

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 13.12.2021 20:08:04  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e947df4a48516da56d089

МИНОВНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров



**Технологическое оборудование кондитерского производства**  
Методические указания по выполнению практических работ

Курск 2021

1

УДК 620.2  
Составитель Э.А. Пьяникова

Рецензент

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

**Технологическое оборудование кондитерского производства** :  
методические указания по выполнению практических работ /Юго-Зап.  
гос. ун-т; сост. Э.А. Пьяникова. Курск, 2021. 21 с.: Библиогр.: с.20.

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

Предназначены для студентов направления подготовки 19.03.02 «Продукты  
питания из растительного сырья» заочной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.  
Усл.печ.л. 1,22. Уч.- изд. л. 1,1. Тираж 50 экз. Заказ *885*. Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040 Курск, ул.50 лет Октября, 94.

2

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Работа №1 Расчет линии производства завернутой карамели с начинкой	4
Работа № 2 Завертывание ириса, карамели в этикетку с двусторонней перекруткой концов этикетки	11
Работа №3 Расчет технологического оборудования для производства кондитерских изделий	15
Список рекомендательной литературы	20

# РАБОТА № 1

## РАСЧЕТ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА ЗАВЕРНУТОЙ КАРАМЕЛИ С НАЧИНКОЙ

Цель работы: ознакомиться, изучить и подобрать оборудование, произвести его расчет, составить машинно-аппаратурную схему механизированной поточной линии производства завернутой карамели с начинкой. Занятия проводятся в малой группе.

### Краткие теоретические сведения

Расчет технологического оборудования

Расчет змеевикового вакуум-варочного аппарата.

Часовая производительность  $P_{\text{ч}}$  (кг/ч) линии по готовой карамели определяется по формуле

$$P_{\text{ч}} = P_{\text{см}} / \tau, \quad (1)$$

где  $P_{\text{см}}$  - сменная производительность линии по готовой карамели, кг/смену (по заданию  $P_{\text{см}} = 6000$  кг/смену);

$\tau$  - длительность работы смены, ч ( $\tau = 8$  ч).

Количество карамельной массы  $G_{\text{к}}$  (кг/ч), перерабатываемой в линии при заданном процентном содержании начинки в готовой карамели определяется по формуле

$$G_{\text{к}} = \frac{P_{\text{ч}}(100 - B_{\text{н}})}{100}, \quad (2)$$

где  $B_{\text{н}}$  - содержание начинки в готовой карамели, % ( $B_{\text{н}} = 30$  %).

Расход сиропа  $G_{\text{с}}$  (кг/ч)

$$G_{\text{с}} = G_{\text{к}} \frac{100 - W_{\text{к}}}{100 - W_{\text{с}}}, \quad (3)$$

где  $W_{\text{с}}$  - влажность карамельного сиропа, % ( $W_{\text{с}} = 14$  %);

$W_{\text{к}}$  - влажность карамельной массы, % ( $W_{\text{к}} = 2$  %).

Расход греющего пара и площадь поверхности теплообмена определим на основе уравнения теплового баланса, которое для змеевикового вакуум-варочного аппарата при уваривании карамельной

массы имеет вид

$$G_c c_c t_c + D_1 i_1'' = G_k c_k t_k + D_2 i_2'' + D_1 i_1' + Q_n \quad (4)$$

где  $c_c$  и  $c_k$  - удельная теплоёмкость сиропа и карамельной массы, Дж/(кг·°К);

$t_c$  и  $t_k$  - температура сиропа и карамельной массы, °С ( $t_c = 100$  °С и  $t_k = 120$  °С);

$D_1$  - расход греющего пара, кг/с;

$D_2$  - количество выпаренной влаги, кг/с;

$i_1''$  и  $i_1'$  - удельная энтальпия греющего пара и конденсата, Дж/кг ( $i_1'' = 2,75 \cdot 10^6$  Дж/кг,  $i_1' = 638,8$  Дж/кг);

$i_2''$  - удельная энтальпия вторичного пара, Дж/кг ( $i_2'' = 2,66 \cdot 10^6$  Дж/кг);

$Q_n$  - потери теплоты аппаратом в окружающую среду, Дж/с ( $Q_n = 2000$  Дж/с).

Удельную теплоемкость сиропа и карамельной массы определяется по формуле

$$c = 4190 - (2514 - 7,54 \cdot t)a, \quad (5)$$

где  $c$  - удельная теплоемкость сиропа или карамельной массы,

$t$  - температура сиропа или карамельной массы;

$a$  - концентрация сахара в растворе, кг/кг ( $a = 0,5$  кг/кг).

Количество выпаренной влаги

$$D_2 = G_c \left( 1 - \frac{a_1}{a_2} \right), \quad (6)$$

где  $a_1$  и  $a_2$  - содержание сухих веществ в карамельном сиропе и карамельной массе, кг/кг ( $a_1 = 0,86$  кг/кг и  $a_2 = 0,98$  кг/кг).

Расход греющего пара для вакуум-варочного аппарата определяется по формуле

$$D_1 = (G_k c_k t_k - G_c c_c t_c + D_2 i_2'' + Q_n) / (i_1'' - i_1'). \quad (7)$$

Площадь поверхности теплообмена  $F$  (м<sup>2</sup>) змеевикового вакуум-варочного аппарата определяется по формуле

$$F = (G_k c_k t_k - G_c c_c t_c + D_2 i_2'') / K \cdot \Delta t_{cp}, \quad (8)$$

где  $K$  - коэффициент теплопередачи, Вт/(м<sup>2</sup> К) ( $K = 1000$  Вт/(м<sup>2</sup> К));

$\Delta t_{cp}$  - средний температурный напор между продуктом и греющим паром, °С.

При противотоке  $\Delta t_{cp}$  определяется по формуле

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{\delta} + \Delta t_{m}}{2}, \quad (9)$$

где  $\Delta t_{\delta}$  - большая разность температур;

$\Delta t_{m}$  - меньшая разность температур.

Внутренний диаметр  $d_v$  (м) трубы змеевика определяется по формуле

$$d_v = 1,13 \sqrt{\frac{G_c}{g_c \cdot \rho}}, \quad (10)$$

где  $g_c$  - скорость движения карамельного сиропа, м/с ( $g_c = 0,5$  м/с);

$\rho$  - плотность карамельного сиропа, кг/м<sup>3</sup> ( $\rho = 1300$  кг/м<sup>3</sup>).

Расчет охлаждающей машины

Производительность охлаждающей машины  $\Pi$  (кг/ч) определяется по формуле

$$\Pi = 60 \cdot g \cdot B \cdot \rho \cdot \delta, \quad (11)$$

где  $g$  - скорость движения карамельной массы, м/мин ( $g = 4$  м/мин);

$B$  - ширина ленты карамельной массы, м ( $B = 0,6$  м);

$\rho$  - плотность карамельной массы, кг/м<sup>3</sup>;

$\delta$  - толщина ленты карамельной массы, м.

Приравнивая производительность охлаждающей машины к количеству карамельной массы, перерабатываемой в линии ( $\Pi = G_k = 525$  кг/ч), из формулы (11) определим толщину ленты карамельной массы  $\delta$  (м) по формуле

$$\delta = \frac{\Pi}{60 \cdot g \cdot B \cdot \rho};$$

Количество теплоты  $Q$  (Вт), необходимое для охлаждения

карамельной массы определяется по формуле

$$Q = \frac{P}{3600} c_{км} (t_{км}^H - t_{км}^K), \quad (12)$$

где  $c_{км}$  - удельная теплоёмкость карамельной массы, Дж/(кг·°C);

$t_{км}^H, t_{км}^K$  - начальная и конечная температура карамельной массы, °C  
( $t_{км}^H = 120$  °C,  $t_{км}^K = 95$  °C).

Расход охлаждающей воды для охлаждения карамельной массы  $G_в$  (кг/с) определяется по формуле

$$G_в = \frac{Q}{c_в (t_в^H - t_в^K)}, \quad (13)$$

где  $c_в$  - удельная теплоёмкость воды, Дж/(кг·K) ( $c_в = 4190$  Дж/(кг·K));

$t_в^H, t_в^K$  - конечная и начальная температура охлаждающей воды, °C  
( $t_в^H = 15$  °C,  $t_в^K = 23$  °C).

Общая площадь поверхности теплообмена (контакта карамельной массы с охлаждающими валками и плитой)  $F_{общ}$  (м<sup>2</sup>) определяется по формуле

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{cp}}, \quad (14)$$

где  $K$  - коэффициент теплопередачи, Вт/(м<sup>2</sup>·K) ( $K = 180$  Вт/(м<sup>2</sup>·K));

$\Delta t_{cp}$  - средний температурный напор между охлаждаемой массой и охлаждающей водой, °C.

Площадь поверхности охлаждающих барабана  $F_б$  (м<sup>2</sup>) определяется по формуле

$$F_б = \frac{1}{3} \pi \cdot B(D + d), \quad (15)$$

где  $D$  - диаметр большого барабана, м ( $D = 0,32$  м);

$d$  - диаметр малого барабана, м ( $d = 0,16$  м);

$B$  - ширина ленты карамельной массы, м ( $B = 0,6$  м).

Площадь поверхности охлаждающей плиты  $F_п$  (м<sup>2</sup>) определяется по формуле

$$F_п = F_{общ} - F_б. \quad (16)$$

Длина охлаждающей плиты  $L$  (м) по формуле

$$L = \frac{F_n}{B + 2 \cdot b}, \quad (17)$$

где  $b$  - зазор между краем охлаждающей плиты и карамельной лентой, м ( $b = 0,05$  м).

Расчет плунжерного насоса-дозатора.

Производительность плунжерного насоса-дозатора  $\Pi$  (кг/ч) для перекачивания сиропов определяется по формуле

$$\Pi = 60 \cdot F \cdot S \cdot n \cdot i \cdot \lambda_0 \cdot \rho, \quad (18)$$

где  $F$  - площадь поперечного сечения плунжера, м<sup>2</sup> ( $F = 0,0028$  м<sup>2</sup>);

$S$  - ход плунжера, м ( $S = 0,05$  м);

$n$  - число двойных ходов плунжера в минуту ( $n = 62,5$ );

$i$  - число рабочих полостей насоса, шт. ( $i = 1$  шт.);

$\lambda_0$  - коэффициент подачи ( $\lambda_0 = 0,7 - 0,8$ );

$\rho$  - плотность сиропа, кг/м<sup>3</sup> ( $\rho = 1300$  кг/м<sup>3</sup>).

Расчет охлаждающего агрегата.

Производительность охлаждающего агрегата  $\Pi_{охл}$  (кг/ч) определяется по формуле

$$\Pi_{охл} = 3600 \cdot \mathcal{G} \cdot B \cdot \rho \cdot \varphi \cdot h, \quad (19)$$

где  $\mathcal{G}$  - скорость движения ленты охлаждающего агрегата, м/с;

$B$  - ширина ленты транспортера, м ( $B = 0,7$  м);

$\rho$  - плотность карамели с начинкой, кг/м<sup>3</sup> ( $\rho = 1300$  кг/м<sup>3</sup>);

$\varphi$  - коэффициент заполнения ленты ( $\varphi = 0,8$ );

$h$  - высота слоя карамели, м ( $h = 0,01$  м).

Приравнивая производительность охлаждающего агрегата к часовой производительности линии по готовой карамели ( $\Pi_{охл} = \Pi_{ч} = 750$  кг/ч), из формулы (19) определим скорость движения ленты.

Продолжительность охлаждения карамели  $\tau_{охл}$  (с)

$$\tau_{охл} = \frac{m_k \cdot c_u (t_n - t_k)}{\alpha \cdot F_k \cdot \Delta t}, \quad (20)$$

где  $m_k$  - масса одной карамели, кг ( $m_k = 0,01$  кг);

$c_u$  - удельная теплоемкость карамели с начинкой, Дж/кг·К ( $c_u = 3100$  Дж/кг·К)

Дж/(кг·К));

$t_n, t_k$  - начальная и конечная температура карамели, °С ( $t_n = 55$  °С;  $t_k = 40$  °С);

$\alpha$  - коэффициент теплопередачи, Вт/(м<sup>2</sup>·К) ( $\alpha = 100$  Вт/(м<sup>2</sup>·К));

$F_k$  - площадь поверхности одной карамели, м<sup>2</sup> ( $F_k = 0,0006$  м<sup>2</sup>);

$\Delta t$  - средняя разность температур между охлаждающим воздухом и карамелью, °С ( $\Delta t = 30$  °С).

Длина транспортерной ленты  $L$  (м) охлаждающего агрегата определяется по формуле

$$L = G \cdot \tau_{охл} \quad (21)$$

Расчет просеивателя для сахара-песка.

Производительность просеивателя с плоским ситом  $\Pi$  (кг/с) определяется по формуле

$$\Pi = B \cdot h \cdot G \cdot \rho \cdot K, \quad (22)$$

где  $B$  - ширина сита, м ( $B = 0,6$  м);

$h$  - толщина слоя материала на сите, м ( $h = 0,05$  м);

$G$  - скорость перемещения материала по ситам, м/с ( $G = 0,1$  м/с);

$\rho$  - плотность материала (сахара-песка) кг/м<sup>3</sup> ( $\rho = 800$  кг/м<sup>3</sup>);

$K$  - коэффициент заполнения сита ( $K = 0,8$ ).

Расчет тянульной машины.

Производительность тянульной машины  $\Pi$  (кг/с) определяется по формуле

$$\Pi = m / \tau, \quad (23)$$

где  $m$  - количество карамельной массы в машине, кг ( $m = 30$  кг);

$\tau$  - продолжительность обработки массы в машине, с ( $\tau = 120$  с).

Расчет карамелеобкаточной машины.

Производительность карамелеобкаточной машины  $\Pi$  (кг/ч) для формирования карамельного жгута определяется по формуле

$$\Pi = 3600 \cdot v \cdot \rho \cdot F, \quad (24)$$

где  $v$  - скорость выхода карамельного жгута, м/с ( $v = 0,3$  м/с);

$\rho$  - плотность карамельного жгута, кг/м<sup>3</sup> ( $\rho = 1440$  кг/м<sup>3</sup>);

$F$  - площадь поперечного сечения жгута, м<sup>2</sup> ( $F = 0,0003$  м<sup>2</sup>).

Расчет цепной карамелеформирующей машины

Производительность цепной карамелеформирующей машины  $\Pi$  (кг/с) определяется по формуле

$$\Pi = \frac{v \cdot C}{K \cdot l}, \quad (25)$$

где  $v$  - линейная скорость формирующих цепей, м/мин ( $v = 1,2$  м/мин);

$C$  - коэффициент использования машины ( $C = 0,92$ );

$K$  - количество штук карамели в 1 кг ( $K = 65$  шт.);

$l$  - шаг формирующей цепи, м ( $l = 0,0038$  м).

Расчет заверточного автомата.

Производительность заверточного автомата  $\Pi$  (кг/ч) определяется по формуле

$$\Pi = \frac{60 \cdot n \cdot z \cdot C_1 \cdot C_2}{k}, \quad (26)$$

где  $n$  - частота вращения ротора, мин<sup>-1</sup> ( $n = 60$  мин<sup>-1</sup>);

$z$  - число захватов на роторе, шт. ( $z = 7$  шт.);

$C_1$  - коэффициент, учитывающий возвратные отходы при завертке ( $C_1 = 0,99$ );

$C_2$  - коэффициент использования производительности автомата ( $C_2 = 0,9$ );

$k$  - количество завертываемых изделий в 1 кг ( $k = 65$  шт.).

Потребное количество заверточных автоматов  $K_{авт}$  (шт.) определяется по формуле

$$K_{авт} = \frac{\Pi_{ч}}{\Pi_{авт}}; \quad (27)$$

### Задания

**Задание 1.** Рассчитать, подобрать оборудование для механизированной поточной линии производства завернутой карамели с начинкой. Производительность линии 6000 кг/смену.

**Задание 2.** Составить машинно-аппаратурную схему механизированной поточной линии производства завернутой карамели с начинкой. Производительность линии 6000 кг/смену. Представить полный описательный цикл работы.

## **РАБОТА №2**

### **ЗАВЕРТЫВАНИЕ ИРИСА, КАРАМЕЛИ В ЭТИКЕТКУ С ДВУСТОРОННЕЙ ПЕРЕКРУТКОЙ КОНЦОВ ЭТИКЕТКИ**

**Цель работы:** ознакомиться с назначением, устройством, работой и технической характеристикой заверточных машин ИЗМ-1 и расчетом действительной производительности этих машин. Занятия проводятся в малых группах.

#### **Материальное обеспечение**

Теоретические сведения о заверточной машине ИЗМ-1.  
Инструмент – инструментальная линейка, штангенциркуль, микрометр.

#### **Вопросы для подготовки**

1. Техническая характеристика заверточной машины.
2. Устройство и принцип работы заверточной машины.

#### **Краткие теоретические сведения**

Одной из важнейших задач, которую решают инженерно-технические работники кондитерских фабрик, является определение производственной мощности того или иного цеха. Работа посвящена усвоению методики решения этой и аналогичных задач. В частности производственная мощность участка завертки зависит от конструкции заверточных автоматов, количества возвратных отходов, структурно-механических свойств завертываемых изделий, качества оберточного материала. Все перечисленные параметры должны быть учтены при определении действительной производительности заверточных автоматов.

Линии упаковки кондитерских изделий комплектуется заверточными автоматами. Завертка изделий имеет следующие цели: 1) предохранить изделие от вредного влияния воздуха, света и влаги; 2) предотвратить приобретение изделием посторонних запахов; 3) предотвратить механическое повреждение изделия. Для достижения целей, завертка должна быть герметична и изготовлена из достаточно простого оберточного материала. Завертка изделий осуществляется: 1) в одну этикетку; 2) в этикетку с подверткой; 3) в этикетку фольгу и подвертку.

## Задания

**Задание 1.** Изучить принцип и устройство работы заверточной машины ИЗМ-1.

Заверточный агрегат ИЗЛ. В производстве ириса и леденцовой карамели широкое распространение нашли формующее - заверточные агрегаты ИЗЛ, «Футурус» и др., в которых осуществляется непрерывное формование жгута, резка его на отдельные изделия и автоматическая завертка.

Агрегат с автоматом ИЗМ-1 предназначен для производства ириса, например, типа «Золотой ключик» путем формования изделий из жгутов ирисной массы и завертки с двусторонней перекруткой концов обертки. Завертка производится в парафинированную подвертку и этикетку или в парафинированную подвертку, фольгу и этикетку, подаваемые с рулонов.

На рисунке 1 показаны принципиальная схема и последовательность операций завертки изделия (до закрутки концов обертки). Основные операции завертывания осуществляются в трех рабочих позициях (I, II и III) шестипозиционного вертикального заверточного ротора 2, закрепленного на горизонтальном валу 1. Вал 1 периодически поворачивается на  $60^\circ$ . При положении ротора 2 в позиции I толкатель 11 подает предварительно отрезанное от жгута 9 изделие на нижнюю губку 13 ротора. Между изделием и ротором находится обертка 12, которая при поступлении изделия в ротор облегает его с трех сторон (рисунок 1 б, в). Затем подвижная губка 6 ротора зажимает изделие с оберткой, а подгибатель 14 загибает нижний край оберточного материала (рисунок 1, г). При повороте ротора верхний край оберточного материала загибается, наталкиваясь на неподвижный щиток 3 (рисунок 1, д). В позиции II концы обертки захватываются непрерывно вращающимися лапками 19, которые по мере закручивания сближаются во избежание обрыва концов этикетки. В позиции III завернутое изделие выталкивателем 16 подается на наклонный лоток 7, с которого оно скатывается на отборочный транспортер 18. Когда толкатель 11 проталкивает отрезанное изделие в ротор, жгут упирается во вращающийся нож 10. В дальнейшем толкатель возвращается в исходное положение, обходя снизу неподвижный столик 8, по которому перемещалось изделие. На рисунке 1б показаны рабочие органы, облегчающие ввод изделий с оберткой в ротор: направляющая рамка 15 и рамка прижима обертки 20. Направляющая рамка 15 периодически

выходит из ротора и доходит до обертки 12. К ней толкатель 11 прижимает обертку и изделие, которые затем совместно вводятся толкателем и рамкой в ротор. Выступающие за изделие края оберточного материала прижимаются к направляющей рамке 15 рамкой прижима 20. Подача оберточных материалов осуществляется непрерывно вращающимися роликами 4, а отрезание обертки осуществляется с помощью непрерывно вращающегося ножа 7 и неподвижного ножа 5. Режущая кромка неподвижного ножа расположена наклонно, что улучшает процесс резания упаковочного материала.

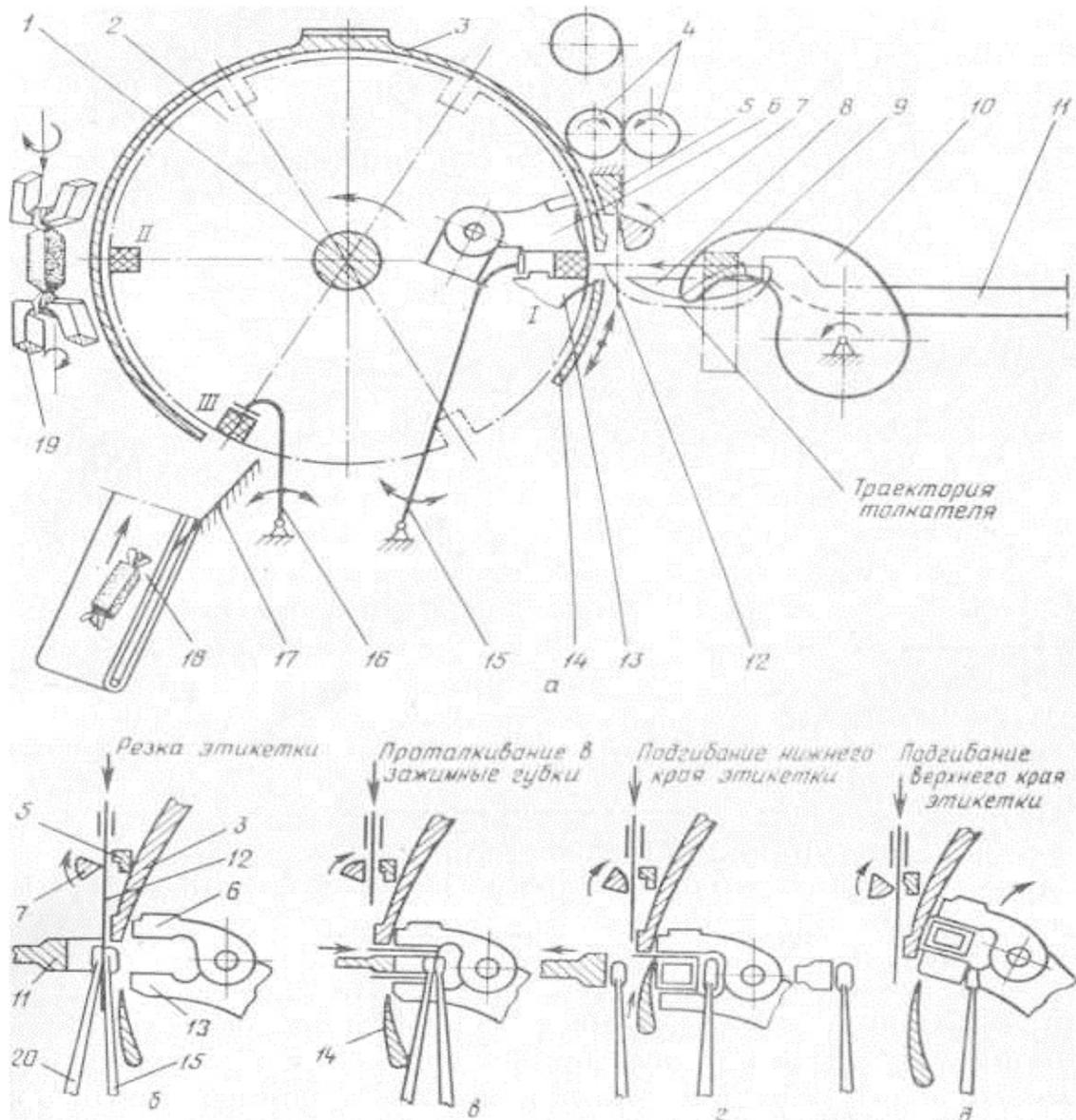


Рисунок 1 - Механический формующий питатель автомата ИЗМ-1 для заправки карамели: а — рабочие позиции ротора; б, в, г, д — последовательность заправки в позиции I ротора

Техническая характеристика представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Основные технические данные.

Производительность шт./мин	550—600
Вид завертки	в перекрутку
Размеры изделия, мм	25X12X10
Мощность электродвигателя, кВт	2,8
Частота вращения, об/мин	1370
Габаритные размеры, мм	1208 872×1940
Масса машины, кг	× 720

### Задания

**Задание 1.** Рассчитать производительность заверточного автомата.

Производительность заверточного автомата (в кг/ч) определяется по формуле:

$$P_{\text{ч}} = 60nzC_1 \cdot C_2 / R, \quad (28)$$

где  $n$  — частота вращения ротора, об/мин;

$z$  — число захватов на роторе;

$C_1$  — коэффициент, учитывающий возвратные отходы при завертке (при норме возвратных отходов до 1 %  $C_1=0,99$ );

$C_2$  — коэффициент использования производительности автомата ( $C_2=0,9$ );

$R$  — количество завертываемых изделий в 1 кг.

Если принять нормируемые остановки и перерывы в работе автоматов в течение восьмичасовой смены равными 0,5 ч (30 мин), то сменная производительность одного заверточного автомата (в кг в смену) будет:

$$G_{\text{см}} = 7,5P_{\text{ч}}, \quad (29)$$

Потребное количество заверточных автоматов для установки в линии соответственно составит:

$$N = P_{\text{см. лин}} / P_{\text{см. авт}}, \quad (30)$$

где  $P_{\text{см. лин}}$  — сменная производительность линии, кг;

$P_{\text{см. авт}}$  — сменная производительность автомата.

### Вопросы для контроля знаний

1. Дайте техническую характеристику заверточной машине ИЗМ 1

2. Устройство и принцип работы заверточной машине ИЗМ 1.
3. Как определить производительность заверточного автомата?

### **Работа №3**

## **РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

**Цель работы:** ознакомление с методикой расчета технологического оборудования для производства кондитерских изделий. Занятия проводятся в малых группах.

### **Материальное обеспечение**

Теоретические сведения о технологическом оборудовании для производства кондитерских изделий. Схемы технологических линий.

### **Вопросы для подготовки**

1. Технологическая линия производства кондитерских изделий.
2. Методики расчета оборудования для производства кондитерских изделий.

### **Краткие теоретические сведения**

*Подбор технологического оборудования.* В соответствии с разработанной структурной схемой и результатами расчета подбирается технологическое оборудование последовательно на все стадии производства. Исходными данными для этого являются сменный расход сырья и полуфабрикатов, полученный в продуктивном расчете.

Подбор оборудования ведут по каждой стадии, при этом необходимо учитывать следующие основные требования:

- максимально возможная загрузка ведущего оборудования;
- максимально возможная автоматизация и механизация производства;
- применение специального или универсального оборудования для выработки разнообразного ассортимента кондитерских изделий.

Большое внимание следует уделить максимальной механизации

погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских (ПРТС) работ по всему производственному процессу - от доставки сырья до отгрузки готовой продукции.

Для кондитерской промышленности разработаны типовые схемы механизации ПРТС - работ. Решаются вопросы бестарной перевозки и хранения основных видов сырья. Для таких видов сырья как мука, патока, молоко, жиры - эти вопросы решены на большинстве фабрик. Осуществляется бестарная перевозка и хранение сахара, фруктово-ягодного сырья. Повысить уровень механизации ПРТС - работ с готовой продукцией позволит широкое внедрение пакетных и контейнерных перевозок. Однако, в целом по отрасли еще остается высокий процент рабочих, занятых в работах по перемещению грузов (вкладчиков, подносчиков тары, продукции).

Все оборудование делится на 3 группы:

- заводского изготовления;
- нестандартизированное;
- транспортирующее.

Оборудование 1-й группы не рассчитывается, а подбирается по каталогам с учетом технической характеристики. При определении потребного количества оборудования необходимо учитывать его техническую мощность и коэффициент использования (0,85...0,90).

Во 2-ю группу входят емкости для промежуточного хранения сырья и полуфабрикатов (расходные баки, бункера и т.д.), которые, как правило, изготавливаются на фабрике.

Потребность в таком оборудовании и его вместимость рассчитывают.

К 3-й группе относятся нории, шнеки, ленточные и цепные транспортеры, укладочные конвейеры, пневмотранспорт и другое транспортирующее оборудование, используемое для передачи сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.

В соответствии с разработанной структурной схемой и принятой поточной линией производства выбирают способы хранения и транспортирования сырья, приготовления теста, упаковывания и транспортирования готовой продукции.

Способ доставки и хранения основного сырья, как правило, должен приниматься бестарный или контейнерный. При отсутствии бестарной или контейнерной доставки сырья на предприятие, а также экономической нецелесообразности его бестарного хранения

принимается тарное хранение.

### Задания

**Задание 1.** Рассчитать технологическое оборудование для производства кондитерских изделий.

При выборе бестарного способа хранения сырья необходимо провести расчет потребности выбранных емкостей, если это оговорено заданием, обеспечивающих хранение нормированного запаса сырья по данным приложений 1.

Количество емкостей для хранения  $n$ , шт, рассчитывается по формуле

$$n = M_{\text{зап}} / m + 1, \quad (31)$$

где  $M_{\text{зап}}$  – нормируемый запас сырья, кг;

$m$  – вместимость одной емкости по сырью, кг.

Нормируемый запас рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{зап}} = M_{\text{сут}} \cdot Z, \quad (32)$$

где  $M_{\text{сут}}$  – потребность сырья в сутки, кг;

$Z$  – нормируемый срок запаса, сут.

Вместимость емкости по конкретному виду сырья либо принимается по характеристике оборудования, или рассчитывается по формуле

$$m = V \cdot \rho \cdot k, \quad (33)$$

где  $V$  – геометрический объем емкости, м<sup>3</sup>;

$\rho$  – плотность сырья (приложение Е), кг/м<sup>3</sup>;

$k$  – коэффициент, учитывающий заполнение емкости (принимается 0,8-0,85).

При выборе тарного способа действующие нормы предусматривают условия хранения сырья согласно нормативных документов.

Механизация ПРТС - работ должна проектироваться с учетом общих требований безопасности погрузочно-разгрузочных работ и с соблюдением требований санитарных норм проектирования промышленных предприятий.

Способ транспортировки и хранения сырья (тарный или бестарный) зависит от возможности поставки необходимых объемов и свойств сырья.

Перемещение и складирование сырья (при тарном хранении), тароупаковочных материалов и готовой продукции должны производиться электрифицированным напольным транспортом (аккумуляторные вилочные электропогрузчики, электротяги, электроштабелеры) в виде укрупненных единиц (контейнеры, пакеты). Для вертикального перемещения грузов используются грузовые лифты разной грузоподъемности и другие специальные подъемники.

Перемещение сыпучих и мелкокусковых грузов может производиться механическим, аэрозольным и пневматическим транспортом в зависимости от технической и экономической целесообразности. Для внутрипроизводственного транспортирования сыпучих видов сырья целесообразно предусматривать прогрессивный механический способ с использованием транспортирующих устройств с гибким рабочим органом (марки Ш2-ХМЖ, разработчик НИИХП, Россия).

При выборе нестандартизированных емкостей для бестарного, или расходных емкостей для промежуточного хранения сырья и полуфабрикатов вначале устанавливают их геометрический объем, а затем, с учетом объемной массы продуктов рассчитывают их вместимость. Зная массу продуктов для хранения емкостей, определяют необходимое их количество.

По рассчитанным количествам перерабатываемого в смену сырья и полуфабрикатов подбирают и вычисляют необходимое количество технологического оборудования для подготовки сырья к производству (просеивание сахара, муки и т.д.), а также для получения полуфабрикатов (инвертного сиропа, сахарной пудры и др.).

Поточно-механизированные линии производства заданных групп кондитерских изделий выбраны в технологическом расчете, однако в них, как правило, не входит оборудование для завершающих стадий - заверточные, упаковочные автоматы, оклеечные машины.

Выбор оборудования для стадий заключительного этапа проводится по техническим характеристикам (приложение 3), а его необходимое количество устанавливается расчетом.

Для расчета необходимого количества заверточных автоматов на линию для упаковки в потребительскую тару всего объема выработки нужно, прежде всего, определить их производительность  $G$ , кг/ч, по техническим характеристикам или рассчитать по формуле

$$G = 60 \cdot n_1 \cdot k_1 \cdot k_2 / n, \quad (34)$$

где  $n_1$  - число рабочих циклов машины, шт/мин;

$k_1$  - коэффициент, учитывающий возвратные отходы при завертке (0,97-0,99);

$k_2$  – коэффициент использования производительности машины (0,9-0,99);

$n$  – масса нетто продукта в единице потребительской тары, кг.

Если принять нормируемые остановки и перерывы в работе автоматов в течение 8 – часовой смены равными 0,2 ч, то сменная производительность одного заверточного автомата  $G_{см}$ , кг/смену, рассчитывается по формуле

$$G_{см} = 7,8 \cdot G, \quad (35)$$

Количество заверточных автоматов  $N$ , шт, для установки в линии соответственно составит:

$$N = P_{см} / G_{сма} \quad (36)$$

где  $P_{см}$  – производительность линии, кг/смену.

Результаты подбора и расчета технологического оборудования представляют в расчетно-пояснительной записке по форме таблицы 2.

При заполнении таблицы для стадии «хранение сырья» (мука, сахар, маргарин и т.д.) в графе 2 указываются нормативные запасы, а для последующих стадий и операций – количество перерабатываемого продукта в смену

Таблица 2 - Перечень технологического оборудования

Технологическая стадия, операция	Количество перерабатываемого продукта, кг	Оборудование					
		Наименование, марка	Производительная мощность, кг/см	Количество единиц, шт.	Габаритные размеры, мм		
					длина	ширина	высота

### Вопросы для контроля знаний

1. Технологическая линия производства кондитерских изделий.
2. Классификация оборудования.
3. Методика расчета оборудования для производства кондитерских изделий.
4. Укажите требования при подборе оборудования.  
Как рассчитать количество заверточных автоматов?

## СПИСОК РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологическое оборудование отрасли [Электронный ресурс] : учебное пособие / П. С. Беляев, Д. Л. Полушкин, П. В. Макеев, И. В. Шашков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2018. – 82 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=570554>

2. Спичак, В. В. Технологическое оборудование свеклосахарных заводов [Текст] : учебное пособие / В. В. Спичак, М. И. Егорова, Н. В. Ермакова; Юго-Зап. гос. ун-т. - Курск : ЮЗГУ, 2012. - 147 с.

3. Медведев, П. В. Тестомесильные машины и тестоприготовительные агрегаты : учебное пособие / П. В. Медведев, В. А. Федотов, Е. Я. Челнокова ; Оренбургский государственный университет. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2015. – 156 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. –

URL: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=439229](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=439229) (дата обращения: 17.09.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7410-1236-9. – Текст : электронный.

4. Слесарчук, В. А. Оборудование пищевых производств [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Слесарчук. – Минск : РИПО, 2015. – 371 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463685>

5. Хамитова, Е. К. Оборудование пищевых производств [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. К. Хамитова. – Минск : РИПО, 2018. – 248 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=487985>

6. Технологическое оборудование хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / Г. О. Магомедов, А. А. Журавлев, М. Г. Магомедов, Ю. Н. Труфанова ; науч. ред. Г. О. Магомедов ; Министерство образования и науки РФ, Воронежский государственный университет инженерных технологий. – 2-е изд. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. – 185 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482007>

7. Василевская, С. Практикум по технологическому оборудованию пищевых производств [Электронный ресурс] : учебное

пособие / С. Василевская, В. Полищук ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». – Оренбург : ОГУ, 2012. – 217 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259366>

8. Керженцев, В. А. Проектирование оборудования пищевых производств [Электронный ресурс] : конспект лекций / В. А. Керженцев. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012. – Ч. 2. Ациклически работающие машины. – 78 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229039>

9. Керженцев, В. А. Технологическое оборудование пищевых производств [Электронный ресурс] : конспект лекций / В. А. Керженцев. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2010. – Ч. 3. Дозировочное и упаковочное оборудование. - 76 с. - Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/45450.html>

10. Драгилев, А. И. Технологическое оборудование : хлебопекарное, макаронное и кондитерское [Текст] : учебник / А. И. Драгилев, В. М. Хромеенков, М. Е. Чернов. - М. : Академия, 2004. - 432 с. - (Среднее профессиональное образование).

11. Драгилев, А. И. Технологическое оборудование предприятий перерабатывающих отраслей АПК [Текст] : учебник / А. И. Драгилев, В. С. Дроздов. - М. : Колос, 2001. – 352 с.

12. Драгилев, А. И. Технологическое оборудование предприятий кондитерского производства [Текст] : учебник для студ. ср. спец. учеб. заведений / А. И. Драгилев. - М. : Колос, 1997. – 432 с.

13. Путинцева, И. Н. Технологическое оборудование пищевых производств [Текст] : конспект лекций / И. Н. Путинцева. - Курск : КурскГТУ, 2001. – 115 с.

14. Технологическое оборудование пищевых производств [Текст] : уч. для студ. вуз., обуч. по спец. "Машины и аппараты пищевых производств" / Под ред. Б. М. Азарова. - М. : ВО Агропромиздат, 1988. – 463 с.