

Министерство образования и науки Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

А.С. Шамшин, А.А. Сагдеев, А.Т. Галимова

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТРАСЛИ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ**

**Нижекамск
2012**

УДК 658.5
Ш 19

Печатаются по решению редакционно-издательского совета Нижнекамского химико-технологического института (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ».

Рецензенты:

Галиакберов З.К., кандидат технических наук, доцент;
Закиров М.А., кандидат технических наук, доцент.

Шамшин, А.С.

Ш 19 Проектирование предприятий отрасли : методические указания к практическим занятиям / А.С. Шамшин, А.А. Сагдеев, А.Т. Галимова – Нижнекамск : Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ», 2012. - 36 с.

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Проектирование предприятий отрасли» подготовлены в соответствии с требованиями ГОС ВПО. В работе приведены задания для организации практических занятий студентов. Каждое задание включает в себя 13 вариантов задач. Кратко изложены теоретические основы и даны указания для выполнения расчетов.

Предназначены для студентов, очной, заочной и очно – заочной форм обучения, обучающихся по направлению 260100 «Технология продуктов питания».

Подготовлены на кафедре «Техника и физика низких температур» НХТИ ФГБОУ ВПО «КНИТУ».

УДК 658.5

© Шамшин А.С., А.А. Сагдеев, Галимова А.Т., 2012
© Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ», 2012

1 РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПЛАНА ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБНЫХ ИЗДЕЛИЙ

1.1 Общие положения

Технологический план должен обеспечивать правильную организацию технологического процесса производства хлебных изделий в ассортименте и количестве, установленном для данного предприятия на планируемый период. Составляют общий план для предприятия и для линии производственного потока.

Технологический план включает в себя следующие основные показатели:

- сорт изделий и распространяемый на него номер ГОСТ;
- заданный или установленный развес изделий;
- способ приготовления хлеба;
- рецептура;
- режим технологического процесса;
- основные качественные показатели полуфабрикатов;
- основные количественные показатели;
- планируемый выход готовых изделий.

При составлении технологического плана необходимо выполнить следующие расчеты:

- расчет суточной производительности печи;
- расчет расхода основного и дополнительного сырья;
- расчет требуемого количества технологического оборудования.

1.2 Практическое задание

Определить суточную производительность печи и выход готовой продукции по данным, приведенным в табл. 1 и табл. 2.

Исходные данные для расчета суточной производительности печи

Таблица 1

№ п/п	Название и тип печи	Наименование продукции	N , шт	N_n , шт	q , кг	t_B , мин	t_p , мин	a , мм	b , мм	l , мм	Сменность работы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	ХПА-40	Хлеб Дарницкий	99	15	0,75	50	53	-	-	-	1 смена
2	ХПА-40	Хлеб пшеничный из муки высшего сорта	99	16	0,8	50	53	-	-	-	2 смена

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	ХПА-40	Хлеб пше- ничный из муки 1-го сорта	99	15	0,6	52	55	-	-	-	3 смена
4	ХПА-40	Хлеб пше- ничный из муки 2-го сорта	99	16	0,6	55	58	-	-	-	1 смена
5	ХПА-40	Хлеб сто- личный	-	-	0,75	47	50	-	-	-	2 смена
6	ХПА-40	Хлеб ржа- ной	99	15	0,9	54	57	-	-	-	3 смена
7	ПХС-25	Батон на- резной пшенич- ный из му- ки 1-го сорта	-	-	0,6	22	40	20	110	300	1 смена
8	ПХС-25	Баранки пшенич- ный из му- ки 1-го сорта	-	-	0,09	16	40	20	110	110	2 смена
9	ХПА-40	Хлеб Дар- ницкий	99	15	0,65	48	51	-	-	-	3 смена
10	ХПА-40	Хлеб пше- ничный из муки выс- шего сорта	99	16	0,75	47	50	-	-	-	1 смена
11	ХПА-40	Хлеб пше- ничный из муки 1-го сорта	99	15	0,8	50	53	-	-	-	2 смена
12	ХПА-40	Хлеб пше- ничный из муки 2-го сорта	99	16	0,9	50	53	-	-	-	3 смена
13	ХПА-40	Хлеб сто- личный	-	-	0,8	50	53	-	-	-	1 смена

где N – число рабочих люлек в печи, шт; N_n – количество изделий на люлке, шт; q – масса одного изделия, кг; t_B – продолжительность выпечки, мин; t_p –

продолжительность расстойки, мин; a – зазор между изделиями, мм; b – ширина или диаметр изделия, мм; l – длина изделия, мм; L – длина пода печи $L = 12000$ мм; B – ширина пода или люльки печи $B = 2100$ мм; $T_{см}$ – продолжительность одной смены $T_{см} = 7$ часов (один час требуется на пересмену)

Исходные данные для расчета выхода готовой продукции

Таблица 2

№ п/п	Наименование продукции	$W_T, \%$	$W_M, \%$	$W_{др}, \%$	$W_{соли}, \%$	$W_{сахара}, \%$
1	2	3	4	5	6	7
1	Хлеб Дарницкий	46	14,5	75	3,5	-
2	Хлеб пшеничный из муки высшего сорта	45	14,5	72	3,5	-
3	Хлеб пшеничный из муки 1-го сорта	46	14,3	73	3,3	-
4	Хлеб пшеничный из муки 2-го сорта	46	14,2	74	3,2	-
5	Хлеб столичный	46	14,3	75	3,5	0,1
6	Хлеб ржаной	52	15	72	3,3	-
7	Батон нарезной пшеничный из муки 1-го сорта	40	14,5	73	3,2	-
8	Баранки пшеничный из муки 1-го сорта	37	14,5	74	3,5	0,3
9	Хлеб Дарницкий	46	14,3	75	3,3	-
10	Хлеб пшеничный из муки высшего сорта	45	14,2	72	3,2	-
11	Хлеб пшеничный из муки 1-го сорта	46	14,3	73	3,5	-
12	Хлеб пшеничный из муки 2-го сорта	46	15	74	3,3	-
13	Хлеб столичный	46	14,5	75	3,2	0,4

где W_T – влажность теста после замеса, %; W_M – влажность муки, %; $W_{др}$ – влажность дрожжей, %, $W_{соли}$ – влажность соли, %, $W_{сахара}$ – влажность сахара, %

1.3 Методические указания к решению задачи

1.3.1 Расчет суточной производительности печи.

В зависимости от типа печи её производительность рассчитывается по следующим формулам.

Для люлечной конвейерной печи, формула имеет вид:

$$P_q = \frac{N \cdot N_n \cdot q \cdot 60}{t_g}, \quad (1.1)$$

Для конвейерной печи (ПХС-25) с ленточным подом количество изделий на нем рассчитывается по формуле:

$$N_{на поду} = n_1 \cdot n_2, \quad (1.2)$$

где n_1 – количество изделий в одном ряду по ширине пода или люльки; n_2 – количество изделий по длине пода или люльки:

$$n_1 = \frac{B - a}{b + a}, \quad (1.3)$$

$$n_2 = \frac{L - a}{l + a}, \quad (1.4)$$

Следовательно, уравнение (1.1) для конвейерной печи с ленточным подом примет вид:

$$P_q = \frac{N_{на поду} \cdot q \cdot 60}{t_g}, \quad (1.5)$$

Суточная производительность печи, кг:

$$P_c = P_q \cdot 23, \quad (1.6)$$

где 23 – продолжительность работы печи в сутки, ч.

Выход готовых изделий – отношение массы охлажденных изделий к массе муки, затраченной на выработку изделий:

$$B = \frac{M_x}{M_m}, \quad (1.7)$$

где B – выход готовых изделий, %; M_x – масса готовой продукции, кг (приложение 1); M_m – масса муки, кг (приложение 1).

Выход хлеба и хлебобулочных изделий определяется по методу Б.Н. Николаева по формуле:

$$B_x = B_T \cdot (1 - m_{бр}) \cdot (1 - m_{уп}) \cdot (1 - m_{ус}), \quad (1.8)$$

где B_T – масса теста из 100 кг муки, кг; $m_{бр}$ – затраты на брожение, % ($m_{бр} = 0,033$); $m_{уп}$ – затраты на упек, % ($m_{уп} = 0,12$); $m_{ус}$ – затраты на усушку, % ($m_{ус} = 0,04$).

Выход теста в кг определяется по формуле:

$$B_T = M_c \frac{100 - W_{cp}}{100 - W_T}, \quad (1.9)$$

где M_c – масса сырья, израсходованного на приготовление теста из 100 кг муки по рецептуре, кг (приложение 1); W_{cp} – средневзвешенная влажность сырья, %.

Средневзвешенная влажность сырья, %:

$$W_{cp} = \frac{M_M W_M + C W_c + D W_d + \dots C_n W_n}{M + C + D + \dots C_n}, \quad (1.10)$$

где M_M, C, D, C_n – мука и дополнительное сырье на 100 кг муки по рецептуре, кг (приложение 1).

Далее идет расчет основного и дополнительного сырья.

Общий часовой расход муки, в кг:

$$m_{M.ч} = \frac{P_ч \cdot m_{м.рец}}{B_X}, \quad (1.11)$$

где $m_{м.рец}$ – масса муки по рецептуре (приложение 1).

Общий часовой расход дрожжей, в кг:

$$m_{др.ч} = \frac{P_ч \cdot m_{др.рец}}{B_X}, \quad (1.12)$$

где $m_{др.рец}$ – масса дрожжей по рецептуре (приложение 1).

Общий часовой расход соли, в кг:

$$m_{соли.ч} = \frac{P_ч \cdot m_{соли.рец}}{B_X}, \quad (1.13)$$

где $m_{соли.рец}$ – масса соли по рецептуре (приложение 1).

Общий часовой расход i -го компонента рецептуры, в кг:

$$m_{i-ый\ ком.ч} = \frac{P_ч \cdot m_{i-ый\ ком.рец}}{B_X}, \quad (1.14)$$

где $m_{i-ый\ комп..рец}$ – масса i -го компонента по рецептуре (приложение 1).

2 РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ, ПОДСОБНЫХ И СКЛАДСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

2.1 Общие положения

В состав хлебопекарного предприятия входят:

1) Складские и вспомогательные помещения, предназначенные для хранения и подготовки основного и дополнительного сырья.

2) Производственные помещения, в которых ведутся основные технологические процессы: приготовление полуфабрикатов теста, разделка теста, выпечка хлеба, переработка деформированного и черствого хлеба, хранение и отпуск хлеба.

3) Подсобно-производственные помещения, включающие лабораторию, ремонтно-механическую и столярную мастерские, помещения для санитарной обработки тары, для стоянки электропогрузчиков, ремонта и зарядки аккумуляторов, для установки баков с водой, хранения инвентаря, отходов производства, трансформаторную и газораспределительную подстанции; вентиляционные камеры, насосную, компрессорную, котельную, помещения для обслуживающего персонала, пульт управления и др. Размеры подсобно-производственных помещений в зависимости от производительности хлебозавода указаны в приложении 2.

4) Административно-бытовые (вспомогательные) помещения, включающие гардероб для верхней одежды, гардеробные блоки с душевыми для производственников, кладовые для чистого и грязного белья, помещения для подогрева и приема пищи, медпункт, помещения для техучебы, собраний, общественных организации, администрации и др.

2.2 Практическое задание

При расчете основных, подсобных и складских помещений необходимо определить:

- количество силосов или бункеров – N , шт;
- количество сырья, поступающего в жидком виде и подлежащего хранению – G , кг/сут;
- количество разжижаемого сырья, подлежащее хранению – G_1 , кг/сут;
- рабочая вместимость емкостей для солевого раствора, сахарного раствора, растительного масла, патоки, жидких дрожжей, молочной сыворотки, растопленного маргарина – V , л;
- количество сырья в сутки (соли, сахара, дрожжей и т.п.) – K , кг/сут;
- запас сырья – K_c , кг;
- общая площадь кладовых – $S_{обц}$, m^2 ;
- площадь тестоприготовительного отделения – $S_{m.o}$, m^2 ;
- площадь заварочного отделения – $S_{з.о}$, m^2 ;

- площадь тесторазделочного отделения – $S_{т.р.о.}, м^2$;
- площадь пекарного зала – $S_{п.з.}, м^2$;
- площадь хлебохранилища – $S_{хлебохр.}, м^2$.

Исходные данные для расчета принимаются по табл. 3 и на основании расчетов предыдущих работ.

Исходные данные

Таблица 3

№ п/п	Наименование продукции	$P_{сут.завода}, т/сут$
1	Хлеб Дарницкий	13
2	Хлеб пшеничный из муки высшего сорта	45
3	Хлеб пшеничный из муки 1-го сорта	43
4	Хлеб пшеничный из муки 2-го сорта	40
5	Хлеб столичный	27
6	Хлеб ржаной	5
7	Батон нарезной пшеничный из муки 1-го сорта	10
8	Баранки	15
9	Хлеб ржаной	6
10	Батон нарезной пшеничный из муки 1-го сорта	8
11	Хлеб Дарницкий	6
12	Хлеб пшеничный из муки высшего сорта	6
13	Хлеб пшеничный из муки 1-го сорта	10

где $P_{сут.завода}$ – суточная мощность завода, т/сут.

2.3 Методические указания к решению задачи

2.3.1 Расчет вместимости бестарных складов для хранения муки.

Вместимость складов по нормам должна быть рассчитана на 7-суточный запас муки. Количество силосов или бункеров N , шт., рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{7 \cdot m_{м.сут}}{m_{м.б(с)}}, \quad (2.1)$$

где $m_{м.сут.}$ – запас муки на сладе, кг; $m_{м.б(с)}$ – масса муки в бункере (силосе), ($m_{м.б(с)} = 15000\text{кг}$):

$$m_{м.сут} = m_{М.ч} \cdot T_{см}, \quad (2.2)$$

где $m_{М.ч}$ – общий часовой расход муки, в кг.

2.3.2 Расчет емкостей для хранения жидкого сырья.

Количество разжижаемого сырья, подлежащее хранению, определяется по формуле:

$$G = \frac{m_{м.сут} \cdot p_c \cdot (1 + B) \cdot n}{100} \quad (2.3)$$

где где $m_{м.сут}$ – количество муки, расходуемое на приготовление теста, кг/сут;;
 p_c – количество сырья в сухом виде, кг на 100 кг муки (принимается по рецептуре на приготовление теста); B – количество воды для разжижения 1 кг сырья, кг (для соли 4 кг, для сахара 1 кг, для дрожжей 3 кг); n – срок хранения, сутки (приложение 3).

Рабочая вместимость емкостей для солевого раствора, сахарного раствора, растительного масла, патоки, жидких дрожжей, молочной сыворотки, растопленного маргарина (для каждого компонента рассчитывается отдельно):

$$V = \frac{100 \cdot G \cdot (1 + \chi)}{A \cdot \rho}, \quad (2.4)$$

где ρ – плотность жидкого сырья, кг/л: солевого раствора 1,2; сахарного раствора 1,23 ÷ 1,32; растительного масла 0,9; патоки 1,4; жидких дрожжей 1,05; молочной сыворотки 1,06; маргарина 0,96; χ – запас емкости на пенообразование и изменение объема при механической обработке ($\chi = 0,10 \div 0,25$); A – доза сырья, кг в 100 кг раствора: соли при полном насыщении 25 кг; сахара 65 кг.

2.3.3 Расчет размеров кладовых при хранении сырья в таре

Количество сырья в сутки (соли, сахара, дрожжей и т.п.) для каждого вида определяется в соответствии с рецептурой, кг/сут (приложение 1):

$$K = \frac{m_{м.сут} \cdot p_c}{100}, \quad (2.5)$$

где $m_{м.сут}$ – суточное количество перерабатываемой муки, кг; p_c – количество сырья, кг на 100 кг муки, идущей на приготовлении теста.

Запас сырья, в кг:

$$K_c = K \cdot n, \quad (2.6)$$

где n – срок хранения, сутки (приложение 3).

Площадь кладовых, в м²:

$$S = \frac{K_c}{q_{ср}}, \quad (2.7)$$

где $q_{ср}$ – средняя нагрузка на 1 м², кг/м² (приложение 3).

Количество муки, кг/сут:

$$K_{муки} = \frac{m_{м.сут} \cdot p_{муки}}{100}, \quad (2.8)$$

Запас муки в кг:

$$K_{с.муки} = K_{муки} \cdot n_{муки} \quad (2.9)$$

Площадь, занимаемая мешками с мукой, м²:

$$S_{муки} = \frac{K_{с.муки}}{q_{ср}}, \quad (2.10)$$

Количество сахара, кг/сут:

$$K_{\text{сахара}} = \frac{m_{\text{м. сут}} \cdot P_{\text{сахара}}}{100} \quad (2.11)$$

Запас сахара, кг:

$$K_{\text{с.сахара}} = K_{\text{сахара}} \cdot n_{\text{сахара}} \quad (2.12)$$

Площадь, занимаемая мешками с сахаром, м²:

$$S_{\text{сахара}} = \frac{K_{\text{с.сахара}}}{q_{\text{ср}}}, \quad (2.13)$$

Количество соли, кг/сут:

$$K_{\text{соли}} = \frac{m_{\text{м. сут}} \cdot P_{\text{соли}}}{100} \quad (2.14)$$

Запас соли, кг:

$$K_{\text{с.соли}} = K_{\text{соли}} \cdot n_{\text{соли}} \quad (2.15)$$

Площадь, занимаемая мешками с солью, м²:

$$S_{\text{соли}} = \frac{K_{\text{с.соли}}}{q_{\text{ср}}} \quad (2.16)$$

Количество *i*-го компонента по рецептуре, кг/сут:

$$K_i = \frac{m_{\text{м. сут}} \cdot P_i}{100} \quad (2.17)$$

Запас *i*-го компонента по рецептуре, кг:

$$K_{\text{с.}i} = K_i \cdot n_i \quad (2.18)$$

Площадь *i*-го компонента, занимаемой на складе, м²:

$$S_i = \frac{K_{\text{с.}i}}{q_{\text{ср}}} \quad (2.19)$$

Общая площадь кладовых определяется, как сумма всех площадей для каждого вида сырья:

$$S_{\text{общ}} = S_{\text{муки}} + S_{\text{сахар}} + S_{\text{соли}} + S_i \quad (2.20)$$

Аналогично произвести расчет для остального сыпучего сырья сахара, соли и т.д.

2.3.4 Расчет тестоприготовительного отделения

Размеры тестоприготовительного отделения зависят от мощности предприятия, способов приготовления теста, типа применяемого оборудования и определяется по формуле:

$$S_{\text{т.о.}} = S_{\text{обор}} \cdot P_{\text{сут.завода}} \quad (2.21)$$

где $S_{\text{обор}}$ – средняя площадь, занимаемая оборудованием на 1 тонну суточной мощности, м²; $S_{\text{обор}} = 4 \div 5 \text{ м}^2$.

Площадь заварочного отделения определяется по формуле:

$$S_{\text{з.о.}} = S_{\text{обор.зав}} \cdot P_{\text{сут.завода}} \quad (2.22)$$

где $S_{\text{обор.зав}}$ – средняя площадь, занимаемая оборудованием на 1 тонну суточной мощности, м²; $S_{\text{обор.зав}} = 20 \text{ м}^2$.

Площадь дрожжевого отделения определяется по формуле:

$$S_{д.о} = S_{обор.дрож.отд} \cdot P_{сут.завода} \quad (2.23)$$

где $S_{обор.дрож.отд}$ – средняя площадь, занимаемая оборудованием на 1 тонну суточной мощности, м²; $S_{обор.дрож.отд} = 25 \div 35$ м².

2.3.5 Расчет тесторазделочного отделения

Размеры тесторазделочного отделения зависят от мощности предприятия, количества и размеров устанавливаемого оборудования, рабочих мест и проходов по формуле:

$$S_{т.р.о} = S_{обор.т.р.о} \cdot P_{сут.завода} \quad (2.24)$$

где $S_{обор.т.р.о}$ – средняя площадь, занимаемая оборудованием на 1 тонну суточной мощности, м²; $S_{обор.т.р.о} = 5 \div 6$ м².

2.3.6 Расчет площади пекарного зала

Размеры пекарного зала зависят от типа и размеров печей по формуле:

$$S_{п.з.} = S_{печи} \cdot P_{сут.завода} \quad (2.25)$$

где $S_{печи}$ – средняя площадь, занимаемая оборудованием на 1 тонну суточной мощности, м²; $S_{печи} = 8 \div 10$ м².

2.3.7 Расчет площади хлебохранилища

Размеры площади хлебохранилища определяется в зависимости от типа оборудования, количества и размеров контейнеров, передвижных вагонеток, циркуляционных столов, рабочих мест и размеров печей по формуле:

$$S_{хлебохр} = S_{х.п.} \cdot P_{сут.завода} \quad (2.26)$$

где $S_{х.п.}$ – средняя площадь, занимаемая 1 тонной хранимой продукцией, м²; $S_{х.п.} = 50 \div 60$ м².

3 РАСЧЕТ И ПОДБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

3.1 Общие положения

Расчет и подбор основного оборудования ведется в соответствии с определенной последовательностью отдельных технологических операций. В качестве примера рассмотрим расчет и подбор основного оборудования для хлебозаводов и пекарен.

Хлебозаводы, пекарни, цеха по производству сухарных, бараночных, мучных кондитерских изделий и другой продукции, основным сырьем для которых является мука, в соответствии с принятыми технологическими схемами и нормами проектирования включают следующие технологические операции:

- приемка, хранение и подготовка основного и дополнительного сырья к производству (расчет количества силосов, расчет объема емкости для хранения солевого раствора, расчет количества штабелей для укладки и хранения мешков с сахаром, расчет количества производственных бункеров);
- расходных емкостей для подготовленного сырья и полуфабрикатов;
- приготовление полуфабрикатов (расчет тестомесильной машины, расчет общего объема бункера для брожения опары);
- разделка теста (расчет и подбор тестоделителя);
- расстойка тестовых заготовок (расчет и подбор расстойного шкафа);
- выпечка изделий (расчет суточной производительности печи);
- охлаждение и упаковка готовой продукции;
- экспедиция (расчет).

3.2 Практическое задание

Произвести расчет основного технологического оборудования: количества силосов, объема емкости для хранения солевого раствора, количества штабелей для укладки и хранения мешков с сахаром, производственных бункеров, общего объема бункера для брожения опары, тестоделителя, количества люлек для проведения процесса расстойки, суточной производительности печи, количества контейнеров для хранения готовой продукции по данным, приведенным в табл. 4 и табл. 5.

Исходные данные

Таблица 4

№ п/п	$m_{\text{м.сут.}}$, кг	$m_{\text{сол.зап.}}$, кг	$m_{\text{сах.зап.}}$, кг	$m_{\text{мч}}$, кг	m , кг;	$P_{\text{п.ч.}}$, кг/ч	ρ , кг/м ³	η	$T_{\text{хр}}$, ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	6258,0	81	200	317	0,57	438	1080	0,83	3
2	7803,0	100	260	395	0,71	546	1050	0,92	4
3	8000,0	110	265	405	0,73	560	1085	0,85	5

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	12050,0	155	400	610	1,1	844	1080	0,9	5
5	8950,0	115	300	453	0,8	627	1050	0,88	4
6	4608,0	53	150	233	0,4	323	1085	0,85	3
7	5200,0	68	170	263	0,45	365	1080	0,87	2
8	4800,0	55	160	243	0,42	337	1050	0,81	3
9	9600,0	125	320	486	0,84	674	1085	0,91	4
10	9216,0	120	305	466	0,8	646	1080	0,89	5
11	8500,0	110	255	430	0,7	596	1050	0,84	5
12	4200,0	50	130	215	0,35	298	1085	0,86	4
13	5450,0	70	180	265	0,47	370	1080	0,9	3

где $m_{сут}$ – суточный запас муки на сладе, кг; $m_{сол.зан.}$ – суточный запас соли на складе, кг; $m_{сах.зан.}$ – суточный запас сахара на складе, кг; $m_{мч}$ – часовой расход муки, кг; m – масса тестовых заготовок, кг; $P_{н.ч.}$ – выработка хлеба определенного сорта, кг/ч; ρ – плотность теста, кг/м³, η – КПД привода; $T_{хр.}$ – продолжительность хранения муки в бункере, ч.

Исходные данные

Таблица 5

№	Тесто- ме- сильная машина	Стадии процесса	G_m , кг	G_d , кг	$\tau_{всп}$, мин	ω_1 , с ⁻¹	ω_2 , с ⁻¹	A , кДж	m_T , кг	V , м ³	z , шт	d_l , м	d_6 , м	$P \cdot 10^{-3}$, Н
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Стан- дарт	Приготов- ление теста из муки II- сорта	300	81	3	0,39	0,098	9,5	60	0,7	-	-	-	-
2	T1- ХТ2А	Приготов- ление ржаного теста	320	83	2	0,39	0,108	6	100	0,73	-	-	-	-
3	ТМ- 63М	Приготов- ление теста из муки II- сорта	380	89	3	0,63	-	-	150	0,6	-	-	-	-
4	РЗ- ХТИ-3	Приготов- ление пшенично- го теста из муки I и высшего сорта	360	87	2,3	1	-	-	60	0,8	-	-	-	-

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5	Х-12Д	Приготовление пшеничного теста из муки II сорта безопарным способом	-	-	-	0,67	-	-	-	расчёт	1	0,25	0,04	200
6	Стандарт	Приготовление теста из муки II сорта	310	81	3	0,39	0,098	8	100	0,7	-	-	-	-
7	T1-ХТ2А	Приготовление ржаного теста	300	83	3	0,39	0,108	5	120	0,73	-	-	-	-
8	ТМ-63М	Приготовление теста из муки II сорта	370	89	2	0,63	-	-	150	0,65	-	-	-	-
9	РЗ-ХТИ-3	Приготовление пшеничного теста из муки I и высшего сорта	350	87	3	1	-	-	50	0,78	-	-	-	-
10	Х-12Д	Приготовление пшеничного теста из муки II сорта безопарным способом	-	-	-	0,8	-	-	-	расчёт	1	0,25	0,04	250
11	Стандарт	Приготовление теста из муки II сорта	300	80	3	0,39	0,098	8,5	75	0,7	-	-	-	-
12	T1-ХТ2А	Приготовление ржаного теста	310	80	3	0,39	0,108	5,5	150	0,73	-	-	-	-
13	ТМ-63М	Приготовление теста из муки II сорта	375	89	3	0,63	-	-	150	0,55	-	-	-	-

где G_m – масса теста в деже, кг; G_d – масса дежи, кг; $\tau_{всп.}$ – время, необходимое для совершения вспомогательных операций, с; ω_1 – угловая скорость месильного органа, c^{-1} ; ω_2 – угловая скорость дежи, c^{-1} ; A – работа совершаемая рабочим органом при замесе теста, кДж; m_T – масса замешиваемого теста, кг; V – вме-

стимость месильной камеры (дежи) m^3 ; z – количество валов, шт.; d_l – наружный диаметр лопастей, м; $d_в$ – диаметр вала, м; P – сила сопротивления действующая на лопасть при перемешивании и продвижении теста к разгрузочному отверстию, Н.

3.3. Методические указания к решению задачи

Количество производственных бункеров N_B , шт., рассчитывают по формуле:

$$N_B = \frac{m_{м.ч} \cdot T_{xp}}{m_{мб(с)}}, \quad (3.1)$$

где $m_{м.ч}$ – общий часовой расход муки, в кг; $m_{мб(с)}$ – масса муки в одном бункере, кг ($m_{мб(с)} = 1500$ кг).

Количество мукопросеивателей N_{Π} , шт., рассчитывается по формуле:

$$N_{\Pi} = \frac{m_{м.ч}}{Q_{\mu}}, \quad (3.2)$$

где Q_{μ} – часовая производительность мукопросеивателя, кг в час; $Q_{\mu} = 3000$ кг/ч.

3.3.1 Расчет оборудования тестоприготовительного отделения

Производительность тестомесильной машины непрерывного действия, кг/с определяется по формуле:

$$\Pi = z \left[\pi \frac{(d_l^2 - d_в^2)}{240} \right] S \cdot \omega_1 \cdot \rho \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3, \quad (3.3)$$

где S – шаг лопастей ($1,1 \div 1,2 d_l$), м; k_1 – коэффициент подачи, зависящий от формы лопаток и их расположения на валу ($k_1 = 0,1 \div 0,2$); k_2 – отношение суммарной площади плоскостей к винтовой поверхности того же диаметра и шага ($k_2 = 0,15 \div 0,2$); k_3 – коэффициент учитывающий площадь сечения, образуемую пересечением траекторий движения лопастей (для одновальной машины $z = 1$, $k_3 = 1$, для двух вальной машины $z = 2$, $k_3 = 0,55 \div 0,70$)

Вместимость месильной камеры для машин непрерывного действия, m^3 :

$$V_n = \Pi \tau_3 / (\rho \cdot k_1'), \quad (3.4)$$

где τ_3 – время необходимое для замеса теста, с (приложение 5); k_1' – коэффициент заполнения месильной камеры ($k_1' = 0,6 \div 0,7$).

Мощность, необходимая для вращения месильного органа при замесе теста в машинах непрерывного действия, кВт:

$$N_T = [P / 1000 \eta] \cdot z_1 \quad (3.5)$$

где z_1 – число лопастей в тестомесильной машине, шт. ($z_1 = 16$).

Расчет объема емкости для брожения теста при непрерывном тесто приготвлении, л:

$$V = \frac{100 \cdot m_{м.ч} \cdot T_{бр}}{q}, \quad (3.6)$$

где $m_{м.ч}$ – расход муки, кг/ч; q – количество замешанной муки на 100 л емкости,

кг (приложение 4); $T_{бр}$ – время брожения, ч (приложение 5 в зависимости от стадии процесса приготовления хлеба).

3.3.2 Расчет тестомесильной машины периодического действия

Производительность месильной машины периодического действия определяется, в кг/с:

$$\Pi = \frac{\lambda \cdot V \cdot \rho}{60 \cdot (\tau_{зам} + \tau_{всн})} \quad (3.7)$$

где λ – коэффициент использования объема дежи ($\lambda = 0,7$); ρ – плотность теста, кг/м³; $\tau_{зам}$ – время для совершения замеса, с; (приложение 5).

Мощность электродвигателя привода тестомесильных машин периодического действия N , (кВт):

$$N_{дв} = (N_1 + N_2) / \eta, \quad (3.8)$$

где N_1 – мощность, необходимая для вращения месильного органа при замесе теста, кВт; N_2 – мощность, необходимая для вращения дежи, кВт; η – КПД привода;

$$N_1 = 4 \cdot 10^{-4} \cdot \lambda \cdot V \cdot \rho \cdot R \cdot \omega_1 \cdot g, \quad (3.9)$$

где ω_1 – угловая скорость месильного органа, рад/с; R – радиус вращения центра лопасти, м ($R = 0,30$ м);

$$N_2 = 10^{-3} \cdot g \cdot (G_d + G_m) \cdot f \cdot r_u \cdot \omega_2, \quad (3.10)$$

где f – коэффициент трения вала дежи в опорах ($f = 1$); g – ускорение свободного падения, $g = 9,81$ м/с²; r_u – радиус цапфы, м ($r_u = 0,1$ м); ω_2 – угловая скорость дежи, с⁻¹.

Одним из основных показателей качества замеса теста является удельная работа замеса, определяемая по формуле, кДж/кг:

$$A_{уд} = \frac{A \cdot \omega_1 \cdot \tau_{зам}}{m_T} \quad (3.11)$$

где $\tau_{зам}$ – продолжительность замеса теста (приложение 5).

3.3.3 Расчет тесторазделочного оборудования

Расчет оборудования тесторазделочного отделения производится по количеству потребных тестовых заготовок определенного сорта, шт/мин:

$$n_n = \frac{P_{н.ч}}{m_T \cdot 60} \quad (3.12)$$

Количество тестоделителей N_d , шт., рассчитывается по формуле:

$$N_d = \frac{n_n \cdot k_4}{n_d}, \quad (3.13)$$

где k_4 – коэффициент запаса на остановку, возврат ($k_4 = 1,04 \div 1,05$); n_d – производительность делителя, кусков в минуту (приложение 6).

Коэффициент использования делителя:

$$k_d = \frac{n_n}{n_d} < 1 \quad (3.14)$$

3.3.4 Расчет расстойного шкафа

Расчет расстойного шкафа сводится в определении количества тестовых заготовок в нем и определении его производительности (исходные данные для расчета взять из практического задания №1).

Количество тестовых заготовок в расстойном шкафу шт., рассчитывается по формуле:

$$n_p = \frac{N_n \cdot t_p}{t_e} \quad (3.15)$$

где N_n – количество тестовых заготовок в печи, шт.; t_p – продолжительность расстойки, мин; t_e – продолжительность выпечки, мин.

$$N_n = n_l \cdot N_p$$

где n_l – количество заготовок на люльке, шт.

Производительность конвейерного шкафа, кг/ч:

$$P_p = N_p \frac{n_l \cdot q \cdot 60}{t_p}, \quad (3.16)$$

где N_p – рабочее количество люлек в расстойном шкафу; q – масса изделия, кг.

Пропускная способность шкафа должна обеспечивать производительность печи, поэтому рабочее количество люлек в расстойном шкафу рассчитывается по формуле:

$$N_p = \frac{P_{п.ч.} \cdot t_p}{n_l \cdot q \cdot 60 \cdot k}, \quad (3.17)$$

где k – количество ярусов (в поточных линиях $k = 1$).

Общее количество люлек на конвейере:

$$N_{об} = N_p + N_x, \quad (3.18)$$

где N_x – количество холостых люлек, $N_x = 10 \div 15$.

Длина цепного конвейера расстойного шкафа определяется исходя из количества люлек, их размера, а также расстояния между ними. Люльки подвешиваются через 2 - 4 звена с шагом цепи $t = 140$ мм.

Общая длина цепного конвейера, в м:

$$L_{об} = N_{об} \cdot a, \quad (3.19)$$

где a – шаг люлек, м:

$$a = t \cdot (d_{с.з} + d_{у.з}), \quad (3.20)$$

здесь $d_{с.з}$ – количество свободных звеньев ($d_{с.з} = 1$); $d_{у.з}$ – количество используемых звеньев ($d_{у.з} = 1$).

Длина шкафа уменьшается, если конвейер имеет несколько оборотов (ярусов).

Скорость конвейера, в м/с:

$$g = \frac{L_{об}}{t_p \cdot 60}, \quad (3.21)$$

Количество контейнеров для хранения готовой продукции N_K , шт., рассчитывается по формуле:

$$N_K = \frac{P_{п.ч.} \cdot T_{хр.гом.пр}}{n_{лот} \cdot q}, \quad (3.22)$$

где $T_{хр.гом.пр}$ – продолжительность хранения готовой продукции, сут ($T_{хр.гом.пр} = 3$ сут); $n_{лот}$ – количество лотков, шт ($n_{лот} = 14 \div 18$).

4 САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

4.1 Общие положения

Санитарно-технические расчеты включают в себя:

- расчет расхода тепла на отопление;
- расчет системы вентиляции и аспирации;
- расчет кондиционирования воздуха;
- расчет холодного и горячего водоснабжения;
- расчет канализации.

4.2 Практическое задание

Произвести санитарно-технические расчеты по данным, приведенным в табл. 6.

Исходные данные

Таблица 6

№ п/п	$V_n, \text{м}^3$	$t_u', \text{°C}$	$t_g, \text{°C}$	$t_u'', \text{°C}$	$n_o, \text{дней}$	$n, \text{час}$	$P_c, \text{т/сут}$	$a, \text{м}$	$b, \text{м}$	$N_5, \text{шт}$	$N_6, \text{чел}$	$N_8, \text{м}^2$	$N_9, \text{м}^2$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	47930	-25	16	-3,2	212	3	5	2	3	5	30	115	55
2	46900	-20	17	-5,1	212	4	10	3	4	7	60	225	100
3	45000	-30	18	-6,2	215	5	15	3	5	10	90	335	150
4	45900	-25	16	-3,2	217	3	20	5	5	15	120	445	180
5	45950	-20	17	-5,1	212	4	25	5	6	18	150	555	220
6	46950	-30	18	-6,2	212	5	30	6	6	21	180	670	300
7	47950	-25	16	-3,2	215	3	35	6	6	25	210	780	310
8	48950	-20	17	-5,1	217	4	7	2	3	5	30	120	55
9	48950	-30	18	-6,2	212	5	9	3	2	7	60	230	100
10	48900	-25	16	-3,2	212	3	14	5	3	10	90	350	150
11	48930	-20	17	-5,1	215	4	18	5	5	15	120	460	180
12	48920	-30	18	-6,2	217	5	26	6	5	18	150	570	220
13	48000	-25	17	-2,5	212	3	32	6	6	23	180	690	300

где V_n – строительная кубатура здания по наружному объёму, м^3 ; t_u' – расчетная зимняя температура наружного воздуха для отопления, $^{\circ}\text{C}$; t_g – средняя температура воздуха в отапливаемых помещениях, $^{\circ}\text{C}$; t_u'' – средняя температура наружного воздуха отопительного периода (на пример для Москвы средняя температура самой холодной пятидневки), $^{\circ}\text{C}$; n_o – число дней отопительного периода (в зависимости от региона); n – средняя кратность воздухообмена, час; P_c – суточного выработка хлеба, т; a и b – размеры бака в плане, м; N_5 – количест-

во раковин на предприятии, шт; $N_6 = N_7$ – штат работников предприятия, чел; N_8 – площадь производственных помещений м^2 ; N_9 – площадь внутривозводской территории м^2 .

4.3 Методические указания к решению задачи

4.3.1 Расчет тепла на отопление

Часовой расход тепла для отопления основного здания, Вт:

$$Q_{\text{ч}} = 0,8 \cdot V_n \cdot q_0 \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{у}}^{\prime}), \quad (4.1)$$

где q_0 – удельные теплопотери 1 м^3 здания хлебозавода, $\text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{К} \cdot \text{с})$ ($q_0 = 0,29 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{К} \cdot \text{с})$).

Годовой расход тепла для отопления, Вт:

$$Q_{\text{г}} = 0,8 \cdot V_n \cdot q_0 \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{у}}^{\prime}) \cdot T \cdot n_p, \quad (4.2)$$

где T – время работы системы отопления в сутки, в часах ($T = 24$ часа); n_p – количество рабочих дней за отопительный период (в расчетах принимают $n_p = n_0$).

Ориентировочной расход тепла и электроэнергией на вентиляцию (по укрепленным измерителям). Общее количество вентилируемого воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$:

$$L_v = \frac{60 \cdot V_n \cdot n}{100}, \quad (4.3)$$

где 60 – процент вентилируемых помещений.

Расход тепла на вентиляцию, Вт:

$$Q_{\text{в.ч.}} = \frac{L_v \cdot \rho \cdot c \cdot (T_v - T_h)}{3,6}, \quad (4.4)$$

где ρ – плотность воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$ ($\rho = 1,2$); c – удельная теплоемкость воздуха, $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ ($c = 1,0 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$); T_v – средняя температура вентилируемых помещений, $^{\circ}\text{C}$ ($T_v = t_{\text{в}}$); T_h – расчетная отопительная температура, $^{\circ}\text{C}$ (средняя наиболее холодная по пятидневки определяется согласно справочнику зависимости от климатического района на пример для средней полосы -25°) $T_h = t_{\text{у}}^{\prime}$, $^{\circ}\text{C}$.

Годовой расход тепла на вентиляцию, Вт:

$$Q_{\text{в.г.}} = \frac{L_v \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{сo}}) \cdot T \cdot n_p}{3,6}, \quad (4.5)$$

где $t_{\text{сo}}$ – средняя температура отопительного периода, $^{\circ}\text{C}$ (по справочнику, например для средней полосы $-3,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$); T – количество рабочих часов в сутки, ч ($T=24$ ч).

Установленная мощность электродвигателей в приточных и вытяжных вентиляционных установках, кВт:

$$N_y = \frac{L_v \cdot H \cdot 1,2}{1000 \cdot 3600 \cdot \eta}, \quad (4.6)$$

где H – среднее сопротивление приточных и вытяжных систем, вентиляции, Па ($H = 500$ Па); η – К.П.Д. вентилятора и привода ($\eta = 0,7 \div 0,8$); 1,2 – средний коэффициент запаса на установленную мощность.

Годовой расход электроэнергии на вентиляцию, кВт·ч:

$$N_{Г.э.в} = N_y \cdot T \cdot n_p \quad (4.7)$$

Расчет потребления холодной воды складывается из расчета потребления холодной воды при замесе теста и использовании другими потребителями.

Расход воды на приготовления теста, кг/ч:

$$B_{В.Т.} = \frac{P_c \cdot q_c}{T}, \quad (4.8)$$

где q_c – норма расхода воды на 1 т хлеба, л ($q_c = 450$ л – для пшеничного хлеба, $q_c = 500$ л – для ржаного хлеба, л); T – время выработки сорта, ч

Расчет расход воды другими потребителями, кг/ч:

$$B_{В.ДП} = \sum N \cdot q = P_c \cdot (q_1 + q_2 + q_3 + q_4) + N_5 \cdot q_5 + N_6 \cdot q_6 + N_7 \cdot q_7 + \\ + N_8 \cdot q_8 + N_9 \cdot q_9 \quad (4.9)$$

где q_1 – расход воды на увлажнение пекарных камер на тонну хлеба, л/т ($q_1 = 200 \div 300$ л/т); q_2 – расход воды при опрыскивание изделий на тонну хлеба, л/т ($q_2 = 5$ л/т); q_3 – мытье оборудования, форм, чанов, инвентаря, на тонну хлеба л/т ($q_3 = 200$ л/т); q_4 – мытье лотков на тонну хлеба, л/т ($q_4 = 200$ л/т); q_5 – расход воды на одну раковину в производственных цехах л/ч; ($q_5 = 20$ л/ч); q_6 – расход воды в душевых, л/чел ($q_6 = 100$ л/чел); q_7 – сантехнические и питьевые расходы, л/чел ($q_7 = 2$ 5л/чел); q_8 – мытье полов в производственных помещениях, л/м² ($q_8 = 2$ л/м²); q_9 – расход воды на поливку территории, л/м² ($q_9 = 1,5$ л/м²).

Нормы расхода для других сортов хлебобулочных изделий приведены в [2].

Расчет среднего часового расхода холодной и горячей воды, л:

$$B_{ср.ч} = B_{В.Т.} + B_{В.ДП} \quad (4.10)$$

Общий запас воды определяется на 8 ч среднечасового расхода:

$$B_{общ} = 8 \cdot B_{ср.ч} \quad (4.11)$$

Расчет количество горячей воды, л:

$$B_г = v_{гор} \cdot P_c, \quad (4.12)$$

где $v_{гор}$ – количество горячей воды на 1 т суточной мощности по хлебу, л ($v_{гор} = 2200 \div 2400$ л).

Запас холодной воды, л:

$$B_x = B_{общ} - B_г, \quad (4.13)$$

Расчет объема бака горячей воды, л:

$$V_г = \frac{B_г \cdot k_V}{\rho}, \quad (4.14)$$

где ρ – плотность горячей воды, кг/л ($\rho = 0,984$ кг/л); k_V – коэффициент запаса объема ($k_V = 1,1$)

Расчет объема бака для холодной воды, л:

$$V_x = \frac{B_x \cdot k_V}{\rho} \quad (4.15)$$

В качестве хранилищ воды используются баки, которые изготавливают из листовой стали в форме кубов или параллелепипедов.

Полезная высота баков, м:

$$H = \frac{V_x}{a \cdot b} \quad (4.16)$$

Действительная высота баков должна быть на 15-20 см выше уровня воды в них, баки устанавливают в отдельном помещении в наивысшей части здания. Вокруг баков следует делать проходы шириной 0,7 м. Над баками должно быть свободное пространство не менее 0,6 м. Для подхода к бакам можно устанавливать лестницу корабельного типа.

Площадь помещения баков для предприятия мощностью 10 – 30 т 12 – 24 м³, 60 т и более – 36 – 54 м².

Количество сточных вод для предприятия хлебопекарной промышленности рассчитывается следующим образом:

$$V_{\text{сточ. вод}} = v_{\text{сточ. вод}} \cdot P_c, \quad (4.17)$$

где $v_{\text{сточ. вод}}$ – норма количества сточных вод на 1 тонну суточной мощности по хлебу, м³ ($v_{\text{сточ. вод}} = 3,6 \text{ м}^3$).

5 РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

5.1 Общие положения

Расчет системы энергоснабжения предприятия включают в себя следующие энергетические расчеты: расчет суммарного количества пара потребляемое хлебозаводом, расчет холодоснабжения предприятия, расчет электроэнергии потребляемое предприятием (подбор трансформатора).

Основными потребителями пара на хлебозаводах являются: системы теплоснабжения, в случаи отсутствия централизованного теплоснабжения от городских сетей, системы кондиционирования расстойных шкафов, системы увлажнения пекарных камер производственных печей, системы кондиционирования производственных помещений, сушку тары и на горячее водоснабжение. В общем виде расчет сводится к определению суммарного количества пара в зависимости от мощности хлебозавода.

Холодильные установки на предприятиях хлебной промышленности предусматриваются для охлаждения и хранения основного и вспомогательного сырья в холодильниках и морозильных камерах, для охлаждения воды идущей на замес теста, хранения готовой продукции. На проектируемом производстве рекомендуется использовать холодильные камеры с охлаждающими рубашками непосредственного охлаждения.

Расчет электроэнергии потребляемое предприятием складывается из затрат на работу электросиловых установок, затрат на освещение помещений и освещение территории. Для этого производится расчет установленных мощностей электросиловых установок, установленных мощностей внутреннего, наружного и охранного освещения. На основании проведенных расчетов производится подбор трансформаторного оборудования.

5.2 Практическое задание

Произвести расчет системы энергоснабжения предприятия по данным, приведенным в табл. 7 и табл. 8.

Исходные данные

Таблица 7

№ п/п	q_n	$N_{\text{моц.пред.}}$, ТОНН/СУТ	q_1 , кДж	q_2 , кДж	$G_{\text{сырья}}$, кг	τ_c , ч	$G_{\text{воды}}$, кг	τ_v	$G_{\text{хлеба}}$	τ_z	$V_{\text{к'}}$, м ³	Δt , °C	m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	26	135	12800	11000	3000	2,5	480	2	600	1,5	3300	10	5
2	46	65	12700	10900	2900	2,4	470	1,5	590	1,3	3250	13	6
3	53	45	12650	10950	2950	2,3	475	2	580	1,6	3260	16	7
4	51	35	12600	10850	2955	2,2	465	1,5	585	1,7	3100	10	5
5	36	30	12750	10750	2940	2,1	465	2	600	1,8	3249	13	6
6	40	20	12730	10700	2840	2,0	475	1,5	590	1,9	3245	16	7

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
7	40	10	12630	10650	2740	1,5	470	2	580	2	3145	10	5
8	42	6	12620	10600	2930	1,7	480	1,5	585	1,5	3140	13	6
9	40	3	12710	10550	2830	1,8	473	2	600	1,3	3130	16	7
10	25	134	12610	10500	2730	1,9	463	1,5	590	1,6	3230	10	5
11	45	64	12000	10450	2900	2,5	450	2	580	1,7	3200	13	6
12	52	44	12100	10400	2850	2,4	453	1,5	585	1,8	3150	16	7
13	50	34	12200	10350	2800	2,3	454	2	600	1,9	3100	10	5

где q_n – эмпирический коэффициент; $N_{\text{моц.пред}}$ – производительность предприятия, тонн/сут; q_1 – нормативный расход холода в сутки на 1 м² хлебопекарного скоропортящегося сырья, кДж; q_2 – нормативный расход холода в сутки на 1 м² для кондитерского сырья и полуфабрикатов, кДж; $G_{\text{сырья}}$ – масса охлаждаемого сырья, кг; τ_c – время охлаждения, ч; $G_{\text{воды}}$ – масса охлаждаемого воды, кг; τ_g – время охлаждения воды, ч; $G_{\text{хлеба}}$ – масса хлеба, кг; τ_3 – длительность замораживания, ч; V_k – суммарный объем помещений и камер, где производится кондиционирование воздуха, м³; Δt – разность температур воздуха перед кондиционером и за кондиционером, °С; m – средняя кратность воздухообмена в помещениях, час.

Исходные данные

Таблица 8

№ п/п	$P_T N_T$, кВт	$P_C N_C$, кВт	$P_{B.C.} \times N_{B.C.}$, кВт	$S_{B.X.M.}$, м ²	$S_{O.B.}$, м ²	$S_{П.Д.З.}$, м ²	S_T , м ²	$S_{M.C.}$, м ²	$S_{\text{прох}}$, м ²	$S_{A.B.П.}$, м ²	$S_{x.э.}$, м ²	$S_{\text{тер}}$, м ²	$Q_{\text{кб}}$, кВт
1	1770	231	621	1050	150	4500	4800	3000	1000	4785	3000	6000	1260
2	826	110	290	490	70	2100	2240	1400	490	2235	1400	2800	500
3	590	77	207	350	50	1500	1600	1000	350	1595	1000	2000	320
4	470	62	166	280	40	1200	1280	800	280	1276	800	1600	320
5	413	54	145	245	35	1050	1120	700	245	1117	700	1400	250
6	265	35	93	158	22,5	675	720	450	158	718	450	900	160
7	118	15,4	41,4	70	10	300	320	200	70	319	200	400	100
8	76,7	10	27	45,5	6,5	195	208	130	45,5	207	130	260	50
9	38	5	13,5	22,5	5	100	100	100	40	200	100	250	30
10	1750	221	600	1000	100	4300	4600	2700	900	4685	2900	5800	1260
11	800	100	270	450	70	2000	2200	1350	450	2200	1350	2700	500
12	580	75	200	345	45	1450	1550	950	325	1585	950	1800	320
13	460	60	160	270	35	1190	1250	750	270	1250	750	1500	320

где $P_T, P_C, P_{B.C.}$ – мощность технологического, сантехнического оборудования и мощность оборудования вспомогательных цехов, кВт; $N_T, N_C, N_{B.C.}$ – число однотипных электродвигателей одинаковой мощности соответственно технологи-

ческого, сантехнического оборудования и число оборудования вспомогательных цехов; $S_{Б.Х.М}$ – сумма площадей склада бестарного хранения муки и помещений тарного хранения муки, m^2 ; $S_{О.В}$ – площадь отделения воздуходувок, m^2 ; $S_{П.Д.З}$ – сумма площадей просеивательного, дрожжевого, заварочного, мочного отделения, m^2 ; S_T – площадь тестоприготовительного, тесторазделочного, пекарного отделения, m^2 ; $S_{М.С}$ – сумма площадей материального склада, кладовых отходов, помещений водобаков, m^2 ; $S_{Прох.}$ – сумма площадей проходов, коридоров, лестничных пролетов, тамбуров, m^2 ; $S_{А.Б.П}$ – площадь административно-бытовых помещений, m^2 ; $S_{Х.э.}$ – площадь хлебохранилища и экспедиции, m^2 ; $Q_{кб}$ – установленная мощность конденсаторной батареи, кВАр;

5.3 Методические указания к решению задачи

5.3.1 Расчет суммарного количества пара потребляемое хлебозаводом

Расчет суммарного количества пара потребляемое хлебозаводом, кг/ч определяется по формуле:

$$D_{общ} = q_n \cdot N_{моц.пред} \quad (5.1)$$

Расчет холодоснабжения предприятия состоит из следующих компонентов: расчет расхода холода на холодильные камеры, расхода холода для охлаждения молочной сыворотки, сиропа шарлота, расхода холода для охлаждения воды необходимого для замеса теста, расход холода на охлаждение и замораживание хлебобулочных изделий, расход холода на кондиционирование воздуха.

Расход холода на холодильные камеры, кВт:

$$Q_1 = \sum \frac{F \cdot q}{24} = \frac{F_1 \cdot q_1 + F_2 \cdot q_2}{24}, \quad (5.2)$$

где F – площадь складского помещения, m^2 (F_1 – для хлебопекарного скоропортящегося сырья $45 m^2$, F_2 – для кондитерского сырья и полуфабрикатов $55 m^2$).

Расход холода для охлаждения молочной сыворотки, сиропа, шарлота и т.п. Исходные данные приведены для расчета холода молочной сыворотки, аналогично ведется расчет для остального сырья:

$$Q_2 = \frac{G_{сырья} \cdot c_{сырья} (t_{н.сырья} - t_{к.сырья})}{\tau_c} \quad (5.3)$$

где $c_{сырья}$ – теплоемкость сырья $kJ/m^3 \cdot K$ ($c_{сырья} = 4,08 kJ/m^3 \cdot K$); $t_{н.сырья}$ – начальная температура сырья, $^{\circ}C$ ($t_{н.сырья} = 40^{\circ}C$); $t_{к.сырья}$ – конечная температура сырья, $^{\circ}C$ ($t_{к.сырья} = 20^{\circ}C$).

Расход холода для охлаждения воды, идущей на замес теста, Вт:

$$Q_3 = \frac{G_{воды} \cdot c_{воды} (t_{н.воды} - t_{к.воды})}{\tau_v}, \quad (5.4)$$

где $c_{воды}$ – теплоемкость воды $kJ/(m^3 \cdot K)$ ($c_{воды} = 4,19 kJ/(m^3 \cdot K)$); τ_v – время охлаждения воды, ч; $t_{н.воды}$ – начальная температура воды, $^{\circ}C$ ($t_{н.воды} = 24^{\circ}C$); $t_{к.воды}$ – конечная температура воды, $^{\circ}C$ ($t_{к.воды} = 8^{\circ}C$).

Расход холода на охлаждение и замораживание хлебобулочных изделий, Вт:

$$Q_4 = \frac{G_{\text{хлеба}} \cdot c_{\text{хлеба}} (t_{\text{н.хлеба}} - t_{\text{к.хлеба}}) + G_{\text{вл}} \cdot r}{\tau_3}, \quad (5.5)$$

где $c_{\text{хлеба}}$ – теплоемкость хлеба кДж/м³·К; $t_{\text{н.хлеба}}$ – начальная температура сырья, °С ($t_{\text{н.хлеба}} = 32$ °С); $t_{\text{к.хлеба}}$ – конечная температура хлеба, °С ($t_{\text{к.хлеба}} = -18$ °С); $G_{\text{вл}}$ – количество замораживаемой влаги, кг ($G_{\text{вл}} = 0,4 \cdot G_{\text{хлеба}}$); r – теплота затвердевания влаги, кДж/кг ($r = 335$ кДж/кг).

В период хранения сырья и хлебобулочных изделий в замороженном состоянии расход холода рассчитывается на потери холода через ограждения камеры и эксплуатационные потери (ориентировочно принимается 20 % от расчетного расхода).

Расход холода на кондиционирование воздуха, Вт:

$$Q_5 = V_{\text{к}} \cdot c_{\text{воздуха}} \cdot \Delta t \cdot m, \quad (5.6)$$

где $c_{\text{воздуха}}$ – объемная теплоемкость воздуха, кДж/(м³·К), ($c_{\text{воздуха}} = 1,29$ кДж/(м³·К)).

Исходя из анализа расхода холода и уровня температур, производится подбор и выбор холодильного оборудования.

Расчет установленной мощности силового оборудования предприятия определяют по номинальной мощности отдельных силовых токоприемников, кВт:

$$P_{\text{у.с.}} = \sum P_n \cdot N, \quad (5.7)$$

где P_n – номинальная мощность электродвигателя отдельной машины, кВт; N – число однотипных электродвигателей одинаковой мощности:

$$\sum P_n \cdot N = P_T \cdot N_T + P_C \cdot N_C + P_{\text{В.Ц}} \cdot N_{\text{В.Ц}} \quad (5.8)$$

Расчет установленной мощности внутреннего освещения, Вт, определяется по формуле:

$$P_{\text{у.осв.}} = \sum S \cdot \rho_{\text{осв}} \quad (5.9)$$

где S – освещаемая площадь помещения, м²; $\rho_{\text{осв}}$ – удельная мощность на освещение по нормам, Вт/м².

$$\begin{aligned} \sum S \cdot \rho_{\text{осв}} = & S_{\text{Б.Х.М}} \cdot \rho_{\text{Б.Х.М}} + S_{\text{О.В.}} \cdot \rho_{\text{О.В.}} + S_{\text{П.Д.З.}} \cdot \rho_{\text{П.Д.З.}} + S_T \cdot \rho_T + \\ & + S_{\text{М.С.}} \cdot \rho_{\text{М.С.}} + S_{\text{Прох.}} \cdot \rho_{\text{Прох.}} + S_{\text{А.Б.П.}} \cdot \rho_{\text{А.Б.П.}} + S_{\text{х.э.}} \cdot \rho_{\text{х.э.}} + S_{\text{Тер.}} \cdot \rho_{\text{Тер.}} \end{aligned} \quad (5.10)$$

где $\rho_{\text{Б.Х.М.}}$ – удельная мощность на освещение склада бестарного хранения муки и помещений тарного хранения муки, Вт/м² ($\rho_{\text{Б.Х.М.}} = 7-9$ Вт/м²); $\rho_{\text{О.В.}}$ – удельная мощность на освещение отделения воздуходувок, Вт/м² ($\rho_{\text{О.В.}} = 8 \div 12$ Вт/м²); $\rho_{\text{П.Д.З.}}$ – удельная мощность на освещение просеивательного, дрожжевого, заварочного, моечного отделения, Вт/м² ($\rho_{\text{П.Д.З.}} = 10 \div 12$ Вт/м²); ρ_T – удельная мощность на освещение тестоприготовительного, тосторазделочного, пекарного отделения, Вт/м² ($\rho_T = 12 \div 16$ Вт/м²); $\rho_{\text{М.С.}}$ – удельная мощность на освещение площадей материального склада, кладовых отходов, помещений водобаков, Вт/м² ($\rho_{\text{М.С.}} = 6 \div 8$ Вт/м²); $\rho_{\text{Прох.}}$ – удельная мощность на освещение проходов,

коридоров, лестничных пролетов, тамбуров, Вт/м² ($\rho_{\text{Прох}} = 4 \div 5$ Вт/м²); $\rho_{\text{А.Б.П.}}$ – удельная мощность на освещение административно-бытовых помещений, Вт/м² ($\rho_{\text{А.Б.П.}} = 12 \div 25$ Вт/м²); $\rho_{\text{х.э.}}$ – удельная мощность на освещение хлебохранилища и экспедиции, Вт/м² ($\rho_{\text{х.э.}} = 4 \div 5$ Вт/м²); $\rho_{\text{Тер}}$ – удельная мощность на освещение территории, Вт/м² ($\rho_{\text{Тер}} = 1 \div 2$ Вт/м²).

Расчет суммарной потребной активной мощности ведется, кВт:

$$P_n = k_{c.c.} (P_{y.c} + P_{y.осв}) \quad (5.11)$$

где $k_{c.c.}$ – средний коэффициент спроса для силовых нагрузок ($k_{c.c.} = 0,65$).

Расчет суммарной потребной реактивной мощности ведется, кВАр:

$$Q_n = k_{c.c.} (P_{y.c} \cdot \text{tg}\varphi_{c.o.} + P_{y.осв} \cdot \text{tg}\varphi_{осв}) \quad (5.12)$$

где $\text{tg}\varphi_{c.o.}$ – для силового оборудования ($\text{tg}\varphi_{c.o.} = 0,75 \div 0,85$); $\text{tg}\varphi_{осв}$ – для осветительного оборудования ($\text{tg}\varphi_{осв} = 0,33$).

Мощность трансформатора, кВА определяется по формуле:

$$S = \alpha \sqrt{P_n^2 + (Q_n - Q_{кб})^2} \quad (5.13)$$

где α – коэффициент несовпадения максимумов нагрузки отдельных цехов предприятия ($\alpha = 0,8 \div 0,96$).

С учетом неточности метода расчета (по коэффициенту спроса) принимаем резерв $k = 1,3$, рассчитаем мощность трансформатора, кВ·А:

$$S' = 1,3 \cdot S \quad (5.14)$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проектирование предприятий отрасли. Архитектурно-строительный и сантехнический разделы дипломного проекта : учебное пособие / Ю.Н. Виноградов [и др.]. - М. : МГУПБ, 1998 г.
2. Гаттилин, Н.Ф. Проектирование хлебозаводов / Н.Ф. Гаттилин. – М. : 1975 г., 373 с.
3. Пучкова, Л.И. Проектирование хлебопекарных предприятий с основами САПР / Л.И. Пучкова [и др.]. – М. : Колос, 1994 – 224 с.
4. Антипов С.Т. Машины и аппараты пищевых производств. Ч.1. : учебник для студ. вузов по спец. "Машины и аппараты пищ. произ-в" / С.Т. Антипов [и др.]. – М. : Высш.шк., 2001. - 703 с.
5. Хромеенков В.М. Технологическое оборудование хлебозаводов и макаронных фабрик / В.М. Хромеенков. – СПб. : ГИОРД, 2008. – 480 с.
6. Апет Т.К. Технология хлебопекарного производства. В 3-х частях. Часть 2. Гриф МО Республики Беларусь / Т.К. Апет. - Минск. : Беларусь, 2009.- 246 с.
7. Цыганова, Т.Б. Технология и организация производства хлебобулочных изделий / Т.Б. Цыганова. – М. : Академия, 2010. – 448 с.
8. Васюкова А.Т. Современные технологии хлебопечения / А.Т. Васюкова. – М. : Дашков и К°, 2011. – 224 с.
9. Сборник технологических инструкций для производства хлебобулочных изделий. – М. : «Хлебопром», 1989. – 493 с.
10. СНИП 11-89-90. Генеральные планы промышленных предприятий. М.: Стройиздат, 1998
11. СНИП 2.09.02-85. Производственные здания промышленных предприятий. М.: Стройиздат, 1998 г.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Рецептуры и физико-химические показатели хлебобулочных изделий

<i>Хлеб пшеничный из муки высшего сорта</i>		
Наименование сырья	Расход сырья на, 100 кг муки, кг	
Мука пшеничная высшего сорта	100	
Соль	1,25	
Дрожжи прессованные	1,0	
Масло растительное на смазку форм	0,15	
Итого сырья	102,4	
Физико-химические показатели		
Наименование показателя	Норма	
	Формового	Подового
Влажность мякиша не более, %	44	43
Кислотность мякиша не более, °Н	3	3
Пористость мякиша не менее, %	72,0	70
<i>Хлеб пшеничный из муки первого сорта</i>		
Наименование сырья	Расход сырья на, 100 кг муки, кг	
Мука пшеничная первого сорта	100	
Соль	1,3	
Дрожжи прессованные	0,7	
Масло растительное на смазку форм	0,15	
Итого сырья	102,15	
Физико-химические показатели		
Наименование показателя	Норма	
	Формового	Подового
Влажность мякиша не более, %	45	44
Кислотность мякиша не более, °Н	3	3
Пористость мякиша не менее, %	68	65
<i>Хлеб пшеничный из муки второго сорта</i>		
Наименование сырья	Расход сырья на, 100 кг муки, кг	
Мука пшеничная второго сорта	100	
Соль	1,3	
Дрожжи прессованные	0,5	
Масло растительное на смазку форм	0,15	
Итого сырья	101,95	
Физико-химические показатели		
Наименование показателя	Норма	
	Формового	Подового
Влажность мякиша не более, %	45	45
Кислотность мякиша не более, °Н	5	4
Пористость мякиша не менее, %	65	63

<i>Хлеб дарницкий</i>		
Наименование сырья	Расход сырья на, 100 кг муки, кг	
Мука хлебопекарная обдирная	60	
Мука пшеничная первого сорта	40	
Соль	1,4	
Дрожжи прессованные	0,5	
Итого сырья	101,9	
Физико-химические показатели		
Наименование показателя	Норма	
	Формового	Подового
Влажность мякиша не более, %	45	45
Кислотность мякиша не более, °Н	5	4
Пористость мякиша не менее, %	65	63
<i>Хлеб столичный</i>		
Наименование сырья	Расход сырья на, 100 кг муки, кг	
Мука хлебопекарная обдирная	50	
Мука пшеничная первого сорта	50	
Соль	1,5	
Дрожжи прессованные	0,5	
Сахар-песок	3,0	
Итого сырья	105	
Физико-химические показатели		
Наименование показателя	Норма	
	Формового	Подового
Влажность мякиша не более, %	45	45
Кислотность мякиша не более, °Н	5	4
Пористость мякиша не менее, %	65	63
<i>Хлеб ржаной</i>		
Наименование сырья	Расход сырья на, 100 кг муки, кг	
Мука ржаная обойная	100	
Соль	1,5	
Дрожжи прессованные	0,06	
Масло растительное на смазку форм	0,15	
Итого сырья	101,71	
Физико-химические показатели		
Наименование показателя	Норма	
	Формового	Подового
Влажность мякиша не более, %	51	51
Кислотность мякиша не более, °Н	12	12
Пористость мякиша не менее, %	48	45

<i>Батон нарезной из пшеничной муки 1-го сорта</i>	
Наименование сырья	Расход сырья на, 100 кг муки, кг
Мука пшеничная 1-го сорта	100
Соль	1,5
Дрожжи прессованные	1
Масло растительное на смазку форм	0,15
Маргарин	3,5
Итого сырья	106,15
Физико-химические показатели	
Наименование показателя	Норма
Влажность мякиша не более, %	43
Кислотность мякиша не более, °Н	3
Пористость мякиша не менее, %	68
Содержание сухих веществ в пересчете на сухое вещество не менее, %:	
сахара	5,2
жира	3,0
<i>Баранки из пшеничной муки 1-го сорта</i>	
Наименование сырья	Расход сырья на, 100 кг муки, кг
Мука пшеничная 1-го сорта	100
Соль	1,5
Сахар	1,0
Дрожжи прессованные	0,25
Масло растительное на смазку форм	0,15
Итого сырья	102,9
Физико-химические показатели	
Наименование показателя	Норма
Влажность мякиша не более, %	15
Кислотность мякиша не более, °Н	3
Пористость мякиша не менее, %	68
Содержание сухих веществ в пересчете на сухое вещество не менее, %:	
сахара	14,4
жира	2,30

Приложение 2

Ориентировочные площади подсобно-производственных помещений, м²

Наименование помещений	Для предприятий мощностью, т/сут		
	До 30	От 30 до 100	Более 100
Лаборатория	12 ÷ 18	36 ÷ 72	72
Ремонтно-механический цех	20	36 ÷ 72	72
Столярная мастерская	20	36 ÷ 40	60
Мастерская КИП и автоматики	–	18 ÷ 24	36
Помещение дежурных слесарей и электромонтеров	8 ÷ 10	12 ÷ 18	24
Помещения для производственного инвентаря	6	6 ÷ 12	18
Помещения для уборочного инвентаря	1,2 ÷ 4	1,2 ÷ 4	1,2 ÷ 4
Материальный склад	18	24 ÷ 48	54
Помещение для пожарного инвентаря	10	12 ÷ 18	24
Помещения для отходов	6	9 ÷ 12	12 ÷ 18
Помещение для пульта управления	–	24	36
Навес для хранения громоздких материалов	24	36 ÷ 48	54

Приложение 3

Сроки хранения, расход сырья и нагрузка на 1 м² площади тарного склада

Сырье	Запас сырья, сут (срок хранения)	Расход сырья, %	Принятый способ хранения	Нагрузка на 1 м ² пола загруженной части склада q_1 , кг	Средняя нагрузка в кг на 1 м ² с учетом коэффициента q_{cp}	Средняя площадь на 1 т сырья, м ²
1	2	3	4	5	6	7
Мука	7	100	В силосах или в мешках в 8-12 рядов	1200 1850	650 1000	1,54 1,00
Соль	15	1,5 ÷ 2,5	В ларях	1200	800	1,25
Сахар	15	5	В мешках 8 рядов	1200	800	1,25
Солод	10	3 ÷ 5	В мешках силосах	1000	660	1,5
Растительное масло на смазку форм и частей оборудования, соприкасающихся с тестом	15	0,15	В бочках или баках	1000	660	1,5

Продолжение приложения 3

1	2	3	4	5	6	7
Молоко	1	По рецептуре	В бидонах на полу	600	400	2,5
Масло животное, маргарин	5	6	В бочках и ящиках	600	400	2,5
Яйца, меланж	5	0,6 ÷ 1	В ящиках	450	300	3,3
Дрожжи прессованные	3	1 ÷ 2	В ящиках в 5-6 ярусов	800	540	1,85
Патока	15	2 ÷ 10	В бочках	1000	660	1,5

Приложение 4

Количество муки q на 100 л емкости для брожения, кг

Мука	Закваска	Опара	Тесто
<i>Ржаная:</i>			
обойная	45	36	41
обдирная 87%-ная	40	–	38
<i>Пшеничная:</i>			
обойная	–	34	39
II сорта	–	30	37,5
I сорта	–	25	35
высшего сорта	–	23	30

Приложение 5

Занятость оборудования

Стадии процессов	Продолжительность	
	Замеса ($\tau_{зам}$, мин)	Брожения $T_{бр}$, мин
Приготовление ржаной закваски	5,5 ÷ 6,0	240 ÷ 270
Приготовление ржаного теста	6,5 ÷ 7	90 ÷ 120
Приготовление опары из II-сорта	5 ÷ 6	210 ÷ 240
Приготовление пшеничного теста из муки I и высшего сорта	7 ÷ 5	75 ÷ 90
Приготовление пшеничного теста из муки II сорта без опарным способом	7,5 ÷ 8,5	150 ÷ 180

Приложение 6

Основные показатели тестоделительных машин

Тип тестоделителя	Вид теста	Масса по хлебу, кг	Производительность кусков в минуту
Кузбасс	Ржаное, ржано-пшеничное, пшеничное из обойной муки	0,8 ÷ 1,5	16 ÷ 60
ХДФ-М2	Ржаное, ржано-пшеничное, пшеничное из обойной муки	0,5 ÷ 1,5	16 ÷ 48
А2-ХТН	Пшеничное из муки I, II и высшего сорта	0,2 ÷ 1	8 ÷ 60
РМК-60А	Пшеничное из муки I, II и высшего сорта	0,05 ÷ 0,55	54 ÷ 75

СОДЕРЖАНИЕ

1 Расчет технологического плана производства хлебных изделий	3
2 Расчет основных, подсобных и складских помещений	8
3 Расчет и подбор основного оборудования	13
4 Санитарно-технические расчеты	19
5 Расчет системы энергоснабжения предприятия	24
Список литературы	28
Приложения	29

Учебное издание

Шамшин Алексей Сергеевич
кандидат технических наук, доцент

Сагдеев Айрат Адиевич
кандидат технических наук, доцент

Галимова Альбина Талгатовна
старший преподаватель

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТРАСЛИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Корректор Габдурахимова Т.М.
Худ.редактор Федорова Л.Г.

Сдано в набор 18.05.2012
Подписано в печать 31.05.2012.
Бумага писчая. Гарнитура Таймс.
Усл.печ.л. 2,2. Тираж 100.
Заказ №31.

НХТИ (филиал) ФГОУ ВПО «КНИТУ»,
г.Нижнекамск, 423570, ул.30 лет Победы, д.5а.

