины, 546 см.

### Литература

1. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н.И. Кленин, В.А. Сакун.-М.: Колос,1994.- 751.

## Практическая работа №14

### ТЕМА: " ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОРТИРОВАНИЯ ПРОДУКТОВ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНА "

**Цель работы:** научиться производить расчет эффективности сортирования зерна в отсевах.

**Задачи:**

Произвести расчет эффективности сортирования зерна в отсевах.

**Обеспеченность занятия:** методические указания по выполнению лабораторных работ.

**Контрольные вопросы при допуске к работе:**

1. Для чего проводят сортировку продуктов измельчения зерна?
2. Требования, предъявляемые к процессу сортирования измельченных зерновых продуктов.
3. Какие допускаются величины недосевов ?

**Время выполнения:** 135 мин.

**Теоретические сведения.**

В процессе поэтапного последовательного измельчения зерна образуются частицы, различающиеся по размерам, форме, плотности, фракционным и аэродинамическим свойствам. Сортирование промежуточных продуктов размола зерна по размерам происходит на ситах отсевов. Сита представляют собой плоскую рабочую поверхность с отверстиями определенных форм и размеров.

Сита характеризуются следующими параметрами: расстоянием между осями двух соседних нитей, называемым шагом; шириной отверстия в свету; диаметром нити; коэффициентом живого сечения, который представляет собой отношение площади всех отверстий сита в свету (так называемое живое сечение) ко всей площади сита и показывает степень полезного использования площади сита.

Чем больше значение коэффициента живого сечения, тем большесевкость сита, т. е. интенсивность просеивания продукта через определенную величину площади сита в единицу времени и, следовательно, его производительность.

Металлотканые сита изготавливают из стальной низкоуглеродистой и нержавеющей стальной проволоки (табл. VII-1).

Капроновые сита изготавливают из монокапроновых нитей. Для сохранения конфигурации ячеек сита покрывают полиметилметакриловой эмульсией.

Капроновые и полиамидные сита могут быть крупочными (для сортирования крупок и дунстов) и мучными (для высева муки).

Номер металлотканого сита соответствует размеру стороны отверстия сита. Например, если сторона равна 0,990 мм, то ситовая ткань соответствует № 0,990. Номер капронового и полиамидного сита определяет число отверстий на 1 см. Взаимозаменяемость капроновых и полиамидных сит (по размеру отверстий).

Рассортированные в отсевах продукты измельчения зерна подразделяют на две группы; не извлекаемые на данной системе, или сходовые, продукты, которые направляются на последующие системы измельчения; и извлекаемые на данной

системе, или промежуточные, продукты. Промежуточные продукты условно классифицируются на отдельные фракции.

Основные требования, предъявляемые к процессу сортирования измельченных зерновых продуктов, сводятся к четкости разделения фракций по крупности.

Введем следующие понятия:

- исходная смесь — смесь измельченных зерновых продуктов, поступающая в рассев для разделения на фракции;

- проходовый продукт (проход) — масса частиц, содержащихся в исходной смеси или выделенных из нее, которые по своим размерам (толщина и ширина) меньше размеров отверстий данного сита;

- сходовый продукт (сход) — масса частиц, содержащихся в исходной смеси или выделенных из нее, которые по своим размерам (толщина и ширина) больше размеров отверстий данного сита.

Полученные в результате сепарирования фракции по своему составу более однородны, чем исходная смесь. Однородность полученных фракций и характеризует эффективность разделения. Однако в производственных условиях невозможно добиться полного выделения проходового продукта из исходной смеси и достигнуть высокой его однородности.

Для оценки эффективности процесса сортирования измельченных зерновых продуктов в отсевах используют следующие показатели: коэффициент извлечения прохода и коэффициент недосева.

Недосев проходовых продуктов, оставшихся в сходе, отрицательно влияет на эффективность последующих систем, увеличивая нагрузку на измельчающие и сортирующие машины, что повышает оборот продуктов по системам и энергоемкость процесса в целом. Поэтому величина недосева нормируется правилами. Допускаются следующие величины недосевов: в верхних сходах крупнообразующих систем не более 5...10%; в нижних сходах крупнообразующих и размольных систем не более 10...15 %; в дунстах должно быть не более 10...20%.

Пользуясь нормами, можно оперативно определять эффективность сортирования в отсевах по величине недосева в тех или иных продуктах просеиванием 100-граммовой навески сходового продукта на сите того же номера, сходом с которого получен данный продукт, или дунста на мучном сите.

Технологический расчет оборудования для сортирования продуктов измельчения зерна Технологическая эффективность процесса сортирования продуктов измельчения зерна зависит от большого числа факторов: гранулометрического состава исходной смеси и ее физико-механических свойств, температуры и влажности исходного продукта, удельной нагрузки на сито, материала и качества изготовления сита, размеров его отверстий, конструкции отсева, условий транспортирования смеси, кинематических параметров, способа очистки сит и др.

Для многих продуктов измельчения зерна оптимальная толщина слоя 12...24 мм. Для большинства промежуточных продуктов размола зерна при площади сит 0,25...0,35 м<sup>2</sup> оптимальное отношение длины сита к его ширине равно двум. Наилучшие результаты при площади 0,32 м<sup>2</sup> получены на ситах размером 400 x 800 мм.

Технологическую эффективность сортирования в отсевах оценивают производительностью, удельной нагрузкой, коэффициентами извлечения и недосева.

Производительность машины, т/ч,

$$Q_m = \frac{G60}{t \cdot 1000}, \quad (7.1)$$

где  $G$  — количество продукта, поступающего в машину, кг;  $t$  — время отбора продукта, мин.

Необходимую площадь просеивающей поверхности определяют исходя из производительности предприятия и норм нагрузки на  $1 \text{ м}^2$  ситовой поверхности. Общая площадь просеивающей поверхности,  $\text{м}^2$ ,

$$F = \frac{1000Q_{\text{пр}}}{q}, \quad (7.2)$$

где  $Q_{\text{пр}}$  — производительность предприятия, т/сут;  $q$  — удельная нагрузка на сортировальные машины, т/(сут $\cdot$ м $^2$ ).

Общее количество рассевов:

$$P_p = \frac{F}{f_n}, \quad (7.3)$$

где  $F$  — площадь просеивающей поверхности одного отсева,  $\text{м}^2$ .

$f_p$  - коэффициент недосева — относительное содержание проходовых частиц, оставшихся в сходовой фракции (недосеянных), %,

$$\eta_n = (P_n/P_0) 100, \quad (7.4)$$

где  $P_n$ ;  $P_0$  — содержание соответственно проходовых частиц в сходовой и исходной смеси.

Коэффициент извлечения характеризуется отношением количества фактически извлеченных проходовых частиц к его количеству в исходной смеси, %,

$$\eta_i = (P_i/P_0) 100, \quad (7.5)$$

где  $P_i$  — количество фактически извлеченных проходовых частиц;  $P_0$  — общее количество проходовых частиц в исходной смеси.

### Задание №1

Произвести расчет эффективности сортирования зерна в отсевах. Сделать выводы.

Данные для расчетов.

$G$  — количество продукта, поступающего в машину, 3400 кг;  $t$  — время отбора продукта, 19 мин.

$Q_{\text{пр}}$  — производительность предприятия, 30т/сут;

$q$  — удельная нагрузка на сортировальные машины, 57т/(сут $\cdot$ м $^2$ ).

$F$  — площадь просеивающей поверхности одного отсева,  $\text{м}^2$ .

$f_p$  - коэффициент недосева — относительное содержание проходовых частиц, оставшихся в сходовой фракции (недосеянных), 34%,

$P_p$  - 34;  $P_0$  —100 содержание соответственно проходовых частиц в сходовой и исходной смеси.

$P_i$  — количество фактически извлеченных проходовых частиц 66;  $P_0$  — общее количество проходовых частиц в исходной смеси - 100.

### Литература

1. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н.И. Кленин, В.А. Сакур.-М.: Колос,1994.- 751.



## Практическая работа №15

### ТЕМА: " ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ"

**Цель работы:** изучить устройство и принцип действия линейной моечной машины, приобрести практические навыки по расчету моечных машин.

**Задачи:**

Произвести расчет действия линейной моечной машины, приобрести практические навыки по расчету моечных машин.

**Обеспеченность занятия:** методические указания по выполнению лабораторных и практических работ.

**Контрольные вопросы при допуске к работе:**

1. Для чего проводят сортировку продуктов измельчения зерна?
2. Требования, предъявляемые к процессу сортирования измельченных зерновых продуктов.
3. Какие допускаются величины недосево́в ?

**Время выполнения:** 135 мин.

**Теоретические сведения.**

Для мойки сырья используется обычно проточная или оборотная водопроводная вода. После отмочки загрязнения с поверхности сырья удаляются щетками или жидкостными струями. Из многообразия моечных машин наибольшее распространение получили лопастные, ленточные, барабанные, вибрационные, комбинированные, элеваторные, щеточные. Выбор моечной машины определяется структурно-механическими и прочностными свойствами растительного сырья, а также характером и количеством загрязнений на поверхности сырья. Мойку растительного сырья производят погружением в воду (отмочка), ополаскиванием струями воды из насадок, использованием щеточных устройств, активным перемешиванием. В большинстве моечных машин применяют комбинацию перечисленных способов мойки. Мойка предусматривает удаление с поверхности сырья остатков земли, песка, посторонних тяжелых и легких примесей (камни, листья, ветки, солома и др.). Для каждого вида сырья требуется свой способ и режим мойки. Линейная моечная машина (рисунок 1.3) предназначена для мойки различных овощей и плодов как с мягкой, так и с твердой структурой. Она состоит из ванны 1, транспортерного полотна 2, душевого устройства 3 и привода 4. На каркасе ванны 1 смонтированы все узлы моечной машины.

**Задание №1**

Произвести расчет эффективности сортирования зерна в отсевах. Сделать выводы.

Данные для расчетов.

$G$  — количество продукта, поступающего в машину, 3400 кг;  $t$  — время отбора продукта, 19 мин.

$Q_{пр}$  — производительность предприятия, 30т/сут;

$q$  — удельная нагрузка на сортировальные машины, 57т/(сут•м<sup>2</sup>).

$F$  — площадь просеивающей поверхности одного отсева, м<sup>2</sup>.

$\eta_p$  - коэффициент недосева — относительное содержание проходových частиц, оставшихся в сходовой фракции (недосеянных), 34%,

Пп - 34; По —100 содержание соответственно проходových частиц в сходовой и исходной смеси.

Пи — количество фактически извлеченных проходových частиц бб; По — общее количество проходových частиц в исходной смеси - 100.

## Литература

1. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н.И. Кленин, В.А. Саун.-М.: Колос,1994.- 751.

## Практическая работа №16

### ТЕМА: "ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ, ПРИЕМКИ И ХРАНЕНИЯ МОЛОКА "

**Цель работы:** провести технологический расчет оборудования для транспортирования, приемки и хранения молока

#### **Задачи:**

Научится производить расчет:

- пропускной способности (производительности) весов при поступлении молока во флягах или в неполных цистернах, а также при транспортировании по молокопроводу.
- продолжительности использования емкостей для хранения молока.

#### **Контрольные вопросы при допуске к работе:**

1. Какие средства применяют для транспортирования молока?
2. В каком случае при наполнении и опорожнении автоцистерн продолжительность этих операций одинакова?
3. Какую вместимость имеют секции молочных автоцистерн?
4. Какова допустимая скорость движения молока в молокопроводах?
5. Чем отличается регулировка подачи в шестеренных насосах с внутренним и внешним зацеплением?
6. Как регулируют подачу центробежных насосов?
7. Какую функцию выполняет магнитная муфта в счетчике с кольцевым поршнем?
8. Какие насосы можно использовать для дозирования молока и молочных продуктов?
9. Какие факторы влияют на точность показаний шестеренного счетчика?
10. На каком принципе основана работа электромагнитного счетчика-расходомера?
11. От чего зависит диапазон измерений электромагнитного расходомера?
12. В чем принципиальное различие датчиков индукционного и турбинного расходомеров?
13. Чем различаются емкости общего и специального назначения?
14. Какое требование по температурному режиму предъявляется к емкостям для хранения молока?
15. Как классифицируют емкости специального назначения?
16. В каких случаях нецелесообразно использовать специальные емкости для хранения молока?

**Время выполнения:** 135 мин.

### **Теоретические сведения.**

#### Оборудование для транспортирования, приемки и хранения молока

#### Насосы для перекачивания молока и молочных продуктов

Молочные насосы должны хорошо промываться и не оказывать существенного механического воздействия на перекачиваемый продукт. Этим и объясняется тот факт, что наибольшее применение получили различные типы объемных насосов, а из группы лопастных чаще всего используют центробежные.

Шланговый насос является наиболее простым для перекачивания и одновременного дозирования жидких молочных продуктов. Рабочим органом его является эластичный шланг из неопрена, силоксана или натурального каучука. Устройство для нагнетания жидкости (рис. 1.1) включает трек, ролики, закрепленные на диске ротора с равномерным интервалом, зажимы для крепления шланга.

Вал ротора имеет приводной механизм, состоящий из электродвигателя, редуктора и регулятора частоты вращения. Подача насоса зависит от частоты вращения роликов и диаметра шланга.

Шланговый насос работает следующим образом. При вращении ротора ролики поочередно набегают на шланг, сжимают его и выдавливают жидкий продукт, которым он заполнен. При восстановлении формы шланга позади ролика образуется разрежение, благодаря чему обеспечивается поступление новой порции перекачиваемой жидкости. Надежная работа насоса возможна в случае установки на диске ротора не менее трех роликов. Для устранения износа шланг смазывают специальным составом. Перемещению шланга по треку препятствуют специальные зажимы.

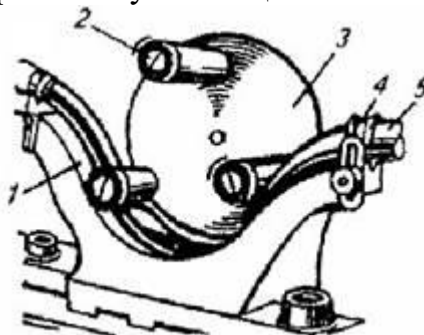


Рис.1.1. Устройство для нагнетания жидкости шлангового насоса:

1-трек; 2-ролик; 3-диск; 4-зажим; 5-шланг

Насосы, выпускаемые промышленностью, имеют шланг диаметром 12,7...44,8 мм (девять типоразмеров) и подачу 0,45...9 м<sup>3</sup>/ч. Точность дозирования молока 0,1 %.

Мембранные насосы получили широкое применение для откачивания молока из вакуумированных емкостей, а также транспортирования по трубопроводам вязких молочных продуктов. Основным рабочим органом является мембрана из эластичных листовых материалов: резины или тканей, покрытых полимерами. В качестве клапанов используют резиновые шарики или пластины.

В зависимости от конструкции привода мембранные насосы подразделяют на насосы с механическим, пневматическим или гидравлическим приводом. Чаще используют насосы двух первых типов.

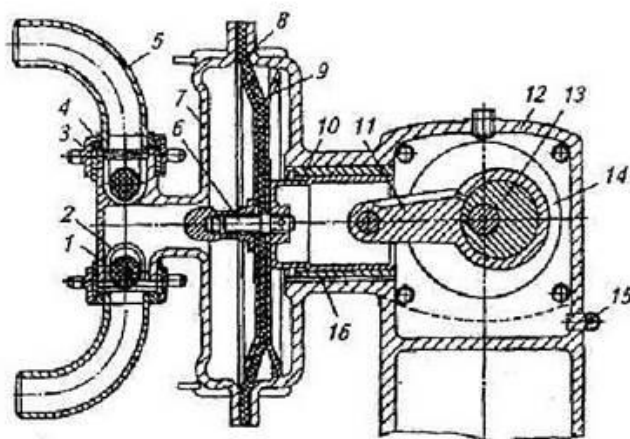


Рис. 1.2. Мембранный насос с механическим приводом:

1 — шариковый клапан; 2 — ограничитель; 3 — гайка; 4 — уплотнительное кольцо; 5—патрубок; 6 —шпилька; 7— крышка; 8— мембрана; 9 — тарелка; 10 — поршень; 11 — шатун; 12 — корпус насоса; 13 — эксцентрик; 14—червячное колесо; 15—пробка; 16 — гильза поршня

Механический привод включает в себя редуктор, клиноременную передачу и электродвигатель. Редуктор смонтирован в корпусе (рис. 1.2) и состоит из червяка и червячного колеса с эксцентриком. На эксцентрик насажен шатун, второй конец шатуна шарниром соединен с поршнем. В конце поршня имеется отверстие с резьбой, в которое ввернута шпилька, соединяющая кривошипно-шатунный механизм с мембраной. Между тарелками мембрана зажимается специальной гайкой, а между корпусом насоса и крышкой — гайками-барашками. Вместе с крышкой отлит тройник, в вертикальных патрубках которого размещаются впускной и выпускной шариковые клапаны.

В процессе работы вращение от привода передается на червячное колесо с эксцентриком. Шатун получает возвратно-поступательное движение и передает его поршню, который перемещается в гильзе и приводит в движение мембрану. При движении последней вместе с поршнем вправо в рабочей камере создается разрежение.

Нагнетательный клапан прижимается к гнезду тройника и препятствует поступлению в камеру воздуха, всасывающий клапан открывается, и молоко поступает в камеру. При обратном движении мембраны объем камеры уменьшается и молоко, отжимая клапан, поступает в трубопровод. Всасывающий клапан при этом закрывается и препятствует вытеканию молока.

Подача молока такими насосами осуществляется неравномерным, пульсирующим потоком. Этот недостаток снижается в насосах с двойной камерой. Высота всасывания мембранных насосов достигает 5 м, а создаваемый напор — 50 кПа.

В насосах с пневмоприводом всасывание и нагнетание осуществляются при избыточном давлении воздуха или вакууме.

В первом случае насос состоит из корпуса, мембраны, крышки, клапанов и устройства распределения потоков воздуха и управления работой насоса. Насос с вакуумным приводом выполнен аналогично, но вместо устройства распределения потоков воздуха насос оснащен блоком пульсаторов для чередования вакуума и атмосферного давления между кольцевыми полостями насоса.

Благодаря простоте приводного устройства и равномерному давлению воздуха на мембрану при незначительном механическом воздействии на молоко и продукты его переработки, мембранные насосы с пневматическим приводом находят широкое

распространение в молочной промышленности. В некоторых технологических процессах переработки молока, например сушки и гомогенизации, применяют плунжерные насосы высокого давления. Насос высокого давления К5-ОНВ с механическим приводом состоит из электродвигателя, корпуса с кривошипно-шатунным механизмом, трех плунжерных пар, гидравлического блока и вспомогательного оборудования. Давление нагнетания достигает 16 МПа при ходе плунжера 40 мм. Подача насоса 0,25 м<sup>3</sup>/ч.

Роторные, или ротационные, насосы относятся к насосам объемного типа. Они объединяют шестеренные насосы с внешним и внутренним зацеплением, гибким ротором, насосы винтовые и специальные, для перекачки вязких молочных продуктов (сливки, сгущенное молоко, смесь мороженого, творожный сгусток и т. д.).

У шестеренного насоса НРМ-2 с внутренним зацеплением (рис. 1.3) основными рабочими органами являются зубчатый ротор и ведомая шестерня, расположенная эксцентрично продольной оси насоса. Часть ее зубьев входит в зацепление с зубьями ротора. Шестерня свободно посажена на палец, снабженный втулкой.

Корпус насоса с одной стороны закреплен на кронштейне гайкой, с другой — закрыт крышкой, которая крепится к корпусу четырьмя шпильками. На внутренней стороне крышки имеется серповидный выступ для предупреждения обратного просачивания жидкости с нагнетательной стороны на всасывающую, являющийся замыкающей поверхностью переноса порций продукта. В крышке имеются пазы, в которых расположены шпильки. Пазы позволяют поворачивать крышку на определенный угол вокруг своей оси и, следовательно, изменять положение зубьев шестерни, находящихся в зацеплении с зубьями ротора, относительно входного отверстия. При этом меняется подача насоса. На крышке нанесены риски, соответствующие определенной часовой подаче насоса. Таким образом, поворот крышки позволяет регулировать подачу насоса в пределах 0,25...2 м<sup>3</sup>/ч. Между крышкой и корпусом помещены уплотнительные прокладки из картона толщиной 0,2 мм, с помощью которых регулируется необходимый зазор между торцом ротора и крышкой. Отверстие для ввода жидкости расположено сбоку, для вывода — сверху, оба заканчиваются патрубками с муфтами для крепления молочных трубопроводов. В случае необходимости корпус с патрубками может быть повернут в нужное положение. При подаче жидкости в рабочую камеру через нагнетательный патрубок необходимо изменить направление вращения ротора.

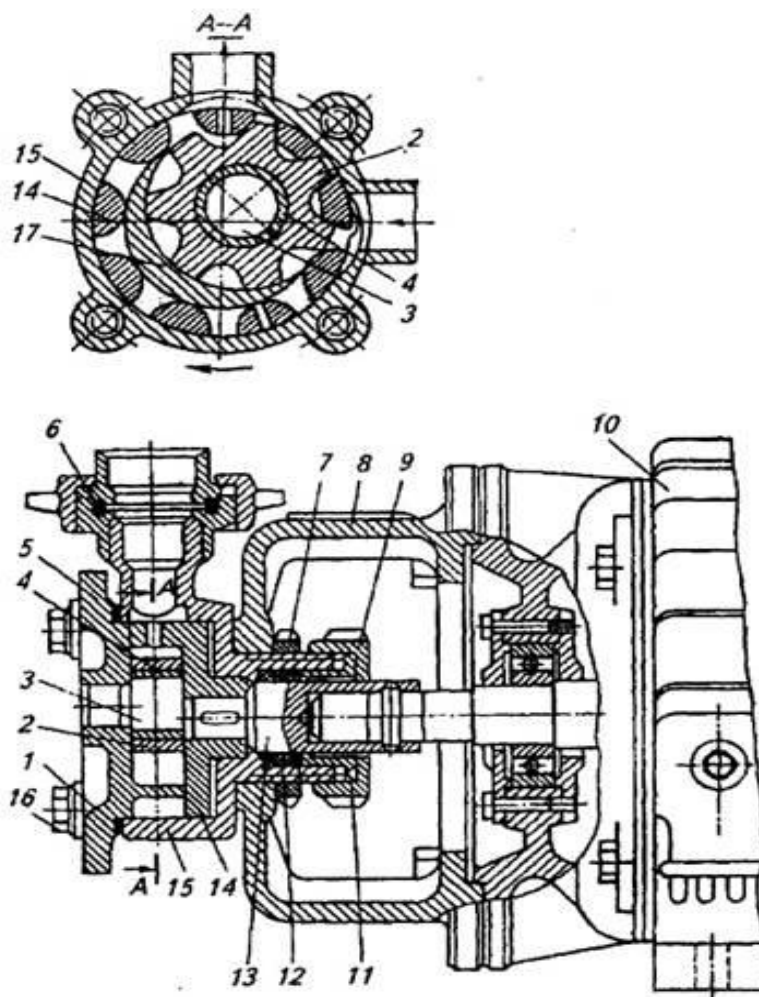


Рис. 1.3. Шестеренный насос НРМ-2 с внутренним зацеплением:

1 — прокладка; 2 — шестерня; 3 — палец; 4 — втулка; 5 — крышка; 6 — уплотнительное кольцо; 7-гайка крепления корпуса насоса; 8- кронштейн; 9-гайка сальникового уплотнения; 10— электродвигатель; 11 — нажимная втулка; 12— сальниковое уплотнение; 13— наконечник вала; 14- ротор; 15- корпус насоса; 16- гайка крепления крышки; 17- серповидный выступ

Длина вала электродвигателя увеличена с помощью наконечника, который через сальниковое уплотнение входит в корпус насоса. Уплотнение сальниковой набивки осуществляется гайкой и нажимной втулкой. В качестве сальниковой набивки используют хлопчато-бумажный шнур диаметром 5 мм, пропитанный животным жиром.

Насос работает следующим образом. Перекачиваемый продукт самотеком поступает в рабочую камеру и заполняет впадины между зубьями ротора и шестерни. Вращаясь, зубья переносят перекачиваемый продукт вдоль серповидного выступа, а затем начинают входить в зацепление. При этом продукт вытесняется из впадин и поступает в нагнетательный патрубок. Шестеренные насосы с внешним зацеплением в качестве рабочих органов имеют две шестерни (рис. 1.4) с зубьями специального профиля. Особенностью их устройства является необходимость синхронизации вращения рабочих шестерен, для чего служат две другие зубчатые шестерни, которые и передают крутящий момент с вала электродвигателя. Подача роторных насосов этого типа (ВЗ-ОРА-2 и ВЗ-ОРА-10М) регулируется в довольно широких пределах с помощью перепускного клапана.

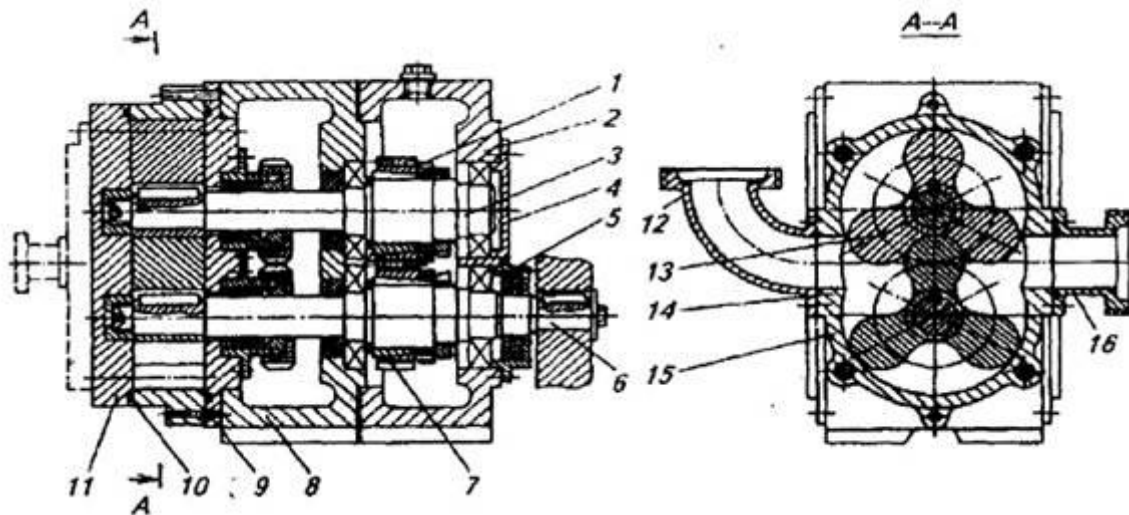


Рис. 1.4. Шестеренный насос с внешним зацеплением:

1, 7— синхронизирующие зубчатые шестерни; 2 — корпус; 3, 6— валы; 4, 5, 9, 11, 15 — крышки; 8— корпус промежуточный; 10— уплотнительное кольцо; 12, 16 — патрубки; 13 — ротор; 14— корпус насоса

Шестеренные насосы с внешним зацеплением по сравнению с насосом, описанным выше (НРМ-2), имеют ряд преимуществ: меньшее воздействие на структуру и консистенцию перекачиваемого продукта, возможность вращения роторов в обоих направлениях.

Насос с гибким ротором по сравнению с другими насосами имеет небольшие габаритные размеры и массу. Насос состоит из корпуса, отлитого вместе с патрубками, крышки и вала (рис. 1.5). На одном конце вала установлен гибкий ротор, другой конец соединен с электродвигателем привода. Материал рабочего колеса зависит от перекачиваемого продукта (натуральный каучук, неопрен и т. д.). Принцип работы насоса заключается в следующем. Молоко через патрубок под действием образующегося разрежения поочередно заполняет полости между лопастями рабочего колеса и корпуса. Вращающийся против часовой стрелки ротор переносит продукт к нагнетательному патрубку. Упругая лопасть рабочего колеса при набегании на эксцентрично расположенный отражатель деформируется и вытесняет содержимое полости через нагнетательный патрубок. Промышленность выпускает пять типов насосов с подачей от 0,65 до 16,5 м<sup>3</sup>/ч и напором 120 кПа.

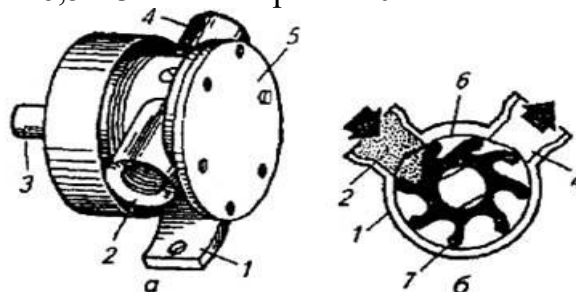


Рис. 1.5. Насос с гибким ротором:

а-общий вид; б-схема работы; 1-корпус; 2-всасывающий патрубок; 3-вал; 4-нагнетательный патрубок; 5-крышка; 6-отражатель; 7-рабочее колесо

Винтовые электронасосные агрегаты, включающие в себя винтовой насос, станину, привод и электродвигатель (рис. 1.6), получили широкое применение для перекачивания вязких молочных продуктов, а также продуктов, не допускающих жесткого механического воздействия (сливки, сгущенное молоко, творожный сгусток и

т. д.). В отдельных конструкциях агрегатов вал электродвигателя соединен непосредственно или с помощью муфты с винтом. Он обычно выполнен из нержавеющей стали, а статор (обойма) — из пищевой резины. У насоса нет подшипниковых узлов; смазка винтовой пары и уплотнение вала производятся перекачиваемым продуктом. Поэтому винтовые электронасосные агрегаты запрещается включать без перекачиваемой жидкости в рабочей камере.

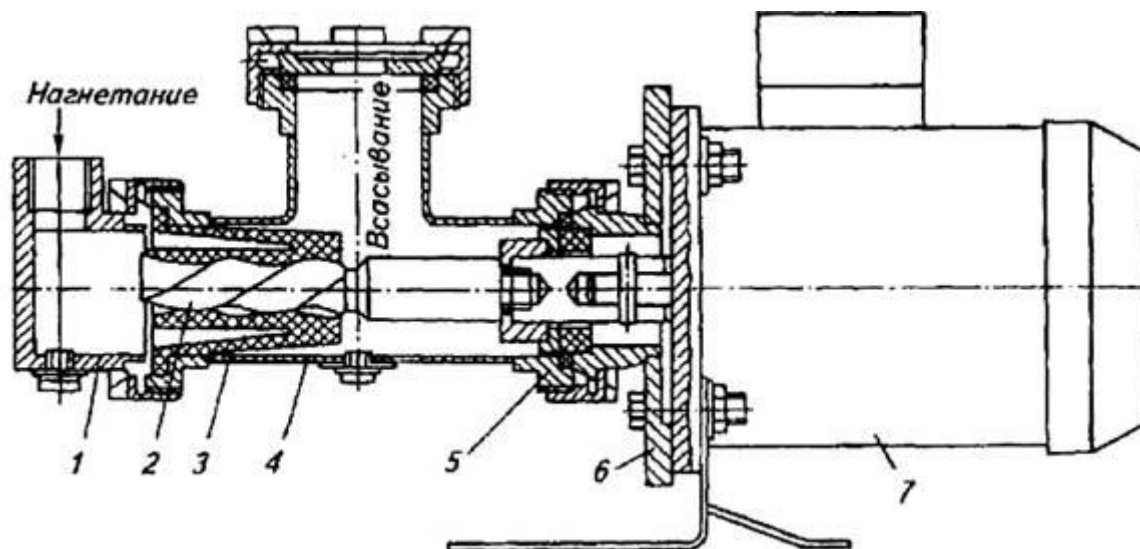


Рис.1.6. Общий вид одновинтового электронасосного агрегата П8-ОНВ:

1-крышка; 2-винт; 3-статор (обойма); 4-корпус насоса; 5-фланец; 6-основание; 7-электродвигатель

Большинство таких агрегатов имеет регулируемую за счет изменения частоты вращения винтового рабочего органа подачу. Регулировка осуществляется с помощью сменных шкивов, клиноременных вариаторов или изменением частоты вращения вала электродвигателя.

При производстве сливочного масла подача высокожирных сливок может осуществляться одновременно с внесением бактериальной закваски, ароматизаторов или каких-либо добавок. Для этой цели служит насос-дозатор НРДМ, в котором совмещены ротационный насос с регулируемой бесступенчатой (с помощью вариатора) подачей и дозирующее плунжерное устройство, производительность которого также регулируется за счет числа рабочих ходов плунжера. Подача насоса может изменяться от 0,5 до 1 м<sup>3</sup>/ч, производительность дозирующего устройства — от 0,005 до 0,05 м<sup>3</sup>/ч. Мощность электродвигателя этого насоса-дозатора 0,75 кВт; масса насоса 100 кг.

Большинство насосов объемного типа целесообразно использовать в поточных технологических линиях, так как их мойка достаточно трудоемка и приводит к значительным потерям перекачиваемой продукции. К тому же большинство таких насосов для нормальной работы требует установки ниже уровня питающего патрубка бака или какого-либо технологического оборудования, что осложняет монтаж последнего.

Центробежные насосы, относящиеся к лопастным, лишены этих недостатков в определенной степени. Они просты по своему устройству и легко разбираются для мойки и чистки. Их рабочие органы (лопатки или колеса) непосредственно соединены с валами быстроходных электродвигателей, что обуславливает их компактность, небольшую массу и сравнительно невысокую стоимость.



Подачу центробежных насосов регулируют изменением сопротивления аппаратов, через которые прокачивается молоко, или дросселированием запорной арматуры (кранов, вентилей).

При этом устройства для регулирования подачи центробежных насосов нельзя устанавливать на магистрали всасывающего патрубка, так как это может привести к разрывам потока перекачиваемой жидкости и нарушениям работы насосов.

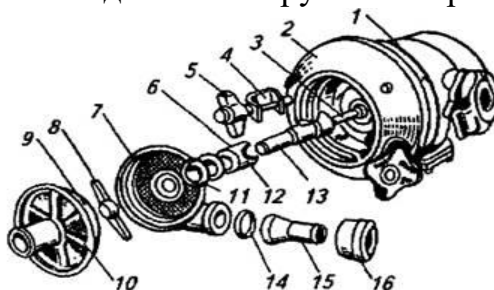


Рис.1.7. Центробежный насос НМУ-6:

1-защитный кожух; 2-фланец; 3-шпонка; 4-зажимное устройство; 5-гайка крепления кожуха; 6-обойма; 7-корпус насоса; 8-лопасть; 9-резиновое кольцо; 10-крышка; 11-торцевое уплотнение; 12-торцевая шайба; 13-наконечник вала; 14-обратный клапан; 15-патрубок; 16-гайка крепления напорного патрубка

Центробежный насос (рис. 1.7) имеет корпус в виде цилиндра, закрываемого крышкой. Во внутренней полости корпуса через отверстие проходит вал с насаженной на него лопастью. Крышка уплотнена резиновым кольцом и зажимными винтами. На ней расположен по оси вала всасывающий патрубок. По касательной к цилиндру корпуса установлен нагнетательный патрубок.

При вращении вала в камере насоса молоко отбрасывается лопастью к периферии камеры и под действием центробежных сил создается давление для вывода продукта в нагнетательный патрубок и транспортирования по молокопроводу. При этом в центральной части камеры насоса образуется разрежение и туда поступает новая порция молока. Поток молока не прерывается. Возврат молока из полости нагнетания в полость всасывания между корпусом и лопастью предотвращается благодаря минимально возможным зазорам между ними.

Подводимая от электродвигателя к рабочему колесу насоса энергия затрачивается на преодоление гидравлических сопротивлений внутри самого насоса и на приращение энергии потока молока. Гидравлические сопротивления внутри насоса зависят от формы и расположения всасывающего и нагнетательного патрубков насоса, формы лопастей, зазоров между ними и корпусом, профиля клапанов и чистоты обработки их поверхностей. Приращение энергии потока молока в насосе зависит от частоты вращения рабочего колеса, размеров и формы камеры и рабочего колеса.

Рабочая характеристика центробежного насоса отражает взаимосвязь подачи, напора, мощности и КПД. Обычный центробежный насос не может работать как самовсасывающий. Это свойство он приобретает в результате применения воздухоотделителя, сопла и изогнутого вверх всасывающего патрубка. Допустимое отклонение от вертикали всасывающего патрубка при работе насоса как самовсасывающего не должно превышать  $20^\circ$  (рис. 1.8).

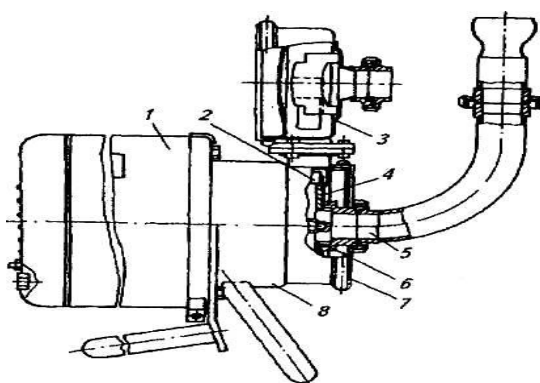


Рис. 1.8. Центробежный самовсасывающий насос:

1- электродвигатель, 2- сопло, 3- воздухоохладитель, 4- крышка, 5- всасывающий патрубок, 6- рабочее колесо, 7- зажимное устройство, 8- корпус с опорами.

Работает такой насос следующим образом. Рабочее колесо насоса, заполненного до верхнего уровня всасывающего патрубка жидкостью (молоком), образует в рабочей камере воздушно-жидкостную смесь и выталкивает ее через сопло в воздухоотделитель. Жидкость, освободившаяся в воздухоотделителе от воздуха, возвращается в рабочую камеру. Этот процесс продолжается до тех пор, пока не будет создано необходимое разрежение для подъема жидкости через всасывающий трубопровод и заполнения рабочей камеры, после чего насос работает как центробежный. При следующих повторных включениях процесс возобновляется благодаря оставшейся в его рабочей камере жидкости.

#### *Оборудование для учета и взвешивания молока и молочных продуктов*

При определении количества сырья, готовой продукции и вспомогательных материалов на молокоперерабатывающих предприятиях применяют молокомеры, счетчики, расходомеры и весы.

Поплавковый молокомер является наиболее простым и распространенным средством измерения небольшого количества молока. Он представляет собой цилиндрическое ведро с жестко закрепленной ручкой. В молокомер помещен поплавок с вертикальной линейкой, входящей в прорезь ручки. Линейка отградуирована в литрах.

При наполнении ведра поплавок всплывает и линейка поднимается над ручкой на высоту, соответствующую объему молока. Обычно вместимость молокомера поплавоквого типа 10 л, а допустимая погрешность измерения  $\pm 0,05$  л.

Для измерения 50 л молока и более служат емкостные молокомеры цилиндрической или шаровой формы, выполненные из прозрачных материалов. На их поверхности нанесена шкала, по которой отсчитывают объем молока.

Некоторые виды емкостей для хранения молока также можно использовать в качестве молокомеров. Измерители уровня заполнения емкости выполнены в виде поплавоквого механизма, связанного тросиком с указателем объема молока.

С помощью счетчиков измеряют количество продукта в потоке, т. е. протекающего по трубопроводу. В молочной промышленности наиболее часто применяют два типа счетчиков: с кольцевым поршнем и овальными шестернями (шестеренный счетчик).

Счетчик с кольцевым поршнем (рис. 1.9) применяют для измерения объема молока в потоке. Он имеет измерительную камеру, образованную двумя концентрическими цилиндрами, корпусом счетчика и поршнем.

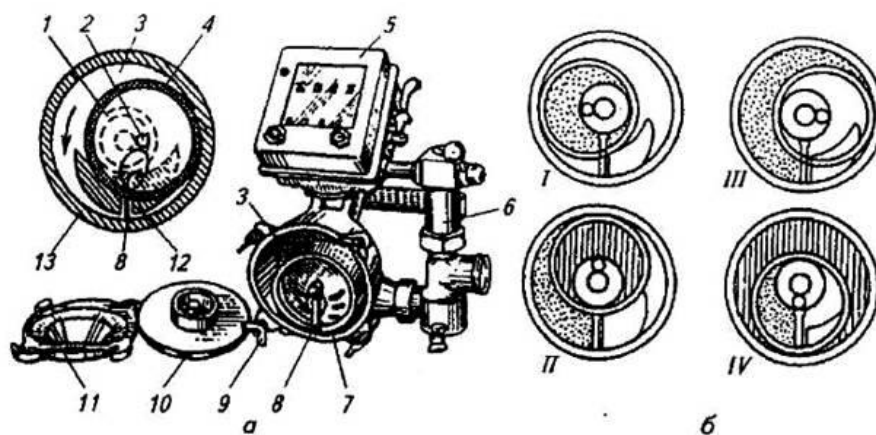


Рис. 1.9. Счетчик с кольцевым поршнем:

а-общий вид: 1-кольцевое пространство; 2-цапфа; 3-измерительная камера; 4-кольцевой поршень; 5-счетный механизм; 6-клапан; 7-корпус счетчика; 8-перегородка; 9-зажимная гайка; 10-диск; 11-крышка; 12-входное отверстие; 13-выходное отверстие; б-схема работы счетчика: I...IV-основные положения кольцевого поршня

Камера разделена перегородкой. По обе ее стороны имеются серповидные входное и выходное отверстия. Поршень представляет собой кольцо цилиндрической формы с поперечной перегородкой с отверстиями. В вертикальный разрез поршня входит радиальная перегородка. В центре поперечной перегородки укреплена цапфа, которая движется в кольцевом пространстве. Под давлением молока, поступающего через входное отверстие, поршень перемещается в камеру. Его движение передается счетному механизму с помощью магнитной муфты, представляющей собой два постоянных магнита. Один из них жестко связан с цапфой измерительной камеры, другой — с валом счетного механизма. Относительная погрешность измерения  $\pm 0,2..0,5\%$ .

Шестеренный счетчик также позволяет измерить количество молока в потоке и состоит из проточной камеры, в которой под напором проходящего молока вращаются овальные шестерни с мелкими зубьями (рис. 1.10). При повороте шестерни перемещают в сторону выходного патрубка часть молока, ограниченную стенками камеры. Плотное зацепление шестерен между собой, а также минимальный зазор между ними и камерой позволяют исключить переток молока из камер входа и выхода. От счетного механизма камера отделена перегородкой, через которую вращение нижней шестерни передается на ведущий вал счетного механизма. Это достигается с помощью магнитов, один из которых вмонтирован в шестерне счетного механизма, а второй — в торцевой стенке шестерни проточной камеры. С помощью системы передач счетный механизм преобразует частоту вращения шестерен проточной камеры в показания количества молока, прошедшего через счетчик. Кроме того, счетчики такой конструкции могут отмерять заданное количество молока, передавать показания на определенное расстояние и т. д.

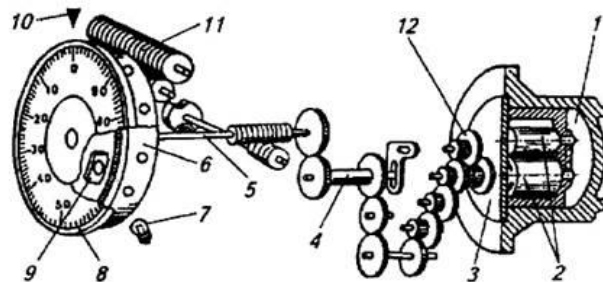


Рис.1.10. Шестеренный счетчик:

1-камера; 2-шестерни; 3-перегородка; 4-блок сменных шестерен; 5-вал; 6-рамка с отверстиями; 7-лампочка; 8-шкала; 9-фотосопротивление; 10-стрелка; 11-указатель; 12-ведущая шестерня счетного механизма

Диапазон применения шестеренных счетчиков расширяется благодаря выпуску нескольких типоразмеров с различными производительностью, рабочим давлением и температурой. Допустимая температура измеряемой жидкости  $90^{\circ}\text{C}$ , давление 700 кПа. Погрешность показаний счетчика  $\pm 0,5\%$ . Такая точность обеспечивается установкой в напорной линии перед счетчиком воздухоотделителя. Электромагнитные счетчики-расходомеры получили широкое распространение в поточных технологических линиях переработки молока. Они предназначены для измерения расхода молока и молочных продуктов в потоке и выдачи командного сигнала на какое-либо исполнительное устройство при прохождении заданного количества продукта. Обычно такие расходомеры состоят из двух основных элементов: первичного преобразователя импульсов (ПРИМ) и измерительного устройства (ИУ). В основе работы ПРИМ положено явление электромагнитной индукции. При прохождении измеряемой жидкости через магнитное поле, созданное в трубопроводе, в ней, как в движущемся проводнике, наводится ЭДС, пропорциональная средней скорости потока. При постоянном сечении трубопровода ЭДС пропорциональна объемному расходу жидкости.

Один из вариантов ПРИМ показан на рис. 1.11. Он представляет собой немагнитный отрезок трубопровода, внутренняя поверхность которого покрыта электроизоляцией. Внутри трубы друг против друга размещены два электрода, соединенные с ИУ. С внешней стороны трубопровода укреплен электромагнит, создающий равномерное магнитное поле. Между электродами возникает электродвижущая сила, величина которой зависит от скорости потока молока.

Измерительное устройство обеспечивает преобразование сигнала ПРИМ в выходной сигнал постоянного тока или частотный. При этом ИУ выполняет индикацию мгновенного расхода, интегрирование его во времени (контроль объема) и управление дозированием.

В молочной промышленности применяют счетчики-расходомеры ИР-43 (Эстония), РОСТ-1МП и микропроцессорный счетчик-расходомер РОСТ-4МП (Россия).

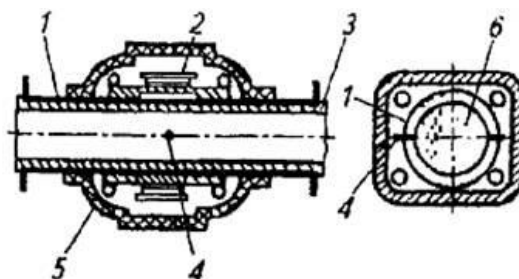


Рис. 1.11. Первичный преобразователь импульсов расходомера:

1-трубопровод; 2-электромагнит; 3-электроизоляция (фторопласт-4); 4-электроды; 5-кожух; 6-магнитное поле

ИР-43 выпускают с диаметрами условного прохода 36, 50 и 80 мм, что позволяет измерять расход жидкости в диапазоне  $0,5\text{--}60\text{ м}^3/\text{ч}$ . Температура измеряемого молока не выше  $60^{\circ}\text{C}$ . Относительная погрешность измерения  $\pm 1\%$ .

РОСТ-1 МП выпускают с диаметрами условного прохода первичного преобразователя 15, 32, 50 и 80 мм. Диапазоны измерений 0,1...1 и 6...60м<sup>3</sup>/ч при температуре 2...70°С и давлении 0,6 МПа. Относительная погрешность расходомера ±0,5%. РОСТ-4МП имеет такую же характеристику и адаптирован к системе автоматического контроля технологических процессов на базе микропроцессорной техники.

Работа датчика турбинного расходомера также основана на явлении электромагнитной индукции. В качестве исполнительного органа такого датчика служит турбинка с встроенным в нее магнитом (рис. 1.12). Под давлением протекающего молока турбинка вращается. Частота ее вращения, пропорциональная скорости потока, преобразуется в электрические сигналы, которые подаются на электронный блок.

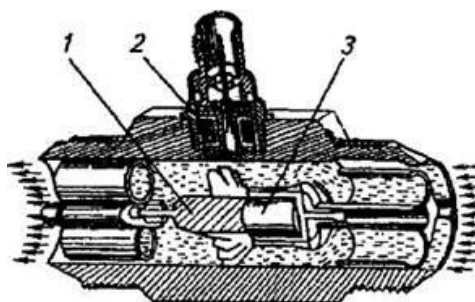


Рис. 1.12. Датчик турбинного расходомера:

1-турбинка; 2-катушка; 3-магнит

Массу твердых, сыпучих или жидких продуктов и материалов измеряют при помощи весов — чаще всего с уравниванием грузов с помощью гирь или механизмов (шкальных и циферблатных).

Товарные гиревые весы имеют плоскую грузовую платформу, колонку, и коромысло с гиредержателем. Шкалы коромысел товарных гиревых весов градуированы. Шкальные весы имеют две шкалы: основную и дополнительную. Первая нанесена на боковую поверхность коромысла, в верхней части которого имеются пазы, служащие для фиксации зуба передвижной гири, а вторая — на особую линейку, которая жестко соединена с коромыслом. Обычно шкальные весы устроены так, что верхний предел основной шкалы соответствует наибольшему пределу взвешивания на данных весах.

Допустимая погрешность измерения на товарных гиревых и шкальных весах ± 0,1%. Более удобны в эксплуатации циферблатные весы. Они могут быть платформенными и с подвесными емкостями.

Платформенные циферблатные весы состоят из трех основных частей: грузоподъемного механизма, промежуточного механизма и циферблатного прибора.

Грузоподъемный механизм служит для восприятия массы груза, установленного на платформу весов, и состоит из платформы, большого и малого грузоподъемных рычагов, а также рамы, на которой монтируется весь механизм. Рычаги опираются своими опорными призмами на подушки стоек, расположенных в углах рамы. Платформа имеет свободное качение в продольном и поперечном направлениях и опирается на грузоподъемные призмы рычагов через кольцо и стойки, попарно жестко связанные друг с другом с помощью круглых стержней. Для ограничения качения платформы и смягчения возможных ударов при установке и снятии грузов с

платформы имеется четыре упора. Концевая призма малого грузоподъемного рычага через серьгу и тягу соединена с рычажной системой промежуточного механизма.

Промежуточный механизм состоит из колонки, нижнего передаточного рычага, подциферблатного рычага со шкалой и передвижной гири для уравнивания тары, а также масляного демпфера поршневого типа для успокоения колебаний весового механизма. На выступающем из колонки конце подциферблатного рычага имеется тарировочный груз для регулировки ненагруженных весов. Предварительная грубая регулировка достигается перемещением передвижного груза. Для точной регулировки ненагруженных весов предусмотрен малый грузик, который перемещается винтом, встроенным в корпус передвижного груза. Правильная установка весов обеспечивается уровнем, расположенным в верхней части колонки.

Циферблатный указательный прибор предназначен для автоматического уравнивания груза и определения его массы по шкале циферблата.

Циферблатные весы с подвесными емкостями позволяют взвешивать молоко без тары. Они состоят из взвешивающего механизма, двух грузоприемных емкостей одинаковой вместимости и циферблатного механизма. Емкости оборудованы сливными клапанами, соединенными системой рычагов — пультом управления. Грузоприемные емкости и клапаны выполнены из нержавеющей стали.

Под действием поступающего молока подвесные емкости опускаются и через систему рычагов воздействуют на весовой механизм. На шкале циферблатного механизма стрелка показывает массу молока в килограммах. После взвешивания с помощью рукоятки управления клапан открывается, и молоко сливается в приемный бак.

Наибольшее распространение на некрупных молокоперерабатывающих предприятиях получили весы СМИ-250 и СМИ-500. Вместимость каждой из двух емкостей этих весов соответственно 125 и 250 кг. Техническая характеристика некоторых весов, применяемых для взвешивания молока и молочных продуктов, приведена в табл. 1.4.

На крупных молочных заводах используют циферблатные весы с устройством для автоматического определения массы молока. Они включают весы типа СМИ (рис. 1.13) и устройство для регистрации отдельных порций и суммарной партии продукта. Регистрация осуществляется на специальной бумажной ленте.

В ряде случаев удобнее пользоваться весами, в которых весовое устройство и устройство информации и управления выполнены с возможностью установки на определенном расстоянии.

Стационарные весы 9018BC-400Д14М работают по комбинированной схеме: грузоприемным элементом является платформа с рычажной системой, передающей усилие измеряемого груза на электромеханическое уравнивающее устройство. Блок обработки информации с цифровым табло и панелью дистанционного управления выполнен на базе большой интегральной микросхемы специального назначения. Весы снабжены прибором для индикации массы груза и имеют вывод на электронно-бухгалтерский терминал типа «Нева-501». С помощью этих весов можно взвешивать груз массой от 10 до 400 кг с погрешностью измерений  $\pm 0,2$  кг. Время измерения не превышает 15 с.

Еще более точное измерение массы молочных продуктов в емкостях вертикальной установки вместимостью 1;4;6,3;8 и 12т обеспечивает электронная весоизмерительная система для молочных емкостей (ЭВИС-0,1). В ее состав входят комплект специальных

тензорезисторных датчиков (3 шт. на одну емкость), преобразователь «Тензор-4С», пульт управления взвешиванием микропроцессорный МПК 02.02, термопечатающее устройство ФШ-6805 «Дюйм» и соединительные кабели.

Электронная весоизмерительная система осуществляет цифровую индикацию массы; индикацию на светодиодах режима работы системы и номера емкости, с которой выполняется текущая операция. Возможен ввод с клавиатуры в режиме диалога даты, текущего времени, кодов поставщика или потребителя и вывод по желанию пользователя результатов операций (приход, расход) на малогабаритное печатающее устройство.

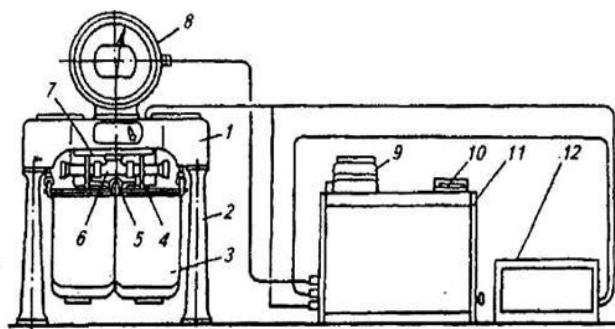


Рис. 1.13. Рычажные весы с устройством для автоматического определения массы молока:

1-корпус; 2-стойка; 3-грузоприемный бак; 4-стержневой датчик; 5-механизм ручного открывания выпускных клапанов; 6-выпускное устройство; 7-блок со стержневыми датчиками; 8-циферблатный указатель; 9-регистрирующая машинка; 10-панель управления; 11-пульт управления; 12-пневматическая распределительная коробка

Пульт управления может быть удален от объекта измерения на 100 м. Диапазон измерений 0...1; 0...4; 0...6,3; 0...12 т, относительная погрешность  $\pm 0,1\%$ .

Для измерения массы различных молочных продуктов при перемещении или погрузке удобны конвейерные весы (рис. 1.14).

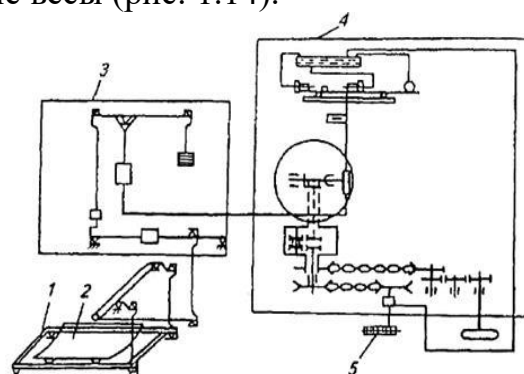


Рис.1.14. Принципиальная схема конвейерных весов:

1-грузовая платформа; 2-конвейерная лента; 3-рычажная система; 4-весоизмерительный механизм; 5-счетчик

Они имеют грузовую платформу, которая несет участок ленты конвейера, соответствующий длине платформы. Грузовая платформа воспринимает массу материала, расположенного на этом участке. Усилия передаются рычажной системой к весо- измерительному механизму и отмечаются на шкале счетного механизма.

Для подсчета штучной продукции на молочных заводах применяют механические и автоматические счетчики.

### *Оборудование для хранения молока и молочных продуктов*

Приемка, кратковременное или длительное хранение молока осуществляются во флягах и емкостях общего назначения.

Фляга представляет собой цилиндрический корпус со сферическим днищем и горловиной, закрываемой крышкой с замком. Крышка шарнирно крепится к усикам, приваренным к опорному обряду, насаженному на горловину. Уплотнительная прокладка, выполненная из пищевой резины и вставленная по окружности в кольцевую канавку крышки при ее закрывании, обеспечивает необходимую герметичность фляги. Две ручки для переноса фляги приварены к специальной манжете, насаженной на горловину. Нижний опорный обряд предохраняет корпус фляги от механических повреждений во время эксплуатации.

Фляги производят из нержавеющей стали, алюминия или специальной листовой стали с последующим лужением. У фляги вместимостью 38 дм<sup>3</sup> внутренний диаметр 340 мм, а диаметр горловины 170 или 220 мм соответственно при толщине стенки из стали 1,25 мм или алюминия 3 мм.

Алюминиевые фляги ФА-38 легче и дешевле стальных ФЛ-38, но уступают им по прочности и гигиеничности. Масса фляг соответственно 8,5 и 11 кг, высота 580 мм.

К емкостям общего назначения относят молокоприемные баки и емкости для хранения молока. Стенки последних, как правило, имеют термоизоляционный слой. В таких емкостях качественные изменения молока при его кратковременном хранении сведены к минимуму.

К емкостям специального назначения относят емкостные теплообменные аппараты, предназначенные для качественных изменений молока и получения различных молочных продуктов: охладители молока, ванны длительной пастеризации, универсальные емкости, аппараты для созревания сливок и производства кисломолочных напитков и другое технологическое оборудование, имеющее в качестве основного рабочего органа какую-либо емкость.

Молокоприемные баки различной вместимости служат для накопления молока перед его обработкой. Их изготавливают из пищевого алюминия, нержавеющей или декапированной стали с лужением последней оловом марки 01 или 02. Бак имеет прямоугольную форму с отбортовкой по периметру и сверху закрывается съемной крышкой. Для слива молока предусмотрен штуцер с накидной гайкой. К штуцеру присоединен проходной кран. Дно емкости выполнено с уклоном 1,5...3° в сторону сливного крана, а углы плавно закруглены. К днищу емкостей приварены подставки из углового профиля.

Вакуумированная молочная цистерна состоит из цилиндрического корпуса, двух сферических днищ, крышки и сливного крана. По окружности крышки имеется канавка для плоского резинового кольца, служащего уплотнителем при герметизации цистерны. Цистерны выпускают в передвижном и стационарном исполнениях, их можно использовать как в технологических линиях по переработке молока, так и в доильных установках. Чаще других применяют вакуумированные емкости вместимостью 0,6 м<sup>3</sup> из алюминиевого сплава.

Емкости для хранения молока могут быть вертикальные и горизонтальные. Повышение температуры молока за 24 ч хранения в таких емкостях при разности температур окружающего воздуха и продукта, равной 24°С, допускается не более чем на 2°С.



Емкость для хранения молока цилиндрической формы состоит из алюминиевого корпуса и стального кожуха. Пространство между ними заполнено термоизолирующим веществом. В верхней части емкости предусмотрены смотровое окно, светильник, моечное устройство, датчик верхнего уровня и воздушный клапан. Смотровое окно и светильник предназначены для периодического осмотра внутренней полости емкости. Моечное устройство выполнено в виде двух трубчатых полу дуг с отверстиями для подачи раствора. При вытекании моющего раствора из отверстий трубчатые дуги вращаются за счет возникающих реактивных сил. При этом внутренняя поверхность емкости равномерно орошается моющим раствором. Датчик верхнего уровня сигнализирует о заполнении рабочей вместимости емкости, а воздушный клапан впускает и выпускает воздух при ее опорожнении и заполнении.

В средней части емкости расположены люк, термометр, кран для отбора проб, устройство для контроля за уровнем молока и стационарная лестница для обслуживания верхней части. В нижней части имеются перемешивающее устройство, датчик нижнего уровня и опоры. Перемешивающее устройство состоит из центробежного насоса, эжектора, кранов и соединяющих их трубопроводов.

Емкость наполняется через нижний патрубок. Через этот же патрубок емкость и опорожняется при переключении трехходового крана. Окончание заполнения или опорожнения сопровождается подачей светового или звукового сигнала. При отборе проб пользуются специальным краником, а температуру молока контролируют термометром.

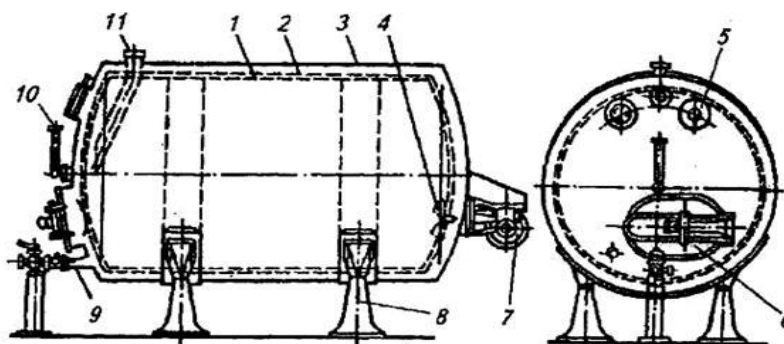


Рис.1.15. Горизонтальная емкость для хранения молока:

1-рабочая емкость; 2-теплоизоляция; 3-кожух; 4-мешалка; 5-смотровое окно; 6-люк; 7-привод мешалки; 8-ножки; 9-сливной патрубок; 10-термометр; 11-наливная труба

Вертикальные емкости для хранения позволяют лучше использовать высоту помещения, а также быстрее опорожняются по сравнению с горизонтальными. Последние имеют аналогичное устройство (рис. 1.15), но оказывают меньшее давление на опорную поверхность. Их можно смонтировать снаружи перерабатывающего предприятия и таким образом сэкономить его полезную площадь. В этом случае внутри помещения размещают лишь переднюю часть емкости с приемным и сливным патрубками, люком и контрольными приборами; остальную часть располагают вне помещения и устанавливают над ней легкий навес для защиты от осадков и солнечных лучей.

На крупных перерабатывающих предприятиях применяют емкости для хранения молока вместимостью 25 (Г6-ОМГ-25), 50 (В2-ОХР-50) и 100 м<sup>3</sup> (В2-ОХР-100). Две последние, как правило, устанавливают вне зданий.

Кроме вертикального и горизонтального исполнения емкости специального назначения различают по назначению - охладители молока, ванны для нагревания и универсальные тепловые аппараты; по типу перемешивающего устройства - с лопастными, пропеллерными и специальными мешалками; по конструкции системы тепловой обработки продукта (охлаждение или нагревание) - емкости с теплообменной рубашкой, оросительной системой, теплообменником в виде змеевика и комбинированным теплообменным устройством.

Молоко в емкостях охлаждают двумя способами: непосредственно кипящим в испарителе хладагентом или при помощи хладоносителя, т. е. воды или рассола от холодильной установки.

В ваннах длительной пастеризации или универсальных тепловых аппаратах молоко нагревается через теплопередающую стенку-рубашку от поступающей в нее горячей воды или пара, пропускаемого через воду.

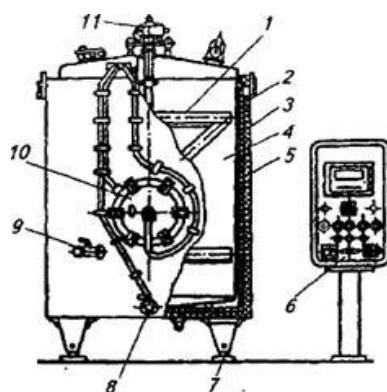


Рис.1.16. Емкость для приготовления кисломолочных продуктов:

1-мешалка; 2-теплоизоляция; 3-теплообменная рубашка; 4-внутренний корпус; 5-наружный корпус; 6-пульт управления; 7-ножки; 8-патрубок наполнения-опорожнения; 9-пробоотборный кран; 10-люк; 11-привод мешалки

Емкость специального назначения (рис. 1.16) состоит из корпуса цилиндрической формы, теплообменной рубашки, теплоизоляции и наружного кожуха. Для ее заполнения и опорожнения служит патрубок. Емкость снабжена мешалкой рамного или другого типа. Через патрубок в нижней части из теплообменной рубашки удаляется тепло - или хладоноситель. Люк для осмотра и ремонта рабочей поверхности расположен в средней части. Моющее устройство, находящееся в верхней части емкости, представляет собой реактивную вертушку. Молоко или сливки, предварительно нагретые до температуры сквашивания, а также закваска подаются через нижний патрубок емкости насосом.

Перемешивание молока (продукта) осуществляется по мере необходимости мешалкой. Готовый продукт охлаждается ледяной водой или рассолом. Хладоноситель орошает внешнюю поверхность внутреннего корпуса, вытекая из перфорированной трубы, расположенной по периметру теплообменной рубашки в ее верхней части. Продукт охлаждается при его непрерывном перемешивании, удаляется через патрубок и насосом перекачивается на фасование.

Ванны длительной пастеризации В1-ВД2-П, Г6-ОПА-600 и Г6-ОПБ-1000 вместимостью соответственно 0,35; 0,6 и 1 м<sup>3</sup> отличаются от описанной емкости отсутствием орошающей перфорированной трубы для подачи хладоносителя и наличием у теплообменной рубашки переливной трубы и парораспределительной головки, к которой через трубопровод подается пар.

Для охлаждения продукта, находящегося в ванне, в теплообменную рубашку подается холодная вода, для нагревания и пастеризации с водой через парораспределительную головку поступает пар. Ванны оборудованы мешалками пропеллерного типа.

Конструкция универсальной емкости позволяет значительно интенсифицировать процессы охлаждения и нагревания находящегося в нем продукта. Достигается это тем, что охлаждение осуществляется с помощью орошающего устройства, выполненного в виде кольцевой перфорированной трубы и змеевика, расположенного в нижней части емкости. Вода нагревается паром, добавляемым в барботер. Циркуляцию горячей воды обеспечивает центробежный насос. Змеевик может быть расположен в верхней части емкости и приварен к внутренней ванне в виде спирали.

### Методическое указание к выполнению работы:

Технологический расчет оборудования для транспортирования, приемки и хранения молока

Молоко, поступающее на перерабатывающие предприятия в полностью заполненных автоцистернах, принимают по объему без взвешивания. Если молоко поступает во флягах или в неполных цистернах, а также при транспортировании по молокопроводу его взвешивают.

Пропускная способность (производительность) весов, кг/ч,

$$P_B = \frac{60G_B}{Z_B}, \quad (2.1)$$

где  $G_B$  — грузоподъемность весов, кг;  $Z_B$  — продолжительность одного цикла взвешивания, мин.

В зависимости от марки и типа весов продолжительность цикла взвешивания составляет 3...7 мин.

Объем продуктов пересчитывают в массу (кг) с учетом их плотности:

$$G = V\rho_p, \quad (2.2)$$

где  $V$  — объем продукта, м<sup>3</sup>;  $\rho_p$  — плотность продукта, кг/м<sup>3</sup>.

Плотность молока цельного, обезжиренного и молочного жира составляет соответственно 1027, 1030 и 923 кг/м<sup>3</sup>.

Технологический расчет оборудования для хранения молока заключается в определении общей вместимости емкостей, их марки и числа, а также продолжительности их наполнения, использования и опорожнения.

Вместимость емкостей для хранения необработанного молока может быть принята равной 100, 80 и 60% его суточного поступления соответственно для сыродельных, городских молочных и молочно-консервных заводов. Число и марку емкостей подбирают, исходя из их технической характеристики.

При наполнении и опорожнении цистерн и емкостей при помощи насоса продолжительность выполнения этих операций одинакова, с,

$$\tau = \frac{V_p}{P_H}, \quad (2.3)$$

где  $V_p$  — рабочая вместимость цистерны (емкости),  $m^3$ ;  $П_n$  — подача насоса,  $m^3/c$ .

В зависимости от типа емкостей время их опорожнения самотеком определяют по разным формулам.

Для вертикальных емкостей:

$$\tau_{оп} = \frac{1,5V_p}{f\mu\sqrt{2gH}}; \quad (2.4)$$

для горизонтальных емкостей:

$$\tau_{оп} = \frac{2V_p}{f\mu\sqrt{2gH}}, \quad (2.5)$$

где  $f$  — площадь поперечного сечения патрубка,  $m^2$ ;  $\mu$  — коэффициент расхода жидкости, зависящий от ее вязкости; для молока  $\mu = 0,7...0,75$ ;  $g$  — ускорение свободного падения,  $m/c^2$ ;  $H$  — высота уровня молока в емкости,  $m$ .

Время наполнения цистерн при помощи вакуумной системы,  $c$ ,

$$\tau_{нап} = \frac{V_p}{f\mu\sqrt{2g\left(H_y + \frac{\Delta P}{\rho g}\right)}}, \quad (2.6)$$

где  $p$  — разность уровней, на которых расположены заполняемая и опорожняемая емкости,  $m$ ;  $\Delta p$  — перепад давлений в заполняемой и опорожняемой емкостях,  $Pa$ .

Продолжительность использования емкостей для хранения молока зависит от интенсивности последующих технологических операций по его переработке.

Сменная пропускная способность емкостей,  $m^3$ ,

$$П_{см} = \frac{V_p \tau_{см}}{\tau_{нап} + \tau_{хр} + \tau_{оп}}, \quad (2.7)$$

где  $\tau_{см}$  — продолжительность смены,  $ч$ ;  $\tau_{хр}$  — продолжительность хранения (переработки) молока в емкости,  $ч$ .

В процессе транспортирования или хранения температура молока изменяется, поэтому его конечную температуру после хранения и транспортирования  $t(°C)$  необходимо учитывать при разработке технологической схемы получения продукта:

$$t_k = \frac{2kF\tau_{тр}(t_{ср} - t_n) + 2G_m c_m t_n}{2G_m c_m + kF\tau_{тр}}, \quad (2.8)$$

где  $k$  — коэффициент теплопередачи,  $Вт/(m^2 \cdot °C)$ ;  $F$  — площадь поверхности емкости,  $m^2$ ;  $\tau_{тр}$  — продолжительность транспортирования или хранения молока,  $c$ ;  $t_{ср}$  — температура окружающей среды,  $°C$ ;  $t_n$  — начальная температура молока,  $°C$ ;  $G_m$  — масса молока,  $кг$ ;  $c_m$  — удельная теплоемкость молока,  $Дж/(кг \cdot °C)$  [зависит от температуры продукта и при  $0$ ;  $15$  и  $40°С$  равна соответственно  $3852$ ,  $3885$  и  $3956$   $Дж/(кг \cdot °C)$ ].

Коэффициент теплопередачи для емкостей с теплоизоляцией, автоцистерн, емкостей без теплоизоляции и неукрытых фляг составляет соответственно  $1,5...3$ ;  $1...2$ ;  $5...6$  и  $9...14$   $Вт/(m^2 \cdot °C)$ .

### Задание №1

Провести расчет пропускной производительности весов при поступлении молока во флягах, а так же продолжительности использования емкостей для хранения молока (используется вертикальная емкость).

Если известны данные:

$$V = 4,5 \text{ м}^3$$

$$GB = 3 \text{ т}$$

$$ZB = 7 \text{ мин}$$

$$V_p = 3 \text{ м}^3$$

$$Пн = 0,08 \text{ м}^3/\text{с.}$$

$$ИсН = 1,56 \text{ м}$$

$$f = 0,02 \text{ м}^2$$

$$p = 0,87 \text{ м}$$

$$t_{см} = 8 \text{ ч}$$

$$t_{хр} = 2,5 \text{ ч}$$

Сделать выводы.

### Список литературы

1. Антипов, С.Т. Техника пищевых производств малых предприятий. Производство пищевых продуктов животного происхождения [Электронный ресурс] : учеб. / С.Т. Антипов, А.И. Ключников, И.С. Моисеева, В.А. Панфилов ; под ред. Панфилова В.А.. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 488 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72969>
2. Бредихин, С.А. Технологическое оборудование переработки молока [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С.А. Бредихин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 412 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103138>
3. Курочкин, А.А. Технологическое оборудование для переработки продукции животноводства [Текст] / А.А. Курочкин, В.В. Лященко. Под ред. В.М. Баутина. — М.: Колос, 2001. — 440 с.
4. Хозяев, И.А. Проектирование технологического оборудования пищевых производств [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 272 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4128>

**Практическое занятие №17**  
**ТЕМА: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ**  
**МЕХАНИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА**

**Цель работы:** провести технологический расчет оборудования для производства сливочного масла.

**Задачи:**

Научится производить расчет:

- производительности маслоизготовителей периодического действия;
- производительности маслоизготовителей непрерывного действия;
- производительность маслообразователей;
- пропускную способность ванн для созревания сливок.

**Обеспеченность занятия:** методические указания по выполнению практических и лабораторных работ.

**Контрольные вопросы при допуске к работе:**

1. Перечислите методы выработки сливочного масла.
2. Чем различается выработка масла в маслоизготовителях периодического и непрерывного действия?
3. Чем отличается маслоизготовитель периодического действия ММ-1000 от маслоизготовителя периодического действия РЗ-ОБЭ ?
4. Для чего служат скребковые ножи в маслообразователе РЗ-ОУА1?
5. Рабочие органы маслоизготовителя А1-ОЛО/1.
6. Устройство текстуратора.
7. Какое оборудование используется для удаления посторонних привкусов и запахов сливок.

**Время выполнения: 135 мин.**

**Теоретические сведения.**

*Оборудование для выработки сливочного масла*

Маслоизготовители периодического и непрерывного действия различаются между собой механизмом образования масла, способом воздействия на сливки и конструкцией рабочих органов. Выработка сливочного масла в маслоизготовителях периодического действия происходит в два этапа: образование из жировых шариков масляного зерна и формирование из него пласта сливочного масла. В маслоизготовителях непрерывного действия масляное зерно и пласт образуются в потоке.

В маслоизготовителях периодического действия (безвальцовых) сливки сбиваются в результате их перемещения под действием силы тяжести. При вращении заполненной на 30...50% рабочей емкости маслоизготовителя сливки сначала поднимаются на определенную высоту, а затем сбрасываются под действием силы тяжести, подвергаясь сильному механическому воздействию. Высота подъема сливок, возникающее давление, характер движения обрабатываемого сырья определяются размерами рабочей емкости и частотой ее вращения. Скорость перемещения сливок в этом случае составляет 5...7 м/с.

В маслоизготовителях непрерывного действия скорость движения сливок значительно выше (18...22 м/с). Интенсивное воздействие рабочих органов маслоизготовителя приводит к турбулентному движению потока сливок в нем, интенсифицирует процессы агрегации (слипания) жировых шариков и образования масляного зерна.

Маслоизготовители периодического действия условно можно разделить на три типа.

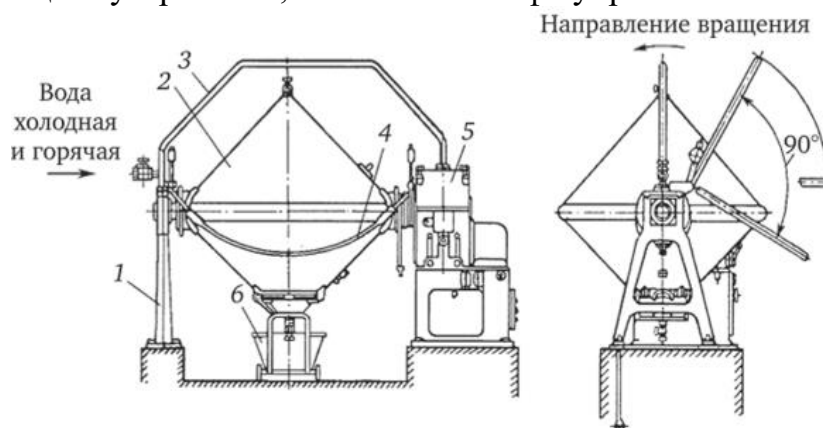
К первому типу относятся маслоизготовители с рабочим органом, выполненном в виде вращающейся емкости цилиндрической, конической, грушевидной, кубической или любой другой формы. Внутри емкости какие-либо перемешивающие приспособления отсутствуют.

Ко второму типу относятся маслоизготовители с вращающейся емкостью и неподвижно закрепленными в ней спиралями, лопастями, струнами и т.д. Эти маслоизготовители используют наиболее часто.

К третьему типу можно отнести маслоизготовители с неподвижной емкостью и вращающимися в ней рабочими органами. Маслоизготовители последнего типа чаще применяют в качестве маслоек небольшой производительности.

Устройство и принцип работы выпускаемых промышленностью безвальцовых маслоизготовителей периодического действия практически одинаковы и различаются лишь некоторыми деталями.

Маслоизготовитель РЗ-ОБЭ состоит из следующих основных узлов (рис. 1): емкости, станины с коробкой передач и органами управления, опорной стойки, ограждения, орошающего устройства, тележки и шкафа управления.



**Рис. 1 Маслоизготовитель периодического действия РЗ-ОБЭ:**

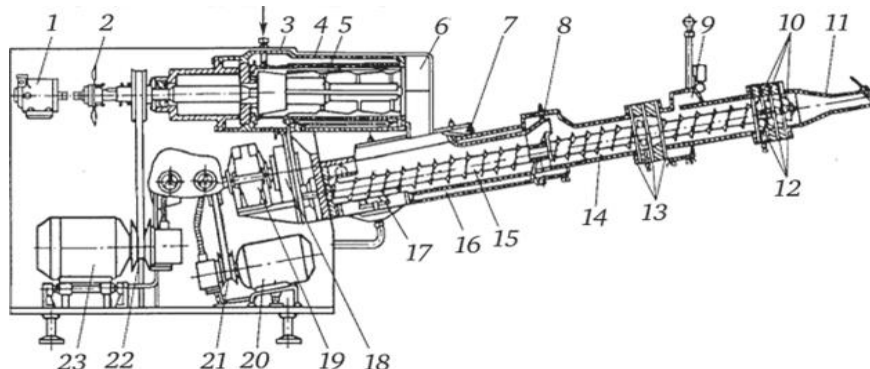
- 1 — опорная стойка; 2 — емкость; 3 — орошающее устройство (душ);  
4 — ограждение; 5 — станина с коробкой передач; 6 — тележка

Маслоизготовитель периодического действия ММ-1000 отличается от описанного выше цилиндрической формой и вместимостью емкости (1,1 м<sup>3</sup>), а также наличием в

ней кроме лопастей осевой струны. Последняя служит для разделения падающего масла на две части, вследствие чего уменьшается интенсивность его удара о стенки емкости.

Маслоизготовители непрерывного действия эффективны при использовании в составе поточных технологических линий.

Маслоизготовитель А1-ОЛО/1 входит в состав линии для производства масла методом непрерывного сбивания.



**Рис. 2 Маслоизготовитель А1-ОЛО/1:**

- 1 — генератор; 2 — вентилятор; 3 — сбиватель; 4 — рубашка охлаждения; 5 — мешалка с лопастными билами; 6 — переходная насадка; 7 — устройство для промывки масляного зерна; 8 — подъемный переходник; 9 — вакуум-камера; 10 — ножи; 11 — насадка; 12, 13 — решетки; 14 — текстуратор; 15 — шнеки; 16 — рубашка охлаждения; 17 — устройство промывки фильтра-сита; 18 — раздаточная коробочка; 19 — редуктор; 20 — электродвигатель текстуратора; 21 — вариатор текстуратора; 22 — вариатор сбивателя; 23 — электродвигатель сбивателя

Сбиватель приводится от электродвигателя через вариатор с широким клиновым ремнем. Вариатор позволяет плавно изменять частоту вращения сбивателя с помощью маховичка, выведенного на лицевую сторону станины. Сбиватель — один из основных рабочих органов маслоизготовителя — состоит из корпуса, цилиндра и мешалки. Литой корпус крепится к станине болтами. В нем установлен съемный цилиндр с наружной рубашкой охлаждения и патрубком для подачи сливок тангенциально поверхности цилиндра. Внутри корпуса цилиндра проходит вал, на котором крепится мешалка с четырьмя регулируемыми билами. Вал вращается в подшипниках, в корпусах которых проходят патрубки для входа и выхода охлаждающей воды.

Текстуратор состоит из трех последовательно расположенных камер, внутри которых в противоположных направлениях вращаются два шнека.

Привод его осуществляется от электродвигателя через вариатор, клиноременную передачу, цилиндрический редуктор и раздаточную коробку.

Подготовленные к сбиванию сливки через уравнильный бак насосом-дозатором подаются в сбиватель маслоизготовителя. Попадая вначале тангенциально на распределительный вращающийся конус лопастной мешалки, сливки приобретают некоторое ускорение и на рабочий орган мешалки поступают со скоростью, примерно равной частоте его вращения. Это интенсифицирует процесс образования масляного зерна без резкого механического воздействия на сливки и дробления их жировых шариков. Далее образовавшееся масляное зерно с пахтой поступает в бункер первой камеры шнекового текстуратора, где промывается и механически обрабатывается



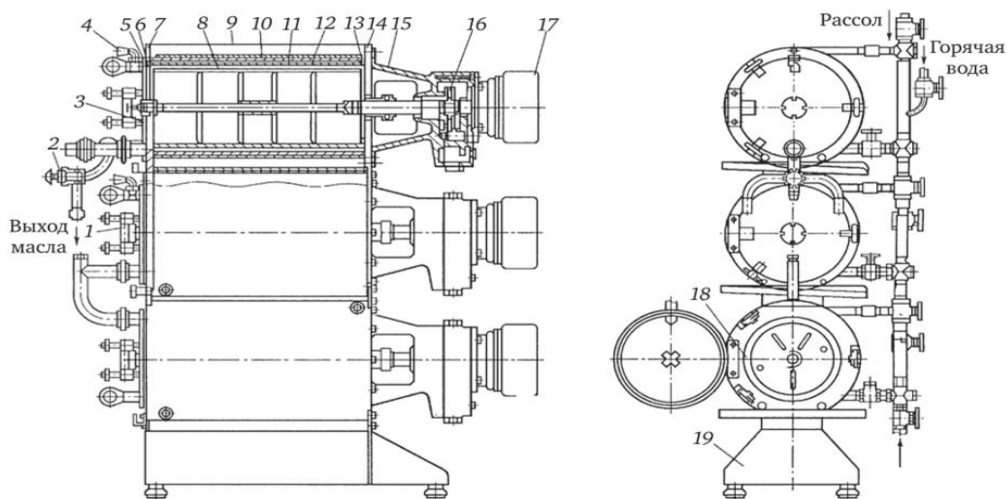
шнеками. При этом сливки, а затем и масляное зерно охлаждаются, так как специальный центробежный насос высокого давления подает ледяную воду по трубопроводам в водяную рубашку текстуратора, наружный цилиндр сбивателя и корпус вала сбивателя. Каждый из перечисленных трубопроводов снабжен запорным соленоидным вентиляем, что в зависимости от условий работы маслоизготовителя позволяет отключать воду от того или иного узла. Охлаждающая жидкость является оборотной и после использования поступает на повторное охлаждение.

Пахта вместе с промывочной водой удаляется из камеры через сифон в бак и далее насосом подается на сепарирование для дальнейшего использования. Во второй камере происходит окончательная промывка масла и его дальнейшая обработка. В третьей вакуум-насосом создается разрежение для удаления из пласта масла воздуха.

Для окончательной механической обработки масло продавливается через решетки, находящиеся на выходе второй и третьей камер. Между решетками установлены ножи, которые дополнительно воздействуют на масло и улучшают его структуру. Готовый пласт масла выходит из маслоизготовителя через насадку, поступает на конвейер или тележку и далее на упаковку.

Для регулирования содержания влаги в масле маслоизготовитель снабжен специальным аппаратом для дозирования пахты или воды, подсоединенным двумя гибкими шлангами к инъекционному блоку, который расположен после третьей камеры шнекового текстуратора. Производительность маслоизготовителя 800...1000 кг/ч, мощность привода 31 кВт.

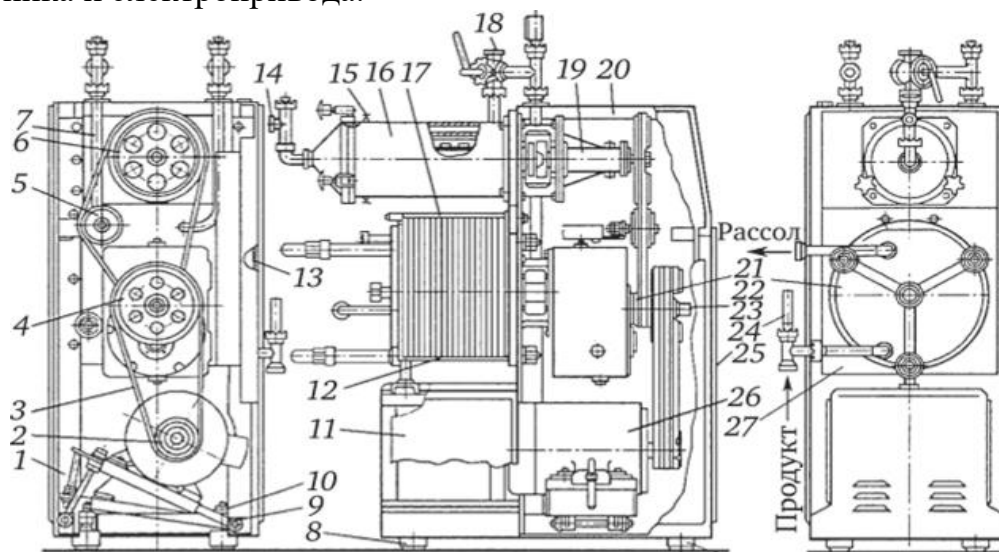
Маслообразователь барабанного типа (рис. 3) состоит из трех цилиндров одинаковой конструкции, установленных на станине один над другим и соединенных планками.



**Рис. 3 Маслообразователь барабанного типа:**

- 1 — кронштейн; 2 — кран спускной; 3 — втулка направляющая; 4 — кран воздушный; 5 — передняя крышка; 6 — кольцо уплотнительное; 7 — фланец цилиндра передний; 8 — вытеснительный барабан; 9 — обшивка цилиндра; 10 — обечайка цилиндра наружная; 11 — спираль; 12 — обечайка цилиндра внутренняя; 13 — задний фланец цилиндра; 14 — уплотнительное кольцо; 15 — задняя крышка; 16 — редуктор; 17 — электродвигатель; 18 — нож; 19 — станина

Маслообразователь РЗ-ОУА1 (рис. 4) состоит из станины, которая служит основой для крепления всех составных частей маслообразователя, охладителя, маслообработника и электропривода.



**Рис. 4 Маслообразователь РЗ-ОУА1:**

- 1 — винт; 2, 4, 6, 21 — шкивы; 3 — ремень; 5 — ролик натяжной;  
 7, 24 — трубопроводы; 8 — опора; 9 — шарнир; 10 — плита;  
 11, 13, 25 — облицовка; 12 — редуктор; 14 — тройник; 15 — кран для спуска  
 воздуха; 16 — маслообработник; 17 — охладитель; 18 — кран трехходовой;  
 19 — вал маслообработника; 20 — станина; 22 — плита нажимная; 23 — вал  
 редуктора; 26 — электродвигатель; 27 — доска крепежная

Охладитель представляет собой сжатый пакет пластин в комплекте с ножами, надетыми на приводной вал редуктора. Уплотнение пластин между собой осуществляется резиновыми прокладками, сжатие пластин в пакет — при помощи нажимной плиты и специальных гаек. По каналам, образованным распорными втулками продуктовых пластин, хладоноситель поступает во внутреннюю полость охлаждающих пластин, омывает их торцевые стенки изнутри и через такие же каналы выводится наружу. Хладоноситель движется параллельным потоком по группам пластин.

Движение охлаждаемых сливок обеспечивается иным способом. В первой части охладителя сливки поступают в полость, образуемую продуктовой пластиной, через центральное отверстие охлаждающей пластины, откуда по щели, образуемой охлаждающей пластиной и вращающимся диском, — к периферии диска. Продукт огибает диск и движется в зазоре между ним и стенкой следующей охлаждающей пластины — от периферии диска к центру, после чего направляется в следующую секцию через центральное отверстие охлаждающей пластины.

Во второй части охладителя, в зоне температур, где вязкость продукта существенно повышается, для уменьшения гидравлического сопротивления пластинчатого аппарата движение продукта между каждой парой охлаждающих пластин осуществляется в одном направлении — либо от центра к периферии, либо наоборот. Для этого в охлаждающих пластинах выполнены сквозные отверстия для прохода продукта, которые расположены по окружности в зоне, прилегающей к продуктовой пластине. Зазоры по центральной части между этими пластинами и вращающимся валом уплотнены при помощи специальных втулок, которые прижимаются к пластине за счет создаваемого давления. В данной части охладителя

вместо дисков на валу установлены лопастные турбулизаторы (крестовины) со скребковыми ножами. Ножи, непрерывно вращаясь, перемешивают продукт и счищают его с торцевых поверхностей охлаждающих пластин, чем интенсифицируют процесс теплообмена.

При получении масла с помощью любых других маслоизготовителей или маслообразователей для удаления посторонних привкусов и запахов сливок их обрабатывают на специальных аппаратах — вакуум-дезодораторах.

При поточном производстве сливочного масла оборудование для подготовки сливок и получения масла объединено в поточную технологическую линию и согласовано между собой по производительности.

### **Методические указания к выполнению работы:**

#### Технологический расчет оборудования для производства сливочного масла

Технологический расчет данной группы оборудования зависит от метода получения сливочного масла. При выработке кисло-сливочного масла методом сбивания сливок в маслоизготовителях периодического действия их производительность, кг/ч,

$$M = \frac{V \rho_{п} k_{б}}{Z_{ц}}, \quad (5.1)$$

$M$  - производительность маслоизготовителей периодического действия их, кг/ч;  $V$  — геометрический объем барабана маслоизготовителя,  $m^3$  (по техническим данным на оборудование);  $\rho_{п}$  — плотность обрабатываемого продукта,  $kg/m^3$ ;  $k_{б}$  — коэффициент заполнения барабана маслоизготовителя ( $k_{б} = 0,4 \dots 0,5$ );  $Z_{ц}$  — продолжительность одного цикла сбивания масла, включающего операции наполнения барабана сливками, их сбивания, удаления пахты, промывки и посолки масляного зерна, механической обработки и выгрузки масла из маслоизготовителя, ч ( $Z_{ц}$  принимают равной  $2 \dots 2,5$  ч).

Производительность маслоизготовителей непрерывного действия (кг/с) может быть определена исходя из размеров сбивального цилиндра или текстуратора. В первом

$$Q_{из} = \frac{V_{ц} \rho_{сл}}{\tau}; \quad (5.2)$$

$$V_{ц} = \frac{\pi(D_{ц}^2 - d_{б}^2)}{4} L_{ц}, \quad (5.3)$$

случае ее вычисляют по формулам:

где  $V_{ц}$  — объем сливок, находящихся в сбивальном цилиндре маслоизготовителя,  $m^3$ ;  $\rho_{сл}$  — плотность сливок,  $kg/m^3$  (плотность сливок и плотность продукта это одно и то же);  $\tau$  — время нахождения сливок в цилиндре, в течение которого образуется масляное зерно, с;  $D_{ц}$  — диаметр сбивального цилиндра, м;  $d_{б}$  — диаметр окружности, описываемой билами сбивателя, м;  $L_{ц}$  — длина цилиндра, м.

Производительность маслоизготовителей непрерывного действия по текстуратору, кг/с,

$$Q_{из} = kz \frac{\pi d^2}{4} \psi S n \rho_{м}, \quad (5.4)$$

где  $k$  — коэффициент, учитывающий проскальзывание масла при его перемешивании шнеками, а также перекрытие этих шнеков ( $k = 0,9$ );  $z$  — число шнеков текстуратора ( $z = 2$ );  $d$  — диаметр шнека, м ( $d = 0,2$ );  $\psi$  — коэффициент

заполнения шнека ( $\psi=0,85$ );  $S$  — шаг витка шнека, м ( $S=0,12$ );  $n$  — частота вращения шнека, об/с ( $n=0,2$ );  $\rho_m$  — плотность масла, кг/м<sup>3</sup>.

Производительность маслообразователей, кг/с,

$$Q_{об} = \frac{mz}{\tau_{общ}}; \quad (5.5)$$

$$m = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4\eta_{об}} L_{ц} \rho_{сл}, \quad (5.6)$$

где  $m$  — масса одновременно обрабатываемого продукта в одном цилиндре, кг;  $z$  — число цилиндров ( $z=3$ );  $\tau_{общ}$  — общая продолжительность обработки высокожирных сливок в маслоизготовителе, с;  $D$  — внутренний диаметр охлаждаемого цилиндра, м ( $D=1,2$ );  $d$  — наружный диаметр вытеснительного барабана, ( $d=1,4$ ) м;  $L_{ц}$  — длина цилиндра, м;  $\rho_{сл}$  — плотность высокожирных сливок, кг/м<sup>3</sup>;  $\eta_{об}$  — объемный КПД маслообразователя ( $\eta_{об}=0,6$ ).

Оборудование для подготовки сливок к сбиванию (нагревание, охлаждение, выдержка и созревание) подбирают также по его производительности.

Пропускная способность ванн для созревания сливок, кг/ч,

$$B = \frac{V_p \rho_{сл}}{Z_{ц,сл}}, \quad (5.7)$$

где  $V_p$  — рабочая вместимость ванны, м<sup>3</sup>;  $Z_{ц,сл}$  — продолжительность цикла созревания сливок, ч.

### Задание №1

Провести технологический расчет оборудования для производства сливочного масла, если известны данные:

$$V = 2,2 \text{ м}^3$$

$$\rho_{п} = 980 \text{ кг/м}^3$$

$$k_b = 0,45$$

$$Z_{ц} = 2,5 \text{ ч}$$

$$D_{ц} = 1,4 \text{ м}$$

$$d_b = 1,3 \text{ м}$$

$$\rho_m = 1098 \text{ кг/м}^3$$

$$L_{ц} = 1,95 \text{ м}$$

$$m = 60 \text{ кг}$$

$$\tau = \tau_{общ} = 6400 \text{ с}$$

$$V_p = 0,8 \text{ м}^3;$$

$$Z_{ц,сл} = 6 \text{ ч}$$

### Литература

1. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н.И. Кленин, В.А. Сакун.-М.: Колос,1994.- 751.

## Практическая работа №18

### ТЕМА: " ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СЛИВОЧНОГО МАСЛА, ТВОРОГА И СЫРА"

**Цель работы:** провести технологический расчет оборудования для производства сливочного масла.

**Задачи:**

Научится производить расчет:

- производительности маслоизготовителей периодического действия;
- производительности маслоизготовителей непрерывного действия;
- производительность маслообразователей;
- пропускную способность ванн для созревания сливок.

**Обеспеченность занятия:** методические указания по выполнению практических и лабораторных работ.

**Контрольные вопросы при допуске к работе:**

1. Перечислите методы выработки сливочного масла.
2. Чем различается выработка масла в маслоизготовителях периодического и непрерывного действия?
3. Чем отличается маслоизготовитель периодического действия ММ-1000 от маслоизготовителя периодического действия РЗ-ОБЭ ?
4. Для чего служат скребковые ножи в маслообразователе РЗ-ОУА1?
5. Рабочие органы маслоизготовителя А1-ОЛЮ/1.
6. Устройство текстуратора.
7. Какое оборудование используется для удаления посторонних привкусов и запахов сливок.

**Время выполнения: 135 мин.**

**Теоретические сведения.**

*Оборудование для выработки сливочного масла*

Маслоизготовители периодического и непрерывного действия различаются между собой механизмом образования масла, способом воздействия на сливки и конструкцией рабочих органов. Выработка сливочного масла в маслоизготовителях периодического действия происходит в два этапа: образование из жировых шариков масляного зерна и формирование из него пласта сливочного масла. В маслоизготовителях непрерывного действия масляное зерно и пласт образуются в потоке.

В маслоизготовителях периодического действия (безвальцовых) сливки сбиваются в результате их перемещения под действием силы тяжести. При вращении заполненной на 30...50% рабочей емкости маслоизготовителя сливки сначала поднимаются на определенную высоту, а затем сбрасываются под действием силы тяжести, подвергаясь сильному механическому воздействию. Высота подъема сливок, возникающее давление, характер движения обрабатываемого сырья определяются размерами рабочей емкости и частотой ее вращения. Скорость перемещения сливок в этом случае составляет 5...7 м/с.

В маслоизготовителях непрерывного действия скорость движения сливок значительно выше (18...22 м/с). Интенсивное воздействие рабочих органов маслоизготовителя приводит к турбулентному движению потока сливок в нем, интенсифицирует процессы агрегации (слипания) жировых шариков и образования масляного зерна.

Маслоизготовители периодического действия условно можно разделить на три типа.

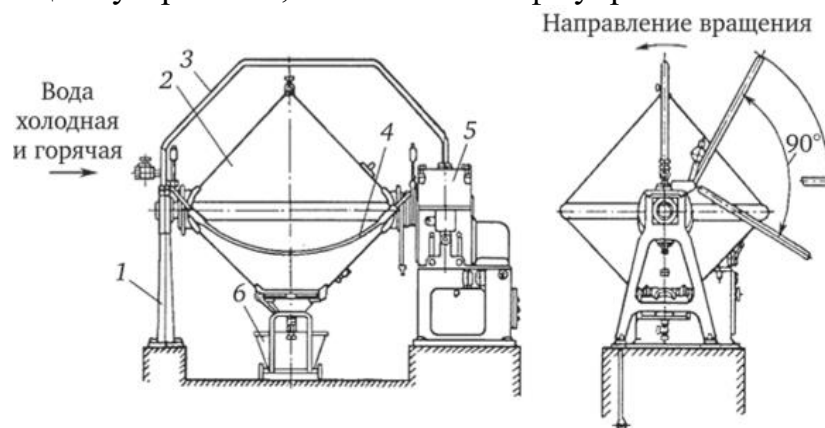
К первому типу относятся маслоизготовители с рабочим органом, выполненном в виде вращающейся емкости цилиндрической, конической, грушевидной, кубической или любой другой формы. Внутри емкости какие-либо перемешивающие приспособления отсутствуют.

Ко второму типу относятся маслоизготовители с вращающейся емкостью и неподвижно закрепленными в ней спиралями, лопастями, струнами и т.д. Эти маслоизготовители используют наиболее часто.

К третьему типу можно отнести маслоизготовители с неподвижной емкостью и вращающимися в ней рабочими органами. Маслоизготовители последнего типа чаще применяют в качестве маслоек небольшой производительности.

Устройство и принцип работы выпускаемых промышленностью безвальцовых маслоизготовителей периодического действия практически одинаковы и различаются лишь некоторыми деталями.

Маслоизготовитель РЗ-ОБЭ состоит из следующих основных узлов (рис. 1): емкости, станины с коробкой передач и органами управления, опорной стойки, ограждения, орошающего устройства, тележки и шкафа управления.



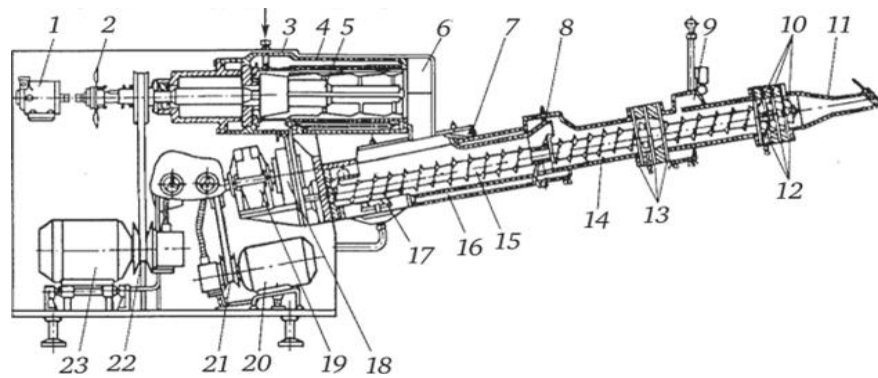
**Рис. 1 Маслоизготовитель периодического действия РЗ-ОБЭ:**

- 1 — опорная стойка; 2 — емкость; 3 — орошающее устройство (душ);  
4 — ограждение; 5 — станина с коробкой передач; 6 — тележка

Маслоизготовитель периодического действия ММ-1000 отличается от описанного выше цилиндрической формой и вместимостью емкости (1,1 м<sup>3</sup>), а также наличием в ней кроме лопастей осевой струны. Последняя служит для разделения падающего масла на две части, вследствие чего уменьшается интенсивность его удара о стенки емкости.

Маслоизготовители непрерывного действия эффективны при использовании в составе поточных технологических линий.

Маслоизготовитель А1-ОЛЮ/1 входит в состав линии для производства масла методом непрерывного сбивания.



**Рис. 2 Маслоизготовитель А1-ОЛО/1:**

- 1 — генератор; 2 — вентилятор; 3 — сбиватель; 4 — рубашка охлаждения; 5 — мешалка с лопастными билами; 6 — переходная насадка; 7 — устройство для промывки масляного зерна; 8 — подъемный переходник; 9 — вакуум-камера; 10 — ножи; 11 — насадка; 12, 13 — решетки; 14 — текстуратор; 15 — шнеки; 16 — рубашка охлаждения; 17 — устройство промывки фильтра-сита; 18 — раздаточная коробочка; 19 — редуктор; 20 — электродвигатель текстуратора; 21 — вариатор текстуратора; 22 — вариатор сбивателя; 23 — электродвигатель сбивателя

Сбиватель приводится от электродвигателя через вариатор с широким клиновым ремнем. Вариатор позволяет плавно изменять частоту вращения сбивателя с помощью маховичка, выведенного на лицевую сторону станины. Сбиватель — один из основных рабочих органов маслоизготовителя — состоит из корпуса, цилиндра и мешалки. Литой корпус крепится к станине болтами. В нем установлен съемный цилиндр с наружной рубашкой охлаждения и патрубком для подачи сливок тангенциально поверхности цилиндра. Внутри корпуса цилиндра проходит вал, на котором крепится мешалка с четырьмя регулируемыми билами. Вал вращается в подшипниках, в корпусах которых проходят патрубки для входа и выхода охлаждающей воды.

Текстуратор состоит из трех последовательно расположенных камер, внутри которых в противоположных направлениях вращаются два шнека.

Привод его осуществляется от электродвигателя через вариатор, клиноременную передачу, цилиндрический редуктор и раздаточную коробку.

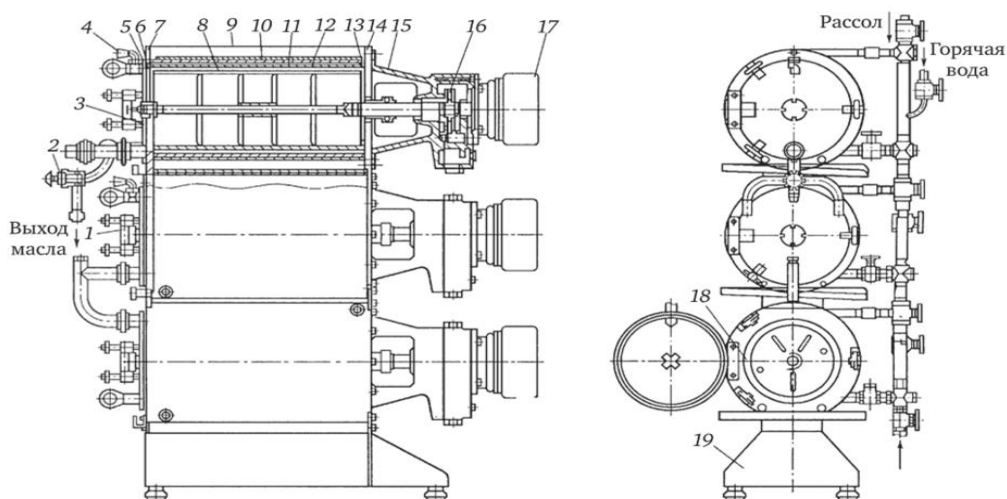
Подготовленные к сбиванию сливки через уравнильный бак насосом-дозатором подаются в сбиватель маслоизготовителя. Попадая вначале тангенциально на распределительный вращающийся конус лопастной мешалки, сливки приобретают некоторое ускорение и на рабочий орган мешалки поступают со скоростью, примерно равной частоте его вращения. Это интенсифицирует процесс образования масляного зерна без резкого механического воздействия на сливки и дробления их жировых шариков. Далее образовавшееся масляное зерно с пахтой поступает в бункер первой камеры шнекового текстуратора, где промывается и механически обрабатывается шнеками. При этом сливки, а затем и масляное зерно охлаждаются, так как специальный центробежный насос высокого давления подает ледяную воду по трубопроводам в водяную рубашку текстуратора, наружный цилиндр сбивателя и корпус вала сбивателя. Каждый из перечисленных трубопроводов снабжен запорным соленоидным вентилем, что в зависимости от условий работы маслоизготовителя позволяет отключать воду от того или иного узла. Охлаждающая жидкость является оборотной и после использования поступает на повторное охлаждение.

Пахта вместе с промывочной водой удаляется из камеры через сифон в бак и далее насосом подается на сепарирование для дальнейшего использования. Во второй камере происходит окончательная промывка масла и его дальнейшая обработка. В третьей вакуум-насосом создается разрежение для удаления из пласта масла воздуха.

Для окончательной механической обработки масло продавливается через решетки, находящиеся на выходе второй и третьей камер. Между решетками установлены ножи, которые дополнительно воздействуют на масло и улучшают его структуру. Готовый пласт масла выходит из маслоизготовителя через насадку, поступает на конвейер или тележку и далее на упаковку.

Для регулирования содержания влаги в масле маслоизготовитель снабжен специальным аппаратом для дозирования пахты или воды, подсоединенным двумя гибкими шлангами к инъекционному блоку, который расположен после третьей камеры шнекового текстуратора. Производительность маслоизготовителя 800...1000 кг/ч, мощность привода 31 кВт.

Маслообразователь барабанного типа (рис. 3) состоит из трех цилиндров одинаковой конструкции, установленных на станине один над другим и соединенных планками.

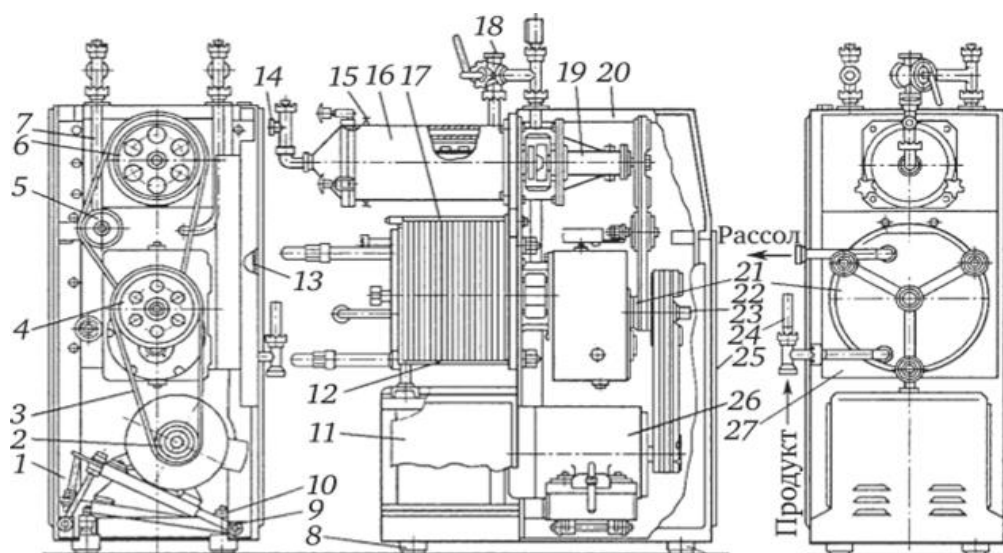


**Рис. 3 Маслообразователь барабанного типа:**

- 1 — кронштейн; 2 — кран спускной; 3 — втулка направляющая; 4 — кран воздушный; 5 — передняя крышка; 6 — кольцо уплотнительное; 7 — фланец цилиндра передний; 8 — вытеснительный барабан; 9 — обшивка цилиндра; 10 — обечайка цилиндра наружная; 11 — спираль; 12 — обечайка цилиндра внутренняя; 13 — задний фланец цилиндра; 14 — уплотнительное кольцо; 15 — задняя крышка; 16 — редуктор; 17 — электродвигатель; 18 — нож; 19 — станина

Маслообразователь РЗ-ОУА1 (рис. 4) состоит из станины, которая служит основой для крепления всех составных частей маслообразователя, охладителя, маслообработника и электропривода.





**Рис. 4 Маслообразователь РЗ-ОУА1:**

- 1 — винт; 2, 4, 6, 21 — шкивы; 3 — ремень; 5 — ролик натяжной;  
 7, 24 — трубопроводы; 8 — опора; 9 — шарнир; 10 — плита;  
 11, 13, 25 — облицовка; 12 — редуктор; 14 — тройник; 15 — кран для спуска  
 воздуха; 16 — маслообработник; 17 — охладитель; 18 — кран трехходовой;  
 19 — вал маслообработника; 20 — станина; 22 — плита нажимная; 23 — вал  
 редуктора; 26 — электродвигатель; 27 — доска крепежная

Охладитель представляет собой сжатый пакет пластин в комплекте с ножами, надетыми на приводной вал редуктора. Уплотнение пластин между собой осуществляется резиновыми прокладками, сжатие пластин в пакет — при помощи нажимной плиты и специальных гаек. По каналам, образованным распорными втулками продуктовой пластины, хладоноситель поступает во внутреннюю полость охлаждающих пластин, омывает их торцевые стенки изнутри и через такие же каналы выводится наружу. Хладоноситель движется параллельным потоком по группам пластин.

Движение охлаждаемых сливок обеспечивается иным способом. В первой части охладителя сливки поступают в полость, образуемую продуктовой пластиной, через центральное отверстие охлаждающей пластины, откуда по щели, образуемой охлаждающей пластиной и вращающимся диском, — к периферии диска. Продукт огибает диск и движется в зазоре между ним и стенкой следующей охлаждающей пластины — от периферии диска к центру, после чего направляется в следующую секцию через центральное отверстие охлаждающей пластины.

Во второй части охладителя, в зоне температур, где вязкость продукта существенно повышается, для уменьшения гидравлического сопротивления пластинчатого аппарата движение продукта между каждой парой охлаждающих пластин осуществляется в одном направлении — либо от центра к периферии, либо наоборот. Для этого в охлаждающих пластинах выполнены сквозные отверстия для прохода продукта, которые расположены по окружности в зоне, прилегающей к продуктовой пластине. Зазоры по центральной части между этими пластинами и вращающимся валом уплотнены при помощи специальных втулок, которые прижимаются к пластине за счет создаваемого давления. В данной части охладителя вместо дисков на валу установлены лопастные турбулизаторы (крестовины) со скребковыми ножами. Ножи, непрерывно вращаясь, перемешивают продукт и счищают

его с торцевых поверхностей охлаждающих пластин, чем интенсифицируют процесс теплообмена.

При получении масла с помощью любых других маслоизготовителей или маслообразователей для удаления посторонних привкусов и запахов сливок их обрабатывают на специальных аппаратах — вакуум-дезодораторах.

При поточном производстве сливочного масла оборудование для подготовки сливок и получения масла объединено в поточную технологическую линию и согласовано между собой по производительности.

### **Методические указания к выполнению работы:**

#### Технологический расчет оборудования для производства сливочного масла

Технологический расчет данной группы оборудования зависит от метода получения сливочного масла. При выработке кисло-сливочного масла методом сбивания сливок в маслоизготовителях периодического действия их производительность, кг/ч,

$$M = \frac{V \rho_{п} k_{б}}{Z_{ц}}, \quad (5.1)$$

$M$  — производительность маслоизготовителей периодического действия их, кг/ч;  $V$  — геометрический объем барабана маслоизготовителя,  $m^3$  (по техническим данным на оборудование);  $\rho_{п}$  — плотность обрабатываемого продукта,  $kg/m^3$ ;  $k_{б}$  — коэффициент заполнения барабана маслоизготовителя ( $k_{б} = 0,4 \dots 0,5$ );  $Z_{ц}$  — продолжительность одного цикла сбивания масла, включающего операции наполнения барабана сливками, их сбивания, удаления пахты, промывки и посолки масляного зерна, механической обработки и выгрузки масла из маслоизготовителя, ч ( $Z_{ц}$  принимают равной 2...2,5 ч).

Производительность маслоизготовителей непрерывного действия (кг/с) может быть определена исходя из размеров сбивального цилиндра или текстуратора. В первом

$$Q_{из} = \frac{V_{ц} \rho_{сл}}{\tau}; \quad (5.2)$$

$$V_{ц} = \frac{\pi(D_{ц}^2 - d_{б}^2)}{4} L_{ц}, \quad (5.3)$$

случае ее вычисляют по формулам:

где  $V_{ц}$  — объем сливок, находящихся в сбивальном цилиндре маслоизготовителя,  $m^3$ ;  $\rho_{сл}$  — плотность сливок,  $kg/m^3$  (плотность сливок и плотность продукта это одно и то же);  $\tau$  — время нахождения сливок в цилиндре, в течение которого образуется масляное зерно, с;  $D_{ц}$  — диаметр сбивального цилиндра, м;  $d_{б}$  — диаметр окружности, описываемой билами сбивателя, м;  $L_{ц}$  — длина цилиндра, м.

Производительность маслоизготовителей непрерывного действия по текстуратору, кг/с,

$$Q_{из} = kz \frac{\pi d^2}{4} \psi S n \rho_{м}, \quad (5.4)$$

где  $k$  — коэффициент, учитывающий проскальзывание масла при его перемешивании шнеками, а также перекрытие этих шнеков ( $k = 0,9$ );  $z$  — число шнеков текстуратора ( $z = 2$ );  $d$  — диаметр шнека, м ( $d = 0,2$ );  $\psi$  — коэффициент заполнения шнека ( $\psi = 0,85$ );  $S$  — шаг витка шнека, м ( $S = 0,12$ );  $n$  — частота вращения шнека, об/с ( $n = 0,2$ );  $\rho_{м}$  — плотность масла,  $kg/m^3$ .

Производительность маслообразователей, кг/с,

$$Q_{об} = \frac{mz}{\tau_{общ}}; \quad (5.5)$$

$$m = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4\eta_{об}} L_{ц} \rho_{сл}, \quad (5.6)$$

где  $m$  — масса одновременно обрабатываемого продукта в одном цилиндре, кг;  $z$  — число цилиндров ( $z=3$ );  $\tau_{общ}$  — общая продолжительность обработки высокожирных сливок в маслоизготовителе, с;  $D$  — внутренний диаметр охлаждаемого цилиндра, м ( $D=1,2$ );  $d$  — наружный диаметр вытеснительного барабана, ( $d=1,4$ ) м;  $L_{ц}$  — длина цилиндра, м;  $\rho_{сл}$  — плотность высокожирных сливок, кг/м<sup>3</sup>;  $\eta_{об}$  — объемный КПД маслообразователя ( $\eta_{об}=0,6$ ).

Оборудование для подготовки сливок к сбиванию (нагревание, охлаждение, выдержка и созревание) подбирают также по его производительности.

Пропускная способность ванн для созревания сливок, кг/ч,

$$B = \frac{V_p \rho_{сл}}{Z_{ц,сл}}, \quad (5.7)$$

где  $V_p$  — рабочая вместимость ванны, м<sup>3</sup>;  $Z_{ц,сл}$  — продолжительность цикла созревания сливок, ч.

### Задание №1

Провести технологический расчет оборудования для производства сливочного масла, если известны данные:

$$V = 2,2 \text{ м}^3$$

$$\rho_{п} = 980 \text{ кг/м}^3$$

$$k_{б} = 0,45$$

$$Z_{ц} = 2,5 \text{ ч}$$

$$D_{ц} = 1,4 \text{ м}$$

$$d_{б} = 1,3 \text{ м}$$

$$\rho_{м} = 1098 \text{ кг/м}^3$$

$$L_{ц} = 1,95 \text{ м}$$

$$m = 60 \text{ кг}$$

$$\tau = \tau_{общ} = 6400 \text{ с}$$

$$V_p = 0,8 \text{ м}^3;$$

$$Z_{ц,сл} = 6 \text{ ч}$$

### Литература

1. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н.И. Кленин, В.А. Сакун.-М.: Колос,1994.- 751.

## Практическая работа №19

### ТЕМА: "ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТВОРОГА".

**Цель:** провести расчет оборудования для производства творога.

**Задачи:**

ответить на контрольные вопросы;

определить:

- производительность ванн для производства творога;
- количество холода, необходимое для охлаждения творога;
- производительность вальцовочных машин.

**Результаты:**

Студент должен уметь:

- определять производительность машин для производства творога.

**Обеспеченность занятия:** методические указания по выполнению практических и лабораторных работ.

**Время выполнения:** 135 мин.

**Контрольные вопросы:**

- 1) Какие преимущества имеет отдельный способ производства творога?
- 2) Каким способом получают полужирный и жирный творог?
- 3) Что происходит с молоком в сепараторе?

**Теоретические сведения.**

*Оборудование для производства творога*

Классификация оборудования

Оборудование для производства творога и творожных изделий можно разделить на оборудование для получения и обработки сгустка и оборудование для охлаждения, перетиранья и перемешивания творожной массы.

Конструктивные особенности оборудования первой группы определяются способом производства творога.

При производстве творога обычным (традиционным) способом нормализованное молоко сквашивается в аппаратах непрерывного или периодического действия. К аппаратам непрерывного действия относятся многосекционный творогоизготовитель и коагуляторы, периодического — творогоизготовители и творожные ванны. После сквашивания молока сыворотка отделяется от образовавшегося сгустка либо в самих творогоизготовителях, либо в ваннах самопрессования, пресс- тележках или барабанных обезжиривателях.

При производстве творога отдельным способом обезжиренное молоко сквашивается с образованием сгустка в емкостях, а для отделения сыворотки от творожного сгустка применяют сепараторы.

В линиях производства творога малой и средней мощности вместо сепараторов используют ванны самопрессования и пресс-тележки. В комплектных более производительных технологических линиях производства творога (2,5...5,0 м<sup>3</sup>/ч по перерабатываемому молоку) творожный сгусток получают в емкостях, а затем

последовательно пропускают через аппарат тепловой обработки и сепаратор для его обезжиривания.

Творог охлаждают в охладителях открытого и закрытого типов, а также в комбинированных аппаратах, позволяющих совмещать эту операцию с обезжириванием творожного сгустка.

Для перетиранья и перемешивания творожной массы используют вальцовки, смесители и куттеры.

Традиционный способ производства творога позволяет получить продукт требуемой жирности непосредственно в процессе переработки молока соответствующей жирности.

При раздельном способе необходимая жирность продукта обеспечивается смешиванием творога, полученного из обезжиренного молока, с соответствующим количеством охлажденных пастеризованных сливок. Охлажденные сливки резко понижают температуру творога, что препятствует повышению кислотности готового продукта и улучшает его вкусовые качества.

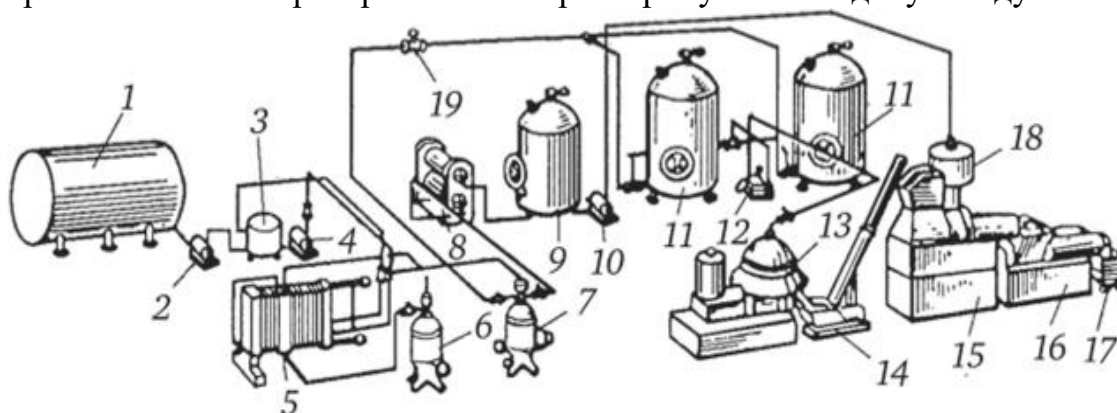
В процессе переработки молока на творог часть жира теряется. При этом чем больше исходная жирность сырья, тем выше относительные потери жира.

Таким образом, несмотря на необходимость проведения дополнительных операций (сепарирование молока и смешивание нежирного творога со сливками), раздельный способ производства творога имеет определенные преимущества по сравнению с традиционным.

#### Поточно-технологические линии производства творога

Особенность оборудования, входящего в поточно-технологические линии производства творога как традиционным, так и раздельным способами, заключается в его согласованности по часовой производительности. Обычно производительность таких линий по творогу составляет 500...600 кг/ч.

На рис. 1 показана технологическая схема линии производства творога раздельным способом в потоке. Из емкости для хранения молоко насосом направляется в пластинчатую пастеризационно-охладительную установку. В сепараторе-молокоочистителе молоко очищается, а в сепараторе-сливкоотделителе разделяется на сливки и обезжиренное молоко. Сливки охлаждаются в охладителе и хранятся в емкости, через межстенное пространство которой пропускают ледяную воду.



**Рис. 1** Схема поточной линии производства творога раздельным способом:

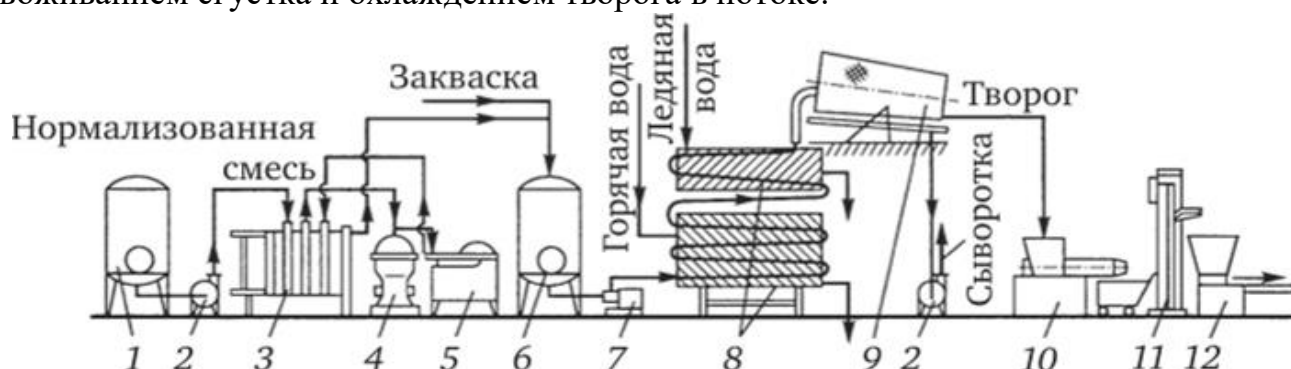
1 — емкость для хранения молока; 2, 4 — центробежные насосы; 3 — уравнивающий бак; 5 — пластинчатый пастеризатор; 6 — сепаратор-молокоочиститель; 7 — сепаратор-сливкоотделитель; 8 — охладитель для сливок; 9 — емкость для сливок; 10 — ротационный насос; 11 — резервуары для сквашивания

молока; 12 — мембранный насос; 13 — сепаратор для творога; 14 — шнековый подъемник; 15 — смеситель творога и сливок; 16 — охладитель творога; 17 — тележка для творога; 18 — бак для сливок; 19 — патрубок для поступления закваски, сычужного фермента и хлорида кальция

Обезжиренное молоко также хранят в емкости. Через патрубок в нее подают закваску, хлористый кальций и сычужный фермент, в результате чего обезжиренное молоко сквашивается и образуется творожный сгусток. Через двойной сетчатый фильтр насосом сгусток подается в сепаратор для отделения сыворотки и подъемником подается в смеситель творога со сливками СТ-1. Готовый продукт проходит через двухцилиндровый охладитель, где его температура понижается до 5...10°C, и направляется на фасование.

Полужирный и жирный творог непрерывным способом получают на линиях типа Я9-ОПТ производительностью 2,5 и 5,0 м³/ч по переработанному молоку, которые включают коагулятор и барабанный обезвоживатель.

Технологический процесс производства творога на такой линии (рис. 2) основан на сквашивании нормализованного или обезжиренного молока закваской, приготовленной на чистых культурах молочнокислых бактерий с последующим обезвоживанием сгустка и охлаждением творога в потоке.



**Рис. 2 Технологическая схема производства творога на линии Я9-ОПТ:**

- 1 — емкость для сырой нормализованной смеси; 2 — центробежные насосы; 3 — пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 4 — сепаратор-молокоочиститель; 5 — гомогенизатор; 6 — емкость для сквашивания молока; 7 — одновинтовой насос для подачи сгустка; 8 — аппарат тепловой обработки сгустка (коагулятор); 9 — обезвоживатель сгустка Я9-ОПТ-2,5/2; 10 — охладитель творога; 11 — подъемник тележек; 12 — автомат для фасования творога

**методические указания:**

Технологический расчет оборудования для производства творога

Способ производства творога зависит от объема перерабатываемого сырья. При переработке до 5 т молока в смену применяют традиционный способ производства творога с использованием творожных ванн различной вместимости. Творог из 20 т молока и более целесообразно производить раздельным способом при помощи сепараторов для обезвоживания творожного сгустка.

Оборудование периодического действия подбирают исходя из сменной производительности ванн, м³:

$$M_{см} = \frac{VZ_{см}}{Z_{цт}}, \quad (6.1)$$

где  $V$  — рабочая вместимость ванн,  $\text{м}^3$ ;  $Z_{\text{см}}$  — продолжительность смены, ч;  $Z_{\text{цт}}$  — продолжительность одного цикла переработки молока в творог, включающего в себя операции наполнения ванны, нагревания нормализованной смеси до температуры сквашивания ( $32^\circ\text{C}$ ), сквашивания, выгрузки из ванны сгустка с сывороткой и мойки ванны, ч.

Продолжительность наполнения ванны нормализованным молоком и его нагревания до температуры сквашивания зависит от графика организации технологических процессов и оборудования самой линии (температура поступающего в ванны молока, подача молочного насоса и т.д.).

Продолжительность выгрузки сгустка и сыворотки из ванны самотеком составляет - 13 мин. Нагревание нормализованной смеси до температуры сквашивания ( $32^\circ\text{C}$ ) - 47 мин.

Продолжительность сквашивания можно принять равной 7...7,5 ч.

Оборудование для охлаждения (охлаждения и прессования) подбирают по часовой производительности, указанной в его технической характеристике.

Количество холода, необходимое для охлаждения творога, Дж/ч,

$$Q_x = k_x G_{\text{п}} c_{\text{п}} (t_1 - t_2), \quad (6.2)$$

где  $k_x$  — коэффициент, учитывающий потери холода в окружающую среду (для открытых охладителей  $k_x = 1,3$ ; закрытых  $k_x = 1,2$ );  $G_{\text{п}}$  — массовый расход продукта, кг/ч;  $c_{\text{п}}$  — удельная теплоемкость продукта, Дж/(кг•К);  $t_1$  и  $t_2$  — температура творога на входе в охладитель ( $t_1 = 25...30^\circ\text{C}$ ) и выходе из него ( $t_2 = 8...14^\circ\text{C}$ ).

При расчете оборудования для производства творога отдельным способом технологические емкости подбирают с учетом их рабочей вместимости, продолжительности работы и сменной производительности. Сепараторы для обезвоживания творожного сгустка, а также насосы для перекачивания сырья и готового продукта подбирают, исходя из их часовой производительности (подачи).

Производительность вальцовочных машин, кг/с,

$$Q = \pi d_{\text{в}} n \delta \rho_{\text{п}}, \quad (6.3)$$

где  $d_{\text{в}}$  — диаметр вальцов, м;  $n$  — частота вращения вальцов, об/с;  $\delta$  — толщина слоя продукта на вальцах, м;  $\rho_{\text{п}}$  — плотность продукта, кг/м<sup>3</sup>.

### Задание №1

Провести технологический расчет оборудования для производства творога, если известны данные:

$$V = 1,8 \text{ м}^3$$

$$Z_{\text{см}} = 8 \text{ ч}$$

$$d_{\text{в}} = 0,3 \text{ м}$$

$$n = 0,5 \text{ об/с}$$

$$\delta = 0,35 \text{ м}$$

$$\rho_{\text{п}} = 980 \text{ кг/м}^3$$

### Список литературы

1. Крусъ Г.Н., Храпцов А.Г., Волокитина З.В., Карпычев С.В. Технология молока и других молочных продуктов. Москва "Колос". 2004.
2. Кузнецов В.В., Шилер Г.Г. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности: Справочник, часть 1. - М.: ДеЛи принт, 2008.

3. Стабников В.Н., Лысянский В.М., Попов В.Д. Процессы и аппараты пищевых производств. - М.: Агропромиздат, 1985.



## Практическая работа №20

### ТЕМА: "ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СЫРА"

**Цель работы:** провести технологический расчет оборудования для производства сыра.

**Задачи:**

Рассчитать:

- пропускную способность сыродельных ванн (с теплоизоляцией);
- пропускную способность прессы;
- число контейнеров, необходимых для созревания сыров;
- оборудование для посолки сыров и производительность сырорезательных машин.

**Обеспеченность занятия:** методические указания по выполнению практических и лабораторных работ.

**Контрольные вопросы при допуске к работе:**

1. Что используют для формования и разрезания сырного пласта на бруски?
2. Для чего предназначена сыродельная ванна Д7-ОСА-1?
3. Где расположен клапан для спуска из ванны зерна вместе с сывороткой?
4. Как регулируют содержание сыворотки в сырном зерне в аппарате Я7-00-23?
5. Для чего служат перфорированные прессовальные плиты?
6. Как используют гидравлический домкрат?
7. Из каких основных узлов состоит сыродельная ванна Д7-ОСА-1?

**Время выполнения: 135 мин.**

**Теоретические сведения.**

*Оборудование для производства сыра*

Классификация оборудования

Оборудование для производства сыра включает оборудование для выработки сырного зерна, формования и прессования сырной массы и оборудование сырохранилищ.

Оборудование для производства плавленого сыра включает оборудование для подготовки сырной массы к плавлению и оборудование для ее плавления.

Оборудование для выработки сырного зерна

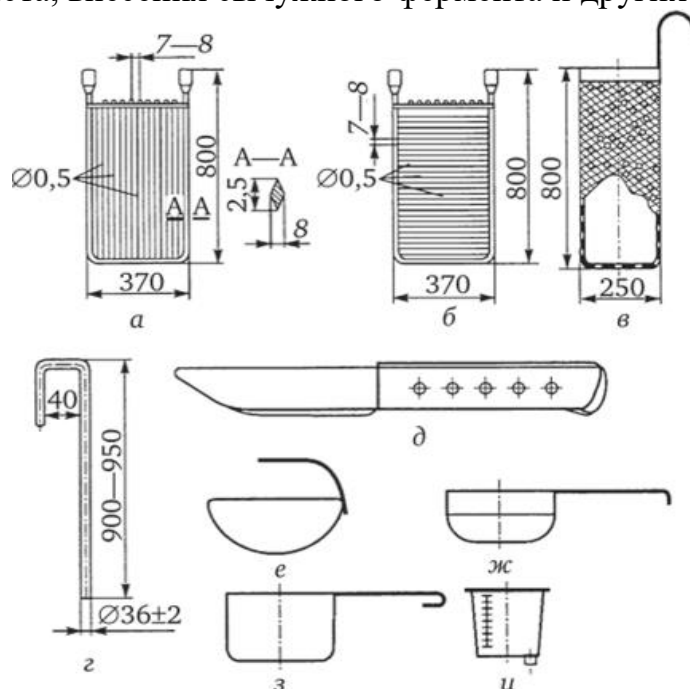
В аппаратах для выработки сырного зерна осуществляются коагуляция белков молока, разрезание сырной массы, постановка сырного зерна и отбор нужного количества сыворотки.

Аппараты выработки сырного зерна могут быть непрерывного и периодического действия. Аппараты непрерывного действия, как правило, применяют на крупных сыродельных предприятиях. Аппараты периодического действия обычно состоят из одной или двух специальных емкостей.

При получении сырного зерна в одной емкости в ней осуществляют коагуляцию белка, разрезание сгустка и обработку сырного зерна. Если в качестве такого аппарата применяют сыродельную ванну, то сырное зерно можно в ней и формовать.

При использовании двух емкостей в первой получают и обрабатывают сырное зерно, во второй его подпрессовывают и нарезают на блоки.

За рубежом на сыродельных мини-заводах и в прифермских сыродельных цехах достаточно широко применяют сыродельные котлы различных конструкций. Они различаются размерами, формой, наличием или отсутствием механизма опрокидывания и привода для разрезания и обработки сгустка. Наиболее простые из них имеют небольшую вместимость и выполнены одностенными. Как правило, все работы по получению сырного зерна в таких котлах выполняют вручную или при помощи лир, граблей, деревянных весел. Часть таких инструментов представлена на рис. 1. Они предназначены для разрезания сгустка и постановки сырного зерна, отбора сыворотки, разрезания сырного пласта, внесения сычужного фермента и других операций.



**Рис. 1 Ручной инструмент:**

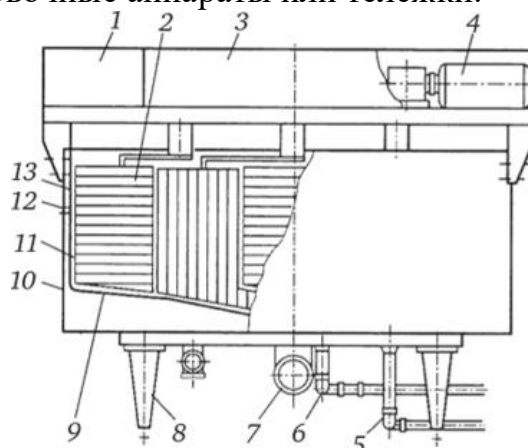
а — лира с вертикально натянутыми струнами; б — лира с горизонтально натянутыми струнами; в — перфорированный цилиндр; г — сифон; д — нож; е, ж, з — ковши; и — мерная кружка

К более совершенному оборудованию для выработки сырного зерна относятся сыроизготовители и сыродельные ванны. Сыроизготовитель Я5-0СЖ-1 (рис. 2) состоит из ванны, траверсы, привода, режуще-вымешивающего инструмента, трубопроводов, пульта управления.

Ванна представляет собой емкость с теплообменной рубашкой, имеющей коллектор для подачи теплоносителя. В центральную часть днища вмонтирован патрубок для выгрузки сырного зерна. Траверса служит опорой привода режуще-вымешивающего инструмента, выполненного в виде рамы, на которой расположены вымешивающие элементы. Привод сыроизготовителя позволяет бесступенчато изменять частоту вращения режуще-вымешивающего инструмента в пределах 2...20 мин<sup>-1</sup>, а также реверсировать направление его движения. Частичный отбор сыворотки из ванны осуществляется через фильтр-отборник.

Промышленность выпускает сыроизготовители с рабочими ваннами вместимостью 0,3; 1; 1,8 и 10 м<sup>3</sup>. Сыроизготовители позволяют только вырабатывать

сырное зерно. Для формования и разрезания сырного пласта на бруски необходимой величины используют формовочные аппараты или тележки.



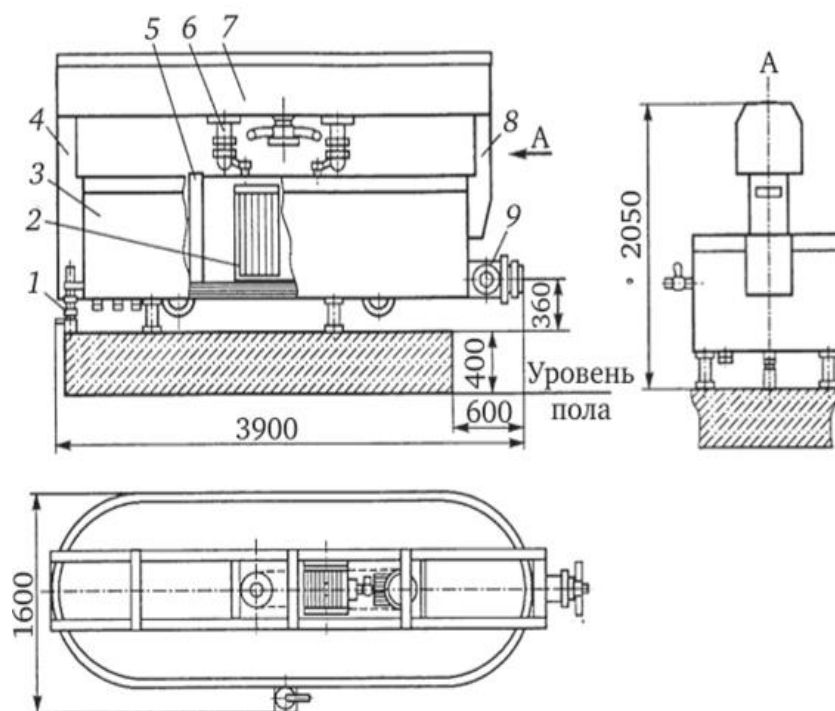
**Рис. 2 Сыроизготовитель Я5-ОСЖ-1:**

- 1 — пульт управления; 2 — режуще-вымешивающий инструмент; 3 — траверса; 4 — привод; 5 — трубопровод для отвода теплоносителя; 6 — трубопровод для подачи теплоносителя; 7 — патрубок для выгрузки сырного зерна; 8 — регулируемые опоры; 9 — днище; 10 — ванна; 11 — теплообменная рубашка; 12 — коллектор для подачи теплоносителя; 13 — внутренний резервуар

Сыродельные ванны, так же как и сыроизготовители, относятся к аппаратам периодического действия. Технологический процесс получения сырного зерна и общее устройство сыродельных ванн имеют много общего с сыроизготовителями. Исключением является конструкция режуще-вымешивающих устройств в сыродельных ваннах большой вместимости, а также наличие различных (гидравлических или пневматических) устройств для наклона ванны при перекачивании продукта или ее мойке.

Сыродельные ванны снабжены неснимаемым универсальным инструментом, который выполняет как разрезание сырного сгустка и постановку зерна, так и вымешивание (при изменении направления вращения инструмента). Сыворотку откачивают через боковой отборник без остановки инструмента. Для лучшего стока остатков сырной массы (в конце опорожнения) предусмотрена возможность наклона сыродельной ванны.

Сыродельная ванна Д7-ОСА-1 (рис. 3) предназначена для выработки сырного зерна при производстве твердых и мягких сыров. Она состоит из следующих основных узлов: двухстенной ванны с запорным клапаном для спуска зерна с сывороткой, домкрата для наклона ванны, колонн, мостовой конструкции, режуще-вымешивающего инструмента и его привода, электрооборудования.



**Рис. 3 Сыродельная ванна Д7-ОСА-1:**

1 — домкрат; 2 — режуще-вымешивающий инструмент; 3 — ванна;  
 4, 8 — колонны; 5 — мерная линейка; 6 — привод режуще-вымешивающего  
 устройства; 7 — мостовая конструкция; 9 — клапан для спуска сырного зерна  
 в смеси с сывороткой

Двустенная ванна представляет собой жесткую сварную конструкцию, внутренняя часть которой изготовлена из нержавеющей стали и закрыта кожухом из углеродистой стали. Пространство между ванной и кожухом заполнено термоизоляционным материалом.

Между наружным и внутренним дном установлен барботер. Пар подводится от заводской сети через патрубок диаметром 25 мм. Вода из рубашки сливается через патрубок диаметром 50 мм, расположенный в дне ванны.

Охлаждающая вода подводится по патрубку диаметром 32 мм, который выступает за дно ванны. Вода через перфорированную трубу, являющуюся бортом ванны, стекает между двумя боковыми стенками, омывая при этом внутреннюю ванну.

Клапан для спуска из ванны зерна вместе с сывороткой расположен со стороны, противоположной патрубкам воды и пара, а также слива воды из рубашки.

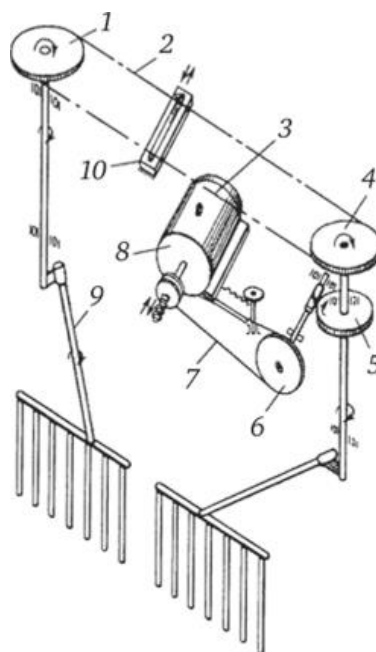
За наполнением емкости молоком следят визуально при помощи мерной линейки.

Для наклона ванны при мойке и перекачке из нее содержимого используют гидравлический домкрат, установленный в колонне.

Мостовая конструкция, смонтированная на колоннах, состоит из двух балок коробчатого сечения и соединяющих их элементов.

Режуще-вымешивающий инструмент представляет собой ножевую раму с вертикальными поворотными ножами. Привод режуще-вымешивающего инструмента перемещается внутри моста на направляющих, приваренных к балкам. Весь привод смонтирован на корытообразной платформе, что полностью исключает возможность попадания загрязнений с него в ванну.

Для сообщения платформе возвратно-поступательного движения применена втулочно-роликовая цепь (рис. 4), в одном из звеньев которой вместо оси в рычаге закреплен палец с роликом.



**Рис. 4 Кинематическая схема приводного механизма сыродельной ванны:**

1, 4 — звездочки; 2 — цепь; 3 — электродвигатель; 5 — червячный редуктор; 6 — шкив; 7 — клиновой ремень; 8 — раздвижной шкив; 9 — мешалка; 10 — кулиса

Такое конструктивное решение обеспечивает вращательное движение звездочек и равномерное возвратно-поступательное движение каретки. Постоянное натяжение втулочно-роликовой цепи осуществляется перемещением колонки ведомого вала вместе с закрепленной на нем звездочкой при помощи винта, расположенного в одной из торцовых стенок каретки.

Электрооборудование сыродельной ванны состоит из горизонтально расположенного четырехскоростного двигателя, который может перемещаться вдоль каретки при помощи рейки и шестерни, бесступенчатого вариатора скорости, червячного редуктора и цепной передачи.

Ведущий вал инструмента (вертикальный вал червячного редуктора) вращается от червячного колеса. Второй вал инструмента получает вращение от ведущего через цепную передачу.

Технологический процесс получения сырного зерна в ванне осуществляется в следующей последовательности. Ванну наполняют молоком и включают привод. Частоту вращения режуще-вымешивающего инструмента выбирают в соответствии с технологической инструкцией. При непрерывном перемешивании молоко подогрывается до температуры коагуляции белков. В сырье вносят бактериальную закваску, раствор фермента и другие компоненты и перемешивают до получения однородной массы. По окончании перемешивания двигатели отключают, после чего происходит коагуляция белков молока.

Когда сырный сгусток достигнет необходимой плотности, включают привод и разрезают сгусток путем вращения режуще-вымешивающего инструмента по часовой стрелке при минимальной частоте вращения инструмента.

После разрезания сгустка и частичной постановки сырного зерна при остановленном инструменте отбирают нужное количество сыворотки через патрубок,

сваренный в боковую стенку ванны, трехходовой кран и сито, навешенное на борт ванны.

Сыродельные ванны В2-ОСВ-5 и В2-ОСВ-Ю отличаются от описанной вместимостью рабочей емкости, приводом механизма наклона ванны (пневматический), конструкцией устройства для отбора сыворотки и некоторых других узлов.

Сыродельные ванны вместимостью 5 м<sup>3</sup> и более могут быть оснащены прессовальным механизмом для удаления части сыворотки из ванны и формирования сырного пласта. В таких ваннах мешалки выполнены съемными, а проталкивание сырной массы от края ванны к ее середине и сам процесс прессования осуществляются при помощи перфорированных прессовальных плит и механизма их перемещения.

Технологический процесс получения сырного зерна и пласта в таких ваннах носит законченный характер и не требует применения дорогостоящего оборудования для формирования сырной массы.

### **Методические указания:**

#### Технологический расчет оборудования для производства сыра

Расчет оборудования этой группы заключается в определении пропускной способности за смену аппаратов для выработки сырного зерна и прессов, расхода пара на нагрев молока, а также в подборе оборудования с непрерывным циклом работы.

Пропускная способность сыродельных ванн, кг в смену,

$$G_c = \frac{V \rho_{см} \tau_{см}}{Z_{ц.с}}, \quad (7.1)$$

где  $V$  — рабочая вместимость ванны, м<sup>3</sup>;  $\rho_{см}$  — плотность сырной массы, кг/м<sup>3</sup>;  $\tau_{см}$  — продолжительность смены, ч;  $Z_{ц.с}$  — продолжительность одного цикла переработки молока на сыр, включающего в себя операции наполнения, заквашивания и сквашивания молочной смеси, обработки сырной массы, формирования (если сырное зерно формуется в ванне), разгрузки и мойки ванны, ч. При расчетах для мелких сыров принимают  $Z_{ц.с} = 2...2,54$  ч, для крупных —  $Z_{ц.с} = 3...3,5$  ч.

КПД аппарата подставляют коэффициент, учитывающий потери теплоты в окружающую среду, который для ванн с теплоизоляцией и без нее соответственно равен 0,8...0,85 и 0,5...0,75.

Пропускная способность пресса, кг в смену,

$$G_{пр} = \frac{m \tau_{см}}{Z_{пр}}, \quad (7.2)$$

где  $m$  — масса прессуемых сыров, кг;  $Z_{пр}$  — длительность прессования сыра, ч (для твердых сыров типа российского  $Z_{пр} = 8$  ч).

Число контейнеров, необходимых для созревания сыров,

$$n_k = \frac{m_c Z_c}{G_k}, \quad (7.3)$$

где  $m_c$  — масса сыра, вырабатываемого в сутки, кг;  $Z_c$  — длительность созревания сыра в камере, сут (зависит от сорта сыра и составляет 60.. .160 сут);  $G_k$  — вместимость контейнера, кг.

Оборудование для посолки сыров, их мойки, обсушки, маркировки, а также парафинирования подбирают по часовой производительности.

Если для посолки сыров применяют бассейн (ванну), то его площадь, м<sup>2</sup>,

$$F_{\text{б}} = \frac{f_{\text{к}} n_{\text{к}}}{k_{\text{б}}}, \quad (7.4)$$

где  $f_{\text{к}}$  — площадь, занимаемая одним контейнером с сыром, м<sup>2</sup>;  $n_{\text{к}}$  — число контейнеров, находящихся в бассейне;  $k_{\text{б}}$  — коэффициент использования площади бассейна ( $k_{\text{б}} = 0,8 \dots 0,85$ ).

Размеры бассейна обычно принимают с учетом длины и ширины стандартных контейнеров (габаритные размеры контейнера для посолки сыров РЗ-ОКУ 1100x951x1454 мм).

В связи с тем что длительность нахождения сыров в соляном бассейне различна для каждого их вида и составляет 1...10 сут, площадь бассейна проще определить исходя из расчетной нагрузки на единицу его площади. В зависимости от массы головок сыра нагрузка на 1 м<sup>2</sup> бассейна при размещении контейнеров в два яруса может составлять 400... 800 кг.

Оборудование для производства плавленого сыра (машины для измельчения сыра и аппараты для плавления сырной массы непрерывного действия) подбирают по часовой производительности с учетом графика организации технологического производства.

Производительность сырорезательных машин, кг/с,

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} z \delta n_{\text{р}} \rho_{\text{с}} \eta, \quad (7.5)$$

где  $d$  — диаметр диска машины, м;  $z$  — число ножей;  $\delta$  — толщина стружки сыра, снимаемой ножом, м;  $n_{\text{р}}$  — частота вращения диска, об/с;  $\rho_{\text{с}}$  — плотность сыра, кг/м<sup>3</sup>;  $\eta$  — общий КПД машины.

Аппараты для плавления сырной массы периодического действия подбирают с учетом вместимости котла и длительности технологического цикла загрузки аппарата, плавления сырной массы и ее выгрузки. Для однокотлового аппарата длительность цикла 25...30 мин. В двухкотловом аппарате она сокращена до 15 мин благодаря совмещению основного процесса в одном котле с загрузкой или выгрузкой продукта во втором.

### **Задание №1**

Провести технологический расчет оборудования для производства сыров, если известны данные:

$m_{\text{с}} = 250$  кг

$Z_{\text{с}} = 60$  сут

$G_{\text{к}} = 6$  кг

$f_{\text{к}} = 0,11$  м<sup>2</sup>

$d = 0,4$  м

$z = 2$

$\delta = 0,012$  м

$n = 2,5 \text{ об/с}$

$\rho_c = 2500 \text{ кг/м}^3$

Ванны с теплоизоляцией. Расчеты вести для крупных сыров.

Сделать выводы.

### Список литературы

4. Крусъ Г.Н., Храмцов А.Г., Волокитина З.В., Карпычев С.В. Технология молока и других молочных продуктов. Москва "Колос". 2004.

5. Кузнецов В.В., Шилер Г.Г. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности: Справочник, часть 1. - М.: ДеЛи принт, 2008.

6. Стабников В.Н., Лысянский В.М., Попов В.Д. Процессы и аппараты пищевых производств. - М.: Агропромиздат, 1985.

7. Сурков Д.В. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности издание перераб. и допол. - М.: Агропромиздательство 2003.-318 с.



## Практическая работа №21

### ТЕМА: "ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МОРОЖЕНОГО."

**Цель работы:** провести технологический расчет оборудования при производстве мороженого.

**Задачи:**

Определить производительность фризеров периодического и непрерывного действия, рассчитать расход холода для фризера.

**Контрольные вопросы при допуске к работе:**

1. Из каких технологических операций состоит подготовка смеси для производства мороженого?
2. В чем заключается сущность фризирования?
3. Как осуществляется пуск фризера.
4. Что такое «взбитость» мороженого и какова ее рекомендуемая степень?
5. Как регулируют взбитость мороженого в фризерах?
7. Какова температура мороженого на выходе из фризера?
8. При какой температуре проводят закалку мороженого?
9. Приведите классификацию оборудования для заправки мороженого.
10. Температура гомогенизации смеси мороженого.
11. Чем объясняется более высокое качество мороженого, получаемого при помощи фризеров непрерывного действия по сравнению с фризерами периодического действия?

**Время выполнения:** 135 мин.

**Теоретические сведения.**

Технологический процесс производства мороженого представлен на рис. 1

Приемка сырья
Расчет рецептур, подготовка сырья и составление смесей
Фильтрация смесей
Пастеризация смесей
Гомогенизация смесей
Охлаждение смесей
Созревание смесей
Фризирование смесей
Фасование мороженого
Закаливание мороженого
Упаковывание и хранение

**Рис. 1. Схема технологического процесса производства мороженого**

Условно, технологический процесс производства мороженого можно разделить на два этапа: приготовление смеси мороженого (в данный этап входят такие операции как составление смеси, фильтрование, пастеризация, гомогенизация и созревание смеси) и непосредственно получение структуры мороженого, которая окончательно формируется при последующей холодильной обработке мороженого (к операциям данного этапа относятся **фризерование смесей, фасование и закаливание мороженого**).

### **Технологический процесс производства закаленного мороженого**

Несмотря на значительное разнообразие в ассортименте, производство мороженого с некоторыми изменениями осуществляется по общей технологической схеме и состоит из следующих операций: приемка сырья, подготовка сырья, составление смеси, пастеризация смеси, гомогенизация смеси, охлаждение и созревание смеси, фризерование смеси, фасование и закаливание мороженого, упаковывание и хранение мороженого.

#### **Приемка сырья.**

Все сырье, необходимое для выработки мороженого, хранится в камерах, в которых поддерживаются соответствующие для каждой группы продуктов температура и влажность воздуха. Молоко цельное, обезжиренное, сливки, пахта и сыворотка до переработки находятся в охлажденном виде в емкостях для хранения молока.

Необходимое количество сырья для составления смеси определяют по соответствующим рецептурам. Однако в ряде случаев, когда нет полного набора сырья или сырье имеет иной состав, чем в рецептурах, необходимо провести перерасчеты на имеющееся сырье.

Все рассчитанные компоненты смеси взвешивают и отмеривают в необходимых количествах, для чего крупные фабрики мороженого оснащены электронными тензометрическими взвешивающими системами или механическими машинами для взвешивания.

#### **Подготовка сырья.**

Перед составлением смеси все ее компоненты должны быть соответствующим образом подготовлены. Для этого жидкое сырье (молоко цельное, обезжиренное, сливки и др.) фильтруют для того, чтобы очистить его от возможных механических примесей. Все сыпучие виды сырья (сахар, какао-порошок, мука и др.) просеивают через сито с ячейками не более 2 миллиметров. Сухие молочные продукты в случае необходимости дробят, растирают и просеивают через такое же сито.

Сухое молоко для лучшего растворения тщательно перемешивают с сахарным песком из расчета 2:1 и растворяют в небольшом количестве теплого молока до получения однородной массы.

Поверхность сливочного масла освобождают от пергаменты, зачищают, нарезают при помощи маслорезок на небольшие куски и расплавляют их на змеевиковых плавителях.

При использовании куриных яиц вначале проверяют их свежесть, затем яйца моют в проточной воде, дезинфицируют 2% раствором хлорной извести и ополаскивают чистой водой. Освобожденные от скорлупы яйца, не более двух штук, помещают в небольшую посуду. Только после повторной проверки свежести их переливают в емкость, в которой полученную яичную массу, лучше с добавлением сахарного песка, перемешивают мутовкой до получения однородной консистенции.

Подготовку плодов, ягод, овощей и бахчевых культур начинают с их сортировки, отделяя при этом недоброкачественное сырье. Затем у плодов удаляют плодоножки, у ягод — чашелистики, у овощей и бахчевых — остатки стеблей и др. Сырье тщательно моют. Плоды с толстой кожей бланшируют, из плодов удаляют имеющиеся косточки, овощи и бахчевые очищают, освобождают от семян и нарезают на кусочки. После этого плоды, ягоды, нарезанные кусочками овощи, протирают или дробят до получения однородной нежной массы в виде пюре с соком.

Соответствующим образом подготавливают и стабилизаторы. Желатин выдерживают для набухания в холодной воде не менее 30 мин. Количество воды определяют из расчета получения 10%-ного раствора желатина. После набухания желатин нагревают до 55—65°C для полного его растворения и перед внесением в смесь фильтруют через два слоя марли. Агар и агороид приготавливают в виде 10%-ных растворов. Вначале их промывают холодной водой, затем нагревают для полного растворения до температуры 90—95°C, фильтруют и вносят в смесь. Альгинат натрия можно вносить в смесь в сухом виде или в виде 5%-ного водного раствора, нагрев его до 70°C. Казеинат натрия и модифицированный желирующий крахмал вносят в смесь при температуре 35—40°C в сухом виде. Для лучшего распределения их предварительно смешивают с одним из сухих компонентов.

#### **Составление смеси.**

Процесс происходит в ваннах, имеющих тепловую рубашку и мешалку. Как правило, для этого используются сыродельные ванны. Для более полного и быстрого растворения и равномерного распределения компонентов смесь составляют в определенной последовательности. Первыми в смесительную ванну вносят жидкие продукты (воду, молоко, сливки и др.), подогревая их до температуры 35—45°C. При постоянном перемешивании в ванну вносят сначала сгущенные продукты и расплавленное сливочное масло, а затем сухие и яичные продукты. В последнюю очередь, перед пастеризацией, вносят стабилизаторы.

#### **Обработка смеси.**

Обработка включает *фильтрацию, пастеризацию и гомогенизацию.*

**Фильтрация смеси.** Фильтрацией удаляются механические примеси и не растворившиеся частицы компонентов. Чтобы предупредить вторичное бактериальное обсеменение, фильтрацию (установку фильтров) лучше проводить до пастеризации. Обычно используют пастеризационно-охладительные установки, в которые входят также фильтр и гомогенизатор.

**Пастеризация смеси.** Повышенное содержание сухих веществ в смеси увеличивает ее вязкость и оказывает защитное действие на микроорганизмы. В связи с этим установлены более строгие режимы тепловой обработки смеси. Длительная пастеризация смесей для мороженого происходит при температуре 68°C с выдержкой 30 минут, кратковременная — при 75°C с выдержкой 20 минут и высокотемпературная — при 85—90°C с выдержкой 50 секунд. Перед пастеризацией смесь насосом подают на фильтр, где от нее отделяются механические примеси и не растворившиеся частицы компонентов. Профильтрованная смесь с температурой не менее 45°C поступает в пастеризатор.

**Гомогенизация смеси.** Гомогенизация смеси значительно улучшает качество мороженого и облегчает дальнейший процесс ее переработки. В гомогенизированной смеси резко увеличивается вязкость, в зависимости от ее жирности она возрастает в 5—15 раз. В связи с этим при созревании или хранении в смеси не происходит отстоя

жира, что облегчает ее дальнейшую переработку. В процессе взбивания смесь с повышенной вязкостью и наличием большого количества мелких жировых шариков легче поглощает воздух, а при закаливании предотвращается образование крупных кристаллов льда. В результате из гомогенизированной смеси получается более пластичное мороженое, с нежной однородной структурой, с хорошо выраженным вкусом молочного жира, который к тому же легче усваивается организмом.

Температура гомогенизации смеси должна быть не ниже 63°C. Более низкие температуры гомогенизации вызывают в смеси образование скоплений жировых шариков. В процессе взбивания эти скопления жировых шариков разрушают воздушные пузырьки и ухудшают взбитость мороженого. В результате получается продукт более грубой консистенции и с ощутимыми крупинками жира. В связи с этим необходимо пастеризованную смесь сразу же направлять в гомогенизатор, не допуская снижения ее температуры.

Установлено, что давление при гомогенизации смесей мороженого находится в обратной зависимости от содержания в них жира. Учитывая это, смеси для молочного мороженого гомогенизируют при давлении 12,5—15 МПа, смеси для сливочного мороженого—при 10—12,5 МПа, смеси для пломбира — при 7,5— 9 МПа. Смеси для плодово-ягодного и ароматического мороженого гомогенизации не требуют.

#### **Охлаждение и созревание смеси.**

Охлажденная до температуры 2—6°C смесь поступает в изолированные емкости для созревания и временного хранения. Цель охлаждения смеси мороженого заключается в подготовке ее к созреванию, а также в создании неблагоприятных условий для развития микроорганизмов во время ее хранения.

Созревание смеси мороженого проводится при пониженных температурах. В процессе созревания смеси происходит отвердевание примерно 50% молочного жира, вызванное кристаллизацией некоторых глицеридов. Белки молока и стабилизатор в процессе выдержки набухают, поглощая влагу, происходит адсорбция некоторых компонентов смеси на поверхности жировых шариков. В результате вязкость созревшей смеси возрастает, а количество находящейся в свободном состоянии воды уменьшается, что препятствует образованию крупных кристаллов льда в процессе замораживания смеси. Созревшая смесь во время фризирования более интенсивно поглощает и удерживает воздух, что улучшает ее взбитость и обеспечивает нежную структуру мороженого.

Продолжительность созревания зависит от гидрофильных свойств применяемого стабилизатора. При внесении в смесь желатина процесс созревания длится не менее 4 ч. Применение агара и агароида, обладающих большой гидрофильностью, исключает процесс созревания. При этом можно сразу же после охлаждения направлять смесь на фризирование. Если по каким-либо причинам охлажденную и созревшую смесь нельзя направить на дальнейшую переработку, ее можно хранить в изотермических емкостях при температуре 2—6°C в течение 24 ч.

#### **Фризирование смеси.**

Эта операция является основной при производстве мороженого, в процессе которой смесь превращается в кремообразную, частично замороженную и увеличивающуюся в объеме массу. В охлажденной смеси от  $\frac{1}{3}$  до  $\frac{1}{2}$  части всей воды находится в свободном, несвязанном виде. В процессе фризирования именно эта вода замораживается, превращается в мелкие кристаллики льда. В зависимости от вида вырабатываемого мороженого и от температуры фризирования замораживается 29—

67% всей свободной воды. Консистенция мороженого в значительной степени зависит также от размеров полученных кристалликов льда, которые не должны превышать 100 мкм. При правильном замораживании влаги продукт приобретает достаточно плотную кремообразную структуру, без ощутимых кристалликов льда.

При фризеровании происходит насыщение мороженого воздухом, который равномерно распределяется по всей массе в виде пузырьков диаметром не более 60 мкм. В результате насыщения воздухом объем замороженной смеси увеличивается в 1,5—2 раза.

Наиболее совершенным оборудованием для замораживания смеси являются фризеры непрерывного действия, в которых процесс происходит моментально и получаемый продукт имеет высокое качество.

Подача во фризер смеси, воздуха и выгрузка мороженого осуществляются принудительно, под давлением. Поэтому в замерзшей смеси, находящейся под давлением 0,5—0,8 МПа, пузырьки воздуха находятся в сжатом состоянии. При выходе из фризера, попадая в условия нормального давления, пузырьки воздуха увеличиваются в объеме, что, в свою очередь, увеличивает объем мороженого, то есть повышает его взбитость. Замороженная смесь выходит из фризера с температурой от минус 3 до минус 5°С и взбитостью, достигающей 100%.

Уменьшение взбитости мороженого резко снижает его качество, продукт приобретает плотную консистенцию с грубой структурой. При слишком высокой взбитости появляется снегообразная консистенция, что также снижает качество продукта. Для мороженого, вырабатываемого на молочной основе, взбитость рекомендуется 70—100%, для плодово-ягодных и ароматических видов — 35—40%. Определяют взбитость весовым или объемным методом.

#### **Фасование и закаливание мороженого.**

Выходящее из фризера мороженое немедленно поступает на фасование. По виду упаковки промышленность выпускает мороженое весовое и фасованное. Весовое мороженое фасуют в крупную тару: гильзы или ящики из гофрированного картона вместимостью не более 10 кг. Заполненные мороженым гильзы плотно закрывают крышками, под которые помещают прокладки из пергамента, подпергамента или полиэтиленовой пленки. Каждая гильза снабжается маркировочной биркой и пломбируется. Ящики из гофрированного картона имеют полиэтиленовые вкладыши, которые после заполнения мороженым плотно закрывают при помощи термосварки или липкой ленты. Снаружи ящики оклеивают бумажной лентой и каждый из них маркируют.

Фасованное мороженое выпускают мелкими порциями, массой от 50 до 250 г, в форме однослойных и многослойных брикетов, цилиндров, прямоугольных параллелепипедов или усеченных конусов. Мороженое может быть с вафлями и без них, покрыто глазурью и без нее, упаковано в этикетку или пакетик, в виде эскимо, в бумажных или полистироловых стаканчиках, в коробочках из бумаги или фольги, в вафельных стаканчиках, рожках, трубочках и конусах. Фасованное мороженое выпускают также массой 0,5; 1 и 2 кг в коробках из картона, а также в виде тортов и кексов массой 0,25; 0,5; 1 и 2 кг.

Для придания мороженому большей прочности его подвергают закаливанию. Этот процесс более длительный, чем фризирование.

В процессе закаливания образуются новые кристаллики льда и происходит их срастание в жесткий кристаллизационный каркас. В результате мороженое приобретает

плотную консистенцию и высокую прочность. В процессе закаливания общее количество замороженной свободной воды в мороженом доходит до 90%, а температура в толще порции хорошо закаленного мороженого находится в пределах от минус 10 до минус 18<sup>0</sup>С. В оставшемся небольшом количестве воды сильно возрастает концентрация сахара и солей; чтобы заморозить такие растворы, необходима температура от минус 50 до минус 55<sup>0</sup>С.

Мороженое закаливают в специальных закалочных камерах, морозильных аппаратах или эскимогенераторах. Продолжительность закаливания влияет на качество готовой продукции. При быстром замораживании воды в мороженом образуются мелкие кристаллики льда, и оно будет иметь более нежную консистенцию. Можно значительно сократить продолжительность закаливания мороженого, применив в камере принудительную циркуляцию воздуха. Если при естественной циркуляции воздуха в камере с температурой минус 22<sup>0</sup>С закаливание мороженого в гильзах продолжается не менее 24 ч, то при усиленной циркуляции воздуха, скорость движения которого 3—4 м/с, оно сокращается до 10—12 ч.

Морозильные аппараты представляют собой прямоугольные стальные хорошо изолированные камеры с бесконечным цепным транспортером, на котором укреплены люльки для мороженого. Внутри камеры расположены батареи испарителя, в которых происходит кипение аммиака, и температура воздуха в аппарате снижается до минус 30<sup>0</sup>С. Специальными вентиляторами воздух продувается через батареи, что ускоряет процесс закаливания. При движении транспортера внутри камеры мороженое обдувается холодным воздухом и закаливается за 35—45 мин.

Для производства эскимо имеются специальные поточные автоматизированные линии. В их состав входят эскимогенераторы карусельного типа, в которых происходит закаливание мороженого.

На современных предприятиях процессы фасования и закаливания мороженого полностью механизированы и выполняются на поточных линиях. В состав таких линий, как правило, входят фризер непрерывного действия, автомат-дозатор и морозильный аппарат, соединенные системой транспортеров. В зависимости от вида фасования в линии включаются заверточные автоматы. Применение поточных линий при выработке мороженого ликвидирует тяжелые и однообразные ручные операции, повышает производительность труда и качество продукта.

### **Глазирование мороженого.**

Глазурь для мороженого вырабатывают по рецептурам, куда входит шоколадный кувертюр, какао-масло, какао-порошок, сахарная пудра, сливочное несоленое масло высшего сорта. Для изготовления глазури масло медленно разогревают при температуре 35—38 °С в котлах с паровым или водяным обогревом, в расплавленное масло добавляют какао-порошок или шоколадный кувертюр (какао-порошок предварительно смешивают с сахарной пудрой). Всю массу тщательно перемешивают и выливают из котла небольшими порциями в ванночки для глазирования. При температуре выше 40 °С смесь разделяется на составные части и масло всплывает. Такая перегретая глазурь плохо ложится на эскимо. Повторный разогрев придает глазури салитый вкус, поэтому ее готовят в количестве, не превышающем дневной потребности.

### **Упаковывание и хранение мороженого.**

Тара, применяемая для упаковывания, хранения и транспортирования мороженого, разделяется на потребительскую и транспортную. Потребительская тара является тарой

одноразового пользования. К ней относятся этикетки и пакетики для завертывания мелкофасованного мороженого, а также бумажные стаканчики и коробочки, в которые помещают порции мороженого. Применяемый для тары материал должен быть совершенно безвреден для организма человека и не должен при длительном контакте придавать мороженому посторонние привкусы и запахи. Для лучшей сохранности продукта необходимо, чтобы он был водонепроницаемым и влагопрочным, жиронепроницаемым и жиростойким, имел низкую газо-, паро- и ароматопроницаемость и хорошую морозоустойчивость.

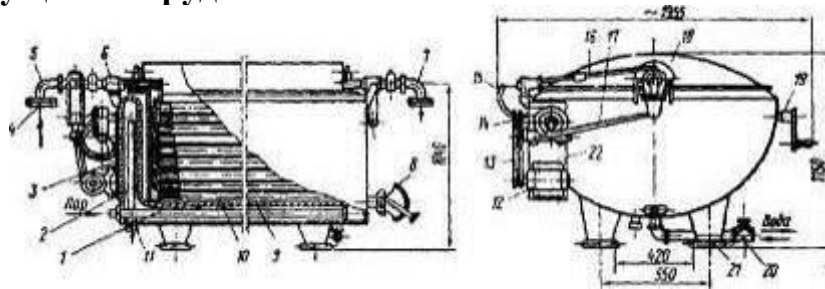
Этикетки и пакетики изготавливают из пергамина, подпергаменты, целлофана лакированного, фольги кашированной и ламинированной бумаги. Стаканчики — из бумаги и картона с водостойким пищевым покрытием или из полистирола. Коробочки для мороженого вместимостью 0,25 кг делают из картона белого цвета с водостойким покрытием или из фольги кашированной.

В транспортной таре продукт поступает в торговую сеть. Мелкофасованное мороженое, коробки с пирожными и с крупнофасованным мороженым массой 0,5—2 кг укладывают в ящики из гофрированного картона. Можно применять ящики из коробочного картона. Для доставки мелкофасованного мороженого используют также изотермические контейнеры двухсменные, с изоляцией, вместимостью 20—25 кг.

Изотермические контейнеры и гильзы являются тарой многократного пользования.

До отправки закаленное мороженое упаковывают в картонные коробки (лучше из гофрированного картона по 2,4—6 кг нетто в зависимости от вида фасования) и направляют в камеры хранения с температурой —18—25 °С и относительной влажностью воздуха 85—90%. Температурные колебания в камере не должны превышать ±3 °С, а при длительном хранении мороженого не допускаются вовсе. Фасованное мороженое в зависимости от вида может храниться до 2 мес. При выпуске с предприятия температура мороженого молочных видов должна быть не выше —10 °С, фруктово-ягодного и ароматического — не выше —12 °С.

### Описание ведущего оборудования



**Рис. 2 Сливкосозревательная ванна ВСГМ**

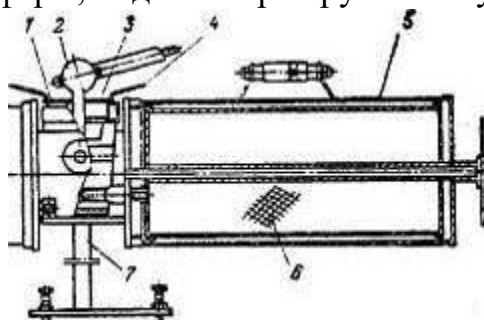
- 1 - трубчатый перфорированный барботер; 2 - переливная труба;  
 3 - корпус; 4 - фланец; 5 - отводы; 6 - подшипники; 7 - отводы;  
 8 - сливной кран; 9 - рабочая ванна; 10 - мешалка; 11 - спускной патрубок; 12 — электродвигатель; 13 - клин временная передача;  
 14 - редуктор; 15 - червячный механизм; 16 - тяга;  
 17 - кривошипно-шатунный механизм; 18 - крышка; 19 - рукоятка; 20 - патрубок для подачи воды; 21 - ножки;  
 22 - плита.

Сливкосозревательная ванна имеет полуцилиндрическую форму, снаружи окружена рубашкой. Рубашка заполняется водой и подогревается паром через барботер 1. Давление пара 0,05 МПа. Переливная труба 2 поддерживает постоянный уровень воды в рубашке. Сливкосозревательная ванна имеет крышку 18, которая закрывается с помощью червячного механизма 15 ручного действия. Ванну устанавливают на фундамент с уклоном в сторону сливного крана 8.

Расположенная внутри ванны 9 мешалка 10 из труб одновременно является и теплообменником. Концы труб мешалки соединены с коллекторами, через которые подается и отводится теплоноситель или хладоноситель. Патрубки от подающего и отводящего коллекторов являются полуосями - цапфами, которые размещаются в самоустанавливающихся подшипниках 6. К качающимся в подшипниках цапфам присоединены изогнутые отводы с сальниковыми устройствами. Отводы фланцами 4 с другой стороны подсоединены к неподвижным магистралям, по которым подается и отводится тепло - или хладоноситель.

Мешалка совершает маятниковое движение, отклоняясь от вертикальной оси на 60-100°. Число качаний мешалки 12 в минуту. Качательные движения мешалке сообщает кривошипно-шатунный механизм 17, который приводится от электродвигателя 12 через клиноременную передачу и редуктор. Мощность электродвигателя 0,6 кВт. Угол качания мешалки регулируется специальным пальцем.

Для уменьшения трудоемкости операций по внесению сухого и сгущенного сырья в смесительные ванны на ряде предприятий используются специальные устройства для подъема и опрокидывания бочек. Потребляемая такими устройствами мощность составляет всего 1 кВт, а продолжительность рабочего цикла не превышает 4 с. Для этой же цели используют тельферы, подъемно-разгрузочные устройства.



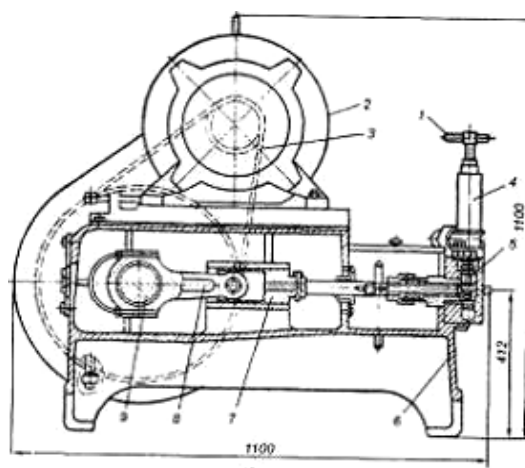
**Рис. 3 Фильтр А1-0ШФ для смесей мороженого**

- 1 — распределительное устройство; 2 — пробковый кран; 3 — гайка;  
4 - ключ; 5 - корпус фильтра с ручкой;  
6 - фильтровальная сетка цилиндра; 7 - стойка.

Фильтр А1-0ШФ состоит из двух взаимозаменяемых камер, работающих поочередно. По мере засорения одну камеру отключают на очистку, а в работу включают вторую. Камеры имеют форму цилиндра и расположены горизонтально по обе стороны распределительного устройства 1, укрепленного на опорной стойке 7. Каждая камера состоит из корпуса 5 и сетчатого фильтровального цилиндра 6. Распределительное устройство 1 включает в себя корпус и пробковый кран 2.

Смесь для фильтрации подается в верхнее отверстие распределительного устройства и переходит в корпус фильтровальной камеры. Обтекая сверху фильтровальный сетчатый цилиндр, смесь выходит из камеры и поступает в нижнюю часть распределительного устройства. Из нижнего патрубка распределительного устройства смесь направляется в трубопровод для дальнейшей обработки. Производительность фильтра меняется от 2500 до 4600 кг/ч в зависимости от вида смеси. Смесь подается под давлением 0,2-0,25 МПа. Занимаемая фильтром площадь 0,4 м<sup>2</sup>, масса его 62 кг.





**Рис. 4 Гомогенизатор ОГБ-М**

- 1 - рукоятка для регулирования давления; 2 - электродвигатель;  
 3 – клиноременная передача; 4 - гомогенизирующая головка;  
 5 - плунжерный блок; 6 - станина; 7 - ползун;  
 8 -кривошипно-шатунный механизм; 9 -коленчатый вал

Гомогенизатор ОГБ-М горизонтального типа с одноступенчатой гомогенизирующей головкой состоит из станины 6, привода, кривошипно-шатунного механизма 8, блока 5, гомогенизирующей головки 4 и манометрического устройства 1.

Привод размещен в нижней части станины. От электродвигателя 2 через клиноременную передачу 3 приводится в движение кривошипно-шатунный механизм 8, который обеспечивает возвратно-поступательное движение плунжеров. Плунжеры (их 3) двигаются в трех камерном блоке 5, установленном на передней верхней части станины. В каждой камере имеются всасывающий и нагнетательный клапаны.

Горячая смесь (60-80° С) фильтруется (фильтр располагается на всасывающей линии перед гомогенизатором) и поступает в гомогенизатор. При возвратном ходе плунжера смесь поднимает всасывающий клапан и проходит в рабочую камеру. Когда плунжер делает нагнетательный ход, смесь проталкивается и, поднимая нагнетательный клапан, проходит в нагнетательный коллектор плунжерного блока. Через отверстие в нагнетательном коллекторе смесь поступает в гомогенизирующую головку. Гомогенизация нагретой смеси осуществляется при прохождении ее через кольцевую щель между клапаном и седлом под большим давлением.

К основным факторам, обеспечивающим раздробление жировых шариков, относятся изменения давления и скорости потока смеси при прохождении его через гомогенизирующую головку. Автоматизированная пластинчатая пастеризационно-охлаждающая установка состоит из пластинчатого теплообменника, уравнительного бака с поплавковым регулятором, насоса для подачи смеси из уравнительного бака в секцию регенерации, бойлера для горячей воды, инжектора для нагрева воды паром, насоса для подачи горячей воды из бойлера в секцию пастеризации, перепускного клапана, цилиндрического выдерживателя, пульта управления. Установка соединяется трубопроводами с необходимой арматурой и укомплектовывается электрогидравлическими регулирующими клапанами подачи пара и рассола. В схему установки входит гомогенизатор марки А1-ОГА-2.5, размещенный между секциями пастеризации и регенерации. Установка занимает площадь 13,5 м<sup>2</sup>.

Теплообменник состоит из четырех секций: пастеризации, регенерации, охлаждения холодной водой и охлаждения рассолом. Теплопередающие пластины (тип П-2) продеты через верхнюю и нижнюю штанги и в каждой секции собраны в пакеты. На каждой пластине выбит порядковый номер. Пакет представляет собой группу

пластин, создающих одинаковое направление движения жидкости. Секции отделяются одна от другой промежуточными плитами. По углам плит расположены штуцера для прохода жидкостей. По краям каждой пластины приклеена резиновая прокладка, чтобы плотно зажать пластины во всех секциях нажимной плитой с помощью винтовых устройств, расположенных на концах верхней и нижней штанг.

Уравнительный бак, через который смесь поступает в пластинчатый теплообменник, должен всегда быть заполнен смесью до определенного уровня. Для автоматического поддержания смеси на необходимом рабочем уровне уравнительный бак оборудован поплавковым регулятором прямого действия.

Выдерживатель представляет собой трубу большого диаметра, проходя через которую пастеризованная и гомогенизированная смесь теряет скорость и, таким образом, еще 20-50 с выдерживается при температуре пастеризации.

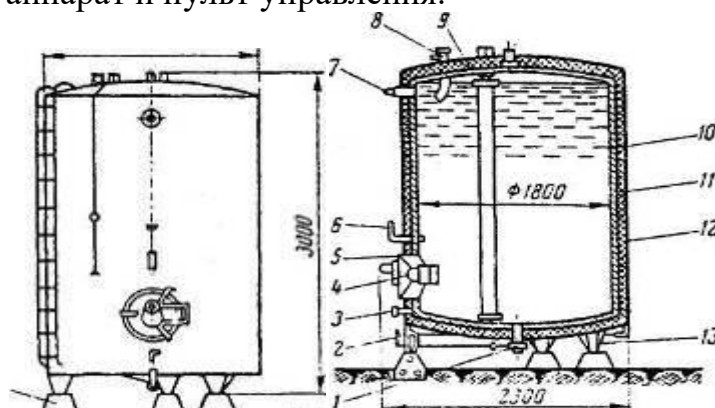
Перепускной клапан служит для автоматического возврата недопастеризованной смеси в бак. Перед пуском прижимают к стойке пластины в пластинчатом теплообменнике. Затем присоединяют трубопроводы для смеси, воды, пара, рассола. Установку промывают и стерилизуют.

Автоматизированный пластинчатый охладитель марки А1-ООЯ-1,2 предназначен для быстрого охлаждения смеси в закрытом потоке тонким слоем.

Охладитель устроен следующим образом. Две горизонтальные штанги с винтовыми зажимными механизмами совместно с главной и поддерживающей стойкой образуют станину. Теплообменные пластины, разделительная и нажимная плиты продеваются штангами и плотно прижимаются к главной стойке зажимными устройствами. Охладитель имеет две секции: секцию охлаждения артезианской водой и секцию охлаждения холодным рассолом. Он снабжен средствами автоматизации для поддержания и регулирования температуры смеси на выходе.

Пластины (тип П-2) рифленые, штампованные из нержавеющей стали марки Х18Н10Т. Поверхность теплообмена одной пластины 0,2 м<sup>2</sup>. К пластинам приклеены резиновые прокладки, чтобы их можно было герметично прижать друг к другу и создать своеобразный поток жидкости. Общее количество пластин в аппарате 72 шт.

В комплект установки для охлаждения смеси кроме пластинчатого охладителя входят также уравнительный бак с поплавковым регулятором уровня смеси, насос для подачи смеси из бака в аппарат и пульт управления.

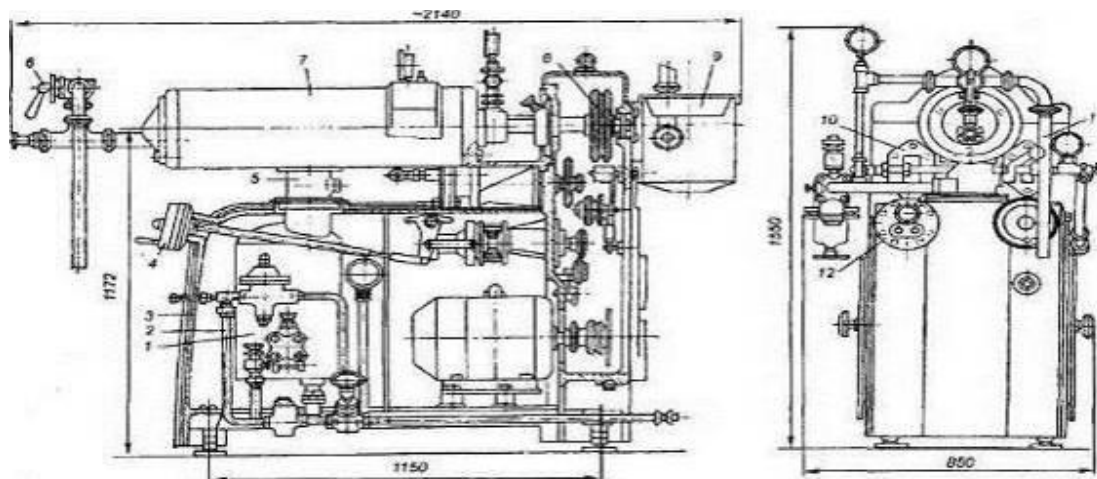


**Рис.5. Резервуар РМВЦ-6 для хранения молока**

- 1 - сливной кран; 2 - приспособление для открывания сливного крана;
- 3 - кран для отбора проб; 4 - привод мешалки; 5 - люк;
- 6 - оправа термометра; 7 - светильник; 8 - приемный патрубок;
- 9 - поплавок указателя уровня; 10 - корпус резервуара;
- 11 - изоляция; 12 - кожух; 13 - опоры резервуара; 14 - фундамент.

Вертикальный резервуар РМВЦ-6 (рис.5) устанавливается на трех опорах 13. Корпус имеет цилиндрическую форму. В нижней части корпуса расположен люк 5 для внутреннего осмотра и мойки, который закрывается шарнирно укрепленной крышкой. Сквозь крышку люка проходит консольный вал лопастной мешалки. Электродвигатель и редуктор мешалки крепятся к крышке люка. Ниже люка расположен краник 3 для взятия проб. Выше люка вмонтирована оправа для термометра 6. В верхней части корпуса находятся светильник 7 с контрольной лампой и смотровое окно. Верхнее и нижнее днища у резервуара сферические. С внешней стороны резервуар покрыт изоляцией 11 из древесноволокнистых плит или пенопласта и металлическим кожухом 12.

Смесь подводится к патрубку 8, расположенному в верхнем днище, и заливается в резервуар через пеногасящую трубу. В центре нижнего днища находится сливной кран 1, который снабжен приспособлением 2 для его открывания на расстоянии. Количество смеси в резервуаре измеряют уровнемером поплавкового типа с сигнализатором максимального уровня. Всплывая, поплавок 9 воздействует на микропереключатель, в результате срабатывает сигнальная лампа.



**Рис.6. Фризер марки ОФИ**

1 – аккумулятор жидкого аммиака; 2 – трубопровод жидкого аммиака; 3 - станина; 4 – регулирующий маховик вариатор;

5 – трехходовой аммиачный запорный кран; 6 – трехходовой кран выпуска мороженого; 7 – цилиндр ; 8 – двухрядная звездочка для привода мешалки; 9 – расходный бачок для смеси; 10 – продуктовые насосы; 11 – насадка для выпуска мороженого; 12 – пульт управления.

Фризер ОФИ состоит из станины, замораживающего цилиндра с мешалкой и ножами, насосов, расходного бачка для смеси с поплавковым клапаном, привода. Предназначен для выработки мороженого различных видов на молочной основе, в том числе с наполнителями (в виде порошка, пюре, сиропов), а также плодово-ягодного.

На станине 3 горизонтально расположен замораживающий цилиндр 7. Наружная поверхность рубашки цилиндра покрыта изоляцией и стальным кожухом. Спереди цилиндр закрывается крышкой, имеющей выходной патрубком для мороженого с трехходовым краном 6. В выходном патрубке расположен клапан противодействия, которым можно регулировать давление продукта в цилиндре.

Мешалка цилиндра состоит из наружного корпуса с окнами, внутренней лопасти, взбивателя и двух ножей. Взбиватель представляет собой кольца, соединенные четырьмя стержнями. Цапфа взбивателя вставляется в переднюю крышку цилиндра и таким образом обеспечивает взбивателю неподвижность. Ножи надеваются на шпильки. Корпус мешалки своей шейкой соединяется с приводным валом

предохранительной латунной шпилькой. Шейка вала мешалки у выхода из задней крышки цилиндра уплотняется сальником.

Шестеренные продуктовые насосы 10 состоят из корпуса, двух крышек (передней и задней), двух шестерен. Вал ведущей шестерни уплотняется сальником из чашки и кольца. Внутри чашки заложена резиновая кольцевая прокладка, упирающаяся в пружину. Расходный бачок 9 крепится на кронштейне к стенке картера. Воздушная прослойка между стенками расходного бачка выполняет роль тепловой изоляции, уменьшающей нагрев смеси мороженого. Бачок снабжен поплавковым клапаном автоматического действия, через который поступает смесь и регулируется ее уровень. Внизу расположен кран для забора смеси. В бачке находится сетка для процеживания смеси.

Во внутренней полости станины расположены электродвигатель - привод мешалки и насосов фризера, системы передач и механизм вариатора.

Холодильная система фризера ОФИ - аммиачная, циркуляционная. Под цилиндром 7 расположен аммиачный аккумулятор 1. Он представляет собой сосуд, в котором всегда содержится запас жидкого аммиака. В днище аккумулятора расположен инжектор. Жидкий аммиак под давлением конденсации (0,8-1,0 МПа) проходит фильтр и, разветвляясь, поступает к инжектору и к аккумулятору. Жидкий аммиак, выйдя из узкого сопла инжектора в виде струи, попадает в аккумулятор, при этом давление его снижается до давления испарения, а скорость резко возрастает. Приобретая большую скорость, эта струя захватывает жидкость из аккумулятора и поднимает ее по подающей трубе вверх во внутреннюю полость рубашки цилиндра.

Омывая стенки цилиндра, жидкий аммиак кипит за счет тепла смеси и мороженого, находящихся в цилиндре. Пары аммиака направляются во всасывающую магистраль через регулятор давления испарения аммиака.

Пуск фризера производят в определенной последовательности. Открывают запорные вентили на всасывающей линии аммиака, затем на жидкостной. Открывают запорные жидкостные вентили перед фризером и заполняют аккумулятор аммиаком до половины. Заполняют смесью расходный бачок. Немного приоткрывают регулятор давления испарения, для чего отпускают пружины, вывернув нажимной винт за маховичок. Открывают доступ смеси к продуктовым насосам. Включают электродвигатель, при этом ручку вариатора поворачивают в положение наименьшей скорости. Как только из цилиндра фризера пойдет смесь, открывают подачу аммиака к инжектору, переключают в рабочее положение трехходовой аммиачный запорный кран (повертывают рукоятку так, чтобы риска на штоке крана расположилась вертикально). При этом начинается питание аммиаком рубашки цилиндра.

Затем производят необходимую регулировку фризера, и, как только будет выходить мороженое требуемого качества, трехходовой выпускной кран переключается на подачу мороженого в насадку для расфасовки.

Смесь для мороженого подается в расходный бачок фризера самотеком или насосом через поплавковый клапан. Из расходного бачка ее забирает насос первой ступени и подает к насосу второй ступени. Насос второй ступени имеет большую производительность, работает с недогрузкой, поэтому подсасывает воздух через специальный воздушный клапан. Насыщенная воздухом смесь непрерывно подается под давлением насоса второй ступени в рабочий цилиндр, и под действием этого давления выдается готовое мороженое.

Корпус мешалки цилиндра, внутренняя лопасть ее и ножи вращаются в одном направлении, а взбиватель неподвижен. При вращении мешалки лопасть отбрасывает продукт на стержни взбивателя, ножи прижимаются к стенкам цилиндра и непрерывно срезают с них тонкий слой намерзающего мороженого. При выходе мороженого из цилиндра давление падает, и воздушные пузырьки расширяются, увеличивая взбитость мороженого.

Мороженое из цилиндра вытесняется сплошной струей насосом второй ступени. Оно идет по выходному патрубку через открытый трехходовой продуктовый кран, преодолевая сопротивление пружины клапана противодействия.

Остановку и выключение фризера производят в следующем порядке. Прекращают подачу смеси в расходный бачок и переключают трехходовой запорный аммиачный кран в нерабочее положение. Затем закрывают запорные вентили на инжекторной линии перед поплавковым регулятором уровня.

Как только из фризера пойдет жидкая смесь, устанавливают вариатор в среднее положение и выключают электродвигатель. Закрывают главный жидкостный вентиль у фризера. После остановки фризера разбирают и моют.

Экструзионно-формовочный автомат легкий в обращении, возможна легкая переналадка с сорта на сорт. Имеет точное дозирование компонентов (машина имеет блок памяти до 100 рецептов, достаточно ввести лишь код изделия), точное соотношение начинки и оболочки, которое может меняться в зависимости от выбранной рецептуры. Возможен выпуск изделий, как с начинкой, так и без начинки, размер изделий легко регулируется в широком диапазоне. Машина работает без шума и моется обычной проточной водой. Возможно использование начинок разной консистенции и дисперсности.

В качестве начинки подходят следующие ингредиенты: повидло, варенье, фруктово-ягодная масса; ореховая масса с твердыми частицами; нуга; массы шоколадные, конфетные и маковые; вареное сгущенное молоко; рыбные, мясные, сырные, овощные и многое другое.

При базовой комплектации насадок автомат выпускает изделия: сферической и цилиндрической формы, а также непрерывную экструзию (форма рулет). Для расширения ассортимента можно использовать дополнительные опции.

Экструзионно-формовочный автомат выпускает продукцию в два ряда.

Ленточный скороморозильный аппарат предназначен для замораживания мелкоштучных продуктов питания, например ягод, фруктов,пельменей, блинчиков, мясных продуктов, мороженого и т.д. Продукт поступает в аппарат и перемещается в нем с помощью конвейерных лент. Скорость движения лент регулируется плавно и в широком диапазоне. Ленты выполнены из тканеполимерных или резинотканых материалов, допущенных для контакта с пищевыми продуктами. Замороженный продукт через приемный бункер выводится для подачи на расфасовку.

Продукт, находясь на ленточном конвейере, обдувается потоками холодного воздуха под высоким давлением, направленными на его верхнюю и нижнюю поверхности, благодаря чему происходит быстрое замораживание с минимальными повреждениями структуры продукта и минимальной усушкой в среднем 0,4%.

Транспортные системы могут иметь различное конструктивное исполнение: сетчатый (прямолинейный или спиральный) или ленточный конвейер из нержавеющей стали, люлечный или пространственный конвейер. Туннели удобны для встраивания в технологическую линию (подготовка, технологическая обработка, фасовка,

замораживание, упаковка) и характеризуются постоянной производительностью, измеряемой в килограммах замороженной продукции в час. Конструкция туннеля, как правило, оптимизирована под определенный вид (размер) продукта и переход на другой продукт приводит к потере производительности.

Агрегат глазирования предназначена для равномерного полного покрытия глазурью изделий в процессе их непрерывного транспортирования.

Корпус АГШ выполнен из окрашенного металла или нержавеющей стали (материал выбирает заказчик). В корпусе установлена temperирующая емкость с встроенным насосом для подачи шоколадной глазури. Над temperирующей емкостью установлен сетчатый транспортер, состоящий из двух частей: приемной - для приема продукции, и рабочей - для глазирования или декорирования продукции. Внутри транспортера установлен нижний разливочный блок, используемый для глазирования нижней части продукции. Над транспортером установлена термокамера, в которой находится рабочая зона. Внутри, над рабочим транспортером, расположен верхний разливочный блок, используемый для нанесения на изделие равномерного слоя шоколадной глазури по всей ширине транспортерной сетки. Также в рабочей зоне установлено сопло для сдува излишков глазури.

На панели управления, установленной в верхней части АГШ, расположен измеритель-регулятор, контролирующий температуру шоколадной глазури и воды.

Инверторы регулируют скорость движения транспортера, насоса подачи глазури и мощность воздушного потока для сдува излишков глазури.

Горизонтальная упаковочная машина предназначена для упаковки штучных изделий в трех шовные пакеты Flow-Pack. Упаковочная машина может использоваться для работы с молочными продуктами (брикеты творожной массы, предварительно упакованные в пергамент, творог, мороженое) в условиях повышенной влажности и входит в состав линии глазированных сырков.

Специально для работы в условиях повышенной влажности линия выполнена из нержавеющей стали. С целью автоматизации процесса производства линия укомплектована системой автоматической укладки продукции (шаговые транспортеры), которая обеспечивает непрерывную подачу продукта с производственной линии на упаковочный автомат. Возможно как правостороннее, так и левостороннее исполнение, а также двустороннее. Линия оснащена термопринтерным датером, узлом размотки пленки с двумя рулонодержателями и устройством центрирования рулонов пленки.

Используемый упаковочный материал: двуосноориентированный полипропилен с одним или двумя термосвариваемыми слоями, комбинированные материалы на основе полипропилена.

Стандартная комплектация упаковочной машины: подающий горизонтальный цепной транспортер; упаковочный модуль с универсальным формователем пакета; механизм работы по фотометке; механизм размотки и центрирования рулона; датер в поперечном шве (методом тиснения); отводящий ленточный транспортер; счетчик циклов; датчики безопасности; двухпозиционные сварочные губки; два рулонодержателя.

### **Методические указания:**

Технологический расчет оборудования для производства мороженого условно делят на две части.

В первой части подбирают оборудование для приготовления смеси (гомогенизаторы, охладители, пастеризационные установки, емкости). При этом для специализированных предприятий по производству мороженого рекомендуется подбирать комбинированные пастеризационно-охладительные установки, предназначенные для работы с высоковязкими жидкостями или специально разработанные для тепловой обработки смесей мороженого (А1-ОКЛ-2,5; А1-ОКВ-2,5 и т.д.).

Во второй части подбирают оборудование для частичного замораживания влаги в смеси (фризеры), закалочные камеры (морозильные аппараты), аппараты для выпечки вафельных стаканчиков, фасования и упаковывания мороженого и т.д.

Определение производительности фризера периодического действия, кг/ч,

$$\Phi_{\text{п}} = \frac{V_{\text{ц}} \times \rho_{\text{п}}}{Z_{\text{ф}}}, \quad (1.1)$$

где  $V_{\text{ц}}$  — вместимость цилиндра, м<sup>3</sup>;  $\rho_{\text{п}}$  — плотность обрабатываемого продукта, кг/м<sup>3</sup>;  $Z_{\text{ф}}$  — продолжительность работы фризера, включая продолжительность операций загрузки смеси мороженого, фризирования и разгрузки, ч.

Продолжительность работы фризера зависит от его конструктивных особенностей и для аппаратов небольшой производительности (10...20 кг/ч), вырабатывающих мягкое мороженое, составляет 0,8...1ч. Для фризеров большей производительности, устанавливаемых в технологических линиях производства мороженого,  $Z_{\text{ф}} = 0,1...0,2$  ч.

Производительность фризера непрерывного действия, кг/ч,

$$\Phi_{\text{н}} = \frac{3,6 \times m_{\text{н}} \times \delta \times n \times k_{\text{ф}}}{10^3} \times S_{\text{ц}} \times \frac{(\rho_{\text{см}} + \rho_{\text{м}})}{2}, \quad (1.2)$$

где  $m_{\text{н}}$  — число ножей;  $\delta$  — толщина срезаемого слоя, мкм (для фризеров небольшой производительности  $\delta = 10...12$  мкм, для остальных  $\delta = 20...25$  мкм);  $n$  — частота вращения ножей, с<sup>-1</sup> ( $n = 3...5$  с<sup>-1</sup>);

$k_{\text{ф}}$  — коэффициент, учитывающий неравномерность срезаания намороженного слоя ( $k_{\text{ф}} = 0,7...0,8$ );  $S_{\text{ц}}$  — площадь поверхности охлаждения цилиндра, м<sup>2</sup>;  $\rho_{\text{см}}$  и  $\rho_{\text{м}}$  — плотность соответственно смеси и мороженого, кг/м<sup>3</sup> ( $\rho_{\text{см}} = 1100$  кг/м<sup>3</sup>).

Плотность мороженого зависит от степени его взбитости. Ориентировочно

$$\rho_{\text{м}} = \frac{\rho_{\text{см}}}{1 + 0,01 \times a}, \quad (1.3)$$

где  $a$  — степень взбитости мороженого, % (для молочного и сливочного мороженого  $a = 70...90\%$ ).

Иногда в технической характеристике фризера указывают его производительность для конкретной степени взбитости мороженого. В этом случае производительность фризера не рассчитывают, а уточняют с учетом формулы (1.3) для заданной (или принятой) степени взбитости продукта.

Фризеры для производства мягкого мороженого небольшой производительности (10...30 кг/ч) оборудованы встроенным холодильным агрегатом.

Более производительные фризеры, применяемые в цехах по производству мороженого и на хладокомбинатах, обычно подключены к общецеховой

циркуляционной холодильной системе, преимущественно аммиачного типа, поэтому для работы этой системы необходимо знать расход холода каждым его потребителем. Расход холода для фризера, кДж/ч,

$$Q = \frac{\Phi [c_{см} (t_{см} - t_{кр}) + c_m (t_{кр} - t_m) + 3,36 \times G_v] + 3600 \times N \times \eta_m}{\eta_{пот}}, \quad (1.4)$$

где  $\Phi$  — производительность фризера, кг/ч;  $c_{см}$  и  $c_m$  — удельная теплоемкость смеси мороженого и готового мороженого, кДж/(кг·К) [для ориентировочных расчетов их можно принять соответственно равными 2,93 и 1,63 кДж/(кг·К)];  $t_{см}$  — температура поступающей во фризер смеси, °С ( $t_{см} = +6^\circ\text{C}$ );  $t_m$  — температура мороженого, °С

( $t_m = -5 \dots -6^\circ\text{C}$ );  $G_v$  — масса воды в 1 кг мороженого, кг;  $N$  — мощность, потребляемая фризером, кВт;  $\eta_m$  — механический КПД фризера ( $\eta_m = 0,7 \dots 0,8$ );  $\eta_{пот}$  — коэффициент, учитывающий потери холода ( $\eta_{пот} = 0,85 \dots 0,9$ ).

Для компенсации теплоты, выделяющейся при работе мешалки фризера (перемешивающего и срезающего устройств), в формулу вводят значение  $3600N\eta_m$ .

Следует отметить, что расход холода, полученный по формуле (1.4), обычно на 20...30% меньше реального расхода, значение которого приводится в паспорте аппарата. Аппараты для заправки мороженого конвейерного типа и эскимогенераторы подбирают в зависимости от их часовой производительности, морозильные аппараты камерного типа, исходя из массы загружаемого продукта и продолжительности его обработки.

#### **Задание №1 (1 вариант)**

(Расчетные технические величины брать по максимальному уровню)

1) Определить производительность фризера периодического действия, если известно:  $V_{ц} = 300 \text{ м}^3$ ;  $\rho_n = 1030 \text{ кг/м}^3$

2) Определить производительность фризера непрерывного действия, если известно:  $m_n = 4$ ;  $S_{ц} = 1,9 \text{ м}^2$

3) Рассчитать расход холода для фризера, если известно:  $\Phi = 1200 \text{ кг/ч}$ ;  $G_v = 0,7 \text{ кг}$ ;  $N = 5,9 \text{ кВт}$

#### **Сделать выводы**

#### **Задание №1 (2 вариант)**

(Расчетные технические величины брать по минимальному уровню)

1) Определить производительность фризера периодического действия, если известно:

$V_{ц} = 200 \text{ м}^3$

$\rho_n = 1030 \text{ кг/м}^3$

2) Определить производительность фризера непрерывного действия, если известно:  $m_n = 3$ ;  $S_{ц} = 1,5 \text{ м}^2$

3) Рассчитать расход холода для фризера, если известно:

$\Phi = 800 \text{ кг/ч}$ ;  $G_v = 0,7 \text{ кг}$ ;  $N = 5,3 \text{ кВт}$

#### **Сделать выводы**

#### **Список литературы**

1. Крусъ Г.Н., Храпцов А.Г., Волокитина З.В., Карпычев С.В. Технология молока и других молочных продуктов. Москва "Колос". 2004.

2. Кузнецов В.В., Шилер Г.Г. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности: Справочник, часть 1. - М.: ДеЛи принт, 2008.

3. Сурков Д.В. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности издание перераб. и допол. - М.: Агропромиздательство 2003.-318 с.



**Практическое занятие № 22**  
**ТЕМА: "ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ**  
**ПРОИЗВОДСТВА СГУЩЕННЫХ И СУХИХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ"**

**Цель работы:** провести технологический расчет оборудования для производства сухих молочных продуктов.

**Задачи:**

Произвести расчет сушилки для молока и жидких продуктов по количеству испаряемой из сырья влаги за один час работы оборудования.

По расчетной производительности провести подбор оптимальной сушилки.

**Обеспеченность занятия:** методические указания по выполнению практических и лабораторных работ.

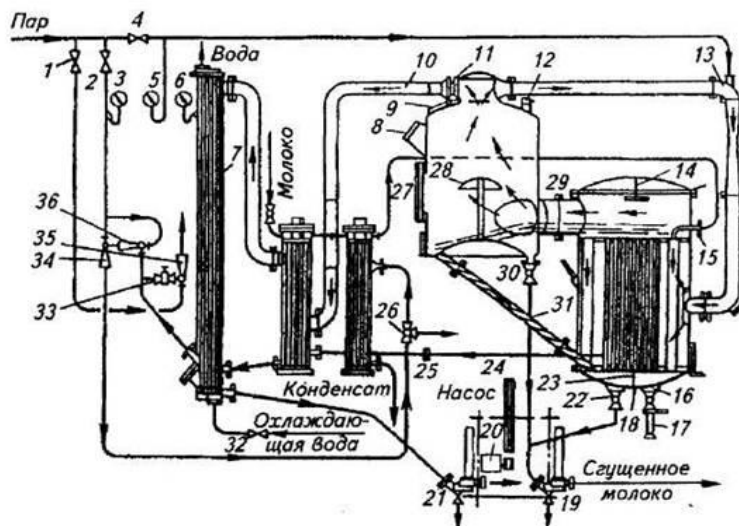
**Контрольные вопросы при допуске к работе:**

1. Почему выпаривать влагу из молока целесообразно при пониженном давлении?
2. Каким образом ограничивается утечка греющего пара из паровой рубашки калоризатора при удалении из нее конденсата?
3. Как однокорпусную вакуум-выпарную установку настраивают на непрерывное или периодическое сгущение?
4. Для чего служит и как работает пароотделитель в однокорпусной вакуум-выпарной установке?
5. В чем основное различие циркуляционных и пленочных вакуум-выпарных установок?
6. Какие технологические параметры оказывают наибольшее влияние на эффективность работы пленочных вакуум-выпарных установок?
7. При каком давлении пара работает трехкорпусная пленочная вакуум-выпарная установка?
8. С какой целью пары аммиака в установке с аммиачным циклом работы пропускаются через теплообменник?
9. В чем заключаются основные отличия кристаллизаторов-охладителей РЗ-ОКО и КМСР-72?
10. Чем отличаются контактные сушилки от конвективных?
11. Какие типы сушилок относят к аппаратам периодического действия?
12. В чем состоят основные достоинства и недостатки форсуночных и дисковых распылительных сушилок?
13. Какие способы очистки отработавшего воздуха от сухих частиц продукта вы знаете?
14. За счет чего обеспечивается отвод конденсата из вальцов сушильно-дробильного агрегата СДА-250?
15. Какой зазор должен быть между вальцами сушильно-дробильного агрегата СДА-250 в рабочем положении?
16. Что общего в технологическом процессе сушки молочных продуктов в вибрационных сушилках и аппаратах с «кипящим» (псевдооживленным) слоем?
17. Какую сушилку можно рекомендовать для применения на предприятиях малой мощности и почему?

**Время выполнения: 135 мин.**

### Теоретические сведения.

Циркуляционная однокорпусная вакуум-выпарная установка периодического действия с трубчатым калоризатором и конденсатором поверхностного типа является наиболее простой в конструктивном плане. Основными ее элементами являются калоризатор, пароотделитель, два подогревателя, конденсатор, эжекторы (рис. 1).



**Рис. 1** Однокорпусная вакуум-выпарная установка:

1, 2, 4 – вентили на паропроводах, 3, 5- манометры, 6- вакуумметр, 7 –поверхностный конденсатор, 8- смотровое окно, 9- осветитель, 10- трубопровод, 11- термометр, 12- воздушный кран, 13- термокомпрессор, 14- верхняя перегородка с окном, 15- патрубок подачи сырья, 16, 22, 30- краны, 17- пробоотборник, 18- сферическое днище калоризатора, 19- насос для откачивания сгущенного продукта, 20- приводной механизм насосов, 21- насос для откачивания конденсата, 23- нижняя перегородка, 24- трубопровод для конденсата, 25- подпорная шайба, 26- трехходовой вентиль, 27- люк, 28- зонт-отражатель, 29- соединительный трубопровод, 31- циркуляционная труба, 32- вентиль на водяной трубе, 33- вентиль, 34, 36- двухступенчатый эжектор, 35- пусковой эжектор.

Калоризатор представляет собой теплообменный аппарат цилиндрической формы с двумя трубными решетками, в которые ввальцованы кипяtilьные трубки и две циркуляционные трубы. Межтрубное пространство калоризатора служит паровой рубашкой, в которую через вентиль и термокомпрессор подается греющий пар. Получаемый в процессе работы калоризатора конденсат по трубопроводу непрерывно отводится в подогреватели, а затем в конденсатор. Подпорная шайба в трубопроводе ограничивает потери греющего пара при отводе конденсата.

Калоризатор имеет корпус, верхнюю и нижнюю крышки. Для обеспечения герметичности при сборке между крышками и корпусом укладывают резиновые прокладки. В верхней и нижней крышках калоризатора имеется две перегородки с окнами. Окно в нижней перегородке можно закрывать заслонкой. Перегородка в верхней крышке съемная. Эти перегородки служат для настройки установки на необходимый режим работы. Если поставлена верхняя перегородка, а заслонка нижней закрыта, то установка работает по принципу непрерывного сгущения. Для того чтобы установка работала по принципу периодического сгущения, необходимо удалить верхнюю перегородку, а заслонку нижней открыть.

В процессе работы калоризатора молоко перемещается в кипяtilьных трубках снизу вверх, а в циркуляционных трубах — сверху вниз. Объясняется это разностью между удельными массами сгущаемого продукта. В первом случае удельная масса продукта меньше, так как он насыщен пузырьками пара. В калоризаторе также

расположены патрубки подачи сырья на сгущение, краны для взятия пробы и выпуска сгущенного продукта.

Пароотделитель служит для отделения вторичного пара от частичек продукта. Он представляет собой цилиндр с установленным на стоке зонтом-отражателем. Трубопровод соединяет верхнюю часть калоризатора с пароотделителем, он расположен к пароотделителю под углом. Поступающие в него жидкий продукт и пар приобретают вращательное движение. Продукт под действием центробежной силы отбрасывается к стенке пароотделителя и стекает вниз в кольцевое пространство дна, откуда откачивается насосом через кран или по циркуляционной трубе вновь подается в калоризатор на сгущение.

В некоторых установках на соединительной трубе предусмотрен шибер для регулирования скорости движения вторичного пара, что позволяет улучшить качество разделения пара и продукта. В пароотделителе расположены люк, смотровое окно, осветитель; термометр и воздушный кран. Вверху пароотделителя имеется паросборник, от которого отходят два трубопровода: один — к термокомпрессору, другой — к подогревателю (либо прямо к конденсатору).

Подогреватели по конструкции аналогичны трубчатым пастеризаторам. Сгущаемый продукт движется по трубам, а в межтрубное пространство подаются вторичный пар или его смесь с острым паром. Если один подогреватель не обеспечивает нагрева продукта до необходимой температуры, то устанавливается несколько последовательно соединенных аппаратов.

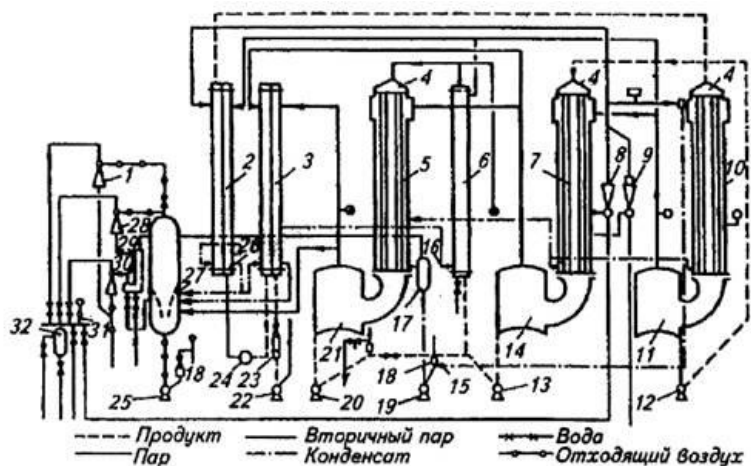
Конденсатор поверхностного типа выполнен в виде цилиндрического корпуса с верхней и нижней съемными крышками. В корпусе находятся трубки, концы которых развальцованы в верхней и нижней трубных решетках, а также патрубки для подачи вторичного пара из подогревателя или пароотделителя, отвода конденсата, подвода конденсата из калоризатора и нагревателей, отвода воздуха к вакуум-насосу, для подвода и отвода охлажденной воды. Для создания вакуума в системе из котельной через вентиль пусковой эжектор подается пар, который работает только вначале для ускорения создания вакуума. В дальнейшем при сгущении работают два других эжектора, установленные последовательно.

Вакуум-выпарная установка работает следующим образом. До начала сгущения сырья в установку засасывается вода. Циркулируя в системе, она ополаскивает установку и позволяет проверить ее герметичность. Подачей пара на эжекторы в системе создают вакуум. При разрежении около 80 кПа начинает засасываться сырье. На конденсатор подают холодную воду, и по мере заполнения трубок калоризатора на 2/3 их высоты в паровую рубашку подается пар. В установившемся режиме молоко последовательно поступает в первый и второй подогреватели. В первом продукт нагревается вторичным паром до 60...66°С, во втором — острым паром до 70...75°С. При такой температуре молоко подается в калоризатор, где подогревается до 80...85°С и испаряется. По мере образования конденсата его непрерывно откачивают насосом. Если установка работает по принципу непрерывного сгущения, то готовый продукт откачивается по мере достижения заданной концентрации.

Недостатком циркуляционных вакуум-выпарных установок является то, что они имеют большой рабочий объем продукта и характеризуются многократной циркуляцией последнего при выпаривании. Продолжительность пребывания сгущаемого продукта в этих установках довольно велика — до 30...40 мин, а в

отдельных случаях и больше. В аппаратах циркуляционного типа продолжительность теплового воздействия на продукт не регулируется.

Аппараты циркуляционного типа в настоящее время получили распространение лишь в комплектах оборудования для малых предприятий, например в установке для получения сгущенного молока ВВУ-150. Для создания вакуума в этой установке применен водокольцевой вакуум-насос. Длительность одного цикла выпаривания 3 ч при производительности установки по перерабатываемому молоку и сгущенному молоку с сахаром соответственно 160 и 50 кг/ч. Особенностью пленочных вакуум-выпарных установок является то, что технологический процесс выпаривания продукта происходит при его однократном прохождении через калоризатор. Достигается это тем, что калоризатор выполнен в виде длиннотрубного тонкослойного аппарата, а продукт поступает на сгущение с помощью форсунки или специальных перфорированных дисков. Сырье соприкасается с нагретой поверхностью калоризатора в течение 3...4 мин и движется по нему с большой скоростью. В конечном итоге это обеспечивает высокий коэффициент теплопередачи в установках пленочного типа и обеспечивает интенсивный процесс сгущения даже при незначительном перепаде между температурами кипения и греющего пара в смежных корпусах установки. В свою очередь, это позволяет применять в вакуум-выпарных установках несколько последовательно соединенных между собой калоризаторов. Трехкорпусная пленочная вакуум-выпарная установка непрерывного действия показана на рис.2



**Рис. 2 Пленочная трехкорпусная вакуум-выпарная установка непрерывного действия:**

- 1- пусковой эжектор, 2, 3- трубчатые подогреватели, 4- распределители сырья в трубки, 5, 7, 10- калоризаторы(сепараторы), 6- подогреватель, 8, 9- термокомпрессоры, 11, 14, 21- паропроделители(сепараторы), 12, 13, 20- продуктовые насосы, 15, 16, 26-подпорные шайбы, 17- воздухоотделитель, 18- обратный клапан, 19, 25- насосы, 22- насос, 23- счетчик, 24- сепаратор-очиститель, 27- конденсатор смешения, 28, 30- рабочие эжекторы, 29- промежуточный конденсатор, 31- парораспределитель, 32- водоотделитель

Сырье насосом через счетчик подается в двухсекционный подогреватель. В первой секции оно подогревается вторичным паром, поступающим из паропроделителя, а во второй — паром, поступающим из другого паропроделителя. Температура вторичного пара соответственно 45 и 62°С. Из подогревателя сырье температурой около 54°С проходит через сепаратор-очиститель и направляется в двухсекционный подогреватель. В первой секции продукт нагревается вторичным паром температурой 75°С, поступающим из паропроделителя, а во второй секции его окончательный нагрев

осуществляется до температуры 80°С с помощью смеси пара, поступающего из паровой рубашки калоризатора, и острого пара.

Сырье температурой 80°С поступает сверху через форсунку в калоризатор первого корпуса установки. Равномерно распределяясь по трубкам калоризатора и частично испаряясь при температуре 75°С, сырье стекает в пароотделитель. В паровую рубашку калоризатора первого корпуса термокомпрессорами подается греющий пар температурой 95°С. Из пароотделителя насосом сырье подается в калоризатор второго корпуса, где кипит при 62°С. В паровой рубашке этого калоризатора теплоносителем является вторичный пар температурой 75°С, поступающий из пароотделителя.

Часть вторичного пара из паровой рубашки калоризатора забирается термокомпрессорами и направляется в подогреватель. Насосом сырье откачивается из пароотделителя и направляется в подогреватель, где в качестве теплоносителя используется пар температурой 70...75°С, поступающий из пароотделителя. Из подогревателя продукт направляется в калоризатор третьего корпуса и распределяется по трубам так же, как и в других калоризаторах. В калоризаторе третьего корпуса сырье кипит при температуре 45°С. Сгущенный продукт стекает в пароотделитель, откуда непрерывно откачивается насосом. На нагнетательной стороне насоса установлены пробоотборник, обратный клапан и вентиль, позволяющий подать продукт в подогреватель и калоризатор на до-сгущение. Сгущенный продукт направляется на сушку или охлаждение. По мере образования конденсата в калоризаторах и подогревателях его отвод осуществляется через подпорные шайбы. Подпорная шайба представляет собой диск толщиной 5...6 мм, закрепленный между двумя фланцами болтами. В центре она имеет отверстие, через которое может пройти определенное количество конденсата. Часть вторичного пара из пароотделителя третьего корпуса поступает на конденсатор смешения цилиндрической формы с несколькими патрубками. Сверху в конденсатор подается вода, снизу — вторичный пар. Смесь воды и конденсата откачивается насосом. Первоначально вакуум в системе создается пусковым эжектором. Паровоздушная смесь из него выбрасывается в атмосферу. В установившемся режиме работы установки необходимое разрежение обеспечивается конденсатором, системой эжекторов, а также промежуточным конденсатором. Для нормальной работы установки на конденсатор необходимо подавать воду температурой не выше 25...28°С и поддерживать давление рабочего пара около 0,8 МПа.

Промышленность выпускает вакуум-выпарные установки А2-ОВВ-2 и А2-ОВВ-4 производительностью по испаренной влаге соответственно 2095 и 4025 кг/ч. Они предназначены для сгущения цельного и обезжиренного молока, а также молочной сыворотки. Производительность по исходному продукту первой установки для цельного молока, обезжиренного молока и молочной сыворотки соответственно 2650, 2480 и 2280 кг/ч. В отличие от первой установки, являющейся двухкорпусной с тремя подогревателями, установка А2-ОВВ-4 имеет три калоризатора и четыре подогревателя. Производительность ее по разным видам сырья соответственно 5300, 5150 и 4900 кг/ч. Удельный расход пара на 1 кг испаренной жидкости в этих установках 0,25...0,3 кг. Продолжительность непрерывной работы (между мойками) не менее 12 ч.

Следует отметить, что некоторые вакуум-выпарные установки дополнительно оснащаются пастеризатором, выдерживателем и вакуумным насосом.

Вакуум-выпарная установка с пластинчатым калоризатором имеет такой же принцип работы, как и однокорпусная циркуляционная вакуум-выпарная установка.

Основное отличие заключается в двухсекционном пластинчатом калоризаторе, барометрическом конденсаторе смешения и вакуум-насосе. Такие установки компактны, невысоки, неметаллоемки. Длительность работы их без мойки около 20 ч. Недостатком по сравнению с установками пленочного типа является довольно большой удельный расход пара (0,5 кг на 1 кг испаренной влаги). В вакуум-выпарных установках с аммиачным или фреоновым циклом молоко сгущается при большем разрежении и небольшой температуре (25...30°C), что позволяет получать продукт высокого качества. Они экономически эффективны, так как при работе не требуют водяного пара и холодной воды для конденсатора.

Сжатые в компрессоре пары аммиака при температуре 100...140°C, пройдя теплообменник, где они охлаждаются холодной водой до температуры 40...42°C, поступают в межтрубное пространство калоризатора первой ступени. Затем аммиак уже в жидком виде поступает в ресивер и далее в конденсатор. Вторичный пар, поступающий в поверхностный конденсатор, конденсируется на его трубках и отдает теплоту жидкому аммиаку, находящемуся в трубках. Аммиак в трубках закипает, и пары его откачиваются компрессором. Таким образом, в этих установках аммиак совершает круговой процесс. Для реализации его установка снабжена ресивером, воздухоотделителем, маслоотделителем, насосами и регулирующими вентилями.

Полученный вторичный пар из пароотделителя первой ступени используется как греющий в сдвоенном калоризаторе второй ступени. Вторичный пар из калоризатора второй ступени направляется в поверхностный конденсатор. Таким образом, устройство и принцип работы многих узлов установки с аммиачным циклом и пленочных установок имеют много общего.

### **Оборудование для приготовления сахарного сиропа**

При производстве сгущенного молока с сахаром для приготовления сиропа применяют варочные котлы, вакуум-выпарные установки и сироповарочные станции.

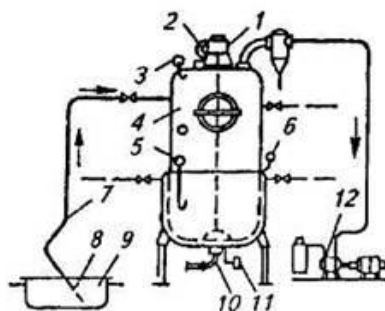
Варочный опрокидывающийся котел МЗ-2С-2446 имеет рабочую вместимость 150 л (геометрический объем 200 л), поверхность нагрева 1 м<sup>2</sup>. Его можно применять на пищевых предприятиях для приготовления сиропов, заливок, соусов и т. д. Котел состоит из рабочей емкости, двух стоек, двух полых цапф и паровой рубашки. Цапфы служат для крепления емкости к стойкам, а также подвода пара к паровой рубашке и отвода из нее конденсата. В нижней части паровой рубашки имеется кран для спуска воздуха и конденсата. На подводящей линии рубашки установлены манометр и предохранительный клапан. Механизм поворота котла включает в себя червячную передачу и маховичок. На крышке котла укреплен привод мешалки — электродвигатель и редуктор. Частота вращения мешалки лопастного типа 18,8 мин<sup>-1</sup>. После заполнения котла сахаром и водой в паровую рубашку подается пар и включается мешалка. Готовый сироп сливается через патрубок в нижней части котла или путем его поворота с помощью опрокидывающего механизма.

Более высокое качество сахарного сиропа можно получить в закрытых (вакуумных) аппаратах. Промышленность выпускает несколько типов вакуум-выпарных установок и аппаратов, имеющих практически одинаковое устройство и принцип работы.

Вакуум-аппарат МЗС-320(рис. 3) состоит из корпуса-мешалки с приводом, системы загрузки, ловушки и вакуум-насоса.

Корпус выполнен в виде емкости, в нижней половине которой имеется паровая рубашка. На сферической крышке смонтирован привод лопастной мешалки, который

включает в себя электродвигатель и редуктор. К крышке крепится ловушка для улавливания наиболее крупных частиц продукта, уносимых вторичным паром в вакуумную систему. Паровая рубашка имеет манометр и предохранительный клапан. В нижней части днища аппарата расположен патрубок для отвода конденсата.



**Рис. 3 Вакуум-аппарат МЗС-320:**

1- редуктор, 2- электродвигатель, 3- вакуумметр, 4- корпус аппарата, 5- манометр, 6- предохранительный клапан, 7- шланг, 8- наконечник, 9- ванна, 10- кран для спуска сиропа, 11- конденсатоотводчик, 12- вакуум-насос

Аппарат шлангом с наконечником под действием вакуума в емкости засасывает продукт, необходимый для переработки. Готовый продукт выгружается через спускной патрубок с пробковым краном. Для контроля за рабочим процессом и осмотра внутренней полости аппарата в корпусе имеются три окна и кран для взятия проб.

Сироповарочные станции предназначены для приготовления сахарного сиропа и различных заливок на предприятиях по переработке молока и в цехах по переработке плодоовощного сырья. На этих станциях большая часть погрузочно-разгрузочных операций механизирована, поэтому при небольших габаритах они имеют производительность 400 кг/ч и больше.

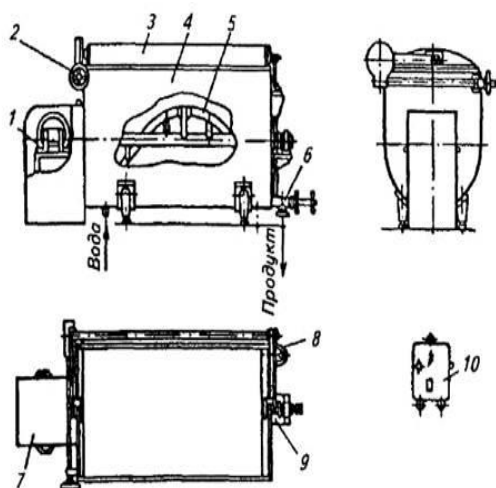
Станции работают следующим образом. Сахарный песок, засыпанный в бункер, шнековым транспортером подается на просеиватель. После очистки он взвешивается на автоматических весах и последовательно пропускается через несколько секций растворителя, в которых смешивается с водой, подогревается и интенсивно перемешивается. Готовый сироп сливается в бак-накопитель, из которого поступает на дальнейшую переработку.

#### **Оборудование для охлаждения сгущенного молока**

Для охлаждения сгущенного молока применяют то же оборудование, что и для охлаждения и кристаллизации молочного сахара — кристаллизаторы-охладители РЗ-ОКО и КМСР-72.

Открытый горизонтальный кристаллизатор-охладитель РЗ-ОКО (рис.4) представляет собой ванну полуцилиндрической формы с водяной рубашкой, в которую поступает охлаждающая жидкость. Ванна установлена на четырех винтовых ножках, позволяющих менять уклон в сторону выгрузки. С помощью механизма подъема крышка ванны может открываться и закрываться.

Ванна снабжена горизонтально-шнековой мешалкой, приводимой во вращение от электродвигателя через клиноременную передачу и червячный редуктор. В днище ванны размещен сливной патрубок с краном.



**Рис. 4 Кристаллизатор-охладитель РЗ-ОКО:**

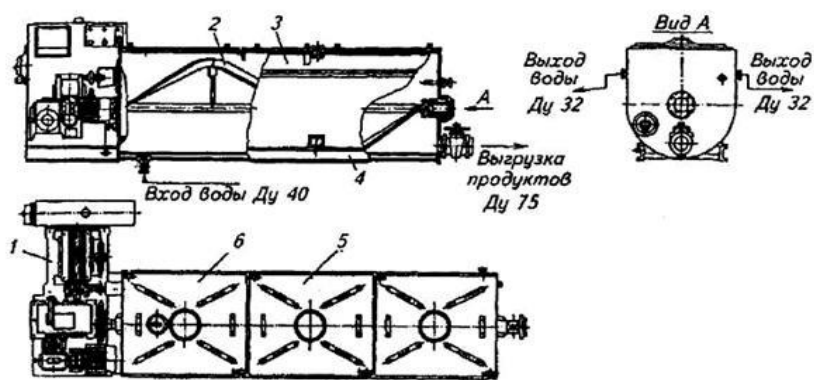
1- привод, 2- механизм подъема крышки, 3- крышка, 4- ванна, 5- шнек, 6- кран, 7- ограждение, 8- воронка, 9 кронштейн, 10- шкаф электроаппаратуры.

Вместимость ванны 2000 л. При вращении мешалки с частотой  $12 \text{ мин}^{-1}$  охлаждаемый продукт интенсивно перемешивается и снижает свою температуру на  $3...5^\circ\text{C}$  в час. Процесс охлаждения сгущенного молока или сахарного сиропа продолжается 10...20 ч.

Кристаллизатор-охладитель КМСР-72 (рис.5) выполнен в виде горизонтально расположенной ванны полуцилиндрической формы из нержавеющей листовой стали. Ванна установлена на раме и имеет двойные стенки, между которыми пропускается охлаждающая вода. Внутри ванны на подшипниках скольжения расположен вал с витком для перемешивания продукта. Вращение вала осуществляется от электродвигателя мощностью 1,1 кВт через два редуктора, коробку скоростей и цепную передачу. Вал мешалки может вращаться с частотой  $0,5$  и  $4,85 \text{ мин}^{-1}$ .

Ванна закрыта крышками с блокировочными устройствами, отключающими двигатель привода при открывании крышек во время перемешивания сырья. Верхний уровень продукта в ванне контролируют с помощью сигнализатора уровня. При срабатывании датчика включается звуковая и световая сигнализация. Температура продукта и охлаждающей воды на входе и выходе измеряется датчиками температуры. Управление работой мешалки осуществляется по программе с интервалом 10...40 мин.

Вместимость ванны охладителя-кристаллизатора КМСРл, и по основным технико-экономическим показателям (удельные металлоемкость и затраты электроэнергии) он уступает РЗ-ОКО.



**Рис. 5 Кристаллизатор-охладитель КМСР-72:**

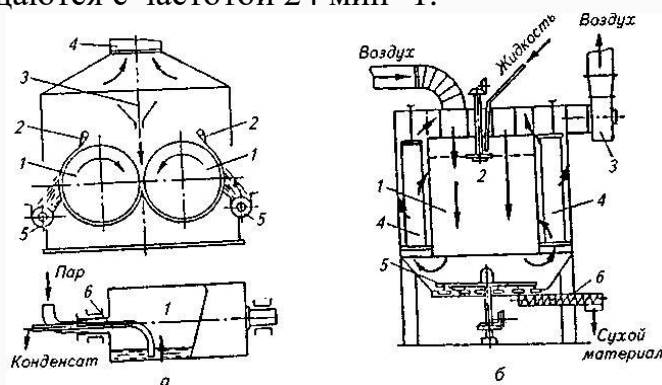


1- привод, 2- вал с витком, 3- ванна, 4- рама, 5, 6- крышки.

Для предприятий с большими объемами производства сгущенного молока или молочного сахара промышленность в небольшом количестве выпускает охладители-кристаллизаторы непрерывного действия. Производительность таких аппаратов на порядок выше открытых охладителей за счет интенсификации процесса охлаждения продукта, осуществляемого с помощью кипящего хладагента или рассола температурой  $-15...-25^{\circ}\text{C}$ .

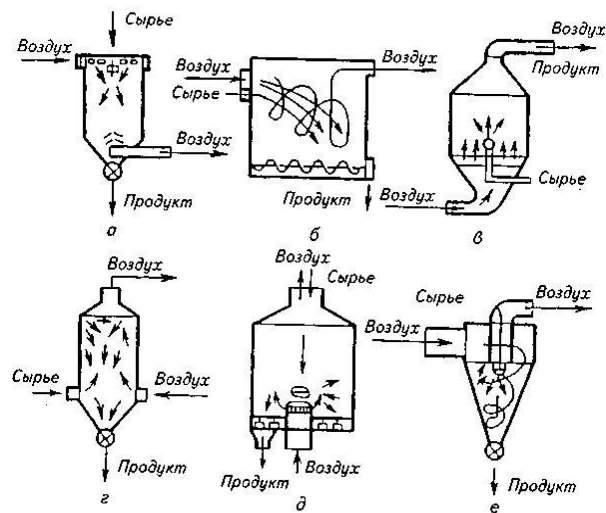
### Конструктивно-технологические схемы основных типов сушилок

В конструктивном плане контактные сушилки представлены вальцовыми, а конвективные — камерными, ленточными, распылительными, барабанными, а также сублимационными и сушилками с «кипящим» (псевдооживленным) слоем. Для сушки молока и жидких молочных продуктов наибольшее распространение получили вальцовые и распылительные сушилки. Для сушки твердых молочных продуктов чаще применяют камерные, ленточные и барабанные сушилки, реже — сублимационные и с «кипящим» (псевдооживленным) слоем. Вальцовые сушилки. В этих сушилках теплота передается от нагретой поверхности их исполнительного органа к высушиваемому материалу при непосредственном соприкосновении. Они имеют два вращающихся один навстречу другому полых барабана (рис.6) и поэтому называются двухвальцовыми. Один из барабанов находится в подвижных подшипниках, что позволяет регулировать зазор между барабанами, а следовательно, и толщину пленки высушиваемого материала. Продукт, подлежащий сушке, подается питателем на рабочую поверхность барабанов и образует на их поверхности тонкую пленку. По мере вращения барабана продукт высушивается, снимается ножом, а затем шнеком отводится за пределы устройства. Барабаны сушилки обогреваются паром, подаваемым в полый вал, через этот же вал отводится и конденсат пара. Воздух, уносящий испаренную влагу, уходит в вытяжной патрубок. Барабаны вращаются с частотой 24 мин<sup>-1</sup>.



**Рис.6 Сушилки для молока и молочных продуктов:**

а — вальцовая: 1 — барабаны; 2 — ножи; 3 — питатель; 4 — вытяжной патрубок; 5 — шнеки; 6 — полый вал;  
б — распылительная: 1 — сушильная камера; 2 — распылитель;  
3 — вентилятор; 4 — фильтры камеры; 5 — скребок; 6 — шнек

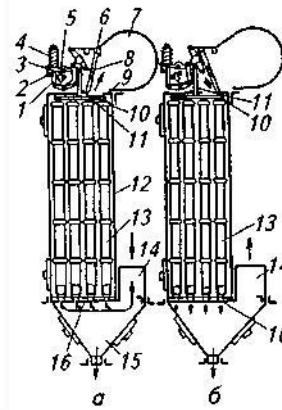


**Рис. 7. Движение сырья и воздуха в сушильных камерах:**  
а, б, в — параллельное; г—противоточное; д, е — смешанное

Распылительные сушилки. Состоят из сушильной камеры (рис. 7), выполненной в виде полой башни диаметром до 5 м и высотой до 8 м. Продукт, поступающий в сушилку, распыляется в верхней ее части мелкими каплями. Это достигается разбрызгиванием через форсунки под большим давлением, пневматическим распылением с помощью сжатого воздуха или центробежных распылителей. Благодаря высокой дисперсности продукта и большой поверхности контакта с сушильным агентом продолжительность сушки в таких аппаратах невелика. В качестве теплоносителя служит очищенный в фильтрах и нагретый до 135...140 °С в калориферах воздух. Направление его движения относительно распыляемого продукта может быть прямоточным, противоточным и перекрестным. Высушенный продукт в виде порошка падает на дно камеры и скребком подается к шнеку, который отводит его из сушилки. Для улавливания порошка высушенного продукта применяют рукавные фильтры и центробежные циклоны. Рукавные фильтры (рис.8) состоят из металлического кожуха, разделенного на нижнюю, среднюю и верхнюю части перегородками. Нижняя часть соединяется с воздухопроводом, отходящим от сушильной камеры. В средней части расположены специальные рукава.

Рукава прикреплены нижней частью к перегородке, а верхней — к дискам, подвешенным к раме. Она соединена тягой с рычагом, прижимаемым пружиной. Длина рукава 2000 мм, диаметр 190мм, фильтрующая поверхность каждого рукава 1,2м<sup>2</sup>, производительность по воздуху 86 м<sup>3</sup>/мин.

В перегородках, разделяющих кожух на части, имеется отверстие. Верхняя часть закрывается вращающимся клапаном. Эта часть соединена системой рычагов со стержнем, на который надета пружина. Воздух поступает в фильтр по воздухопроводу и, отсасываемый центробежным вентилятором, попадает в рукав через верхнюю часть кожуха. Порошок оседает на внутренней поверхности натянутых рукавов, в которых создается разрежение.



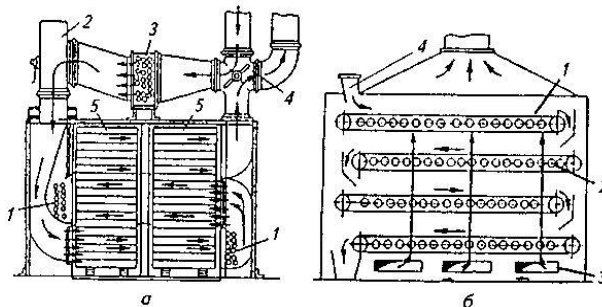
**Рис.8. Рукавный фильтр:**

а — в процессе фильтрования;  
 б — в процессе встряхивания; 1 — стержень; 2 — рычаг; 3 — двуплечий рычаг;  
 4 — пружина; 5 — кулачок; 6 — клапан; 7 — верхняя часть кожуха воздуховода;  
 8 — ось; 9 и 16 — перегородки; 10 — рама; 11 — тяга; 12 — средняя часть кожуха; 13 — рукав; 14 — воздуховод; 15 — нижняя часть кожуха

В верхней части фильтра расположен делающий один оборот в течение 2...3 мин вал с укрепленным на нем кулачком. Когда кулачок подходит к рычагу, он открывает клапан, и отсасывание воздуха из корпуса фильтра прекращается, а через открывшееся отверстие перегородки воздух поступает в среднюю часть фильтра. В это время рычаг прижимает двуплечий рычаг к эксцентриковому кулачку, в момент падения рычага с выступа кулачка происходит энергичное встряхивание рукавов. При этом частицы порошка стряхиваются с внутренней поверхности рукавов и падают в нижнюю коническую часть кожуха, откуда отводятся шнеком на выгрузку.

Камерные сушилки. Они обычно имеют вид шкафа (рис. 9, а), в котором на стеллажах или ситах высушивается материал. Сушилка имеет принудительную циркуляцию теплоносителя и может выполняться с одним или несколькими подогревателями воздуха.

В этих сушилках воздух с помощью вентилятора подается на основной подогреватель и в камеру сушилки, в которой на полках находится высушиваемый материал. Прodelывая зигзагообразный путь, воздух дополнительно подогревается в теплообменниках. Отработавший воздух выходит через трубу в верхней части сушилки. Часть этого воздуха может быть возвращена через регулирующий шибер. Ленточные сушилки. В пищевой промышленности применяют четырех- и пятирусные сушилки (рис.9, б). Сушилки работают при атмосферном давлении.

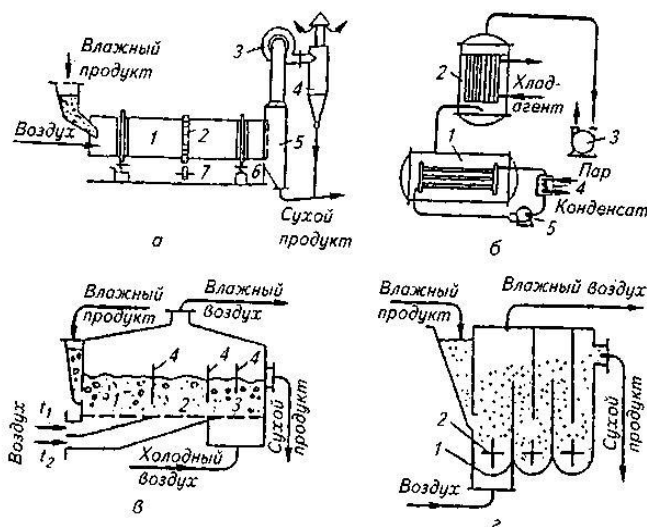


**Рис. 9. Сушилки для молока и молочных продуктов:**

а — камерная: 1 — теплообменники; 2 — вентилятор; 3 — подогреватель; 4 — шибер; 5 — полки; б — ленточная: 1 — конвейер; 2 — нагреватель; 3 — вентилятор; 4 — труба

Четырехъярусная сушилка состоит из четырех сетчатых конвейеров, каждый из которых имеет индивидуальный привод. Живое сечение сетчатой ленты конвейера около 50 %. Между ветвями конвейеров расположены трубчатые ребристые нагреватели, обогреваемые паром. Воздух поступает от вентиляторов и проходит перекрестным по отношению к материалу потоком через все ленты сушилки. Отработавший воздух удаляется с помощью зонта и трубы. Скорость движения ленты регулируется вариатором в пределах 0,1...0,7 м/мин.

Барабанные сушилки. Основной их частью является барабан (рис. 10, а), в внутренней стороне которого по всей длине наклонно приварены ребра. Барабан установлен на двух парах опорных роликов с небольшим (около 5°) уклоном в сторону движения высушиваемого материала. Он приводится во вращение с помощью зубчатого венца, надетого на барабан и находящегося в зацеплении с зубчатым колесом редуктора. Частота вращения барабана 1...8 мин<sup>-1</sup>. Диаметр его зависит от производительности сушилки и составляет 1200...2800 мм.



**Рис. 10 Сушилки для молока и молочных продуктов:**

- а — барабанная: 1 — барабан; 2 — зубчатый венец; 3 — вентилятор; 4 — циклон; 5 — устройство отвода готового продукта; б — сублимационная: 1 — сублиматор; 2 — десублиматор; 3 — вакуум-насос; 4 — бак; 5 — насос; в — многокамерная с псевдооживленным слоем: 1/, 2, 3 — камеры; 4 — перегородки; г — однокамерная с псевдооживленным слоем и перемешивающим устройством: 1 — решетка; 2 — перемешивающее устройство.

Барабанные сушилки используют при сушке таких сыпучих материалов, как молочный сахар и казеин. Влажный продукт загружается питателем и с помощью ребер перемещается вдоль барабана. Воздух, нагретый в паровом калорифере до 130... 140 °С, проходит через барабан, отдает теплоту продукту и отсасывается вентилятором через циклон в атмосферу. Выделенные в циклоне мелкие частицы сухого продукта подаются вместе с его основным потоком на выгрузку.

Сублимационные сушилки. Они работают при остаточном давлении 0,1...0,3 кПа. Процесс сушки осуществляется при отрицательных температурах, и вода в продукте находится в виде льда. При этом испарение влаги происходит без его плавления, т. е. сублимацией. Аппарат относится к сушилкам периодического действия, состоит из сублиматора (сушильной камеры), десублиматора (конденсатора-вымораживателя) и вакуум-насоса (рис. 10, б). Необходимой частью является холодильная установка для охлаждения конденсата (на схеме не показана). Внутри сублиматора размещены полки из полых плит, в которые насосом из бака в процессе сушки подается горячая вода. На

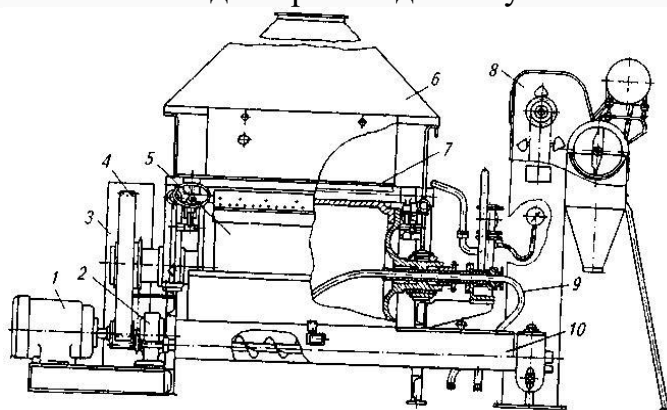
полках размещаются противни с высушиваемым продуктом. Сушилки с «кипящим» (псевдооживленным) слоем. Их можно применять для сушки казеина и других пищевых продуктов.

Процесс сушки в «кипящем» слое позволяет увеличить поверхность контакта высушиваемого материала с теплоносителем (обычно воздухом), а следовательно, уменьшить размеры сушилки. Это интенсифицирует удаление влаги из продукта и значительно сокращает продолжительность сушки.

Сушилки в вихревом псевдооживленном слое могут быть одно-и многокамерные. Некоторые сушилки комплектуют перемешивающими устройствами, которые препятствуют образованию комьев высушиваемого продукта. Однокамерная сушилка работает следующим образом. По воздуховодам воздух вентилятором подается в блок калориферов и нагревается до 110..130С, затем поступает в аппарат и приводите состояние «кипения» высушиваемый материал. Отработавший влажный воздух через фильтр-ловушку выбрасывается в атмосферу. В процессе сушки продукт непрерывно перемещается под действием воздуха к месту выгрузки.

В многокамерной сушилке (рис. 10, в) каждая камера имеет свои параметры теплоносителя. При этом между камерами имеются перегородки, которые препятствуют смешиванию разного по степени сухости продукта. На (рис. 5, г) представлена сушилка с перемешивающим устройством. Нагретый воздух подается под решетку в первую зону. Он обеспечивает создание «кипящего» слоя, перемещение его в последующие зоны и выгрузку из сушилки готового продукта. Высота псевдооживленного слоя для казеина 210...250 мм. Влажность продукта в процессе сушки снижается с 55...65 до 10...12%.

**Оборудование для сушки молока и жидких молочных продуктов**  
Двухвальцовая атмосферная сушилка входит в состав сушильно-дробильного агрегата СДА-250 (рис. 11), предназначенного для производства сухого обезжиренного молока.



**Рис. 11. Сушильно-дробильный агрегат СДА-250:**

1 — двигатель; 2—редуктор; 3 — ограждение; 4—открытая зубчатая передача; 5 —сушилка; 6—вытяжной зонт; 7—коллектор; 8—дробилка; 9—сальниковое устройство; 10— шнек

Основными частями сушилки являются два полых чугунных вальца диаметром 0,8 и длиной 1 м. С торцов вальцы имеют съемные днища. К одному из них прикреплен полая цапфа, через которую по паропроводу подводится пар для нагрева вальцов и по трубе отводится конденсат. Давление пара 350...500 кПа позволяет нагревать вальцы до 110...130°С. Оси одного из вальцов имеют подвижные подшипники, что дает возможность регулировать зазор между ними от 0 до 6 мм. В рабочем положении он составляет 0,6...1 мм. Вращение вальцов навстречу друг другу с частотой 24 мин<sup>-1</sup>

осуществляется от электродвигателя через редуктор и открытую зубчатую передачу. Вдоль каждого валка установлен коллектор, с помощью которого предварительно нагретое до 55...60 С молоко подается тонким слоем на рабочие органы. По всей длине валцов ниже коллектора размещен ножевой механизм, состоящий из ножа и прижимного устройства. Срезанная ножом тонкая пленка молока по наклонным щитам поступает в продольные шнеки, откуда поперечным шнеком транспортируется в нижнюю часть дробилки и ковшами цепного элеватора забрасывается для размола и просеивания.

Размалывающее устройство дробилки состоит из вращающегося била и просеивателя. Молотый продукт в виде порошка высыпается из бункера дробилки в бочки или мешки. Водяные пары, образующиеся при сушке продукта, отсасываются через систему вытяжки, состоящую из зонта, воздуховода и вентилятора. Производительность сушилки по испаренной влаге 230...250 кг/ч, средний расход пара на 1кг испаренной влаги 0,5 кг. Мощность привода сушилки, дробилки и вентилятора соответственно 7,5; 0,8 и 2,2 кВт.

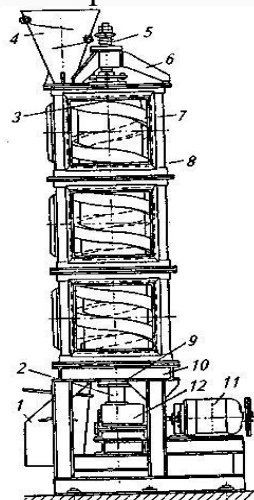
### **Оборудование для сушки твердых молочных продуктов**

Сушилки для твердых молочных продуктов бывают периодического и непрерывного действия.

Сушилки периодического действия — это камерные сублимационные сушилки. Сушилки непрерывного действия могут быть барабанные, ленточные, вибрационные и для сушки в псевдооживленном слое.

Более подробно рассмотрим две последние установки.

Вибрационная сушилка (рис. 12) для сушки молочного сахара состоит из основания, спирального желоба, станины, электродвигателя, эксцентрикового механизма, загрузочного бункера и сборника сухого продукта. В основании сушилки между опорами закреплена дюралюминиевая трубка с набитым на ней желобом, имеющим переменный шаг витков и ширину 100 или 200...250 мм. Он связан с пружинным амортизатором и в процессе работы под действием электродвигателя и эксцентрикового механизма совершает возвратно-поступательное движение.



**Рис.12 . Вибрационная сушилка:**

- 1 — сборник сухого продукта; 2 — нижняя цапфа; 3 — верхняя цапфа;  
4 — загрузочный бункер; 5 — пружинный амортизатор; 6 — верхняя опора; 7 — спиральный желоб; 8 — основание; 9 — нижняя опора; 10 — станина; 11 — электродвигатель; 12 — эксцентриковый механизм

Влажный молочный сахар из центрифуги поступает в загрузочный бункер сушилки, из него — в вибрирующий желоб. В результате вибрации желоба сахар

находится во взвешенном состоянии. Навстречу движущемуся по спирали продукту снизу вверх перемещается горячий воздух. При контакте сырья и воздуха осуществляется процесс сушки.

Положительный эффект сушки продукта во взвешенном состоянии в аппаратах с вибрирующим рабочим органом реализован также в вибрационной конвективной сушилке СВК-1,0/4,0. Она предназначена для досушки и охлаждения сыпучих, зернистых и порошкообразных материалов, не склонных к налипанию и имеющих частицы размерами от 0,05 до 5 мм. Сушилка входит в состав установки ОСВ-1, ее можно использовать как отдельное оборудование. Рабочий орган сушилки совершает колебательные движения амплитудой 1 ...4 мм и частотой 12,5 Гц. Температура подаваемого на сушку воздуха 160...180 С. Производительность по испаренной влаге около 150 кг/ч.

### **Методические указания:**

Сушилки для молока и жидких продуктов подбирают по количеству испаряемой из сырья влаги за один час работы оборудования, кг/ч:

$$W_{\text{в}} = G_{\text{с}} \left( 1 - \frac{100 - \omega_1}{100 - \omega_2} \right), \quad (1)$$

где  $G_{\text{с}}$  — масса продукта, поступающего на сушку, кг/ч;  $\omega_1$ , и  $\omega_2$  — массовая доля влаги в продукте до и после сушки, %. Как правило, жидкие молочные продукты, подлежащие сушке, предварительно сгущают в вакуум-выпарных установках, поэтому содержание влаги в цельном молоке, поступающем на сушку, обычно составляет 50...52%, а в обезжиренном — 54...56%. Содержание влаги в сухом продукте зависит от конструктивных особенностей сушильных установок и составляет 4.12%. Оборудование для сушки твердых молочных продуктов рассчитывают исходя из вместимости сушилки и продолжительности технологического процесса (загрузки, сушки и выгрузки). Сушилку с непрерывным циклом работы подбирают по часовой производительности.

### **Задание №1**

Произвести расчет сушилки для молока и жидких продуктов по количеству испаряемой из сырья влаги за один час работы оборудования, если известно, что масса продукта поступающего в сушку 300 и 500 кг.

По расчетной производительности провести подбор оптимальной сушилки.

**Сделать выводы.**

### **Список литературы**

1. Крусъ Г.Н., Храмцов А.Г., Волокитина З.В., Карпычев С.В. Технология молока и других молочных продуктов. Москва "Колос". 2004.
2. Кузнецов В.В., Шилер Г.Г. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности: Справочник, часть 1. - М.: ДеЛи принт, 2008.
3. Стабников В.Н., Лысянский В.М., Попов В.Д. Процессы и аппараты пищевых производств. - М.: Агропромиздат, 1985.
4. Сурков Д.В. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности издание перераб. и допол. - М.: Агропромиздательство 2003.-318 с.

## Практическое занятие № 23

### ТЕМА: " ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МЯСА И ШПИКА И ПЕРЕМЕШИВАНИЯ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ"

**Цель работы:** провести технологический расчет оборудования для измельчения мяса и шпика и перемешивания мясных продуктов.

#### **Задачи:**

Провести технологические расчеты числа измельчителей в оборудовании непрерывного и периодического действия, пропускную способность измельчителя периодического действия, производительность измельчителей в смену.

**Обеспеченность занятия:** методические указания по выполнению практических и лабораторных работ.

#### **Контрольные вопросы при допуске к работе:**

1. Как классифицируют машины для измельчения мяса?
2. Чем различаются принципы работы двухкаскадной мясорезательной машины и мясорезательной машины М6-ФРД?
3. Каким образом регулируют степень измельчения мяса и шпика в шпигорезках?
4. Зачем витки шнека волчка выполнены с переменным шагом?
5. Каковы основные регулировки волчков?
6. В чем заключаются особенности высокопроизводительных волчков?
7. Куттеры какого типа можно использовать в качестве мешалки?
8. Сколько ножей может иметь куттер?
9. Каковы преимущества вакуумных куттеров перед обычными?
10. На каких машинах можно достичь сверхтонкого измельчения мяса?
11. Чем отличаются рабочие органы фаршемешалок с одним валом от рабочих органов двухвальных фаршемешалок?
12. Как осуществляется выгрузка готового продукта в фаршемешалках различного типа?
13. Какие конструктивные особенности работы шнеков в фаршемешалке Л5-ФМ2-У-335 позволяют ускорить процесс перемешивания?
14. С какой частотой вращаются рабочие органы фаршемешалок?

**Время выполнения: 135 мин.**

#### **Теоретические сведения.**

#### **Оборудование для измельчения мяса и шпика**

Измельчение — технологическая операция, которой подвергают почти все виды мясного сырья, используемого в колбасном и мясоконсервном производствах.

В зависимости от величины получаемых частиц измельчение условно можно разделить на крупное, среднее и тонкое.

Предварительно крупно измельчают блоки замороженного мяса, а также мясное сырье при производстве натуральных консервов и сырокопченых колбас.

Среднее измельчение мясного сырья необходимо при выработке копченых и сыровяленых колбас, а также некоторых видов консервов.

Наиболее тщательно мясо и шпик измельчают при производстве сосисок, сарделек, вареных и ливерных колбас. Тонкое измельчение предусматривается также при производстве консервов для детского и диетического питания.



Для крупного измельчения промышленность выпускает измельчители мясных блоков, мясорезательные машины и специально настроенные на выполнение данной операции шпигорезки.

Среднее измельчение осуществляют при помощи волчков и шпигорезок с соответствующей настройкой рабочих органов.

Куттеры, коллоидные мельницы, эмульсаторы, дезинтеграторы и гомогенизаторы предназначены для получения фарша с частицами, размер которых соответствует требованиям тонкого измельчения.

### **Мясорезательные машины и шпигорезки**

В колбасном производстве широко используют замороженное в виде блоков сырье: жилованную говядину и свинину, мясо птицы, субпродукты.

Предварительно такое сырье измельчают специальными машинами, называемыми измельчителями мясных блоков или блокорезками. Наиболее широкое применение нашли блокорезки с рабочими органами барабанного типа, реже — с рабочими органами, выполненными в виде фрезы или гильотины.

К блокорезкам барабанного типа относятся машины Я2-ФИБ и Б9-ФДМ-01, рабочим органом которых служит наклонно установленный барабан с зубьями, размещенными по спирали.

В некоторых конструкциях блокорезок барабанного типа на рабочем органе вместо зубьев установлены плоские ножи. Такие машины работают по принципу снятия стружки, толщина которой регулируется при помощи специальной плиты.

Принципиально все мясорезательные машины схожи в одном — резание мяса осуществляется в двух плоскостях относительно его движения: в продольной и в поперечной. Однако реализуется этот принцип в разных машинах по-разному.

В двухкаскадных мясорезательных машинах необходимая степень измельчения мяса зависит от расстояния между дисковыми ножами первого и второго каскадов. Другая группа мясорезательных машин работает по принципу шпигорезок: два размера получаемых кусочков мяса регулируются плоскими ножами, расположенными в двух рамках, а третий (длина) зависит от скорости подачи измельчаемого мяса или частоты вращения вала с серповидным дисковым ножом.

В двухкаскадной мясорезательной машине (рис. 1) мясо измельчается вращающимися дисковыми ножами первого каскада и подается на поворотный барабан, после чего попадает на дисковые ножи второго каскада, расположенные перпендикулярно первому. В результате прохождения ножей первого каскада мясо нарезается на полоски, после второго оно представляет собой отдельные кусочки, размеры которых регулируются расстоянием между дисковыми ножами. Производительность этой машины около 3 т/ч, мощность привода 3,6 кВт.

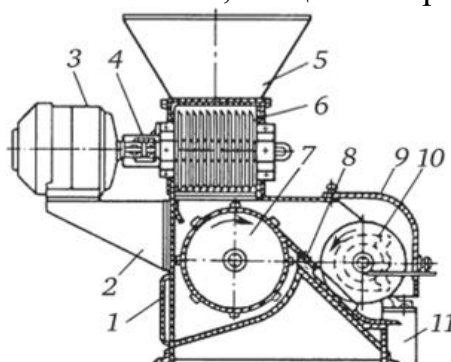
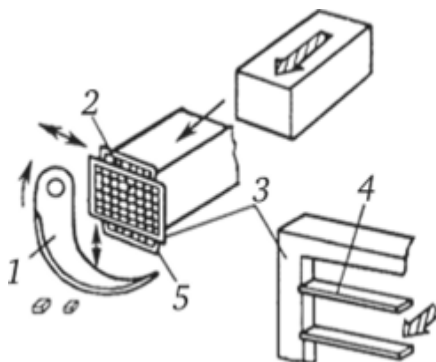


Рис. 1 Двухкаскадная мясорезательная машина:

1 — станина; 2 — укосина; 3 — электродвигатель; 4 — муфта; 5 — приемный бункер; 6 — ножи первого каскада; 7 — поворотный барабан; 8 — съемный нож; 9 — кожух; 10 — ножи второго каскада; 11 — бункер измельченного продукта

Устройство и принцип работы машины Я2-ФИА существенно отличаются от описанного выше.

Машина Я2-ФИА предназначена для измельчения мяса на куски и охлажденного шпика на кусочки при производстве ветчины в оболочке или некоторых сортов сырокопченых колбас. Она состоит (рис. 2) из сварной станины с закрепленными на ней сборочными единицами и деталями: планетарным ножом, блоком плоских ножей, бункером, валами (главный, правый и левый эксцентриковые), механической блокировкой, горловиной и электрооборудованием.



**Рис. 2. Режущий механизм машины Я2-ФИА:**

1 — планетарный нож; 2 — ножевая рама; 3 — горизонтальный режущий механизм; 4 — плоский нож; 5 — вертикальный режущий механизм

Планетарный нож укреплен при помощи шлицевого соединения на главном валу и служит для поперечной резки сырья, предварительно разрезанного в продольном направлении плоскими ножами.

Блок плоских ножей выполнен в виде корпуса и двух перпендикулярно расположенных рамок с набором ножей, которые, совершая колебательные движения, разрезают мясо или шпик в направлении его подачи.

Бункер служит для приема загружаемого сырья, главный вал — для синхронной работы дискового планетарного ножа и подающего шнека, правый и левый эксцентриковые валы — для приведения в колебательное движение рамок с наборами плоских ножей, блокировка — для предохранения рабочих узлов машины от возможных перегрузок. В качестве привода используется электродвигатель мощностью 10 кВт. Производительность машины зависит от количества измельчаемого сырья и колеблется по мясу от 3,4 до 2,1 т/ч, по шпику — от 0,8 до 1,2 т/ч.

Машина поставляется заказчику в разобранном виде и по дополнительному заказу может поставляться в комплекте с подъемником Я2-ОГБ-1.

Аналогичный принцип работы у мясорезательной машины М6-ФРД, предназначенной для нарезания мясных полуфабрикатов типа азу, гуляш, шашлык, а также шпика при производстве колбас.

Основное отличие ее от Я2-ФИА заключается в комбинированном (электромеханический и гидравлический) приводе, а также в том, что мясо в зону резания подается и подпрессовывается гидроцилиндром, работа которого синхронизирована с работой серповидного дискового ножа. Длина нарезаемых кусочков регулируется от 0 до 40 мм специальным устройством, а величина кусочков связана с размерами ножевых рамок. В комплекте машины имеются такие рамки пяти

типоразмеров (6 x 6, 8 x 8, 12 x 12, 16 x 16 и 24 x 24 мм). Производительность машины несущественно зависит от размеров ножевых рамок и в среднем составляет 2 т/ч; мощность электродвигателя привода 10,6 кВт.

Мясорезательные машины могут измельчать охлажденный шпик или незамороженное мясо.

Для измельчения замороженного в блоках мяса можно использовать машину ФИА-2,5 или специальные дробилки. В качестве рабочих органов в них применяются дисковые подвижные и неподвижные или барабанные ножи.

Шпигорезки предназначены для измельчения охлажденного шпика на куски размерами 4... 12 мм и в зависимости от расположения питателя и измельчающего механизма подразделяются на вертикальные и горизонтальные.

Вертикальная гидравлическая шпигорезная машина ФШГ состоит из станины, горизонтального и вертикального валов, шестеренного насоса, маслопроводов, золотниковой коробки, цилиндра с траверсой, предохранительного клапана, ножевых рамок, стола с приемником, стопорного устройства и переключателя.

Куски шпика загружают в приемную камеру, состоящую из двух секций. После загрузки одной из секций шпиком она поворачивается и устанавливается под шток толкателя и при его перемещении вниз шпик подается к механизму резания.

Механизм резания состоит из пластинчатых ножей, закрепленных в ножевых рамках, и серповидного. Ножевые рамки осуществляют возвратно-поступательное движение в двух взаимно перпендикулярных направлениях горизонтальной плоскости. Серповидный нож расположен под ножевыми рамками и совершает непрерывное круговое движение по часовой стрелке. Таким образом, по принципу работы механизма резания шпигорезка практически не отличается от измельчающего аппарата мясорезательной машины Я2-ФИА (см. рис. 17.2).

После проталкивания шпика через механизм резания в первой секции толкатель поднимается и процесс повторяется во второй секции. Полученные кубики шпика через наклонный патрубок поступают в приемную емкость. Скорость подачи шпика в механизм резания регулируется количеством масла, нагнетаемого в цилиндр толкателя.

В зависимости от требуемых размеров кубиков производительность шпигорезки составляет от 250 до 1000 кг/ч; мощность двигателя ФШГ 4 кВт.

Горизонтальная гидравлическая шпигорезка ГГШМ по принципу действия практически не отличается от шпигорезки ФШГ и имеет горизонтально скомпонованные подающий и измельчающий механизмы.

### **Волчки**

Наиболее обширную группу машин для среднего измельчения мясного сырья составляют волчки. При помощи этих машин обычно осуществляют первичное измельчение продукта перед его посолом и тонким измельчением.

Используемые в мясоперерабатывающей промышленности волчки подразделяют:

- по назначению — для измельчения жиросодержащего, охлажденного и (или) замороженного сырья, волчки-жиловщики, волчки-блан-широватели, волчки-мешалки;
- расположению рабочего цилиндра — с горизонтальным и наклонным;
- форме рабочего шнека — цилиндрической, конической, ступенчатой или комбинированной;
- способу подачи сырья к рабочему шнеку — под действием массы сырья или при помощи питающего механизма;
- конструкции питающего механизма — одно- и двухшнековые;

- расположению питающего механизма относительно рабочего шнека — горизонтально, вертикально, наклонно, соосно, параллельно, перпендикулярно;
- характеристике привода — с общим или индивидуальными приводами измельчающего аппарата, рабочего шнека и питающего механизма;
- частоте вращения рабочих органов — односкоростные нерегулируемые, многоскоростные и с плавно регулируемой частотой;
- способу управления — с ручным, полуавтоматические, автоматические.

По устройству исполнительного механизма все волчки принципиально одинаковы. В корпусе расположена рабочая камера для обработки продукта, представляющая собой цилиндр, внутри которого расположены ребра, препятствующие проворачиванию продукта относительно шнека. Расположение ребер может быть винтовым (спиралеобразным) или продольным (параллельно оси цилиндра). Направление ребер, если они выполнены спиралеобразно, должно быть противоположно направлению витков шнека.

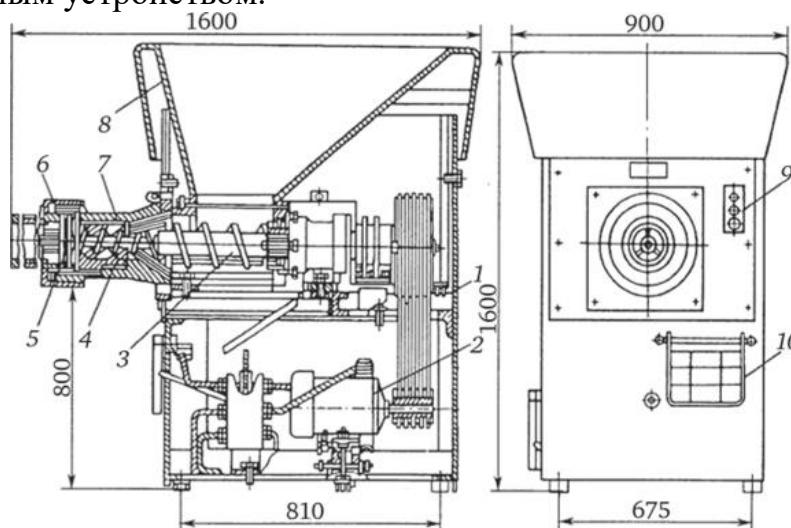
Для перемещения мяса в рабочей камере, подачи его к ножам и проталкивания через ножевые решетки служит вращающийся шнек с шагом витков, уменьшающимся в сторону выгрузки продукта. Создаваемое шнеком давление должно быть достаточным для продавливания мяса через режущий механизм без выделения из него жидкой фазы.

Режущий механизм волчка состоит из неподвижной подрезной решетки, вращающихся крестообразных ножей, неподвижных ножевых решеток с отверстиями разных диаметров и зажимной гайки. Основным технологическим параметром волчка — размер (диаметр) его решетки. В различных марках волчков он составляет 82...200 мм.

Степень измельчения мяса на волчке и его производительность зависят от величины отверстий выходной решетки и числа режущих пар (решетка — нож).

Общее устройство и принцип работы этой группы измельчителей рассмотрим на примере волчка К6-ФВП-120.

Волчок К6-ФВП-120 (рис. 3) состоит из станины сварной конструкции, на которой размещены все механизмы и привод. В верхней части машины имеется загрузочный бункер сварной конструкции для приема измельчаемого сырья. Механизм подачи сырья к режущему аппарату включает рабочий и вспомогательный шнеки, а также рабочий цилиндр с внутренними ребрами. Режущий аппарат выполнен в виде ножей и решеток, установленных на хвостовике рабочего шнека и удерживаемых в рабочем положении прижимным устройством.



**Рис. 3 Волчок К6-ФВП-120:**

- 1 — станина; 2 — привод; 3 — подающий шнек; 4 — рабочий шнек;  
5 — режущий механизм; 6 — прижимное устройство; 7 — цилиндр; 8 — бункер;  
9 — кнопки управления; 10 — откидная площадка

Для удобства обслуживания режущего аппарата и волчка предусмотрены откидывающиеся стол и площадка.

Привод волчка выполнен в виде электродвигателя с клиноременной передачей. Защитно-пусковая аппаратура расположена в электрошкафу.

Выпускают волчок в двух исполнениях: К6-ФВП-1 — без загрузочного устройства, К6-ФВП-2 — с загрузочным устройством.

В определенной степени конструктивное исполнение волчков зависит от их производительности. При большой производительности отечественные волчки имеют, как правило, два шнека: рабочий и приемный. Приемный находится в загрузочной камере и обеспечивает надежную подачу сырья к рабочему.

Большинство волчков, выпускаемых зарубежными фирмами, принципиально не отличаются от отечественных, однако некоторые из них имеют оригинальное техническое решение. Так, волчки небольшой производительности с решеткой диаметром 70...90 мм обычно выпускают в настольном исполнении, более мощные — в напольном. В последних часто предусмотрен двухскоростной режим работы измельчающего аппарата. Некоторые волчки имеют реверс привода шнека.

В отдельных конструкциях волчков шнек расположен под углом  $90^\circ$  к оси измельчающего аппарата и имеет разную (обычно меньшую) с ним скорость, что обеспечивает более высокое качество измельчения мяса. Такие волчки по классификации относят к угловым. Угловые волчки, как и двухскоростные, выпускают с решеткой диаметром 114 мм и более.

### **Оборудование для тонкого измельчения мясного сырья**

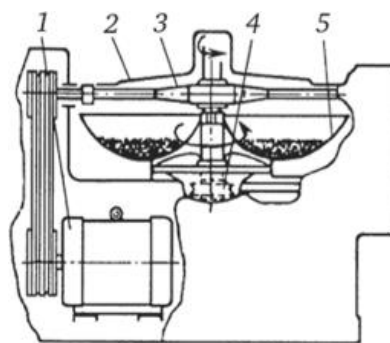
Для тонкого измельчения мяса и приготовления фарша, бесструктурных колбас, сосисок и сарделек применяют куттеры, которые подразделяют на настольные (с чашей вместимостью до 30 л) и напольные, открытые и герметичные, с одним общим электродвигателем или с отдельным приводом ножевого вала и чаши, реверсивные и с вращением ножевого вала только в одну сторону, с одной, двумя, тремя скоростями ножевого вала либо с бесступенчатым регулированием скорости, с горизонтальным и вертикальным расположением ножевого вала, с ручной или механической выгрузкой готового продукта, с ручным или программным управлением.

Такое многообразие куттеров позволяет не только расширить их функциональные возможности, но и значительно улучшить качество получаемого с их помощью сырья. Например, куттеры с реверсом и изменением скорости вращения ножевого вала можно использовать для перемешивания фарша. В этом случае скорость ножей должна быть минимальной, а перемешивание происходит их тыльной незаточенной стороной. Качество фарша существенно зависит от скорости вращения ножевого вала: чем она больше, тем шире область применения куттеров, что особенно важно для предприятий и цехов малой и средней мощности. Применение вакуума в герметичных куттерах позволяет сохранить цвет сырья, улучшить связывание протеина и влаги и в конечном счете увеличить выход и качество продукции. Снижение содержания кислорода в сырье увеличивает срок его хранения при переработке.

Принцип работы куттера целесообразно рассмотреть на примере его упрощенной схемы (рис. 4). Куттер открытого типа состоит из чаши с крышкой, ножевого вала с серповидными ножами и привода. При помощи клиноременной передачи ножевой вал

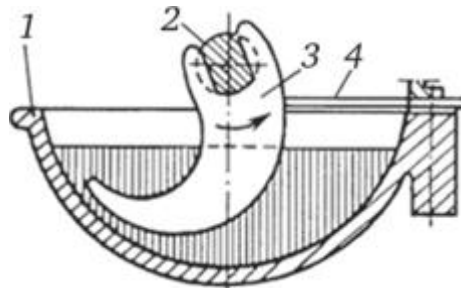
вращается с частотой 1500...5000 мин<sup>-1</sup>, а червячная передача обеспечивает вращение самой чаши с частотой 6...40 мин<sup>-1</sup>.

Режущий механизм (рис. 5) состоит из серповидных ножей, заточенных с одной стороны, и стальной гребенки, которая очищает лезвия ножей от мяса. В зависимости от марки куттера и требований, предъявляемых к обрабатываемому сырью, на ножевой головке закрепляются 2, 3, 4, 6 или 9 ножей. Большое значение для качества фарша и его нагрева в процессе куттерования имеет зазор между ножами и чашей: он должен быть минимальным.



**Рис. 4** Схема куттера:

1 — электродвигатель; 2 — крышка; 3 — ножевой вал; 4 — червячная передача; 5 — чаша



**Рис. 5** Режущий механизм куттера:

1 — чаша; 2 — вал; 3 — нож; 4 — гребенка

Загруженное в куттер сырье быстро измельчается ножевой головкой при постоянной подаче его в зону резания за счет вращающейся чаши.

Степень измельчения сырья зависит от длительности куттерования, скорости резания, числа ножей и их заточки.

В процессе измельчения в куттер добавляется вода или специальный чешуйчатый лед. Этим достигается соблюдение рецептуры фарша, а также снижение его температуры, так как при куттеровании температура повышается на 1...4°С.

По окончании куттерования фарш выгружается из чаши специальным механизмом. Простейший механизм представляет собой плоскую перемиычку, опускаемую в чашу. При вращении чаши фарш, упираясь в перемиычку, перетекает через край чаши и по лотку попадает в подставленную емкость. Такой механизм выгрузки применяют в куттерах с небольшой вместимостью чаши. В куттерах с вместимостью чаши более 100 л рабочим органом выгрузного устройства служит тарелка, приводимая во вращение от электродвигателя посредством зубчатой передачи. При вращении она выбрасывает фарш из чаши в желоб.

К конструктивным особенностям вакуумных куттеров относится наличие герметичной чаши и вакуумного насоса. Количество обрабатываемого на них сырья

значительно выше, чем на обычных, так как герметически закрывающаяся крышка позволяет полнее их загружать.

С технологической точки зрения наибольший интерес из приведенного оборудования представляет вакуумный куттер ВК-125, предназначенный для приготовления высококачественного фарша из предварительно измельченного или кускового парного, охлажденного или замороженного мяса и жира при производстве колбас всех видов, сосисок и сарделек.

Куттер состоит из станины с электродвигателями приводов ножевого вала и чаши, ножевого вала, крышки, механизма выгрузки, дозатора воды, вакуумной системы и системы управления. Чаша получает вращение от электропривода переменного тока с двумя фиксированными скоростями. Для ножевого вала используется электропривод постоянного тока с реверсом и возможностью бесступенчато регулировать скорость вращения ножей в широком диапазоне. Это, в свою очередь, позволяет выбирать требуемый режим измельчения, а также смешивать различные компоненты без изменения их структуры. Ножи выполнены по оригинальной технологии с возможностью их быстрой замены при техническом обслуживании. В куттере предусмотрена регулировка зазора между ножами и чашей. На станине смонтирован механизм загрузки, выполненный в виде опрокидывателя тележки. Имеется эффективный механизм для выгрузки готового продукта.

Система управления предусматривает ручной и полуавтоматический режимы во время куттерования без сброса вакуума.

Информационно-измерительная система с цифровой индикацией контролирует основные параметры на всех стадиях приготовления фарша. Система управления построена таким образом, чтобы исключить выполнение команд, которые могут привести к поломке куттера или травме оператора.

При выработке вареных бесструктурных колбас для тонкого измельчения мяса кроме куттеров применяют коллоидные мельницы, которые можно использовать как в отдельных технологических линиях крупных перерабатывающих предприятий, так и в цехах малой и средней мощности при выработке сосисок или ливерных колбас.

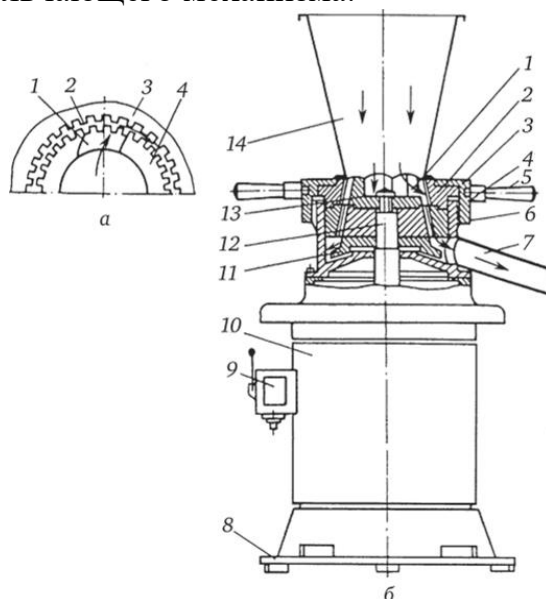
Коллоидная мельница состоит из корпуса, механизма измельчения, бункера, устройства для выгрузки измельченного продукта и электродвигателя. В большинстве коллоидных мельниц измельчающий механизм выполнен в виде ротора и статора.

Ротор представляет собой набор дисков, укрепленных на валу вертикально расположенного электродвигателя и имеющих нарезку по внешнему диаметру. Статор собран из двух скрепленных между собой колец, которые вставлены в корпус и имеют нарезку по внутреннему диаметру. Предварительно измельченное на волчке и перемешанное с необходимыми компонентами фарша сырье подается в загрузочный бункер (рис. 6). В результате разности давлений сырья в бункере и в разгружающем устройстве фарш поступает на приемный диск ротора, захватывается его лопастями и по каналу подается к статору. Здесь он заполняет впадины его нарезки, а также зазор между ротором и статором. Последний определяет степень измельчения и регулируется головкой. Измельченный продукт лопастями разгрузочного устройства выбрасывается в патрубок для дальнейшей технологической обработки.

Некоторые типы коллоидных мельниц имеют механизм предварительного измельчения, выполненный в виде ножа с решеткой, что позволяет на одной машине производить среднее и тонкое измельчение сырья.

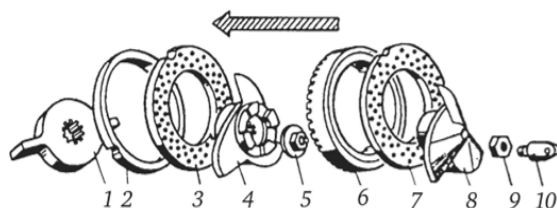
Для среднего и тонкого измельчения мяса с большим количеством соединительной ткани больше подходят эмульсаторы. В зависимости от типа режущего механизма они бывают нескольких видов. Наибольшее распространение получили эмульсаторы с режущим механизмом, изображенным на рис. 7. Такой эмульсатор состоит из станины, рабочей камеры, режущего механизма, загрузочного бункера и электродвигателя.

С одной стороны станины смонтирован электродвигатель, сообщаящий вращение ножевому валу через клиноременную передачу, с другой — бункер, который может перемещаться по специальным траверсам. Сырье подается в зону резания под действием массы самого фарша и перепада давлений над и под ним, возникающего при вращении выгрузателя измельчающего механизма.



**Рис. 6 Коллоидная мельница:**

а — механизм измельчения: 1 — канал подачи сырья; 2 — зуб; 3 — неподвижный конус; 4 — подвижный конус; б — конструкция: 1 — подвижный конус грубого размола; 2 — неподвижный конус грубого размола; 3 — подвижный конус тонкого размола; 4 — канал подачи сырья; 5 — ручка; 6 — регулировочная головка; 7 — выгрузной патрубок; 8 — опорная плита; 9 — рычаг включения; 10 — электродвигатель; 11 — разгрузочная чашка; 12 — вал; 13 — стопорный винт; 14 — загрузочный бункер



**Рис. 7 Режущий механизм эмульсатора:**

1 — лопастная головка; 2,6 — распорные кольца; 3,7 — решетки; 4, 8 — ножи; 5, 9 — гайки; 10 — стопорный винт

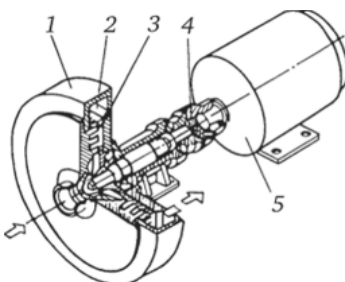
В отдельных конструкциях эмульсаторов продукт одновременно измельчается и подогревается водой и паром до 70...80°C. Такие эмульсаторы, кроме измельчающего механизма, укомплектованы подающим и откачивающим насосами. Для детского и диетического питания выпускают фарш трех видов: крупноизмельченный с частицами



размером 2...3 мм, пореобразный с частицами размером 0,8...1,5 мм и гомогенизированный с частицами размером 0,15...0,2 мм.

Высокая степень измельчения мяса для гомогенизированных консервов достигается при помощи гомогенизаторов и дезинтеграторов.

Гомогенизатор состоит из корпуса, гомогенизирующей головки, муфты, привода и пульта управления. Гомогенизирующая головка (рис. 8) состоит из подвижного диска с нарезкой на одной из сторон и стенки корпуса, на внутренней стороне которой также выполнена нарезка. Благодаря развитой зубчатой поверхности гомогенизирующей головки при вращении ее с большой скоростью происходит перетирание измельчаемого продукта.



**Рис. 8 Гомогенизатор:**

1 — корпус; 2 — гомогенизирующая головка; 3 — подвижный диск;  
4 — муфта; 5 — привод

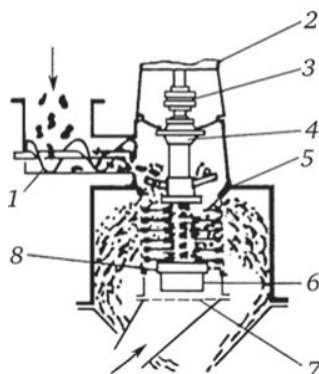
Гомогенизирующая головка соединена с валом высокооборотного электродвигателя муфтой. Напор, создаваемый работой гомогенизирующей головки, обеспечивает подачу и отвод сырья.

При относительно небольших габаритах производительность гомогенизатора может достигать 3500 кг/ч.

Один из недостатков данного типа гомогенизатора — довольно большой разброс размеров получаемых частиц. Исключить этот недостаток можно при помощи дезинтеграторов.

Дезинтегратор представляет собой ротор, на котором горизонтально закреплены ножи и била, вращающиеся с частотой 4000...5000 мин<sup>-1</sup>. Поступающий продукт подвергается резательному и ударному воздействию и после измельчения до необходимого размера проходит через фильтрующее сито (рис.9).

Для сверхтонкого измельчения продукта дезинтегратор может иметь две ступени измельчения. В этом случае после каждой ступени устанавливают фильтрующее сито с отверстиями соответствующего диаметра. Продукт перемещается из одной ступени измельчения в другую насосом. Перед измельчением возможен нагрев сырья водой или паром до 70...80°C.



**Рис. 9 Дезинтегратор:**

- 1 — загрузочный шнек; 2 — электродвигатель; 3 — гибкая прокладка;  
4 — верхний подшипник; 5 — била; 6 — нижняя опора с подшипником;  
7 — магнитная ловушка; 8 — фильтрующее сито

В заключение следует отметить, что для перерабатывающих предприятий малой и средней мощности в некоторых случаях вместо отдельных машин выгоднее иметь комбинированные агрегаты, которые позволяют выполнять несколько операций.

В качестве примера можно привести универсальный мясоперерабатывающий агрегат УМПА, в состав которого входят волчок, куттер, мешалка и шприц. Все эти машины могут работать и самостоятельно.

### **Перемешивающие устройства**

Механические мешалки состоят из трех основных узлов: дежи — емкости, в которой происходит перемешивание, рабочего органа — перемешивающего устройства, а также привода, обеспечивающего вращение дежи и рабочего органа. Емкости могут быть выполнены в виде барабана, корыта и чаши.

Барабан установлен в мешалках для жидких и слабвязких продуктов. Вращаясь вокруг своей или диагональной оси, цилиндр одновременно выполняет роль перемешивающего устройства. Чаши могут иметь коническое или плоское дно. Корыта бывают с призматическим или желобчатым днищем. Последние в зависимости от количества вращающихся валов мешалки выполняют одно-, двух- или трехжелобчатыми. Смешивающие устройства являются рабочими органами мешалок. Их конструктивные особенности зависят от вида смешиваемого сырья и выхода готовой продукции.

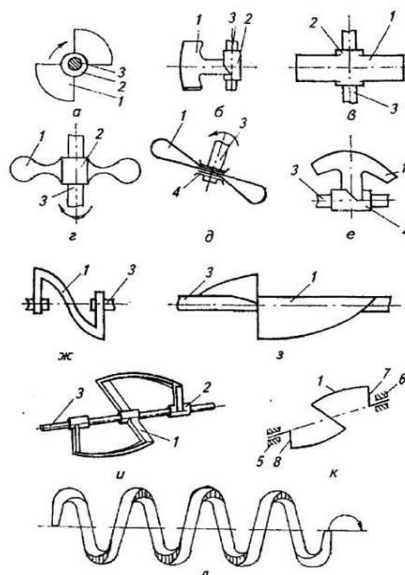
Вертикальные смешивающие устройства для жидких и слабвязких продуктов входят в состав вертикальных емкостей и представляют собой вращающиеся смесительные валы с различными по форме и расположению лопастями (рис. 10).

Лопасты на валу закреплены горизонтально, наклонно и вертикально. Вращение горизонтальной лопасти создает движение продукта в ее плоскости вращения и слабое перемещение по вертикали. Для смешивания продуктов разной плотности используют наклонные и вертикальные лопасти. Они обеспечивают интенсивное перемешивание продукта по всему объему, и при этом подача продукта с большей плотностью направлена сверху вниз, а с меньшей — снизу вверх.

Вертикальные смешивающие устройства с якорными лопастями применяют в варочных, плавильных, экстракционных и некоторых других аппаратах.

Вертикальными смешивающими устройствами с винтовыми и пропеллерными лопастями снабжены аппараты, требующие не только интенсивного перемешивания продукта по всему объему, но и создания определенного направленного движения (например, с необходимостью разбивать сгустки крови в дефибринаторе). В этих же аппаратах можно использовать и специальные смешивающие устройства. Такие устройства представляют собой диск, закрепленный на наклонном валу под углом 25...28° к горизонту. В диске вырезаны четыре диагонально расположенные прорезы для образования четырехлепестковой фигуры. Края лепестков поочередно отогнуты вверх и вниз, образовавшиеся треугольные лопасти расположены под некоторым углом к плоскости диска. При работе устройства верхние лопасти отбрасывают кровь к стенке, а нижние — к центру. В результате обрабатываемый продукт интенсивно перемешивается по всему объему.

Винтовые горизонтальные смешивающие устройства предназначены для смешивания сыпучих и кусковых продуктов, например, при посоле кускового мяса солью. Для равномерного смешивания нескольких компонентов применяют три параллельных винта, которые дозируют подачу разных продуктов к четвертому смешительному винту. В винтовых смесителях шаг винтовой поверхности может быть постоянным и переменным.



**Рис. 10. Лопасти мешалок:**

а - горизонтальная, б - наклонная, в - вертикальная, г - пропеллерная, д - специальная, е - якорная, ж - Z-образная полосовая, з - Z-образная парусная, и - Z-образная литая, к - винтовая, л - спиральная: 1 - лопасть, 2 - втулка, 3 - вал, 4 - шайба специальная, 5, 6 - левая и правая цапфы, 7, 8 - радиальные рычаги

Горизонтальные смешивающие устройства фаршемешалок имеют два вала, вращающихся с разными угловыми скоростями навстречу друг другу. На валах размещены различные лопасти (винтовые, Z-образные, спиральные и т. д.). Положение и конструкцию лопастей подбирают таким образом, чтобы при подъеме лопасти вверх фарш подавался от края к центру, а при опускании — наоборот. Из двух вращающихся лопастей ведущая имеет угловую скорость в 1,3...2 раза меньше, чем ведомая. Обслуживание фаршемешалки ведется со стороны тихоходной лопасти.

Лопастные смесители устройством напоминают винтовые, где винтовая поверхность заменена на косо поставленные лопатки. Эти лопасти на валу образуют прерывистую поверхность, которая не только перемешивает массу, но и сдвигает ее вдоль оси вала. Косо-поставленные лопасти могут иметь форму прямоугольника или трапеции, расширяющейся от центра вала. В поперечном сечении лопасти расположены под углом 120° относительно друг друга.

Спиральные смесители применяют для перемешивания разных компонентов фарша. Спираль — это винтовая полоса прямоугольного сечения, которая консольно устанавливается на валу или имеет опорные оси на противоположном конце. Крепление к валу — жесткое при помощи клеммового соединения. Спирали размещены в желобах дежи, которых может быть от одного до трех.

Смесители с Z-образными и винтовыми лопастями чаще всего используют в фаршемешалках. Практика показала целесообразность их применения, ими достигается наиболее полный смешительный эффект при относительной простоте конструкции.

Лопасть может быть выполнена в виде участка изогнутой Z-образной полосы или в виде паруса. В некоторых случаях она может иметь вставной вал.

Необходимый технологический эффект операции перемешивания мясного сырья в первую очередь зависит от конструктивных особенностей и типа фаршемешалок. В зависимости от расположения рабочих органов их делят на вертикальные и горизонтальные.

У фаршемешалок первого типа перемешивающее устройство закреплено на вертикальном валу, опускаемом в чашу; у фаршемешалок второго типа — один или два горизонтальных вала, на которых закреплены перемешивающие рабочие органы. Последние могут представлять собой шнеки, лопасти или лопатки.

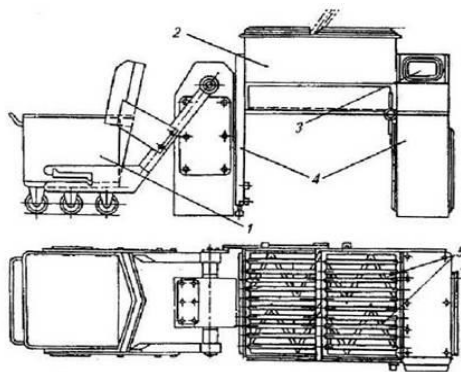
При двухвальной системе перемешивания валы вращаются навстречу друг другу с одинаковой или разной скоростью.

### **Фаршемешалки**

В зависимости от способа выгрузки фаршемешалки делят на машины с поворотной, опрокидывающейся и неподвижно закрепленной емкостью. Загружают их ручным или механизированным способом. В последнем случае фаршемешалки оснащают специальными подъемниками-опрокидывателями транспортных тележек.

Фаршемешалки могут быть с открытой и герметичной емкостями. Последние оснащаются вакуумными насосами. В таких фаршемешалках качество получаемой продукции выше — обрабатываемое в них сырье имеет требуемые цвет и консистенцию, а также низкий уровень микробиологической обсемененности.

Наиболее простое устройство и принцип работы, характерный для данной группы технологического оборудования, имеет фаршемешалка Л5-ФМ2-У-335. По своей технической характеристике она относится к группе оборудования средней мощности, что предполагает использование ее как на небольших перерабатывающих предприятиях, так и на городских мясокомбинатах.



**Рис. 11 Схема фаршемешалки Л5-ФМ2-У-335:**

1-механизм загрузки, 2- дежа, 3- привод шнеков, 4- станина, 5- шнеки

Фаршемешалка Л5-ФМ2-У-335 (рис. 11) открытого типа состоит из станины, емкости для вымешивания фарша, в которой навстречу друг другу вращаются два шнека в виде спирали, привода шнеков и механизма загрузки.

Станина представляет собой литую чугунную тумбу, закрытую быстросъемными облицовочными листами.

Емкость для вымешивания фарша (дежа) из нержавеющей стали закрывается сверху двумя крышками решетчатого типа. Шнеки вращаются от электродвигателя через червячную передачу специальной конструкции.

Механизм загрузки состоит из тележки, предназначенной для транспортирования сырья к фаршемешалке, и устройства для ее опрокидывания, смонтированного в

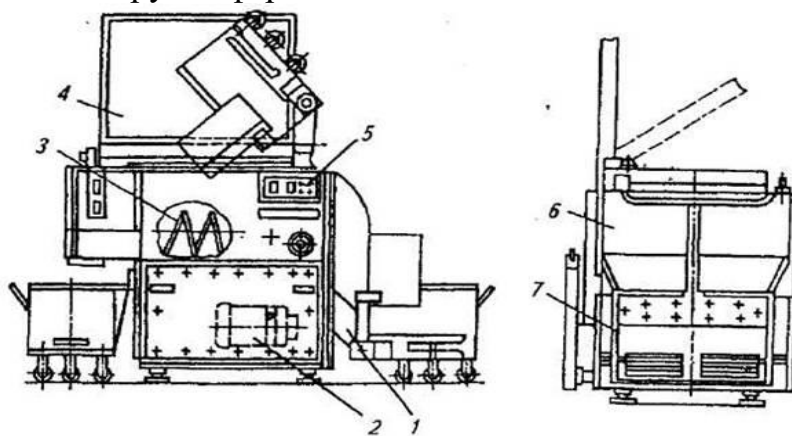
станции. Устройство опрокидывания — система рычагов, перемещающихся с помощью специального червячного редуктора с отдельным электродвигателем.

Готовый продукт выгружается через люки, расположенные в нижней части дежи. Их открывают вручную, вращая маховик по часовой стрелке. Для ускорения перемешивания фарша предусмотрено реверсирование вращения шнеков, которое осуществляется двумя кнопками на пульте управления.

Вакуумная фаршемешалка Л5-ФМВ-630А «Бирюса» имеет более сложное устройство.

Она состоит из стального каркаса (рис. 12), емкости для вымешивания фарша, вакуумной крышки, месильных шнеков и их привода, механизма загрузки, гидросистемы, системы вакуумирования, электрооборудования.

Емкость для вымешивания-сварная конструкция из листовой нержавеющей стали, в передней стенке которой встроен воздухозабор. В нижней части левой торцевой стенки имеются окна для выгрузки фарша.



**Рис. 12 Вакуумная фаршемешалка Л5-ФМВ-630А «Бирюса»:**  
1- механизм загрузки, 2- привод шнеков, 3- шнеки, 4- крышка, 5- электрооборудование, 6- дежа, 7- каркас

Они герметично закрываются шибберными заслонками. Вакуумная крышка с резиновым уплотнением по периметру обеспечивает герметизацию смесителя. Месильные шнеки вращаются с помощью специального червячного редуктора с двумя выходными валами. Механизм загрузки представляет собой тележку с гидравлическим подъемником и опрокидывателем.

Привод гидравлической системы осуществляется с помощью шестеренного насоса. С помощью водокольцевого вакуум-насоса в емкости создается вакуум. Оба насоса (шестеренный и водокольцевой) через муфты свободного хода приводятся во вращение от одного электродвигателя.

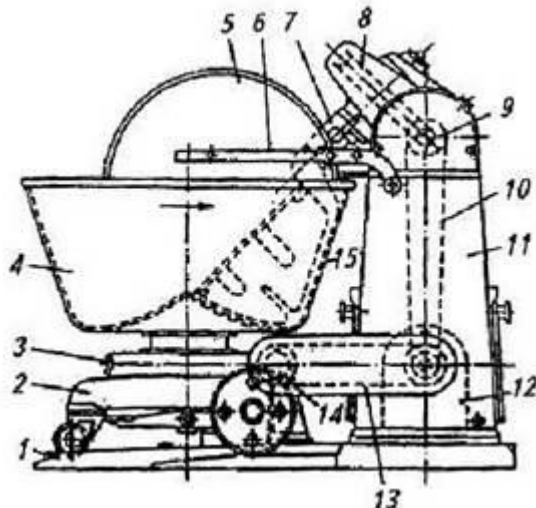
Технологический процесс (перемешивание с реверсированием месильных шнеков, вакуумирование и выгрузка готового продукта) может осуществляться при ручном и программном управлении.

В комбинированных машинах, таких, например как агрегат для измельчения и посола мяса Я2-ФХ2Т или комплексах оборудования А1-ФЛБ или А1-ФЛВ, можно совместить измельчение, посол и перемешивание фарша.

### **Фаршесмесители**

Фаршесмеситель с отъемной чашей (рис. 13) имеет две части: стационарную и передвижную. Стационарная, часть фаршесмесителя состоит из плиты, пустотелой стойки и кулачковой мешалки. В верхней части стойки расположен червячный вал 9,

вращающийся в двух подшипниках. Червячный вал 9 вращает червячное колесо 8, которое жестко связано с валом кулачковой мешалки. Вместе с червячным колесом 8 мешалка может вращаться вокруг центра червячного вала 9 что необходимо при смене чаши. В нижней части расположен электродвигатель, который через цепную передачу 10 приводит во вращение червячное колесо 8 и кулачковую мешалку. Кроме того, электродвигатель через цепную передачу 13 вращает червячный вал 14.



**Рис.13 Фаршесмеситель с отъемной чашей:**

1-плита; 2-тележка; 3,8-червячные колеса; 4-чаша; 5-предохранительный щит; 6-рычаг; 7-вал кулачковой мешалки; 9,14-червячные валы; 10,13-цепные передачи; 11-стойка; 12-электродвигатель; 15-мешалка

Передвижная часть фаршесмесителя состоит из чаши, которая укреплена на валу червячного колеса 3. Чаша и червячное колесо 3 находятся на трехколесной тележке. Смеситель имеет предохранительный щит, прикрепленный к рычагу пускового приспособления. Фаршесмеситель работает следующим образом. Чашу загружают, и она на тележке подается к стационарной части фаршесмесителя.

Для правильного и точного сцепления червячного вала 14 с червячным колесом 3 на плите имеются специальные канавки для колес чаши и фиксатор для платформы тележки.

После зацепления червячного вала 14 с колесом 3 мешалка опускается в чашу, опускаются также предохранительный щит и рычаг, включается электродвигатель и начинается перемешивание продукта. В процессе работы чаша непрерывно вращается вокруг оси червячного колеса 8, чем обеспечивается равномерное перемешивание продукта. После окончания перемешивания выключают электродвигатель, поднимают рычаг вместе с предохранительным щитом и чашу на тележке откатывают от стационарной части фаршесмесителя.

Фаршесмесители непрерывного действия — составная часть комплексов или агрегатов оборудования, предназначенных для выполнения нескольких технологических операций в непрерывном потоке. Кроме того, их можно эксплуатировать самостоятельно.

Смеситель А1-ФЛВ/2 предназначен для смешивания фарша с жидкими и сыпучими компонентами и транспортирования приготовленной смеси в измельчитель для тонкого измельчения. Его применяют в колбасном производстве в агрегате А1-ФЛВ/5, входящем в состав комплекса оборудования для приготовления фарша А1-ФЛВ, а также самостоятельно.

Смеситель имеет раму, на которой смонтирована дежа вместимостью 0,34 м<sup>3</sup> (рис. 14). В деже с частотой 0,97 с вращаются два спиралеобразных перемешивающих шнека диаметром 396 мм каждый. В состав смесителя входят также привод пере-мешивающих шнеков, эксцентриково-лопастный насос с приводом и фаршепроводом. Дежа снабжена защитными решетками. Перемешивающие шнеки вращаются от электродвигателя через редуктор, цепную передачу и коробку передач. Эксцентриково-лопастный насос приводится во вращение от мотор-редуктора.

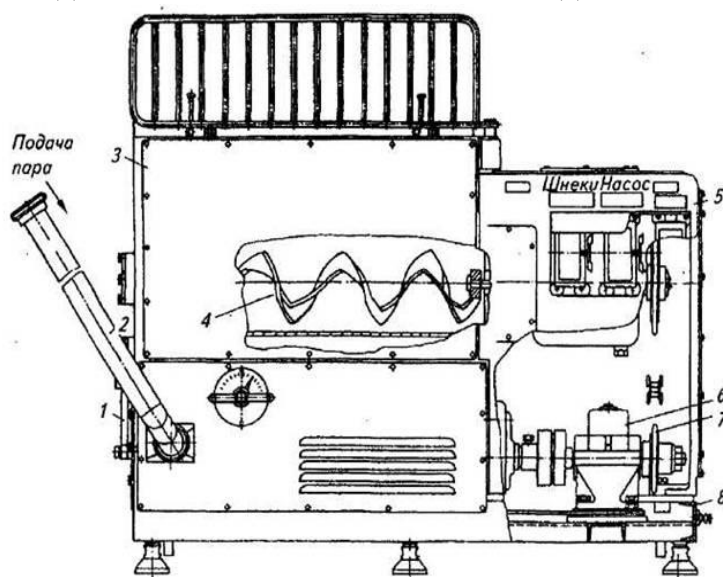
Взвешенное сырье загружают в дежу смесителя, куда одновременно из соответствующих дозаторов поступают основные компоненты фарша. Шнеки вращаются навстречу друг другу и перемешивают фаршевую массу до равномерного распределения составных частей. Продолжительность процесса перемешивания зависит от технологических требований. Готовый фарш через разгрузочное отверстие в деже, состыкованное с горловиной корпуса насоса, поступает в последний и под давлением транспортируется по фаршепроводу в измельчитель.

Производительность смеси кг/ч, мощность установленного электродвигателя 7 кВт, габаритные размеры 1590 × 1350 × 1385 мм, масса 1400 кг.

Смеситель А1-ФЛБ/1 входит в состав комплекса оборудования для посола мяса А1-ФЛБ и комплекса оборудования для приготовления фарша А1-ФЛВ. Данный смеситель полностью унифицирован со смесителем А1-ФЛВ/2 и отличается тем, что вместо насоса-питателя в нем установлен шнековый выгрузатель.

Вибрационная обработка фарша под вакуумом при производстве вареных и полукопченых колбас позволяет значительно интенсифицировать процесс приготовления фарша без предварительной выдержки сырья в посоле. При этом обеспечиваются оптимальные значения его структурно-механических свойств. Воздействие вибрации способствует, удалению воздуха из обрабатываемого фарша, что позволяет получить стабильную фаршевую массу, снижает пористость колбас, уменьшает появление бульонных и жировых отеков готовых изделий.

Вибросмеситель Я2-ФФД предназначен для посола и перемешивания мяса и фарша под вакуумом при производстве ветчинных и колбасных изделий.



**Рис. 14 Смеситель А1-ФЛВ/2:**

- 1- насос, 2- фаршепровод, 3- дежа, 4- шнек, 5- привод, 6- коробка передач, 7- звездочка, 8- рама

Вибросмеситель (рис. 15) состоит из станины, вибратора, смесителя, вакуумной и пневматической систем, электрооборудования и подъемника.

Станина предназначена для установки и закрепления узлов вибросмесителя и их приводов. Она представляет собой сборную конструкцию, выполненную из листового и профильного проката.

Вибратор генерирует механические колебания, которые передаются через корпус смесителя и перемешивающие органы мясному сырью. Вибратор представляет собой сборную конструкцию из вала, смонтированного в подшипниковых узлах, на котором расположены дебалансы. Корпуса подшипниковых узлов прикрепляют болтами к специальным площадкам корпуса смесителя. Привод вибратора включает в себя электродвигатель, клиноременную передачу, подшипниковый промежуточный узел, карданный вал.

Смеситель служит для перемешивания компонентов фарша при одновременном воздействии механических колебаний и вакуума, а также для выгрузки готового продукта через переднее окно корпуса. Смеситель состоит из сварного корпуса (дежи); двух перемешивающих шнеков; верхней и передней крышек, обеспечивающих герметичность внутренней полости корпуса смесителя; двух

пар силовых пневмоцилиндров, установленных на боковых стенках корпуса и предназначенных для открывания и закрывания крышек через системы рычагов; из привода, передающего вращение шнекам. Для установки корпуса на пружинные амортизаторы он имеет опоры. Привод состоит из электродвигателя, клиноременной передачи, редуктора и карданного вала.

Вакуумная система предназначена для создания во внутренней зоне смесителя давления от 0,04 до 0,02 МПа и включает вакуумную станцию, состоящую из вакуумного водокольцевого насоса ВВН-1,5М, магистрали подачи воды к вакуумному насосу и обратного клапана, вакуум-провода, соединяющего вакуумную станцию и вакуумный блок (предназначен для контроля вакуумметрического давления в смесителе, удаления из отсасываемого воздуха взвешенных частиц мясного сырья и создания в деже смесителя давления, равного атмосферному, после окончания перемешивания и виброобработки фарша), входного вакуумного клапана, который служит для забора удаляемого воздуха из внутренней зоны корпуса смесителя. Входной вакуумный клапан расположен на торцевой стенке корпуса смесителя. Пневматическая система служит для очистки и подготовки сжатого воздуха, который поступает из пневмомагистрали цеха, и подачи его к силовым узлам - пневмоцилиндрам крышек смесителя. Электросхема вибросмесителя обеспечивает его функционирование в двух состояниях: перемешивание с вибрацией и перемешивание в ручном режиме. С этой целью на панелях соответствующего пульта автоматического управления расположен трехпозиционный тумблер, имеющий три положения: первое - режим виброобработки; второе - режим перемешивания; третье - нейтральное положение, при котором можно проводить работы в режимах загрузки сырья, выгрузки фарша или в ручном.

Для механизации загрузки в смеситель мясного сырья и других компонентов предусмотрен подъемник. Он состоит из станины, привода, каретки, захвата для фиксации тележки. После подъема на необходимую высоту захват поворачивает тележку на 135° для выгрузки содержимого в смеситель.

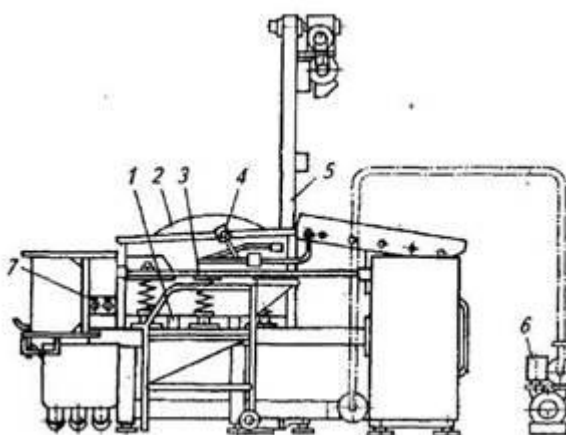
Перед началом операции загрузки трехпозиционный тумблер устанавливают в нейтральное положение. Сырье в смеситель загружают подъемником с использованием унифицированных тележек Я2-ФЦ1В. При этом верхняя крышка смесителя открыта,



передняя закрыта, а перемешивающие органы — шнеки могут вращаться только при нажатии на кнопку «Пуск — шнеки».

После окончания процесса загрузки трехпозиционный тумблер устанавливают на один из автоматических режимов работы. При этом операции закрывания верхней крышки, создания необходимого разрежения в рабочей полости смесителя, перевода вращения шнеков на рабочий режим и включения вибропривода (при режиме с вибрацией) осуществляются автоматически.

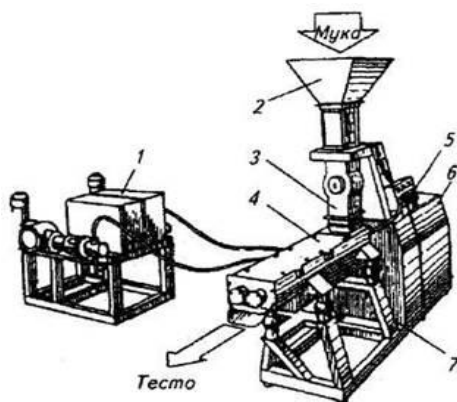
При завершении обработки сырья трехпозиционный тумблер переводят в нейтральное положение. Система вибросмесителя автоматически подготавливается к выгрузке сырья. Тележку устанавливают под разгрузочное окно, нажимая соответствующие кнопки на пульте управления, открывают переднюю крышку и включают перемешивающие шнеки для выгрузки сырья. Контроль за наполнением тележки и опорожнением емкости смесителя ведут визуально. В дальнейшем рабочий цикл повторяется.



**Рис. 15 Вибросмеситель Я2-ФФД:**

1- вибратор, 2- смеситель, 3- станина, 4- пневмосистема, 5- подъемник, 6- вакуумная система, 7- электрооборудование

Вибросмеситель Я8-ФСД предназначен для приготовления пельменного теста в непрерывном потоке с применением вибрации. Он состоит из накопительного бункера, мерника муки, привода, каркаса, дежи, блока дозаторов жидких компонентов и пульта управления (рис. 16).



**Рис. 16 Вибросмеситель Я8-ФСД:**

1- блок дозаторов, 2- бункер, 3- мерник муки, 4- дежа, 5- пульт управления, 6- привод, 7- каркас

Каркас сварной конструкции из нержавеющей стали служит для размещения в нем всех узлов. Вибросмеситель осуществляет непрерывный замес теста в корытообразной

деже двумя вращающимися навстречу друг другу валами с лопастями. Одновременно дежа и валы подвергаются вибрации. Агрегат оборудован блокировкой, не позволяющей ему работать при открытой крышке дежи. Работа осуществляется в автоматическом режиме с пульта управления.

### **Методические указания:**

#### **Технологический расчет оборудования для измельчения мяса и шпика**

Оборудование для измельчения мяса подбирают в соответствии с принятой технологической схемой производства конкретного продукта и с таким расчетом, чтобы в цехе было установлено наименьшее число единиц оборудования с максимально возможным коэффициентом его использования.

Оборудование для измельчения мяса непрерывного действия подбирают по часовой производительности. Число измельчителей:

$$\text{пиз} = \frac{A}{g_{\text{из}} \times T_{\text{см}}}, \quad (1)$$

где  $A$  — масса перерабатываемого в смену сырья, кг;  $g_{\text{из}}$  — производительность измельчителя мяса, кг/ч;  $T_{\text{см}}$  — продолжительность смены, ч.

Оборудование для измельчения мяса периодического действия подбирают в зависимости от его пропускной способности, кг/ч:

$$a = \frac{60 \times V_{\text{из}} \times \alpha \times \rho_{\text{пр}}}{Z_{\text{из}}}, \quad (2)$$

где  $V_{\text{из}}$  — геометрический объем чаши, м<sup>3</sup>;  $\alpha$  — коэффициент загрузки чаши (для куттеров  $\alpha = 0,6 \dots 0,8$ );  $\rho_{\text{пр}}$  — плотность измельчаемого продукта, кг/м<sup>3</sup>;  $Z_{\text{из}}$  — продолжительность одного цикла измельчения мяса, включающего в себя операции загрузки чаши сырьем, его измельчения и выгрузки, мин.

Необходимое число измельчителей мяса периодического действия:

$$\text{пиз} = \frac{A}{Q_{\text{из}}} = \frac{A}{\alpha \times T_{\text{см}}}, \quad (3)$$

где  $Q_{\text{из}}$  — производительность в смену, кг.

### **Задание №1**

Провести технологические расчеты числа измельчителей в оборудовании непрерывного и периодического действия, пропускную способность измельчителя периодического действия, производительность измельчителей в смену.

Если известны данные:

**1 вариант**

$A = 1300$  кг

$g_{\text{из}} = 210$  кг/ч

$T_{\text{см}} = 8$  часов

$V_{\text{из}} = 2,3$  м<sup>3</sup>;

$\rho_{\text{пр}} (\text{мяса}) = 1070 \text{ кг/м}^3$

$\rho_{\text{пр}} (\text{жира}) = 980 \text{ кг/м}^3$

$Z_{\text{из}} = 12 \text{ мин}$

## **2 вариант**

$A = 1600 \text{ кг}$

$g_{\text{из}} = 230 \text{ кг/ч}$

$T_{\text{см}} = 8 \text{ часов}$

$V_{\text{из}} = 2,4 \text{ м}^3$ ;

$\rho_{\text{пр}} (\text{мяса}) = 1070 \text{ кг/м}^3$

$\rho_{\text{пр}} (\text{жира}) = 980 \text{ кг/м}^3$

$Z_{\text{из}} = 13 \text{ мин}$

**Сделать выводы.**

## **Список литературы**

1. Авдеева И. В. Машины и оборудование для переработки мяса / И. В. Авдеева, В.Г. Здановская - М.: Информагротех, 2006 – 327 с.
2. Авдеева Н. В. Машины, оборудование, приборы и средства автоматизации для перерабатывающих отраслей АПК / Н.В. Авдеева, А.Ф. Волков - М.: АгроНИИТЭНИТО, 2013 – 369 с.
3. Бредихин С.А. Технологическое оборудование мясокомбинатов / С.А. Бредихин, О.В. Бредихина, Ю.В. Космодемьянский. - М.: Колос, 2015.
4. Глущенко Н. А. Технология, сооружения и оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции / Учебное пособие для вузов / Н.А. Глущенко, Л.Ф. Глущенко – Великий Новгород: ИПЦ НовГУ, 2012 – 524 с.
5. Ивашов В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности: Учебное пособие. М.: Колос, 2014 – 552 с.

## Практическое занятие № 24

### ТЕМА: "ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОСОЛА МЯСА И ФОРМОВАНИЯ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ "

**Цель работы:** провести технологический расчет оборудования для посола мяса и формования мясных продуктов.

#### **Задачи:**

Провести расчет производительности аппарата для массирования и тумблирования мясного сырья, определить необходимое количество аппаратов. Подобрать необходимое оборудование, согласно полученных расчетов.

**Обеспеченность занятия:** методические указания по выполнению практических и лабораторных работ.

#### **Контрольные вопросы при допуске к работе:**

1. Что такое тумблирование?
2. Как и зачем проводится шприцевание мясопродуктов?
3. Как рассол подается к игле посолочного шприца?
4. Устройство конвейера для шприцевания мяса.
5. Для чего предназначен посолочный автомат ФАП ?
6. Какой редуктор установлен в машине Я2-ФММ для массирования мяса?
7. Какова производительность оборудования для массирования мяса ФУМ-2?
8. Сколько рабочих шнеков в фаршемешалке агрегата для измельчения и посола мяса Я2-ФХ2Т?
9. Чем отличается посолочный агрегат Я2-ФРЛ от агрегата для измельчения и посола мяса Я2-ФХ2Т?
10. Какова длительность одного рабочего цикла у посолочного автомата ФАП?
11. С какой частотой вращается рабочий орган машины для массирования мяса Я2-ФММ?

**Время выполнения: 135 мин.**

#### **Теоретические сведения.**

##### **Оборудование для посола мяса**

Посол мясного сырья может быть осуществлен как отдельная технологическая операция, а также в процессе его измельчения или смешивания с компонентами, предусмотренными рецептурой.

Мясо солят сухим, мокрым и смешанным способами. Сухой способ заключается в обработке мясопродуктов солью или посолочной смесью. При мокрым посоле помещенные в емкости мясопродукты заливают рассолом. Интенсифицировать процесс посола мокрым способом можно введением части или всего необходимого рассола в толщу обрабатываемого продукта посолочными шприцами.

Смешанный посол заключается в шприцевании мясного сырья рассолом с последующим натиранием его посолочной смесью. После выдержки обработанного таким образом продукта в таре и образования маточного рассола его заливают свежим рассолом.

Для уменьшения продолжительности созревания мяса при посоле на мясоперерабатывающих предприятиях широко применяют его дополнительную механическую обработку — массирование и тумблирование. Массирование основано

на трении кусков мяса друг о друга и о внутренние поверхности емкости, в которой они находятся.

*Тумблирование* — способ механической обработки мяса, при котором используется энергия удара при падении кусков с некоторой высоты в процессе их вращения в специальных аппаратах.

Выбор оборудования, применяемого для посола мяса, в первую очередь зависит от технологии производства выпускаемой продукции.

При производстве колбасных изделий мясо предварительно измельчают и смешивают с посолочными компонентами в комбинированных машинах (куттер-мешалки, мешалки-измельчители, фаршеприготовительные агрегаты и т.д.), мешалках, куттерах или при помощи специальных комплексов оборудования.

Ветчину в оболочке, свинокочености и другие мясные продукты можно изготавливать на специальных линиях, в состав которых входит основное и вспомогательное оборудование для выполнения всех необходимых операций. Как правило, посол мясного сырья, его массирование или тумблирование производят на этих линиях при помощи специализированного оборудования, которое при необходимости может работать и как отдельные машины. Для измельчения, смешивания и посола мясного сырья можно использовать посолочные комплексы и агрегаты.

*Шприцевание мясопродуктов* проводят посолочными шприцами и посолочными автоматами, которые, как правило, оснащены многоигольчатыми посолочными шприцами.

Применяемые для массирования и тумблирования мяса установки подразделяются на две группы: с пониженным давлением воздуха в рабочей емкости (вакуумные) и с атмосферным.

#### **Посолочные комплексы и агрегаты**

Комплекс оборудования для посола мяса А1-ФЛБ предназначен для измельчения сырья, транспортирования его в бункер, дозирования, охлаждения и объемного дозирования рассола, смешивания сырья с рассолом и наполнения тары (ковшей, тележек и т.п.) для его созревания.

В состав комплекса входят два волчка К6-ФВЗП-200 с подъемниками К6-ФПЗ-1, предназначенными для загрузки волчков сырьем, и фарше- вый насос А1-ФЛБ/3, при помощи которого измельченное сырье подается в весовой бункер А1-ФЛБ/2, а затем в смеситель А1-ФЛБ/1. Туда же по трубопроводу поступает пищевой рассол от охладителя-дозатора А1-ФЛБ/4.

Посол измельченного мяса проводят в смесителе, оборудованном двумя спиралеобразными шнеками. В смеситель насосом-дозатором подается пищевой рассол из расчета 10 кг рассола на 100 кг сырья. Загрузка смесителя за один цикл составляет 275 кг (250 кг сырья и 25 кг рассола).

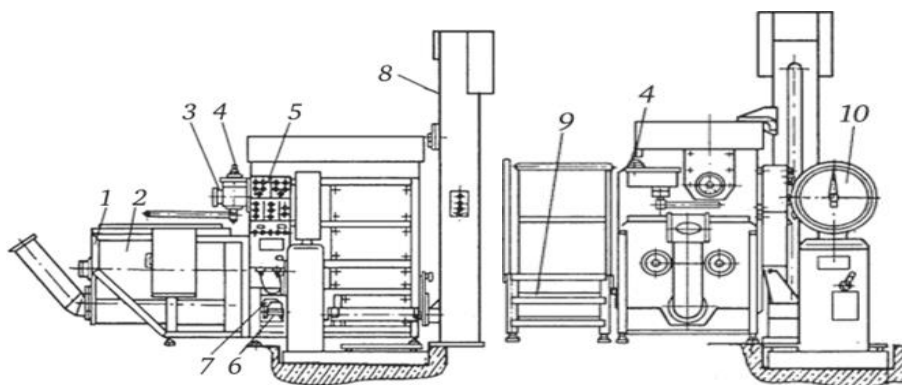
Сырье смешивается с рассолом в течение 3...4 мин и подается шнековым выгрузателем смесителя в тару для созревания.

Посол мяса при производстве колбасных изделий можно также производить при помощи агрегата Я2-ФХ2Т.

Агрегат для измельчения и посола мяса выпускают в двух исполнениях: с объемным дозированием вручную при посоле сухой солью (Я2-ФХ2Т) и с автоматическим дозированием рассола пропорционально массе загружаемого сырья (Я2-ФХ2Т-01).

Агрегат Я2-ФХ2Т (рис. 1) состоит из станины 1, фаршемешалки 2, измельчителя 3, привода перемешивающих валов 7 и разгрузочного шнека 6 фаршемешалки, подъемника-загрузчика 8 и электрооборудования 5. Дополнительно агрегат комплектуют устройством слива рассола 4 и циферблатными весами 10.

Особенность агрегата — оригинальное конструктивное решение фаршемешалки, которая состоит из дежи вместимостью 0,63 м<sup>3</sup> и расположенных в ней трех рабочих шнеков: двух перемешивающих и одного разгрузочного. Перемешивающие лопастные валы вращаются с разной частотой (0,5 и 0,6 с<sup>-1</sup>), а их приводной механизм оснащен реверсом, т.е. валы могут вращаться как одну, так и в другую сторону. Таким же механизмом оснащен привод разгрузочного шнека, который вращается с частотой 1,68 с<sup>-1</sup>.



**Рис. 1 Агрегат для измельчения и посола мяса Я2-ФХ2Т:**

- 1 — станина; 2 — фаршемешалка; 3 — измельчитель; 4 — устройство слива рассола; 5 — электрооборудование; 6 — привод разгрузочного шнека; 7 — привод перемешивающих валов; 8 — подъемник-загрузчик; 9 — площадка обслуживания; 10 — весы

Процесс смешивания в автоматическом режиме характеризуется тем, что через каждые 50 с автоматически меняется направление вращения лопастных валов. Во время остановки двигателя и переключения на реверс происходит выдержка в течение 5 с.

Посолочный агрегат Я2-ФРЛ относится к машинам непрерывного действия. Он отличается от агрегата Я2-ФХ2Т более производительным измельчителем (диаметр ножевых решеток увеличен с 160 до 200 мм), двухсекционной фаршемешалкой и автоматизированной системой дозирования рассола. Непрерывность технологического процесса агрегата обеспечивается тем, что когда в одну из секций фаршемешалки из измельчителя загружается сырье, во второй секции компоненты смешиваются с последующей выгрузкой готового продукта. Обе секции имеют одинаковую вместимость (0,63 м<sup>3</sup>) и поочередно загружаются мясом, поступающим из измельчителя, при помощи поворотного лотка-распределителя.

### **Посолочные шприцы**

Наиболее простое устройство, работающее по принципу посолочного шприца, — посолочный иньектор ИПВ-002. Посол мяса осуществляется шприцеванием рассола через иглу в мышечную ткань. Рассол подается к игле путем вытеснения его из бака вместимостью 24,8 л давлением воздуха, создаваемым ножным воздушным насосом. При необходимости иньектор может быть подключен к воздушной магистрали с давлением на входе не более 0,2 МПа. При этом максимальный расход рассола через иглу составляет 0,07 л/с; масса иньектора ИПВ-002 20 кг.

Посолочный комплекс ДИП-К, 01 отличается от инъектора ИПВ-002 вместимостью емкости (100 л), наличием стола и компрессора производительностью 0,5 м<sup>3</sup>/мин с электродвигателем мощностью 4 кВт.

Установка В2-ФПП предназначена для посола окороков, шейки, грудинки и других свинокоченостей путем шприцевания в мышечную ткань, а также окороков путем дозированного введения рассола в бедренную артерию. Она состоит из шприцевальной установки, бака, стола для весов и посола.

Бак сварной конструкции с крышкой и штуцером служит для хранения рассола. Он может наполняться вручную и механизированным способом. Рассол при подаче в бак фильтруется через сетку из нержавеющей стали.

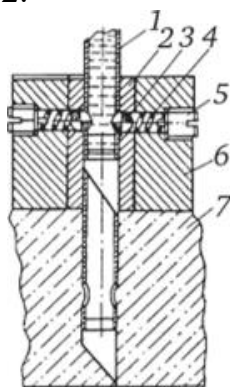
Стол также сварной конструкции с регулируемыми по высоте опорами, которые позволяют размещать его в строго горизонтальной плоскости. На поверхности стола расположен сливной патрубок с краном для слива вытекающего при работе рассола. Окорока перед посолом взвешивают на весах. Количество точно дозируемого рассола определяют по специальной шкале.

Производительность установки 180 шт/ч, вместимость бака 0,22 м<sup>3</sup>, расход воздуха 0,05 м<sup>3</sup>/ч, занимаемая площадь 1,5 м<sup>2</sup>, масса 250 кг.

Многоигольчатый шприц Я2-ФПГУ относится к группе посолочных автоматов и входит в состав линии производства ветчины в оболочке Я2-ФВО. Он предназначен для шприцевания рассолом костного и бескостного мясного сырья при производстве продуктов из свинины. Шприц можно применять как в составе линии, так и в качестве самостоятельной единицы в комплекте с машиной Я2-ФММ для массирования мяса.

Шприц состоит из шприцевочной головки, пластинчатого конвейера, поддона, привода, станины, фильтра, бака, демпфера и кожуха.

Шприцевочная головка представляет собой сборную конструкцию и состоит из цилиндрических направляющих, двух коллекторов для подвода рассола, кронштейнов для крепления нижних направляющих, которые предназначены для размещения между ними блока шариковых затворов и полых подпружиненных игл. Шариковые затворы и втулки являются подшипниками скольжения и обеспечивают поступательное движение игл в период шприцевания рассола в мясное сырье. Принципиальное устройство шарикового затвора приведено на рис. 2.



**Рис. 2. Шариковый затвор многоигольчатого шприца Я2-ФШУ:**

- 1 — полая игла инъектора; 2 — направляющая втулка; 3 — шарик; 4 — пружина;  
5 — винт; 6 — корпус; 7 — мясо

Сырье для шприцевания подается конвейером, который состоит из пластинчатой ленты, стола, приводного и натяжного валов с закрепленными на них звездочками, двух стенок, скрепленных стяжками, спуска и трех текстолитовых направляющих для пластин ленты. Конвейер устанавливают на поддон, представляющий собой сборную

конструкцию, состоящую из сварного корпуса, замков, двух стаканов со встроенными втулками и деталей крепления. Поддон предназначен также для сбора рассола и возврата его через фильтры в бак.

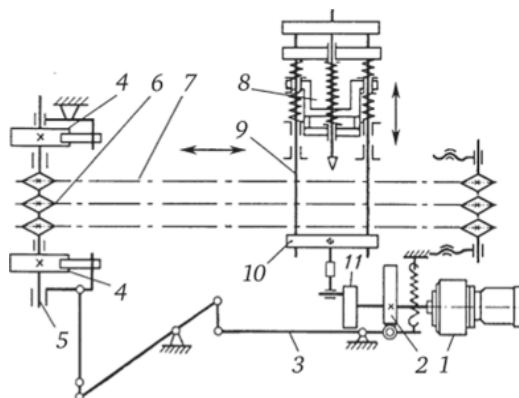
Постоянное давление в системе подачи рассола в коллекторы шприцовой головки поддерживается демпфером, который состоит из корпуса, гайки, ниппеля и штуцера.

Станина служит основанием для размещения всех механизмов привода конвейера и шприцовой головки, насоса с регулирующей аппаратурой, бака, а также всех узлов и деталей шприца.

Рассол единовременно хранят в сварном баке с фильтром.

Шприцовочная головка закрыта кожухом сборной конструкции и состоит из обечайки и двух откидных крышек из оргстекла.

Кинематическая схема привода шприца (рис.3) включает в себя мотор-вариатор, от которого через кулачок и рычаги возвратно-поступательное движение передается храповому механизму. Последний, находясь на валу, поворачивает звездочку на определенный угол и перемещает ленту пластинчатого конвейера на соответствующую длину. От мотор-вариатора приводится во вращение кривошип, через тяги и поперечину которого передается возвратно-поступательное движение штангам и шприцовой головке.



**Рис. 3. Кинематическая схема многоигльчатого шприца Я2-ФШУ:**

- 1 — мотор-вариатор; 2 — кулачок; 3 — рычаги; 4 — храповые механизмы;  
5 — вал; 6 — звездочка; 7 — пластинчатая лента; 8 — шприцовочная головка;  
9 — тяги; 10 — поперечина; 11 — кривошип

Работа шприца состоит в следующем. Подготовленное сырье для производства изделий из свинины вручную укладывают плотно друг к другу на ленту конвейера. Включают привод шприца (мотор-вариатор и насос).

Мотор-вариатор одновременно воздействует на кулачок, от которого приводятся в действие конвейер и кривошип, сообщающий возвратнопоступательное движение шприцовой головке. В период остановки конвейера шприцовочная головка перемещается в нижнее положение. Затем, дойдя до сырья, останавливается, а иглы продолжают перемещаться вниз. Выйдя из шариковых затворов, расположенных между направляющими, иглы прокалывают сырье и, пройдя сквозь его толщину, нагнетают рассол. Шариковые затворы обеспечивают запираание рассола в иглах до начала и в конце шприцевания. Подачу рассола под давлением обеспечивает насос.

При попадании какой-либо иглы на кость (в случае посола мясокостного сырья) она останавливается пружиной сжатия, которой снабжена каждая игла. При этом остальные иглы продолжают движение.

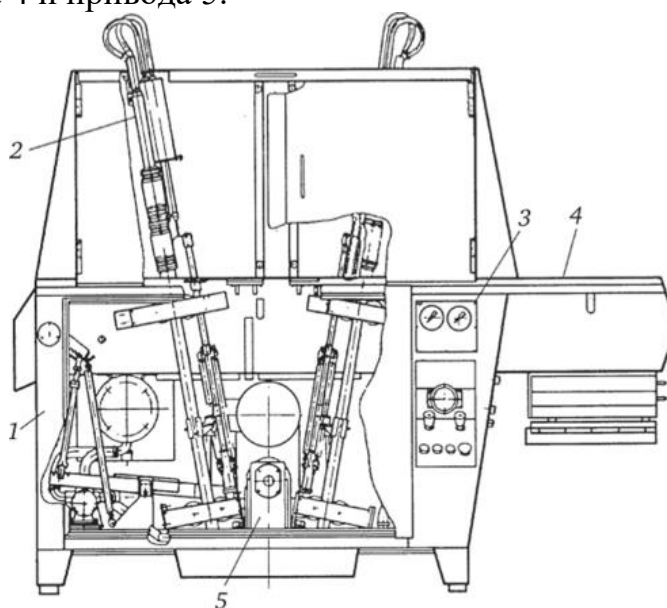


Посоленное сырье конвейером подается к месту выгрузки, откуда по спуску поступает в тележку, установленную под конвейером. Неиспользованный рассол при шприцевании через очистительные фильтры возвращается в бак. Для компенсации падения давления рассола в полости игл во время шприцевания в рассолоподающей системе установлены два демпфера.

Давление рассола в системе регулируют игольчатым дросселем, маховик которого выведен на переднюю стенку шприца.

Посолочный автомат ФАП также относится к машинам с многоигольчатым исполнительным органом и предназначен для механизации внутримышечного посола мяса при производстве копченостей из говядины и баранины. Его применяют в колбасных цехах мясокомбинатов, как правило, в комплекте с установкой массирования мяса ФУМ и конвейером ФТБ.

Автомат состоит из станины 1, кассеты с иглами 2 (рис.4), пульта управления 3, конвейера 4 и привода 5.



**Рис. 4. Посолочный автомат ФАП:**

- 1 — станина; 2 — кассета с иглами; 3 — пульт управления; 4 — конвейер;  
5 — привод

Станина автомата — сварная коробчатая конструкция, закрытая с боковых сторон крышками, дверцами и выдвижными прозрачными пластинами с резиновыми шторками. На боковой стороне находятся органы управления и контроля. В нижней части приемного лотка расположены рециркуляционные фильтры для слива остатков рассола.

Конвейер — сварная рама с валами, на которые натянута сборнометаллическая пластинчатая лента. Кассеты с иглами и пружинами размещены в верхней части станины. Снизу они закрыты резиновыми прокладками, через которые проходят иглы. Электронасос, соединенный с электродвигателем в единую модульную конструкцию, установлен в нижней части станины.

Мясное сырье солят, впрыскивая в него через инжекторные иглы рассол. Электронасос всасывает рассол через сетчатые фильтры из резервуара и подает через ресивер и запирающий клапан к иглам. Рассол впрыскивается только в момент нахождения игл в сырье. Давление впрыска регулируется в диапазоне от 0 до 0,5 МПа. Излишки рассола направляются через особые фильтры в соответствующий резервуар.

Ленточный конвейер движется только в те моменты, когда иглы находятся вне мяса. Автомат позволяет плавно регулировать частоту и шаг движения конвейера. При необходимости сырье загружается конвейером ФТБ в емкости для массирования. Основные технические данные многоигольчатых посолочных автоматов приведены в табл. 1

Таблица 1

**Основные технические данные посолочных автоматов**

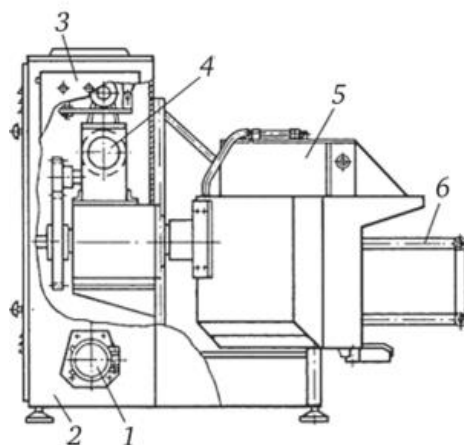
Показатель	Я2-ФШУ	ФАП-1	ФАП-2	ФАП-3
Производительность, кг/ч	2000	6000	2500	500
Число игл	39	62	62	62
Ход шприцевочной головки, мм	170	220	220	220
Ширина ленты конвейера, мм	590	490	490	490
Шаг ленты конвейера, мм	22	10...40	10...40	10...40
Частота рабочих циклов, мин-1	—	25...75	25...75	25...75
Давление рассола в системе, МПа	0,3...0,4	0,1...0,5	0,1...0,5	0,1...0,5
Установленная мощность электродвигателей, кВт	6,2	6	6	6
Габаритные размеры, мм	2230 x 920 x 2090	2800 x 840 x 2100	1600 x 680 x 2100	1400 x 600 x 1800
Масса, кг	1050	850	500	220

**Оборудование для массирования мяса**

Принцип работы практически всех машин для массирования мяса одинаков и основан на вращении с определенной частотой емкости с загруженным в нее мясом. Как правило, в емкости создается разрежение 0,01...0,03 МПа, а коэффициент ее загрузки 0,5...0,7. Для обеспечения эффекта тумблирования частоту вращения и коэффициент загрузки емкости по сравнению с массированием мяса снижают.

Машина Я2-ФММ входит в линию производства ветчины в оболочке Я2-ФВО и предназначена для массирования кускового мясного сырья под вакуумом с использованием в качестве рабочей емкости унифицированной тележки Я2-ФЦ1В.

Машина Я2-ФММ включает в себя станину 2 (рис. 5), вакуум-крышку 5, ограждение 6, вакуум-сборник 1, электрооборудование 3 и привод 4.



**Рис. 5. Машина Я2-ФММ для массирования мяса:**

1 — вакуум-сборник; 2 — станина; 3 — электрооборудование; 4 — привод;  
5 — вакуум-крышка; 6 — ограждение

Станина является основным несущим элементом, определяющим взаимное расположение частей изделия, и представляет собой сварную конструкцию коробчатой формы. Внутри станины размещены привод, вакуум-насос, вакуум-проводы и аппаратура пульта. В основании станины предусмотрены отверстия для крепления регулируемых опор. Для обслуживания механизмов, размещенных внутри станины, предусмотрены люки со съемной крышкой и крышкой, установленной на шарнирах.

Привод предназначен для передачи движения основному рабочему органу — вакуум-крышке с закрепленной на ней тележкой Я2-ФЦ1В. Привод состоит из электродвигателя и червячного редуктора, соединенных между собой клиноременной передачей. На тихоходном валу редуктора размещена шестерня, находящаяся в зацеплении с шестерней, которая установлена на рабочем валу.

Для обеспечения безопасности обслуживания и эксплуатации машины предназначено ограждение — рама, шарнирно установленная на опорах и снабженная блокирующим устройством.

Вакуум-сборник защищает вакуум-насос от попадания в него рассола и кусочков сырья. Вакуум-сборник представляет собой гильзу, в которой расположен поршень для периодической очистки сборника. Крышка вакуум-сборника снабжена смотровым стеклом.

Машина работает следующим образом. Подготовленное для созревания сырье укладывают в тележки Я2-ФЦ1В, каждую из которых вручную устанавливают на опоры в вакуум-крышке машины. Вращением рукоятки подъемного механизма тележку поднимают в крайнее верхнее положение до краев прижима ее к конусной крышке через резиновую прокладку.

Затем включают вакуум-насос и отсасывают воздух из тележки. По достижении давления в тележке не более 0,07 МПа включают ее привод. Тележка с сырьем, совершая вращательное движение с частотой 0,17 с<sup>-1</sup>, обеспечивает скользящие движения кусков мяса друг относительно друга в вакуумированной среде. Продолжительность массирования 30...60 мин (в зависимости от размеров кусков мяса).

По истечении времени массирования отключают привод вакуум-крышки. Вращением рукоятки тележку опускают в исходное положение и откатывают от машины.

Установка для массирования мяса ФУМ, предназначенная для периодической обработки костного и бескостного мяса под вакуумом путем его перемешивания с

рассолом в специальных контейнерах, наиболее эффективна при использовании в комплекте с посолочным автоматом ФАП и конвейером ФТБ.

Рабочий процесс в установке ФУМ осуществляется в специальных контейнерах вместимостью 0,975 м<sup>3</sup>. Благодаря использованию реверсивного двухскоростного мотор-редуктора и лопастей специальной формы в контейнере достигается высокое качество обработки сырья. Различные мясные изделия готовят по специальным программам, реализуемым с пульта управления. Основные технические данные оборудования для массирования мяса приведены в табл. 3.

Таблица 3

**Основные технические данные оборудования для массирования мяса**

Показатель	ФУМ-1	ФУМ-2	Я2-ФММ
Производительность, кг/ч	2000	600	150...530
Вместимость рабочей емкости, м <sup>3</sup> :			
контейнера	0,975	0,975	—
тележки	—	—	0,2
Частота вращения рабочего органа, с	0,13 и 0,26	0,13 и 0,26	0,17
Давление в вакуумной системе, МПа	0,07...0,09	0,07...0,09	0,07
Установленная мощность, кВт	9,4	2,4	2,2
Занимаемая площадь, м <sup>2</sup>	26	8	3,5
Масса, кг	5300	1050	768

Машины для посола мяса, выпускаемые зарубежными фирмами, в целом незначительно отличаются от описанного выше оборудования. Вместе с тем некоторые из них отличаются оригинальным техническим решением. Например, установка фирмы «Ласка» (Австрия) для тумблирования мяса под вакуумом имеет следующие особенности. Сырье подается конвейером в многоигольчатый шприц и после введения рассола ленточным конвейером загружается в цилиндрический контейнер вместимостью 1 м<sup>3</sup>. Бескостное сырье обрабатывают в цилиндрах с тремя полками пластинчатого типа, костное — в цилиндрах с четырьмя полками округленного профиля. Контейнер загружают на 40...50% его вместимости, герметически закрывают крышкой, переводят в горизонтальное положение и устанавливают на два приводных валика, которые вращают барабан. Сырье тумблируют под вакуумом (0,05 МПа). Управление установкой — дистанционное с пульта. Обработанное сырье после снятия крышки выгружают при помощи разгрузочного устройства из контейнера в емкость для транспортирования к месту его последующей обработки (дополнительной выдержки в посоле или формования).

Установка фирмы «Ланген» (Нидерланды) предназначена для шприцевания и тумблирования сырья также в условиях вакуума. Она работает следующим образом. Контейнер с сырьем подается к установке и герметично закрепляется фланцами на загрузочной горловине. Затем установка с контейнером приводится во вращение, сырье перемещается из загрузочной емкости (контейнера) последовательно в емкости с

полыми иглами для его шприцевания и с иглами для прокалывания. Рассол подается во время нахождения полых игл в сырье. В торцевой части шприцевочной емкости размещены четыре группы игл по 72 штуки в каждой. При частоте вращения 8 мин<sup>-1</sup> обрабатывается 500 кг сырья в течение 30 мин. Установка работает в автоматическом режиме.

### Методические указания:

Технологический расчет оборудования для посола мяса

Выбор оборудования для посола мяса определяется технологией конкретного вида мясопродуктов.

Комплекс оборудования для посола мяса и посолочные автоматы подбирают на основании их паспортной часовой производительности. Оборудование для посола мяса периодического действия и аппараты для массирования и тумблирования мясного сырья выбирают исходя из их часовой (сменной) производительности, кг/ч,

$$Q_{\text{п}} = \frac{60 \times V \times k}{T_{\text{ц}}}, \quad (1)$$

где  $V$  — геометрический объем емкости аппарата, м<sup>3</sup>;  $\rho$  — плотность обрабатываемого продукта, кг/м<sup>3</sup>;  $k$  — коэффициент загрузки емкости ( $k = 0,4 \dots 0,5$ );  $T_{\text{ц}}$  — продолжительность одного цикла обработки продукта, мин.

Необходимое число аппаратов

$$n_{\text{п}} = \frac{A_{\text{п}}}{Q_{\text{п}} \times T_{\text{см}}}, \quad (2)$$

где  $n_{\text{п}}$  — необходимое число аппаратов для обработки сырья;  $A_{\text{п}}$  — количество обрабатываемого сырья в смену, кг;  $T_{\text{см}}$  — продолжительность смены, ч.

### Задание №1

Провести расчет производительности аппарата для массирования и тумблирования мясного сырья, определить необходимое количество аппаратов. Подобрать необходимое оборудование, согласно полученных расчетов.

Данные для расчетов:

1 вариант	2 вариант
$T_{\text{ц}}=7,5$ мин	$T_{\text{ц}}=7,5$ мин
$T_{\text{см}}=8$ ч;	$T_{\text{см}}=12$ ч;
$A_{\text{п}}=3500$ кг	$A_{\text{п}}=8500$ кг
$k=0,4$	$k=0,5$
$V=2,5$ м <sup>3</sup>	$V=3,1$ м <sup>3</sup>

### Список литературы

- Авдеева И. В. Машины и оборудование для переработки мяса / И. В. Авдеева, В.Г. Здановская - М.: Информагротех, 2006 – 327 с.
- Авдеева Н. В. Машины, оборудование, приборы и средства автоматизации для перерабатывающих отраслей АПК / Н.В. Авдеева, А.Ф. Волков - М.: АгроНИИТЭНИТО, 2013 – 369 с.

8. Бредихин С.А. Технологическое оборудование мясокомбинатов / С.А. Бредихин, О.В. Бредихина, Ю.В. Космодемьянский. - М.: Колос, 2015.

9. Глущенко Н. А. Технология, сооружения и оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции / Учебное пособие для вузов / Н.А. Глущенко, Л.Ф Глущенко – Великий Новгород: ИПЦ НовГУ, 2012 – 524 с.

10. Ивашов В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности: Учебное пособие. М.: Колос, 2014 – 552 с.

## Практическое занятие № 25

### ТЕМА: "ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ТЕПЛОЙ И ХОЛОДИЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ МЯСА И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ."

**Цель работы:** провести технологический расчет оборудования для тепловой и холодильной обработки мяса и мясных продуктов.

**Задачи:**

Провести расчет подвешного пути, число стеллажей или полок для охлаждения, замораживания, хранения и размораживания продукта, количество скороморозильных аппаратов туннельного типа.

**Обеспеченность занятия:** методические указания по выполнению практических и лабораторных работ.

**Контрольные вопросы при допуске к работе:**

1. В чем принципиальное отличие специального холодильного оборудования от универсального?
2. Для чего служат среднетемпературные холодильные шкафы и сборные камеры?
3. Какие типы сборных холодильных камер применяют для хранения продуктов?
4. Чем различаются холодильные машины сборных камер КХН-1-8,0 и КХС-1-8,0?
5. Какие существуют способы охлаждения холодильных камер?
6. С какой скоростью перемещается воздух при трубчатом и воздушном охлаждении холодильных камер?
7. Для чего и каким образом удаляют снеговую шубу с испарителей воздухоохладителей и батарей непосредственного охлаждения?
8. Какие скороморозильные аппараты применяют для замораживания мяса и мясопродуктов?
9. Как регулируют температуру замораживания продуктов в универсальном аппарате Я10-ФАУ?
10. Какие морозильные аппараты наиболее эффективны при замораживании мяса в блоках?
11. Какие хладагенты применяют в холодильном оборудовании специального назначения?
12. Каковы особенности роторных морозильных аппаратов?
13. Какие морозильные аппараты относятся к криогенным?
14. Что используется в качестве хладагента в турбохолодильной машине?

**Время выполнения: 90 мин.**

**Теоретические сведения.**

*Оборудование для холодильной обработки мяса*

В зависимости от задач холодильной обработки и предполагаемых сроков хранения мясо и мясопродукты подвергают охлаждению, подмораживанию и замораживанию.

Применительно к конкретному виду продукции указанные технологические процессы имеют вполне определенные температурный режим и назначение. Например, охлаждение мяса — это понижение температуры в толще туши до температуры  $+4...-1^{\circ}\text{C}$ . Продолжительность хранения в этом случае зависит от вида сырья, исходной микробиологической обсемененности, рН, некоторых других факторов и составляет 5...16 сут.

Подмораживание мяса проводят при температуре на  $2...3^{\circ}\text{C}$  ниже криоскопической. Толщина подмороженного слоя ( $-3...-5^{\circ}\text{C}$ ) не должна превышать 4 см, а температура в толще мышц бедра —  $0...-2^{\circ}\text{C}$ . При этом продолжительность хранения не должна превышать 20 сут.

Замораживание — один из наиболее распространенных методов консервирования мяса, позволяющий сохранить питательные и большую часть вкусовых качеств свежего мяса в процессе длительного хранения. Замороженное мясо имеет температуру в толще мышц бедра не выше  $-20^{\circ}\text{C}$ . Продолжительность хранения зависит от температуры и вида мяса и составляет 6... 12 мес и более.

Холодильное оборудование, применяемое на мясоперерабатывающих предприятиях малой и средней мощности, условно можно разделить на две большие группы — универсальное и специальное.

К универсальному оборудованию, позволяющему наряду с холодильной обработкой и хранить продукцию, относят холодильные шкафы и сборные холодильные камеры.

Группу специального оборудования составляют скороморозильные воздушные, морозильные плиточные аппараты и криогенные морозильные агрегаты. Это оборудование не предназначено для хранения продукции, а осуществляет только ее холодильную обработку.

По другой классификации оборудование и способы замораживания пищевых продуктов делят на три класса: при помощи хладагента, в жидкости и на воздухе. В зависимости от наличия промежуточного передатчика теплоты между продуктом и охлаждающей средой каждый из указанных классов, в свою очередь, делят на два подкласса: контактное и бесконтактное замораживание.

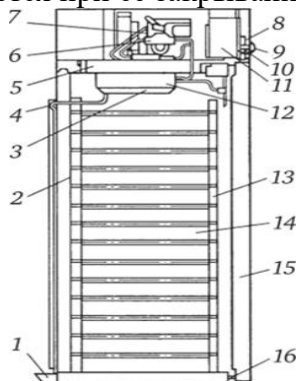
### **Холодильные шкафы**

Холодильные шкафы на малых перерабатывающих предприятиях используют для кратковременного хранения сырья и готовой продукции.

Промышленность выпускает среднетемпературные (тип ШХ) и низкотемпературные (тип ШН) холодильные шкафы. Холодильные шкафы (рис1) состоят из корпуса и машинного отделения. Корпус собран из панелей, выполненных в виде металлических рам, облицованных с внутренней стороны листами из алюминиевого сплава, а с наружной — стальными, лицевая сторона которых окрашена в белый цвет. Между обшивками находится теплоизоляция — пенополистирол. В более совершенных конструкциях шкафов (ШХ-1,40 и ШН-1,0) пространство между обшивками залито пенополиуретаном.

Плотность прилегания дверей обеспечивается поливинилхлоридной прокладкой, магнитной вставкой и специальным замком, запирающимся на ключ.

Охлаждаемый объем освещается лампой накаливания, которая автоматически включается при открывании двери шкафа и выключается при ее закрывании.



**Рис.1. Среднетемпературный шкаф ШХ-1,40:**

- 1 — поддон сбора талой воды; 2 — корпус шкафа; 3 — поддон воздухоохладителя;
- 4 — трубка отвода талой воды; 5 — плита теплоизолированная;
- 6 — терморегулирующий вентиль; 7 — холодильный агрегат; 8 — щит управления и сигнализации;
- 9 — лампа сигнальная; 10 — термометр манометрический; 11 — щит электрооборудования; 12 — воздухоохладитель;
- 13 — опорные скобы для функциональных емкостей; 14 — емкости; 15 — дверь;
- 16 — уплотнение дверей

В большинстве холодильных шкафов машинное отделение расположено над охлаждаемым объемом. Все узлы холодильной машины установлены на теплоизолированной плите. На верхней ее поверхности размещены холодильный агрегат с фильтром-осушителем, теплообменник, терморегулирующий вентиль и шкаф электрооборудования, на нижней — воздухоохладитель, лампа освещения и микропереключатель.

В холодильных шкафах ШХ-1,40 и ШН-1,0 продукт охлаждается благодаря активному перемещению холодного воздуха, подаваемого вентилятором воздухоохладителя.

В холодильных шкафах с испарителем теплоноситель перемещается под действием разности плотностей холодного и теплого воздуха.

Управление холодильным шкафом в режимах охлаждения и оттаивания испарителя осуществляется автоматически.



## Сборные холодильные камеры

Сборные холодильные камеры служат для кратковременного хранения охлажденных (тип КХС) или длительного хранения замороженных (тип КХН) продуктов.

Конструктивно они бывают трех типов: щитовые, панельные и блочные.

Камеры щитового типа собирают из отдельных щитов (стеновых, напольных и потолочных).

Камеры панельного типа имеют унифицированные стеновые плоские панели, угловые и Т-образные элементы для перегородок, что позволяет собирать их с внутренним объемом от 6 до 300 м<sup>3</sup>. Камеры этого типа наиболее перспективны, так как их панели имеют заливную теплоизоляцию, удобны для транспортирования и оборудованы встроенными узлами для стыковки, что упрощает их сборку.

Камеры блочного типа состоят из готовых блоков (стеновых П-образного вида, машинного и т.д.). Они поставляются потребителю вместе с холодильным агрегатом, полностью готовым к работе. Однако неудобство транспортирования отдельных блоков этих камер ограничивает их вместимость.

Для мясоперерабатывающих предприятий малой и средней мощности промышленность выпускает низкотемпературные камеры КХН-1-8,0 и КХН-1-8,0К панельного типа.

В камере КХН-1-8,0 замороженные продукты хранят на полках-решетках, а мясные туши подвешивают на крюки. Высоту полок-решеток можно регулировать.

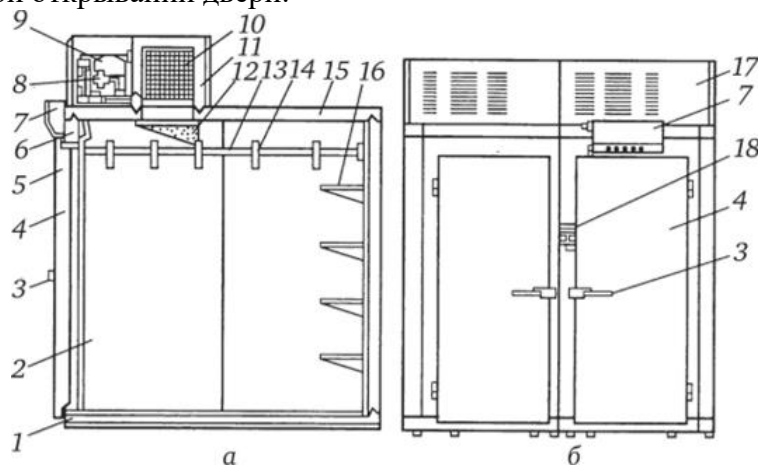
В камере КХН-1-8,0К продукты хранят в передвижных контейнерах (размерами 800 x 700 x 1700 мм) с колесами.

Камера КХН-1-8,0 (рис. 2) собрана из панелей, соединенных между собой эксцентриковыми стяжками. Для достижения плотного прилегания панелей друг к другу применено соединение типа шип—паз.

Дверь, подвешенная на самозакрывающихся петлях, представляет собой теплоизолированную пенополиуретаном панель с закрепленным по периметру уплотнителем. К дверному проему она прижимается специальным запором, который закрывается снаружи ключом и открывается без ключа изнутри.

На панели двери установлен щит управления, на котором расположены выключатель освещения в камере и манометрический термометр для контроля температуры в камере.

На потолочных панелях в передней части камеры размещены две блочные низкотемпературные машины МХНК-630 полной заводской готовности. Они снабжены системами автоматического оттаивания испарителя и выпаривания воды, образующейся при таянии снеговой шубы. В потолочных панелях имеются отверстия, обеспечивающие циркуляцию воздуха через воздухоохладители, расположенные над этими отверстиями. Воздухоохладитель герметично закрыт теплоизолированным коробом. Вентилятор воздухоохладителя отключается автоматически микровыключателем при открывании двери.



**Рис. 2. Сборная низкотемпературная камера КХН-1-8,0:**

- а — разрез; б — вид спереди; 1 — панель пола; 2 — боковая панель;  
3 — замок двери; 4 — дверь; 5 — панель двери; 6 — светильник; 7 — шкаф  
электрооборудования; 8 — терморегулирующий вентиль; 9 — холодильный агрегат; 10 —  
воздухоохладитель; 11 — короб; 12 — отражатель; 13 — труба;

14 — крюк; 15 — панель потолка; 16 — решетка-полка; 17 — ограждение холодильного агрегата; 18 — щит управления

В передней части камеры над дверью установлен шкаф электрооборудования, в котором размещены приборы автоматики управления, пускозащитная аппаратура и другие элементы электрической схемы машины.

Конструкция среднетемпературных камер КХС-1-8,0 и КХС-1-8,0К аналогична конструкции низкотемпературных. В их состав входит блочная холодильная машина МХК-1000, работающая на R-12. Способы охлаждения и оборудование холодильных камер.

В зависимости от условий теплоотвода и конструкции холодильных камер различают трубчатое, воздушное и смешанное охлаждение.

При трубчатом охлаждении в камерах устанавливают батареи, в которые подается хладоноситель (водный раствор хлорида натрия либо хлорида кальция) или хладагент.

Если охлаждение воздуха происходит вследствие кипения хладагента в батареях, расположенных непосредственно в охлаждаемой камере, то такой способ охлаждения называется непосредственным охлаждением, а оборудование для его реализации — батареями непосредственного охлаждения.

При этом способе, получившем в последнее время преимущественное распространение по сравнению с рассольным, воздух циркулирует со скоростью 0,05...0,15 м/с благодаря разности плоскостей теплого воздуха у поверхности охлаждаемого продукта и холодного у поверхности приборов охлаждения.

Воздушное охлаждение камер осуществляется воздухом, предварительно охлажденным в теплообменном аппарате — воздухоохладителе. Холодный воздух из воздухоохладителя нагнетается вентилятором в камеру и, соприкасаясь с охлаждаемым продуктом, увлажняется, температура его повышается.

В воздухоохладителе воздух, охлаждаясь и осушаясь, отдает теплоту кипящему хладагенту. В случае необходимости вентиляции холодильной камеры в воздухоохладитель поступает наружный воздух. При воздушном охлаждении воздух перемещается принудительно со скоростью 5...10 м/с.

Смешанное охлаждение представляет собой совокупность трубчатого и воздушного охлаждения и в современном холодильном оборудовании почти не применяется.

По сравнению с трубчатым воздушное охлаждение имеет некоторые преимущества: более равномерное распределение температуры и влажности воздуха по объему камеры; более интенсивное охлаждение и замораживание продукта вследствие увеличения скорости перемещения воздуха; возможность вентилирования камеры и регулирования влажности воздуха, что необходимо при хранении многих продуктов. Его недостатки — более высокие затраты на оборудование и электроэнергию, а также повышенная усушка хранимого продукта при длительном нахождении его в камере без упаковки.

При трубчатом охлаждении холодильных камер их основным оборудованием являются батареи. Их изготавливают из горячекатаных бесшовных стальных труб диаметром 38 мм и толщиной стенки 2,5 мм, оребренных стальной лентой размерами 45 x 0,8 мм с шагом ребер 20 и 30 мм. В камерах, комплектуемых холодильными машинами холодо-производительностью 3,5...10,5 кВт, батареи изготавливают из медных труб диаметром 16, 18 и 20 мм и толщиной стенки 1 мм. Для предохранения от контактной коррозии трубы цинкуют и хромируют гальваническим способом.

Ребра охлаждения прямоугольной или трапецеидальной формы изготавливают из алюминиевой ленты АД-1Н толщиной 0,5 мм и латуной Л62-Т-0,4 толщиной 0,4 мм с шагом 8...15 мм.

Основным оборудованием воздушного охлаждения холодильных камер являются воздухоохладители. В них воздух охлаждается, отдавая теплоту хладагенту через стенку труб, собранных в виде змеевиковых или коллекторных секций. Такие воздухоохладители называются сухими. Они нашли наибольшее распространение в современных системах охлаждения холодильных камер.

Воздух через воздухоохладитель нагнетается осевыми или центробежными вентиляторами. Все элементы воздухоохладителя смонтированы в металлическом кожухе.

Воздухоохладители можно подвешивать к потолку камеры (потолочные подвесные), устанавливать в камере на полу или располагать вне камеры.

Для изготовления секций в воздухоохладителях используют трубы размерами 25 x 0,5 мм с плоскими ребрами.

Снеговую шубу в воздухоохладителях оттаивают при помощи электронагревателей или горячими парами аммиака.

Воздухоохладители холодильных машин МХНК-630 или МХК-1000, которыми комплектуют сборные низко- и среднетемпературные камеры, состоят из испарителя, вентиляторного узла, диффузора, поддона для сбора и отвода талой воды при оттаивании испарителя и опорной рамы. Воздухоохладитель машины МХНК-630 укомплектован также змеевиком обогрева поддона. Испаритель включает в себя три соединенные между собой секции. Секция испарителя представляет собой пучок медных трубок диаметром 12 мм, расположенных в шахматном порядке, с насаженными на них алюминиевыми ребрами с шагом 4,5 мм.

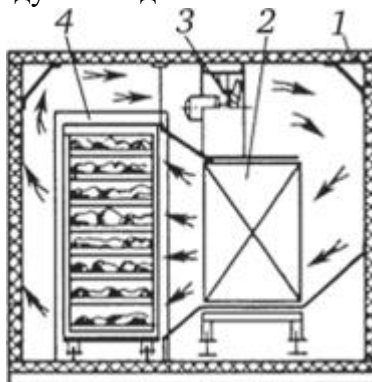
Вентиляторный узел выполнен в виде электродвигателя с надетой на его вал трехлопастной крыльчаткой типа К-95 диаметром 250 мм.

Воздушные скороморозильные камеры

Среди аппаратов, в которых в качестве теплоотводящей среды используют газ (диоксид углерода, воздух), наибольшее распространение получили воздушные морозильные аппараты. Они состоят из отсеков: грузового, в котором помещается замораживаемый продукт, и воздухоохладителей. Последние в зависимости от конструкции аппарата могут быть расположены рядом с грузовым отсеком, под или над ним.

Секции воздухоохладителей изготавливают из гладких или оребренных труб, в которых кипит хладагент (чаще всего аммиак). Он циркулирует при помощи насоса или благодаря разности давлений конденсации и кипения (в аппаратах с малым гидравлическим сопротивлением). В зависимости от способа замораживания продуктов и типа перемещающих их средств воздушные скороморозильные аппараты делятся на тележечные, конвейерные и гравитационные.

Скороморозильный аппарат туннельного типа АСМТ (рис. 3) состоит из морозильной камеры, испарителей, вентиляторов воздухоохладителя и тележек.



**Рис. 3. Скороморозильный аппарат туннельного типа АСМТ:**

1 — морозильная камера; 2 — испаритель; 3 — вентилятор; 4 — тележка

Предназначенные для замораживания продукты укладывают в лотки (ящики), устанавливаемые на тележки, и помещают в морозильную камеру перпендикулярно потоку холодного воздуха. При прохождении через ребристо-трубные испарители воздух охлаждается до  $-35^{\circ}\text{C}$ . Циркуляция его осуществляется осевыми вентиляторами. В конструкции аппарата применены модульные трехслойные теплоизоляционные панели, которые соединены друг с другом по типу шип—паз.

Продолжительность замораживания продукта до  $-18^{\circ}\text{C}$  (при начальной  $+20^{\circ}\text{C}$ ) 3,5.. .4 ч. Число тележек (от 3 до 6) зависит от длины камеры (2600, 3800, 4400 и 5600 мм).

Скороморозильные аппараты АСМТ работают по циклическому принципу — рабочий цикл замораживания чередуется с подготовительным, при котором в трубы воздухоохладителя насосом

подается горячая вода для удаления с них снеговой шубы. Образовавшаяся при этом вода поступает в специальный поддон.

Скороморозильные аппараты тележечного типа в конструктивном плане почти не отличаются от сборных низкотемпературных камер. Главное отличие — использование более мощных холодильных систем, имеющих, как правило, автономный холодильный агрегат. При этом последний работает только на аммиаке.

Недостатки аппаратов тележечного типа и сборных камер также одинаковы: плохо используется длина аппарата, значительные затраты ручного труда при погрузочно-разгрузочных операциях.

Конвейерные морозильные аппараты позволяют в определенной степени избавиться от указанных недостатков.

Они состоят из отсеков: грузового и воздухоохладителей. Последний располагают таким образом, чтобы обеспечить эффективное охлаждение перемещаемого конвейером продукта.

По виду конвейера данные морозильные аппараты подразделяют на аппараты с цепным (зигзагообразным или спиралеобразным) и ленточным конвейерами.

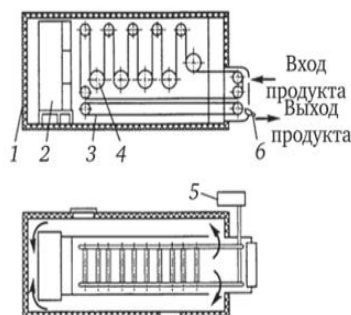
Морозильные аппараты с ленточным конвейером обычно применяют для замораживания фасованных продуктов.

Морозильные аппараты со спиральным конвейером широко распространены при охлаждении мяса и рыбы. Ими оснащены суда-рефрижераторы.

Зарубежные фирмы также выпускают аппараты со спиральным конвейером.

Несмотря на сложную пространственную конструкцию спирального конвейера, аппараты этого типа имеют меньшие габариты и большую производительность по сравнению с другими.

Скороморозильный универсальный аппарат Я10-ФАУ (рис. 4) состоит из морозильной камеры, воздухоохладителя, конвейера, транспортера, их общего привода и лотка.



**Рис. 4. Скороморозильный универсальный аппарат Я10-ФАУ:**

1 — морозильная камера; 2 — воздухоохладитель; 3 — транспортер;  
4 — конвейер; 5 — привод; 6 — лоток

Цепной конвейер и транспортер движутся от одного многоскоростного привода. Продукт загружается на одну из двух поверхностей рабочего органа конвейера, которые периодически меняются по мере движения вдоль аппарата. Воздух, охлажденный до  $-30...-35^{\circ}\text{C}$  вентиляторами, подается на трубчатый испаритель и обдувает движущийся продукт. В конце процесса замораживания он поступает на нижний транспортер и по разгрузочному лотку удаляется из аппарата. Продолжительность нахождения замораживаемого продукта в аппарате регулируется скоростью движения конвейера и составляет  $0,8...3,5$  ч.

В качестве хладагента в аппарате Я10-ФАУ используют аммиак, циркулирующий в охлаждающей системе при помощи насоса.

Конструкция аппарата позволяет поставлять его укрупненными узлами, что значительно сокращает время монтажных работ. Производительность его при охлаждении мяса  $500...1000$ , при замораживании —  $300...500$  кг/ч.

Для замораживания продуктов животного и растительного происхождения в блок-формах или коробках применяют гравитационные морозильные аппараты. Их отличительной особенностью по сравнению с другими воздушными морозильными аппаратами является способ перемещения блок-форм с замораживаемыми продуктами в грузовом отсеке. Последние

устанавливают на специальную каретку, представляющую собой сваренную из угловой стали раму, с роликами (подшипниками) на торцах. Внутри аппарата каретка проталкивается гидравлическим или электрическим приводом по горизонтально расположенным направляющим (рельсам). В конце каждого ряда направляющих каретка с блок-формами выдвигается на специальные механизмы (гребенки) и под действием силы тяжести опускается до уровня следующих направляющих. Производительность аппарата определяется длиной, а также числом рядов направляющих по его высоте. Суточная производительность скороморозильного гравитационного конвейерного аппарата ГКА-4 с числом направляющих 12, 10 и 8 соответственно 21,5, 18,2 и 14 т. При этом мясо с начальной температурой 18°C охлаждается до -18°C.

Отсутствие тяговых цепей, направляющих звездочек и натяжных механизмов в гравитационных аппаратах делает их более экономичными с точки зрения удельных затрат металла и электроэнергии по сравнению с конвейерными.

#### Плиточные морозильные аппараты

Для замораживания различных пищевых продуктов в блоках применяют плиточные аппараты.

По сравнению с воздушными при равной производительности они занимают в 1,5 раза меньше площади, удельный расход энергии в этих аппаратах на 25...30% ниже.

Основной рабочий орган плиточных аппаратов — морозильные плиты, изготовляемые из алюминия, с внутренними каналами для прохождения хладагента.

Каждая морозильная плита соединена гибкими шлангами с нагнетательным и отсасывающим коллекторами холодильной установки. Морозильные плиты с циркулирующим в них хладагентом прижимаются к продукту (давление 5... 100 кПа), который в упакованном или неупакованном виде помещен в блок-формы (окантовки), и тем самым обеспечивают эффективный теплообмен продукта и охлаждающей поверхности аппарата.

Отсутствие промежуточного хладоносителя, хороший контакт продукта с морозильной плитой, компактность позволяют интенсифицировать процесс замораживания мяса по сравнению с замораживанием в воздушных аппаратах в 2...3 раза.

Толщина замораживаемых блоков 65... 100 мм. Масса их может изменяться в широких пределах — от 0,2 до 12 кг. Обычно замораживание ведут при температуре хладагента в морозильных плитах -35...-40°C.

В зависимости от расположения морозильных плит различают горизонтально-плиточные, вертикально-плиточные и роторные аппараты.

На предприятиях мясной и молочной промышленности широкое распространение получили морозильные линии ФБМ-1 и ФБМ-2 с мембранными аппаратами и автоматизированные роторные морозильные аппараты МАР, АРСА и УРМА.

По принципу работы мембранные морозильные аппараты не отличаются от вертикально-плиточных, а по эффективности уступают роторным.

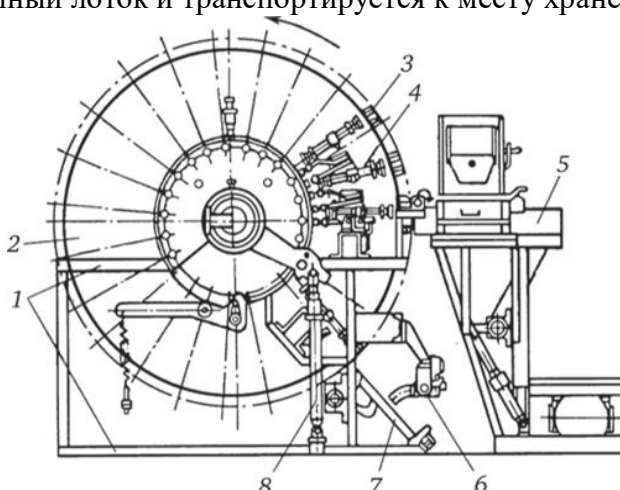
В роторных аппаратах блоки продукта замораживают в двух- или трехплиточных автономных секциях, которые радиально прикреплены к горизонтально расположенному валу, в результате чего образуется ротор. Пустотелый вал последнего также используется для подачи хладагента или хладоносителя в морозильные плиты и для отвода его от них. Поскольку в роторных аппаратах создается значительное гидравлическое сопротивление, хладагент подается в аппарат обычно циркуляционным насосом.

Отличительная особенность роторных аппаратов — циклический принцип их работы, т.е. в то время как одна морозильная секция разгружается и загружается, в остальных идет процесс замораживания.

Автоматизированный роторный морозильный аппарат АРСА-10 (рис. 5) подобно аппаратам МАР состоит из сварной станины, ротора, образованного двухплиточными морозильными секциями, и загрузочно-разгрузочных устройств. Система управления гидроэлектрическая, т.е. все операции (за исключением укладки продукта в окантовки) автоматизированы.

Аппарат работает следующим образом. На позиции загрузки в межплиточное пространство морозильной секции загружают по две окантовки с продуктом (четыре ячейки-блока массой 10...12 кг каждая). При этом в каждую ячейку закладывают парафинированную пергаментную

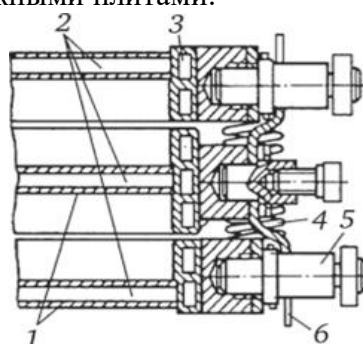
бумагу или полимерную пленку для предотвращения примораживания продукта к морозильным плитам. Процесс замораживания осуществляется за три неполных оборота ротора, после чего продукт выгружается в приемный лоток и транспортируется к месту хранения.



**Рис. 5. Автоматизированный роторный морозильный аппарат АРСА-10:**

1 — станина; 2 — ротор; 3 — морозильная плита; 4 — устройство для раскрытия плит; 5 — загрузочное устройство; 6 — разгрузочное устройство; 7 — лоток приема замороженных блоков; 8 — привод ротора

В аппаратах АРСА-3-15 и УРМА (рис. 6) блоки замораживаются в трехплиточных автономных секциях, которые образованы средней неподвижной, жестко связанной с дисками вала ротора, и двумя крайними подвижными плитами.



**Рис. 6. Трехплиточная морозильная секция:**

1 — морозильные плиты; 2 — каналы для прохождения хладагента в плитах; 3 — коллектор хладагента; 4 — пружина; 5 — палец; 6 — направляющие плит

Универсальный роторный морозильный аппарат УРМА можно применять для замораживания разнообразных пищевых продуктов. Он представляет собой комплекс из автоматизированного загрузочно-разгрузочного устройства и роторного морозильного аппарата.

Замораживание в УРМА осуществляется по программе, которая учитывает вид продукта, толщину блока, температуру и вид хладагента.

**Криогенные морозильные аппараты и линии**

Низкие температуры, необходимые для замораживания пищевых продуктов, достигаются в результате кипения хладагентов (аммиак, хладоны) или криогенных жидкостей (жидкие азот, воздух, диоксид углерода).

Криогенные жидкости — однократно используемые хладоносители так как получаемые в морозильных аппаратах пары этих жидкостей технически трудно и экономически нецелесообразно сжигать непосредственно на перерабатывающем предприятии для повторного использования, поэтому продукты их обработки выбрасывают в атмосферу.

В зависимости от типа аппарата криогенные агрегаты и линии делятся на две группы. В первой обрабатываемый в аппарате продукт в процессе теплообмена непосредственно контактирует с криогенной жидкостью. В аппаратах второй группы теплообмен между продуктом и криогенной жидкостью осуществляется через элементы, имеющие дополнительное термическое

сопротивление (упаковку продукта, металлическую поверхность блок-формы или транспортирующего конвейера).

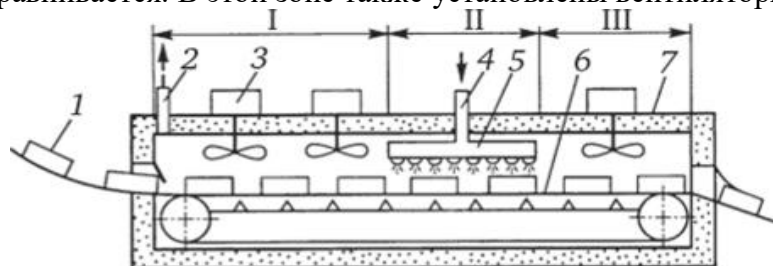
В свою очередь, аппараты обеих групп, в зависимости от условий теплообмена продукта с хладоносителем, делятся на аппараты замораживания кипящим (криогенные жидкости и хладон) и некипящим (солевые растворы) хладоносителем.

Жидкоазотные линии быстрого замораживания пищевых продуктов состоят из щита управления, емкости для хранения жидкого азота, модуля упаковки замороженных продуктов и криогенного морозильного аппарата.

Аппарат (рис.7) представляет собой теплоизолированный короб, в котором размещены грузовой конвейер, вентиляторы, распылительное устройство и транспортеры погрузки и выгрузки продукта. По ходу движения продукта аппарат разделен на три зоны. Первая предназначена для предварительного охлаждения продукта (до  $-1...-5^{\circ}\text{C}$ ) парами хладагента, поступающими из последующих зон. Для интенсификации теплообмена в этой зоне благодаря установке вентиляторов скорость движения паров достигает  $20...30\text{ м/с}$ .

В средней зоне продукт орошается из распылительного устройства (распылительных сопел) и замораживается до конечной температуры ( $-20...-30^{\circ}\text{C}$ ).

В последней зоне аппарата остатки жидкого азота испаряются с поверхности продукта, и его температурное поле выравнивается. В этой зоне также установлены вентиляторы.



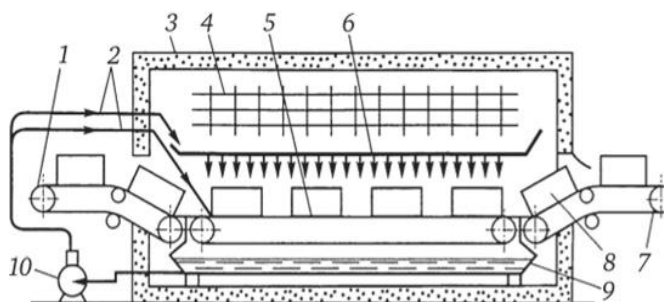
**Рис. 7. Схема аппарата с распылением жидкого азота:**

I — зона предварительного охлаждения продукта; II — зона орошения; III — зона выравнивания температуры продукта; 1 — блок продукта; 2 — трубопровод отвода газообразного азота; 3 — вентилятор; 4 — трубопровод подачи жидкого азота; 5 — распылительное устройство; 6 — грузовой конвейер; 7 — теплоизолированный короб

Производительность линий по мясу  $100...200\text{ кг/ч}$  и зависит от их габаритных размеров. Удельный расход жидкого азота и электроэнергии на  $1\text{ кг}$  замороженного продукта соответственно  $0,8...1,2\text{ кг}$  и  $0,035...0,08\text{ кВт}$ . В зависимости от часовой производительности масса оборудования линий составляет  $1000...2000\text{ кг}$ .

В настоящее время все большее распространение получают хладоновые морозильные аппараты, в которых в качестве хладагента используется хладон, очищенный от свободного фтора и не оказывающий отрицательного действия на пищевые продукты. Схема работы такого аппарата приведена на рис. 8.

Хладоновый аппарат состоит из теплоизолированного короба, конденсатора, орошающего устройства, грузового конвейера, системы отвода и подачи жидкого хладагента, а также загрузочного и разгрузочного транспортеров.



**Рис. 8. Схема хладонового морозильного аппарата:**

1 — транспортер загрузки; 2 — трубопровод подачи жидкого хладагона;

3 — теплоизолированный короб; 4 — конденсатор; 5 — грузовой конвейер; 6 — орошающее устройство; 7 — транспортер выгрузки продукта; 8 — блок замораживаемого продукта; 9 — поддон; 10 — насос

Продукт транспортером подается в зону охлаждения, затем на грузовом конвейере поступает в зону замораживания жидким хладоном, распыляемым орошающим устройством. Далее замороженный продукт попадает в зону выравнивания температур и выгружается для дальнейшей обработки и хранения. Над грузовым конвейером смонтирован конденсатор, предназначенный для конденсации паров хладона и охлаждаемый холодильной установкой.

Аппарат компактен, прост в монтаже; потери массы замораживаемого продукта минимальны. В хладоновых аппаратах хладагент используется многократно, однако при их эксплуатации необходимо следить за герметичностью системы и регулярно добавлять в нее жидкий хладон.

#### Перспективное холодильное оборудование

Холодильная обработка пищевых продуктов — весьма дорогостоящая технологическая операция, нередко связанная с применением озоноразрушающих веществ, которые запрещены к применению во многих странах мира. В связи с этим совершенствование оборудования для холодильной обработки продукции животноводства ведется в двух направлениях: улучшение конструктивных параметров морозильных аппаратов и применение принципиально новых источников получения холода.

Первое направление реализуется при создании таких морозильных аппаратов, в которых существенно улучшается процесс теплообмена между охлаждаемым продуктом и хладагентом. В этом отношении наиболее перспективными являются воздушные спиральные и плиточные аппараты, а также криогенные замораживающие агрегаты.

Второе направление связано с разработкой озонобезопасных хладагентов (например, R-404a) и совершенствованием воздушных турбо-холодильных машин. Последние уже достаточно широко применяют в холодильной технике и на их базе выпускают морозильный аппарат 5АМ6 для замораживания мяса в блоках, а также полуфабрикатов и готовых кулинарных блюд в упаковках; скороморозильную установку МУМ1 для быстрого замораживания овощей и фруктов и другое оборудование.

На базе воздушной турбохолодильной машины МТХМ1 разработана оригинальная передвижная холодильная установка, которая позволяет обслуживать производителей с периодической потребностью в быстром замораживании мяса, рыбы и других пищевых продуктов. Привод ее может осуществляться от двигателя автомобиля, электродвигателя или дизеля, установленного на раме турбохолодильной машины. Установка экологически чистая: в качестве хладагента и хладоносителя используется атмосферный воздух.

Турбохолодильная машина подает 3000...3500 кг воздуха в час температурой 50...110°C. Горячий воздух температурой 100...110°C также может быть использован для нужд потребителя.

Наиболее важными проблемами в совершенствовании воздушных турбохолодильных машин в настоящее время являются повышение их экономичности и снижение стоимости.

#### Методические указания:

##### *Технологический расчет оборудования для холодильной обработки мяса*

Методика подбора оборудования для холодильной обработки мяса зависит от вида обработки и типов аппаратов и машин, применяемых для этих целей. К технологическому оборудованию в холодильнике относятся: подвесные пути для туш, полутуш и четвертин, а также для рам с субпродуктами и тушами мелкого рогатого скота; стеллажи и полки для мяса и мясопродуктов; морозильные аппараты для замораживания мяса в блоках, субпродуктов, птицы и т.д.

$$L_{об} = 1,1L_{пол} = 1,1 \frac{AT_{хол}}{g_1 T_{см}}, \quad (22.1)$$

Расчет подвесного пути заключается в определении его общей и полезной длины, м:



где  $L_{\text{пол}}$  — полезная длина подвешенного пути, м;  $A$  — количество обрабатываемого продукта за смену, кг;  $T_{\text{см}}$  — продолжительность смены, ч;  $T_{\text{хол}}$  — продолжительность холодильной обработки продукта, ч;  $g_1$ , — норма нагрузки 1 м подвешенного пути, кг.

Число стеллажей или полок для охлаждения, замораживания, хранения и размораживания продукта рассчитывают, определяя общую (развернутую) площадь стеллажей, полок или пола,  $\text{м}^2$ :

$$F_{\text{ох}} = \frac{AT_{\text{ох}}}{g_2 T_{\text{см}}}, \quad (22.2)$$

где  $g_2$  — норма нагрузки на стеллажи, полки или пол,  $\text{кг}/\text{м}^2$ .

Число скороморозильных аппаратов туннельного типа подбирают по числу тележек, в которых размещают обрабатываемый продукт, число тележек — по формуле (22.2). Для этого в формуле норму нагрузки на стеллажи заменяют вместимостью тележки.

Число скороморозильных аппаратов непрерывного действия подбирают по часовой производительности:

$$n_{\text{ох}} = \frac{A}{g_{\text{ох}} T_{\text{см}}}, \quad (22.3)$$

где  $g_{\text{ох}}$  — часовая производительность одного аппарата, кг.

Если в технической характеристике оборудования для холодильной обработки мяса приведены данные по вместимости камеры, то число аппаратов

$$n_{\text{ох}} = \frac{AT_{\text{ох}}}{g_{\text{кам}} T_{\text{см}}}, \quad (22.4)$$

где  $g_{\text{кам}}$  — вместимость камеры аппарата, кг.

### Задание №1

Провести расчет подвешенного пути, число стеллажей или полок для охлаждения, замораживания, хранения и размораживания продукта, количество скороморозильных аппаратов туннельного типа.

Сделать выводы.

## Список литературы

11. Авдеева И. В. Машины и оборудование для переработки мяса / И. В. Авдеева, В.Г. Здановская - М.: Информагротех, 2006 – 327 с.
12. Авдеева Н. В. Машины, оборудование, приборы и средства автоматизации для перерабатывающих отраслей АПК / Н.В. Авдеева, А.Ф. Волков - М.: АгроНИИТЭНИТО, 2013 – 369 с.
13. Бредихин С.А. Технологическое оборудование мясокомбинатов / С.А. Бредихин, О.В. Бредихина, Ю.В. Космодемьянский. - М.: Колос, 2015.
14. Глущенко Н. А. Технология, сооружения и оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции / Учебное пособие для вузов / Н.А. Глущенко, Л.Ф. Глущенко – Великий Новгород: ИПЦ НовГУ, 2012 – 524 с.
15. Ивашов В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности: Учебное пособие. М.: Колос, 2014 – 552 с.

## Практическое занятие № 26

### ТЕМА: "ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ УПАКОВЫВАНИЯ МЯСА И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ".

**Цель работы:** провести технологический расчет оборудования для упаковывания мяса и мясных продуктов.

**Задачи:**

Определить производительность автоматов для упаковки мясопродуктов под вакуумом и в жесткую тару.

**Обеспеченность занятия:** методические указания по выполнению практических и лабораторных работ.

**Контрольные вопросы при допуске к работе:**

1. Из каких материалов изготавливают тару для упаковывания мясных консервов?
2. Как классифицируют камерные вакуум-упаковочные машины?
3. Чем различаются упаковочные машины, работающие по пакетному и беспакетному способам упаковки?
4. При каком разрежении воздуха в камере работают упаковочные машины?
5. Каковы преимущества бескамерных вакуум-упаковочных машин перед камерными?
6. Какова особенность устройств вакуум-упаковочных машин, у которых в качестве упаковочного материала используют термоусадочные пленки?

**Время выполнения: 135 мин.**

**Теоретические сведения.**

**Основные виды тары и материалов для упаковывания мясных продуктов**

В зависимости от вида, назначения и способа употребления мясных продуктов их упаковывают в жесткую (стеклянные и жестяные банки), полужесткую (банки и стаканчики) и мягкую (пакеты) тару.

Жестяные банки различной вместимости изготавливают из белой жести двустороннего лужения оловом.

Полужесткую тару формуют из комбинированных и листовых полимерных материалов штамповкой или литьем под давлением.

Мягкая тара, к которой относятся плоские, объемные и другие виды пакетов, изготавливается путем термической сварки пленочных материалов.

В настоящее время для упаковки мясных продуктов используют одно- и многослойные полимерные, а также комбинированные материалы на основе полимеров, алюминиевой фольги, облагороженного картона и т.д.

Наиболее широкое распространение в последнее время получили полиэтиленовые, полипропиленовые, поливинилхлоридные пленки, а также многослойные — полиамидно-полиэтиленовые, целлофанополитиленовые и ламинированные с полимерами на основе алюминиевой фольги и бумаги.

Для производства полужесткой тары применяют комбинированный стерилизуемый материал на основе лакированной фольги и полипропилен-ламината, а также импортные упаковочные материалы, созданные на основе многослойных ламинатов или двух, трех и более термопластов

**Оборудование для упаковывания мяса и мясных продуктов под вакуумом**

Машины и аппараты для вакуумного упаковывания мяса и мясных продуктов делятся на камерные и бескамерные.

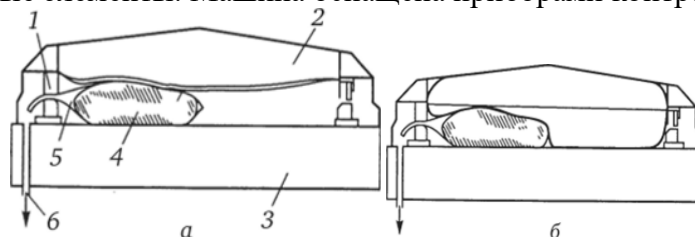
Машины первой группы могут быть однокамерными, двухкамерными и ленточными. По принципу работы они подразделяются на машины периодического и непрерывного действия.

Камерные машины могут работать по пакетному и беспакетному способам упаковывания. В первом случае предварительно изготовленная тара (пакеты, мешки) вместе с уложенным в нее продуктом поступает в машину для вакуумирования и запечатывания. Во втором изготовление пакетов, укладку в них продукта определенной массы и запечатывание производят в одной машине.

Основная часть камерных вакуум-упаковочных машин — камера, в которой осуществляются вакуумирование пакета с продуктом и герметичная сварка шва (рис. 1).

Пакет с вложенным в него продуктом укладывают в камеру таким образом, чтобы его открытая часть (незапечатанный край) находился на сварочном элементе. При закрывании крышки камеры включается вакуум-насос, который отсасывает из пакета воздух. При степени разрежения воздуха 99,2...99,8% включаются нагревательные элементы, и пакет герметично запечатывается. В некоторых конструкциях вакуум-упаковочных машин на внутренней стороне крышки камеры располагают специальные эластичные элементы для более быстрого и полного удаления воздуха из герметизируемого пакета.

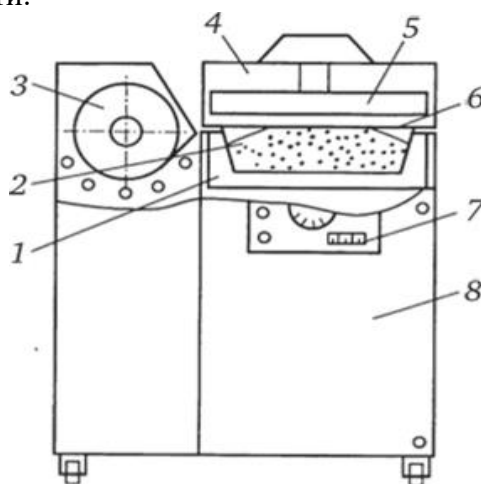
Однокамерная вакуум-упаковочная машина представляет собой прямоугольную камеру с крышкой, смонтированную в корпусе, внутри которого расположен вакуум-насос. На края камеры установлены нагревательные элементы. Машина оснащена приборами контроля и регулирования.



**Рис. 1. Схема работы вакуумной камеры упаковочной машины:**

а — начало вакуумирования; б — окончание вакуумирования; 1 — сварочные элементы; 2 — крышка; 3 — камера; 4 — продукт; 5 — мешок; б — патрубок отвода воздуха

Одна из самых простых вакуум-упаковочных машин, которую можно применять на небольших перерабатывающих предприятиях, показана на рис. 2. Она состоит из корпуса с камерой, крышки, камеры с плитой и рулона с пленкой. Сварочная плита может перемещаться в крышке в вертикальной плоскости.



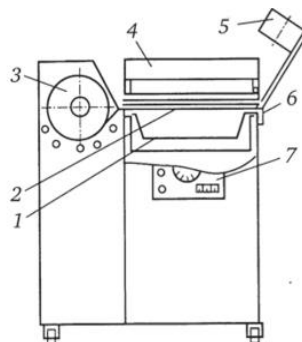
**Рис. 2. Вакуум-упаковочная машина МВУ-7:**

1 — камера; 2 — готовая упаковка; 3 — рулон; 4 — крышка; 5 — сварочная плита; 6 — покровная пленка; 7 — блок управления; 8 — корпус

При открытой крышке в камеру укладывают лоток с заполненными продуктом одной или несколькими ячейками. Крышку закрывают, камеру вакуумируют и при необходимости заполняют защитной газовой смесью из подключенного к ней баллона. Затем края ячеек лотка герметично сваривают с покровной пленкой благодаря давлению на них перемещающейся в крышке разогретой сварочной плиты. Работой вакуум-упаковочной машины МВУ-7 управляет блок управления; габаритные размеры машины 710 x 560 x 1240 мм, масса 280 кг.

Для изготовления упаковочных лотков с ячейками применяют термоформуюемую пленку толщиной 0,4...0,8 мм. Ячейки формуются глубокой вытяжкой на малогабаритной вакуум-формовочной машине МВФ-7 (рис. 3). Машина состоит из рамы, на которой смонтированы нагревательный блок, вентилятор и рулон с полимерной пленкой. Лотки с ячейками изготавливают путем разогрева и формования пленки с последующим ее охлаждением вентилятором. Работой

машины управляет блок управления. Габаритные размеры машины 874 x 776 x x 1290 мм, масса 200 кг.



**Рис. 3. Вакуум-формовочная машина МВФ-7:**

1 — форма; 2 — полимерная пленка; 3 — рулон; 4 — нагревательный блок; 5 — вентилятор;  
6 — рама; 7 — блок управления

Комплект из формовочной и упаковочной машин обеспечивает изготовление и упаковку 60... 100 лотков в час с общей полезной вместимостью ячеек до 700 дм<sup>3</sup>. Увеличить производительность вакуум-упаковочной линии можно путем применения двухкамерных машин. Они выпускаются двух типов.

Первый представляет собой конструкцию, состоящую из двух однокамерных машин, объединенных одной рамой.

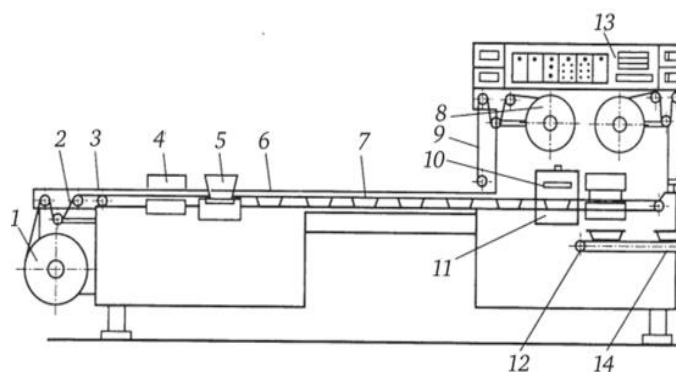
Второй выполнен в виде двух расположенных рядом одинаковых камер, смонтированных на одной раме и оснащенных крышкой, попеременно закрывающей то одну, то другую камеру. Двухкамерные вакуум-упаковочные машины, как правило, оборудуют более производительной (100 м<sup>3</sup>/ч и более) вакуумной системой, чем однокамерные.

Двухкамерная упаковочная машина работает циклически. В то время, когда в первой камере производится загрузка, во второй — откачивание воздуха из камеры, вакуумирование упакованного в мешочек продукта и термосварка упаковки. По окончании упаковочного цикла во второй камере крышка автоматически (или вручную) открывается и закрывает первую камеру. Продолжительность отдельных операций — вакуумирования и термосварки — регулируется бесступенчато с помощью реле времени. Таким образом, двухкамерные вакуум-упаковочные машины более производительны по сравнению с однокамерными благодаря тому, что в период упаковки пакетов в одной камере оператор загружает другую.

Еще более высокая производительность у ленточных вакуум-упаковочных машин (линий), работающих по непрерывному циклу. Для этого они снабжены ленточным транспортером, который подает наполненные продуктом мешочки или ячейки и отводит упакованную продукцию.

В ленточных вакуум-упаковочных машинах, работающих по пакетному способу, заполненные продуктом пакеты укладывают на ленту транспортера, который отводит их и одновременно вводит заполненные пакеты в зону вакуумирования и термосваривания. При остановке транспортера крышка вакуумной камеры автоматически опускается, и происходит вакуумирование мешочков с последующим их свариванием. По окончании процесса крышка поднимается с одновременным включением транспортера, выводящего упакованную продукцию из зоны камеры и подающего в нее следующую партию мешочков с продуктом.

В упаковочных линиях, работающих по беспакетному способу, в одной и той же машине изготавливается тара, в нее укладывается продукт определенной массы и запечатывается. На рис. 4 показана схема вакуум-упаковочной линии ГСТ-400.



**Рис. 4. Схема вакуум-упаковочной линии ГСТ-400:**

1,8 — рулоны; 2 — термоусадочная пленка; 3 — цепной конвейер; 4 — блок нагрева пленки; 5 — блок формовки пленки; 6 — ячейки; 7 — место укладки продукта; 9 — покровная пленка; 10 — плита; 11 — блок вакуумирования и термосварки; 12 — ленточный конвейер; 13 — система управления; 14 — готовые упаковки

Термоформуемая пленка, которая разматывается с рулона цепным транспортером с захватами, перемещается вдоль машины. Транспортер работает в шаговом режиме. В блоке нагрева пленка разогревается и подается в блок формирования. В секции укладки ячейки сформованного лотка заполняются продуктом и при последующем перемещении накрываются покровной пленкой, подаваемой с рулона. В блоке вакуумирования и термосваривания ячейки вакуумируются и плотно свариваются с покровной пленкой, опускающейся нагретой плитой. Затем они подаются к вырубному устройству, в котором отделяются от излишков ленты. Готовые упаковки ленточным конвейером транспортируются за пределы линии для укладки их в транспортную тару. Микропроцессорная система управления обеспечивает автоматическую работу линии в соответствии с конкретными технологическими режимами. Производительность линии по мясным продуктам 250...300 кг/ч, габаритные размеры 7500 x 1800 x 1800 мм, масса 1500 кг. Размеры потребительских упаковок 380 x 142 x 50 мм, что позволяет упаковывать мясные продукты массой 0,5...1 кг.

В отличие от камерных вакуум-упаковочных машин в бескамерных упаковках с продуктом вакуумируются и запечатываются на рабочем конвейере или столе при помощи специальных вакуумирующих устройств (выдвигающиеся мундштуки, трубки, вакуумирующие головки и т.д.), что позволяет существенно упростить конструкцию машины — избавиться от громоздких вакуум-камер, сократить продолжительность вакуумирования и снизить затраты электроэнергии на процесс упаковывания.

Машины этого типа могут работать по пакетному и беспакетному способам упаковки, причем второй способ получил большее распространение.

Бескамерные вакуум-упаковочные машины — это машины нового типа, позволяющие сделать процесс упаковывания непрерывным, быстро переналаживать оборудование (в зависимости от вида продукта и производственных требований), а также снизить затраты на упаковку.

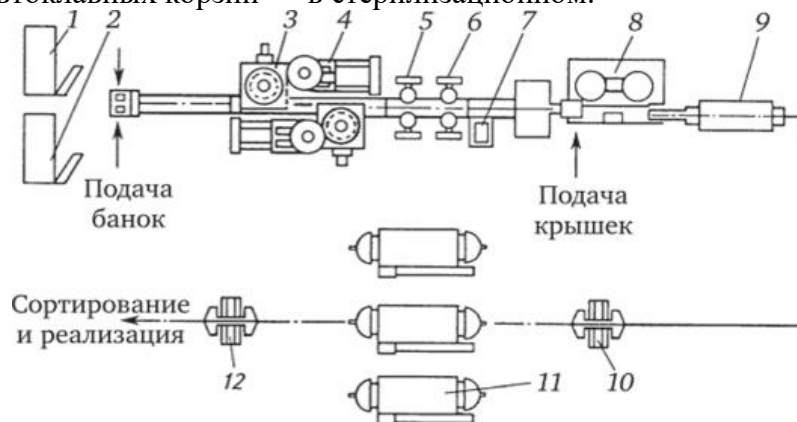
В настоящее время наряду с разработкой вакуум-упаковочных машин, работающих по традиционному методу, большое внимание уделяется созданию упаковочного оборудования, использующего метод «крайовак», при котором продукт упаковывают под вакуумом в пакеты из термоусадочной пленки. Такая пленка характеризуется очень низкой паро- и газопроницаемостью и в процессе термообработки (погружение в воду температурой 75...97°C на 1...2 с) плотно прилегает к упакованному продукту.

Этот метод нашел широкое распространение в большинстве развитых в технологическом отношении стран. Для его осуществления применяют новые виды высокопрочного многослойного материала «крайовак» типов ДВВ-1, ВВ-3, ВВ-4, состоящего из трех и более слоев полиолефинов и слоя ПВХ.

В случае применения пакетов из термоусадочной пленки после вакуум-упаковочной машины продукт поступает в усадочную камеру, в которой вода подогревается паром или электронагревательными элементами.

### Оборудование для упаковывания мясных продуктов в полужесткую тару

Для упаковывания мясных консервов в полужесткую тару из ламистера ПО «Крымпродмаш» (г. Симферополь) разработало комплексную линию производительностью 60 упаковок в минуту (рис. 5). Ее оборудование необходимо располагать в изолированных помещениях: прессовочное — в тарном цехе, наполнительноупаковочное — в технологическом, автоклав и устройство для загрузки и разгрузки автоклавных корзин — в стерилизационном.



**Рис. 5. Схема линии производства консервов в таре из ламистера:**

- 1 — пресс для изготовления банок; 2 — пресс для изготовления крышек;
- 3 — дозатор мяса; 4 — питатель мяса; 5 — дозатор жира; 6 — дозатор специй;
- 7 — весы; 8 — термоупаковочный автомат; 9 — устройство для ополаскивания банок;
- 10 — устройство для загрузки корзин в автоклав; 11 — автоклав; 12 — устройство для выгрузки корзин из автоклава

Основное оборудование для упаковывания продуктов в полужесткую тару — прессы Б4-СПР-51 и Б4-СПР-51-01. Они различаются оснасткой в зависимости от размера изготавливаемой тары и ее конфигурации. Основные технические данные прессы Б4-СПР-51 Производительность, шт/мин 60...80. Термоукупорочная установка Б4-УТЧ-1 предназначена для автоматического укупоривания крышками наполненных банок.

Основные технические данные установки Б4-УТЧ-1 Производительность (в зависимости от режима сварки и размеров тары), шт/мин Размеры обрабатываемых банок, мм: поперек подачи вдоль подачи

Установленная мощность, кВт Расход сжатого воздуха (давление 0,4 МПа), м<sup>3</sup>/ч Габаритные размеры, мм Масса, кг

Обязательное условие функционирования линии — использование в ее составе автоклавов с программным управлением.

При стерилизации продуктов в полужесткой таре из материала типа ламистер вкусовые качества их выше, чем в таре из жести, что обусловлено сокращением продолжительности процесса на 10... 15%.

### Оборудование для упаковывания мясных продуктов в жесткую тару

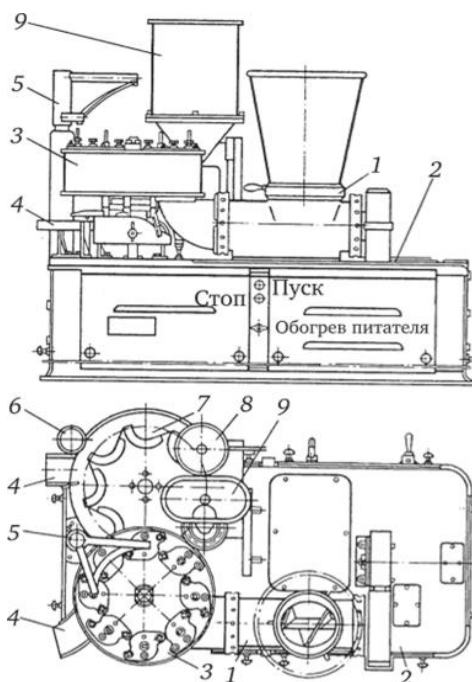
По сравнению со стеклянной тарой жестяные цилиндрические банки имеют некоторые преимущества: консервированные мясные продукты в жестяной таре не боятся света при хранении и не бьются в процессе погрузочно-разгрузочных работ, поэтому для производства мясных консервов (в частности, выпускаемых для длительного хранения) используют исключительно жестяную тару.

Для упаковывания мясных продуктов в жестяные банки различной вместимости применяют дозировочно-закаточные агрегаты Б4-КАД-1 и Б4-КАД-1А, а также автоматические закаточные машины В4-ИЗВ-30, Б4-КЗК-14А-01 и др.

Дозировочно-закаточные агрегаты предназначены для наполнения продуктами различной вязкости консервных банок и для их закатывания при производстве мясных, молочных и плодоовощных консервов.

Исполнение и комплектация агрегатов зависят от их назначения, фасуемого продукта, типа и вместимости банок, необходимости маркирования последних, а также от мощности технологической линии, если агрегат входит в ее состав.

На рис. 6 представлен общий вид дозирочно-закаточного агрегата, состоящего из наполнительного автомата и закаточной машины, соединенных карданным валом и смонтированных на общей раме.



**Рис. 6. Автоматический дозатор мяса:**

- 1 — питатель; 2 — станина; 3 — головка с дозирующими цилиндрами;  
 4 — механизм подачи и выдачи банок; 5 — выталкиватель; 6 — механизм электрической блокировки; 7 — загрузочный бункер; 8 — дозатор жира;  
 9 — дозатор соли

Наполнительный автомат ДН1-1-250-1 по принципу работы относится к машинам карусельного типа непрерывного действия и состоит из станины, продуктового бака с продуктопроводом, механизма приема банок, карусели, столиков и конического редуктора. Автомат принимает банки с цеховых транспортных устройств, делит их на поток по шагу, формирует дозы в каждой банке, удаляет банки с карусели и подает их в закаточную машину. Наполнительный автомат позволяет фасовать продукт в жестяные банки вместимостью 100...1000 см<sup>3</sup> при точности дозирования  $\pm 3\%$ .

Закаточная машина ЗК8-1-250-2 относится к унифицированному ряду подобных машин и состоит из станины, механизма приема и подачи банок, закаточной карусели, выбросного механизма, маркера, коробки скоростей и электрооборудования.

Станина представляет собой закрытую масляную ванну с передаточными шестернями.

Механизм приема банок от наполнительного автомата состоит из неподвижного стола и цепи с носителями, размещенными по шагу.

Механизм подачи банок в закаточную карусель включает в себя подающую звездочку, направляющую и магазин для крышек.

Маркер представляет собой роликовый штамп со сменными матрицами и пуансонами.

Закаточная карусель (рис. 7) для закатывания банок двойным закаточным швом состоит из верхнего корпуса, нижней планшайбы и соединительной колонны. В расточках верхней планшайбы установлены шпиндели, верхние патроны и закаточные ролики первой и второй операций, на нижней — нижние патроны и поджимные столики.

Выбросной механизм для удаления закаточных банок из закаточной карусели включает в себя выбросную звездочку, столик и направляющие.

Расфасованный автоматическим наполнителем продукт в банках подается на неподвижный стол цепью с носителями. По пути движения банка отжимает рычаг блокировки, после чего магазин выдает крышку, которая маркируется, а затем звездочкой с носителями подается в закаточную карусель, где надевается на банку. Собранная банка с крышкой поступает в патрон

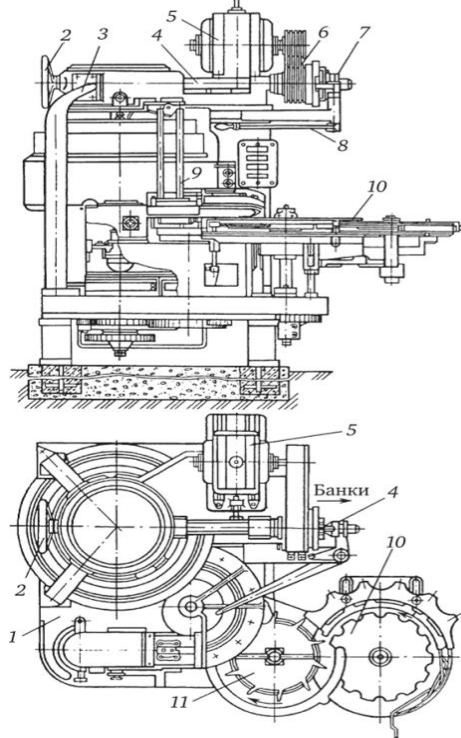
закаточного механизма, закатывается, снимается с патрона и выдается из машины выбросной звездочкой,

Основным рабочим органом закаточной карусели являются закаточные ролики, которые в соответствии с выполняемыми ими функциями делятся на ролики первой и второй операций. Первоначально двойной закаточный шов формируют ролики первой операции. Закаточные ролики второй операции вступают в действие в тот момент, когда закаточные ролики первой закончили свою работу, но еще не отошли от крышки и удерживают банку.

При закатывании банки ролики совершают сложное движение, состоящее из поступательного движения к крышке банки и вращения вокруг оси банки и собственной оси.

Конструктивно ролики первой и второй операций отличаются один от другого профилем.

Производительность закаточной машины регулируется ступенчато коробкой скоростей и может составлять 160, 200, 250 и 320 банок в минуту.



**Рис. 7. Однобашенная закаточная шестишпindleльная машина:**

- 1 — станина; 2 — штурвал; 3 — стойка; 4 — вал; 5 — электродвигатель; 6 — клиноременная передача; 7 — муфта; 8 — рукоятка; 9 — магазин для доньшек; 10 — приемная звезда; 11 — разгонная звезда

Для мясоперерабатывающих предприятий малой и средней мощности, где продукт фасуют в жестяную тару часто вручную, целесообразно применять более дешевое и менее производительное оборудование: различные модели полуавтоматических (И9-СЗК, Б4-КЗТ-56) или автоматических (Б4-ИЗВ-30, Б4-КЗВ-19, Б4-КЗК-14А-01) закаточных машин. Основные технические данные неавтоматических и полуавтоматических закаточных машин приведены в табл. 1.

*Таб. №1 Основные технические данные закаточных машин.*

Показатель	Закаточная машина	
	неавтоматическая	полуавтоматическая
Производительность, банок/ч	1200	1200...1500
Установленная мощность, кВт	0,6	1,7
Габаритные размеры, мм	610 x 610 x 1150	970 x 700 x 1950
Масса, кг	150	680

Наиболее совершенной закаточной машиной, относящейся к группе автоматических, можно считать Б4-КЗК-14А-01, особенностью которой является наличие пароперегревателя для подачи в подкрышечное пространство стерильного пара. Машина имеет механизм блокировки: нет банки



— нет крышки, мало крышек — стоп машина, а также полную защиту оператора от движущихся частей. Основные данные ее технической характеристики приведены ниже.

В заключение следует отметить, что для мясоперерабатывающих предприятий малой или средней мощности, производящих закусочные консервы с небольшим сроком хранения (до 2 лет), в качестве тары выгодно использовать стеклянные банки вместимостью 0,2... 1,0 дм<sup>3</sup>. В этом случае целесообразно применять относительно недорогие полуавтоматические закаточные машины Д5-ЗК4М или Д5-КЗЛ, в которых укупоривание (закатывание) банок осуществляется автоматически — обкаткой крышки роликами, подача на закатывание и съем укупоренных банок — вручную. Производительность их 2... 15 банок в минуту.

### Методические указания к выполнению работы:

#### Технологический расчет оборудования для упаковывания мяса и мясных продуктов

Оборудование этой группы выбирают по часовой производительности линии фасования и упаковывания, определяемой по графику организации технологических процессов в целом. В технической характеристике фасовочно-упаковочных автоматов приводят данные о числе упаковок, пакетов, банок и т.д., заполняемых продуктами за минуту, и их вместимости.

Часовая производительность этих автоматов, кг/ч,

$$W_{\phi} = 60W'_{\phi}gk, \quad (1)$$

где  $W'_{\phi}$  — производительность автомата, упаковок в минуту;  $g$  — масса продукта в одной упаковке, кг;  $k$  — коэффициент, учитывающий допустимое отклонение массы дозируемого продукта ( $k = 1,02... 1,04$ ).

Для некоторых мясных продуктов в формуле необходимо учитывать плотность упаковываемого в пакеты продукта, так как в технической характеристике упаковочных автоматов может быть указана не масса продукта, а его объем.

#### Задание №1

Определить часовую производительность автоматов для упаковки мясопродуктов, если известно:

<i>1 вариант</i>	<i>2 вариант</i>
$W'_{\phi} = 20 \text{ шт/мин}$	$W'_{\phi} = 35 \text{ шт/мин}$
$g = 0,35 \text{ кг}$	$g = 0,3 \text{ кг}$
$k = 1,02$	$k = 1,04$

#### Задание №2

Определить часовую производительность автоматов для упаковки мясопродуктов в банки, если известно:

<i>1 вариант</i>	<i>2 вариант</i>
$g = 0,220 \text{ кг}$	$g = 0,235 \text{ кг}$
$k = 1,03$	$k = 1,035$

#### Сделать выводы

#### Список литературы

1. Авдеева И. В. Машины и оборудование для переработки мяса / И. В. Авдеева, В.Г. Здановская - М.: Информагротех, 2016 – 327 с.
2. Авдеева Н. В. Машины, оборудование, приборы и средства автоматизации для перерабатывающих отраслей АПК / Н.В. Авдеева, А.Ф. Волков - М.: АгроНИИТЭНИТО, 2013 – 369 с.

3. Бредихин С.А. Технологическое оборудование мясокомбинатов / С.А. Бредихин, О.В. Бредихина, Ю.В. Космодемьянский. - М.: Колос, 2015.
4. Глущенко Н. А. Технология, сооружения и оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции / Учебное пособие для вузов / Н.А. Глущенко, Л.Ф Глущенко – Великий Новгород: ИПЦ НовГУ, 2012 – 524 с.
5. Ивашов В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности: Учебное пособие. М.: Колос, 2014 – 552 с.