

**ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ**

**Кафедра механизации животноводства и переработки  
сельскохозяйственной продукции**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В  
МОЛОЧНОЙ ОТРАСЛИ**

учебное пособие

Новосибирск 2018

**Кафедра механизации животноводства и переработки  
сельскохозяйственной продукции**

УДК 637.02  
ББК 36.95

**Технологическое оборудование в молочной отрасли:** учебное пособие  
/ Новосиб. гос. аграр. ун-т; Инжен. ин-т; Сост.: Пшенов Е.А. - Новосибирск,  
2018 - 114 с.

Рецензент:  
канд. тех. наук, с.н.с. В.Г. Ермохин

Учебное пособие предназначено для студентов очной и заочной форм  
обучения по направлениям подготовки:

Агроинженерия;

Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции.

Утверждено и рекомендовано к изданию методическим советом  
Инженерного института (протокол № 5 от 12 декабря 2017 г.).

© Новосибирский ГАУ, 2018

## ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие по дисциплине «Технологическое оборудование молочной отрасли» предназначено для самостоятельной работы студентов, цель которой углубление и закрепление теоретических знаний полученных студентами в ходе ее изучения.

Работа машин и аппаратов оценивается по техническим и технологическим показателям, составляющим их техническую характеристику. К числу таких показателей обычно относят:

производительность, т. е. количество перерабатываемого сырья или изготавливаемой продукции в единицу времени;

потребляемую мощность, выражаемую количеством пара, хладонотителя, электричества в единицу времени;

параметры электрической энергии (напряжение, частота, количество фаз), пара (температура, давление) и хладонотителя (вид, температура);

параметры сырья и конечной продукции;

параметры режима работы технологического оборудования и его отдельных элементов (давление, температура, частота вращения и др.);

габаритные размеры и массу технологического оборудования;

условия эксплуатации (характеристика производственного помещения, температура и относительная влажность воздуха).

Первые два показателя являются наиболее важными, так как в определенной степени позволяют судить о техническом уровне оборудования и соответствии его мировым стандартам.

Остальные показатели технической характеристики машин и аппаратов отражают их эксплуатационные свойства, а также качественные показатели сырья и готовой продукции.

Следует отметить, что реализовать все возможности оборудования, заявленные технической характеристикой, в большинстве случаев невозможно без соответствующей подготовки обслуживающего персонала и инженерной службы перерабатывающих предприятий. Необходимо знать закономерности изменения сырья на всех технологических стадиях в зависимости от режимов работы машин и аппаратов, а также уметь настраивать и контролировать параметры оборудования для обеспечения этих режимов.

В учебное пособие включены варианты индивидуальных заданий, методика и последовательность расчета основных показателей оборудования, представленные в форме, по которой должен быть оформлен отчет о проделанной работе.

Приложения содержат все необходимые данные для выполнения заданий тестовые задания а также приводиться словарь терминов и определений.

Учебное пособие предназначено для студентов дневной и заочной формы обучения.

# 1. МОЛОЧНЫЕ ЦИСТЕРНЫ

## Расчетные формулы

Рабочую производительность молочной цистерны определяют по формуле

$$m_{\text{час}} = \frac{V_m \cdot z_m \cdot \rho}{\tau_{\text{ц}}}, \text{ кг/ч}, \quad (1.1)$$

где  $V_m$  – рабочий объем одного танка,  $\text{м}^3$ ;

$z_m$  – количество танков, шт;

$\rho$  – плотность молока,  $\text{кг/м}^3$ ;

$\tau_{\text{ц}}$  – продолжительность рабочего цикла, ч;

$$\tau_{\text{ц}} = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4, \quad (1.2)$$

$\tau_1$  – продолжительность наполнения танка, ч;

$\tau_2$  – продолжительность рабочего пробега, ч;

$\tau_3$  – продолжительность опорожнения танка, ч;

$\tau_4$  – время дополнительных операций при наполнении и опорожнении танков цистерны, ч.

Продолжительность наполнения и опорожнения цистерн при использовании насосов определяют по формуле

$$\tau_1 = \tau_3 = \frac{V_m \cdot z_m}{V_{\text{час}}}, \text{ ч}, \quad (1.3)$$

где  $V_{\text{час}}$  – объемная производительность насосов для наполнения и опорожнения цистерны,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

Время наполнения цистерн с помощью вакуумной системы определяют по уравнению

$$\tau_1 = \frac{V_m}{f\mu \sqrt{2g \left( H_y + \frac{\Delta p}{\rho g} \right)}}, \text{ ч}, \quad (1.4)$$

где  $H_y$  – разность уровней, на которых расположены заполняемая и опорожняемая емкости, м;

$\Delta p$  – перепад давлений в заполняемой и опорожняемой емкостях, Па.

В зависимости от типа емкости время их опорожнения самотеком определяют по различным формулам.

Для вертикальных емкостей

$$\tau_3 = \frac{1,5V_m}{f\mu \sqrt{2gH}}, \text{ ч}, \quad (1.5)$$

Для горизонтальных емкостей

$$\tau_3 = \frac{2V_m}{f\mu \sqrt{2gH}}, \text{ ч}, \quad (1.6)$$

где  $f$  – площадь поперечного сечения патрубка,  $\text{м}^2$ ;

$\mu$  – коэффициент расхода жидкости, зависящий от ее вязкости (для молока  $\mu = 0,7 \dots 0,75$ );

$g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ ;

$H$  – высота уровня молока в емкости, м.

Продолжительность рабочего пробега ( $\tau_2$ ) зависит от расстояния перевозки молока и средней скорости движения цистерны

$$\tau_2 = \frac{S_p}{W_p}, \text{ ч}, \quad (1.7)$$

где  $S_p$  – расстояние от приемного пункта до молочного завода, км;

$W_p$  – средняя скорость движения наполненной молоком цистерны, км/ч.

Продолжительность дополнительных операций ( $\tau_4$ ) сокращается при механизации процессов наполнения и опорожнения.

Важным технико-экономическим показателем в работе транспортных средств при перевозке молока в цистернах или флягах является удельная рабочая производительность

$$m_{y\partial} = \frac{m_{\text{чacc}}}{F}, \text{ кг} / (\text{ч} \cdot \text{м}^2), \quad (1.8)$$

где  $F$  – внутренняя поверхность всех танков цистерны или всех фляг с молоком, которые можно установить в кузове бортовой автомашины или на платформе при использовании других транспортных средств,  $\text{м}^3$ .

При сравнении перевозок в цистернах с перевозкой во флягах необходимо брать транспортные средства одинаковой грузоподъемности. Чем больше удельная производительность, тем лучше и оборачиваемость транспортных средств.

Количество молока, которое можно перевезти в одной цистерне, определяют с учетом общего количества рейсов этой цистерны

$$m = V \cdot \rho \cdot n_{pc}, \text{ кг}, \quad (1.9)$$

где  $V$  – рабочий объем всех танков цистерны,  $\text{м}^3$ ;

$n_{pc}$  – количество рейсов в продолжении суток.

Количество рейсов рассчитывают по формуле

$$n_{pc} = \frac{\tau_{\text{общ}}}{\tau_u + \tau_x + \tau_{np} + \tau_m}, \quad (1.10)$$

где  $\tau_{\text{общ}}$  – общая продолжительность использования цистерны в пределах суток, ч;

$\tau_x$  – продолжительность холостого пробега пустой цистерны, ч;

$\tau_{np}$  – продолжительность простоев в пути, на пунктах наполнения и опорожнения, ч;

$\tau_m$  – продолжительность мойки цистерны после рейса, ч.

Продолжительность холостого пробега пустой цистерны

$$\tau_x = \frac{S_x}{W_x}, \text{ ч}, \quad (1.11)$$

где  $S_x$  – расстояние холостого пробега, км;

$W_x$  – средняя скорость движения пустой цистерны, км/ч.

Общую производительность цистерны в пределах суток можно определить по формуле

$$m_{\text{общ}} = \frac{V \cdot \rho \cdot n_{\text{pc}}}{\tau_{\text{общ}}}, \text{ кг/ч}. \quad (1.12)$$

Использование цистерны большой емкости и сокращение  $\tau_{\text{общ}}$  способствует лучшей оборачиваемости цистерн в продолжении суток.

Вторым важным технико-экономическим показателем при сравнении различных конструкций цистерн является удельная поверхность

$$f_{\text{уд}} = \frac{F}{V}, \text{ м}^2 / \text{м}^3. \quad (1.13)$$

Чем меньше удельная поверхность, тем меньше потери молока, остающегося при опорожнении на внутренней поверхности танков цистерны. Это соотношение можно использовать и при анализе экономичности перевозки молока в цистернах по сравнению с перевозкой во флягах.

Изменение температуры молока (во время рабочего пробега) полностью наполненной цистерны определяется из уравнения теплового баланса:

при нагревании (летом)

$$t_k - t_n = \frac{F \cdot k \cdot \Delta t_{\text{cp}} \cdot \tau_2}{V \cdot \rho \cdot c}, \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (1.14)$$

при охлаждении (зимой)

$$t_n - t_k = \frac{F \cdot k \cdot \Delta t_{\text{cp}} \cdot \tau_2}{V \cdot \rho \cdot c}, \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (1.15)$$

где  $t_n$  и  $t_k$  – начальная и конечная температура молока,  $^\circ\text{C}$ ;

$k$  – коэффициент теплопередачи при нагревании или при охлаждении,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$ ,

$\Delta t_{\text{cp}}$  – среднеарифметическая разность температур между молоком и наружным воздухом, во время рабочего пробега,  $^\circ\text{C}$ ,

$\tau_2$  – продолжительность рабочего пробега за рейс, ч;

$c$  – теплоемкость молока,  $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$ .

На рис. 1.1 приведены типовые температурные графики нагревания и охлаждения молока в цистернах при усредненной температуре воздуха (среды). Среднюю разность температур между молоком и наружным воздухом ввиду незначительного изменения температуры молока (что видно из приведенных графиков) можно определить по формулам:

при нагревании

$$\Delta t_{cp} = \frac{(t_c - t_n) + (t_c - t_k)}{2} = t_c - \frac{t_n + t_k}{2}, \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (1.16)$$

при охлаждении

$$\Delta t_{cp} = \frac{(t_n - t_c) + (t_k - t_c)}{2} = \frac{t_n + t_k}{2} - t_c, \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (1.17)$$

где  $t_c$  – средняя температура среды (воздуха) во время рабочего пробега,  $^\circ\text{C}$ .

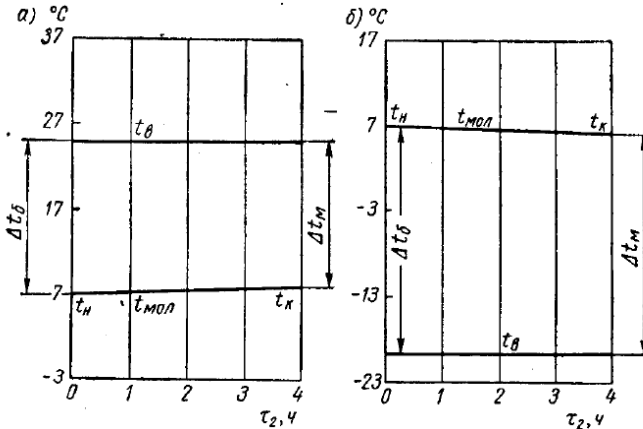


Рис. 1. 1. Температурные графики нагревания и охлаждения молока в молочных цистернах: а – нагревание; б – охлаждение.

Так как  $t_k$  неизвестна, поэтому в первом приближении, можно принять,  $t_k \approx t_n$ . Тогда:

при нагревании

$$\Delta t_{cp} \approx t_c - t_n; \quad (1.18)$$

при охлаждении

$$\Delta t_{cp} \approx t_n - t_c. \quad (1.19)$$

Определив  $t_k$  по формулам (1.11) или (1.12), можно во втором приближении уточнить среднюю разность I температур.

Конечную температуру молока можно также определить из формул (1.11) и (1.12) при условии, что  $\Delta t_\delta / \Delta t_m \leq 2$ .

При нагревании и охлаждении

$$t_k = \frac{F \cdot k \cdot \tau_2 (2t_c - t_n) + 2V \cdot \rho \cdot c \cdot t_n}{2V \cdot \rho \cdot c + F \cdot k \cdot \tau_2}, \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (1.20)$$

При перевозке молока зимой (в мороз) в формулу (1.20) следует подставить температуру среды ( $t_c$ ) со знаком минус. Произведение  $\rho \cdot c$  с изменением температуры практически здесь не меняется.

Для рабочего пробега цистерн принимают следующие коэффициенты теплопередачи  $k$  (табл. 1.1)

а) при перевозке молока в укрытых флягах  $k$  принимают от 2 до 6  $\text{Вт}/(\text{м}^2)$

·K);

б) при перевозке молока во флягах без укрытия и в открытом кузове автомашины от 8 до 15  $Bm/(m^2 \cdot K)$ .

Для периода наполнения и опорожнения величина коэффициента теплопередачи  $k$  может быть принята в первом приближении на 15-30% выше указанной в табл. 1.1.

**Таблица 1.1. Коэффициент теплопередачи для цистерн**

Наименование цистерн	При нагревании цистерны, $Bm/(m^2 \cdot K)$ ,	При охлаждении цистерны, $Bm/(m^2 \cdot K)$ ,
Автомолочные цистерны	1,2...2	1,5...2
Молочные цистерны железнодорожного транспорта	0,65...1,2	0,75...1,2
Молочные цистерны водного транспорта	0,65...1,5	0,75...1,5

В процессе эксплуатации коэффициент теплопередачи может оказаться значительно больше принятого в табл. 1.1 в связи с дополнительными неблагоприятными факторами, например ухудшением качества термоизоляции и др.

Для расчета величины коэффициента теплопередачи при перевозке молока в цистернах можно применить формулу для плоской стенки, так как отношение наружного диаметра цистерны ( $D_n$ ) к внутреннему ( $D_{вн}$ ) всегда значительно меньше двух:  $D_n / D_{вн} = 1,05 \dots 1,10$ .

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{уз}}{\lambda_{уз}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}}, Bm/(m^2 \cdot K) \quad (1.21)$$

После преобразования формулы (1.14) необходимую толщину слоя термоизоляции танка ( $\delta_{уз}$ ) определяют из уравнения

$$\delta_{уз} = \lambda_{уз} \left[ \frac{1}{k} - \left( \frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2} \right) \right] m^2, \quad (1.22)$$

где  $\lambda_{уз}$  – коэффициент теплопроводности термоизоляции танка,  $Bm/(m^2 \cdot K)$ ,

$\alpha_1$  – коэффициент теплоотдачи летом от воздуха к наружной поверхности танка,  $Bm/(m^2 \cdot K)$ ,

$\alpha_2$  – коэффициент теплоотдачи летом от внутренней поверхности танка к молоку,  $Bm/(m^2 \cdot K)$ ,

$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}$  – термическое сопротивление всех слоев стенки, исключая термоизоляцию,  $Bm/(m^2 \cdot K)$ ;

Коэффициент теплоотдачи от воздуха к наружной стенке цистерны ( $\alpha_1$ ) зависит от многих факторов и прежде всего от интенсивности движения

воздуха около наружной поверхности цистерны.

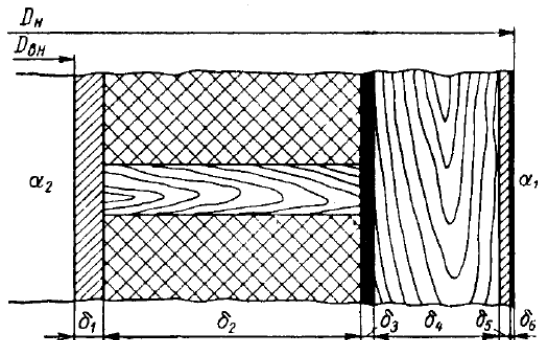


Рис. 1.2 – Схема строения многослойной стенки танка цистерны

Этот коэффициент можно выбирать от 4 до 30  $Bm/(m^2 \cdot K)$ ; или рассчитать  $\alpha_1$ , используя следующие эмпирические формулы:

при  $w_c$  до 5 м/с

$$\alpha_1 = 1,163 (5,3 + 3,6 w_c) Bm/(m^2 \cdot K); \quad (1.23)$$

при  $w_c > 5$  м/с

$$\alpha_1 = 7,8 w_c^{0,7} Bm/(m^2 \cdot K); \quad (1.24)$$

где  $w_c$  – скорость движения воздуха около наружных стенок цистерны, м/с.

В технических расчетах скорость движения воздуха принимают приблизительно равной рабочей скорости движения наполненной молоком цистерны.

Коэффициент теплоотдачи от внутренней металлической поверхности танка к молоку ( $\alpha_2$ ) зависит главным образом от интенсивности перемешивания молока в танке и температурного перепада  $\Delta t_{cp}$ . Коэффициент  $\alpha_2$  принимается от 150 до 500  $Bm/(m^2 \cdot K)$ ;

На рис. 1.2 приведена типовая схема строения многослойной стенки танка цистерны. На рисунке обозначено:

$\delta_1$  – толщина металлической стенки внутреннего резервуара танка, м;

$\delta_2 = \delta_{из}$  – толщина слоя термоизоляции, уложенной в деревянный каркас, м;

$\delta_3$  – толщина слоя гидроизоляции, м;

$\delta_4$  – толщина деревянной обшивки, м;

$\delta_5$  – толщина металлической обшивки, м;

$\delta_6$  – толщина слоя краски (если танк окрашен краской снаружи), м.

Термическое сопротивление всех слоев, исключая термоизоляцию, равно

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{\delta_6}{\lambda_6}, Bm/(m^2 \cdot K); \quad (1.25)$$

где  $\lambda_1, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6$  – коэффициенты теплопроводности соответствующих слоев,  $Bm/(m^2 \cdot K)$ ;

Данные о теплопроводности различных материалов, используемых для

изготовления резервуаров танков и их термоизоляции, приведены в специальной литературе. При изменении конструкции многослойной стенки цистерны, применении других видов термоизоляции, а также ухудшении свойств термоизоляции при неправильной эксплуатации цистерны поверочный расчет коэффициента теплопередачи производят по формуле (1. 21).

Третий важный технико-экономический показатель работы транспортных средств – удельный нагрев или охлаждение молока при транспортировании ( $\Delta t_{y\partial}$ ) при нагревании (летом)

$$\Delta t_{y\partial} = \frac{t_k - t_n}{V\tau_2}, \text{ } ^\circ\text{C} / (\text{м}^3 \cdot \text{ч}) \quad (1.26)$$

при охлаждении (зимой)

$$\Delta t_{y\partial} = \frac{t_n - t_k}{V\tau_2}, \text{ } ^\circ\text{C} / (\text{м}^3 \cdot \text{ч}) \quad (1.27)$$

### **Основные правила безопасности эксплуатации оборудования для транспортировки молока**

Автомобильные цистерны и емкости должны иметь защитное заземление. Следует проверять надежность крепления люков емкостей для того, чтобы избежать их возможного открытия в процессе работы.

Люки и мешалки емкостей должны иметь блокирующие устройства, исключающие возможность включения мешалки при открытом люке.

#### **Задачи**

1. Определить среднюю часовую производительность цистерны емкостью  $10,5 \text{ м}^3$  установленной на шасси автомашины МАЗ-205. Цистерна имеет два танка эллиптической формы, каждый емкостью по  $5,25 \text{ м}^3$ . Молоко транспортируют на расстояние  $150 \text{ км}$ . Средняя скорость движения наполненной цистерны  $30 \text{ км/ч}$ , пустой –  $40 \text{ км/ч}$ . Наполнение и опорожнение производятся при помощи одинаковых центробежных насосов производительностью каждый по  $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Время простоя и продолжительность ополаскивания  $0,5 \text{ ч}$ . На дополнительные операции по подготовке к наполнению и опорожнению затрачивается  $0,3 \text{ ч}$ , на мойку в конце работы  $0,7 \text{ ч}$ .

2. Определить продолжительность опорожнения самотеком цистерны емкостью  $10,5 \text{ м}^3$ . Ванна установлена в приемке приемного отделения. Температура молока при опорожнении  $6^\circ \text{C}$ . Длина трубопровода, включая трубопровод цистерны,  $12 \text{ м}$ . Сумма потерь на местные сопротивления  $\Sigma \zeta_{mc} = 6,3$ ;  $H_1 = 4 \text{ м}$ ;  $H_2 = 1 \text{ м}$ . Диаметр соединительного трубопровода  $50 \text{ мм}$ . Остальные данные взять из примера 11.

Дать сравнительную оценку продолжительности опорожнения цистерны емкостью  $10,5 \text{ м}^3$  и цистерны емкостью  $2,8 \text{ м}^3$ .

3. В цистерне емкостью  $10,5 \text{ м}^3$  производится перевозка молока зимой на

расстояние 120 км. Средняя скорость движения наполненной цистерны 30 км/ч. Внутренняя поверхность двух танков цистерны  $32,8 \text{ м}^2$ . Танки изолированы листами гладкой и гофрированной бумаги, пропитанной олифой. Коэффициент теплопроводности этой изоляции  $0,08 \text{ Вт/(м·К)}$ . Толщина 40 мм. Толщина обшивки из досок 25 мм. Температура молока в цистерне  $5^\circ \text{С}$ . Температура наружного воздуха минус  $30^\circ \text{С}$ .

Определить коэффициент теплопередачи и температуру молока в конце рейса. Дать сравнительную оценку перевозки молока в этой цистерне с перевозкой молока также зимой в цистерне емкостью  $2,8 \text{ м}^3$ .

4. Определить коэффициент теплопередачи и удельный нагрев молока в цистерне емкостью  $2,8 \text{ м}^3$  при отсутствии слоя термоизоляции. Данные взять из примера 2.1.

5. Определить производительность транспортных средств и удельный нагрев молока при перевозке летом:

а) в автомолочной цистерне АЦ-525, установленной на шасси автомашины МАЗ-200;

б) в той же автомолочной цистерне, но с двумя прицепами ЦАП-22;

в) в закрытых флягах с использованием открытой автомашины МАЗ-200.

Начальная температура молока во всех случаях  $6^\circ \text{С}$ , плотность молока  $1033,3 \text{ кг/м}^3$ . Температура воздуха при перевозке летом  $30^\circ \text{С}$ . На открытой бортовой автомашине МАЗ-200 можно установить в кузове 56 фляг общей емкостью  $2,15 \text{ м}^3$ . Внутренняя поверхность всех фляг  $34,7 \text{ м}^2$ . Автомолочная цистерна АЦ-525 имеет два танка рабочей емкостью  $5,25 \text{ м}^3$  их внутренняя поверхность  $22,1 \text{ м}^2$ . Каждая молочная цистерна (прицеп ЦАП-22) имеет два танка общей емкостью  $2,2 \text{ м}^3$  их внутренняя поверхность

$13 \text{ м}^2$ . Коэффициент теплопроводности слоя термоизоляции  $0,06 \text{ Вт/(м·К)}$ .

Наполнение и опорожнение цистерны осуществляются с помощью центробежного насоса производительностью  $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Продолжительность наполнения и опорожнения 56 фляг примерно 1 ч. Расстояние перевозки 120 км, средняя скорость движения: при рабочем пробеге 30 км/ч, при холостом — 40 км. ч.

### ***Индивидуальное задание 1.1***

Определить рабочую и общую (в продолжении суток) производительность цистерны, а также количество молока, которое можно перевезти в продолжении суток в этой цистерне.

Среднее расстояние транспортировки молока в автоцистерне  $S$ , км. Рабочий объем одного танка цистерны  $V_m$ ,  $\text{м}^3$ . Танков два. Средняя скорость движения наполненной цистерны  $w$ , км/ч. Скорость движения пустой цистерны от молочного завода к пункту наполнения (ферме)  $w_n$ , км/ч. Наполнение и опорожнение осуществляется при помощи одинаковых центробежных насосов. Производительность насосов  $V$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ . Время простоя в продолжении одного рейса  $\tau_{np}$ , ч. На дополнительные операции по подготовке к наполнению и опорожению затрачивается 0,2 ч. В конце

рейса на мойку затрачивается в среднем 0,3 ч.

Исходные данные принять по таблице

### Исходные данные к заданию 1.1.

последняя цифра шифра	$S$ , км	$w$ , км/ч	$w_n$ , км/ч	предпоследняя цифра шифра	$V$ , м <sup>3</sup> /ч	$V_m$ , м <sup>3</sup>	$\tau_{np}$ , ч
1	60	25	35	1	3	2,8	0,3
2	70	27	37	2	2	1,4	0,2
3	80	29	39	3	4	4,2	0,25
4	90	30	40	4	5	2,8	0,35
5	100	32	42	5	4	1,4	0,4
6	65	35	45	6	5	4,2	0,2
7	75	37	47	7	3	2,8	0,3
8	85	39	49	8	2	1,4	0,25
9	95	40	50	9	4	4,2	0,3
0	55	42	52	0	5	2,8	0,35

### Пример выполнения задания 1.1

Исходные данные:

$$S = 110 \text{ км}; w = 60 \text{ км/ч}; w_n = 80 \text{ км/ч}; V = 3 \text{ м}^3/\text{ч}; V_m = 2,8 \text{ м}^3; \tau_{np} = 0,25 \text{ ч.}$$

1. Определяем продолжительность рабочего пробега наполненной молоком цистерны по формуле (1.4):

$$\tau_2 = \frac{110}{60} = 1,83 \text{ ч.}$$

2. Определяем продолжительность наполнения и опорожнения цистерны по формуле (1.3):

$$\tau_1 = \tau_3 = \frac{2,8 \cdot 2}{3} = 1,86 \text{ ч.}$$

3. Определяем продолжительность рабочего цикла по формуле (1.2):

$$\tau_u = 1,86 + 1,83 + 1,86 + 0,2 = 5,75 \text{ ч.}$$

4. Определяем рабочую производительность цистерны по формуле (1.1):

$$m_{\text{час}} = \frac{2,8 \cdot 2 \cdot 1032}{5,75} = 1005 \text{ кг/ч.}$$

5. Определяем продолжительность холостого пробега по формуле (1.11):

$$\tau_x = \frac{110}{80} = 1,38 \text{ ч.}$$

6. Определяем количество рейсов из уравнения (1.10) методом подбора при полном числе рейсов

$$n_{pc} = \frac{15}{5,75 + 1,38 + 0,25 + 0,3} \approx 2$$

7. Определяем общую продолжительность использования цистерны (при двух рейсах) в течение суток примерно 15 ч.

8. Определяем суточную перевозку молока одной цистерной по формуле (1.9)

$$m = 2,8 \cdot 2 \cdot 1032 \cdot 2 = 11356 \text{ кг.}$$

9. Определяем общую часовую производительность цистерны в продолжении суток по (1.12):

$$m_{\text{общ}} = \frac{2 \cdot 2,8 \cdot 1032 \cdot 2}{15} = 313,7 \text{ кг/ч.}$$

### **Индивидуальное задание 1.2**

Определить нагрев молока  $\Delta t$  при его транспортировании от фермы до молочного завода. Начальная температура молока  $t_n = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Расстояние перевозки  $S$ , км. Средняя скорость движения автомашин  $w$ , км/ч. Рабочий объем двух танков цистерны  $V$ ,  $\text{м}^3$  внутренняя поверхность  $F$ ,  $\text{м}^2$ . Температура воздуха  $t_a$ ,  $^\circ\text{C}$ . Коэффициент теплопередачи для цистерны  $k$ ,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$  принять из таблицы.

### **Исходные данные к заданию 1.2**

<i>последняя цифра шифра</i>	$S$ , км	$w$ , км/ч	$t_a$ , $^\circ\text{C}$	<i>предпоследняя цифра шифра</i>	$k$ , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$	$V$ , $\text{м}^3$	$F$ , $\text{м}^2$
1	60	25	15	1	1,2	2,8	14,5
2	70	27	17	2	1,3	1,4	7,25
3	80	29	19	3	1,4	4,2	21,75
4	90	30	20	4	1,5	2,8	14,5
5	100	32	22	5	1,6	1,4	7,25
6	65	35	24	6	1,7	4,2	21,75
7	75	37	26	7	1,8	2,8	14,5
8	85	39	28	8	1,9	1,4	7,25
9	95	40	30	9	2,0	4,2	21,75
0	55	42	32	0	2,1	2,8	14,5

### **Пример выполнения задания 1.2**

*Исходные данные:*

$S = 90 \text{ км}$ ;  $w = 50 \text{ км/ч}$ ;  $t_a = 35 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $k = 1,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$ ;  $V = 2,8 \text{ м}^3$ ;  $F = 14,5 \text{ м}^2$

1. Определяем продолжительность рабочего пробега по формуле (1.7):

$$\tau_2 = \frac{90}{50} = 1,8 \text{ ч.}$$

2. Определяем конечную температуру молока при транспортировании в цистерне по (1.14):

в первом приближении

$$t_k = 5 + \frac{14,5 \cdot 1,4 \cdot (35 - 5) \cdot 1,8 \cdot 3600}{2,8 \cdot 1032,6 \cdot 3868} \approx 5,36 \text{ }^\circ\text{C};$$

3. Определяем среднеарифметическую разность температур между молоком и наружным воздухом, во время рабочего пробега по формуле

(1.16), °C:

$$\Delta t_{cp} = \frac{(35 - 5) + (35 - 5,35)}{2} = 29,83 \text{ } ^\circ\text{C};$$

во втором приближении по формуле (1.14)

$$t_{\kappa} = 5 + \frac{14,5 \cdot 1,4 \cdot 29,83 \cdot 1,8 \cdot 3600}{2,8 \cdot 1032,6 \cdot 3868} = 5,35 \text{ } ^\circ\text{C};$$

4. Определяем конечную температуру молока по (1.20):

$$t_{\kappa} = \frac{14,5 \cdot 1,4 \cdot 1,8 \cdot 3600(2 \cdot (35 - 5)) + 2 \cdot 2,8 \cdot 1032,6 \cdot 3868 \cdot 5}{2 \cdot 2,8 \cdot 1032,6 \cdot 3868 + 14,5 \cdot 1,4 \cdot 1,8 \cdot 3600} = 5,32 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

5. Определяем изменение температуры молока

$$\Delta t = 5,32 - 5 = 0,32 \text{ } ^\circ\text{C}$$

В среднем за 1 ч перевозки молоко нагревается примерно на 0,18 °C.

6. Определяем удельное нагревание по формулы (1.26):

$$\Delta t_{\text{уд}} = \frac{0,32}{2,8 \cdot 1,8} = 0,063 \text{ } ^\circ\text{C} / (\text{M}^3 \cdot \text{ч})$$

## 2. ВЕСЫ, СЧЕТЧИКИ И ТАНКИ ХРАНЕНИЯ

### *Расчетные формулы*

Производительность молочных весов с подвесной ванной определяется по формуле:

$$m_{\text{час}} = \frac{m \cdot 60}{\tau_{\text{ц}}}, \text{ кг} / \text{ч}, \quad (2.1)$$

где  $m$  – общая грузоподъемность весов, кг;

$\tau_{\text{ц}}$  – продолжительность цикла, мин;

$$\tau_{\text{ц}} = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4, \quad (2.2)$$

где  $\tau_1$  – продолжительность наполнения ванны весов, мин;

$\tau_2$  – продолжительность взвешивания и записи показания, мин;

$\tau_3$  – продолжительность опорожнения ванны весов, мин;

$\tau_4$  – продолжительность дополнительных операций по подготовке к наполнению и опорожнению ванны весов, мин.

$\tau_1$  зависит от емкости ванны весов, способов ее наполнения, а также от того, какое оборудование применяется для транспортирования молока на завод (фляги или цистерны). При использовании фляг можно значительно сократить применением флягопрокидывателя.

$\tau_2$  зависит от способов взвешивания и записи показаний. Использование автоматических весов значительно сокращает  $\tau_2$ .

К дополнительным операциям можно отнести: снятие опорожненных фляг с флягопрокидывателя и установку их на транспортер флягомоечной машины; повороты рычага для открывания и закрывания спускных клапанов ванны и др. При взвешивании на весах молока, доставленного в

цистернах, продолжительность  $\tau_4$  будет минимальная.

Продолжительность опорожнения ( $\tau_3$ ) рассчитывают по формуле

$$\tau_3 = 1,55 \frac{V}{\omega_{\max} \cdot f \cdot \varepsilon \cdot Z}, \text{сек}, \quad (2.3)$$

где  $V$  – рабочая емкость ванны весов,

$\omega_{\max}$  – начальная (максимальная) скорость истечения молока при опорожнении ванны весов,  $\text{м/сек}$ .

$f$  – площадь поперечного сечения спускного устройства в дне ванны весов с учетом перегородок,  $\text{м}^2$ ;

$\varepsilon$  – коэффициент сужения струи, для спускного отверстия ванны весов с 0,9;

$Z$  – количество спускных устройств;

1,55 – коэффициент для полуцилиндрических горизонтальных ванн, учитывающий изменение скорости от начальной до нулевой.

Начальную (максимальную) скорость истечения жидкости самотеком из отверстия ванны весов определяют по формуле

$$\omega_{\max} = \varphi \sqrt{2 \frac{\Delta p_{\max}}{\rho}}, \text{м / сек}, \quad (2.4)$$

где  $\varphi$  – поправочный коэффициент;

$\Delta p_{\max}$  – начальный (максимальный) перепад давлений,  $\text{н/м}^2$ ,

$\rho$  – плотность жидкости (молока),  $\text{кг/м}^3$ .

Коэффициент  $\varphi$  зависит от конструкции, чистоты обработки внутренней поверхности спускного устройства, а также вязкости жидкости

$$\varphi = \frac{\varphi_0}{\sqrt[4]{\frac{\nu_{жс}}{\nu_в}}}, \quad (2.5)$$

где  $\varphi_0$  – поправочный коэффициент при истечении воды, для ванн весов можно брать порядка 0,9;

$\nu_{жс}$  – кинематическая вязкость молока или жидких молочных продуктов,  $\text{м}^2/\text{сек}$ ;

$\nu_в$  – кинематическая вязкость воды,  $\text{м}^2/\text{сек}$ .

Перепад давлений ( $\Delta p_{\max}$ ) зависит от начального (максимального) давления столба жидкости  $p_{\max}$  в ванне весов и потерь давления  $\Delta p_{\text{пр}}$  при вытекании жидкости через спускной клапан

$$\Delta p_{\max} = p_{\max} - \Delta p_{\text{пр}}, \text{Па}. \quad (2.6)$$

Подробнее о величине  $\Delta p_{\text{пр}}$  см. в разделе расчета трубопроводов.

Общая продолжительность цикла ( $\tau_{\text{ц}}$ ) в зависимости от грузоподъемности весов, механизации процессов наполнения, взвешивания и записи показаний составляет примерно 2...6 мин.

При длительном хранении принятого на завод молока и установке однотипных танков их количество определяют по формуле

$$n = \frac{V_{\text{xp}}}{V_T}, \quad (2.7)$$

где  $V_{xp}$  – количество молока, предназначенного для хранения в продолжении всей смены или суток,  $м^3$ .

Если в отделении для длительного хранения молока устанавливают tanks двух типоразмеров,

$$n_1 = \frac{V_{xp1}}{V_{T1}}; \quad n_2 = \frac{V_{xp2}}{V_{T2}}, \quad 1,25(2.8)$$

где  $n_1$  и  $n_2$  – количество танков одного и другого типоразмера;

$V_{xp1}$  и  $V_{xp2}$  – количество молока, предназначенного для хранения в танках одного и другого типоразмера,  $м^3$ .

$V_{T1}$  и  $V_{T2}$  – емкость танков одного и другого типоразмера,  $м^3$ .

Когда однотипные tanks в продолжении смены используются несколько раз

$$n = \frac{V_{xp}}{V_T \cdot z}, \quad (2.9)$$

где  $z$  – количество целых циклов за смену;

$$z = \frac{\tau_{см}}{\tau_{ц}}, \quad (2.10)$$

где  $\tau_{см}$  – продолжительность смены, ч;

$\tau_{ц}$  – продолжительность цикла (наполнение, хранение и опорожнение tanks), ч.

В более сложных случаях, когда заданы количество, продолжительность поступления молока и среднечасовой расход, пользуются графическим или табличным (балансовым) методами. По максимальному остатку молока ( $V_{max}$ ) подбирают емкость и количество tanks

$$n = \frac{V_{max} + V_{рез}}{V_T}, \quad м^3, \quad (2.11)$$

где  $V_{рез}$  – резервная емкость, получающаяся при установке целого количества tanks.

При установке tanks разных типоразмеров их количество определяют по уравнению (2.11) методом подбора, учитывая условия хранения молока и размеры помещения молокохранилища.

В этом случае формула (2.11) приобретает вид

$$V_{T1}n_1 + V_{T2}n_2 = V_{max} + V_{рез}. \quad (2.12)$$

Изменение температуры молока при хранении в tanks, а также толщину слоя термоизоляции можно определить по формулам, приведенным в 1.

При условии хорошего состояния слоя термоизоляции коэффициент теплопередачи принимают порядка  $0,7 \dots 1,5 \text{ Вт}/(м^2 \cdot град)$ , в зависимости от вида термоизоляции.

Мощность на валу мешалки tanks в рабочий период затрачивается на преодоление сил трения при вращении мешалки в вязкой среде. Эту мощность можно определить для одной мешалки по формуле

$$N_p = \zeta_0 \cdot d^5 \cdot n^3 \cdot \rho, \quad \text{Вт}, \quad (2.13)$$

где  $N_p$  – величина рабочей мощности на валу мешалки,  $Вт$

$\zeta_0$  – коэффициент сопротивления, зависящий от характера движения жидкости;

$d$  – диаметр окружности, ометаемой краем лопасти мешалки,  $m$ ;

$n$  – число оборотов мешалки,  $об/с$ .

$\rho$  – плотность перемешиваемой жидкости,  $кг/м^3$ .

Основная трудность учета многочисленных факторов, от которых зависит характер движения жидкости в резервуаре, заключается в определении коэффициента сопротивления ( $\zeta_0$ ). При значительном погружении мешалки в жидкость этот коэффициент можно определить из уравнения

$$\zeta_0 = \frac{A}{Re_m^k}, \quad (2.14)$$

где  $A$  и  $k$  – эмпирические коэффициенты;

$Re$  – критерий Рейнольдса;

$$Re_m = \frac{n \cdot d^2}{\nu}, \quad (2.15)$$

где  $\nu$  – коэффициент кинематической вязкости перемешиваемой жидкости,  $м^2/с$ ;

В приложении **М** приведены значения эмпирических коэффициентов  $A$  и  $k$  при испытании различных мешалок по схеме, показанной на рис. 2.1. Эти коэффициенты получены опытным путем при перемешивании воды и при определенных соотношениях основных геометрических размеров  $D_0, H_0, y_0, d$ . При ином соотношении геометрических размеров величину  $\zeta_0$  необходимо умножить на поправочный коэффициент  $k_z$ .

Для лопастных мешалок

$$k_z = \left(\frac{D}{3d}\right)^{1,1} \left(\frac{H}{D}\right)^{0,6} \left(\frac{4h}{d}\right)^{0,3}, \quad (2.16)$$

где  $D, H, d$  – фактические размеры резервуара и мешалки,  $m$ ;

$h$  – высота лопасти мешалки,  $m$ .

Для лопастных мешалок с прямыми лопастями  $h = a$ ,

где  $a$  – ширина лопасти мешалки,  $m$ .

Для лопастных мешалок с лопастями, установленный под углом

$$h = a \cdot \sin \alpha, \quad (2.17)$$

где  $\alpha$  – угол наклона лопасти.

Для пропеллерных мешалок

$$k_z = \left(\frac{D}{3d}\right)^{0,93} \left(\frac{H}{D}\right)^{0,6}, \quad (2.18)$$

Влияние изменения отношения  $y_0/d$  (в пределах 0,2...0,5) незначительно и в технических расчетах может не рассматриваться.

Рабочую мощность мешалки при фактических условиях геометрического подобия и использования коэффициентов  $A$  и  $k$

определяют по формуле:

$$N_p = \zeta_0 \frac{k_z}{\eta_{дон}} d^5 \cdot n^3 \cdot \rho \cdot z \quad Bm, \quad (2.19)$$

где  $\eta_{дон}$  – коэффициент, учитывающий различные дополнительные затраты мощности – шероховатость стенок резервуара, установка внутри резервуара оправок для термометров, указателей уровня жидкости, перегородок и т. п.  $\eta_{дон} = 0,8 \dots 0,95$ ;

$n$  – число лопастей, укрепленных на общем валу мешалки, *об/с*.

Пусковую мощность ( $N_n$ ) можно выразить через рабочую

$$N_n = N_p \left( \frac{k_u}{\zeta_0} + 1 \right) \quad Bm, \quad (2.20)$$

Пусковая мощность практически примерно в 2...4 раза больше рабочей мощности. Коэффициент  $k_u$  отражает влияние инерционных сил при пуске, а  $\zeta_0$  – сил трения по формуле (2.14)

$$k_u = 3,87 \frac{h}{d}. \quad (2.21)$$

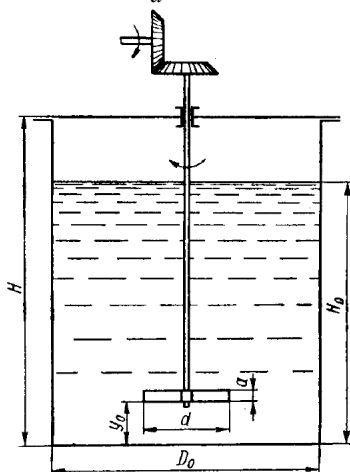


Рис. 2. 1. К определению потребной мощности на перемешивание жидкости механическими мешалками.

Электродвигатель для мешалок подбирают по величине рабочей мощности ( $N_p$ ) с учетом увеличения вращающего момента на период пуска и коэффициента запаса мощности.

Потребная мощность электродвигателя ( $N_{эд}$ )

$$N_{эд} = \beta \frac{N_p}{\eta_{эд} \cdot \eta_{неп}} = \beta \frac{N_p}{\eta_m} \quad Bm, \quad (2.22)$$

где  $\beta$  – коэффициент запаса мощности. При  $N_p < 1000 \text{ Bm}$

$\beta \approx 1,2 \dots 2$ ; при  $N_p = 1000 \dots 5000 \text{ Bm}$   $\beta \approx 1,1 \dots 1,2$ ;

$\eta_{эд}$  – к. п. д. электродвигателя ( $\eta_{эд} = 0,85 \dots 0,95$ );

$\eta_{неп}$  – К. П. Д. приводного механизма ( $\eta_{неп} = 0,7 \dots 0,9$ );

$$\eta_m - \text{механический к. п. д. } (\eta_m = 0,6 \dots 0,85);$$

$$\eta_m = \eta_{эд} \cdot \eta_{пер} \quad (2.23)$$

При очень небольшой величине  $N_p$  и установке электродвигателя с предельной минимальной мощностью величина потерь мощности в электродвигателе и передаче может оказаться несоизмеримой с  $N_p$ . В этом случае можно ограничиться одним определением  $N_p$  или уменьшить механический к. п. д.

### **Основные правила безопасности эксплуатации оборудования для хранения молока**

Необходимо соблюдать меры предосторожности при пользовании лестницей емкости для осмотра привода мешалки (при его верхнем расположении).

В установках для охлаждения молока на фермах емкость, корпус, компрессор, электродвигатели и пусковая аппаратура должны быть Надежно заземлены. Необходимо систематически проверять исправность заземляющих устройств. Для производства работ с компрессором, мешалкой и насосом необходимо обесточить всю установку. Фреоновый трубопровод и всю систему охлаждения ванн разбирать не разрешается, так как это может вызвать потерю фреона. Необходимо систематически проверять предохранительный клапан компрессора.

### **Задачи**

1. На маслодельно-сыродельный завод равномерно в течение 3 ч поступает во флягах 20 т молока и 1 т сливок. Взвешивание молока производится на циферблатных автоматических весах грузоподъемностью 500 кг, сливок — на других весах грузоподъемностью 250 кг.

Определить: продолжительность опорожнения ванн указанных весов при приеме молока и сливок; производительность весов (заданншь продолжительностью наполнения, взвешивания и дополнительных операций); можно ли обеспечить на этих весах современное взвешивание указанного количества молока и сливок.

2. Определить число оборотов в минуту шестерен овальношестеренчатого счетчика для молока, если производительность счетчика  $5 \text{ м}^3/\text{ч}$ , а объём молока, отмериваемый за один оборот шестерен,  $0,0005 \text{ м}^3$  Температура молока  $10^\circ\text{C}$ .

3. Определить потребную мощность на перемешивание сливок двухрядной двухлопастной пропеллерной мешалкой в вертикальном танке емкостью  $2 \text{ м}^3$ .

4. Определить продолжительность заполнения и опорожнения горизонтального танка хранения емкостью  $10 \text{ м}^3$  при использовании вакуум-компрессионного способа перекачки молока и скорости движения  $1,5 \text{ м/с}$ . Общая длина трубопровода 30 м. Сумма коэффициентов на местные сопротивления составляет для всей сети трубопровода  $\Sigma \zeta_{mc} = 15,3$ . Высота подъема при наполнении танка 8 м, при опорожнении — 2 м.

Предварительно необходимо определить потери давления в системе трубопровода при заданной скорости движения молока.

### Индивидуальное задание 2.1

В вертикальном танке емкостью  $6 \text{ м}^3$  имеющем расчетные размеры: внутренний диаметр  $D = 1,8 \text{ м}$ ; рабочая высота наполнения молоком  $H = 2,6 \text{ м}$ . Установлена вертикальная двухрядная двухлопастная пропеллерная мешалка. Диаметр мешалки  $d_1 = 0,35 \text{ м}$ , высота лопасти  $h_1 = 0,05 \text{ м}$ . Число оборотов мешалки  $n = 140 \text{ мин}^{-1}$ .

Мешалка приводится в движение через редуктор от электродвигателя. На рис. 2.2 приведена схема внутреннего устройства танка и мешалки.

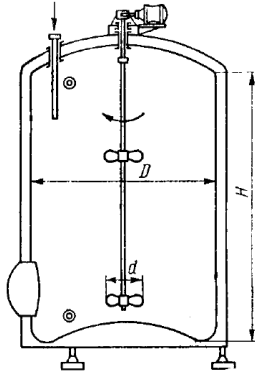


Рисунок 2.2 – Схемы танка и мешалки емкостью  $6 \text{ м}^3$

После модернизации вертикальная двухрядная двухлопастная мешалка была заменена двухрядной трехлопастной. Диаметр мешалки был увеличен до  $d_2, \text{ м}$ , высота лопасти  $h_2, \text{ м}$ . Число оборотов оставлено прежним.

Определить рабочую и пусковую мощности электродвигателя до и после модернизации.

Расчет требуется выполнить для случая перемешивания молока с температурой  $t_{\text{м}}, ^\circ\text{С}$  исходные данные принять по таблице.

#### Исходные данные к заданию 2.1

последняя цифра шифра	$n, \text{ мин}^{-1}$	$t_{\text{м}}, ^\circ\text{С}$	предпоследняя цифра шифра	$d_2, \text{ м}$	$h_2, \text{ м}$
1	155	5	1	0,36	0,04
2	120	6	2	0,38	0,045
3	110	7	3	0,4	0,05
4	130	8	4	0,42	0,055
5	140	9	5	0,44	0,06
6	145	10	6	0,46	0,055
7	115	11	7	0,48	0,05
8	125	12	8	0,5	0,045
9	105	13	9	0,52	0,04
0	135	14	0	0,54	0,05

### Пример выполнения задания 2.1

Исходных данные:

$$n = 140 \text{ мин}^{-1}; d_2 = 0,45 \text{ м}; h_2 = 0,06 \text{ м}; t_m = 5^\circ \text{ С.}$$

По приложению определяем коэффициент кинематической вязкости молока при  $5^\circ \text{ С}$   $\nu = 2,87 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ .

Определяем критерий Рейнольдса по формуле (2.15):  
для двухлопастной мешалки

$$Re_m = \frac{140 \cdot 0,35^2}{60 \cdot 2,87 \cdot 10^{-6}} = 99593$$

для трехлопастной

$$Re_m = \frac{140 \cdot 0,45^2}{60 \cdot 2,87 \cdot 10^{-6}} = 164634$$

По приложению  $M$  определяем значения коэффициентов для двухлопастной однорядной пропеллерной мешалки  $A=0,985$  и  $k=0,15$

Определяем коэффициент сопротивления для двухлопастной однорядной пропеллерной мешалки по формуле (2.14):

$$\zeta_0 = \frac{0,985}{99593^{0,15}} = 0,175.$$

Поправочный коэффициент по (2.18):

$$k_z = \left( \frac{1,8}{3 \cdot 0,35} \right)^{0,93} \left( \frac{2,6}{1,8} \right)^{0,6} = 2,05.$$

Рабочая мощность для двухрядной мешалки по (2.19):

$$N_p = 0,175 \frac{2,05}{0,85} 0,35^5 \cdot \left( \frac{140}{60} \right)^3 \cdot 1032,6 \cdot 2 = 58 \text{ Вт.}$$

Коэффициент  $k_u$  по (2.21):

$$k_u = 3,87 \frac{0,05}{0,35} = 0,553.$$

Пусковая мощность по (2.20):

$$N_n = 58 \left( \frac{0,553}{0,175} + 1 \right) = 241 \text{ Вт.}$$

Потребная мощность электродвигателя (при  $\beta=1,5$  и  $\eta_m = 0,75$ ) по (2.22):

$$N_{эд} = 1,5 \frac{58}{0,75} = 116 \text{ Вт.}$$

Потребная мощность соответствует установленной 120 Вт.

Коэффициент сопротивления для трехлопастной двухрядной пропеллерной мешалки (при  $A = 1,19$ ,  $k = 0,15$ ) по (2.14):

$$\zeta_0 = \frac{1,19}{164634^{0,15}} = 0,196.$$

Поправочный коэффициент по (2.18):

$$k_z = \left( \frac{1,8}{3 \cdot 0,45} \right)^{0,93} \left( \frac{2,6}{1,8} \right)^{0,6} = 1,63.$$

Рабочая мощность двухрядной трехлопастной мешалки с поправочными коэффициентами по (2.19):

$$N_p = 0,196 \frac{1,63}{0,85} 0,45^5 \cdot \left( \frac{140}{60} \right)^3 \cdot 1032,6 \cdot 2 = 182 \text{ Вт}.$$

Коэффициент  $k_u$  (при величине  $h_2 = 0,06$  м) по (2.21):

$$k_u = 3,87 \frac{0,06}{0,45} = 0,516.$$

Пусковая мощность по (2.20):

$$N_n = 182 \left( \frac{0,516}{0,196} + 1 \right) = 661 \text{ Вт}.$$

Потребная мощность электродвигателя при использовании трехлопастной двухрядной пропеллерной мешалки (при  $\alpha = 0,8$  и  $\beta = 1,5$ ) по (2.22):

$$N_{эо} = 1,5 \frac{182}{0,8} = 341 \text{ Вт}.$$

Необходимо установить другой электродвигатель большей мощности, чем установлен на танке с двухлопастной пропеллерной мешалкой (120 Вт).

### 3. МОЛОКОПРОВОД И НАСОСЫ

#### *Расчетные формулы*

Количество молока, транспортированного по трубопроводам, за определенный промежуток времени определяют из уравнения

$$V = \varphi \cdot f \cdot \omega \cdot \tau \text{ м}^3, \quad (3.1)$$

где  $\varphi$  – коэффициент скорости;

$f$  – площадь поперечного сечения потока,  $\text{м}^2$ ;

$\omega$  – скорость движения жидкости,  $\text{м/с}$ ;

$\tau$  – продолжительность транспортирования,  $\text{с}$ .

Количество (расход) жидкости, транспортированной с заданной скоростью в продолжении часа по трубопроводу круглого сечения

$$V_{\text{час}} = 0,785 d^2 \cdot \omega \cdot 3600 \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (3.2)$$

где  $d$  – внутренний диаметр труб,  $\text{м}$ .

При заданном расходе и заданной скорости диаметр трубопровода

$$d = 1000 \sqrt{\frac{V_{\text{час}}}{0,785 \cdot \omega \cdot 3600}}, \text{ мм}, \quad (3.3)$$

Сопротивления трения в прямых участках трубопровода характеризуют

величиной коэффициента трения ( $\zeta_{тр}$ ) – зависит от характера движения жидкости и чистоты обработки внутренней поверхности трубы.

При ламинарном режиме практически не зависит от шероховатости поверхности и может быть определен по известной формуле:

$$\zeta_{mp} = \frac{64}{Re}. \quad (3.4)$$

Для турбулентного режима, без учета шероховатости внутренней поверхности трубы

$$\zeta_{mp} = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re}}. \quad (3.5)$$

Потери давления на трение в прямых участках трубопровода определяют из уравнения

$$\Delta p_{mp} = \zeta_{mp} \frac{\omega^2 \rho}{2} \cdot \frac{L}{d}, Pa, \quad (3.6)$$

где  $\omega$  – скорость движения жидкости в трубах одного и того же диаметра, м/с;

$\zeta_{mp}$  – коэффициента трения;

$\rho$  – плотность молока, кг/м<sup>3</sup>;

$L$  – общая длина трубопровода одинакового диаметра, м;

$d$  – диаметр труб, м.

Формула (3.6) справедлива лишь для изотермического движения жидкости.

Если на одной и той же линии трубопровода смонтированы трубы, имеющие разный диаметр, то

$$\Delta p_{mp} = \zeta_{mp1} \frac{\omega_1^2 \rho}{2} \cdot \frac{L_1}{d_1} + \zeta_{mp2} \frac{\omega_2^2 \rho}{2} \cdot \frac{L_2}{d_2} + \zeta_{mpn} \frac{\omega_n^2 \rho}{2} \cdot \frac{L_n}{d_n} Pa, \quad (3.7)$$

Потери напора при поворотах труб, резком сужении или расширении сечения труб в арматуре характеризуют величиной коэффициента местных сопротивлений ( $\zeta_{мс}$ ).

Величина коэффициента зависит от вида сопротивления и характера движения жидкости

$$\zeta_{мс} = f(Re). \quad (3.8)$$

Необходимо иметь в виду, что данные о величине пригодны для расчета трубопроводов при транспортировании воды.

При транспортировании вязких жидкостей в расчет ( $\zeta_{мс}$ ) вводится поправка для всего молокопровода

$$\sum \zeta_{мс} = \sum \zeta_{мс.в} \sqrt[4]{\frac{v_{жс}}{v_в}} \quad (3.9)$$

где  $\sum \zeta_{мс.в}$  – сумма коэффициентов местных сопротивлений всего трубопровода при транспортировании воды;

$v_{жс}$  – кинематическая вязкость молока или других жидких молочных

продуктов,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;

$\nu_g$  – коэффициент кинематический вязкости воды,  $\text{м}^2/\text{с}$ .

Потери давления в местных сопротивлениях определяют из уравнения

$$\Delta p_{mc} = \sum \frac{\omega^2 \rho}{2} \cdot \zeta_{mc}, \text{ Па}, \quad (3.10)$$

Выражение для  $\Delta p_{mc}$  в формуле (3.10) дается в общем виде. При более детальном расчете и значительной разнице в скорости движения жидкости через различные местные сопротивления

$$\Delta p_{mc} = \frac{\omega_1^2 \rho}{2} \cdot \zeta_{mc1} + \frac{\omega_2^2 \rho}{2} \cdot \zeta_{mc2} + \frac{\omega_n^2 \rho}{2} \cdot \zeta_{mcn}, \text{ Па}, \quad (3.11)$$

Для того чтобы в трубопроводе протекала жидкость, необходимо, как известно, затратить дополнительное давление  $\Delta p_{ck}$  на создание скоростного напора:

$$\Delta p_{ck} = \frac{\omega^2 \rho}{2}, \text{ Па} \quad (3.12)$$

где  $\omega$  – скорость движения жидкости на выходе из трубопровода,  $\text{м}/\text{с}$ .

Общая потеря давления в выбранной и рассчитанной системе трубопровода будет складываться из перечисленных выше потерь давления.

Потребное давление  $\Delta p_{nom}$  должно быть равно или немного больше общей суммы потерь

$$\Delta p_{nom} \geq \Delta p_{mp} + \Delta p_{mc} + \Delta p_{ck}, \text{ Па}. \quad (3.13)$$

Система трубопроводов должна быть выбрана и рассчитана так, чтобы потребное давление было по возможности наименьшим. Если средняя скорость движения жидкости в прямых участках трубопроводов и при движении через местные сопротивления практически мало отличается от средней скорости на выходе жидкости из всей системы трубопроводов, общее потребное давление ( $\Delta p_{nom}$ ) можно определять по известной формуле:

$$\Delta p_{nom} = \frac{\omega_{cp}^2 \rho}{2} \cdot \left( \zeta_{mp} \frac{L}{d} + \sum \zeta_{mc} + 1 \right) \text{ Па}, \quad (3.14)$$

где  $\omega_{cp}$  – средняя скорость движения жидкости, условно принятая для всей системы трубопровода.

В технических расчетах довольно широко пользуются формулой (3.14). При расчете молочного трубопровода применение формулы (3.14) допустимо еще потому, что протяженность его обычно не очень большая и расхождения по сравнению с более подробным расчетом по элементам получаются незначительные. Если известны ( $\Delta p_{nom}$ ) и все величины, входящие в правую часть формулы (3.14) за исключением скорости, то можно уточнить величину  $\omega_{cp}$ .

$$\omega_{cp} = \sqrt{2 \frac{\Delta p_{nom}}{\rho \left( \zeta_{mp} \frac{L}{d} + \sum \zeta_{mc} + 1 \right)}}, \text{ м/с}, \quad (3.15)$$

Величину средней скорости  $\omega_{cp}$ ,  $\text{м}/\text{с}$  для нагнетательного молокопровода

следует выбирать	
Сметана в зависимости от жирности и сгущенное молоко	0,2...0,3
Сливки, смесь для мороженого	0,3...0,5
Молоко цельное	0,8...1,5
Обезжиренное молоко, сыворотка, пахта	1,0...2,0
Вода	1,5...3,0

При расчете всасывающего трубопровода величину средней скорости следует уменьшить примерно на 30...40%.

При транспортировании по трубопроводам молока и жидких молочных продуктов наблюдаются следующие основные случаи.

1. Движение жидкости самотеком из одной емкости в другую

$$p_1 - p_2 = \Delta p_{nom} \quad (3.16)$$

где  $p_1$  – большее давление столба жидкости, соответствующее высоте  $H_1$ , Па;

$p_2$  – меньшее давление столба жидкости, соответствующее высоте  $H_2$ , Па;

$H_1$  – расстояние по высоте между средним уровнем жидкости в емкости, из которой осуществляется перекачка, и принятым уровнем отсчета, м;

$H_2$  – расстояние по высоте между средним уровнем жидкости в емкости, в которую осуществляется перекачка, и тем же уровнем отсчета, м.

Транспортирование молока самотеком применяется редко ввиду необходимости обеспечения нужной разницы высот  $H_1 - H_2$  особенно если требуется получение большей скорости ( $\omega_{cp}$ ) при значительных сопротивлениях в системе трубопровода.

2. Принудительная перекачка с использованием жидкостных насосов

$$p_n = \Delta p_{nom} \pm \Delta p_z, \text{ Па.} \quad (3.17)$$

где  $p_n$  – давление, создаваемое насосом (определяемое по манометру), Па;

$\Delta p_{nom}$  – потребное давление, Па;

$\Delta p_z$  – разность давлений по высоте подъема жидкости, Па.

Если емкость, из которой перекачивается жидкость, будет установлена ниже емкости, в которую эта жидкость поступает, то

$$p_n = \Delta p_{nom} + \Delta p_z, \text{ Па.} \quad (3.18)$$

если выше

$$p_n = \Delta p_{nom} - \Delta p_z, \text{ Па.} \quad (3.19)$$

Когда емкости находятся на одном уровне, т. е.  $H_1 = H_2$ ,

$$\Delta p_n = \Delta p_{nom} \quad (3.20)$$

Принудительная перекачка молока и других жидких молочных продуктов по системе трубопроводов с использованием жидкостных насосов имеет свои особенности в зависимости от того, какой используется насос.

Принудительная перекачка с использованием вакуум-компрессионного способа. В этом случае при наполнении емкости необходимо внутри создать разрежение, а при опорожнении – давление выше атмосферного. Очевидно, что емкость должна быть герметически закрыта.

При наполнении танка (герметически закрытого)

$$\Delta p_e = p_{атм} - p_{ост} \quad (3.21)$$

где  $p_{атм}$  – атмосферное давление, Па ( $p_{атм} = 1,01 \cdot 10^5$  Па или  $H_{атм} = 10,33$  м.вод.ст.);

$p_{ост}$  – остаточное давление в танке, Па.

При опорожнении танка (герметически закрытого)

$$\Delta p_e = p_e - p_{атм} \quad (3.22)$$

где  $p_e$  – давление сжатого воздуха, создаваемое воздушным насосом (компрессором), Па.

$$\Delta p_e = \Delta p_{ном} \pm \Delta p_e + p_{нев} \text{ Па}, \quad (3.23)$$

где  $\Delta p_e$  – разность давлений воздуха в одной емкости и в другой, Па;

$\Delta p_e$  – разность давлений по высоте подъема жидкости, Па;

$p_{нев}$  – потери давления в воздухопроводах, Па (этими потерями в технических расчетах можно пренебречь).

Практически, при наполнении и опорожнении танков с использованием вакуум-компрессорного способа, стремятся максимально уменьшить потери давления в трубопроводе, чтобы  $\Delta p_e$  было в пределах от  $5,0 \cdot 10^3$  до  $19,62 \cdot 10^3$  Па или от 0,5 до 2 м вод. ст. Получение таких значений  $\Delta p$ , не должно вызывать особых трудностей даже при использовании простейших воздушных насосов.

Давление и производительность у центробежных молочных насосов взаимозависимы. На рис. 3.1 дана рабочая характеристика центробежного насоса марки 50 МЦ 25-31. Заштрихованная часть графика выделяет рабочую зону этого насоса при наибольших значениях к. п. д. В пределах этой зоны наиболее приемлемыми являются следующие параметры:  $V_{час} = 25$  м<sup>3</sup>/ч и  $H = 31$  м. вод. ст. Характеристика получена опытным путем при  $n_0 = \text{const}$ .

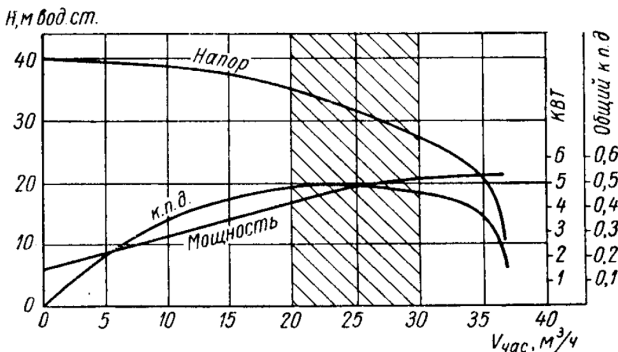


Рис. 3.1. Рабочая характеристика центробежного молочного насоса марки 50 МЦ 25/31.

При установке электродвигателя с новым числом оборотов ( $n_1$ ) нужно произвести соответствующие расчеты и вычертить новый график (рабочую характеристику при  $n_1 = \text{const}$ ).

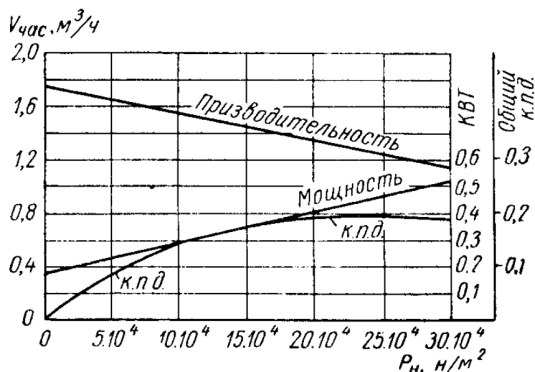


Рис. 3.1. Рабочая характеристика шестеренчатого насоса с внутренним зацеплением

Центробежные молочные насосы обычно работают под заливом. Поэтому формулы для расчета высоты всасывания не даются.

Производительность насосов объемного действия практически мало зависит от давления  $\Delta p_n$ . При увеличении  $\Delta p_n$  в результате увеличения  $\Delta p_{пот}$  будет несколько уменьшаться  $\eta_{об}$ , так как возрастет обратное проскальзывание жидкости из зоны нагнетания в зону всасывания. Объемный к. п. д. зависит от вязкости перекачиваемой жидкости. Он будет выше при перекачке более вязкой жидкости.

На рис. 3.1 дана характеристика шестеренчатого насоса с внутренним зацеплением. Общий к. п. д. при перекачке молока не выше 0,2. Работа насоса улучшается при перекачивании более вязких молочных продуктов. Например, при перекачивании сгущенного молока без сахара общий к. п. д. увеличивается до 0,3.

При подборе насосов можно использовать графический метод расчета по уравнению (3.18). В этом случае на кривую характеристики  $p_n = f(V_{сек})$  намеченного к установке насоса наносят кривую характеристики трубопроводов. Пересечение этих кривых дает в каждом конкретном случае одну, так называемую рабочую точку, когда соблюдается равенство по формуле (3.18). Желательно, чтобы рабочая точка находилась в пределах, наиболее выгодной зоны работы этого насоса.

На рис. 3.3 приведен графический метод подбора насосов. Кривая 1 – характеризует изменение давления, создаваемого центробежным насосом марки 50 МЦ 25/31 (рис. 3.1), в зависимости от производительности; кривая 2 – изменение требуемого давления сети при давлении подъема  $10 \cdot 10^4$  или  $10,2 \text{ м. вод. ст.}$ ; кривая 3 – изменение требуемого давления сети трубопроводов при тех же сопротивлениях и при давлении подъема  $5 \cdot 10^4 \text{ Па.}$ ; кривая 4 – изменение требуемого давления сети при тех же сопротивлениях, но при  $\Delta p_2 = 0$ ; кривая 5 – изменение требуемого давления сети при тех же сопротивлениях и при  $-\Delta p_2$ .

Наиболее выгодным режимом работы этого насоса является работа при производительности  $25 \text{ м}^3/\text{ч}$  и давлении  $30 \cdot 10^4 \text{ Па.}$

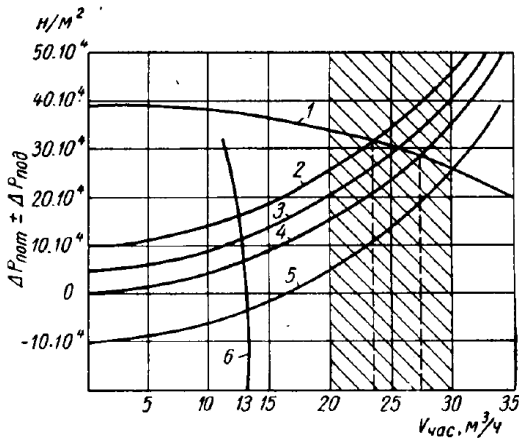


Рис. 1. 9. Подбор насосов с помощью графического метода

Этому режиму соответствует кривая 3 характеристики сети. Рабочая точка соответствует потребному давлению сети  $\Delta p_{ном} = 25 \cdot 10^4 \text{ Па}$  и давлению подъема  $\Delta p_z = 5 \cdot 10^4 \text{ Па}$ .

Высоту подъема жидкости у насосов объемного действия (шестеренчатых) определяем на основании данных о производительности и давлении указанных в их технической характеристике. На рис. 3.3 нанесена кривая 6, соответствующая примерному изменению давления в нагнетательном трубопроводе при использовании шестеренчатого насоса с внешним зацеплением, имеющего производительность  $13 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Мощность, необходимую для подбора электродвигателя всех рассмотренных насосов, определяют по формуле (3.24)

$$N_{эд} = \frac{V_{сек} P_n}{\eta} \text{ Вт}, \quad (3.24)$$

где  $V_{сек}$  – производительность насоса,  $\text{м}^3/\text{сек}$ ;

$p_n$  – давление, создаваемое насосом,  $\text{Па}$ ;

$\eta$  – общий (полный) к. п. д. соответствующего насоса.

Когда нормальный режим работы насоса выбирают в соответствии с имеющейся рабочей характеристикой данного насоса и при наибольшем к.п.д., то мощность обычно определяют по рабочей характеристике. При отсутствии рабочей характеристики наибольшую трудность расчета по формуле (3.24) представляет определение  $\eta$ . Этот коэффициент зависит от гидравлического совершенства элементов проточной части (рабочего колеса, внутренней части корпуса, входных и выходных устройств), совершенства уплотнений, обратного проскальзывания жидкости из зоны нагнетания в зону всасывания и различных потерь мощности в приводном механизме и электродвигателе.

$$\eta = \eta_n \cdot \eta_{мв} \quad (3.25)$$

где  $\eta_n$  – к. п. д. насоса;

$$\eta_n = \eta_z \cdot \eta_{об}, \quad (3.26)$$

здесь  $\eta_g$  – гидравлический к.п.д.;

$\eta_{об}$  – объемный к.п.д., характеризующий обратное проскальзывание жидкости;

$\eta_m$  – механический к. п. д.

$$\eta_m = \eta_{пер} \cdot \eta_{эд}, \quad (3.27)$$

здесь  $\eta_{пер}$  – к. п. д. передачи;

$\eta_{эд}$  – к.п.д. электродвигателя.

У молочных насосов  $\eta = 0,1 \dots 0,45$ . Более высокий к. п. д. имеют новые современные конструкции насосов, например центробежный насос с монолитным диском и др.

### **Основные правила безопасности эксплуатации насосов и трубопроводов**

Перед монтажом и первым пуском насос следует разобрать, осмотреть и убедиться в исправности деталей.

Запрещается работать на насосе при задевании рабочего органа за корпус и крышку, а также при повышенной вибрации и шуме.

Подтягивать сальник и заменять манжетные уплотнения следует при полной остановке насоса.

Электродвигатель насоса должен быть заземлен.

При наличии в насосе резиновых уплотнений не следует включать насос без жидкости и выключать его сразу после подачи жидкости, что может привести к выходу уплотнений из строя.

Производительность центробежного насоса регулируется краном на нагнетательной линии. При этом резко закрывать кран не допускается.

При работе роторных и шестеренных насосов запрещается полностью закрывать краны на нагнетательных линиях. Перед началом работы краны на нагнетательных линиях должны быть открыты в первую очередь.

Плунжерный насос высокого давления нельзя включать в работу при отсутствии манометра или при его неисправности.

Перед пуском плунжерного насоса необходимо проверить наличие масла в масляной ванне и количество воды, идущей на охлаждение плунжеров.

Вращающиеся и движущиеся части насоса должны быть закрыты ограждениями.

Во избежание гидравлического удара трубопроводы необходимо перекрывать медленно.

Трубопроводы должны присоединяться так, чтобы усилия, возникающие при открытии и закрытии арматуры, не передавались на трубы.

Стеклообразные трубы нагревать или охлаждать необходимо постепенно, изменяя температуру на 15-25 °С в минуту. Нельзя стерилизовать стеклообразные трубы паром.

Трубопроводы и арматура должны быть проверены на прочность путем гидравлического испытания под давлением выше рабочего

### Индивидуальное задание 3.1

По системе трубопровода молоко и сливки перекачивают из приемного отделения в молокохранилище. Диаметр труб  $d = 35$  мм. Температура молока и сливок одинаковая ( $t = 10^\circ \text{C}$ ).

Общая длина трубопроводов  $L = 20$  м. На трубопроводе установлено: два проходных крана, один трехходовой и пять отводов под углом  $90^\circ$ . Краны проходные и трехходовой открыты полностью, но при проходе через них происходит сужение и расширение струи. Для этого случая принимаем коэффициент местного сопротивления 0,19 для каждого крана. Для отводов принимаем коэффициент местного сопротивления 0,15.

Определить потери давления в системе трубопровода  $\Delta p_{\text{пот}}$  при заданной средней скорости; для молока  $v_m = 1,4$  м/с сливок  $v_c = 0,3$  м/с.

#### Исходные данные к заданию 3.1

последняя цифра шифра	$L, \text{ м}$	$v_c, \text{ м/с}$	$d, \text{ мм}$	предпоследняя цифра шифра	$v_m, \text{ м/с}$	$t, \text{ }^\circ\text{C}$
1	15	2,8	25	1	1,2	7
2	18	1,4	28	2	1,3	8
3	20	4,2	30	3	1,4	9
4	22	2,8	32	4	1,5	10
5	25	1,4	38	5	1,6	11
6	27	4,2	40	6	1,7	12
7	30	2,8	42	7	1,8	9
8	32	1,4	46	8	1,9	10
9	35	4,2	50	9	2,0	12
0	37	2,8	52	0	2,1	11

#### Пример выполнения задания 3.1

Исходные данные:

$$L = 20 \text{ м}; d = 35 \text{ мм}; t = 10^\circ \text{C}; v_m = 1,4 \text{ м/с}; v_c = 0,5 \text{ м/с}.$$

При исходной температуре продуктов  $t = 10^\circ \text{C}$  по приложениям выписываем коэффициенты кинематической вязкости  $\nu_m = 2,39 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$  и  $\nu_c = 0,03924 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{с}$

Критерий Рейнольдса при транспортировании молока

$$\text{Re} = \frac{1,4 \cdot 0,035}{2,39 \cdot 10^{-6}} = 20502 \gg 2320;$$

Режим явно турбулентный.

Критерий Рейнольдса при транспортировании сливок

$$\text{Re} = \frac{0,5 \cdot 0,035}{0,03924 \cdot 10^{-3}} = 446 < 2320;$$

Режим явно ламинарный.

Коэффициент трения в прямых участках трубопровода  
Для молока при турбулентном режиме по формуле (3.5)

$$\zeta_{mp} = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{20502}} = 0,0264.$$

Для сливок при ламинарном режиме по формуле (3.4)

$$\zeta_{mp} = \frac{64}{446} = 0,144.$$

Сумма местных сопротивлений с учетом вязкости жидкости по (3.9) для молока

$$\sum \zeta_{mc} = (0,19 \cdot 3 + 0,15 \cdot 5) \sqrt[4]{\frac{2,39 \cdot 10^{-6}}{1,1 \cdot 10^{-6}}} = 1,6$$

для сливок

$$\sum \zeta_{mc} = (0,19 \cdot 3 + 0,15 \cdot 5) \sqrt[4]{\frac{0,03924 \cdot 10^{-3}}{1,1 \cdot 10^{-6}}} = 3,23$$

Общие потери давления в трубопроводе с учетом давления  $\Delta p_{ск}$  по (3.14): при движении по системе трубопроводов молока

$$\Delta p_{ном} = \frac{1,4^2 \cdot 1031,7}{2} \cdot \left( 0,0264 \frac{20}{0,035} + 1,6 + 1 \right) = 17881 \text{ Па}.$$

при движении сливок

$$\Delta p_{ном} = \frac{0,5^2 \cdot 1002,2}{2} \cdot \left( 0,144 \frac{20}{0,035} + 3,23 + 1 \right) = 10838 \text{ Па}.$$

При движении сливок сумма сопротивления увеличивается, но так как скорость выбрана значительно меньше, то и общие потери получаются меньше.

## 4. ТЕПЛОБМЕННЫЕ АППАРАТЫ

### *Расчетные формулы*

#### 4.1. Тепловой расчет аппарата

##### *Определение физических свойств продукта и пара*

Для определения физических свойств продукта необходимо установить его среднюю температуру:

$$t_{cp} = (t_n + t_k)/2, \quad (4.1)$$

где  $t_n$  – начальная температура продукта, °С;

$t_k$  – конечная температура продукта, °С.

По известной средней температуре продукта из приложения определяют его физические свойства (см. пример).

По давлению пара определяют физические свойства сухого насыщенного пара (см. пример).

Построение графика теплообмена и определение средней разности температур между паром и продуктом.

По известной температуре пара, начальной и конечной температуре продукта строится график теплообмена (рис. 1.1).

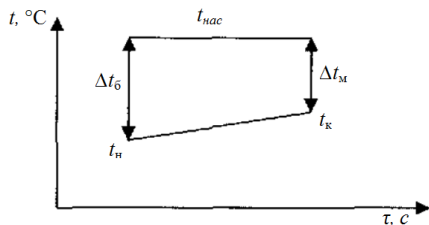


Рис. 4.1. График теплообмена между паром и продуктом

$$\Delta t_{\text{б}} = t_{\text{нас}} - t_{\text{н}}, \quad (4.2)$$

где  $\Delta t_{\text{б}}$  – большая разность температур, °С;

$t_{\text{нас}}$  – температура пара, °С;

$t_{\text{н}}$  – начальная температура продукта, °С,

$$\Delta t_{\text{м}} = t_{\text{нас}} - t_{\text{к}}, \quad (4.3)$$

где  $\Delta t_{\text{м}}$  – меньшая разность температур, °С;

$t_{\text{нас}}$  – температура пара, °С;

$t_{\text{к}}$  – конечная температура продукта, °С,

Если отношение  $\Delta t_{\text{б}} / \Delta t_{\text{м}} > 2$ , то среднюю разность температур рассчитывают по формуле:

$$\Delta t_{\text{cp}} = \frac{\Delta t_{\text{б}} - \Delta t_{\text{м}}}{\ln \frac{\Delta t_{\text{б}}}{\Delta t_{\text{м}}}}; \quad (4.4)$$

Если отношение  $\Delta t_{\text{б}} / \Delta t_{\text{м}} \leq 2$ , то с достаточной точностью можно пользоваться среднеарифметическим значением:

$$\Delta t_{\text{cp}} = \frac{\Delta t_{\text{б}} + \Delta t_{\text{м}}}{2}; \quad (4.5)$$

#### *Определение физических свойств конденсата*

Для определения физических свойств конденсата необходимо определить его температуру:

$$t_{\text{конд}} = \frac{t_{\text{нас}} + t_{\text{см}}}{2}, \quad (4.6)$$

где  $t_{\text{см}}$  – температура стенки, °С.

$$t_{\text{см}} = 0,5 \cdot (t_{\text{нас}} + t_{\text{cp}}) \quad (4.7)$$

По известной температуре конденсата из приложения определяют его физические свойства (см. пример).

#### *Определение тепловой нагрузки аппарата*

$$Q = M \cdot c_{np} \cdot (t_k - t_n), \quad (4.8)$$

где  $Q$  – тепловая нагрузка, кДж/ч;

$M$  – производительность аппарата, кг/ч;

$c_{np}$  – удельная теплоемкость продукта, кДж/(кг·К) (см. Приложения).

Перевод тепловой нагрузки в (Вт) по формуле:

$$Q^* = Q \frac{1000}{3600}, \quad (4.9)$$

$Q^*$  – тепловая нагрузка, Вт.

#### *Определение режима движения продукта по трубам*

Режим течения жидкости характеризуется числом Рейнольдса.

В прямых гладких трубах при  $Re < 2300$  наблюдается ламинарный режим движения, при  $Re > 10\,000$  — устойчивый турбулентный, а при  $2300 < Re < 10\,000$  – переходный.

$$Re = \frac{v_{np} \cdot d_{вн}}{\nu_{np}}, \quad (4.10)$$

где  $v_{np}$  – скорость движения продукта, м/с (принимается  $v_{np} = 0,5 \dots 1$  м/с);

$d_{вн}$  – внутренний диаметр трубы, м;

$\nu_{np}$  – кинематическая вязкость продукта, м<sup>2</sup>/с.

Режим движения молока по трубам \_\_\_\_\_ (при выбранной скорости движения продукта \_\_\_\_ м/с).

Внутренний диаметр трубы определяется из уравнения неразрывности струи, (м):

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4 \cdot V_{ан}}{\pi \cdot v_{np} \cdot 3600}}, \quad (4.11)$$

где  $V_{ан}$  – объемная производительность аппарата, м<sup>3</sup>/ч;

$v_{np}$  – скорость движения продукта, м/с.

По рассчитанному внутреннему диаметру труб из приложения подбираются стандартные наружный диаметр и толщину стенки, после чего определяется стандартный внутренний диаметр ( $d_{вн}^*$ );

$$d_{вн}^* = d_{нар}^* - 2 \cdot a_{ст}, \quad (4.12)$$

где  $d_{нар}^*$  – наружный диаметр по стандарту, м;

$a_{ст}$  – толщина стенки трубы, м.

Далее определяется фактическая скорость движения жидкости по трубам:

$$v_{ф} = \frac{4 \cdot V_{ан}}{\pi \cdot (d_{вн}^*)^2 \cdot 3600}, \quad (4.13)$$

Фактическая скорость движения продукта по трубе составляет \_\_\_\_ м/с.

#### *Определение коэффициента теплопередачи и частных коэффициентов теплоотдачи*

Определение коэффициента теплоотдачи от пара к горизонтальной трубе

аппарата:

$$\alpha_1 = 0,728 \cdot \varepsilon^4 \sqrt{\frac{\lambda_{\text{конд}}^3 \cdot \rho_{\text{конд}}^2 \cdot r_{\text{нас}} \cdot g \cdot 1000}{\mu_{\text{конд}} \cdot (t_{\text{нас}} - t_{\text{см}}) \cdot d_{\text{нар}}^*}}. \quad (4.14)$$

где  $\lambda_{\text{конд}}$  – теплопроводность конденсата, Вт/(м·К);

$\rho_{\text{конд}}$  – плотность конденсата, кг/м<sup>3</sup>;

$\mu_{\text{конд}}$  – динамическая вязкость конденсата. Па·с;

$r_{\text{нас}}$  – теплота парообразования, кДж/кг.

$\varepsilon$  – поправочный коэффициент:

$$\varepsilon = \sqrt[3]{\left(\frac{\lambda_{\text{к см}}}{\lambda_{\text{к}}}\right)^3 \cdot \frac{\mu_{\text{к}}}{\mu_{\text{к см}}}},$$

здесь  $\lambda_{\text{к см}}$  – теплопроводность конденсата, при температуре стенки, Вт/(м·К);

$\mu_{\text{к см}}$  – динамическая вязкость конденсата, при температуре стенки, Па·с;

Коэффициент теплоотдачи от пара к стенке труб равен \_\_\_\_\_ Вт/(м<sup>2</sup>·К).

*Определение коэффициента теплоотдачи от стенки к продукту*

$$\alpha_2 = \frac{Nu \cdot \lambda_{\text{пр}}}{d_{\text{вн}}^*}, \quad (4.15)$$

где  $\lambda_{\text{пр}}$  – теплопроводность продукта, Вт/(м·К);

Nu – критерий Нуссельта.

а) для турбулентного режима ( $Re > 10\,000$ )

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr_{\text{пр}}^{0,43};$$

б) для переходного режима ( $Re = 2300 \dots 10\,000$ )

$$Nu = 0,008 Re^{0,9} Pr_{\text{пр}}^{0,43};$$

в) для ламинарного режима ( $Re < 2300$ )

$$Nu = 0,17 Re^{0,33} Pr_{\text{пр}}^{0,43} Gr^{0,1},$$

здесь Pr – критерий Прандтля:

Gr – критерий Грасгофа

$$Gr = \frac{g \cdot d_{\text{вн}}^3}{\nu_{\text{пр}}^2} \cdot \Delta t \cdot \beta, \quad (4.16)$$

здесь  $\Delta t$  – разность температур стенки и продукта:  $\Delta t = t_{\text{см}} - t_{\text{пр}}$ ;

$\beta$  – коэффициент объемного расширения жидкости.

*Определение коэффициента теплопередачи*

$$K = \frac{\varphi}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{a_{\text{см}}}{\lambda_{\text{см}}} + \frac{1}{\alpha_2}}, Bm / (m^2 \cdot K). \quad (4.17)$$

где  $\lambda_{\text{см}}$  – теплопроводность стенки труб, Вт/(м·К),

для хромоникелевых труб  $\lambda_{\text{см}} = 16 \dots 18$  Вт/(м·К);

$\varphi$  – коэффициент, учитывающий влияние накипи на поверхности трубок

при нагревании продукта (принимается значение  $\varphi = 0,5 \dots 0,9$ ).

#### *Определение площади поверхности теплообмена*

Площадь поверхности теплообмена определяется из основного уравнения теплопередачи

$$F = \frac{Q^*}{K \cdot \Delta t_{cp}}. \quad (4.18)$$

### **4.2. Конструкторский расчет аппарата**

Целью конструкторского расчета трубчатых теплообменных аппаратов является определение габаритных размеров, числа труб, диаметров патрубков для ввода пара и отвода конденсата.

Последовательность расчета предполагает определение следующих параметров:

Площадь поперечного сечения одного хода по продукту:

$$S_x = \frac{V_{ан}}{v_{\varphi} \cdot 3600}. \quad (4.19)$$

Число труб в одном ходу:

$$n_{1хода} = \frac{S_x}{S_{1мп}}, \quad (4.20)$$

где  $S_{1мп}$  – площадь поперечного сечения одной трубы,  $m^2$ .

$$S_{1мп} = \frac{\pi \cdot (d_{вн}^*)^2}{4}. \quad (4.21)$$

Длина пути продукта в трубках аппарата:

$$L = \frac{F}{\pi \cdot d_{cp} \cdot n_{1хода}}, \quad (4.22)$$

где  $L$  – длина пути продукта, м;

$d_{cp}$  – средний расчетный диаметр труб, м.

$$d_{cp} = \frac{d_{вн}^* + d_{нар}^*}{2} \quad (4.23)$$

Число ходов:

$$Z = \frac{L}{l_{мп} \cdot n_{1хода}}, \quad (4.24)$$

где  $l_{мп}$  – длина одной трубы, м (принимается от 1 до 2 м).

Общее число труб в аппарате:

$$n_{общ} = Z \cdot n_{1хода}, \quad (4.25)$$

$n_{общ}$  округлить до 7; 19; 37; 61; 91; 127; 187; 241; 301; 367; 439; 517; 613; 721  
изменяя  $Z$  подбирая длину одной трубы  $l_{мп}$ .

Диаметр аппарата (без теплоизоляции):

$$D_m = (n - 1) \cdot t + 4 \cdot d_{нар}^*, \quad (4.26)$$

где  $n$  – число труб по диагонали наибольшего многоугольника, выбрать в зависимости от  $n_{\text{общ}}$ ;

$n_{\text{об}}$	7	1	3	6	9	12	18	24	30	36	43	51	61	72
щ		9	7	1	1	7	7	1	1	7	9	7	3	1
$n$	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29

$t$  – шаг труб (расстояние между центрами труб), м.

$$t = (1, 2 \dots 1, 3) \cdot d_{\text{нар}}^* \quad (4.27)$$

Расход пара рассчитывается по формуле, (кг/ч):

$$G_{\text{нас}} = \frac{Q}{(i_{\text{нас}} - c_{\text{конд}} \cdot t_{\text{конд}}) \cdot \eta} \quad (4.28)$$

где  $\eta$  – тепловой КПД аппарата (принимается равным 0,9);

$c_{\text{конд}}$  – удельная теплоемкость конденсата, кДж/(кг·К);

$i_{\text{нас}}$  – энтальпия пара, кДж/кг.

Определение диаметра патрубка, подводящего пар:

$$d_n = \sqrt{\frac{4 \cdot G_{\text{нас}}}{\pi \cdot v_{\text{нас}} \cdot \rho_{\text{нас}} \cdot 3600}} \quad (4.29)$$

где  $v_{\text{нас}}$  – скорость движения пара, принимается 30 м/с;

$\rho_{\text{нас}}$  – плотность пара, кг/м<sup>3</sup>.

Диаметр патрубка для конденсата:

$$d_{\text{конд}} = \sqrt{\frac{4 \cdot G_{\text{нас}}}{\pi \cdot v_{\text{конд}} \cdot \rho_{\text{конд}} \cdot 3600}} \quad (4.30)$$

где  $v_{\text{конд}}$  – скорость движения конденсата (принимается равной от 1...2 м/с).

Трубы распределяются в трубной решетке по одному из трех способов: по шестиугольнику, квадрату и концентрическим окружностям.

### Основные правила безопасной эксплуатации оборудования для тепловой обработки молока

При эксплуатации оборудования для тепловой обработки молока необходимо тщательно следить за герметичностью соединений трубопроводов и особенно уплотнительных резиновых прокладок в пластинчатых аппаратах. Герметичность проверяется перед работой аппарата пропуском через него холодной воды.

Паропроводы, предназначенные для подвода пара к нагревателям, пастеризационно-охладительным и стерилизационно-охладительным установкам, должны иметь тепловую изоляцию. Аппараты установок, предназначенные для высокотемпературной пастеризации и стерилизации, должны иметь защищенные кожуха. Все электродвигатели, пусковая аппаратура и щиты управления должны быть заземлены.

### Задачи

1. В трубчатом аппарате нагревается обрат от  $t_1 = 10^\circ \text{C}$  до  $t_2 = 80^\circ \text{C}$ . Диаметр труб в аппарате 36/38 мм, длина прямых участков 1,8 м. Аппарат состоит из двух секций поверхностью нагрева 6,8 м<sup>2</sup> каждая. Первая секция обогревается горячей водой, а вторая — насыщенным водяным паром.

Определить производительность установки, расход пара и потребную мощность насоса для продвижения обрат.

2. В кольцевом трубчатом аппарате охлаждается молоко от 77 до 7° С. Производительность аппарата 5000 кг/ч. Определить размер аппарата и выбрать его по каталогу.

3. Пастеризатор с мешалкой имеет поверхность нагрева 1 м<sup>2</sup> с односторонним обогревом. Определить его производительность, расход пара и потребную мощность для двух случаев:

- молоко пастеризуется от  $t_1 = 7^\circ \text{C}$  до  $t_2 = 80^\circ \text{C}$ ;
- молоко нагревается от  $t_1 = 10^\circ \text{C}$  до  $t_2 = 45^\circ \text{C}$ .

#### **Индивидуальное задание 4.1**

Определить частные коэффициенты теплоотдачи, теплопередачи и поверхность теплообмена. Данные для проектирования аппарата приведены в таблице. Продукт молоко.

#### **Исходные данные к заданию 4.1**

Последняя цифра шифра	Производительность теплообменного аппарата, $V_{\text{ап}}, \text{ м}^3/\text{ч}$	Давление пара $P_{\text{нас}} \cdot 10^5 \text{ Па}$	Предпоследняя цифра шифра	Начальная температура продукта, $t_n, ^\circ\text{C}$	Конечная температура продукта, $t_k, ^\circ\text{C}$
1	2	1,5	1	5	70
2	3	1,8	2	6	74
3	2,8	2,1	3	7	78
4	3,4	2,3	4	4	82
5	2,5	2,5	5	6	84
6	3,5	2,7	6	5	86
7	2,6	2,9	7	7	60
8	3,2	2,8	8	4	65
9	2,2	1,7	9	6	68
0	2,4	1,2	0	8	74

#### **Пример выполнения задания 4.1**

#### **Тепловой расчет аппарата**

Исходные данные для расчета трубчатого теплообменного аппарата  
 Производительность теплообменного аппарата,  $V_{\text{ап}} = 3,8 \text{ м}^3/\text{ч}$   
 Начальная температура продукта,  $t_n = 5^\circ\text{C}$   
 Конечная температура продукта,  $t_k = 80^\circ\text{C}$   
 Давление пара,  $P_{\text{нас}} = 2,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$

*Определение физических свойств продукта и пара*

Определяем среднюю температуру продукта по формуле (4.1):

$$t_{cp} = (5 + 80)/2 = 42,5 \text{ } ^\circ\text{C},$$

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

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

По найденной средней температуре продукта из приложения (В) определяем его физические свойства.

Физические свойства продукта

Параметр	Единица измерения	Условное обозначение	Значение параметра
Плотность	кг/м <sup>3</sup>	$\rho_{np}$	1019,9
Удельная теплоемкость	кДж/(кг·К)	$c_{np}$	3,914
Теплопроводность	Вт/(м·К)	$\lambda_{np}$	0,508
Динамическая вязкость	Па·с	$\mu_{np}$	$1009,4 \cdot 10^{-6}$
Кинематическая вязкость	м <sup>2</sup> /с	$\nu_{np}$	$0,97 \cdot 10^{-6}$
Критерии Прандтля	-	$Pr_{np}$	7,25

По давлению пара определяем физические свойства сухого насыщенного пара.

Физические свойства сухого насыщенного пара

Параметр	Единица измерения	Условное обозначение	Значение параметра
Давление пара	МПа	$P_{нас}$	0,25
Температура пара	$^\circ\text{C}$	$t_{нас}$	126,79
Удельный объем	м <sup>3</sup> /кг	$\nu_{нас}$	0,732
Энтальпия	кДж/кг	$i_{нас}$	2716,4
Теплота парообразования	кДж/кг	$r_{нас}$	2183,4

Построение графика теплообмена и определение средней разности температур между паром и продуктом.

По известной температуре пара, начальной и конечной температуре продукта строим график теплообмена.

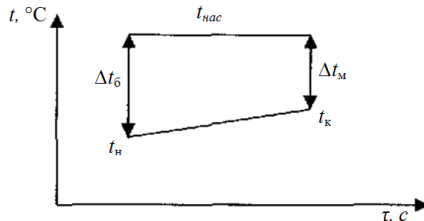


Рис. График теплообмена между паром и продуктом

Определяем большую разность температур  $\Delta t_0$  по формуле (4.2):

$$\Delta t_{\delta} = 126,79 - 5 = 121,79 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Определяем меньшую разность температур  $\Delta t_m$  по формуле (4.3):

$$\Delta t_m = 126,79 - 80 = 46,79 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Определяем отношение  $\Delta t_{\delta} / \Delta t_m = 121,79 / 46,79 = 2,6 > 2$ , то среднюю разность температур рассчитываем по формуле (4.4):

$$\Delta t_{cp} = \frac{121,79 - 46,79}{\ln \frac{121,79}{46,79}} = 78,4 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

#### *Определение физических свойств конденсата*

Определяем температуру конденсата по формуле (4.6):

$$t_{\text{конд}} = \frac{126,79 + 84,64}{2} = 105,7 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

где  $t_{cm}$  – температура стенки,  $^{\circ}\text{C}$ .

$$t_{cm} = 0,5 \cdot (126,79 + 42,5) = 84,64 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

По найденной температуре из приложения (А) определяем физические свойства конденсата.

#### *Физические свойства конденсата*

<b>Параметр</b>	<b>Единица измерения</b>	<b>Условное обозначение</b>	<b>Значение параметра</b>
Температура	$^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{конд}}$	105,7
Плотность	$\text{кг}/\text{м}^3$	$\rho_{\text{конд}}$	955,03
Удельная теплоемкость	$\text{кДж}/\text{кг} \cdot \text{K}$	$c_{\text{конд}}$	4,235
Теплопроводность	$\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{K})$	$\lambda_{\text{конд}}$	0,687
Динамическая вязкость	Па с	$\mu_{\text{конд}}$	257,45
Кинематическая вязкость	$\text{м}^2/\text{с}$	$\nu_{\text{конд}}$	0,2768
Критерий Прандтля	-	$Pr_{\text{конд}}$	1,63

#### *Определение тепловой нагрузки аппарата*

Определяем тепловую нагрузку по формуле (4.8):

$$Q = 3,8 \cdot 1019,9 \cdot 3,914 \cdot (80 - 5) = 1137688 \text{ кДж/ч}.$$

Переводим тепловую нагрузку  $Q^*$  в (Вт) по формуле (4.9):

$$Q^* = 1137688 \frac{1000}{3600} = 316025 \text{ Вт}.$$

#### *Определение режима движения продукта по трубам*

Определяем число Рейнольдса по формуле (4.10):

$$Re = \frac{0,7 \cdot 0,044}{0,97 \cdot 10^{-6}} = 31753$$

где  $v_{np}$  – скорость движения продукта, м/с (принимаяем  $v_{np} = 0,7$  м/с);

Режим движения молока по трубам турбулентный (при выбранной

скорости движения продукта 0,7 м/с).

Внутренний диаметр трубы определяем из уравнения неразрывности струи, (м) по формуле (4.11):

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,8}{3,14 \cdot 0,7 \cdot 3600}} = 0,044 \text{ м.}$$

По рассчитанному внутреннему диаметру труб из приложения подбираем стандартные наружный диаметр и толщину стенки, после чего определяем стандартный внутренний диаметр ( $d_{вн}^*$ ) по формуле (4.12):

$$d_{вн}^* = 0,05 - 2 \cdot 0,003 = 0,044 \text{ м,}$$

где  $a_{ст}$  – толщина стенки трубы, м (принимаем  $a_{ст} = 3 \text{ мм}$ ).

Далее определяем фактическую скорость движения жидкости по трубам по формуле (4.13):

$$v_{ф} = \frac{4 \cdot 3,8}{3,14 \cdot (0,044)^2 \cdot 3600} = 0,7 \text{ м / с.}$$

Фактическая скорость движения продукта по трубе составляет 0,7 м/с.

*Определение коэффициента теплопередачи и частных коэффициентов теплоотдачи*

Определяем коэффициент теплоотдачи  $\alpha_1$  от пара к горизонтальной трубе аппарата по формуле (4.14):

$$\alpha_1 = 0,728 \cdot 0,964 \sqrt{\frac{0,678^3 \cdot 955,03^2 \cdot 2183,4 \cdot 9,81 \cdot 1000}{257,45 \cdot 10^{-6} (126,79 - 84,64) \cdot 0,05}} = 7265 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{К)}$$

Определяем поправочный коэффициент  $\varepsilon$ :

$$\varepsilon = \sqrt[8]{\left(\frac{0,678}{0,687}\right)^3 \cdot \frac{257,45 \cdot 10^{-6}}{347,9 \cdot 10^{-6}}} = 0,96$$

здесь  $\lambda_{к ст}$  – теплопроводность конденсата, при температуре стенки,  $\lambda_{к ст} = 0,678 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ ;

$\mu_{к ст}$  – динамическая вязкость конденсата, при температуре стенки,  $\mu_{к ст} = 347,9 \cdot 10^{-6} \text{ Па} \cdot \text{с}$ ;

Коэффициент теплоотдачи от пара к стенке труб равен 7265 Вт/(м<sup>2</sup>·К).

Определяем коэффициент теплоотдачи  $\alpha_2$  от стенки к продукту по формуле (4.15):

$$\alpha_2 = \frac{215 \cdot 0,508}{0,044} = 2482 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{К)}$$

где  $\lambda_{пр}$  – теплопроводность продукта, Вт/(м·К);

Определяем критерий Нуссельта Nu для турбулентного режима так как (Re=31753 > 10 000)

$$\text{Nu} = 0,023 \cdot 31753^{0,8} \cdot 7,25^{0,43} = 215$$

Определяем коэффициент теплопередачи по формуле (4.17):

$$K = \frac{0,6}{\frac{1}{7265} + \frac{0,003}{17} + \frac{1}{2482}} = 837 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

где  $\lambda_{ст}$  – теплопроводность стенки труб, Вт/(м·К), для хромоникелевых труб  $\lambda_{ст} = 17$  Вт/(м·К);

$\varphi$  – коэффициент, учитывающий влияние накипи на поверхности трубок при нагревании продукта (принимается  $\varphi = 0,6$ ).

#### *Определение площади поверхности теплообмена*

Площадь поверхности теплообмена определяем из основного уравнения теплопередачи по формуле (4.18):

$$F = \frac{316025}{837 \cdot 78,4} = 4,82 \text{ м}^2.$$

#### **Конструкторский расчет аппарата**

Определяем площадь поперечного сечения одного хода по продукту по формуле (4.19):

$$S_x = \frac{3,8}{0,7 \cdot 3600} = 0,00151 \text{ м}^2.$$

Определяем число труб в одном ходу по формуле (4.20):

$$n_{1\text{хода}} = \frac{0,00151}{0,00152} = 1$$

где  $S_{1mp}$  – площадь поперечного сечения одной трубы, ( $\text{м}^2$ ) определяем по формуле (4.21):

$$S_{1mp} = \frac{3,14 \cdot 0,044^2}{4} = 0,00152 \text{ м}^2.$$

Определяем длину пути продукта в трубках аппарата по формуле (4.22):

$$L = \frac{4,82}{3,14 \cdot 0,047 \cdot 1} = 32,7 \text{ м},$$

где  $d_{cp}$  – средний расчетный диаметр труб, (м) определяем по формуле (4.23):

$$d_{cp} = \frac{0,044 + 0,05}{2} = 0,047 \text{ м}.$$

Определяем число ходов по формуле (4.24):

$$Z = \frac{32,7}{1,7 \cdot 1} = 19$$

где  $l_{mp}$  – длина одной трубы, м (принимается  $l_{mp} = 1,7$  м).

Определяем общее число труб в аппарате по формуле (4.25):

$$n_{\text{общ}} = 19 \cdot 1 = 19$$

$n_{\text{общ}}$  округлить до 7; 19; 37; 61; 91; 127; 187; 241; 301; 367; 439; 517; 613; 721 изменяя  $Z$  подбирая длину одной трубы  $l_{mp}$ .

Определяем диаметр аппарата (без теплоизоляции) по формуле (4.26):

$$D_m = (5-1) \cdot 0,06 + 4 \cdot 0,05 = 0,44 \text{ м},$$

где  $n$  – число труб по диагонали наибольшего многоугольника, выбрать в зависимости от  $n_{\text{общ}}$ ;

$n_{\text{об}}$	7	1	3	6	9	12	18	24	30	36	43	51	61	72
щ	9	7	1	1	7	7	1	1	7	9	7	3	1	
$n$	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29

$t$  – шаг труб (расстояние между центрами труб), м. по формуле (4.27):

$$t = 1,2 \cdot 0,05 = 0,06 \text{ м}$$

Определяем расход пара (кг/ч) по формуле (4.28):

$$G_{\text{нас}} = \frac{1137688}{(2716,4 - 4,235 \cdot 105,7) \cdot 0,9} = 557 \text{ кг/ч},$$

где  $\eta$  – тепловой КПД аппарата (принимается равным 0,9);

Определяем диаметр патрубка, подводящего пар по формуле (4.29):

$$d_n = \sqrt{\frac{4 \cdot 557}{3,14 \cdot 30 \cdot 1,366 \cdot 3600}} = 0,069 \text{ м},$$

где  $v_{\text{нас}}$  – скорость движения пара, принимается 30 м/с;

Диаметр патрубка для конденсата по формуле (4.30):

$$d_{\text{конд}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 557}{3,14 \cdot 1,5 \cdot 955,03 \cdot 3600}} = 0,012 \text{ м},$$

где  $v_{\text{конд}}$  – скорость движения конденсата (принимается равной от 1...2 м/с).

Трубы распределяем в трубной решетке способом по шестиугольнику.

## 5. ГОМОГЕНИЗАТОРЫ

### Расчетные формулы

Производительность плунжерного гомогенизатора  $V$ , ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) определяется по формуле:

$$V = 0,25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot S \cdot n \cdot z \cdot \varphi, \quad (2.1)$$

где  $D$  и  $S$  – диаметр и ход плунжера, м;

$n$  – частота вращения коленчатого вала,  $\text{с}^{-1}$ ;

$z$  – число плунжеров, шт.;

$\varphi$  – объемный КПД насоса ( $\varphi = 0,80 \dots 0,90$ ).

Наибольшая теоретическая скорость продукта  $v_1$ , подвергающегося гомогенизации может быть вычислена по формуле, м/с:

$$v_1 = \sqrt{2 \frac{\Delta p}{\rho}} \quad (5.2)$$

где  $\Delta p$  – давление гомогенизации, Па;

$\rho$  – плотность продукта, кг/м<sup>3</sup>(см. приложение);

Несмотря на изменение скорости под клапаном и высоты клапанной щели при изменении давления гомогенизации, число Re для потока жидкости не зависит от давления гомогенизации и при работе с данным продуктом остается постоянным при любых режимах работы:

$$\text{Re} = \frac{v_1 \cdot 2 \cdot h}{\nu} = \frac{2 \cdot G}{\pi \cdot d \cdot \nu}, \quad (5.3)$$

где  $\nu$  – кинематическая вязкость продукта, м<sup>2</sup>/с (см. приложение).

$G$  – расход молока через клапан, м<sup>3</sup>/с;

$$G = V/z \quad (5.4)$$

$d$  – внутренний диаметр клапанной щели, м.

Следовательно, число Re для потока в клапанной щели зависит от производительности машины, размеров клапана и вязкости жидкости. Обычно при работе гомогенизаторов число  $\text{Re} = 25000 \dots 35000$ . Из формулы (5.3) найдем внутренний диаметр клапанной щели:

$$d = \frac{2 \cdot G}{\pi \cdot \text{Re} \cdot \nu}. \quad (5.5)$$

Высота клапанной щели  $h$  при работе гомогенизатора нестабильна, не должна превышать 0,1 мм, зависит от расхода жидкости через клапан, размеров клапана, давления гомогенизации и вязкости жидкости. Ее можно определить по формуле:

$$h = \frac{G}{\pi \cdot d \cdot \mu \cdot v_1}, \quad (5.6)$$

где  $\mu$  – коэффициент расхода при истечении через клапан (при давлении от 3 до 21 МПа,  $\mu = 0,96 \dots 0,8$ );

Проверяем число Рейнольдса для потока гомогенизируемого продукта по формуле (5.3).

Толщина тарелки клапана  $h_{кл}$ , м,

$$h_{кл} = 0,43 d_{кл} \sqrt{\frac{\Delta p}{[\sigma]}}, \quad (5.7)$$

где  $[\sigma] = 240$  МПа – допускаемое напряжение для материала клапана;

$d_{кл}$  – диаметр клапана, м:

$$d_{кл} = \sqrt{1,27 \cdot \left( \Delta F + \frac{V}{v_0 \cdot z} \right)}, \quad (5.8)$$

где  $V$  – производительность гомогенизатора, м<sup>3</sup>/с;

$v_0$  – допускаемая скорость жидкости в канале седла, м/с – (для всасывающего клапана 2 м/с, а для нагнетательного 5...8 м/с);

$\Delta F$  – площадь сечения хвостовика, м<sup>2</sup>:

$$\Delta F = \pi \cdot r_k^2, \quad (5.9)$$

здесь  $r_k$  – радиус хвостовика, м,  $r_k = (4 \dots 5) \cdot 10^{-3}$  м.

Принимаем толщину тарелки клапана  $h_{кл} = \underline{\hspace{2cm}}$  мм

Расчет предохранительных клапанов можно свести к определению проходного сечения седла клапана с учетом вязкости обрабатываемой жидкости. Для маловязких жидкостей (молоко, соки) диаметр, проходного сечения седла определяется по формуле, м:

$$D_c = \frac{\sqrt{V}}{\sqrt[3]{(\Delta p - p_e) / \delta_e}}, \quad (5.10)$$

где  $p_e$  – давление всасывания, МПа ( $p_e = 0,2$  МПа);

$\delta_e$  – отношение плотности перекачиваемой жидкости и воды (для молока  $\delta_e = 1,03$ ).

Мощность  $N$  необходимую для работы гомогенизатора, определяют по формуле для расчета мощности насосов, кВт:

$$N = \frac{\eta_a \cdot V \cdot \Delta p}{1000 \cdot \eta}, \quad (5.11)$$

где  $\eta_a$  – коэффициент запаса мощности ( $\eta = 1,5 \dots 2$ ).

$\eta$  – механический КПД гомогенизатора ( $\eta = 0,75 \dots 0,85$ ).

При гомогенизации часть механической энергии превращается в теплоту, вследствие чего происходит повышение температуры гомогенизируемого продукта,  $\Delta t$ :

$$\Delta t = \frac{\Delta p}{\rho \cdot c}, \quad (5.12)$$

где  $c$  – удельная теплоемкость, Дж/(кг·К);

$\rho$  – плотность, кг/м<sup>3</sup>.

Пружина гомогенизирующей головки должна быть достаточно жесткой, чтобы обеспечить необходимое давление гомогенизации.

При расчете задаются индексом пружины  $C_n = 4 \dots 5$ .

Рассчитывают поправочный коэффициент:

$$k = \frac{4 \cdot C_n + 1}{4 \cdot C_n - 4}, \quad (5.13)$$

Усилие пружины  $P$ , Н определяют по формуле:

$$P = f \cdot \Delta p, \quad (5.14)$$

где  $f$  – площадь сечения канала перед клапаном, м<sup>2</sup>

$$f = \pi \cdot d^2 / 4$$

На основании рассчитанных значений, определяют диаметр проволоки пружины:

$$d_{np} = \sqrt{\frac{8 \cdot k \cdot P \cdot C_n}{\pi \cdot [\tau]}}, \quad (5.15)$$

где  $[\tau]$  – допускаемое напряжение на кручение, МПа. ( $[\tau] = 300 \dots 600$  МПа).

Принимаем диаметр проволоки пружины  $d_{np} = \underline{\hspace{2cm}}$  мм.

Средний диаметр витков пружины:

$$D = d_{np} \cdot C_n \quad (5.16)$$

Количество витков пружины гомогенизатора  $n = 4 \dots 6$

Средний диаметр жировых шариков  $d_{cp}$  в диапазоне изменения давления от 2,0 до 20,0 МПа определяется по формуле Н.В. Барановского, мкм:

$$d = \frac{3,8}{\sqrt{\Delta p}}, \quad (5.17)$$

где  $\Delta p$  – давление гомогенизации, МПа;

### **Основные правила безопасности эксплуатации оборудования для дробления жировых частиц**

Электродвигатели гомогенизаторов и пусковая аппаратура должны быть надежно заземлены. Состояние заземления необходимо систематически проверять.

Приводы гомогенизаторов должны иметь защитные кожухи. Запрещается производить ремонт, смазку и мойку гомогенизатора во время его работы.

Перед работой необходимо проверять исправность предохранительного клапана и осуществлять его регулирование на максимально допустимое рабочее давление.

Рабочее давление гомогенизации не должно превышать паспортного значения.

Перед включением электродвигателя гомогенизатора необходимо пустить воду для охлаждения плунжеров.

Гомогенизатор необходимо останавливать только после разжатия до отказа пружины гомогенизирующей головки.

### **Задачи**

1. Определить производительность трехплунжерного гомогенизатора, если диаметр плунжера  $D = 25$  мм, ход плунжера  $S = 80$  мм, угловая скорость эксцентрикового вала  $\omega = 17,8$  рад/с, коэффициент заполнения рабочего объема насосов  $\varphi = 0,8$ . Определить давление гомогенизации, необходимое для получения молока со средним размером жирового шарика  $d = 0,8$  мкм.

2. Определить производительность гомогенизатора и потребляемую им мощность, если число плунжеров  $z = 4$ , диаметр плунжеров  $D = 35$  мм, угловая скорость вала  $n = 140$  об/мин, коэффициент заполнения объема насосов  $\varphi = 0,85$ , температура гомогенизируемого молока  $t = 60^\circ \text{C}$ , рабочее давление  $p = 20$  МПа, механический к. п. д. гомогенизатора  $\eta = 0,73$ .

3. Определить средний размер жировых частиц молока, гомогенизированного при давлении  $p = 18$  МПа и температуре  $t = 60^\circ \text{C}$ .

4. Какое число оборотов должен делать эксцентриковый вал гомогенизатора, чтобы обеспечивать производительность  $V = 1$  м<sup>3</sup>/ч при числе плунжеров  $z = 3$ , диаметре плунжера  $D = 25$  мм, ходе плунжера  $S = 75$  мм и коэффициенте заполнения насосов  $\varphi = 0,85$ .

5. Из условий предыдущей задачи определить мощность, потребляемую гомогенизатором из электросети, если давление гомогенизации  $p = 20$  МПа, гомогенизатор получает молоко по закрытому трубопроводу из танка, расположенного выше на  $H = 10$  м, механический к. п. д. гомогенизатора —  $\eta_{max} = 0,8$ , к.п.д. электродвигателя  $\eta_{дв} = 0,83$ .

6. Определить, какое максимальное давление может развить гомогенизатор при следующей технической характеристике: число плунжеров  $z = 3$ , их диаметр  $D = 34$  мм, ход плунжера  $S = 80$  мм, угловая скорость вала  $\omega = 11,8$  рад/с, механический к. п. д. гомогенизатора  $\eta = 0,75$ , коэффициент заполнения  $\varphi = 0,87$ , мощность электродвигателя  $N = 11,8$  кВт.

### Индивидуальное задание 5.1

Определить гидродинамические параметры потока жидкости и характеристики гомогенизатора. Данные для расчета приведены в таблице 5.1. Продукт молоко.

#### Исходные данные к заданию 5.1

Последняя цифра шифра	Диаметр плунжера, $D$ , мм	Ход плунжера, $S$ , мм	Частота вращения коленчатого вала, $n$ , с <sup>-1</sup>	Предпоследняя цифра шифра	Температура продукта, $t_{пр}$ , °С	Давление гомогенизации $\Delta p$ , МПа
1	30	40	5,65	1	60	19,5
2	28	45	4,33	2	62	19,4
3	26	50	4,81	3	64	20
4	32	55	5,45	4	66	19,6
5	30	60	4,68	5	64	19,9
6	28	50	4,76	6	62	19,4
7	26	54	4,95	7	60	19,7
8	34	40	5,78	8	63	20
9	26	60	4,61	9	61	19,2
0	32	56	5,34	0	64	20

ПРИМЕЧАНИЕ: Количество плунжеров принять  $z = 3$  шт.

#### Пример выполнения задания 5.1

Исходные данные:

$D=25$  мм;  $S=65$  мм;  $n = 4,36$  с<sup>-1</sup>;  $z = 3$ ;  $\Delta p = 21$  МПа;  $t_{пр}=55^{\circ}\text{C}$ .

Определяем производительность плунжерного гомогенизатора  $V$ , (м<sup>3</sup>/с) определяется по формуле (5.1):

$$V = 0,25 \cdot 3 \cdot 14 \cdot 0,025^2 \cdot 65 \cdot 4,36 \cdot 3 \cdot 0,85 = 0,000355 \text{ м}^3/\text{с}$$

где  $\varphi$  – объемный КПД насоса ( $\varphi = 0,85$ ).

Определяем теоретическую скорость продукта  $v_1$ , подвергающегося гомогенизации по формуле (5.2):

$$v_1 = \sqrt{2 \frac{21}{1014}} = 203,5 \text{ м/с}$$

где  $\rho$  – плотность продукта, кг/м<sup>3</sup> ( $\rho = 1014$  кг/м<sup>3</sup>);

Определяем расход молока  $G$  (м<sup>3</sup>/с) через клапан по (5.4):

$$G=0,000355/3=0,0001182 \text{ м}^3/\text{с}$$

Принимая число  $Re = 2500$ . Из формулы (5.3) найдем внутренний диаметр клапанной щели:

$$d = \frac{2 \cdot 0,0001182}{3,14 \cdot 25000 \cdot 0,76 \cdot 10^{-6}} = 0,004 \text{ м.}$$

Определяем высоту клапанной щели по формуле (5.6):

$$h = \frac{0,0001182}{3,14 \cdot 0,004 \cdot 0,8 \cdot 203,5} = 0,00006 \text{ м,}$$

где  $\mu$  – коэффициент расхода при истечении через клапан ( $\mu = 0,8$ );

Проверяем число Рейнольдса для потока гомогенизируемого продукта по формуле (5.3):

$$Re = \frac{2 \cdot 0,000182}{3,14 \cdot 0,004 \cdot 0,76 \cdot 10^{-6}} = 31250.$$

Определяем площадь сечения хвостовика  $\Delta F$ ,  $\text{м}^2$  по формуле (5.9):

$$\Delta F = 3,14 \cdot (5 \cdot 10^{-3})^2 = 0,0000785 \text{ м}^2$$

здесь  $r_k$  – радиус хвостовика, м, ( $r_k = 5 \cdot 10^{-3}$  м).

Определяем диаметр клапана  $d_{кл}$ , м по формуле (5.8):

$$d_{кл} = \sqrt{1,27 \cdot \left( 0,0000785 + \frac{0,000355}{5 \cdot 3} \right)} = 0,013 \text{ м,}$$

где  $v_d$  – допускаемая скорость жидкости в канале седла, м/с ( $v_d = 5$  м/с);

Определяем толщину тарелки клапана  $h_{кл}$ , м по формуле (5.7)

$$h_{кл} = 0,43 \cdot 0,013 \sqrt{\frac{21}{240}} = 0,002 \text{ м,}$$

где  $[\sigma] = 240$  МПа – допускаемое напряжение для материала клапана;

Принимаем толщину тарелки клапана  $h_{кл} = 2$  мм.

Определяем диаметр, проходного сечения седла определяется по формуле (5.10):

$$D_c = \frac{\sqrt{0,000355}}{\sqrt[4]{(21-0,2)/1,03}} = 0,009 \text{ м,}$$

где  $p_в$  – давление всасывания, МПа ( $p_в = 0,2$  МПа);

$\delta_в$  – отношение плотности перекачиваемой жидкости и воды (для молока  $\delta_в = 1,03$ ).

Определяем мощность  $N$  необходимую для работы гомогенизатора, по формуле (5.11):

$$N = \frac{1,8 \cdot 0,000355 \cdot 21 \cdot 10^6}{1000 \cdot 0,85} = 15,8 \text{ кВт,}$$

где  $\eta_a$  – коэффициент запаса мощности ( $\eta = 1,8$ ).

$\eta$  – механический КПД гомогенизатора ( $\eta = 0,85$ ).

Определяем повышение температуры гомогенизируемого продукта,  $\Delta t$  по (5.12):

$$\Delta t = \frac{21 \cdot 10^6}{1014 \cdot 3867} = 5,4^\circ\text{C},$$

где  $c$  – удельная теплоемкость, Дж/(кг·К), ( $c = 3867$  Дж/(кг·К));

Пружина гомогенизирующей головки должна быть достаточно жесткой, чтобы обеспечить необходимое давление гомогенизации.

Задаемся индексом пружины  $C_n = 4$ .

Рассчитываем поправочный коэффициент по (5.13):

$$k = \frac{4 \cdot 4 + 1}{4 \cdot 4 - 4} = 1,42.$$

Определяем площадь сечения канала перед клапаном  $f, \text{ м}^2$ :

$$f = 3,14 \cdot 0,004^2 / 4 = 0,0000123 \text{ м}^2$$

Усилие пружины  $P, \text{ Н}$  определяем по формуле (2.14):

$$P = 0,0000123 \cdot 21 \cdot 10^6 = 259 \text{ Н}.$$

На основании рассчитанных значений, определяем диаметр проволоки пружины по (2.15):

$$d_{np} = \sqrt{\frac{8 \cdot 1,42 \cdot 259 \cdot 4}{3,14 \cdot 300}} = 3,54 \text{ мм}$$

где  $[\tau]$  – допускаемое напряжение на кручение, МПа. ( $[\tau] = 300$  МПа).

Принимаем диаметр проволоки пружины  $d_{np} = 4$  мм.

Средний диаметр витков пружины по (2.16):

$$D = 4 \cdot 4 = 16 \text{ мм}$$

Количество витков пружины гомогенизатора  $n = 4 \dots 6$

Определяем средний диаметр жировых шариков  $d_{cp}$  по формуле Н.В. Барановского, мкм (2.17):

$$d = \frac{3,8}{\sqrt{21}} = 0,83 \text{ мкм}$$

## 6. РАСПЫЛИТЕЛЬНАЯ СУШИЛЬНАЯ УСТАНОВКА

### *Расчетные формулы*

#### **6.1. Материальный расчёт**

6.1.1 Массовый расход удалённой влаги  $W, \text{ кг/ч}$ :

$$W = G_1 \cdot \frac{u_1 - u_2}{100 - u_2} \quad (6.1)$$

6.1.2 Производительность сушилки по сухому молоку  $G_2, \text{ кг/ч}$ :

$$G_2 = G_1 \cdot \frac{100 - u_1}{100 - u_2} \quad (6.2)$$

6.1.3 Проверка по расходу удалённой влаги  $W, \text{ кг/ч}$ :

$$W = G_1 - G_2 \quad (6.3)$$

6.1.4 Используя  $I$ - $x$  – диаграмму Рамзина для влажного воздуха, определяем начальное ( $x_0$ ) и конечное ( $x_2$ ) влагосодержание воздуха, а также характерные энтальпии. На пересечении линий  $t_0$  и  $\phi_0$  находим точку А, характеризующую начальное состояние наружного воздуха. Из точки А, опустив перпендикуляр на ось  $x$  находим значение  $x_0$ , кг/кг. Через точку А проходит линия постоянной энтальпии (изоэнтальпа)  $I_0$ , кДж/кг. Из точки А, поднявшись по перпендикуляру до пересечения с изотермой  $t_1$ °С, находим точку В характеризующую состояние воздуха на выходе из калорифера перед подачей в сушильную камеру. От точки В движемся вниз по изоэнтальпе  $I_1$ , кДж / кг до пересечения с изотермой  $t_2$ , получив точку С. Из точки С, опустив перпендикуляр на ось  $x$ , находим значение  $x_2$  кг/кг.

6.1.5 Определяем теоретический удельный расход воздуха  $l_0$  в сушилке.

$$l_0 = \frac{1}{x_2 - x_0} \quad (6.4)$$

6.1.6 Рассчитываем теоретический расход воздуха в сушилке ( $L$ , кг/ч).

$$L = l_0 \cdot W, \text{ кг/ч} \quad (6.5)$$

## 6.2 Тепловой расчет

6.2.1 Составляем уравнение теплового баланса для сушильной камеры.

$$L \cdot I_1 + G_1 \cdot c_1 \cdot T_1 = L \cdot I_2 + G_2 \cdot c_2 \cdot T_2 + Q_n \quad (6.6)$$

где  $Q_n$  – тепловые потери, которые с учётом правильно наложенной изоляции принимаем 5% от теплоты, поступившей с горячим воздухом.

$$Q_n = 0,05 \cdot L \cdot I_1 \quad (6.7)$$

$T_1$  – температура молока, поступающего в сушильную камеру, (принимаем  $T_1 = 60^0$ °С);

$T_2$  – температура сухого порошкообразного молока, выходящего из сушильной камеры,  $^0$ С.

Определяем значения удельных теплоемкостей  $c_1 - c_2$  (кДж/кг·°С).

6.2.2 Из уравнения теплового баланса определяем затраты тепла на сушку в сушильной камере ( $\Sigma Q$ ) и тепловую поправку ( $\Delta$ ) на действительный тепловой процесс.

$$L \cdot I_2 - L \cdot I_1 = G_2 \cdot c_2 \cdot T_2 - G_1 \cdot c_1 \cdot T_1 + Q_n \quad (6.8)$$

$$L \cdot (I_2 - I_1) = G_2 \cdot c_2 \cdot T_2 - G_1 \cdot c_1 \cdot T_1 + Q_n$$

$$[L \cdot (I_2 - I_1)] / W = (G_2 \cdot c_2 \cdot T_2 - G_1 \cdot c_1 \cdot T_1 + Q_n) / W$$

$$G_2 \cdot c_2 \cdot T_2 - G_1 \cdot c_1 \cdot T_1 + Q_n = \Sigma Q \quad (6.9)$$

$$\Delta = \Sigma Q / W \quad (6.10)$$

или

$$l \cdot (I_2 - I_1) = \Delta \quad (6.11)$$

где  $\Sigma Q$  – алгебраическая сумма теплот в сушильной камере, кВт.

$\Delta$  – тепловая поправка на действительный (реальный) сушильный процесс, кДж/кг.

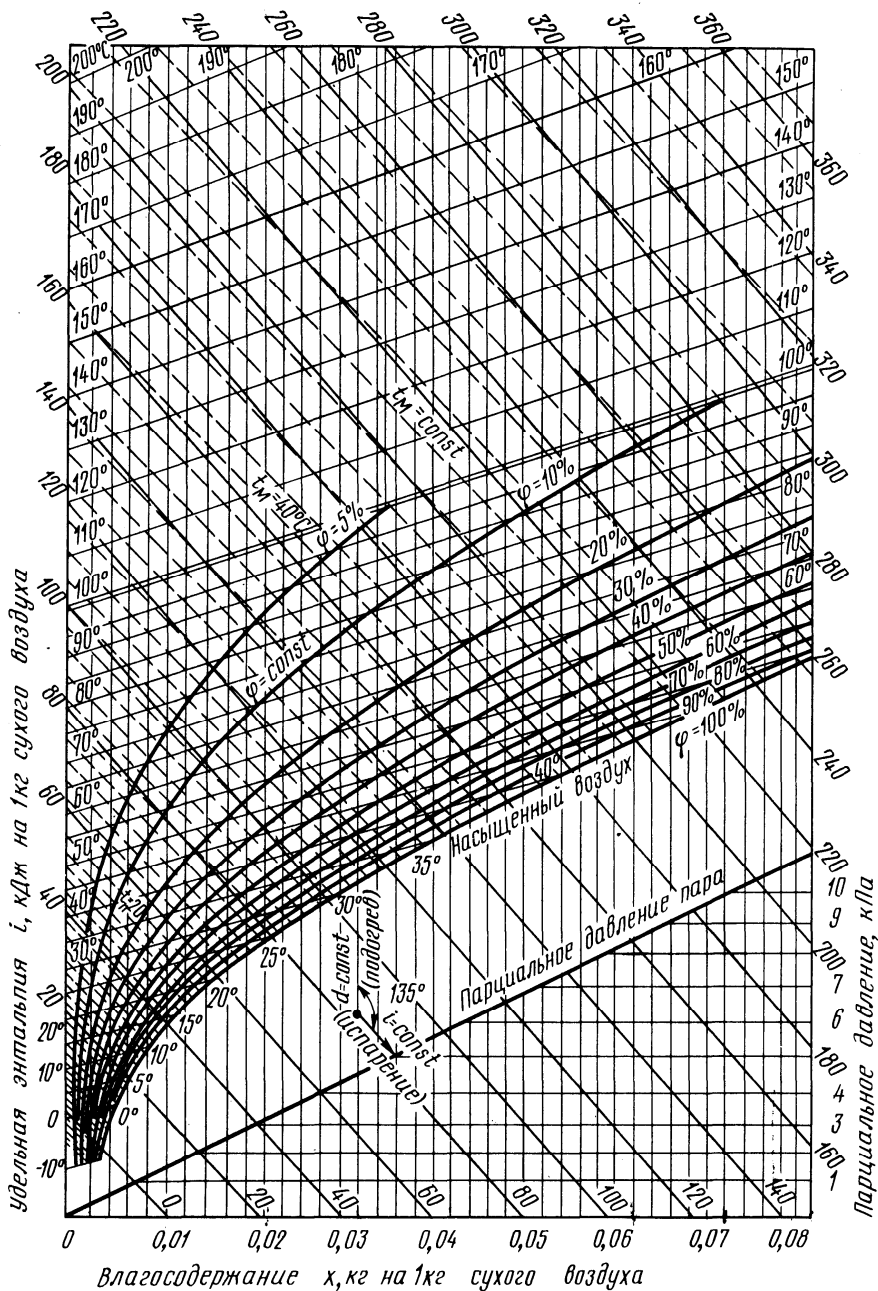


Рис. 6.1. Диаграмма Рамзина  $I-x(d)$  для влажного воздуха

Определяем действительную энтальпию воздуха  $I_2$  (кДж/кг) из выражения (6.11):

$$I_2 = I_1 + \Delta I \quad (6.12)$$

6.2.3. Корректируем расход воздуха на действительный сушильный процесс.

Находим точку  $C_1$  на пересечении изоэнтальпы  $I_2$  и изотермы  $t_2$ . Соединяем прямой точки В и  $C_1$ . Имеем ломаную линию  $ABC_1$ . Характеризующую действительный сушильный процесс. Из точки  $C_1$ , опустив перпендикуляр на ось  $x$ , определяем действительное влагосодержание воздуха на выходе из сушильной камеры  $x_2$ , кг/кг.

Тогда действительный удельный расход воздуха определится:

$$l = \frac{1}{x_2 - x_0} \quad (6.13)$$

6.2.4. Рассчитываем действительный расход воздуха (кг/с) в сушилке.

$$L = l \cdot W \quad (6.14)$$

### 6.3 Геометрический расчёт

Целью расчёта является определение основных габаритных размеров сушильной башни (камеры). Сушилка имеет цилиндрическо-коническую полую форму. Основной технологический объём - внутренний объём цилиндрической камеры, в котором происходит непосредственная сушка жидкого продукта при диспергировании (распылении). В верхней части внутреннего объёма установлен привод с распыливающим диском. Сухой горячий воздух подаётся снизу под диск при помощи завихривающей головки, соединённой с воздухопроводами.

6.3.1 Определяем объём сушильной камеры  $V_k$ , м<sup>3</sup>:

$$V_k = \frac{W}{A}. \quad (6.15)$$

6.3.2 Определяем скорость воздуха по эмпирической формуле  $v_b$ , м/с:

$$v_b = 0,0127 \cdot \sqrt{W}. \quad (6.16)$$

6.3.3 Площадь сечения сушильной камеры ( $F_k$ ) определяем из уравнения расхода:

$$F_k = \frac{V_c}{v_b} = \frac{L}{\rho_b \cdot v_b}. \quad (6.17)$$

где  $\rho_b$  – плотность нагретого воздуха, поступающего из калорифера, кг/м<sup>3</sup>.

6.3.4 Определяем диаметр камеры ( $D_k$ ) по пропускной способности воздушного потока

$$D_k = \sqrt{\frac{4 \cdot F_k}{\pi}}. \quad (6.18)$$

6.3.5 Высота сушильной камеры при геометрическом коэффициенте  $K=1,5$ :

$$H_k = 1,5 \cdot D_k \quad (6.19)$$

6.3.6 Объём сушильной камеры ( $V_k$ )

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k^2}{4} \cdot H_k \quad (6.20)$$

#### 6.4. Расчет параметров распыла

При распылении жидкого продукта при помощи быстровращающегося диска необходимо рассчитать радиус факела распыливаемой жидкости. Радиус распыла должен быть меньше радиуса сушильной камеры. Для нормального протекания процесса сушки. Если данное соотношение не выполняется, то необходимо выполнить перерасчёт диаметра камеры.

6.4.1 Определяем диаметр капель при распылении ( $d$ ) диском

$$d = 98,5 \cdot \frac{1}{n} \cdot \sqrt{\frac{\sigma}{\rho_l \cdot R_d \cdot g}} \quad (6.21)$$

где  $n$  – частота вращения диска,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $n = 6000 \dots 25000 \text{ мин}^{-1}$ ; принимаем  $n = 10000 \text{ мин}^{-1}$ .

$R_d$  – радиус диска, м;

$\sigma$  – коэффициент поверхностного натяжения продукта, Н/м.

По начальной температуре продукта  $T_1$  °С находим в таблице приложения значение  $\sigma$  в Н/м.

Диаметры дисков распылительных сушилок в мм: 60; 78; 120; 128; 152; 178; 180; 210; 220; 250; 270; 280; 300; 320

6.4.2 Диаметр капель по формуле Андреева ( $d$ )

$$d = \frac{0,0425}{\sqrt[3]{\rho_l \cdot v_n^2}} \quad (6.22)$$

где  $v_n$  – средняя скорость капли при  $n$ ,  $\text{мин}^{-1}$  и  $D$  м.

$$v_n = (\pi \cdot D \cdot n) / 60$$

$\rho_l$  – начальная плотность сгущенного молока, подаваемого в каналы диска, ( $\rho_l = 1080 \text{ кг/м}^3$ ).

6.4.3 Рассчитываем радиус факела распыла  $R_\phi$

$$R_\phi = \frac{27,7 \cdot d \cdot \rho_{cp}}{c \cdot \rho_v} \cdot \lg \frac{v_n}{v_k} \quad (6.23)$$

где  $\rho_{cp}$  – средняя плотность продукта при распылении,  $\text{кг/м}^3$ :

$$\rho_{cp} = 0,5 \cdot (\rho_1 + \rho_2),$$

$v_n$  – начальная скорость, м/с;

$v_k = 0,4 \text{ м/с}$  – конечная рекомендуемая скорость.

6.4.4 Диаметр факела распыла с учетом диаметра диска

$$D_\phi = 2 \cdot R_\phi + D \quad (6.24)$$

Проверяют соотношение

$$D_k > D_\phi$$

3.4.5 Высоту конической части сушильной камеры выбираем согласно

принятым соотношениям для сушилок:

$$H_{\text{кон}}=0,4 \cdot H \quad (6.25)$$

6.4.6 Полная высота сушильной камеры

$$H=H_{\text{кон}}+H_{\text{к}} \quad (6.26)$$

## 6.5 Расчет калорифера

Сушильная установка комплектуется необходимым оборудованием, в том числе калориферами для подогрева воздуха. В настоящее время, в основном, применяют пластинчатые калориферы, обогреваемые паром или водой. Цель расчета – определение площади теплопередачи калорифера и его типоразмера по каталогу.

6.5.1 Рассчитываем тепловую нагрузку калорифера ( $Q_{\text{к}}$ )

$$Q_{\text{к}} = L \cdot (I_1 - I_0). \quad (6.26)$$

6.5.2 Определяем коэффициент теплопередачи  $K$  для пластинчатого калорифера (КФСО или КФБО).

$$K = 10 \cdot (\rho v_{\text{к}})^{0,68} \quad (6.27)$$

где  $\rho v_{\text{к}}$  – массовая скорость воздуха в калорифере: согласно рекомендациям принимаем  $\rho v_{\text{к}} = 5 \dots 15$  кг/(м<sup>2</sup>·с) в зависимости от скорости движения воздуха в калорифере.

6.5.3 Рассчитываем среднюю логарифмическую разность температур греющего пара и воздуха в калорифере ( $\Delta t$ ) при противотоке.

Температуру пара ( $t_n$ ) принимаем выше конечной температуры воздуха ( $t_1$ ) с учетом низкой теплопроводности воздуха:

$$t_n = t_1 + (20 \dots 30)^\circ\text{C} \quad (6.28)$$

Большая разность температур:

$$\Delta t_{\text{б}} = t_n - t_0.$$

Меньшая разность температур:

$$\Delta t_{\text{м}} = t_n - t_1.$$

Тогда

$$\Delta t_{\text{cp}} = \frac{\Delta t_{\text{б}} - \Delta t_{\text{м}}}{\ln \frac{\Delta t_{\text{б}}}{\Delta t_{\text{м}}}}; \quad (6.29)$$

6.5.4 Определяем площадь теплопередачи ( $F$ ) калорифера.

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{\text{cp}}}, \quad (6.30)$$

6.5.5 Анализируя параметры калориферов КФСО и КФБО из таблиц приложения, принимаем число калориферов  $n$ , тогда площадь одного калорифера:

$$F_{\text{к}} = F/n \quad (6.31)$$

6.5.6 Выбираем по таблице Приложения  $n$  калориферов модели КФСО или КФБО с характерными параметрами:

Площадь теплопередачи  $F_k$ ,

Живое сечение калорифера  $f_k$

Опытные коэффициенты:  $b, n, e, m$ .

Расчетные коэффициенты:  $M, S, 1/(m+1)$

6.5.7 Определяем количество параллельно установленных калориферов:

$$z_y = L / f_k \cdot \rho v \quad (6.32)$$

6.5.8 Определяем количество последовательно установленных калориферов:

$$z_x = F / F_k \cdot z_y \quad (6.33)$$

6.5.9 Установочная поверхность теплопередачи калориферной станции:

$$F_{yct} = F_k \cdot z_x \cdot z_y \quad (6.34)$$

6.5.10 Сопrotивление (потери напора) калорифера  $h_k$

$$h_k = e \cdot (\rho v)^m \quad (6.35)$$

6.5.11 Сопrotивление (потери напора) калориферной станции  $h_{k0}$

$$h_{k0} = h_k \cdot x \quad (6.36)$$

6.5.12 Уточняем скорость воздуха, проходящего через калориферную станцию  $v_k^*$

$$v_k^* = V_c / f_k \quad (6.37)$$

6.5.13 Уточняем коэффициент теплопередачи калориферной станции для пластинчатых калориферов КФБО и КФСО:

$$K = 10 \cdot (\rho_{cp} \cdot v_k^*)^{0,68} \quad (6.38)$$

где  $\rho_{cp}$  – средняя плотность воздуха в сушилке, принимаемая при  $t_0$  и  $t_1$ .

## 6.6 Расчет вентилятора

Помимо калорифера сушильная установка комплектуется вторым вспомогательным оборудованием – вентилятором для подачи наружного (свежего) воздуха, который проходит через калорифер, сушильную камеру и пылеулавливающие устройства.

Цель расчёта – определение потерь напора, избыточного давления, мощности вентилятора (вентиляторной станции) и подбор его по каталогу.

Объёмный расход воздуха берётся для летних условий (определён выше в тепловом расчёте).

6.6.1 Определяем диаметр воздуховода, исходя из рекомендуемой технологической средней скорости воздуха  $v_b = 5 \dots 12$  м/с. Принимаем  $v_b = 10$  м/с.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot V_c}{\pi \cdot v_b}} \quad (6.39)$$

6.6.2 Потери давления в воздуховодах ( $\Delta p_e$ ):

$$\Delta p_e = \frac{\rho_{cp} \cdot v_b^2}{2} \quad (6.40)$$

6.6.3 Потери давления в сушильной камере принимаем согласно опытным данным для распылительных дисковых сушилок  $\Delta p_{ck} = 1000$  Па. Потери напора в калорифере рассчитаны ранее  $h_{к0}$ . Тогда потери давления в калорифере:

$$\Delta p_k = \rho_{ck} \cdot g \cdot h_k \quad (6.41)$$

6.6.4 Полные потери давления в сушильной установке:

$$\Delta p = \Delta p_{в} + \Delta p_{ck} + \Delta p_k \quad (6.42)$$

6.6.5 Полезная мощность вентилятора ( $N_n$ ):

$$N_n = \Delta p \cdot V_c \quad (6.43)$$

6.6.6 Полная мощность вентилятора (мощность электродвигателя) ( $N$ ):

$$N = N_n / \eta \quad (6.44)$$

6.6.7 Выбираем по таблице Приложения вентилятор определенного типа. По характеристике при  $\Delta p$  и  $V_c$  находим номер вентилятора № с частотой вращения  $n$ , мин<sup>-1</sup>.

### 6.7 Определение мощности приводов

Потребная мощность на вращение диска в дисковых сушилках определяется по формуле

$$N = \frac{(k_0 \cdot D^2 \cdot \omega_{ок} + 0,37m_1) \cdot 10^{-4} \omega_{ок}}{\eta_m}, \quad (6.45)$$

где  $k_0$  – опытный коэффициент, равный 35...55;

$D$  – диаметр диска, м;

$\omega_{ок}$  – окружная скорость диска, м/с;

$\eta_m$  – механический к. п. д.

Мощность, необходимая на вращение валцов в валцовых сушилках, находится по формуле

$$N = \frac{\pi \cdot D \cdot n \cdot l \cdot P \cdot z(1 + \mu \cdot tg \alpha)}{60 \cdot 1000 \eta_m}, \quad (6.46)$$

где  $D$  – диаметр валцов, м;

$n$  – число оборотов валцов, об/мин;

$l$  – длина ножа, см;

$P$  – сила, потребная для срезания пленки, Н/м;

$\eta_m$  – механический к. п. д., равный 0,75;

$\alpha$  – угол наклона ножа к касательной валца 30...45°;

$z$  – число валцов;

$\mu$  – коэффициент трения, равный 0,18.

Мощность насоса при форсуночном распылении рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{m_1 \cdot \Delta p \cdot 10^{-3}}{\rho_{жс} \cdot \eta_m},$$

где  $m_1$  – масса жидкости, кг/с;

$\Delta p$  – перепад давлений, Па;

$\eta_m$  – механический к. п. д., равный 0,7...0,85.

### **Основные правила безопасности эксплуатации оборудования для производства сухих молочных продуктов**

К обслуживанию оборудования для производства сухих молочных продуктов допускаются лица, прошедшие специальное обучение и знающие устройство и правила эксплуатации оборудования.

Перед началом работы необходимо проверить все механизмы и подготовить рабочее место. Регулировку, смазку и ремонт машин проводят только после полной остановки оборудования и его охлаждения. При работе на вальцовых сушилках необходимо следить за давлением пара, поступающего через полые цапфы в вальцы. Утечка пара через цапфы недопустима. Над сушилкой должен быть вытяжной зонт. Необходимо следить за тем, чтобы капли конденсата с зонта не падали на горячие вальцы.

Во время работы запрещается открывать транспортеры и элеватор, чистить шнеки, разбирать мельницу для размола сухой пленки. При эксплуатации форсуночной сушилки необходимо следить, чтобы воздухо-, молоко- и паропроводы были герметичны и собраны с установкой соответствующих прокладок. Двери башни должны герметически закрываться и иметь надежный затвор. Насос высокого давления должен быть снабжен вентилем регулировки давления и на нагнетательной стороне иметь предохранительный клапан. Вход в сушильную башню разрешается только при нерабочем состоянии установки, когда температура внутри не выше 30 °С.

Для осмотра башни и при производстве ремонтных работ внутри нее допускается применение переносных электрических ламп напряжением не более 12 В.

Температура воздуха, поступающего в башню, не должна превышать 165 °С, а выходящего из сушилки – не выше 85 °С. Чистка шнека и шнекового желоба и очистка фильтров для наружного воздуха должны проводиться после остановки сушилки и вентиляторов.

Очистка и мойка установки должны осуществляться только после прекращения работы всех без исключения агрегатов, входящих в установку, а также после перекрытия запорной арматуры на трубопроводах.

При обслуживании дисковых распылительных установок для регулировки частоты вращения диска паровая турбина должна иметь специальное быстрозапорное приспособление.

### Задачи

1. В камерной сушилке сушится казеин. Сушилка работает с рециркуляцией воздуха. Определить длительность сушки одной загрузки сырого казеина и расход пара, если сушилка имеет 45 рам размером  $0,8 \times 1,2$  м.

2. В барабанной сушилке сушится молочный сахар с начальной влажностью 40% и конечной влажностью 8%. Определить длительность сушки одной загрузки сырого молочного сахара  $m_1 = 40$  кг и расход пара.

3. Двухвальцовая сушилка имеет размер вальцов  $D = 800$  мм и  $l = 1000$  мм. Сыворотка высушивается от начальной влажности 65% до конечной. Определить производительность такой сушилки по готовому продукту, расход пара на сушку и мощность электродвигателя.

4. Форсуночная сушилка имеет размер сушильной камеры  $D = 5,5$  м и  $H = 7$  м. Подача воздуха осуществляется сверху. Сушилка с циклонной очисткой воздуха. Определить производительность такой сушилки по сухому порошку, если высушивается сгущенное молоко с начальной влажностью 60% до конечной влажности 4%. Определить удельный расход пара и мощность плунжерного насоса.

### Индивидуальное задание 6.1

Рассчитать распылительную дисковую сушилку непрерывного действия. Исходные данные приведены в таблице

**Исходные данные к заданию 6.1**

Последняя цифра шифра	Влажный продукт	$G_1$ , кг/ч	$u_1$ , %	$u_2$ , %	$\varphi_0$ , %	Предпоследняя цифра шифра	Температура воздуха			$A$ , кг/м <sup>3</sup> ·ч
							$t_0$ , °C	$t_1$ , °C	$t_2$ , °C	
1	молоко	770	48	2,5	55	1	15	180	90	4,5
2	сливки	250	40	2	60	2	20	140	70	2,5
3	молоко	750	59	4	65	3	25	135	65	3,5
4	сливки	730	49	2,8	70	4	18	170	80	4
5	молоко	400	42	2,2	75	5	15	145	75	3
6	сливки	500	54	3,5	55	6	22	140	75	4,2
7	молоко	550	55	2,5	65	7	20	160	85	4
8	сливки	600	39	2,1	70	8	12	130	60	2,5
9	молоко	430	55	3,6	45	9	15	130	65	4
0	сливки	350	57	3	40	0	10	165	85	2,7

## Пример расчета распылительной сушильной установки

### Исходные данные для расчета

1 Массовая производительность установки по поступающему молоку  
 $G = 500$  кг/ч.

2 Содержание влаги в молоке  
 начальное  $u_1 = 50\%$   
 конечное  $u_2 = 3\%$

3 Температура наружного воздуха  $t_0 = 15$  °C

4 Температура воздуха после калорифера  $t_1 = 150$  °C

5 Температура воздуха на выходе из сушилки  $t_2 = 80$  °C

6 Относительная влажность наружного воздуха  $\phi_0 = 60\%$

7 Напряжение объема сушилки по влаге  $A = 3,0$  кг/м<sup>3</sup>·ч

### Материальный расчёт

Определяем массовый расход удалённой влаги ( $W$ ) по (6.2):

$$W = 500 \cdot \frac{50 - 3}{100 - 3} = 242,3 = 0,0673 \text{ кг/с}$$

Определяем производительность сушилки по сухому молоку ( $G_2$ ) по (6.3):

$$G_2 = 500 \cdot \frac{100 - 50}{100 - 3} = 257,7 = 0,0716 \text{ кг/с}$$

Проверяем расход удалённой влаги ( $W$ ) по (6.4):

$$W = 500 - 257 = 242,3 = 0,0673 \text{ кг/с}$$

$$G_1 = 500 = 0,139 \text{ кг/с}$$

Используя I – x – диаграмму Рамзина для влажного воздуха, определяем начальное ( $x_0$ ) и конечное ( $x_2$ ) влагосодержания воздуха, а также характерные энтальпии. На пересечении линий  $t_0$  и  $\phi_0$  находим точку **A**, характеризующую начальное состояние наружного воздуха. Из точки **A**, опустив перпендикуляр на ось  $x$ , находим значение  $x_0 = 0,0064$  кг/кг. Через точку **A** проходит линия постоянной энтальпии (изоэнтальпа)  $I_0 = 31,4$  кДж/кг. Из точки **A**, поднявшись по перпендикуляру до пересечения с изотермой  $t_1 = 150$ °C, находим точку **B**, характеризующую состояние воздуха на выходе из калорифера перед подачей в сушильную камеру. От точки **B** движемся вниз по изоэнтальпе  $I_1 = 170$  кДж/кг до пересечения с изотермой  $t_2 = 80$ °C, получив точку **C**. Из точки **C**, опустив перпендикуляр на ось  $x$ , находим значение  $x_2 = 0,0317$  кг/кг.

Определяем теоретический удельный расход воздуха  $l_0$  в сушилке по (6.5):

$$l_0 = \frac{1}{0,0317 - 0,0064} = 39,5 \text{ кг/кг}$$

Рассчитываем теоретический абсолютный расход воздуха в сушилке по (6.6):

$$L = 39,5 \cdot 0,0673 = 2,658 \text{ кг/с} = 9569 \text{ кг/ч.}$$

### Тепловой расчет

Составляем уравнение теплового баланса для сушильной камеры по (6.7):

$$L \cdot I_1 + G_1 \cdot c_1 \cdot T_1 = L \cdot I_2 + G_2 \cdot c_2 \cdot T_2 + Q_n$$

где  $Q_n$  – тепловые потери, которые с учётом правильно наложенной изоляции принимаем 5% от тепла, поступившего с горячим воздухом по (6.8):

$$Q_n = 0,05 \cdot 2,658 \cdot 170 = 22,6 \text{ кВт}$$

здесь  $T_1$  – температура молока, поступающего в сушильную камеру,  $T_1 = 60^\circ\text{C}$ ;

$T_2$  – температура сухого порошкообразного молока, выходящего из сушильной камеры,  $T_2 = 80^\circ\text{C}$ .

Определяем для молока значения теплоемкостей  $c_1 = 2918 \text{ кДж / кг} \cdot ^\circ\text{C}$ ;  $c_2 = 1968 \text{ кДж / кг} \cdot ^\circ\text{C}$ .

Рассчитываем  $\Sigma Q$  по (6.10):

$$\Sigma Q = 0,071 \cdot 1,968 \cdot 80 - 0,139 \cdot 2,918 \cdot 60 + 22,6 = 9,442 \text{ кДж/с}$$

Рассчитываем тепловую поправку  $\Delta$  по (6.11):

$$\Delta = 9,442 / 0,0673 = 140,3 \text{ кДж / кг}$$

Определяем  $I_2$  по (6.12):

$$I_2 = 170 + 140,3 / 39,5 = 173,5 \text{ кДж / кг}$$

Действительный удельный расход воздуха определяем по (6.13):

$$l = \frac{1}{0,035 - 0,0064} = 34,97 = 35 \text{ кг / кг}$$

Рассчитываем действительный абсолютный расход воздуха в сушилке по (6.14):

$$L = 35 \cdot 0,0673 = 2,3555 \text{ кг/с} = 8479,8 \text{ кг/ч}$$

### Геометрический расчёт

Определяем объём сушильной камеры ( $V_k$ ) по (6.15):

$$V_k = \frac{242,3}{3} = 80,8 \text{ м}^3$$

Определяем скорость воздуха по эмпирической формуле ( $v_v$ ) по (6.16):

$$v_v = 0,0127 \cdot \sqrt{242,3} = 0,1977 = 0,2 \text{ м / с}$$

Площадь сечения сушильной камеры ( $F_k$ ) определяем из уравнения расхода по (6.17):

$$F_k = \frac{2,3555}{0,834 \cdot 0,2} = 14,1 \text{ м}^2$$

Определяем диаметр камеры ( $D_k$ ) по пропускной способности воздушного потока по (6.18):

$$D_k = \sqrt{\frac{4 \cdot 14,1}{3,14}} = 4,2 \text{ м}$$

Высота сушильной камеры при геометрическом коэффициенте  $K=1,5$  по (6.19):

$$H_k = 1,5 \cdot 4,2 = 6,3 \text{ м}$$

Объём сушильной камеры по (6.20):

$$V_k = \frac{3,14 \cdot 4,2^2}{4} \cdot 6,3 = 87,2 \text{ м}^3$$

Сравнивая со значением, полученным в п. 6.1. делаем вывод. Что величину  $H_k$  необходимо несколько уменьшить. Принимаем  $K = 1,4$ , тогда  $H_k = 1,4 \cdot 4,2 = 5,88 \text{ м}$ . Вновь вычисляем объём камеры по (6.21):

$$V_k = \frac{3,14 \cdot 4,2^2}{4} \cdot 5,88 = 81,4 \text{ м}^3$$

Принимаем  $V_k = 81 \text{ м}^3$ .

### Расчет параметров распыла

Определяем диаметр капель при дисковом распылении ( $d$ ) по (6.22):

$$d = 98,5 \cdot \frac{1}{10000} \sqrt{\frac{0,043}{1080 \cdot 0,15 \cdot 9,81}} = 5,12 \cdot 10^{-5} \text{ м} = 0,05 \text{ мм}$$

где  $n$  – частота вращения диска;  $n = 6000 - 10000 \text{ мин}^{-1}$ ; принимаем максимальное значение  $n = 10000 \text{ мин}^{-1}$ .

$R_d$  – радиус диска; принимаем  $R_d = 150 \text{ мм}$ .

$\sigma$  – поверхностное натяжение молока при распыле. По температуре поступления  $T_1 = 60^\circ\text{C}$  находим в таблице №5 Приложения  $\sigma = 0,043 \text{ Н/м}$ .

Диаметр капель по формуле Андреева ( $d$ ) по (6.23):

$$d = \frac{0,0425}{\sqrt[3]{1080 \cdot 130^2}} = 1,61 \cdot 10^{-4} \text{ м} = 0,161 \text{ мм}$$

где  $v_n = 130 \text{ м/с}$  – средняя скорость вылета капли из диска при  $n = 10000 \text{ мин}^{-1}$  и  $D = 300 \text{ мм}$ .

$\rho_1 = 1080 \text{ кг/м}^3$  – начальная плотность сгущенного молока, подаваемого в каналы диска.

Принимаем, как более предпочтительный,  $d = 5,12 \cdot 10^{-5} \text{ м}$ .

Рассчитываем радиус факела распыла  $R_\phi$  по (6.24):

$$R_\phi = \frac{27,7 \cdot 5,12 \cdot 10^{-5} \cdot 830}{1,3 \cdot 0,934} \cdot \lg \frac{130}{0,4} = 2,726 \text{ м}$$

где  $\rho_{cp}$  – средняя плотность молока при распылении;

$$\rho_{cp} = 0,5 \cdot (1080 + 580) = 830 \text{ кг/м}^3;$$

$$v_n = 130 \text{ м/с};$$

$$v_k = 0,4 \text{ м/с.}$$

Диаметр факела распыла с учетом диаметра диска по (6.25):

$$D_{\phi} = 2 \cdot 2,726 + 0,3 = 5,752 \text{ м}$$

Таким образом, диаметр факела распыла получился больше диаметра сушильной камеры, рассчитанной из уравнения расхода для потока горячего воздуха.

$$D_{\phi} = 5,752 \text{ м} > D_k = 4,2 \text{ м}$$

Исходя из этого, принимаем диаметр камеры  $D_k = 6,0 \text{ м}$ . Это обеспечит нормальный процесс сушки при некотором снижении скорости воздуха, что не повлияет отрицательно на процесс.

Уточненная скорость движения воздуха в сушилке по (6.26):

$$v_s^* = \frac{4 \cdot 2,824}{3,14 \cdot 6^2} = 0,1 \text{ м/с}$$

где  $V_c$  – объёмный секундный расход воздуха,  $\text{м}^3/\text{с}$ :

$$V_c = 2,3555/0,834 = 2,824 \text{ м}^3/\text{с}$$

Высоту конической части сушильной камеры принимаем согласно принятым соотношениям при сушке молока:

$$H_{\text{кон}} = 0,4 \cdot 6 = 2,4 \text{ м}$$

Полная высота сушильной камеры:

$$H = 6 + 2,4 = 8,4 \text{ м.}$$

### Расчет калорифера

Рассчитываем тепловую нагрузку калорифера ( $Q_k$ ) по (6.26):

$$Q_k = 2,355 \cdot (170 - 31,4) = 326,5 \text{ кВт}$$

Определяем коэффициент теплопередачи  $K$  для пластинчатого калорифера (КФСО или КФБО) по (6.27):

$$K = 10 \cdot 5^{0,68} = 29,874 = 30 \text{ Вт / м}^2 \cdot \text{град}$$

где  $\rho v_k$  – массовая скорость воздуха в калорифере: согласно рекомендациям при скорости воздуха  $v_b = 0,1 \text{ м/с}$  принимаем  $\rho v_k = 5 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$

Рассчитываем среднюю логарифмическую разность температур греющего пара и воздуха в калорифере ( $\Delta t$ ) при противотоке.

Температуру пара ( $t_n$ ) принимаем исходя из низкой теплопроводности воздуха, значительно выше конечной температуры воздуха ( $t_1$ ) по (6.28):

$$t_n = t_1 + 20 = 150 + 20 = 170^{\circ}\text{C}$$

Большая разность температур:

$$\Delta t_{\sigma} = t_n - t_0 = 170 - 15 = 155^{\circ}\text{C}$$

Меньшая разность температур:

$$\Delta t_M = t_n - t_1 = 170 - 150 = 20^{\circ}\text{C}$$

Тогда по (6.29):

$$\Delta t_{cp} = \frac{155 - 20}{\ln \frac{155}{20}} = 66 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Определяем площадь теплопередачи ( $F$ ) calorифера по (6.30):

$$F = \frac{326,5 \cdot 10^3}{30 \cdot 66} = 164,9 = 165 \text{ м}^2$$

Анализируя параметры calorиферов КФСО и КФБО в таблицах №№20–23 Приложения, принимаем число calorиферов  $n = 3$  Тогда площадь одного calorифера по (6.31):

$$F_k = 165/3 = 55 \text{ м}^2$$

Выбираем по таблицам (20–23) Приложения 3 calorифера модели КФСО №11, каждый из которых имеет следующие параметры:

Площадь теплопередачи  $F_k = 55,84 \text{ м}^2$

Живое сечение calorифера  $f$

Опытные коэффициенты:  $b = 16$ ,  $n = 0,439$ ,  $e = 0,335$ ,  $m = 2,01$

Расчетные коэффициенты:  $M = 0,51$ ,  $S = 112$ ,  $1/(m+1) = 0,332$

Определяем количество параллельно установленных calorиферов по (6.32):

$$z_y = 2,3555 / 0,496 \cdot 5 = 0,95 = 1$$

Определяем количество последовательно установленных calorиферов по (6.33):

$$z_x = 165 / 55,84 \cdot 0,95 = 3,1 = 3$$

Установочная поверхность теплопередачи calorиферной станции по (6.34):

$$F_{ycm} = 55,84 \cdot 3 \cdot 1 = 167,5 \text{ м}^2$$

Сопротивление (потери напора) calorифера  $h_k$  по (6.35):

$$h_k = 0,335 \cdot 5^{2,01} = 8,51 \text{ м}$$

Сопротивление (потери напора) calorиферной станции  $h_{k0}$  по (6.36):

$$h_{k0} = 8,51 \cdot 3 = 25,53 \text{ м}$$

Уточняем скорость воздуха, проходящего через calorиферную станцию  $v_k^*$  по (6.37):

$$v_k^* = 2,824 / 0,496 = 5,693 \approx 5,7 \text{ м/с.}$$

Уточняем коэффициент теплопередачи calorиферной станции для пластинчатых calorиферов КФБО и КФСО по (6.38):

$$K = 10 \cdot (1,03 \cdot 5,7)^{0,68} = 33,32 \text{ Вт / м}^2 \cdot \text{град}$$

где  $\rho_{cp}$  – средняя плотность воздуха в сушилке.

$$\rho_{15} = \frac{353}{T} = \frac{353}{273 + 15} = 1,226 \text{ кг / м}^3$$

$$\rho_{150} = \frac{353}{T} = \frac{353}{273 + 150} = 0,834 \text{ кг / м}^3$$

$$\rho_{cp} = 0,5 \cdot (1,226 + 0,834) = 1,03 \text{ кж} / \text{м}^3$$

Принимаем  $K = 33,32 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{град}$ .

Расхождение с предварительно рассчитанными в п. 6.2.  $K = 30 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{град}$  составляет  $K \approx 10\%$ , поэтому производим расчет основных параметров с новым приближением.

Определяем площадь теплопередачи ( $F$ ) калорифера по (6.30):

$$F = \frac{326,5 \cdot 10^3}{33,32 \cdot 66} = 148,5 \text{ м}^2$$

Анализируя параметры калориферов в таблицах 20–23 Приложения, принимаем число калориферов  $n = 3$ , тогда площадь одного калорифера по (6.31):

$$F_k = 148,5 / 3 = 49,5 \text{ м}^2$$

Выбираем по таблицам №№20–23 Приложения 3 калорифера модели КФБ №9, каждый из которых имеет следующие параметры:

Площадь теплопередачи  $F_k = 53,3 \text{ м}^2$

Живое сечение калорифера  $f_k = 0,486 \text{ м}^2$

Опытные коэффициенты:  $b = 10,0$ ;  $n = 0,42$ ;  $e = 0,175$ ;  $m = 1,72$

Расчетные коэффициенты:  $M = 1,04$ ;  $S = 110$ ;  $1 / (m+1) = 0,368$

Определяем количество параллельно установленных калориферов по (6.32):

$$z_y = 2,3555 / 0,486 \cdot 1,03 \cdot 5,7 = 0,825 \approx 1$$

Определяем количество последовательно установленных калориферов по (6.33):

$$z_x = 148,5 / 53,3 \cdot 1 = 2,8 \approx 3$$

Установочная поверхность теплопередачи калориферной станции по (6.34):

$$F_{ycm} = 53,3 \cdot 3 \cdot 1 = 159,9 \approx 160 \text{ м}^2$$

Сопротивление (потери напора) калорифера  $h_k$  по (6.35):

$$h_k = 0,175 \cdot (1,03 \cdot 5,7)^{2,01} = 6,14 \text{ м}$$

Сопротивление (потери напора) калориферной станции  $h_{k0}$  по (6.36):

$$h_{k0} = 6,14 \cdot 3 = 18,42 \text{ м}$$

Уточняем скорость воздуха, проходящего через калориферную станцию  $v_k^*$  по (6.37):

$$v_k^* = 2,824 / 0,486 = 1,199 = 5,81 \text{ м} / \text{с}$$

Уточняем коэффициент теплопередачи калориферной станции по (6.38):

$$K = 10 \cdot (1,03 \cdot 5,81)^{0,68} = 33,76 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{град}$$

Принимаем  $K = 33,76 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{град}$ .

Расхождение с рассчитанным в п. 6.13  $K = 33,32 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{град}$  составляет  $\Delta K \approx 1,3\%$ , что является технически допустимым, поэтому дальнейший пересчет с новым приближением не выполняется.

## Расчет вентилятора

Определяем диаметр воздуховода, исходя из рекомендуемой технологической средней скорости воздуха  $v_b = 5 - 12$  м/с. Принимаем  $v_b = 10$  м/с по (6.39):

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,824}{3,14 \cdot 10}} = 0,6 \text{ м}$$

Принимаем  $d = 0,6$  м = 600 мм.

Потери давления в воздуховодах ( $\Delta p_b$ ) по (6.40):

$$\Delta p_b = \frac{1,03 \cdot 10^2}{2} = 51,5 \text{ Па.}$$

Потери давления в сушильной камере принимаем согласно опытным данным для распылительных дисковых сушилок  $\Delta p_{ск} = 1000$  Па. Потери напора в калорифере рассчитаны выше и составляют  $h_{к0} = 18,42$  м. Тогда потери давления в калорифере по (6.41):

$$\Delta p_k = 1,03 \cdot 9,81 \cdot 18,42 = 186,1 \text{ Па}$$

Полные потери давления в сушильной установке по (6.42):

$$\Delta p = 51,5 + 1000 + 186,1 = 1237,6 \text{ Па}$$

Полезная мощность вентилятора ( $N_n$ ) по (6.43):

$$N_n = 1237,6 \cdot 2,824 = 3494,9 = 3,5 \text{ кВт}$$

Полная мощность вентилятора (мощность электродвигателя) ( $N$ ) по (6.44):

$$N = 3,5 / 0,5 = 7 \text{ кВт}$$

Выбираем по таблице №30 Приложения вентилятор ЦАГИ типа Ц10 – 20. По характеристике при  $\Delta p = 1238$  Па = 123,8 кгс/м<sup>2</sup> и  $V_c = 2,8$  м<sup>3</sup>/с находим номер вентилятора №25 с частотой вращения  $n = 600$  об/мин.

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛАМ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1. ОБОРУДОВАНИЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ, ХРАНЕНИЯ МОЛОКА И МЕЖОПЕРАЦИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**К технологическим свойствам относится:**

- теплоемкость
- вязкость
- поверхностное натяжение
- отсутствие посторонних веществ

**К физическим свойствам молока не относится:**

- плотность
- теплоемкость
- термоустойчивость
- вязкость

**Первичная обработка – это:**

- только фильтрация;
- фильтрация и охлаждение;
- только охлаждение;
- хранение при низких температур.

**Какой из насосов применяют для перекачивания вязких продуктов**

- шестеренчатый
- шланговый
- центробежный
- винтовой

**Какой насос представлен на рисунке**

- шестеренчатый внешнего зацепления
- шестеренчатый внутреннего зацепления
- центробежный
- лопасной



**Какой насос представлен на рисунке**

- шестеренчатый
- центробежный
- лопасной
- шланговый



**Какой из насосов оказывает наименьшее механическое воздействие на продукт**

- шестеренчатый
- шланговый
- центробежный
- лопасной

**Какой насос представлен на рисунке**

- шестеренчатый
- центробежный
- лопасной
- шланговый



**Какой насос представлен на рисунке**

- шестеренчатый
- центробежный
- винтовой
- шланговый



**Какой насос представлен на рисунке**

- шестеренчатый
- центробежный
- лопасной
- шланговый



**Какой насос представлен на рисунке**

- шестеренчатый
- центробежный
- лопасной
- шланговый



**Какой из насосов не относится к объемным**

- шланговые
- мембранные
- плунжерные насосы высокого давления
- центробежные

**Какой из насосов может осуществлять перекачивание с одновременной дозировкой жидких молочных продуктов**

- шланговые
- шестеренчатые
- мембранные
- плунжерные насосы высокого давления

**Какой из насосов имеет наименьшие габариты**

- шестеренчатый
- шланговый
- центробежный
- с гибким ротором

**Какой из насосов применяется для откачки из вакуумированных емкостей**

- шланговые
- мембранные

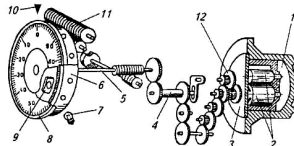
- центробежные
- с гибким ротором

**Какой из насосов применяется при гомогенизации**

- шестеренчатые
- мембранные
- плунжерные насосы высокого давления
- центробежные

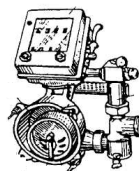
**На рисунке представлен**

- счетчик шестеренчатый
- счетчик с кольцевым поршнем
- расходомер индукционный
- расходомер с турбиной



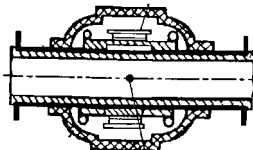
**На рисунке представлен**

- счетчик шестеренчатый
- счетчик с кольцевым поршнем
- расходомер индукционный
- расходомер с турбиной



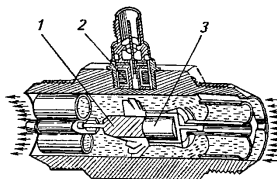
**На рисунке представлен**

- счетчик шестеренчатый
- счетчик с кольцевым поршнем
- расходомер индукционный
- расходомер с турбиной



**На рисунке представлен**

- счетчик шестеренчатый
- счетчик с кольцевым поршнем
- расходомер индукционный
- расходомер с турбиной



**2. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА**

**Гомогенизация молока это:**

- разделение жировой фазы;
- дробление жировых шариков;
- концентрирование молочного жира;
- тепловая обработка.

**Сливки гомогенизируют при температуре:**

- 40-65 °С
- 46-65 °С
- 48-60 °С

- 50-65 °С

**Пастеризация при температуре 63-65 °С относят к:**

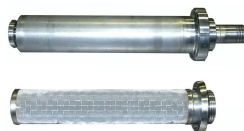
- длительной
- кратковременной
- моментальной
- обычной

**Сепарирование молока происходит при температуре**

- 30-40 °С
- 35-50 °С
- 28-40 °С
- 35-45 °С

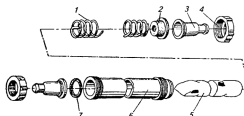
**На рисунке представлен фильтр**

- с одноразовым фильтрующим элементом
- с многоразовым фильтрующим элементом
- проходной прямоточный
- фильтр тонкой очистки



**На рисунке представлен фильтр**

- с одноразовым фильтрующим элементом
- с многоразовым фильтрующим элементом
- проходной прямоточный
- фильтр тонкой очистки



**На рисунке представлен фильтр**

- с одноразовым фильтрующим элементом
- с многоразовым фильтрующим элементом
- проходной прямоточный
- фильтр тонкой очистки



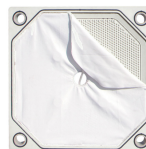
**На рисунке представлен фильтр**

- с одноразовым фильтрующим элементом
- с многоразовым фильтрующим элементом
- проходной прямоточный
- фильтр тонкой очистки



**На рисунке представлен фильтрующий элемент**

- фильтр пресси
- фильтра с многоразовым фильтрующим элементом
- проходного прямоточного фильтра

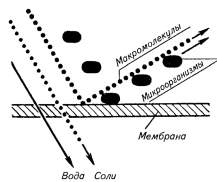


**При средней загрязненности молока (0,05... 0,07%), какой из фильтров работает без разборки дольше**

- цилиндрический
- дисковый
- пластинчатый

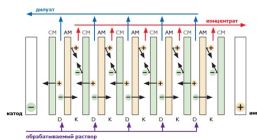
**На рисунке представлена схема**

- фильтрации
- ультрафильтрации
- обратного осмоса
- электродиализа



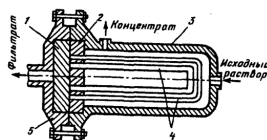
**На рисунке представлена схема**

- фильтрации
- ультрафильтрации
- обратного осмоса
- электродиализа



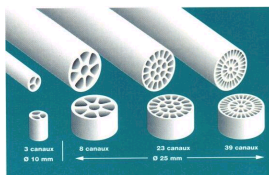
**На рисунке представлен мембранный аппарат**

- с полыми волокнами
- рулонный
- пластинчатый
- трубчатый



**На рисунке представлен мембранный аппарат**

- с полыми волокнами
- рулонный
- керамический
- трубчатый



**Ультрафильтрацию используют для**

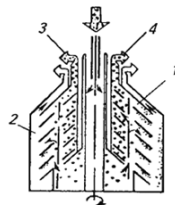
- выделения белков из молока
- концентрирование молочного сырья
- деминерализации молочной сыворотки

**Обратный осмос используют для**

- выделения белков из молока
- концентрирование молочного сырья
- деминерализации молочной сыворотки

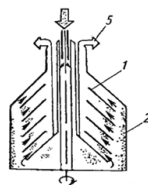
**На рисунке представлен барабан**

- сливкоотделителя
- молокоочистителя
- соплового сепаратора (творожного)
- с периодической выгрузкой осадка



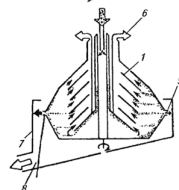
**На рисунке представлен барабан**

- сливоотделителя
- молокоочистителя
- соплового сепаратора (творожного)
- с периодической выгрузкой осадка



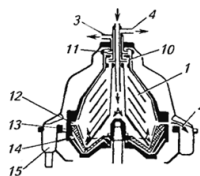
**На рисунке представлен барабан**

- сливоотделителя
- молокоочистителя
- соплового сепаратора (творожного)
- с периодической выгрузкой осадка



**На рисунке представлен барабан**

- сливоотделителя
- молокоочистителя
- соплового сепаратора (творожного)
- с периодической выгрузкой осадка



**Сколько ступеней имеет данная гомогенизирующая головка.**

- 1
- 2
- 3



**Электродиализ используют для**

- выделения белков из молока
- концентрирование молочного сырья
- деминерализации молочной сыворотки

**Для гомогенизации молока и сливок применяют**

- гомогенизаторы-пластификаторы
- гомогенизаторы клапанного типа
- гомогенизаторы-диспергаторы

**Для восстановления сухого молока применяют**

- гомогенизаторы-пластификаторы
- гомогенизаторы клапанного типа
- гомогенизаторы-диспергаторы

**На рисунке представлен рабочий орган**

- гомогенизатора-пластификатора
- гомогенизатора клапанного типа
- гомогенизатора-диспергатора



**Для чего предназначены фильтры?**

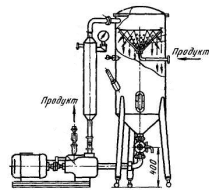
- для разделения молока и молочных продуктов на фильтрат и концентрат
- для гомогенизации молока
- для получения концентрированного молока
- для стерилизации молока
- для удаления из молока механических примесей

**По профилю поверхности рабочих органов теплообменники различают**

- плоские и круглые;
- трубчатые и пластинчатые;
- однорядные и многорядные (пакетные);
- односекционные и многосекционные

**Для чего предназначена установка, изображенная на рисунке?**

- для нагревания до более высоких температур
- для подогрева молока перед сепарированием
- для термовакuumной обработки молока
- для пастеризации молока



**Для чего предназначена установка, изображенная на рисунке?**

- для нагревания до более высоких температур
- для подогрева молока перед сепарированием
- для термовакuumной обработки молока
- для пастеризации молока



**По назначению теплового процесса обработки молока теплообменники различают**

- нагреватели, охладители, теплообменники-регенераторы
- открытые и закрытые
- трубчатые и пластинчатые
- прямоточные и противоточные

**По характеру соприкосновения продукта и окружающего воздуха теплообменники различают**

- открытые и закрытые
- плоские и круглые
- трубчатые и пластинчатые
- прямоточные и противоточные

**Гомогенизация – это:**

- процесс понижения температуры с целью более длительного хранения;
- тепловая обработка с целью уничтожения вегетативных форм микроорганизмов;
- доведение химического состава молока по содержанию жира до

требуемой

- процесс дробления жировых шариков с целью предотвращения отстаивания молочного жира при хранении

### По форме рабочих органов теплообменники различают

- плоские и круглые;
- трубчатые и пластинчатые;
- прямоточные и противоточные.
- односекционные и многосекционные;

### Как называется процесс, осуществляемый путем проталкивания жидкого продукта через кольцевую щель между клапаном и его седлом под высоким давлением, создаваемым многоплунжерным насосом машины?

- фильтрация
- гомогенизация
- сепарация
- пастеризация
- стерилизация

### По конструкции теплообменники различают

- нагреватели, охладители, теплообменники-регенераторы,
- трубчатые и пластинчатые;
- однорядные и многорядные (пакетные);
- прямоточные и противоточные.

### По числу секций теплообменники различают

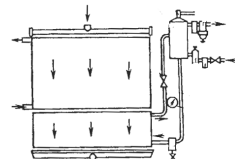
- однорядные и многорядные (пакетные);
- прямоточные и противоточные.
- односекционные и многосекционные;

### По направлению движения охлаждающей жидкости по отношению к охлаждаемому продукту теплообменники различают

- открытые и закрытые
- однорядные и многорядные (пакетные)
- прямоточные и противоточные

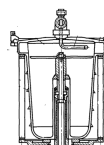
### На рисунке представлен

- открытый оросительный охладитель
- закрытый оросительный охладитель
- пастеризатор с вытеснительным барабаном
- смешительный теплообменник



### На рисунке представлен

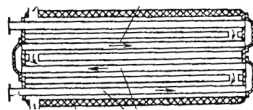
- открытый оросительный охладитель
- закрытый оросительный охладитель
- пастеризатор с вытеснительным барабаном



- смесительный теплообменник

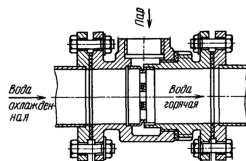
**На рисунке представлен**

- оросительный охладитель
- закрытый охладитель
- пастеризатор с вытеснительным барабаном
- смесительный теплообменник



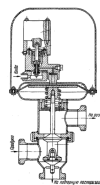
**На рисунке представлен**

- оросительный охладитель
- закрытый охладитель
- пастеризатор с вытеснительным барабаном
- смесительный теплообменник



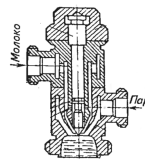
**На рисунке представлен**

- гомогенизирующая головка
- регулирующий клапан
- перепускной клапан
- смесительный теплообменник



**На рисунке представлен**

- регулирующий клапан
- перепускной клапан
- гомогенизирующая головка
- смесительный теплообменник



**По конструкции теплообменник представленный на картинке является**

- плоским
- круглым
- трубчатым
- пластинчатым



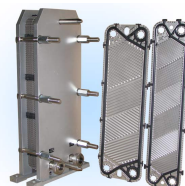
**По форме рабочих органов теплообменник представленный на картинке является**

- плоским
- круглым
- трубчатым
- пластинчатым



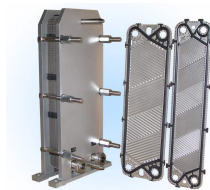
**По конструкции теплообменник представленный на картинке является**

- плоским
- круглым
- трубчатым
- пластинчатым



**По форме рабочих органов теплообменник представленный на картинке является**

- плоским
- круглым
- трубчатым
- пластинчатым



### 3. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

**Творог не производят**

- кислотным способом
- кислотно-сычужным способом
- термостатным способом
- раздельным способом

**Способы производства творога:**

- кислотный;
- кислотнoсычужный;
- раздельный;
- все эти способы

**Фризерование - это процесс:**

- взбивание молочной смеси
- закаливание мол. смеси
- взбивание и замораживание мол смеси
- замораживание и закаливание мол. смеси

**Сливки – это:**

- жировая эмульсия полученная при гомогенизации;
- жировая эмульсия получаемая из молока сепарированием, отстаиванием и др. способами;
- молочный продукт получаемый путем сквашивания;
- молочный продукт получаемый скисанием молока.

**Кисломолочные продукты – это:**

- молочные продукты являющиеся отходами;
- продукты полученные путем сквашивания молока, пахты, сыворотки, прошедших обязательную тепловую обработку;
- продукты полученные из молока при длительном хранении;
- продукты получены путем сквашивания молока и др. без тепловой обработки.

**Подготовительные операции по производству масла осуществляются с помощью**

- заквасочников и емкостей созревания сливок.
- маслоизготовители
- маслообразователи

- вакуум-маслообразователей

**Для выработки масла методом сбивания сливок применяют**

- заквасочники и емкости созревания сливок
- маслоизготовители
- маслообразователи
- вакуум-маслообразователей

**Для выработки масла методом преобразования высокожирных сливок применяют**

- заквасочники
- емкости созревания сливок
- маслоизготовители
- маслообразователи

**На рисунке представлен**

- заквасочник
- емкость созревания сливок
- термос
- маслообразователь



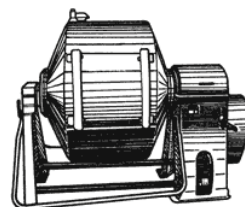
**На рисунке представлен маслоизготовитель**

- с емкостью в качестве рабочего органа
- с вращающейся емкостью и неподвижно закрепленными в ней спиральми
- с неподвижной емкостью и вращающимися в ней какими-либо рабочими органами



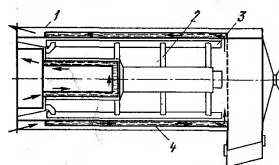
**На рисунке представлен маслоизготовитель**

- с емкостью в качестве рабочего органа
- с вращающейся емкостью и неподвижно закрепленными в ней спиральми
- с неподвижной емкостью и вращающимися в ней какими-либо рабочими органами



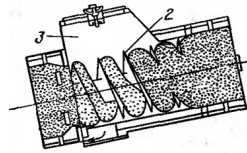
**На рисунке представлен элемент**

- маслоизготовителя периодического действия
- маслоизготовителя непрерывного действия
- маслообразователя барабанного
- маслообразователя пластинчатого



**На рисунке представлен элемент**

- маслоизготовителя периодического действия
- маслоизготовителя непрерывного действия
- маслообразователя барабанного
- маслообразователя пластинчатого



**На рисунке представлен элемент**

- маслоизготовителя периодического действия
- маслоизготовителя непрерывного действия
- маслообразователя барабанного
- маслообразователя пластинчатого



**На рисунке представлен элемент**

- маслоизготовителя периодического действия
- маслоизготовителя непрерывного действия
- маслообразователя барабанного
- маслообразователя пластинчатого



**На рисунке представлен элемент**

- маслоизготовителя периодического действия
- маслоизготовителя непрерывного действия
- маслообразователя барабанного
- маслообразователя пластинчатого



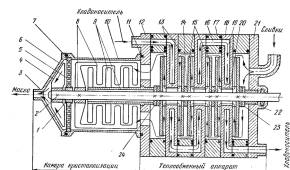
**На рисунке представлен**

- маслоизготовитель периодического действия
- маслоизготовитель непрерывного действия
- маслообразователь барабанный
- маслообразователь пластинчатый



**На рисунке представлен элемент**

- маслоизготовителя периодического действия
- маслоизготовителя непрерывного действия
- маслообразователя барабанного
- маслообразователя пластинчатого



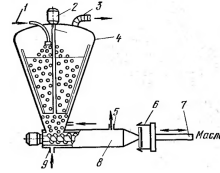
**На рисунке представлен**

- маслоизготовитель периодического действия
- маслоизготовитель непрерывного действия
- маслообразователь барабанный
- маслообразователь пластинчатый



**На рисунке представлен**

- маслоизготовитель
- маслообразователь барабанный
- маслообразователь пластинчатый
- вакуум-маслообразователь



**На рисунке представлен**

- маслоизготовитель
- пастеризатор барабанный
- маслообразователь барабанный
- маслообразователь пластинчатый



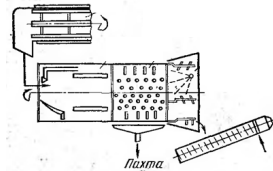
**На рисунке представлен**

- маслоизготовитель
- пастеризатор барабанный
- маслообразователь барабанный
- маслообразователь пластинчатый



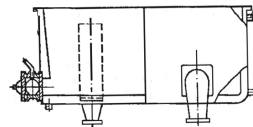
**На рисунке представлен элемент**

- маслоизготовителя периодического действия
- маслоизготовителя непрерывного действия
- маслообразователя барабанного
- маслообразователя пластинчатого



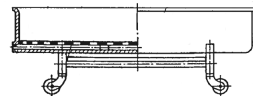
**На рисунке представлено**

- ванна самопрессования
- ванна для сквашивания
- творогоизготовитель с прессующей ванной



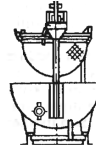
**На рисунке представлено**

- ванна самопрессования
- ванна для сквашивания
- творогоизготовитель с прессующей ванной



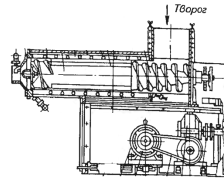
**На рисунке представлено**

- ванна самопрессования
- ванна для сквашивания
- творогоизготовитель с прессующей ванной



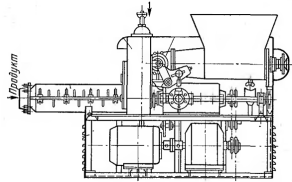
**На рисунке представлен**

- творогоизготовитель
- закрытый охладитель творога
- открытый охладитель творога
- смеситель с дозаторами творога и сливок



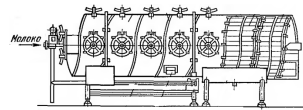
**На рисунке представлен**

- творогоизготовитель
- закрытый охладитель творога
- открытый охладитель творога
- смеситель с дозаторами творога и сливок



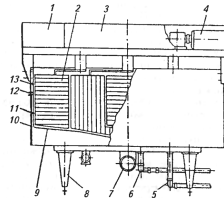
**На рисунке представлен**

- творогоизготовитель многосекционный
  - закрытый охладитель творога
  - открытый охладитель творога
- смеситель с дозаторами творога и сливок



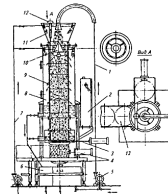
**На рисунке представлено**

- ванна самопрессования
- ванна для сквашивания
- сыроизготовитель



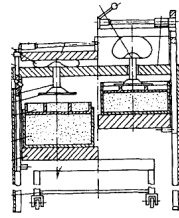
**На рисунке представлено оборудование для**

- для выработки сырного зерна
- формования и прессования сырной массы
- сырохранилищ
- плавления сыра



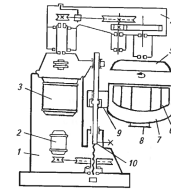
**На рисунке представлено оборудование для**

- для выработки сырного зерна
- формования и прессования сырной массы
- сырохранилищ
- плавления сыра



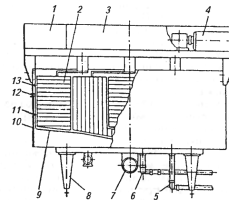
**На рисунке представлено оборудование для**

- для выработки сырного зерна
- формования и прессования сырной массы
- сырохранилищ
- плавления сыра



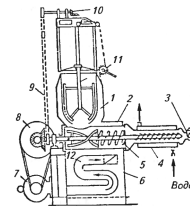
**На рисунке представлено оборудование для**

- для выработки сырного зерна
- формования и прессования сырной массы
- сырохранилищ
- плавления сыра



**На рисунке представлено оборудование для**

- для выработки сырного зерна
- формования и прессования сырной массы
- сырохранилищ
- плавления сыра



## СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ

### А

**АГАР** — загуститель, желирующий агент, стабилизатор. Разрешен для применения в качестве пищевой добавки или для производства продуктов питания на территории Российской Федерации. Считается безопасным при употреблении в пищу в небольших количествах. Умеренно токсичен. Может вызывать аллергические реакции.

**АДАПТИРОВАННАЯ СМЕСЬ** (заменитель женского молока) – пищевой продукт в жидкой или порошкообразной форме, изготовленный на основе коровьего молока и его составных частей, молока других сельскохозяйственных животных, белков сои, максимально приближенный по химическому составу и свойствам к женскому молоку и соответствующий физиологическим потребностям детей первых месяцев жизни

**АЗОРУБИН** - краситель (моноазокраситель). Codex: разрешён в стандартах на ароматизированный йогурт и другие кисломолочные продукты в количестве до 57 мг/кг.

**АЙРАН** - кисломолочный продукт смешанного молочно-кислого и спиртового брожения, изготавливаемый с использованием заквасочных микроорганизмов термофильных молочнокислых стрептококков, болгарской молочнокислой палочки и дрожжей, с последующим добавлением или без добавления воды

**АЛКОГОЛЬНЫЕ НАПИТКИ ИЗ МОЛОКА.** Из молока производятся несколько традиционных алкогольных напитков. Они распространены, в частности, в Средней Азии, у народов Монголии и Сибири. Алкоголь возникает в процессе сбраживания молока млекопитающих (например, коровьего, верблюжьего или молока кобыл). Перебродившее молоко может являться готовым напитком, или служить сырьём для дистилляции в более крепкий спиртной напиток.

**АЛЬГИНАТ КАЛИЯ** — загуститель, стабилизатор. Разрешен для применения в качестве пищевой добавки или для производства продуктов питания на территории Российской Федерации. Считается безвредным.

**АМИНОКИСЛОТЫ** – карбоновые (жирные) кислоты класс органических соединений, содержащих одну или две аминогруппы. Молоко - один из важнейших источников аминокислот. Около 20 важнейших аминокислот являются мономерными звеньями, из которых построены все белки, 8 аминокислот (валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан и фенилаланин) являются незаменимыми, т. е. не могут синтезироваться в организме животных и человека, и должны доставляться с пищей. Суточная потребность взрослого человека в каждой из незаменимых аминокислот составляет в среднем около 1 г.

**АНТИОКСИДАНТЫ (АНТИОКИСЛИТЕЛИ)** — ингибиторы окисления, природные или синтетические вещества, способные тормозить окисление (рассматриваются преимущественно в контексте окисления органических соединений).

**АНТИСЫВОРОТКА** — сыворотка, полученная от животного, иммунизированного антигенными препаратами, и содержащая специфические антитела.

**АРАК, АРАКА, КУМЫШКА** - дистиллят из кумыса. На территории Удмуртии, Башкирии и Республики Марий Эл, перегнанное закислое кобылье молоко называют «кумышка». «Араком» может также называться практически любой дистиллят

**АРХИ** - молочная водка у народов Монголии и Южной Сибири  
**АЦЕЛРФИЛЬНО-ДРОЖЖЕВОЙ НАПИТОК** — напиток, вырабатываемый сквашиванием осветленной молочной сыворотки чистыми культурами ацидофильной палочки и дрожжей, сбраживающих лактозу, с добавлением сахара и лимонной настойки.

**АЦИДОФИЛИН** - кисломолочный продукт, изготавливаемый с использованием заквасочных микроорганизмов ацидофильной молочнокислой палочки, лактококков и закваски, приготовленной на кефирных грибах, в равных соотношениях;

**АЦИДОФИЛЬНАЯ ПРОСТОКВАША** — простокваша, вырабатываемая из молока сквашиванием чистыми культурами молочнокислых стрептококков и ацидофильной палочки.

**АЦИДОФИЛЬНО-ДРОЖЖЕВОЙ НАПИТОК** — напиток, вырабатываемый сквашиванием осветленной молочной сыворотки чистыми культурами ацидофильной палочки и дрожжей, сбраживающих лактозу, с добавлением сахара и лимонной настойки.

## **Б**

**БАЗА ОЦЕНКИ** — характеристика выборки животных по избранному показателю (удой, содержание жира в молоке и т. д.), по отношению к которой производится прогноз (определение относительной племенной ценности животного...

**БАНК ДАННЫХ ПЛЕМЕННОГО УЧЕТА** — организованная совокупность информации, собранной и хранящейся на машинных носителях (машинных дисках), и предназначенная для обработки на ЭВМ. Используется для автоматизации племенного учета.

**БЕЛКОВАЯ ОСНОВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПАСТ** — полуфабрикат для получения различных паст, вырабатываемый из молока, сквашенного чистыми культурами молочнокислых бактерий с последующим удалением части сыворотки.

**БЕЛКОВОЕ МОЛОКО** — пастеризованное молоко с повышенным содержанием сухих, обезжиренных веществ.

**БЕЛКОВЫЕ КИСЛОМОЛОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ** — кисломолочные продукты с повышенным содержанием белка.

**БИЛК** - молочное пиво

**БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ДОБАВКИ (БАД)** к пище — композиции биологически активных веществ, предназначенных для непосредственного приёма с пищей или введения в состав пищевых продуктов.

**БИОПРОДУКТ** - обогащенный продукт переработки молока, изготавливаемый сквашиванием молока и/или молочных продуктов или их смесей с немолочными компонентами заквасочными микроорганизмами с добавлением в процессе ферментации и/или после нее живых культур бифидобактерий (*Bifidobacterium*), и/или штаммов других пробиотических микроорганизмов в монокультурах или ассоциациях, с добавлением или без добавления пребиотиков. Не допускается термическая обработка готового продукта

**БРОЖЕНИЕ** – процесс ферментативного расщепления молочного сахара (лактозы) микроорганизмами с образованием органических кислот и/или спиртов и углекислого газа

**БУТИРОМЕТР** — (от греч. *Bútyron* - масло и... метр), жиросмер, прибор для измерений жирности молока. Наиболее распространённый Б. - стеклянный цилиндрический сосуд со шкалой, по которой определяют количество жира в молоке: цена деления шкалы 0,1% (по массе). В такой Б. вливают 11 см<sup>3</sup> исследуемого молока, 10 см<sup>3</sup> серной кислоты и 1 см<sup>3</sup> амилового спирта, закрывают пробкой и взбалтывают; при этом составные части молока, кроме жира, растворяются. Для лучшего отделения жира Б. помещают в центрифугу, а после центрифугирования фиксируют количество (в %) жира в молоке.

## **В**

**ВАЛЬЦЕВАНИЕ ТВОРОГА** — измельчение творога для получения однородной консистенции

**ВАРЕНЕЦ** - кисломолочный продукт, изготавливаемый сквашиванием заквасочными микроорганизмами термофильных молочнокислых стрептококков стерилизованного молока и/или молочных продуктов или молока и/или молочных продуктов, подвергнутых термообработке при температуре (97 ±2) 0С до достижения специфических органолептических показателей

**ВЗБИВАНИЕ** – процесс насыщения продукта газом, сопровождающийся снижением его плотности

**ВЗБИТЫЕ СЛИВКИ** — пастеризованные сливки с добавлением сахара, какао, ванилина, плодово-ягодных сиропов, стабилизатора и подвергнутые взбиванию.

**ВЗБИТЫЙ ПРОДУКТ** – молочный или молочный составной или молокосодержащий продукт с воздушными (газовыми) полостями, плотность которого ниже плотности исходного продукта

**ВИТАМИН** - необходимое питательное вещество, которое сам организм нередко не вырабатывает. Витамины необходимо получать с пищей.

**ВИТАМИН В12 (кобаламин)** Водорастворим и эффективен в очень малых дозах. Известен как «красный витамин», а так же цианокобаламин. Нормально функционирующая щитовидная железа способствует усвоению витамина В12. Содержится в молоке.

**ВИТАМИН В2 (рибофлавин)** Растворим в воде, легко всасывается. Не накапливается в организме и должен постоянно восполняться. Способствует

росту. Улучшает зрение. Вместе с другими веществами участвует в обмене углеводов, жиров и белков. Содержится в молоке.

**ВИТАМИН Н** (коэнзим г или биотин) Водорастворим, сравнительно новый член семейства витаминов группы В. Биотин нужен для синтеза аскорбиновой кислоты. Необходим для нормального метаболизма жиров и белка.

**ВИТАМИН С** (аскорбиновая кислота) Водорастворимый. Играет основную роль в образовании коллагена, который важен для роста и восстановления клеток тканей, десен, кровеносных сосудов, костей и зубов. Способствует усвоению организмом железа. Содержится в молоке.

**ВИТАМИНИЗИРОВАННОЕ МОЛОКО** — цельное или нежирное нормализованное молоко, обогащенное витаминами

**ВИТАМИНИЗИРОВАННЫЕ КИСЛОМОЛОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ** — кисломолочные продукты, обогащенные витаминами.

**ВИТЯЗЬ** - алтайский твердый сыр, похожий на российский

**ВКУСОВЫЕ ДОБАВКИ К ПИЩЕ ИЛИ ПРИПРАВЫ** — химические вещества, отдельные части биологических продуктов растительного происхождения и их смеси, предназначенные для улучшения вкусовых и ароматических качеств приготавливаемых продуктов питания и готовых блюд.

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ** – процесс изготовления продукта путем добавления воды к его концентрированным формам

**ВОССТАНОВЛЕННОЕ МОЛОКО** — согласно ГОСТ Р 51074-97 - молоко, полученное при добавлении воды к сухому или сгущенному молоку для восстановления специфического соотношения сухих веществ и воды.

**ВТОРИЧНОЕ МОЛОЧНОЕ СЫРЬЕ** – остатки сырья, полуфабрикаты, побочные продукты переработки молока, молочные продукты с частично утраченными идентификационными признаками или потребительскими свойствами, в том числе отозванные из оборота, соответствующие требованиям по показателям безопасности и предназначенные для переработки

**ВЫБРАКОВКА** — вывод из стада больных животных с низкой продуктивностью.

**ВЫДЕРЖКА МОЛОКА** (молочной смеси) при производстве кисломолочных продуктов — выдерживание молока или молочной смеси в течении определенного времени при температуре пастеризации для денатурации сывороточных белков с целью получения хорошей консистенции кисломолочных напитков.

**ВЫТАПЛИВАНИЕ** – процесс выделения жировой фазы из сливочного масла (спреда), жиросодержащего продукта нагреванием его выше точки плавления жира с последующим ее отделением

## Г

**ГЛАЗИРОВАННЫЕ СЫРКИ** — творожные изделия, вырабатываемые из жирного подпрессованного творога с добавлением сливочного масла, а

также вкусовых и ароматических веществ и покрытые шоколадной глазурью.

**ГЛУТАМАТ НАТРИЯ Е 621** — пищевая добавка, предназначенная для увеличения вкусовых ощущений

**ГЛЮКОЗА** — или виноградный сахар, или декстроза встречается в соке многих фруктов и ягод, в том числе и винограда, от чего и произошло название этого вида сахара. Является шестиатомным сахаром (гексозой). Глюкозное звено входит в состав ряда ди- (мальтозы, сахарозы и лактозы) и полисахаридов (целлюлоза, крахмал).

**ГОМОГЕНИЗАЦИЯ БЕЛКОВОЙ ОСНОВЫ** — обработка белковой основы на коллоидной мельнице или гомогенизаторе для получения однородной гомогенной консистенции.

**ГОМОГЕНИЗАЦИЯ МОЛОКА** - это дробление жировых шариков до состояния когда массовая доля жира примерно уравнивается оболочкой жирового шарика. При этом жировой шарик находится в стабильном коллоидном состоянии. Величина шарика составляет примерно 1 мкм. Гомогенизацию молока производят на плунжерных, двух ступенчатых гомогенизаторах, где молоко под действием больших давлений (15-20 мПа), прогоняется через узкие щели. В результате таких нагрузок большой жировой шарик вытягивается и распадается на множество мелких.

## Д

**ДЕАЭРАТОР** предназначен для отделения воздуха из сырого молока (других продуктов) в процессе приемки последнего на молочном и других предприятиях.

**ДЕЗОДОРАТОР МОЛОКА** - предназначен для устранения посторонних, не свойственных молоку запахов и привкусов путем удаления в вакууме растворенных в нем на молекулярном уровне посторонних веществ.

**ДЕРЕВЕНСКИЙ СЫР** - традиционно деревенский сыр — это свежий творожный сыр, в который добавлен сычуг, готовится примерно так же, как творожный сыр. Коммерческий деревенский сыр готовится из творога, сделанного из снятого молока, нагреваемого, чтобы сделать творог твердым и плотным, с добавлением сливок. Содержание жира очень низкое — обычно около 4%.

**ДЕТСКАЯ ПАСТА** — кисломолочный продукт, вырабатываемый из альбумированного творога, с добавлением сметаны, витаминов, вкусовых и ароматических веществ.

**ДИАЦЕТИН (Е1517)**. Влагудерживающий агент, наполнитель. Разрешен для применения в качестве пищевой добавки или для производства продуктов питания на территории Российской Федерации.

**ДОМАШНИЙ СЫР** - советский продукт. Сыр с зернистой консистенцией и кисловато-соленым вкусом

## Ж

**ЖЕЛАТИН ПИЩЕВОЙ**, иногда желати́на пищева́я (фр. gelatine, от лат. gelatus — застывший) — белковое желирующее вещество; производится денатурацией коллагена, содержащегося в костях, хрящах, коже, жилах

животных. Способ извлечения из костей желатина разработал французский химик Жан Дарсе (1725-1801) для использования его как дешевого продукта питания в благотворительных учреждениях.

**ЖЁЛТЫЙ "СОЛНЕЧНЫЙ ЗАКАТ" КРАСИТЕЛЬ** (моноазокраситель). Codex: разрешён к применению в ароматизированном йогурте и других кисломолочных продуктах после ферментации до 12 мг/кг.

### 3

**ЗАГОТОВЛЯЕМОЕ КОРОВЬЕ МОЛОКО** — коровье молоко, полученное от здоровых животных и отвечающее требованиям стандарта и санитарно-ветеринарных правил.

**ЗАГУСТИТЕЛИ** — вещества, увеличивающие вязкость пищевых продуктов, то есть загущающие их. Гелеобразователями (желеобразователями) называются вещества, способные в определенных условиях образовывать желе (гели) — структурированные дисперсные системы. Загустители и гелеобразователи позволяют получать пищевые продукты с нужной консистенцией, улучшают и сохраняют структуру продуктов, оказывая при этом положительное влияние на вкусовое восприятие. Благодаря способности связывать воду загустители и гелеобразователи стабилизируют дисперсные системы: суспензии, эмульсии, пены. Они почти всегда одновременно выполняют другие технологические функции: стабилизаторов и влагоудерживающих агентов. Кроме того, они относятся к пищевым волокнам. Четкое разграничение между гелеобразователями и загустителями не всегда возможно. Есть вещества, обладающие в разной степени свойствами и гелеобразователя, и загустителя. Некоторые загустители в определенных условиях могут образовывать прочные эластичные гели.

**ЗАКАЛИВАНИЕ МОРОЖЕНОГО** – процесс замораживания продукта после фризирования до температуры не выше минус 18 °С

**ЗАКВАСКА** - специально подобранные непатогенные, нетоксигенные микроорганизмы и/или ассоциации микроорганизмов, преимущественно молочнокислых, используемые для изготовления продуктов переработки молока

**ЗАКВАСОЧНИК** - предназначен для приготовления творога и жидких молочных продуктов, кисломолочных продуктов, заквасок, а также для пищевых продуктов, требующих термической обработки. В заквасочнике производится пастеризация молока и его сквашивание заквасками кисломолочных продуктов.

**ЗАКВАШИВАНИЕ МОЛОКА** (сливок, молочной смеси) — внесение в молоко, сливки или молочную смесь закваски, состоящей из определенных видов микроорганизмов, при требуемых температурах.

**ЗАМЕНИТЕЛЬ МОЛОЧНОГО ПРОДУКТА** – пищевой продукт продукт, используемый в тех же целях, что и молочный продукт, и изготавливаемый в основном или полностью из немолочных ингредиентов

**ЗАМОРАЖИВАНИЕ** – процесс воздействия на продукт низких температур, сопровождающийся фазовым переходом типа «жидкое-

твердое»

**ЗАМОРАЖИВАНИЕ ТВОРОГА** — быстрое охлаждение творога до установленных минусовых температур с целью его резервирования.

**ЗЕЛЁНЫЙ СЫР** вырабатывается из обезжиренного коровьего молока. Созревшую сырную массу размельчают, добавляют к ней соль (не более 6,5%) и порошок из высушенных листьев растения тригонеллы с хорошо выраженным специфическим запахом и формируют в 100-граммовые головки в виде усеченного конуса. Влажность сыра 40%. Цвет зеленовато-серый. Вкус, острый специфический, резко отличный от всех сыров. Применяют в качестве приправы (к макаронам, картофелю и др.), Употребляют сыр натёртым. Зелёные сыр способствует пищеварению.

**ЗЕРНЕННЫЙ ТВОРОГ** — рассыпчатый молочный продукт, изготавливаемый из творожного зерна с добавлением сливок и поваренной соли

**ЗЕРНИСТЫЙ ТВОРОГ СО СЛИВКАМИ** — белковый кисломолочный продукт с отчетливо различаемыми творожными зёрнами, вырабатываемый сквашением обезжиренного молока чистыми культурами молочнокислых стрептококков с внесением в молоко хлористого кальция, сычужного фермента или пепсина, удалением части сыворотки и последующим добавлением к белковой основе сливок и соли.

**ЗЦМ** - заменители цельного молока. В основном заменители цельного молока используются для выпойки телят.

## **И**

**ИНСТАНТНЫЙ ПРОДУКТ** – сухой продукт высокой степени готовности, в том числе предназначенный для детского питания, восстанавливаемый в потребительскую форму разведением питьевой водой или другой пищевой жидкостью в соответствии с техническим документом изготовителя

**ЙОГУРТ** - кисломолочный продукт с повышенным содержанием сухих обезжиренных веществ молока, изготавливаемый с использованием смеси заквасочных микроорганизмов термофильных молочнокислых стрептококков и болгарской молочнокислой палочки

## **К**

**КАЗЕИН** - сложный белок, образующийся из казеиногена при створаживании молока под действием протеолитических ферментов. Казеин составляет основную массу творога, применяется для производства красок, клеев, пластмасс, искусственных пищевых продуктов. лат. Caseus - сыр

**КАЗЕИН ПИЩЕВОЙ (КИСЛОТНЫЙ, СЫЧУЖНЫЙ)** - продукт переработки молока, получаемый путем отделения, промывания и высушивания коагулята из обезжиренного молока и/или других продуктов, полученных из молока

**КАЗЕИНАТ ПИЩЕВОЙ** – продукт переработки молока, изготавливаемый воздействием нейтрализующих агентов на пищевой казеин или скоагулировавший сгусток пищевого казеина с последующим

высушиванием

**КАКАО-МАСЛО**- Продукт переработки какао-бобов, ценное пищевое сырье, которое используется в кондитерской промышленности. Особенность - сохранение твердой консистенции при комнатной температуре.

**КАМЕДЬ РОЖКОВОГО ДЕРЕВА** E 410 по химическому составу похож на E 412, гуаровую камедь. Сырье для получения камеди рожкового дерева – стручки средиземноморской акации. Камедь рожкового дерева не растворяется в холодной воде, но сохраняет вкус и аромат продуктов.

**КАМЕДЬ ТАРЫ** (Tara gum, E417) — загуститель, стабилизатор, желеобразующий агент.

**КАНЦЕРОГЕНЫ** (лат. cancer – рак, греч. genes – рождающий, рожденный), они же карциногены (англ. carcinogen, с основами греч. karkinos – краб и греч. genes – рождающий, рожденный) — химические вещества, излучения, способные при попадании в организм человека или животных приводить к образованию злокачественных новообразований (опухолей).

**КАРМИНЫ** Краситель (антрахиноновый). Codex: разрешены в ароматизированных йогуртах и других кисломолочных продуктах после ферментации в количестве до 20 мг/кг.

**КАТАЛАЗА**— ускоряет разрушение перекиси водорода ( $H_2O_2$ ). Активность фермента повышается в молоке животных, больных маститом. Проба на каталазу позволяет выявить это заболевание.

**КАШИ НА МОЛОЧНОЙ ОСНОВЕ, ГОТОВЫЕ К УПОТРЕБЛЕНИЮ** – молочный составной, молокосодержащий продукт, изготавливаемый из различных круп методом варки с использованием молочных компонентов с добавлением или без добавления компонентов немолочного происхождения

**КВАРК** — кисломолочный продукт, изготавливаемый сквашиванием молока чистыми культурами лактококков или смесью чистых культур лактококков и термофильных молочных стрептококков в соотношении (1,5...2,5):1 с использованием методов кислотной, кислотно-сычужной или термомолочной коагуляции белков, с удалением сыворотки центрифугированием и/или ультрафильтрацией, с содержанием молочно-кислых бактерий в готовом продукте в конце срока годности не менее  $10^8$  в 6 степени КОЕ в 1 гр продукта. Примечание — Допускается последующая нормализация массовой доли жира и внесение пищевых добавок, фруктов, овощей и продуктов их переработки.

**КВАС "НОВЫЙ"** — напиток, вырабатываемый из осветленной молочной сыворотки, с добавлением сахара, хлебного экстракта, хлебопекарных дрожжей с последующим сквашиванием и созреванием.

**КЕФИР** - кисломолочный продукт смешанного молочнокислого и спиртового брожения, изготавливаемый с использованием закваски, приготовленной на кефирных грибах, без добавления чистых культур молочнокислых микроорганизмов и дрожжей

**КИСЛОМОЛОЧНОЕ МОРОЖЕНОЕ** — молочное мороженое,

изготавливаемое с использованием заквасочных микроорганизмов, приводящим к снижению рН и коагуляции белка, или с использованием кисломолочных продуктов

**КИСЛОМОЛОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ** — группа молочных продуктов, вырабатываемых из цельного коровьего молока, молока овец, коз, кобыл и других животных или его производных (сливок, обезжиренного молока и сыворотки) путём ферментации. Главной технологической особенностью изготовления кисломолочных продуктов является сквашивание путём введения в него культур молочнокислых бактерий или дрожжей (самокваса или закваски). Часто перед производством кисломолочных продуктов используют предварительную пастеризацию или кипячение молока для исключения возможности развития жизнедеятельности находящихся в нём вредных микроорганизмов.

**КИСЛОМОЛОЧНЫЙ ПРОДУКТ** – молочный или молочный составной продукт, изготавливаемый сквашиванием молока и/или сливок, и/или молочных продуктов и/или их смесей с компонентами немолочного происхождения (для молочных составных продуктов) с использованием заквасочных микроорганизмов, приводящим к снижению рН и коагуляции белка, содержащий живые молочнокислые и другие заквасочные микроорганизмы. Не допускается термическая обработка готового продукта

**КИСЛОТНЫЙ СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ТВОРОГА** — способ производства творога, при котором свертывание молока происходит под действием кислоты

**КОМБИНИРОВАННЫЙ МОЛОЧНЫЙ ПРОДУКТ** — согласно ГОСТ Р 51074-97 - продукт, полученный на молочной основе с частичной заменой одной или нескольких молочных составных частей продукта на вещества немолочного происхождения.

**КОМПЛЕКСНАЯ ПИЩЕВАЯ ДОБАВКА** – это смесь пищевой добавки или пищевых добавок с пищевым сырьем, пищевыми ароматизаторами, пищевыми продуктами и (или) их компонентами, выработанная как товарная продукция.

**КОНЕЦ СКВАШИВАНИЯ** — момент, при котором сгусток имеет оптимальное для выработки продукта показатели кислотности и прочности.

**КОНСЕРВИРОВАННЫЙ ПИЩЕВОЙ МОЛОЧНЫЙ БЕЛОК** — свежий пищевой молочный белок с добавлением соли.

**КОНЦЕНТРАТ СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ (КСБ)** - сывороточные белки, получаемые из молочной сыворотки путем концентрирования

**КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ (СГУЩЕНИЕ, СУШКА)** - процесс удаления воды из продукта

**КРАХМАЛ ОКИСЛЕННЫЙ** — загуститель, покрытие, носитель, улучшитель хлебопекарный.

**КРАХМАЛ ОТБЕЛЕННЫЙ** - стабилизатор, загуститель, средство для капсулирования, покрытие, носитель.

**КРАХМАЛ, ОБРАБОТАННЫЙ ЩЕЛОЧЬЮ** – стабилизатор, загуститель, гелеобразователь, средство для капсулирования, наполнитель,

носитель, покрытие

**КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ ЖИРА** Образование кристаллов при охлаждении расплавленного жира при фиксированной температуре

**КСАНТАНОВАЯ КАМЕДЬ Е 415** – продукт жизнедеятельности бактерий *Xanthomonas campestris*. Ксантановая камедь представляет собой полисахарид, полученный путем ферментации. Ксантановая камедь также используется в качестве загустителя и стабилизатора в продуктах питания. Е 415 хорошо растворяется в воде, молоке, растворах сахара и соли, и создает вязкую консистенцию.

**КУМЫС** - кисломолочный продукт смешанного молочнокислого и спиртового брожения, изготавливаемый сквашиванием кобыльего молока заквасочными микроорганизмами болгарской и ацидофильной молочнокислых палочек и дрожжей

**КУМЫСНЫЙ ПРОДУКТ** — кисломолочный продукт, произведенный из коровьего молока в соответствии с технологией производства кумыса

## Л

**ЛАКТОЗА** (молочный сахар) - дисахарид, который состоит из глюкозы и галактозы. Он находится в молоке в двух формах - альфа и бета в определенном соотношении. Молочный сахар каждой формы может переходить один в другой. Растворимость молочного сахара в воде зависит в первую очередь от температуры. Лактоза в сухом виде - белый мелкокристаллический порошок. Он в 6 раз менее сладок, чем свекловичный сахар. По питательности он практически не отличается от свекловичного сахара и почти полностью усваивается организмом.

**ЛИПАЗА** — расщепляет жир до глицерина и жирных кислот. В молоко попадает из молочной железы или образуется в результате жизнедеятельности ряда микроорганизмов. При пастеризации молока липаза разрушается. В процессе хранения пастеризованного молока даже при низких температурах в течении 24-30 часов активность фермента увеличивается. Наличие фермента в масле, сыре, сухом цельном молоке вызывает их быструю порчу.

## М

**МАРИБО** - традиционный датский полутвердый сыр из пастеризованного коровьего молока. Выпускается в виде низкого цилиндра или блока с корочкой бледно-желтого цвета. Созревает четыре месяца и более, содержание жира от 30 % до 45 %. Сыр твердой консистенции с многочисленными маленькими глазками. Вкус слегка сладковатый, мягкий, аромат несильный.

**МАСЛО ИЗ КОРОВЬЕГО МОЛОКА** – молочный или молочный составной продукт, преобладающей составной частью которого является молочный жир, изготовленный исключительно из коровьего молока и/или продуктов, полученных из коровьего молока, выделением жировой фазы и равномерного распределения в ней молочной плазмы

**МАСЛО СЛИВОЧНОЕ** – масло из коровьего молока с массовой долей жира от 50,0 % до 85,0 % включительно, представляющее собой

дисперсную систему «молочная плазма в жире»

**МАСЛО ТОПЛЕННОЕ** – масло из коровьего молока с массовой долей жира не менее 99,0 %, изготовляемое из сливочного масла вытапливанием жировой фазы, имеющее специфические органолептические показатели

**МАССОВАЯ ДОЛЯ ЖИРА** — количество жира (в процентном эквиваленте) в ингредиенте или готовом продукте

**МАЦОНИ** – это кисломолочный продукт, который получают при сквашивании молока в особых температурных условиях. Причем основой для мацони может быть не только коровье, но и овечье или козье молоко.

**МЕЧНИКОВСКАЯ ПРОСТОКВАША** — кисломолочный продукт, произведенный с использованием заквасочных микроорганизмов — термофильных молочнокислых стрептококков и болгарской молочнокислой палочки.

**МОДИФИЦИРОВАННЫЙ КРАХМАЛ** действительно вырабатывается при помощи изменений. Однако модификация крахмала не касается структуры его ДНК. В соответствии с ГОСТ Р 51953-2002 «Крахмал и крахмалопродукты», модифицированными крахмалами называют крахмалы, свойства которых направлены изменены в результате физической, химической, биохимической или комбинированной обработки. Из этого определения видно, что для производства модифицированного крахмала не применяются методы генной инженерии. Крахмал приобретает необходимые свойства с помощью физических, химических, биохимических и комбинированных преобразований. Для производства модифицированного и обычного крахмала могут быть использованы генномодифицированные кукуруза или картофель. Однако сам крахмал и его модификации могут содержать только следы, отдельные фрагменты измененной ДНК. В самом крахмале, даже полученном из генномодифицированного сырья, не остается значимых частиц ГМО. В российском и международном законодательстве не предусмотрена специальная маркировка, свидетельствующая о наличии или отсутствии ГМО, для крахмалов и модифицированных крахмалов.

**МОДИФИЦИРОВАННЫЙ КРАХМАЛ** крахмал – необходимый элемент питания человека, отвечающий за поставку энергии для функционирования организма.

**МОЛОЗИВО** (колострум) - секрет молочных желез, выделяемый в первые дни перед родами и после них.

**МОЛОКО** - секреторная жидкость, вырабатываемая молочными железами млекопитающих животных и человека в период лактации, физиологически предназначенная для питания детёнышей. В первые дни после родов выделяется молозиво, которое постепенно переходит в М. обычного состава. В период вскармливания грудной ребёнок получает женское (грудное) М., содержащее все необходимые питательные вещества. Калорийность женского М. 65-70 ккал/100 г, рН = 6,9-7,5, плотность 1,030-1,032 г/см<sup>3</sup>, химический состав (%): воды 87,4, казеина 0,91, альбумина и

глобулина 1,23, жира 3,76, молочного сахара 6,29, золы 0,31; содержит также некоторое количество минеральных солей и витаминов А, В, С и D. М. с.-х. животных - ценный пищевой продукт. Особенно широко используется в питании людей М. коров, более ограниченно - М. коз, овец, кобылиц, верблюдиц, ослиц, буйволиц, самок зебу, яка, северного оленя. Из М. с.-х. животных вырабатывают молочнокислые продукты, масло, мороженое. В М. входят: вода, белки, жир, молочный сахар (лактоза), минеральные вещества (в т. ч. микроэлементы), витамины, ферменты, гормоны, иммунные тела, газы, микроорганизмы, пигменты. Оптимальное сочетание этих компонентов в М. делает его наименее заменимым пищевым продуктом, особенно для детей, т. к. в нём есть большинство элементов, необходимых для нормального роста и развития организма. По химическому составу и питательности М. животных различно (см. табл.). Белки М. состоят, главным образом, из казеина, лактальбумина и лактоглобулина. На свойстве казеина свёртываться под действием ферментов основано производство творога и сыра.

**МОЛОКО (МОЛОЧНЫЙ, МОЛОЧНЫЙ СОСТАВНОЙ, МОЛОКОСОДЕРЖАЩИЙ ПРОДУКТ) ВОССТАНОВЛЕННОЕ (-ЫЙ)** – питьевое молоко (молочный, молочный составной, молокосодержащий продукт), изготовляемое (-ый) из концентрированного (сгущенного), сухого молока (молочного, молочного составного, молокосодержащего продукта) и воды

**МОЛОКО (МОЛОЧНЫЙ, МОЛОЧНЫЙ СОСТАВНОЙ, МОЛОКОСОДЕРЖАЩИЙ ПРОДУКТ) НОРМАЛИЗОВАННОЕ (-ЫЙ)** – молоко (молочный, молочный составной, молокосодержащий продукт), значения массовых долей жира и/или сухого обезжиренного молочного остатка которого или их соотношения приведены в соответствии с нормами, установленными в нормативных или технических документах

**МОЛОКО (МОЛОЧНЫЙ, МОЛОЧНЫЙ СОСТАВНОЙ, МОЛОКОСОДЕРЖАЩИЙ ПРОДУКТ) РЕКОМБИНИРОВАННОЕ (-ЫЙ)** – молоко (молочный, молочный составной, молокосодержащий продукт), изготовляемое (-ый) из составных частей молока (для молочного продукта) и компонентов немолочного происхождения (для молочного составного и молокосодержащего продукта) и воды

**МОЛОКО КОНЦЕНТРИРОВАННОЕ (СГУЩЕННОЕ) ОБЕЗЖИРЕННОЕ (ЦЕЛЬНОЕ)** – молочный продукт концентрированный (сгущенный) с массовой долей сухих веществ молока не менее 20 % ( не менее 25 %) и содержанием белка в сухом обезжиренном молочном остатке не менее 34%

**МОЛОКО КОНЦЕНТРИРОВАННОЕ (СГУЩЕННОЕ) С САХАРОМ** – молочный продукт концентрированный (сгущенный) с сахаром, с содержанием белка в сухом обезжиренном молочном остатке не менее 34%

**МОЛОКО ОБЕЗЖИРЕННОЕ** - сырое, питьевое молоко, изготовляемое отделением жира из молока до массовой доли жира менее 0,5%

**МОЛОКО ПИТЬЕВОЕ** – молочный продукт с массовой долей жира

менее 9,0%, изготавливаемый из молока сырого и/или молочных продуктов, термически обработанный, как минимум пастеризацией

**МОЛОКО ПОВЫШЕННОЙ ЖИРНОСТИ** — нормализованное молоко с содержанием 6% жира, подвергнутое гомогенизации

**МОЛОКО С КАКАО** — пастеризованное молоко с добавлением какао, сахара и стабилизатора.

**МОЛОКО С КОФЕ** — пастеризованное молоко с добавлением кофе и сахара.

**МОЛОКО СУХОЕ ОБЕЗЖИРЕННОЕ (ЦЕЛЬНОЕ)** – молочный продукт сухой, изготавливаемый путем удаления воды до достижения массовой доли сухих веществ молока в готовом продукте не менее 95 %, с массовой долей жира не более 1,5% (не менее 20 %), при этом содержание белка в сухом обезжиренном молочном остатке составляет не менее 34 %

**МОЛОКО СЫРОЕ** – молоко, не подвергавшееся нагреванию свыше 400С или какой-либо другой обработке, приводящей к изменению его составных частей

**МОЛОКО ТОПЛЕННОЕ** - питьевое молоко, подвергнутое термообработке при температуре от 85 до 99 0С с выдержкой не менее 3 часов до достижения специфических органолептических показателей

**МОЛОКО ЦЕЛЬНОЕ** - молоко, не подвергавшееся регулированию составных частей молока

**МОЛОКОСОДЕРЖАЩИЙ ПРОДУКТ** – пищевой продукт, изготавливаемый из молока и/или молочных продуктов, и/или вторичного молочного сырья с добавлением или без добавления немолочных жиров и/или белков, используемых с целью частичной или полной замены составных частей молока, и/или других компонентов немолочного происхождения, с массовой долей сухих веществ молока в сухих веществах продукта не менее 20 %

**МОЛОЧНАЯ ПЛАЗМА** - коллоидная система белков молока, лактоза, минеральные вещества, ферменты и витамины в водной фазе

**МОЛОЧНО-БЕЛКОВАЯ ПАСТА "ЗОРОВЬЕ"** — белковый кисломолочный продукт, вырабатываемый сквашиванием обезжиренного молока и последующим добавлением к белковой основе сливок, вкусовых и ароматических веществ.

**МОЛОЧНОЕ МОРОЖЕНОЕ** - мороженое (молочный продукт или молочный составной продукт), в котором массовая доля молочного жира составляет не более 7,5 процента;

**МОЛОЧНЫЕ (МОЛОЧНЫЕ СОСТАВНЫЕ, МОЛОКОСОДЕРЖАЩИЕ) КОНСЕРВЫ** – сухие, концентрированные, сгущенные, сгущенные с сахаром молочные или молочные составные или молокосодержащие продукты

**МОЛОЧНЫЕ КАШИ**, готовые к употреблению, и молочные каши сухие (восстанавливаемые до готовности в домашних условиях питьевой водой) для питания детей раннего возраста" - пищевая продукция для детского питания, произведенная из различных видов крупы и (или) муки, молока и

(или) молочных продуктов, и (или) молокосодержащих продуктов с добавлением или без добавления немолочных компонентов, с массовой долей сухих веществ молока в сухих веществах готового к употреблению продукта не менее 15 процентов

**МОЛОЧНЫЕ КОНСЕРВЫ**, молочные составные консервы, молокосодержащие консервы - сухие или концентрированные (сгущенные), упакованные в тару молочные, молочные составные, молокосодержащие продукты

**МОЛОЧНЫЕ НАПИТКИ ДЛЯ ПИТАНИЯ ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА** - молочная продукция для питания детей раннего возраста, готовая к употреблению, произведенная из сырого молока и (или) молочных продуктов с добавлением или без добавления немолочных компонентов с последующей термической обработкой, как минимум пастеризацией, и отвечающая физиологическим потребностям детей раннего возраста

**МОЛОЧНЫЙ ЖИР** – молочный продукт с массовой долей жира не менее 99,8%, нейтрального вкуса и запаха, изготавливаемый из молока и/или продуктов, полученных из молока, посредством удаления молочной плазмы

**МОЛОЧНЫЙ КВАС** — напиток, вырабатываемый из осветленной молочной сыворотки с добавлением сахара и хлебопекарных дрожжей с последующим сквашиванием и созреванием.

**МОЛОЧНЫЙ НАПИТОК** - молочный или молочный составной продукт, произведенный из молока и (или) составных частей молока, и (или) молочных продуктов, в том числе из концентрированных и (или) сгущенных, и (или) сухих молочных продуктов и воды, с добавлением или без добавления других молочных продуктов или немолочных компонентов не в целях замены составных частей молока, с массовой долей молочного белка не менее 2,6 процента и с массовой долей сухих обезжиренных веществ молока не менее 7,4 процента (для молочного продукта)

**МОЛОЧНЫЙ ПРОДУКТ** – пищевой продукт, изготавливаемый из молока ( в том числе восстановленного, нормализованного, рекомбинированного), который может содержать исключительно функционально необходимые для переработки ингредиенты

**МОЛОЧНЫЙ СОСТАВНОЙ ПРОДУКТ** – молочный продукт, изготавливаемый из молока и/или молочных продуктов с добавлением или без добавления вторичного молочного сырья и компонентов немолочного происхождения, в котором составные части молока составляют более 50% (для мороженого и молочных составных консервов с сахаром – более 40 %) в составе продукта, при условии, что компоненты немолочного происхождения не вводятся с целью замены частично или полностью каких-либо составных частей молока

**МОРОЖЕНОЕ** - хорошо сбалансированная композиция из молочного жира, сахаров, белков и минеральных веществ, которая может служить и пищей, и десертом.

**МОРОЖЕНОЕ ЗАКАЛЕННОЕ** - мороженое, подвергнутое после фризирования замораживанию до температуры не выше минус 18 0С и

сохраняющее указанную температуру при хранении, транспортировании и реализации

**МОРОЖЕНОЕ МОЛОЧНОЕ (СЛИВОЧНОЕ, ПЛОМБИР)** - взбитый сладкий замороженный молочный или молочный составной продукт с массовой долей молочного жира до 7,5 % (от 8 % до 11,5 %, от 12 % до 20 %)

**МОРОЖЕНОЕ МЯГКОЕ** - мороженое, реализуемое потребителю непосредственно после фризирования с температурой от минус 5 0С до минус 7 0С

**МОРОЖЕНОЕ С ЗАМЕНИТЕЛЕМ МОЛОЧНОГО ЖИРА** - мороженое (молкосодержащий продукт) с массовой долей жира не более 12 процентов

**МОРОЖЕНОЕ С РАСТИТЕЛЬНОМ ЖИРОМ** - взбитый сладкий замороженный молкосодержащий продукт

**МЯГКИЙ ДИЕТИЧЕСКИЙ ТВОРОГ** — творог, вырабатываемый сквашиванием обезжиренного молока чистыми культурами молочнокислых стрептококков с удалением части сыворотки на сепараторе и последующим добавлением к обезжиренному творогу сливок.

## **Н**

**НАПИТОК "СНЕЖОК"** — кисломолочный напиток, вырабатываемый из цельного гомогенизированного молока с добавлением сахара или фруктозных сиропов и сквашенного чистыми культурами термофильных рас молочнокислого стрептококка и болгарской палочки.

**НАПИТОК "ЮЖНЫЙ"** — кисломолочный напиток, вырабатываемый сквашиванием молока чистыми культурами термофильных рас молочнокислого стрептококка и болгарской палочки.

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ МОЛОЧНЫЙ ПРОДУКТ** – молочный продукт, имеющий исторически сложившееся наименование на территории России, определяемое особенностями технологии изготовления, и/или видом используемой при изготовлении закваски и/или географической областью распространения продукта

**НЕЖИРНЫЕ МОЛОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ** — молочные продукты, вырабатываемые из обезжиренного молока

**НИЗИН Е-234 и НАТАМИЦИН Е-235** это натуральные консерванты для молочной отрасли, плавленых сыров, сгущенного молока, молочно кислых продуктов, плавленых сыров, обработки поверхности твердых сыров от появления плесени.

**НОРМАЛИЗАЦИЯ** – процесс регулирования содержания и соотношения составных частей молока в молоке или продуктах переработки молока

## **О**

**ОБОГАЩЕНИЕ** – процесс внесения в молоко и продукты переработки молока витаминов, микро- и макроэлементов, пребиотических веществ, белка, пищевых волокон, полиненасыщенных жирных кислот, фосфолипидов, пробиотических культур

**ОБОГАЩЕННОЕ МОЛОКО (продукт переработки молока)** — молоко (продукт переработки молока), в которое дополнительно внесены отдельно

или в комплексе пищевые вещества: белок, витамины, микро- и макроэлементы, пищевые волокна, полиненасыщенные жирные кислоты, фосфолипиды, пробиотики, пребиотики.

**ОБОГАЩЕННЫЙ ПРОДУКТ** - пищевой продукт, в который дополнительно к имеющимся в составе исходного сырья внесены отдельно или в комплексе незаменимые пищевые вещества: белок, витамины, микро- и макроэлементы, пищевые волокна, полиненасыщенные жирные кислоты, фосфолипиды, пребиотические вещества, пробиотические микроорганизмы

**ОБРАБОТКА ТВОРОЖНОГО ЗЕРНА** — отваривание, промывка и лбсушка творожного зерна.

**ОБРАТ** — обезжиренное молоко. Получается путём отделения сливок от цельного молока на сепараторе. Слово устаревшее, происходит от глагола оборачивать, то есть возвращать. Обезжиренное молоко раньше возвращали для питания молодняка. Также используется для приготовления сухого и сгущённого молока и других обезжиренных молочных продуктов.

**ОХЛАЖДЕНИЕ МОЛОКА** (сливок, молочных продуктов) — снижение температуры молока, сливок и молочных продуктов в соответствии с требованиями технологических процессов.

**ОЧИСТКА МОЛОКА** – процесс освобождения молока от механических примесей

**ПАСАХА** — формованный творожный продукт, изготавливаемый смешиванием предварительно отпрессовываемого не более 24 часов творога, сливочного масла, яиц, сахарозы, ванилина, изюма, апельсиновой цедры, грецких или миндальных орехов с термообработкой компонентов

**ПАСТА МАСЛЯНАЯ** (из коровьего молока) – молочный или молочный составной продукт с массовой долей жира от 39,0 % до 49,0 % включительно, представляющий собой преимущественно дисперсную систему «молочная плазма в жире», изготавливаемый из молока и/или продуктов переработки молока, с использованием стабилизаторов структуры

**ПАСТЕРИЗАЦИЯ** - это тепловая обработка жидких продуктов преследующая 3 основных цели. . Уничтожение вегетативных форм микроорганизмов2. Инактивация (разрушение) ферментов присутствующих в молоке в нативном состоянии. 3. Обеспечение условий для формирования консистенции готового продукта. Эффективность пастеризации напрямую зависит от её продолжительности, и определяется критерием Пастера, который представляет собой отношение времени пастеризации необходимое для выдержки молока при заданной температуре. В молочной промышленности применяются три основных режима пастеризации:- длительная, 63 оС; продолжительность 30 минут;- кратковременная , 74-78 оС; продолжительность 20 секунд;- мгновенная, 85 оС; продолжительность 1 секунда. Эффективность пастеризации этих режимов одинакова и составляет 99, 99 %, и позволяет практически полностью сохранить пищевую и биологическую ценность исходного продукта.

**ПАСТЕРИЗАЦИЯ, ТЕРМИЗАЦИЯ, СТЕРИЛИЗАЦИЯ,**

**УЛЬТРАПАСТЕРИЗАЦИЯ, УЛЬТРАВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ (УВТ) ОБРАБОТКА** – процессы термической обработки молока и продуктов переработки молока

**ПАСТЕРИЗОВАННЫЕ СЛИВКИ** — сливки, подвергнутые термической обработке при определенных температурных режимах.

**ПАХТА** - побочный продукт переработки молока, получаемый при производстве масла

**ПЕРОКСИДАЗА** — ускоряет окислительные процессы. В молоко попадает из молочной железы. Фермент разрушается при пастеризации. На этом ее свойстве основана проба на пастеризацию молока.

**ПИЩЕВОЙ ТОПЛЕННЫЙ ЖИВОТНЫЙ ЖИР** - жир, получаемый вытапливанием из говяжьего, свиного, бараньего, конского жира-сырца, а также из кости

**ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ** — вещества, которые в технологических целях добавляются в пищевые продукты в процессе производства, упаковки, транспортировки или хранения для придания им желаемых свойств, например, определённого аромата (ароматизаторы), цвета (красители), длительности хранения (консерванты), вкуса, консистенции и т. п.

**ПИЩЕВЫЕ ЖИРЫ И МАСЛА** - это пищевые продукты, состоящие из глицеридов жирных кислот. Они имеют растительное, животное и морское происхождение. Они могут содержать также небольшие количества других липидов, таких, как фосфатиды, неомыляемые компоненты и свободные жирные кислоты, входящие в состав природных жиров и масел. Жиры животного происхождения должны быть получены от здоровых животных, а если их получают при убое животного, то это животное должно быть здорово на момент убоя, а его жиры должны быть пригодны для потребления в пищу по решению компетентной организации согласно государственному законодательству.

**ПЛАВЛЕНИЕ** – процесс воздействия на твердый продукт, сопровождающийся фазовым переходом типа «твердое-жидкое»

**ПЛОТНОСТЬ СГУСТКА** — показатель структуры и качества сгустка

**ПОБОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОКА** – продукты, получаемые в процессе переработки молока, но не являющиеся ее главной целью, используемые в качестве сырья для производства пищевых продуктов

Подобный сыр производится во многих странах и в основном используется в пиццах, соусах и салатах.

**ПОДСЛАСТИТЕЛИ** — вещества, используемые для придания сладкого вкуса. Широко используются натуральные и синтетические вещества для подслаживания пищевых продуктов, напитков, лекарственных средств.

**ПОДСЫРНОЕ МАСЛО** — сливочное масло, изготовляемое из подсырных сливок

**ПОДСЫРНЫЕ СЛИВКИ** — продукт, изготовляемый концентрированием жировой фазы молочной сыворотки, представляющей собой эмульсию "жир в молочной плазме"

**ПОЛИСОМИН-Ф** - натуральный пищевой белково-углеводный стабилизатор на основе молочных и сывороточных белков, предназначенный для выработки всех видов колбас, паштетов, консервов, пельменей и рубленых полуфабрикатов.

**ПОНСО Краситель** (моноазокраситель). Codex: разрешён в ароматизированном йогурте и других кисломолочных продуктах после ферментации до 48 мг/кг.

**ПОСЛЕДУЮЩАЯ СМЕСЬ (ФОРМУЛА)** – продукт детского питания, адаптированная или частично адаптированная смесь, предназначенная для вскармливания детей старше 5 месяцев жизни в сочетании с продуктами прикорма

**ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ВЫСОКОЖИРНЫХ СЛИВОК** – процесс изменения типа эмульсии из «жир в плазме» в «плазма в жире» интенсивным термодинамическим или термомеханическим воздействием на высокожирные сливки

**ПРЕССОВАНИЕ** – процесс физического воздействия на продукт, сопровождающийся изменением его конфигурации и отделением жидкой фазы

**ПРОБИОТИЧЕСКИЕ МИКРООРГАНИЗМЫ** – непатогенные, нетоксигенные микроорганизмы, поступающие с пищей, благотворно влияющие на организм человека нормализующим воздействием на состав и биологическую активность микрофлоры пищеварительного тракта, преимущественно родов *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Propionibacterium*, *Lactococcus*

**ПРОДУКТ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОКА БЕЗЛАКТОЗНЫЙ** – продукт переработки молока с частично или полностью гидролизованной или удаленной другим способом лактозой

**ПРОДУКТ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОКА КОНЦЕНТРИРОВАННЫЙ (СГУЩЕННЫЙ)** – продукт переработки молока, изготавливаемый частичным удалением воды до достижения массовой доли сухих веществ продукта не менее 20 %, либо другим способом, приводящим к получению продукта того же состава и с теми же характеристиками

**ПРОДУКТ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОКА КОНЦЕНТРИРОВАННЫЙ (СГУЩЕННЫЙ) С САХАРОМ** – продукт переработки молока концентрированный (сгущенный), изготавливаемый с добавлением сахара, либо любым другим способом, приводящим к получению продукта того же состава и с такими же характеристиками. Допускается замена сахарозы на другие сахара

**ПРОДУКТ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОКА СУХОЙ** – продукт переработки молока, изготавливаемый частичным удалением воды из продукта до достижения массовой доли сухих веществ в готовом продукте не менее 90 %

**ПРОДУКТЫ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ** – пищевые продукты, предназначенные для питания детей в возрасте до 14 лет и отвечающие физиологическим потребностям детского организма, в том числе

**ПРОДУКТЫ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ ДЛЯ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО (С 3 ДО 6 ЛЕТ) И ШКОЛЬНОГО (ОТ 6 ДО 14 ЛЕТ) ВОЗРАСТА** – пищевые продукты, предназначенные для питания детей указанных возрастных групп, которые отличаются от аналогичных продуктов массового потребления использованием для их изготовления сырья более высокого качества, пониженным содержанием соли и жира, ограниченным содержанием пищевых добавок, отсутствием жгучих специй, и отвечают повышенным требованиям к показателям безопасности в соответствии с настоящим техническим регламентом

**ПРОДУКТЫ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ ДЛЯ ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА** – пищевые продукты детского питания, предназначенные для питания детей в возрасте от рождения до 3 лет, состав и свойства которых должны соответствовать их возрастным физиологическим особенностям, обеспечивать эффективную усвояемость и не должны причинять вред здоровью ребенка

**ПРОДУКТЫ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ НА МОЛОЧНОЙ ОСНОВЕ** - молочный, молочный составной, молокосодержащий продукт, вырабатываемый из молока и специально предназначенный для питания детей

**ПРОДУКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОКА** – молочные продукты, молочные составные продукты, молокосодержащие продукты, вторичное молочное сырье (за исключением остатков сырья)

**ПРОДУКТЫ ПРИКОРМА** – пищевые продукты, вводимые в рацион ребенка первого года жизни в качестве дополнения к женскому молоку или его заменителям, изготовленные на основе продуктов животного и/или растительного происхождения в соответствии с его возрастными физиологическими особенностями расфасованные в потребительскую тару

**ПРОСТОКВАША** - кисломолочный продукт, изготавливаемый с использованием заквасочных микроорганизмов лактококков и/или термофильных молочнокислых стрептококков

**ПРОСТОКВАША МЕЧНИКОВСКАЯ** – молочный кисломолочный продукт, изготавливаемый с использованием заквасочных микроорганизмов термофильных молочнокислых стрептококков и болгарской молочнокислой палочки

**ПРОЧНОСТЬ СГУСТКА** - Показатель структуры и качества сгустка

## **Р**

**РАЗДЕЛЬНЫЙ СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ТВОРОГА** — производство обезжиренного творога с последующим смешиванием его со сливками

**РАЗРЕЗАНИЕ СГУСТКА** — измельчение сгустка на кубики для лучшего определения сывортки

**РЕДУКТАЗА** — восстановительный фермент, способный обеспечивать метиленовую синь, добавленную в молоко (редуктазная проба). Это свойство фермента используют для определения общего количества микроорганизмов в молоке, поскольку бактерии в процессе своей жизнедеятельности выделяют большое количество редуктазы.

**РЕЗЕРВУАРНЫЙ СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ** — способ производства кисломолочных напитков, при котором заквашивание, сквашивание молока и созревание напитков производится в одной емкости.

**РЕКОМБИНИРОВАНИЕ** - процесс изготовления продуктов переработки молока из составных частей молока или молочного (молочного составного, молокосодержащего) продукта и воды

**РЕКОМБИНИРОВАННОЕ МОЛОКО** — согласно ГОСТ Р 51074-97 - молоко, полученное смешиванием молочного жира и других составных частей молока с добавлением (или без добавления) воды в соотношениях, восстанавливающих специфические для конкретного вида продукта характеристики и свойства.

**РЕКОМБИНИРОВАННЫЙ МОЛОЧНЫЙ ПРОДУКТ** — согласно ГОСТ Р 51074-97 - молочный продукт, полученный смешиванием молочного жира и других составных частей молочного продукта с добавлением (или без добавления) воды в соотношениях, восстанавливающих специфические для конкретного вида продукта характеристики и свойства.

**РЯЖЕНКА** - кисломолочный продукт, изготавливаемый сквашиванием топленого молока и/или молочных продуктов заквасочными микроорганизмами термофильных молочнокислых стрептококков с добавлением или без добавления болгарской молочнокислой палочки

## С

**САМОПРЕССОВАНИЕ** – процесс изменения конфигурации продукта с удалением жидкой фазы, происходящие под собственным весом продукта

**САМОПРЕССОВАНИЕ СГУСТКА** — самопроизвольное отделение сыворотки от сгустка в спокойном состоянии.

**Сахарин Добавка Е954 (Сахарин)**и нулевой уровень опасности (безопасна для здоровья). В пищевой промышленности используется как подсластитель, ароматизатор, усилитель вкуса и аромата.

**СБИВАНИЕ МАСЛА** – процесс выделения жировой фазы в виде масляного зерна из охлажденных до температуры 7-16 0С сливок с последующим его комкованием и пластификацией интенсивным механическим воздействием

**СВЕРТЫВАНИЕ** – процесс коагуляции белка под действием молокосвертывающих ферментных препаратов и других веществ и факторов, способствующих коагуляции

**СГУСТОК** — молоко, свернувшееся под воздействием кислоты, фермента и других веществ.

**СГУЩЕННОЕ МОЛОКО** - пищевой продукт, получаемый путём удаления из коровьего молока части содержащейся в нём воды и дальнейшей его обработки.

**СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЖИВОТНОЕ** - домашнее животное, предназначенное для убоя в целях использования на пищевые, медицинские, кормовые, технические цели или для производства изделий легкой промышленности.

**СЕПАРАТОРЫ-СЛИВКООТДЕЛИТЕЛИ** применяются в производстве пастеризованного, нормализованного по жирности молока; сливок; кисломолочных напитков, сметаны; творога; сухого обезжиренного молока; сливочного масла. Наиболее современные модели сепараторов-сливкоотделителей так же осуществляют очистку молока. Массовая доля сливок составляет 35-40% для сепараторов-сливкоотделителей, и 85% для сепараторов высокожирных сливок. Сепараторы-сливкоотделители являются неотъемлемой частью пастеризационно-охладительных установок. Они подсоединяются между выходом секции регенерации и входом секции пастеризации, где при температуре цельного молока в 35...40 градусов происходит сепарирование последнего.

**СЕПАРИРОВАНИЕ** – процесс разделения молока или продуктов переработки молока на две фракции: с пониженным и повышенным содержанием жира

**СЕПАРИРОВАНИЕ МОЛОКА** — разделение молока на сливки и обезжиренное молоко на сепараторе-сливкоотделителе.

**СИБИРЯК** - алтайский твердый диетический сыр с низкой жирностью.

**СКВАШЕННЫЙ ПРОДУКТ** – молокосодержащий или термически обработанный молочный составной продукт, изготавливаемый по технологии кисломолочного продукта

**СКВАШИВАНИЕ** – процесс образования молочного сгустка под действием заквасочных микроорганизмов, сопровождающийся снижением рН и повышением содержания молочной кислоты

**СЛАВЯНСКИЕ СЫРКИ** — творожные изделия вырабатываемые из жирного, подпрессованного творога с добавлением сливочного масла, а также вкусовых и ароматических веществ.

**СЛИВКИ** - молочный продукт с высоким содержанием жира, получаемый сепарированием цельного молока (оно разделяется на сливки и обезжиренное молоко). До изобретения молочного сепаратора С. получали отстаиванием молока в течение 12-24 ч, снимая их или сливая (отсюда название). Молочные заводы выпускают С. жирностью 10, 20, 35%.

**СЛИВКИ ВЗБИТЫЕ (СЛИВКИ ДЛЯ ВЗБИВАНИЯ)** – молочный продукт, изготавливаемый из сливок с добавлением стабилизаторов, взбитый или предназначенный для взбивания и готовый к употреблению

**СЛИВКИ ПИТЬЕВЫЕ** – сливки, подвергнутые термической обработке, как минимум пастеризации

**СЛИВКИ СУХИЕ** – сухой молочный продукт с массовыми долями влаги не более 5%, жира не менее 42%, изготавливаемый удалением воды из сгущенных сливок

**СЛИВКИ СЫРЫЕ** – сливки, не подвергавшийся термической обработке свыше 45 °С

**СЛИВОЧНЫЕ НАПИТКИ** — пастеризованные сливки с добавлением сахара, кофе или какао и стабилизатора.

**СЛИВОЧНЫЙ СЫР** приготавливается из смеси пастеризованного молока и сливок путём сычужно-кислотного свёртывания. Сырный сгусток

обрабатывают, освобождают от излишнего количества сыворотки, отпрессовывают и смешивают с сахаром, фруктовыми эссенциями, агар-агаром, поваренной солью, перцем, томатом, после чего масса гомогенизируется. В зависимости от наполнителей сливочные сыры подразделяются на натуральные, острые и сладкие. Жирность сливочных сыров первой группы не менее 60%, второй — не менее 50% и третьей — не менее 40%. Вкус нежный, молочнокислый, с привкусом специй. Консистенция нежная, маслянистая, однородная.

**СЛИЗНЕВЫЙ СЫР** (сырный продукт) — сыр, изготавливаемый с использованием слизневых микроорганизмов, развивающихся на поверхности сыра.

**СЛОЕНАЯ ПРОСТОКВАША С ДЖЕМОМ ИЛИ ВАРЕНЬЕМ** — простокваша, вырабатываемая сквашиванием цельного молока чистыми культурами молочнокислых стрептококков и болгарской палочки, с добавлением джема или варенья.

**СМЕСЬ ДЛЯ МОРОЖЕНОГО** – жидкий или сухой молочный (молочный составной) продукт, содержащий все ингредиенты, необходимые для изготовления мороженого

**СМЕСЬ ДЛЯ МОРОЖЕНОГО СУХАЯ** - сухой молочный (молочный составной) продукт, изготавливаемый высушиванием жидкой смеси для мороженого или смешивания необходимых сухих ингредиентов, предназначенный для изготовления мороженого после восстановления водой и/или молоком, и/или сливками

**СМЕТАНА** - кисломолочный продукт, изготавливаемый сквашиванием сливок с добавлением или без добавления молочных продуктов заквасочными микроорганизмами лактококков или смесью лактококков и термофильных молочнокислых стрептококков

**СМЕШИВАНИЕ ТВОРОГА** — смешивание творога с наполнителями для получения творожных изделий и полуфабрикатов, а также получение творога раздельным способом.

**СОЗРЕВАНИЕ** – процесс выдержки молока, сливок, других продуктов переработки молока или их смесей при определенных режимах, обеспечивающих достижение характерных для конкретного продукта органолептических, микробиологических, физико-химических или структурно-механических показателей

**СОЗРЕВАНИЕ СЛИВОК И СМЕТАНЫ** — процесс, в течении которого под воздействием низких температур происходит кристаллизация молочного жира.

**СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ МОЛОКА** – сухое вещество (молочный жир, молочный белок, молочный сахар - лактоза, ферменты, витамины, минеральные вещества), вода

**СПЕЦИЯ ВАНИЛЬ** – это особым образом обработанные стручки вечно зеленых лиан *Vanilla* семейства Орхидных (*Orchidaceae*). Ваниль обладает тонким сладким ароматом, но горькая на вкус. Специя ваниль используется преимущественно в приготовлении сладостей: торты, пирожные, творожные

изделия, печенье, вафли, ванильное мороженное, фруктовые компоты, варенье, желе, кремы, пудинги, конфеты, шоколад, какао, бисквиты, сладкие соусы

**СПИРТОВОЕ БРОЖЕНИЕ** — сбраживание молочного сахара дрожжами с образованием спирта и углекислоты

**СПРЕД (МОЛОКОСОДЕРЖАЩИЙ ПРОДУКТ)** – эмульсионный жировой продукт с массовой долей общего жира от 39 до 95 % и массовой долей молочного жира в жировой фазе от 15 до 95 %

**СУХАЯ СЫВОРОТКА** — продукт, вырабатываемый благодаря производству творога, казеина и различных сычужных сыров с последующей очисткой, деминерализацией (опция), сгущением и сушкой. Соответственно, в зависимости от производимого продукта, сухая молочная сыворотка может быть казеиновой, подсырной или творожной.

**СУХОЙ МОЛОЧНЫЙ ОСТАТОК (СМО)** – составные части молока за исключением воды

**СУХОЙ ОБЕЗЖИРЕННЫЙ МОЛОЧНЫЙ ОСТАТОК (СОМО)** – составные части молока за исключением жира и воды

**СЫВОРОТКА МОЛОЧНАЯ** – побочный продукт переработки молока, получаемый при производстве сыров (подсырная сыворотка), творога (творожная сыворотка) и казеина (казеиновая сыворотка)

**СЫВОРОТОЧНЫЕ БЕЛКИ** – белки молока, остающиеся после осаждения казеина в сыворотке

**СЫВОРОТОЧНЫЙ НАПИТОК** — напиток, вырабатываемый из осветленной молочной сыворотки

**СЫР** - пищевой продукт, получаемый из молока в процессе сыроделия. Содержит готовые, легко перевариваемые белки (15-27%) и жиры (20-32%), а также минеральные вещества (кальций, фосфор и др.), витамины А и В. Калорийность 100 г С. высших сортов 1470-1680 кдж (350-400 ккал). По товарным признакам С. подразделяются на твёрдые, мягкие, рассольные и плавленые. Консистенция твёрдых С. связная, эластичная, мягких - мажущаяся, маслянистая. Рассольные С., в отличие от др. видов, созревают в рассоле.

**СЫР ПЛАВЛЕННЫЙ** – молочный или молочный составной продукт, изготавливаемый из сыра и/или творога с использованием молочных продуктов, эмульгирующих солей или структурообразователей, с добавлением или без добавления пищевых продуктов, путем измельчения, перемешивания, плавления и эмульгирования смеси для плавления

**СЫРОДЕЛЬНАЯ ВАННА** применяется в молочной промышленности для выработки сырного зерна при производстве натуральных твердых, полутвердых, и мягких сыров, а также для смешивания сырьевых компонентов при приготовлении смесей мороженного.

**СЫРОК** - формованный творожный продукт, покрытый или не покрытый глазурью из пищевых продуктов

**СЫРЫ С НАПОЛНИТЕЛЯМИ** - плавленые сыры с наполнителями производятся разнообразными производителями, путем переплавки твердых

сыров и добавления различных пряностей, орехов и других наполнителей. Эти сыры бывают обычными и деликатесными.

**СЫЧУЖИНА** — или закваска. — При сыроварении молоко створаживают, т. е. вызывают в нем свертывание белков. Производят это двумя способами: или посредством сычужины — закваски, приготовляемой из сычуга, т. е. 4-го желудка молочного теленка, по возможности 2-недельного, или скисанием молока.

## Т

**ТАРТРАЗИН** – краситель (моноазокраситель).Codex: разрешён в качестве красителя в ароматизированные йогурты и другие кисломолочные продукты после ферментации до 18 мг/кг.

**ТВОРОГ** - молочнокислый продукт, приготовленный сквашиванием молока молочнокислыми бактериями и удалением сыворотки. В зависимости от исходного сырья (цельное или обезжиренное молоко) различают Т. жирный, полужирный и обезжиренный. По стандарту, принятому в СССР, жирный Т. содержит воды не более 65%, жира не менее 18% и белка 11%; кислотность 200-225°Т (°Тернера); калорийность 100 г Т. - 230 ккал (960 кдж). На 1 кг такого Т. расходуется 5,9-6,9 кг молока жирностью 3,0-3,5%. Т. - продукт, полноценный по биологическому составу, хорошо усваивается.

**ТВОРОГ ЗЕРНЕНЬИЙ (ДОМАШНИЙ СЫР)** – рассыпчатый молочный продукт, изготовляемый из творожного зерна с добавлением сливок и поваренной соли. Не допускается использование стабилизаторов консистенции

**ТВОРОЖНАЯ МАССА** – молочный или молочный составной продукт, изготовляемый из творога с добавлением или без добавления сливочного масла и/ или сливок и/или молока сгущенного с сахаром, и/или сахаров, и/или соли, и/или пищевых продуктов. Не допускается термическая обработка готового продукта и добавление стабилизаторов консистенции

**ТВОРОЖНОЕ ЗЕРНО** — кубики, образующиеся в результате обработки разрезанного сгустка или при выработки творога зерневого со сливками.

**ТВОРОЖНЫЕ КРЕМЫ** — творожные изделия, вырабатываемые из творога с добавлением сливок или сливочного масла, а также вкусовых или ароматических веществ.

**ТВОРОЖНЫЕ ТОРТЫ** — творожные изделия вырабатываемые из подпрессованного творога с добавлением сливочного масла, а также вкусовых и ароматических веществ и украшенные рисунком из крема или покрыты глазурью

**ТВОРОЖНЫЙ ПРОДУКТ** - молочный составной или молокосодержащий продукт, изготовляемый из творога и/или продуктов переработки молока, или по технологии изготовления творога с добавлением или без добавления молочных продуктов и/или компонентов немолочного происхождения и/или пищевых добавок, и/или пищевых продуктов с последующей термообработкой или без нее

**ТВОРОЖНЫЙ СЫРОК** – формованная творожная масса, покрытая или

не покрытая глазурью из пищевых продуктов

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС** - процесс производства, применяемый при изготовлении молока и продуктов его переработки. Технологические процессы, применяемые при производстве, переработке молока, производстве молочных продуктов - ароматизирование, бактофугирование, брожение, взбивание, восстановление, вытапливание, гидролиз, глазирование, гомогенизация, деаэрация, деминерализация, добавление ингредиентов, доение, закаливание мороженого, замораживание, изомеризация, коагуляция, концентрирование, мембранное обогащение, нормализация, обогащение, охлаждение, очистка, пастеризация, плавление, преобразование высокожирных сливок, прессование, резервирование, рекомбинирование, самопрессование, свертывание, сгущение, сепарирование, сбивание, сквашивание, смешивание, созревание, стабилизация, стерилизация, сушка, термизация, топление, транспортирование, ультравысокотемпературная обработка, ультрапастеризация, упаковка, фасование, фильтрование, фризирование, формование, хранение, чеддеризация, эмульгирование (диспергирование), иные технологические процессы, обеспечивающие соответствие продукции установленным требованиям.

**ТОПЛЕНАЯ СМЕСЬ (МОЛОКОСОДЕРЖАЩИЙ ПРОДУКТ)** - жировой продукт с массовой долей жира не менее 99 %, изготавливаемый вытапливанием жировой фазы из спреда (молокосодержащего продукта) с добавлением или без добавления пищевых добавок, ароматизаторов и витаминов

**ТОПЛЕНИЕ** – процесс выдержки молока или молочных продуктов при повышенной температуре с целью достижения продуктом характерных органолептических показателей: кремового или светло-коричневого цвета и специфического вкуса и запаха

**ТОПЛЕННЫЙ ЖИР НИЗШИХ СОРТОВ** — продукт, полученный путем вытапливания чистой, неповрежденной жировой ткани (включая обрезки), сопутствующих мышц и костей крупного рогатого скота и/или овец (*Ovis*)

**МАСЛОБойНО-ЖИРОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ** — Масложировая промышленность - отрасль пищевой промышленности, включающая: производство растительных масел; - гидрогенизацию и расщепление жиров; - производство маргарина, майонеза, глицерина, хозяйственного мыла и моющих средств на жировой основе, олифы и некоторых других продуктов.

## У

**УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИЯ** – наиболее часто применяемый мембранный процесс при переработке молочного сырья. Ультрафильтрации подвергают цельное молоко, обезжиренное молоко, предварительно сквашенное молоко, а также сыворотку. Задачами ультрафильтрации являются: предварительное концентрирование белков в молоке для производства традиционных видов сыров; значительное изменение соотношения между белками и другими компонентами для создания новых

видов сыров; нормализация молока по белку для обеспечения однородности и воспроизводимости свойств получаемого сыра независимо от сезонности; выделение сывороточных белков из сыворотки с целью получения белковых концентратов и лактозного раствора.

## Ф

**ФЕРМЕНТНЫЕ ПРЕПАРАТЫ** – белковые вещества, необходимые для осуществления биохимических процессов, имеющих место при изготовлении продуктов переработки молока

**ФИЛЬТРОВАНИЕ** – процесс освобождения молока от механических примесей без применения центробежной силы

**ФОСФАТАЗА** — катализирует распад эфиров до фосфорной кислоты. В молоко попадает из молочной железы. Тепловая обработка молока (свыше 75 оС) полностью инактивирует фосфатазу. На этом свойстве фермента основана проба на пастеризацию молока.

**ФРИЗЕРОВАНИЕ** – процесс одновременного взбивания и частичного замораживания смеси для мороженого

**ФУНКЦИОНАЛЬНО НЕОБХОДИМЫЕ ИНГРЕДИЕНТЫ** – вводимые в процессе производства закваски, ферментные препараты, пищевые добавки, а также соль поваренная (для продуктов, изготавливаемых с солью) и сахара (для мороженого и молочных консервов с сахаром).

## Х

**ХОЛОДИЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ДЛЯ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ** — отделение, специально предназначенное для хранения масла, молока, сыра, йогурта и других молочных продуктов. В данном отделении поддерживается оптимальный уровень температур для хранения молочной продукции. Молочные отделения необходимы в холодильнике не только для поддержания внутреннего порядка, эргономичности и экономии пространства, но и для возможного продления сроков хранения таких требовательных продуктов, как йогурты и сыры. В таком отделении молочные продукты хранятся без потери вкусовых качеств и свойств, без дополнительного замораживания или чрезмерного охлаждения.

**ХУРЭМГЭ** - бурятский напиток из коровьего молока, цвет: мутно-зеленоватый

## Ц

**ЦЕЛЬНОЕ МОЛОКО** – молоко, при переработке которого не был изменен качественно и/или количественно ни один из его компонентов – белки, жиры, углеводы, витамины и минеральные соли и пр.

**ЦЕЛЬНОМОЛОЧНЫЙ ПРОДУКТ** – молочный продукт, изготавливаемый из цельного молока

**ЦИТРУСОВЫЙ КРАСНЫЙ 2 (Е-121)** - пищевая добавка группы красителей. Искусственный пищевой краситель. Химическая формула C<sub>18</sub>H<sub>16</sub>N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

## Ч

**ЧИСТЫЙ ТОПЛЕННЫЙ ЛЯРД** означает жир, вытопленный из свежих,

чистых, безопасных для употребления жировых тканей свиньи (*Sus scrofa*), здоровой на момент забоя, и пригодной к употреблению в пищу человека.

### Э

**ЭМУЛЬГАТОРЫ** — вещества, обеспечивающие создание эмульсий из несмешивающихся жидкостей. Эмульгаторы часто добавляют в пищевые продукты с целью создания и стабилизации эмульсий и других пищевых дисперсных систем.

**ЭРИТРОЗИН** - Краситель (ксантеновый). Codex: разрешён в ароматизированный йогурт и другие кисломолочные продукты после ферментации до 27 мг/кг.

### Ю

**ЮЖНАЯ ПРОСТОКВАША** — простокваша, вырабатываемая сквашиванием молока чистыми культурами термофильных молочнокислых стрептококков и болгарской палочки с добавлением дрожжей, сбраживающих лактозу.

**ЮЖНЫЙ СЫР** готовится с применением чеддеризации. Отличается наименьшим содержанием влаги по сравнению с другими сырами (не более 40%), почему часто используется как тёрочный сыр. Иногда подвергается копчению. Вкус сыра менее острый, чем арагачского. Консистенция плотная, однородная. Корка парафинируется. Созревает не менее 2 месяцев.

**Приложение А**  
**Основные физические свойства воды**

<b>t, °C</b>	<b><math>\rho</math>, кг/м<sup>3</sup></b>	<b><math>c</math>, кДж/(кг·К)</b>	<b><math>\lambda</math>, Вт/(м·К)</b>	<b><math>\mu \cdot 10^{-6}</math>, Па·с</b>	<b><math>\nu \cdot 10^{-6}</math>, м<sup>2</sup>/с</b>	<b>Pr</b>
0	999,8	4,24	0,551	1788,5	1,79	13,7
5	999,7	4,228	0,563	1528,8	1,540	11,3
10	998,9	4,211	0,586	1127	1,100	8,15
15	998,55	4,209	0,5925	1063,3	1,05	7,605
20	998,2	4,207	0,599	999,6	1,000	7,06
25	996,9	4,207	0,608	896,7	0,910	6,2
30	995,6	4,203	0,618	800,7	0,805	5,5
35	993,9	4,203	0,626	715,4	0,72	4,85
40	992,2	4,203	0,634	652,7	0,659	4,3
45	990,1	4,203	0,641	602,7	0,615	3,9
50	988	4,203	0,648	548,8	0,556	3,56
55	985,6	4,203	0,654	504,7	0,515	3,25
60	983,2	4,207	0,659	470,4	0,479	3
65	980,5	4,211	0,664	436,1	0,445	2,75
70	977,7	4,215	0,668	405,7	0,413	2,56
75	974,8	4,215	0,671	377,3	0,385	2,35
80	971,8	4,219	0,675	355,7	0,366	2,23
85	968,5	4,224	0,678	347,9	0,347	2,1
90	965,3	4,228	0,68	314,6	0,326	1,95
95	961,8	4,23	0,6815	298,4	0,3105	1,85
100	958,3	4,232	0,683	282,2	0,295	1,75
105	955,03	4,235	0,687	257,45	0,2768	1,625
110	951,66	4,238	0,689	236,12	0,2596	1,51
115	948,29	4,240	0,692	214,79	0,2425	1,395
120	944,92	4,243	0,694	193,46	0,2253	1,28

**Приложение Б**  
**Физические свойства сухого насыщенного пара**

<b>Давление, 10<sup>5</sup> Па</b>	<b>Температура, °C</b>	<b>Удельный объем, м<sup>3</sup>/кг</b>	<b>Энтальпия, кДж/кг</b>	<b>Скрытая теплота парообразования, кДж/кг</b>
0,1	45,45	14,95	2585,2	2395,0
0,2	59,67	7,795	2610,8	2361,1
0,3	68,68	5,323	2626,3	2338,9
0,4	75,42	4,069	2637,6	2321,7
0,5	80,86	3,301	2646,4	2307,9
0,6	85,45	2,783	2653,9	2296,1
0,8	92,99	2,125	2665,7	2276,0
1,0	99,09	1,725	2675,3	2260,1
1,5	110,79	1,180	2693,3	2228,7
2,0	119,62	0,902	2705,9	2203,5
2,5	126,79	0,732	2716,4	2183,4
3,0	132,88	0,617	2724,8	2165,8

продолжение приложения Б

Давление, 10 <sup>5</sup> Па	Температура, °С	Удельный объем, м <sup>3</sup> /кг	Энтальпия, кДж/кг	Скрытая теплота парообразования, кДж/кг
3,5	138,19	0,534	2731,5	2149,9
4,0	142,92	0,471	2737,7	2136,1
4,5	147,20	0,421	2743,2	2123,1
5,0	151,11	0,382	2747,8	2123,1
6,0	158,08	0,321	2756,2	2088,7
7,0	164,17	0,278	2762,9	2069,0
8,0	169,61	0,245	2768,8	2051,0
9,0	174,53	0,219	2773,8	2034,7
10,0	179,04	0,199	2778,0	2018,7
11,0	183,20	0,181	2781,7	2004,1
12,0	187,08	0,166	2785,1	1990,2
13,0	190,71	0,154	2788,0	1977,3
14,0	194,13	0,144	2790,5	1964,7
15,0	197,36	0,134	2793,0	1952,5

Приложение В

Основные физические свойства молока

t, °С	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$c$ , кДж/(кг·К)	$\lambda$ , Вт/(м·К)	$\mu \cdot 10^{-6}$ , Па·с	$\nu \cdot 10^{-6}$ , м <sup>2</sup> /с	Pr
5	1032,6	3,868	0,486	2965,6	2,87	30,20
10	1031,7	3,870	0,489	2469,6	2,39	20,00
15	1030,7	3,880	0,492	2097,2	2,04	17,00
20	1028,7	3,890	0,495	1784,0	1,74	14,30
25	1027,3	3,895	0,499	1529,0	1,50	11,80
30	1024,8	3,900	0,500	1323,0	1,30	10,60
35	1023,2	3,906	0,501	1196,0	1,16	9,05
40	1020,9	3,910	0,506	1078,0	1,02	7,50
45	1018,8	3,918	0,510	940,8	0,92	7,00
50	1015,9	3,870	0,516	852,6	0,84	6,50
55	1014,0	3,867	0,517	764,4	0,76	6,00
60	1011,1	3,850	0,518	705,6	0,70	5,35
65	1008,7	3,850	0,520	646,8	0,65	5,00
70	1005,2	3,850	0,524	617,4	0,62	4,65
75	1003,0	3,850	0,528	588,0	0,58	4,40
80	1000,3	3,850	0,530	568,4	0,56	4,20
85	996,0	3,850	0,530	558,6	0,54	4,12
90	999,0	3,850	0,531	548,8	0,52	4,07
95	990,0	3,850	0,538	539,0	0,49	4,00
100	887,0	3,850	0,542	529,2	0,48	3,84

**Приложение Г**  
**Основные физические свойства сливок**

t, °C	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	c, кДж/(кг·К)	$\lambda$ , Вт/(м·К)	$\mu \cdot 10^{-3}$ , Па·с	$\nu \cdot 10^{-3}$ , м <sup>2</sup> /с	Pr
5	1002,2	3,268	0,286	78,4	0,07848	895
10	1002,2	3,687	0,295	39,2	0,03924	490
15	996,9	4,119	0,306	17,2	0,01717	319
20	993,9	4,022	0,317	11,8	0,01177	148
25	991,5	4,106	0,321	8,9	0,00883	114,75
30	988	3,855	0,324	7,0	0,00687	81,50
35	985	3,687	0,329	5,5	0,00540	64,35
40	983	3,570	0,334	4,5	0,0044	47,20
45	932	3,612	0,340	4,2	0,00392	36,00
50	980	3,599	0,345	2,6	0,00255	26,00
55	980	3,599	0,351	2,57	0,00252	25,55
60	974	3,603	0,358	2,57	0,00250	25,10
65	971	3,603	0,367	2,54	0,00247	23,10
70	965	3,603	0,381	2,54	0,00245	23,10
75	964	3,603	0,390	2,54	0,00245	23,00
80	962	3,603	0,398	2,55	0,00245	23,00
85	960	3,603	0,395	2,54	0,00244	22,50
90	960	3,603	0,395	2,53	0,00243	22,00
95	960	3,603	0,395	2,52	0,00242	21,75
100	960	3,603	0,395	2,50	0,00240	21,63

**Приложение Д**

**Коэффициент поверхностного натяжения молока и сливок  $\sigma$ , Н/м**

t, °C	Обезжиренное молоко жирностью, %				Молоко жирностью, %				Сливки жирностью, %		
	0,25	0,50	0,75	1,0	1,5	2,5	3,2	4,0	10	20	22
0	0,0532	0,0533	0,0538	0,053	0,0491	0,0487	0,0457	0,0491	0,0543	0,0548	0,0538
5	0,0500	0,0522	0,0551	0,0490	0,0485	0,0472	0,0452	0,0486	0,0512	0,0534	0,0500
10	0,0496	0,0497	0,0532	0,0522	0,0478	0,0459	0,0444	0,0491	0,0486	0,0494	0,0488
15	0,0483	0,0484	0,0534	0,0523	0,0453	0,0455	0,0436	0,0484	0,0475	0,0485	0,0456
20	0,0472	0,0465	0,0519	0,0511	0,0436	0,0435	0,0424	0,0465	0,0464	0,0473	0,0454
30	0,0447	0,0464	0,0504	0,0497	0,0435	0,0435	0,0424	0,0458	0,0448	0,0448	0,0437
40	0,0439	0,0432	0,0488	0,0485	0,0441	0,0448	0,0419	0,0446	0,0441	0,0444	0,0435
50	0,0426	0,0419	0,0470	0,0460	0,0424	0,0422	0,0418	0,0446	0,0427	0,0433	0,0427
60	0,0390	0,0407	0,0446	0,0430	0,0414	0,0412	0,0416	0,0420	0,0419	0,0425	0,0417
70	0,0390	0,0393	0,0419	0,0412	0,0399	0,0398	0,0400	0,0411	0,0413	0,0398	0,0405
80	0,0379	0,0386	0,0411	0,0388	0,0324	0,0322	0,0395	0,0382	0,0386	0,0254	0,0375

**Приложение Е**  
**Трубы из нержавеющей стали (хромоникелевые)**

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм
35	1,5	40	2,5
	2,0		
	2,5		
	3,0	45	1,5
	3,0		
38	1,5	50	1,0
	2,5		1,25
	3,0		2,75
	4,0		3,0

**Приложение Ж**  
**Технические характеристики стальных оребренных калориферов марок КФСО, КФБО.**

Номер калорифера	Модель КФСО		Модель КФБО	
	$f_k, \text{м}^2$	$F_k, \text{м}^2$	$f_k, \text{м}^2$	$F_k, \text{м}^2$
2	0,0913	9,77	0,0913	13,02
4	0,153	17,06	0,143	20,78
5	0,187	21	0,182	26,88
6	0,227	71	0,222	32,65
7	0,271	26,29	0,271	40,06
8	0,318	30,05	0,318	47,04
9	0,378	35,28	0,375	55,86
10	0,431	48,22	0,431	64,29
11	0,496	55,84	0,475	71,06

*Примечание.* КФСО - средняя модель; КФБО - большая модель.

**Коэффициенты для калориферов КФСО, КФБО.**

Модель калорифера	Опытные коэффициенты				Расчётные коэффициенты		
	b	n	e	m	M	S	1/(m+1)
КФСО	16	0,439	0,335	2,01	0,51	112	0,332
КФБО	14,2	0,456	0,430	1,94	0,426	148	0,340

**Приложение К**  
**Технические характеристики**  
**Вентиляторы взрывозащищенные из алюминиевых сплавов**

Типоразмер вентилятора	Двигатель		Частота вращения, об/мин	Параметры в рабочей зоне	
	Типоразмер	Мощность, кВт		Производительность, $10^3, \text{м}^3/\text{ч}$	Полное давление, Па
ВР 280 46 ВА №2,5	АИМЛ 71А4	0,55	1500	1,0-2,3	420-500
	АИМЛ80В2	2,2	3000	2,0-2, 6	1700-1850
	АИМЛ901 2	3,0	3000	2,0- 3,5	1700-1980
	АИМЛ 100S2	4,0	3000	2,0-4,3	1700-2000
	АИМЛ 100L2	5,5	3000	2,0-4,5	1700-2000
ВР 280-46 ВА №3,15	АИМЛ 71 В6	0 55	1000	1,45-2,6	340-390
	АИМЛ 80 А6	0,75	1000	1,45-3,5	340-375
	АИМЛ80В4	1,5	1500	2,2-3,6	740-860
	АИМЛ 90L4	2,2	1500	2 2-5 3	740-890

BP 230-46 BA №4	АИМЛ 100L6	2,2	1000	2,7-6,8	590-690
	АИМП112МА6	3,0	1000	2,7-7,4	550-680
	АИМЛ 112М4	5,5	1500	4,3-8, 7	1310-1560
	ВА 132S4	7,5	1500	4,3-10,7	1310-1575
BP 280-46 BA №5	ВА132S6	5,5	1000	5,6- 12,0	860-1160
	8А132М6	7,5	1000	5,6-14,5	860-1195
BP 280-46 BA №6,3	ВА132М8	5,5	750	7,5-13,0	810-990
	ВА160S8	7,5	750	7,5-16,0	810-1050
	ВА160М8	11	750	7,5-22,0	810-1040
BP 280-46 BA №8	ВА200М8	18,5	750	14,5-26,2	1300-1600
	ВА200L8	22	750	14 5-32,0	1300-1680
	ВА225М8	30	750	14,5-38,5	1300-1700

### Приложение Л

#### Физические свойства сухого воздуха при атмосферном давлении

t, °C	$\rho$ кг/м <sup>3</sup>	$c$ , кДж/кг·К	$\lambda \cdot 10^{-2}$ Вт/м·К	$\mu \cdot 10^{-6}$ , Па·с	$\nu \cdot 10^{-6}$ , м <sup>2</sup> /с	Pr
0	1,293	1,005	2,44	17,17	13,28	0,707
10	1,247	1,005	2,51	17,66	14,16	0,705
20	1,205	1,005	2,59	18,15	15,06	0,703
30	1,165	1,005	2,67	18,64	16	0,701
40	1,128	1,005	2,76	19,13	16,96	0,699
50	1,093	1,005	2,83	19,62	17,95	0,698
60	1,06	1,005	2,89	20,11	18,97	0,696
70	1,029	1,009	2,96	20,6	20,02	0,694
80	1,000	1,009	3,05	21,09	21,09	0,692
90	0,972	1,009	3,13	21,48	22,1	0,69

### Приложение М

#### Значения постоянных A и k для различных типов мешалок

тип мешалки	Основные соотношения			Постоянные	
	$\frac{D_0}{d_0}$	$\frac{H_0}{d_0}$	$\frac{y_0}{d_0}$	A	k
Двухлопастная с прямыми лопастями	3	3	0,33	6,8	0,2
Двухлопастная с лопастями под углом 45°	3	3	0,33	4,05	0,2
Четырехлопастная с прямыми лопастями	3	3	0,33	8,52	0,2
Четырехлопастная с лопастями под углом 45° (вверх)	3	3	0,33	5,05	0,2
Четырехлопастная с лопастями под углом 45° (вниз)	3	3	0,33	4,42	0,2
Пропеллерная двухлопастная с лопастями под углом 22,5°	3	3	0,33	0,985	0,15
Пропеллерная трехлопастная	3,8	3,5	1	1,19	0,15
Якорная	1,11	1,11	0,11	6,2	0,25

## Библиографический список

1. Еренгалиев А.Е. Проектирование процессов и аппаратов пищевых производств/ А.Е. Еренгалиев, С.Л. Масленников, А.К. Какимов, Н.О. Туסיпов. – Семей: СГУ имени Шакарима, 2008. – 208 с.
2. Золотин Ю.П., Френклах М.Б., Лашутина Н.Г. Оборудование предприятий молочной промышленности. – М.: Агропромиздат, 1985.
3. Илюхин В.В. и др. Монтаж, наладка, диагностика, ремонт, сервис оборудования предприятий молочной промышленности. – СПб.: ГИОРД, 2008.
4. Лисицин П.А. Современное технологическое оборудование для тепловой обработки молока и молочных продуктов. – СПб.: ГИОРД, 2009.
5. Справочник технолога молочной промышленности. Т.7. Оборудование молочных предприятий (справочник – каталог). Самойлов В.А. . – СПб.: ГИОРД, 2007.
6. Сурков В.Д. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности / Сурков В.Д., Липатов Н.Н., Золотин Ю.П. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Легкая и пищевая пром-сть. 1983. – 432 с.
7. Глоссарий [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.glossary.ru>
8. «Федеральный закон (Технический регламент) «О принятии специального технического регламента о молоке, продуктах его переработки, их производстве и обороте»»
9. Молоко и продукты переработки молока. Термины и определения: ГОСТ 52738-2007
10. Молочная промышленность. Производство цельномолочных продуктов из коровьего молока. Термины и определения: ГОСТ 17164-71
11. Продукты молочные и молокосодержащие термины и определения ГОСТ Р 51917-2002
12. Бредихин С.А. Технологическое оборудование переработки молока: учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2015 . – 416 с. [ЭБС Лань].
13. Бредихин С.А. Технология и техника переработки молока: Учебное пособие / С.А. Бредихин 2-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 443 с. [ЭБС ИНФРА-М]
14. Курочкин А.А. Технологическое оборудование для переработки продукции животноводства/ А.А. Курочкин, В.В. Ляшенко; Под ред. В.М. Баутина. – М.: Колос, 2001.– 440 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – Библиогр.: с. 372. - Предм. указ.: с. 373-376.
15. Бредихин С.А. Технология и техника переработки молока и молочных продуктов/С.А. Бредихин, Ю.В. Космодемьянский, В.Н. Юрин.– М.: Колос, 2003.– 400 с. - Предм. указ.: с. 390-399.
16. Машины и оборудование для переработки молока: Кат.– М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006.–348 с. . - Предм. указ.: с. 345-350. .

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	3
1. МОЛОЧНЫЕ ЦИСТЕРНЫ	4
2. ВЕСЫ, СЧЕТЧИКИ И ТАНКИ ХРАНЕНИЯ	14
3. МОЛОКОПРОВОД И НАСОСЫ	22
4. ТЕПЛОБМЕННЫЕ АППАРАТЫ	31
5. ГОМОГЕНИЗАТОРЫ	42
6. РАСПЫЛИТЕЛЬНАЯ СУШИЛЬНАЯ УСТАНОВКА	48
ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛАМ ДИСЦИПЛИНЫ	65
СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ	80
ПРИЛОЖЕНИЯ	107
Библиографический список	112

Составитель:

*Пшенов Евгений Александрович*

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В  
МОЛОЧНОЙ ОТРАСЛИ**

учебное пособие

предназначено для студентов очной и заочной форм обучения  
по направлениям подготовки:

Агроинженерия;

Технология производства и переработки сельскохозяйственной  
продукции.

Печатается в авторской редакции

Компьютерная вёрстка

Е.А. Пшенов