

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**А.В. Ермолаева**

# **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТРАСЛИ**

**Учебно-методическое пособие  
к выполнению практических работ**

*для студентов всех форм обучения по направлению подготовки  
бакалавров 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья»  
профиль «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий»*

**Часть 1**

**Благовещенск  
Издательство ДальГАУ  
2015**

УДК [378.16:664] (027)

Ермолаева, А.В. Проектирование предприятий отрасли: учебно-методическое пособие / сост. А.В. Ермолаева. – Благовещенск: Дальневосточный ГАУ, 2015. – 46 с.

Пособие для выполнения практических работ составлено в соответствии с требованиями к обязательному минимуму содержания основных образовательных программ направлений Федеральных государственных образовательных стандартов.

Включает теоретические вопросы курса и указания к выполнению отдельных заданий, в которых содержатся расчеты, порядок вычислений, а также задания для закрепления изученного материала.

Предназначено для студентов всех форм обучения по направлению подготовки бакалавров 19.03.02 – Продукты питания из растительного сырья, профиль «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий».

Рецензенты:        К.Р. Бабухадия, канд.техн.наук, доцент;  
                              Н.О. Карачевцева, канд.с.-х.наук

Рекомендовано к печати в издательстве Дальневосточного ГАУ методическим советом технологического факультета Дальневосточного государственного аграрного университета (Протокол №3 от 26 ноября 2014 года).

Издательство Дальневосточный ГАУ  
2015

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ                                                                                                                                                                                      | 4  |
| ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1 Техничко-экономическое обоснование строительства. Обоснование и выбор ассортимента.<br>Расчет производственной мощности хлебопекарного предприятия и макаронной фабрики | 6  |
| ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2 Расчет производительности основного оборудование. Построение графика работы печей                                                                                       | 16 |
| ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 3 Составление и оформление технологических схем                                                                                                                           | 31 |
| ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 4 Принципы компоновки технологического оборудования                                                                                                                       | 37 |
| Список литературы                                                                                                                                                                             | 39 |
| Приложение                                                                                                                                                                                    | 41 |

## ВВЕДЕНИЕ

Целями освоения дисциплины «Проектирование предприятий отрасли» являются: формирование компетенций, направленных на получение теоретических знаний и практических навыков в области проектирования предприятий отрасли, ознакомление с нормами и правилами проектирования промышленных предприятий; приобретение навыков и проведении технологических расчетов при проектировании; усвоение знаний для выполнения выпускных квалификационных работ.

Задачами преподавания дисциплины являются усвоение студентами основных этапов проектирований предприятий отрасли в соответствии с деятельностью специалиста, знать классификацию предприятий хлебопекарной, кондитерской и макаронной промышленности, знать организацию технологического процесса на этих предприятиях, рецептуры и технологию приготовления изделий, владение теоретическими основами проектирования, организацией и проектированием компоновочных узлов, расчета и подбора оборудования.

Данная дисциплина необходима для успешного выполнения курсовых проектов, выпускных квалификационных работ и дальнейшей профессиональной деятельности.

Освоение дисциплины «Проектирование предприятий отрасли» требует знаний, полученных ранее при изучении дисциплин «Процессы и аппараты пищевых производств», «Инженерная и компьютерная графика», «Тепло- и хладотехника», «Технологическое оборудование предприятий отрасли» «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий», «Основы промышленного строительства»

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

**Знать:**

- основные нормы и правила технологического проектирования, СНиПы, СанПиНы, нормативы обеспечивающие охрану окружающей среды;
- действующие стандарты и технические условия или регламент на сырье и готовые изделия;
- технологические инструкции на производство изделий;
- нормативные рецептуры на изделия;
- информационные технологии применяемы в курсовом проектировании, программы «КОМПАС-3D», «AutoCAD».

**Уметь:**

- применять в проекте новейшие достижения науки и техники;
- рационально использовать топливно-энергетические, трудовые и материальные ресурсы, застраиваемые территории и производственные площади;
- повышать комфортность бытовых помещений;

**Владеть:**

- навыками расчетов хлебопекарного производства;
- навыками расчетов кондитерского производства;
- навыками расчетов макаронного производства;
- навыками работы с нормативно-технической и справочной литературой.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1

**ТЕМА:** Техничко-экономическое обоснование строительства. Обоснование и выбор ассортимента. Расчет производственной мощности хлебопекарного предприятия и макаронной фабрики.

Проектирование начинают с обоснования строительства предприятия, определения его мощности, выбора ассортимента изделий, технологической схемы, способов приготовления продукции, степени механизации и автоматизации производства.

### ***1.1. Расчет производственной мощности хлебопекарного предприятия***

На основании данных о численности населения в городе, где предусматривается строительство, нормы потребления хлебобулочных изделий на душу населения, роста численности населения на ближайшие 5-10 лет, рассчитывают производственную мощность хлебозавода. Для определения численности потребителей хлебобулочных изделий, следует учитывать не только коренное население города, но и население пригорода и приезжих. Норма потребления хлеба на душу населения условно принимается 350 – 400 г в сутки, прирост  $f = 2...4 \%$ . Мощность предприятия рассчитывают с учетом резерва производственной мощности на период остановок оборудования на капитальный и профилактический ремонт, либо на случай временного увеличения спроса на хлебобулочные изделия в разные дни недели и годы. В связи с этим коэффициент использования мощности принимают равный 0,7...0,8. Для наиболее полного обеспечения населения хлебобулочной продукцией для проектируемого предприятия подбирают ассортимент на основе маркетинговых исследований с учетом уже выпускаемых хлебобулочных изделий на других предприятиях города.

#### Пример

Рассчитать мощность хлебозавода.

Исходные данные:

Численность населения в населенном пункте в настоящее время

$$N_0 = 120000 \text{ чел.}$$

Норма потребления хлеба на душу населения

$$q = 0,4 \text{ кг/}(\text{сут} \cdot \text{чел});$$

Мощность хлебозаводов имеющих в данном населенном пункте

$$P_0 = 45000 \text{ кг/сут};$$

Среднегодовой прирост населения  $f = 2,5\%$ ;

Ассортимент выпускаемой продукции в долях:

хлеб белый из пшеничной муки высшего сорта – 40%

хлеб ржаной заварной – 60%

Определяем коэффициент прироста населения в городе:

$$k = \left(1 + \frac{f}{100}\right)^{10} = \left(1 + \frac{2,5}{100}\right)^{10} = 1,28; \quad (1)$$

Численность населения через 10 лет:

$$N_{10} = N_0 * \left(1 + \frac{f}{100}\right)^{10} = N_0 * k = 120000 * 1,28 = 153600 \text{ чел.}; \quad (2)$$

где  $N_0$  - имеющаяся численность населения, тыс. чел;

$f$  - ежегодный прирост населения, %.

Потребность в хлебе через 10 лет:

$$Q_{10} = q * N_{10} = 0,4 * 153600 = 61440 \text{ кг/сут.}; \quad (3)$$

где  $q$  - норма потребления хлебобулочных изделий, кг/(сут\*чел).

Мощность проектируемого хлебозавода с учетом коэффициента мощности 0,8:

$$P_x = \frac{(Q_{10} - P_0)}{0,8} = \frac{(61440 - 45000)}{0,8} = 20550 \text{ кг/сут.}; \quad (4)$$

где  $P_0$  - имеющаяся мощность хлебозавода в данном населенном пункте, кг/сут;

0,8 – коэффициент использования мощности завода.

Принимаем ассортимент хлеба:

– хлеб белый из муки пшеничной высшего сорта

$$Q^{Б.} = \frac{Q \cdot \text{ассорт.доля}}{100} = \frac{20550 \cdot 40}{100} = 8220 \text{ кг/сут.}; \quad (5)$$

– хлеб ржаной заварной

$$Q^{Р.} = \frac{Q \cdot \text{ассорт.доля}}{100} = \frac{20550 \cdot 60}{100} = 12330 \text{ кг/сут.} \quad (6)$$

## ***1.2. Расчет производственной мощности макаронной фабрики***

Подбор ассортимента макаронных изделий следует проводить в соответствии с возможностями основного оборудования и рекомендациями, приведёнными в инструкции по технологическому проектированию предприятий макаронной промышленности. Примерный состав по видам макаронных изделий:

1) в зависимости от сорта муки:

- макаронные изделия из муки первого сорта - 25-30 %;
- макаронные изделия из муки высшего сорта - 70-75 %;

2) по типу макаронных изделий:

- трубчатые (макароны) - 40 %;
- нитевидные (вермишель) - 30-35 %;
- ленточные (лапша) - 5-10 %;
- рожки, перья - 8-10 %;
- фигурные (ракушки, суповые засыпки и улитки) - 10-12 %;

3) с обогатителями - 10-15 %.

На основании рекомендаций формируется состав продукции предприятия по ассортименту, т.е. определяется количество изделий (%) по группам и видам.

Ассортимент макаронных изделий должен включать 8-10 наименований различных типов, подтипов и видов. Примерный перечень ассортимента продукции представлен в таблице 1.

Таблица 1

## Ассортимент макаронных изделий

| Наименование изделий              | Количество изделий по видам |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| Длинные изделия:                  |                             |
| - макароны соломка Ø 3,6 мм       | 40                          |
| - вермишель обыкновенная Ø 1,5 мм | 3                           |
| - вермишель любительская Ø 1,8 мм | 3                           |
| - лапша широкая                   | 4                           |
| - Итого:                          | 50                          |
| Короткие изделия:                 |                             |
| - рожки обыкновенные              | 5                           |
| - перья любительские              | 5                           |
| - лодочки                         | 11                          |
| - лапша узкая                     | 5                           |
| - вермишель паутинка              | 24                          |
| - Итого:                          | 50                          |
| - Всего:                          | 100                         |

Суточная производственная мощность фабрики определяется исходя из ее годовой производственной мощности и годового фонда рабочего времени по формуле:

$$P_{\text{сут.гр.}} = \frac{P_{\text{год}} \times C}{T \times 100}, \quad (7)$$

где  $P_{\text{сут.гр.}}$  - суточная производственная мощность фабрики, т/сут;

$P_{\text{год}}$  - производственная мощность, т/год;

$C$  - количество изделий группы изделий, %;

$T$  - годовой фонд рабочего времени, дни.

Годовой фонд рабочего времени принимается в зависимости от вида основного технологического оборудования, на котором планируется выпуск изделий каждой группы. Годовой фонд составляет для автоматизированных

линий - 304 дня (6992 час), для поточно-механизированных линий - 248 дней (5706 час).

Расчет годового фонда рабочего времени основного ведущего оборудования: автоматизированных и поточно-механизированных линий приведен в приложении 2 таблицах 1,2.

На основании суточной мощности фабрики по отдельным группам изделий рассчитывается суточная мощность по видам изделий. Пример расчета суточной производственной мощности фабрики в ассортименте представлен в табл. 2.

Таблица 2

## Суточная производственная мощность фабрики в ассортименте

| Наименование                      | Производственная мощность |     |
|-----------------------------------|---------------------------|-----|
|                                   | т/сут                     | %   |
| Длинные изделия:                  |                           |     |
| - макароны соломка Ø 3,6 мм       | 28,94                     | 40  |
| - вермишель обыкновенная Ø 1,5 мм | 2,17                      | 3   |
| - вермишель любительская Ø 1,8 мм | 2,17                      | 3   |
| - лапша широкая                   | 2,88                      | 4   |
| Итого:                            | 36,18                     | 50  |
| Короткорезанные изделия:          |                           |     |
| - рожки обыкновенные              | 3,6                       | 5   |
| - перья любительские              | 3,6                       | 5   |
| - лодочки                         | 7,95                      | 11  |
| - лапша узкая                     | 3,6                       | 5   |
| - вермишель паутинка              | 17,36                     | 24  |
| Итого:                            | 36,18                     | 50  |
| Всего:                            | 72,36                     | 100 |

Среднегодовая мощность определяется суммированием наличной мощности на начало года со среднегодовым вводом мощности, за вычетом среднегодового выбытия мощности.

Среднегодовой ввод или выбытие мощности рассчитываются путем умножения вводимой или выбывающей мощности на число месяцев её действия в году и деления полученного результата на 12.

Расчет производственной мощности осуществляется в соответствии с инструкцией по определению производственных мощностей, предприятий макаронной промышленности всех форм подчиненности.

Производственная мощность макаронного предприятия рассчитывается в тоннах макаронных изделий в час, в год, в том числе изделий в расфасованном виде.

Часовая производственная мощность поточных механизированных и автоматизированных линий при выработке планового ассортимента макаронных изделий рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{л}} = A_1 \times H_1 \times K_1 + A_2 \times H_2 \times K_2 + A_3 \times H_3 \times K_3 + \dots + A_n \times H_n \times K_n, \quad (8)$$

где  $M_{\text{л}}$  - часовая производственная мощность поточных механизированных и автоматизированных линий, кг/час;

$A_1, A_2, A_3, A_n$  - количество однотипных линий;

$H_1, H_2, H_3, H_n$  - техническая норма производительности данной линии при выработке базового ассортимента изделий, кг/час;

$K_1, K_2, K_3, K_n$  - ассортиментный коэффициент для линий представляет собой отношение технической нормы производительности линии при выработке планового ассортимента к технической норме производительности линии на базовом ассортименте.

Часовая производственная мощность формовочного оборудования рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{ф}} = B_1 \times T_1 \times \Phi_1 + B_2 \times T_2 \times \Phi_2 + B_3 \times T_3 \times \Phi_3 + \dots + B_n \times T_n \times \Phi_n, \quad (9)$$

где  $M_{\text{ф}}$  - часовая производственная мощность формовочного оборудования, кг/час;

$B_1, B_2, B_3, B_n$  - количество однотипного формовочного оборудования;

$T_1, T_2, T_3, T_n$  - техническая норма производительности формовочного оборудования при выработке базового ассортимента изделий, кг/час;

$\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \Phi_n$  - ассортиментный коэффициент для формовочного оборудования.

Производственная мощность сушильного оборудования рассчитывается по формуле:

$$M_c = B_1 \times P_1 \times C_1 + B_2 \times P_2 \times C_2 + B_3 \times P_3 \times C_3 + \dots + B_n \times P_n \times C_n, \quad (10)$$

где  $M_c$  - производственная мощность сушильного оборудования, кг/час;

$B_1, B_2, B_3, B_n$  - количество однотипного сушильного оборудования;

$P_1, P_2, P_3, P_n$  - техническая норма производительности сушильного оборудования при выработке базового ассортимента изделий, кг/час;

$C_1, C_2, C_3, C_n$  - ассортиментный коэффициент для сушильного оборудования (приложение 3 таблица 1, 2).

Базовым ассортиментом называются все виды изделий, ассортиментный коэффициент которых равен 1.

Производственная мощность оборудования для фасовки макаронных изделий рассчитывается по формуле:

$$M_p = D_1 \times E_1 + D_2 \times E_2 + \dots + D_n \times E_n, \quad (11)$$

где  $M_p$  - производственная мощность оборудования для фасовки макаронных изделий, кг/час;

$D_1, D_2, D_n$  - количество однотипного фасовочного оборудования;

$E_1, E_2, E_n$  - техническая норма производительности фасовочного оборудования, кг/час.

Производительность фасовочного оборудования, установленного в автоматизированной линии, рассчитывается с учетом производительности этой линии.

Ассортиментные коэффициенты рассчитываются отдельно для каждой группы основного технологического оборудования - автоматизированных линий, поточно-механизированных линий, автономно установленного формовочного и сушильного оборудования.

Для расчета ассортиментного коэффициента плановый выпуск готовых изделий на год условно распределяется между наличным основным технологическим оборудованием. Ассортиментный коэффициент высчитывается как

средневзвешенная величина переводного коэффициента, приведённого в приложении 3 таблица 1, 2.

Пример определения ассортиментного коэффициента для групп оборудования приведен в табл. 3.

Таблица 3

Пример определения ассортиментного коэффициента для групп оборудования

| Годовой выпуск изделий по плану |           | Наименование групп оборудования, принятого для выработки изделий                     | Переводной коэффициент использования мощности оборудования |            |       |                            |
|---------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------|-------|----------------------------|
| наименование изделий            | тыс. тонн |                                                                                      | формовочного                                               | сушильного | линий | ассортиментный коэффициент |
| Макароны обыкновенные           | 2,0       | Автономно установленные прессы ЛПЛ-2М и сушилки 2ЦАГИ -700                           | 1                                                          | 1          | -     | 0,95                       |
| Макароны особые                 | 2,0       |                                                                                      | 1                                                          | 0,9        | -     | 0,95                       |
| Макароны соломка Ø 4,0 мм       | 1,1       | Автоматизированные линии ЛМГ                                                         | -                                                          | -          | 0,97  | 0,99                       |
| Макароны соломка Ø 3,6 мм       | 4,0       |                                                                                      | -                                                          | -          | 1     | 0,99                       |
| Вермишель и лапша               | 3,0       | Поточно-механизированные линии для производства короткорезанных изделий ЛПЛ2М, СПК45 | -                                                          | -          | 1     | 0,92                       |
| Вермишель и лапша тонкая        | 0,5       |                                                                                      | -                                                          | -          | 0,95  | 0,92                       |
| Рожки                           | 1,2       |                                                                                      | -                                                          | -          | 1     | 0,92                       |
| Алфавит                         | 1,1       | -                                                                                    | -                                                          | -          | 0,6   | 0,92                       |
| Всего:                          | 14,9      | -                                                                                    | -                                                          | -          | -     | -                          |

Степень использования производственной мощности предприятия характеризуется коэффициентом использования, который представляет собой отношение годового выпуска продукции к среднегодовой мощности. Коэффициент использования производственной мощности всегда меньше единицы.

Пример расчета производственной мощности приведен в таблице 4.

Таблица 4

## Пример расчета производственной мощности

| Наименование основного технологического оборудования, принятого для определения мощности и его краткая техническая характеристика | Наличие оборудования | Принятая техническая норма производительности оборудования, кг/час | Ассортиментный коэффициент | Производственная мощность наличного оборудования, кг/час | Годовой фонд работы оборудования в часах по плану, принятый в расчёте мощности, час | Годовая производственная мощность тонн готовых изделий, т/год |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Автоматизированные и поточно-механизированные линии                                                                               |                      |                                                                    |                            |                                                          |                                                                                     |                                                               |
| Автоматизированные линии ЛМГ                                                                                                      | 2                    | 417                                                                | 0,97                       | 809                                                      | 5706                                                                                | -                                                             |
| Поточно-механизированные линии из прессов ЛПЛ2-М и сушилок СПК-45                                                                 | 3                    | 357                                                                | 0,92                       | 984                                                      | 5706                                                                                | -                                                             |
| Итого:                                                                                                                            | 5                    | -                                                                  | -                          | 1793                                                     | 5706                                                                                | 10 231                                                        |
| Автономно установленное оборудование                                                                                              |                      |                                                                    |                            |                                                          |                                                                                     |                                                               |
| а) формовочное                                                                                                                    |                      |                                                                    |                            |                                                          |                                                                                     |                                                               |
| Шнековый пресс ЛПЛ-2М                                                                                                             | 4                    | 428                                                                | 1                          | 1712                                                     | -                                                                                   | -                                                             |
| Итого (по формовочному оборудованию)                                                                                              | 4                    | -                                                                  | -                          | 1712                                                     | -                                                                                   | -                                                             |
| б) сушильное                                                                                                                      |                      |                                                                    |                            |                                                          |                                                                                     |                                                               |
| Сушилка бескалориферная 2ЦАГИ-700                                                                                                 | 40                   | 47                                                                 | 0,95                       | 1786                                                     | 5706                                                                                | -                                                             |
| Итого (по сушильному оборудованию)                                                                                                | 40                   | -                                                                  | -                          | 1786                                                     | 5706                                                                                | -                                                             |
| По автономно установленному оборудованию                                                                                          | -                    | -                                                                  | -                          | 1712                                                     | 5706                                                                                | 9768                                                          |
| Производственная мощность, принятая в целом по фабрике (цеху)                                                                     | -                    | -                                                                  | -                          | 3505                                                     | 5706                                                                                | 20 000                                                        |
| В том числе расфасованных изделий                                                                                                 |                      |                                                                    |                            |                                                          |                                                                                     |                                                               |
| Полуавтомат АП1-Д                                                                                                                 | -                    | 1                                                                  | -                          | 812                                                      | 3804                                                                                | 3089                                                          |

### Таблица 5

[illegible]

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2

**ТЕМА:** Расчет производительности основного оборудования. Построение графика работы печей

Производительность хлебопекарного предприятия определяется количеством и максимальной производительностью установленных хлебопекарных печей при полном использовании прочего технологического оборудования. При проектировании хлебопекарных предприятий предусматривается установка 2-6 производственных линий, обеспечивающих бесперебойную выработку широкого ассортимента хлеба и булочных изделий. Предполагается двух- или трёхсменный режим работы предприятия.

Основным элементом технологического расчёта проектируемого предприятия является расчёт производительности печей, в результате которого уточняется производительность хлебозавода и на этой основе выбирается и рассчитывается оборудование других отделений.

При выборе хлебопекарных печей учитывают производительность предприятия, вырабатываемый ассортимент, способ обогрева печей, наиболее целесообразный для места строительства предприятия. От выбора печей зависит эффективность работы предприятия: производительность, качество выпускаемых изделий, расход топлива, пара, электроэнергии. Техническую характеристику печей выбирают по каталогам.

Под производительностью печей подразумевается выработка принятого ассортимента продукции в единицу времени. Различают часовую, сменную и суточную производительность печей.

При расчёте производительности печей учитывают следующее:

- степень механизации печной установки;
- тип пекарной камеры;
- способ выпечки изделий.

По способу выпечки различают изделия: формовые, выпекаемые в формах; подовые, выпекаемые непосредственно на поду или на подиках люльчатых печей, и листовые, выпекаемые на листах-противнях.

На хлебопекарных предприятиях устанавливают от двух до шести однотипных печей. За каждой печью закрепляется ассортимент изделий, имеющих небольшие различия в массе, из одного сорта муки, а также с одинаковым способом тестоприготовления.

### **1.1 Расчет часовой производительности печей**

Часовая производительность рассчитывается для каждого наименования изделия.

Исходные данные для расчета приводятся в виде таблицы (табл. 6).

Таблица 6

Исходные данные для расчета часовой производительности печей

| Наименования изделия | Масса изделия | Размер изделия, мм |       |         | Продолжительность выпечки, мин | Марка печи | Размеры пода (люльки) печи, мм |        | Количество люлек в печи, шт | Количество изделий на 1 люльке, шт |
|----------------------|---------------|--------------------|-------|---------|--------------------------------|------------|--------------------------------|--------|-----------------------------|------------------------------------|
|                      |               | ширина             | длина | диаметр |                                |            | длина                          | ширина |                             |                                    |
|                      |               |                    |       |         |                                |            |                                |        |                             |                                    |
|                      |               |                    |       |         |                                |            |                                |        |                             |                                    |
|                      |               |                    |       |         |                                |            |                                |        |                             |                                    |

#### **1.1.1 Расчет часовой производительности печей тоннельного типа**

Часовая производительность печи тоннельного типа определяется по формуле

$$P_{\text{ч}} = \frac{n \cdot g \cdot 60}{\tau_{\text{в}}}, \quad (12)$$

где  $P_{\text{ч}}$  - часовая производительность печи, кг/ч;

$n$  - количество тестовых заготовок в печи, шт;

$g$  - масса изделия, кг;

$\tau_{\text{в}}$  - продолжительность выпечки изделий, мин.

Так как хлебобулочные изделия в основном вырабатываются штучными, их масса -  $g$  - является стандартным показателем качества и определяется стандартами на данное наименование или группу изделия.

В конвейерных печах процесс загрузки тестовых заготовок в печь, выпечки и выгрузки осуществляется непрерывно, поэтому в расчётах учитывают продолжительность выпечки -  $\tau$ , указанную в технологических инструкциях.

Количество тестовых заготовок -  $n$ , одновременно находящихся в печи, определяется в зависимости от способа выпечки.

При выпечке изделий на поду количество тестовых заготовок определяется по формуле,

$$n = n_1 * n_2, \quad (13)$$

где  $n$  - количество заготовок, одновременно находящихся в печи, шт;

$n_1$  - количество заготовок по ширине пода печи, шт;

$n_2$  - количество заготовок по длине пода печи, шт.

Количество заготовок в печи определяется по формулам  
по ширине (количество в ряду)

$$n_1 = \frac{(B - a)}{(b + a)}, \quad (14)$$

по длине (количество рядов)

$$n_2 = \frac{(L - a)}{(l + a)} \quad (15)$$

где  $B$  - ширина пода печи, мм;

$a$  - расстояние между тестовыми заготовками, мм;

$l$  - длина изделия, мм;

$L$  - длина пода печи, мм;

$b$  - ширина изделия, мм.

При расчёте по формулам (14) и (15) следует учесть, что тестовые заготовки могут также располагаться таким образом, когда ширина изделия ориентирована по длине пода печи, а длина изделия - по ширине пода печи.

Расстояние между тестовыми заготовками (зазор) -  $a$  - принимается равным 20 - 50 мм. Если готовые изделия должны иметь притиски, то зазор принимается равным 5 - 10 мм. Полученные данные округляются до меньшей целой цифры.

Следует учесть, что размещение заготовок на поду печи в комплексно-механизированных линиях имеют строго определенный порядок, обусловленный конструкцией посадчика. Так, батоны массой 0,4; 0,5 кг размещают по 6 штук в одном ряду по ширине пода, хлеб круглой формы массой 0,7-1 кг - по 8 штук; булки городские массой 0,2 кг - 8 штук.

При расчете количества изделий на поду печи следует учитывать конструкцию механизированного посадчика, которая зависит от марки шкафа окончательной расстойки тестовых заготовок.

Так, например, при приготовлении круглого хлеба массой 0,5 ... 1,0 кг в тоннельной печи целесообразно установить конвейерный шкаф Т1-ХР2-3, посадчик которого укладывает по ширине пода печи 8 тестовых заготовок. При выработке батонов устанавливают расстойные шкафы РШВ, посадчики которых укладывают по ширине пода печи по 6 батонов или городских булок, располагая их длиной вдоль фронта печи.

Часовая производительность печи при выпечке изделий на листах определяется по формуле, кг/ч:

$$P_q = \frac{N \cdot n \cdot n_l \cdot g \cdot 60}{\tau_B}, \quad (16)$$

где  $g$  – масса одного изделия, кг;

$\tau_B$  – продолжительность выпечки, мин;

$N$  – количество рабочих люлек в печи или число рядов листов по длине ленты печи, шт;

$n$  – количество изделий на листе, шт;

$n_L$  – количество листов на люлке, или листов в одном ряду ленточной печи, шт.

Часовая производительность печи при производстве соломки определяется по формуле, кг/ч:

$$P_q = \frac{n \cdot g \cdot 60}{\tau_B}, \quad (17)$$

где  $g$  – масса одного изделия, кг;

$\tau_B$  – продолжительность выпечки, мин;

$n$  – количество соломки на поду, шт, определяется по формуле:

$$n = n_1 * n_2, \quad (18)$$

где  $n_1$  – количество рядов по ширине, шт,

$n_2$  – количество изделий по длине пода, шт,

Количество рядов по ширине рассчитывается по формуле

$$n_1 = \frac{(B - a)}{(b + a)}; \quad (19)$$

Количество изделий по длине пода

$$n_2 = \frac{L}{l}; \quad (20)$$

где  $B$  – ширина пода печи, мм;

$L$  – длина пода печи, мм;

$b$  – ширина соломки, мм;

$l$  – длина соломки, мм.

$a$  – зазор между изделиями,  $a = 3 \dots 5$  см;

Часовая производительность печи при выпечке пряников, печения определяется по формуле, кг/ч :

$$P_{\text{ч}} = \frac{N \cdot n \cdot K_{\text{зап}} \cdot K_o \cdot 60}{\tau_B \cdot n_B}, \quad (21)$$

где  $n_{\text{п}}$  – количество штук в 1 кг;

$\tau_B$  – продолжительность выпечки, мин;

$N$  – количество листов в печи, шт;

$n$  – количество изделий на листе, шт;

$K_{\text{зап}}$  – коэффициент запаса (0,98);

$K_o$  – коэффициент отбраковки (0,95).

### **1.1.2 Расчет часовой производительности печей тупикового типа**

Часовая производительность печей тупикового типа определяется по формуле:

$$P_{\text{ч}} = \frac{N \cdot n_{\text{л}} \cdot g \cdot 60}{\tau_B}, \quad (22)$$

где  $g$  – масса одного изделия, кг;

$\tau_B$  – продолжительность выпечки, мин;

$N$  – количество рабочих люлек в печи, шт;

$n$  – количество изделий на листе, шт;

$n_{\text{л}}$  – количество тестовых заготовок на люльке, шт.

Количество рабочих люлек в печи приведено в технической характеристике причём, количество рабочих люлек зависит от их ширины. Люльки шириной 220мм предназначены для размещения форм, а шириной 350 мм - листов или подиков. Количество тестовых заготовок -  $n_{\text{л}}$ , находящихся на люльке печи, определяется в зависимости от способа выпечки.

При выборе расстойно-печных агрегатов на базе тупиковых печей в комплексно-механизированных линиях для формового хлеба следует учитывать, что количество форм на люльке размером 2000х220 мм или 1920х220 мм равно 16 штук. При выпечке изделий на листах на одной люльке размещают 3 листа размером 620х340 мм.

При выпечке подовых изделий в тупиковых печах рассчитывают количество тестовых заготовок на люльке по формулам

$$n_l = n_1 n_2, \quad (23)$$

$$n_1 = \frac{(B_{\text{люл}} - a)}{(b - a)}, \quad (24)$$

$$n_2 = \frac{(L_{\text{люл}} - a)}{(b - a)} \quad (25)$$

где  $n_1$  - количество заготовок по ширине люльки, шт;

$n_2$  - количество заготовок по длине люльки

$B_{\text{люл}}$  - ширина люльки, мм;

$a$  - расстояние между тестовыми заготовками, мм;

$l$  - длина изделия, мм;

$L_{\text{люл}}$  - длина люльки, мм;

$b$  - ширина изделия, мм.

При расчёте следует учесть, что тестовые заготовки могут располагаться на люльке также следующим образом: ширина изделия ориентирована по длине люльки, а длина изделия - по ширине люльки.

### ***1.1.3 Расчёт часовой производительности печей с периодической загрузкой***

Часовая производительность печей с периодической загрузкой (шкафного типа) определяется по формуле

$$P_{\text{сут}} = \frac{P_q \cdot T}{1000}, \quad (26)$$

где  $P_q$  - часовая производительность, кг/ч;

$n$  - количество тестовых заготовок в печи, шт;

$g$  - масса изделия, кг;

$\tau_n$  - продолжительность подооборота, мин.

Технологический цикл выпечки в этих печах включает в себя продолжительность загрузки заготовок, их выпечки и выгрузки готовых изделий.

Продолжительность подооборота, соответствующая технологическому циклу выпечки, рассчитывается по формуле

$$\tau_n = \tau + \tau_z + \tau_p, \quad (27)$$

где  $\tau_n$  - продолжительность подооборота, мин;

$\tau$  - продолжительность выпечки, мин;

$\tau_z$  - продолжительность загрузки печи, мин;

$\tau_p$  - продолжительность разгрузки печи, мин.

Продолжительность загрузки и разгрузки печи принимаются равными по 5-10 мин.

В печах шкафного типа, как правило, выпечку осуществляют в формах и на листах - противнях. Количество размещаемых в печи форм и противней приводится в технической характеристике печи. Количество тестовых заготовок на листе рассчитывается по формулам.

### ***1.2 Расчёт суточной производительности печей***

Суточная производительность печи, т/сут рассчитывается по формуле

$$P_{\text{сут}} = \frac{P_{\text{ч}} * T}{1000}, \quad (28)$$

где  $T$  – продолжительность работы печи по выработки изделий, ч;

1000 – перевод размерностей кг/сут в т/сут.

Рассчитанная суточная производительность печи не должна отклоняться от заданной, больше чем на  $\pm 15\%$ . Она не должна превышать существующие технические нормы и быть заниженной.

Суточная продолжительность работы печи при круглосуточном трёхсменном режиме работы принимается 23 час. При этом продолжительность одной смены равна 7,67 час (0,33 час - простой при переходе от одной смены к другой). При круглосуточном двухсменном режиме работы предприятия продолжительность работы в течение одной смены принимается 11,5 час; а простой при переходе смены - 0,5 час.

Аналогично принимается продолжительность смен при прерывистом режиме работы, например, при исключении работы в ночное время. В этом случае суточная продолжительность работы печи составляет 15,5 ч при двухсменном и 12 час - при односменном режиме работы.

Расчетная суточная производительность печей не должна превышать существующие технические нормы их производительности, а также не должна быть существенно занижена; поэтому после расчёта полученную величину сравнивают с величиной, приведённой в технической характеристике печи.

Результаты расчета суточной производительности печей и в целом хлебопекарного предприятия рекомендуется представить в виде табл. 7.

Таблица 7

Расчетная производительность хлебопекарного предприятия

| Наименование изделия | Часовая производительность, кг/ч | Продолжительность выработки, ч | Суточная производительность, т/сутки |
|----------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| 1.                   |                                  |                                |                                      |
| 2.                   |                                  |                                |                                      |
| 3.                   |                                  |                                |                                      |
| Итого:               |                                  |                                |                                      |

Производительность хлебопекарного предприятия рассчитывается как сумма суточных производительностей всех установленных на предприятии печей. Расчётная производительность хлебопекарного предприятия сопоставляется с заданной. Расчетная суточная производительность хлебозавода не должна превышать заданную более, чем на 10-15 %. При невыполнении этого требования принимают другие однотипные печи, отличающиеся по производительности или изменяют количество печей.

В заключение составляется график работы печей. Примерный график печи представлен на рисунке (рис. 1).

| Номер<br>печи | Марка<br>печи | Ассортимент по сменам |                       |                        |
|---------------|---------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
|               |               | 1 смена<br>23.00-7.00 | 2 смена<br>7.00-15.00 | 3 смена<br>15.00-23.00 |
| 1             | Ш2-ХПА-25     |                       |                       |                        |
| 2             | Ш2-ХПА-25     |                       |                       |                        |
| 3             | Ш2-ХПА-25     |                       |                       |                        |

Рис. 2.1 - График загрузки печей

Пример расчетного задания:

Ассортимент хлеба:

- хлеб белый из муки пшеничной высшего сорта 8220 кг/сут
- хлеб ржаной заварной 12330 кг/сут

Время выпечки принять 50 мин.

1. Рассчитать печь для производства хлеба белого
2. Подобрать печь для хлеба ржаного заварного

Расчет печи для производства хлеба белого

Выбираем печь марки РЗ-ХПУ-25 техническая характеристика приведена в табл.8.

Таблица 8

## Техническая характеристика печи РЗ-ХПУ-25

| Показатели                                   | Значение показателя |
|----------------------------------------------|---------------------|
| Производительность, т/сут                    | 14...17             |
| Рабочая площадь пода, м <sup>2</sup>         | 28,4                |
| Ширина пода, мм                              | 2000                |
| Длина пода, мм                               | 14200               |
| Установленная мощность электродвигателя, кВт | 10,8                |
| Габаритные размеры, мм                       | 16900*3500*1800     |
| Масса металлоконструкций, кг                 | 16500               |

$$n_1 = \frac{(2000 - 30)}{(220 + 30)} = 7 \text{ шт.}$$

$$n_2 = \frac{(14200 - 30)}{(220 + 30)} = 56 \text{ шт.}$$

$$P_{\text{ч}} = \frac{7 * 56 * 0,8 * 60}{50} = 376,32 \text{ кг/ч}$$

$$\tau = \frac{8220}{376,32} = 21,84 \text{ ч.}$$

Печь Г4-ХПС-40 техническая характеристика приведена в табл. 9

Таблица 9

## Техническая характеристика печи Г4-ХПС-40.

| Показатели                                   | Значение показателя |
|----------------------------------------------|---------------------|
| Производительность, т/сут                    | 15-25               |
| Рабочая площадь пода, м <sup>2</sup>         | 40                  |
| Ширина пода, мм                              | 2100                |
| Длина пода, мм                               | 18500               |
| Установленная мощность электродвигателя, кВт | 4,5                 |
| электронагревателей, кВт                     | 335                 |
| Габаритные размеры, мм                       | 22600*3270*1500     |
| Масса металлоконструкций, кг                 | 16500               |

$$n_1 = \frac{(2100 - 30)}{(220 + 30)} = 8 \text{ шт.}$$

$$n_2 = \frac{(18500 - 30)}{(220 + 30)} = 73 \text{ шт.}$$

$$P_{\text{ч}} = \frac{8 * 73 * 0,8 * 60}{50} = 560,64 \text{ кг/ч}$$

$$\tau = \frac{8220}{560,64} = 14,66 \text{ ч.}$$

Печь Г4-ХПС-25 техническая характеристика приведена в табл. 10.

Таблица 10

Техническая характеристика печи Г4-ХПС-25

| Показатели                                      | Значение показателя |
|-------------------------------------------------|---------------------|
| Производительность, т/сут                       | 10...15             |
| Рабочая площадь пода, м <sup>2</sup>            | 25                  |
| Ширина пода, мм                                 | 2100                |
| Длина пода, мм                                  | 12000               |
| Установленная<br>мощность электродвигателя, кВт | 4,5                 |
| электронагревателей, кВт                        | 240                 |
| Габаритные размеры, мм                          | 16200*3270*1500     |
| Масса металлоконструкций, кг                    | 13000               |

$$n_1 = \frac{(2100 - 30)}{(220 + 30)} = 8 \text{ шт.}$$

$$n_2 = \frac{(12000 - 30)}{(220 + 30)} = 47 \text{ шт.}$$

$$P_{\text{ч}} = \frac{8 * 47 * 0,8 * 60}{50} = 360,96 \text{ кг/ч}$$

$$\tau = \frac{8220}{360,96} = 22,77 \text{ ч.}$$

подбираем печь Г4-ХПС-25

Тогда  $P_{\text{сут}} = 360,96 * 23,0 = 8302,08 \text{ кг/сут.}$

Сопоставим расчетную производительность печи с заданной:

8220,00 – 100%

8302,08 – x%

$$x = 101,00\%$$

## 2 Подбор печи для хлеба ржаного заварного

Печь ФТЛ-2-66 техническая характеристика приведена в таблице 11.

Таблица 11

Техническая характеристика печи ФТЛ-2-66

| Показатели                                  | Значение показателя |
|---------------------------------------------|---------------------|
| Производительность, т/сут                   | 12...14,5           |
| Рабочая площадь пода, м <sup>2</sup>        | 16                  |
| Число люлек                                 | 24                  |
| Размер люльки, мм                           | 1920*350            |
| Установленн. мощность электродвигателя, кВт | 2,2                 |
| Габаритные размеры, мм                      | 5840*4500*3900      |
| Масса металлоконструкций, кг                | 5500                |

На рисунке 3 Представлены размеры и расположение форма на люльке

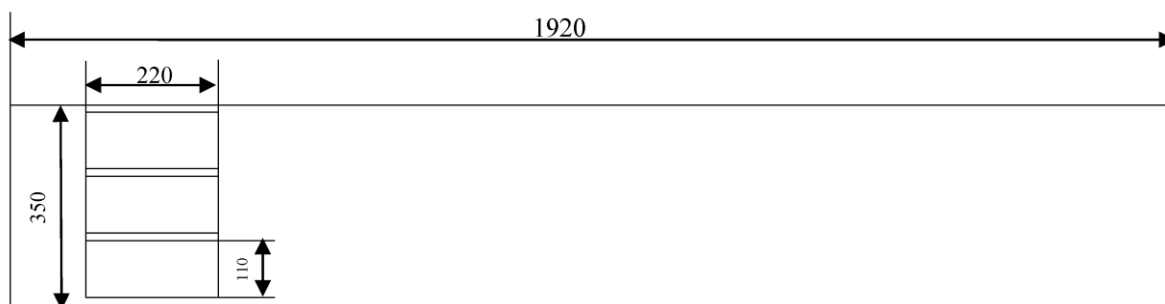


Рис. 3 Размеры и расположение форм на люльке.

На люльку (1920\*350 мм) печи устанавливаем формы (220\*110 мм) скрепленные по три (340\*220 мм), расстояние между тройниками – 5 мм.

Проверим рациональное расположение форм на люльке:

$$1920 / 110 = 17 \text{ шт.},$$

$$350 / 220 = 1 \text{ шт.}$$

$$1920 / 220 = 8 \text{ шт.},$$

$$350 / 110 = 3 \text{ шт.}$$

} более рационально  $8 * 3 = 24 \text{ шт}$

$$P_{\text{ч}} = \frac{24 * 24 * 0,92 * 60}{55} = 578,09 \text{ кг/ч.}$$

$$\tau = \frac{12330}{578,09} = 21,33 \text{ ч.}$$

$$P_{\text{сут}} = 578,09 * 23 = 13296,07 \text{ кг/сут}$$

Сопоставим расчетную производительность печи с заданной:

$$12330,00 - 100\%$$

$$13296,07 - x\%$$

$$x = 107,84\%$$

Выбираем РПА на базе печи ФТЛ-2-66 (количество люлек в расстойном шкафу составляет 50 штук).

По результатам расчета составляется таблица уточненной мощности предприятия и график работы печей.

За каждой печью закрепляется определенный ассортимент изделий со сходным режимом расстойки и выпечки.

Составляя график работы печей, следует продумать, насколько возможны предусмотренные в нем переходы с сорта на сорт для тестоприготовительных и тесторазделочных агрегатов. При этом следует учитывать необходимость снабжения населения свежим хлебом. В вечернюю смену, когда отправка продукции в торговую сеть сокращается, необходимо выпекать изделия большей массы, так как срок хранения их в хлебохранилище больше, чем мелкоштучных изделий.

График работы печей представлен на рисунке 4.

На графике указывается ассортимент и очередность его выработки. Если на одной линии выпекается несколько наименований изделий, обозначение каждого из них заштриховывается разными условными линиями. Если продолжительность выпечки изделий различна, то между ними нужно оставить промежуток времени, необходимый для перехода с одного сорта на другой.

| № печи | Марка печи | 1-я смена |       |      |     |     |     | 2-я смена |       |       |       |       |       |
|--------|------------|-----------|-------|------|-----|-----|-----|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        |            | 20-21     | 22-23 | 24-1 | 2-3 | 4-5 | 6-7 | 8-9       | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-19 |
| 1      | Г4-ХПС-25  |           |       |      |     |     |     |           |       |       |       |       |       |
|        |            |           |       |      |     |     |     |           |       |       |       |       |       |
|        |            |           |       |      |     |     |     |           |       |       |       |       |       |
|        |            |           |       |      |     |     |     |           |       |       |       |       |       |
|        |            |           |       |      |     |     |     |           |       |       |       |       |       |
|        |            |           |       |      |     |     |     |           |       |       |       |       |       |
|        |            |           |       |      |     |     |     |           |       |       |       |       |       |
|        |            |           |       |      |     |     |     |           |       |       |       |       |       |
| 2      | ФТЛ2-66    |           |       |      |     |     |     |           |       |       |       |       |       |
|        |            |           |       |      |     |     |     |           |       |       |       |       |       |
|        |            |           |       |      |     |     |     |           |       |       |       |       |       |
|        |            |           |       |      |     |     |     |           |       |       |       |       |       |
|        |            |           |       |      |     |     |     |           |       |       |       |       |       |
|        |            |           |       |      |     |     |     |           |       |       |       |       |       |
|        |            |           |       |      |     |     |     |           |       |       |       |       |       |
|        |            |           |       |      |     |     |     |           |       |       |       |       |       |



- хлеб белый



- хлеб ржаной заварной



- перерыв

Рис. 4 График работы печей

Уточненная мощность предприятия сводиться в таблицу 12.

Таблица 12

Уточненная мощность предприятия.

| Наименование изделий | Масса, кг | Р <sub>ч</sub> , кг/час | τ, ч | Р <sub>сут</sub> , кг |
|----------------------|-----------|-------------------------|------|-----------------------|
| Хлеб белый           | 0,8       | 360,96                  | 23   | 8302,08               |
| Хлеб ржаной заварной | 0,92      | 578,09                  | 23   | 13296,07              |
| Итого                |           |                         |      | 21598,15              |

### ЗАДАНИЕ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА

1. Рассчитать и подобрать печи для выбранного и принятого ассортимента из практической работе №1.
2. Исходные данные для расчета привести в таблицу (образец таблицы 6)
3. Составить график работы печей
4. Результаты расчета суточной производительности печей и в целом хлебопекарного предприятия свести в таблицу (образец таблицы 7)
5. Уточненную мощность предприятия свести в таблицу (образец таблицы 12)

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 3

**Тема:** Составление и оформление технологических схем

Важнейшей работой инженеров-технологов в проектных организациях является составление технологических схем. Невзирая на важность указанных работ, в настоящее время не существует единых требований по составлению и оформлению технологических схем. Все проектные организации разрабатывают свои требования, порой, не согласовывая их с соседями.

Технологические схемы (ТСх) разрабатываются на основании принципиальной технологической схемы производства, расчета материальных потоков, расчета и подбора оборудования. ТСх показывает последовательность технологических процессов и технологических операций, из которых состоит производственный процесс: поступление, хранение и подготовка сырья для подачи в производство, движение полуфабрикатов, выпуск готовой продукции.

Если производство многостадийное, то схемы могут разрабатываться для каждого участка (цеха) отдельно в соответствии с принципиальной технологической схемой производства.

На ТСх изображается все оборудование, располагаемое в технологической последовательности слева направо и сверху вниз с учетом этажности. На чертежах этажи показывают тонкой горизонтальной линией с указанием уровня чистого пола этажа по высоте от «нулевого уровня» – уровня чистого пола 1-го этажа. Расстояние между этажами показывают не в масштабе.

При изображении оборудования на ТСх не обязательно придерживаться стандартного масштаба, но требуется соблюдать определенную пропорциональность. Если необходимо изобразить очень большое или очень малогабаритное по сравнению с другим оборудованием, то необходимо отступать от выбранного масштаба. Оборудование часто употребляемое, стандартное, простое часто изображают условно. Важно, чтобы рабочий по изображению

на схеме, узнавал его, чтобы можно было показать места подсоединения коммуникаций, связывающих его с другим оборудованием.

Изображение оборудования должно соответствовать его поэтажному размещению. Если оборудование располагается на одном этаже, то схему можно размещать на двух и более параллельных уровнях, но с указанием одной и той же отметки от «нулевого уровня» до пола

На ТСх необходимо показывать потоки объектов производства, а также вспомогательных материалов (пара, конденсата, воды, сжатого воздуха, диоксида углерода и т.д.). Стрелками показывают направления потоков и делаются соответствующие надписи. Если схема окажется очень сложной и трудно читаемой, разрешается в комплекте документации разрабатывать отдельные или сблокированные различные схемы (схемы водопровода и канализации, схема пароснабжения и отвода конденсата, схема снабжения сжатым воздухом и т.д.).

Если схема окажется сложной, нет необходимости проводить линии потоков от аппаратов до аппаратов, а только точки подключения потоков к аппаратам и стрелками направления потоков, условно указывают материал потоков. Показывают точки местных отсосов, систем аспирации и выпуска воздуха в атмосферу. При этом предполагается, что в комплекте документации будут отдельные или сблокированные схемы потоков.

Всем видам оборудования, приведенным на ТСх, присваиваются номера позиций, которые указывают на полках линий-выносок, проведенных от изображений оборудования. Присвоенный номер позиции сохраняется за данным аппаратом (машиной) на всех видах проектной документации данного объекта. Категорически запрещается повторения одной и той же позиции на различном оборудовании, даже если оно приведено на другом чертеже данного объекта. Если в комплекте документации встречается несколько схем, то номера позиций оборудования присваивают нарастающим итогом по ходу производственного процесса.

Номер позиции оборудования состоит из 2-х частей: сначала указывают условное обозначение типа оборудования и через тире указывают порядковый номер.

В таблице 13 представлены условные обозначения типов оборудования

Таблица 13

## Условные обозначения типов оборудования

| Наименование типа оборудования            | Обозначения |
|-------------------------------------------|-------------|
| Емкости                                   | Е           |
| Реакторы                                  | Р           |
| Фильтры на коммуникациях                  | А           |
| Фильтры для сред                          | Ф           |
| Насосы (без указания типа)                | Н           |
| Насосы центробежные                       | ЦН          |
| Насосы дозировочные                       | НД          |
| Насосы роторные                           | НР          |
| Насосы шестеренные                        | НШ          |
| Сепараторы                                | С           |
| Компрессоры поршневые                     | ПК          |
| Компрессоры центробежные                  | ЦК          |
| Теплообменники, испарители, подогреватели | Т           |
| Холодильники                              | Х           |
| Холодильники воздушного охлаждения        | ВХ          |
| Печи                                      | П           |
| Колонны                                   | К           |

Если на ТСх предусмотрено несколько единиц однотипного оборудования, используемого в одном и том же месте производственного процесса (параллельно работающее оборудование или предусмотрено резервное оборудование), то им присваивается один и тот же номер позиции, но через косую линию дополнительно показывается порядковый номер данной единицы этого оборудования. Например, если предусмотрено 3 параллельно работающих насоса, имеющих один и тот же номер позиции по схеме 21, то насосам присваиваются номера позиций: 21/1, 21/2 и 21/3. Если однотипное оборудо-

вание используется в разных местах производственного процесса (в разных технологических процессах), то им присваиваются разные номера позиций.

В дипломных или курсовых проектах (работах), в отличие от производственной проектной документации, на ТСх разрешается не вычерчивать все параллельно работающее оборудование, а только несколько единиц, которое необходимо для полного представления последовательности технологических процессов. Однако в экспликации оборудования, приводимой на ТСх, необходимо указать общее количество оборудования.

Размещение оборудования на чертеже должно производиться по возможности компактно, но с учетом интервалов, необходимых для изображения всех коммуникаций. Движение основных продуктов (сырья, полуфабрикатов и готовой продукции) на протяжении всей схемы показывают сплошной утолщенной линией (примерно 2...2,5 мм). Она должна сохраняться для всех продуктов, начиная от сырья и кончая готовой продукцией.

При этом на линиях, а также в точках ввода в аппаратуру и вывода из нее стрелками показывают направление движения продукта.

Продуктовая коммуникация не должна пересекать аппараты. В случае необходимости пересечь аппарат коммуникацией показывают обрыв коммуникации перед аппаратом с продолжением ее после аппарата. При пересечении коммуникаций линию одной из них прерывают. При соединении трубопроводов, в место соединения указывают точкой. При большой протяженности коммуникаций между аппаратами, ее можно прервать, но в этом случае на линии делают указание, к какому аппарату ведет данная коммуникация (и, если данная коммуникация ведет к аппарату, расположенному на другом листе, указывают лист, на котором расположен аппарат). Например, к поз. 22 или к поз.22 (ТСх 2). Одновременно около аппарата, к которому ведет данная коммуникация, указывают из какого аппарата она ведет. Например, из поз. 14 или из поз 14 (ТСх 1).

В производственных схемах коммуникации разбивают на участки, и для каждого участка на схемах приводится их характеристика (номинальный

диаметр трубопровода, единица измерения, условные обозначения среды в трубопроводе, условное давление/температура среды, номер линии, класс трубопровода). В учебных чертежах приводить характеристику трубопровода нет необходимости. На учебных чертежах, однако, на трубопроводах (в разрыве линий) необходимо цифрами указывать среду, находящуюся в трубопроводе. Трубопровод с основной средой не нумеруют.

В левой нижней части схемы приводят перечень обозначений трубопроводов. Присвоенный номер для каждого продукта сохраняется на всех схемах объекта.

На чертежах схем в правой ее части (над основной надписью – штампом) приводится экспликация (перечень) оборудования. В данной экспликации приводится перечень оборудования, приведенного на схеме. В экспликации все однотипное оборудование приводится только один раз, при этом в графе «№ позиции» в одной ячейке приводят номера их позиций (номера с дробью указывают без дроби, только один раз)

Разработав технологическую схему с расстановкой оборудования и производя обвязку коммуникациями, необходимо решить вопросы контроля и управления технологическими процессами. Необходимо установить точки контроля и регулирования, параметры технологических процессов.

Пример составления аппаратурно-технологической схемы представлен в приложении

### **ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА:**

1. Составить аппаратурно-технологическую схему производства короткорезанных макарон
2. Составить аппаратурно-технологическую схему производства карамели на линии «Прогресс-1000»
3. Составить аппаратурно-технологическую схему производства пряников
4. Составить аппаратурно-технологическую схему производства пирожных с наполнителями

5. Составить аппаратурно-технологическую схему производства сахарного печенья
6. Составить аппаратурно-технологическую схему производства хлеба подового
7. Составить аппаратурно-технологическую схему производства хлеба формового
8. Составить аппаратурно-технологическую схему производства вафель
9. Составить аппаратурно-технологическую схему производства длинных макарон
10. Составить аппаратурно-технологическую схему производства кекса

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4

**Тема:** Принципы компоновки технологического оборудования  
Оборудование в помещениях должно устанавливаться с учетом соблюдения последовательности, предусмотренной технологической схемой.

Для удобства обслуживания, соблюдения требований пожарной безопасности и санитарных норм в процессе эксплуатации, а также обеспечения возможности строительно-монтажных работ следует принимать следующее расстояние между оборудованием, между оборудованием и стенкой величину центрального прохода в помещении.

Основное технологическое оборудование следует располагать от стен на расстоянии не менее 0,8 м, емкости, сборники, мерники – не менее 0,5 м, насосы – не менее 0,3 м. Ширина проходов между оборудованием должна быть не менее 0,8 м.

При установке бункерных тестоприготовительных агрегатов И8-ХТА расстояние между осями бункеров принимать не менее 5 м, высоту помещений для агрегатов И8-ХТА-6 – 4,8 м, И8-ХТА-12 – 6 м. При использовании подкатных деж вместимостью 330 л расстояние перед машиной (для подачи дежи) – не менее 3 м.

В тестоприготовительном отделении при использовании подкатных деж необходимо предусмотреть площадку или камеру для брожения теста. При этом следует принимать:

- тип камеры – тупиковый, без естественного освещения;
- площадь камеры из расчета на каждую дежу 2,5 м<sup>2</sup>;
- внутреннюю высоту камеры – не менее 2,2 м;
- высоту двери камеры 1,9 м;
- ширину двери 1,4 м;
- расположение дежей в камере брожения в два ряда с проездом между ними 1,8 м

Расстояние между шкафом расстойки и посадочным фронтом печи при ручной посадке и выгрузке готовой продукции следует принимать не менее:

- при установке столика для разделки – 1,3 м;
- при установке конвейера для готовой продукции – 1,4 м;
- при установке двух конвейеров (для тестовых заготовок и готовой продукции) или столика и конвейера – 1,6 м.

Высота тесторазделочного отделения до балок должна быть равна высоте расстойного шкафа плюс не менее 0,6 м. Высота помещений для установки хлебопекарных печей должна быть не менее чем на 1 м выше печи.

Для топок конвейерных люлечно-подиковых тупиковых печей, работающих на твердом топливе, следует предусматривать изолированное помещение, в котором разрешается размещать паровые котлы низкого давления, дутьевое оборудование и другое оборудование. Топочное отделение должно выделяться противопожарной перегородкой и перекрытием.

Расстояние от топки до противоположной стены должно быть:

- при сжигании твердого топлива – не менее 3 м;
- при сжигании жидкого топлива или газа – не менее 2 м.

Оборудование и арматура часто обслуживаемые располагаются на высоте не более 1,8 м.

Стационарные площадки ограждаются. Высота ограждения не менее 0,9 м. Расстояние от пола площадки до низа выступающих конструкций должна быть не менее 1,8 м.

Площадки, расположенные на высоте 0,5 м от пола и более, лестницы к ним и переходные мостики ограждаются перилами высотой не менее 0,9 м, производится сплошная зашивка снизу бортом высотой не менее 0,15 м.

Ширина лестниц не менее 0,7 м, при переноске тяжестей – не менее 1,0 м. Шаг ступеней не более 0,25 м, ширина ступени – не менее 0,12 м. Уклон лестниц не более 45°. Для редко обслуживаемого оборудования допускается уклон 60° или стремянка.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства: Учеб.для вузов, спец. «Технология хлеба, мучных кондитерских и макаронных изделий» / Под ред. Л.И.Пучковой.-СПб.: Профессия, 2003
2. Андреев А.Н. Производство сдобных хлебобулочных изделий: Производственно-практическое издание.-СПб.: ГИОРД, 2003
3. Драгилев, А.И. Технология оборудование кондитерского производства [Текст]: учеб. пособие; рек. Эксперт. советом Гос. образ. / А.И. Драгилев.- СПб.: Троицкий мост, 2011.- 360 с.
4. Драгилев А.И. Технология кондитерских изделий.- М.: ДеЛи, принт, 2003.
5. Медведев, Г.М. Технология макаронных изделий [Текст]. В 3 ч. Ч.3 Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий : учебник для ВУЗов / Г.М. Медведев. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 308, [4] с.
6. Олейникова А.Я. Проектирование кондитерских предприятий / А.Я. Олейникова, Т.О. Магомедов.- СПб.: ГИОРД, 2007 - 416 с: ил
7. Пащенко, Л.П. Технология хлебопекарного производства [Электронный ресурс]: учебник; доп. УМО вузов РФ по агрономическому образованию / Л.П. Пащенко, И.М. Жаркова. – СПб.: Изд-во «Лань», 2014. – 672 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература) / [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com).
8. Пашук, З.Н. Технология производства хлебобулочных изделий [Электронный ресурс]: справочник / З.Н. Пашук, Т.К. Апет, И.И. Апет. – СПб.: ГИОРД, 2011. – 400 с. / [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com).
9. Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий (технология хлебобулочных изделий): учеб. пособ. /под ред. Л.П.Пащенко.- М.: Колосс, 2007
- 10.Пучкова, Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства [Текст].. – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 264 с.

11. Пучкова, Л.И. Проектирование хлебопекарных предприятий с основами САПР [Текст]: Учебник: /Л.И. Пучкова. И.И. Шаргородский, В.Я. Черных. - М.: Колос, 1993. - 224 с.
12. Сборник рецептов на хлеб и хлебобулочные изделия [Текст] / сост. П. С. Ершов. – 11-е изд. – СПб. : «Профи», 2009. – 207, [1] с.
13. Магомедов, Г.О. Технология карамели [Текст]: учеб. пособ. /Г.О. Магомедов, А.Я. Олейникова, И.В.Плотникова, А.Ф. Брехов.- СПб.: ГИОРД, 2008.
14. Хромеев, В.М. Технологическое оборудование хлебопекарных и макаронных фабрик [Текст]: учебник для вузов с грифом./ В.М. Хромеев.- СПб: ГИОРД., 2008.
15. Нормы технологического проектирования предприятий хлебопекарной промышленности. ВНТП 02.-92. Часть 1. Хлебопекарные заводы - М.: ЦНИИПромзернопроект, 1992. - 139 с.
16. Нормы технологического проектирования предприятий хлебопекарной промышленности. ВНТП 02.-92. Часть 2. Пекарни - М.: ЦНИИПромзернопроект, 1992. - 49 с.
17. Межгосударственные стандарты. Хлебобулочные изделия. Технические условия.- М.: ИПК. Изд-во стандартов, 2000. - 73 с.

Технические нормы производительности  
основного технологического оборудования макаронной промышленности

| Наименование оборудования                                            | Технические нормы производи-<br>тельности в (кг/час) готовых<br>изделий базового ассортимента |                 |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|                                                                      | длинных                                                                                       | короткорезанных |
| Автоматизированные и комплексно-механизированные линии               |                                                                                               |                 |
| Линия ЛМБ                                                            | 417                                                                                           | -               |
| Линия «Брайбанти» с прессом «Кобра»                                  | 1000                                                                                          | -               |
| Линия «Брайбанти» с прессом «Мабра»                                  | 415                                                                                           | -               |
| Линия Б6-ЛМБ с прессом Б6-ЛПШ-750                                    | 500                                                                                           | -               |
| Линия Б6-ЛМБ с прессом Б6-ЛМГ-1000                                   | 1000                                                                                          |                 |
| Линия «Бассано» с прессом ВВР/4                                      | 1800                                                                                          |                 |
| Линия «Брайбанти» с прессом «Кибра»                                  | -                                                                                             | 500             |
| Линия из трёх прессов ЛПЛ-2М или ЛПЛ-1М и сушилki КСА-80             | -                                                                                             | 950             |
| Линия из трёх прессов ЛПЛ-2М или ЛПЛ-1М и сушилki СПК-90 (СПК-4Г-90) | -                                                                                             | 1000            |
| Линия из двух прессов ЛПЛ-2М и сушилki СПК-90 (СПК-4Г-90)            | -                                                                                             | 714             |
| Линия из пресса ЛПЛ-2М и ЛПЛ-1М и сушилki СПК-45 (СПК-4Г-45)         | -                                                                                             | 315             |
| Линия из пресса ЛПЛ-1М или ЛПЛ-2М и сушилki ВИС-2                    | -                                                                                             | 357             |
| Линия из пресса ЛПЛ-2М или ЛПЛ-1М и сушилki ПКС                      | -                                                                                             | 314             |
| Линия из пресса ЛПШ-500 и сушилki СПК-45 (СПК-4Г-45)                 | -                                                                                             | 416             |
| Линия из двух прессов ЛПШ-500 и сушилki СПК-90 (СПК-4Г-90)           | -                                                                                             | 832             |
| Формовочное оборудование                                             |                                                                                               |                 |
| Пресс ЛПЛ-2М                                                         | 428                                                                                           | 357             |
| Пресс ЛПЛ-1М                                                         | 428                                                                                           | 357             |
| Пресс Б6-ЛПШ-500                                                     | 500                                                                                           | 416             |

Окончание табл. 1

| Сушильное оборудование                                     |     |     |
|------------------------------------------------------------|-----|-----|
| Сушилка бескалориферная 2ЦАГИ-700 с сушильными вагонетками | 47  | -   |
| без сушильных вагонеток                                    | 38  | -   |
| Сушилка бескалориферная «Диффузор»                         | 43  | -   |
| Сушилка бескалориферная ВВП                                | 28  | -   |
| Сушилка бескалориферная ВВП-1                              | 19  | -   |
| Сушилка ЛС-2А                                              | 428 | -   |
| Фасовочное оборудование                                    |     |     |
| Полуавтомат АП-1Д                                          | -   | 812 |
| Автомат Т1-АП-3Д                                           | -   | 630 |

Приложение 2  
Таблица 1

Годовой фонд рабочего времени основных автоматизированных линий

| Наименование дней в год            | Количество дней |
|------------------------------------|-----------------|
| Календарные дни                    | 365             |
| Нерабочие дни:                     |                 |
| - остановка на капитальный ремонт  | 28              |
| - остановка в праздничные дни      | 8               |
| - остановка на профилактику        | 22              |
| - остановка на санитарную зачистку | 3               |
| Итого нерабочих дней               | 61              |
| Рабочие дни                        | 304             |

Таблица 2

Годовой фонд рабочего времени основных поточно-механизированных линий

| Наименование показателей                                                  | Количество часов |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Годовой фонд времени при работе в три смены                               | 6267             |
| Годовой фонд рабочего времени:                                            |                  |
| - годовой фонд времени, затрачиваемый на капитальный ремонт оборудования  | 492              |
| - годовой фонд времени, затрачиваемый на санитарную зачистку оборудования | 69               |
| Годовой фонд рабочего времени основного оборудования                      | 5706             |

## Приложение 3

Таблица 1

Переводные коэффициенты к нормам производительности оборудования  
в зависимости от вида сырья и сорта перерабатываемой муки,  
используемых добавок и влажности продукции

| Наименование продукции                                                                     | Коэффициент |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1. Все виды макаронных изделий, выработанные из различных видов муки:                      |             |
| а) макаронной муки из твердой пшеницы (дурум) ГОСТ 12307-66                                |             |
| - высшего сорта                                                                            | 1,0         |
| - первого сорта                                                                            | 0,95        |
| б) макаронной муки из стекловидной мягкой пшеницы ГОСТ 12306-66                            |             |
| - высшего сорта                                                                            | 0,96        |
| - первого сорта                                                                            | 0,92        |
| в) хлебопекарной муки                                                                      |             |
| - высшего сорта                                                                            | 0,94        |
| - первого сорта                                                                            | 0,90        |
| 2. Все виды макаронных изделий с обогатителями                                             |             |
| - яичные                                                                                   | 0,70        |
| - молочные                                                                                 | 0,95        |
| - «Школьные» (яично-молочная смесь)                                                        | 0,94        |
| 3. Все виды макаронных изделий с влажностью 11,0 % по отношению к изделиям влажностью 13 % | 0,75        |

Таблица 2

Переводные коэффициенты к нормам производительности оборудования при  
выработке других видов изделий по сравнению с базовым ассортиментом

| Наименование продукции      | Автоматизированные линии с подвесным способом сушки | Сушильное оборудование | Формовочное оборудование |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------|--------------------------|
| 1. Макароны                 |                                                     |                        |                          |
| обыкновенные и любительские | -                                                   | 1,00                   | 1,00                     |
| особые Ø 5,5 мм             | -                                                   | 0,90                   | 1,00                     |
| соломка Ø 4,0 мм            | 0,87                                                | 0,90                   | 1,00                     |
| соломка Ø 3,6 мм            | 1,00                                                | 0,60                   | 0,80                     |
| перья                       | -                                                   | 1,00                   | 0,80                     |

Окончание табл. 2

|                                 |      |      |      |
|---------------------------------|------|------|------|
| 2. Вермишель                    |      |      |      |
| обыкновенная<br>и любительская  | 0.89 | 1,00 | 1,00 |
| тонкая                          | -    | 1,00 | 0,95 |
| паутинка                        | -    | 0,85 | 0,60 |
| 3. Лапша                        |      |      |      |
| толщиной 1,2 мм                 | -    | 1,00 | 1,00 |
| толщиной 1,5 мм                 | -    | 1,00 | 1,10 |
| 4. Рожки                        |      |      |      |
| обыкновенные, особые            | -    | 1,00 | 1,00 |
| 5. Фигурные изделия             |      |      |      |
| «Алфавит», «Снежинка»           | -    | 0,85 | 0,60 |
| «Чечевица», «Ракушки»,<br>«Рис» | -    | 0,85 | 0,60 |

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТРАСЛИ

Методические указания к лабораторным работам

для подготовки бакалавров по направлению  
260100.62 – Продукты питания из растительного сырья,  
профиль  
«Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий»

*В редакции составителя*

Лицензия ЛР 020427 от 25.04.1997 г.

Подписано к печати 26.02.2015 г. Формат 60×90/16.

Уч.-изд.л. – 2,2. Усл.-п.л. – 3,0.

Тираж 100 экз. Заказ 57.

---

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии издательства ДальГАУ  
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86



