

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
КЕМЕРОВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**О.И. Стабровская**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Учебное пособие

Для студентов вузов



**УДК 664.61**  
**ББК 36.83**  
**С25**

*Рецензенты:*

**А.А. Ильина**, зав. отделом технологической подготовки  
производства ОАО «КемеровоХлеб»;  
**О.В. Талова**, зам. руководителя ООО «Сертификационный центр»

*Рекомендовано редакционно-издательским советом  
Кемеровского технологического института  
пищевой промышленности*

**Стабровская О.И.**

**С25** Технологическое проектирование хлебопекарных предприятий:  
Учебное пособие. - / Кемеровский технологический институт пищевой  
промышленности. - Кемерово, 2005. - 104 с.  
ISBN 5-89289-331-6

В пособии изложены основные данные и требования, предъявляемые к технологическому проектированию хлебопекарных предприятий. Приведены общие сведения о них и основные положения по проектированию хлебозаводов и пекарен, бараночно-го и сухарного производства. Представлена методика расчётов, приведены рекомендации по выбору технологических схем и необходимого оборудования; основы компоновки производственных, складских и подсобно-производственных помещений.

Предназначено для студентов вузов, может быть использовано инженерно-техническими работниками хлебопекарных предприятий.

**УДК 664.61**  
**ББК 36.83**

ISBN 5-89289-331-6

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	6
<b>Глава 1. Состояние и задачи хлебопекарной промышленности.....</b>	<b>7</b>
1.1. Характеристика хлебопекарной отрасли.....	7
1.2. Классификация хлебопекарных предприятий.....	8
1.3. Состав хлебопекарных предприятий.....	9
<b>Глава 2. Общие вопросы проектирования.....</b>	<b>10</b>
2.1 Основные направления проектирования предприятий хлебопекарной промышленности.....	10
2.2. Порядок и правила проектирования.....	11
2.3. Исходные данные для проектирования.....	12
2.4 Состав и содержание проектов.....	13
<b>Глава 3. Технологическая часть проектов хлебопекарных предприятий.....</b>	<b>14</b>
3.1. Проектирование отделений хлебопекарного предприятия.....	14
3.1.1. Проектирование складских помещений для хранения сырья.....	14
3.1.2. Проектирование внутрипроизводственного транспортирования сырья.....	17
3.1.3. Проектирование помещений и отделений для подготовки сырья.....	19
3.1.4. Проектирование тестоприготовительного отделения.....	21
3.1.5. Проектирование тесторазделочного отделения.....	24
3.1.6. Проектирование пекарного отделения.....	27
3.1.7. Проектирование остывочного отделения и экспедиции.....	29
3.2. Проектирование бараночного производства.....	31
3.3. Проектирование сухарного производства.....	33
3.4. Компоновка хлебопекарных предприятий.....	35
3.4.1. Основные требования к компоновке.....	35
3.4.2. Особенности планировки производственного здания.....	36
3.4.3. Рекомендации по работе над компоновкой.....	37
<b>Глава 4. Общепромышленное проектирование хлебопекарных предприятий.....</b>	<b>40</b>
4.1. Строительная часть.....	40
4.1.1. Основные конструктивные элементы.....	40
4.1.2. Объёмно - планировочные параметры здания.....	41
4.1.3. Строительные конструкции в компоновочных решениях.....	42
4.2. Энергоснабжение хлебопекарных предприятий.....	43
4.2.1. Теплоснабжение.....	43
4.2.2. Электроснабжение.....	44
4.2.3. Холодоснабжение.....	45
4.2.4 Санитарно-техническая часть.....	45
<b>Глава 5. Технологический расчёт.....</b>	<b>46</b>
5.1. Расчёт производительности хлебопекарного предприятия.....	46
5.1.1. Выбор и расчет производительности печей.....	46
5.1.2. Расчёт суточной производительности печей.....	51

5.1.3. Расчет производительности хлебозавода.....	52
5.2. Сырьевой расчёт.....	53
5.2.1. Расчет выхода готовой продукции.....	53
5.2.2. Расчёт суточной потребности сырья.....	55
5.2.3. Расчет потребности в сырье с учетом сроков хранения (запаса сырья) .....	56
5.3. Обоснование и расчёт оборудования для хранения сырья.....	57
5.4. Обоснование и расчёт оборудования для подготовки сырья.....	59
5.5. Расчёт производственных рецептур.....	60
5.5.1. Расчет производственных рецептур при непрерывном при- готовлении пшеничного теста.....	61
5.5.2. Расчет производственных рецептур при порционном при- готовлении пшеничного теста.....	67
5.5.3. Особенности расчёта производственной рецептуры приго- товления теста на концентрированных молочнокислых за- квасках (КМКЗ).....	68
5.5.4. Особенности расчета производственной рецептуры теста, приготовленного на активированных прессованных дрож- жах.....	70
5.5.5. Особенности расчета производственной рецептуры теста, приготовленного на жидкой диспергированной фазе(ЖДФ) .....	71
5.5.6. Расчет производственной рецептуры приготовления ржа- ного теста.....	71
5.5.7. Особенности расчёта производственной рецептуры теста с заваркой.....	74
5.5.8. Особенности расчёта производственной рецептуры теста из смеси пшеничной и ржаной муки.....	75
5.6. Обоснование и расчёт оборудования для приготовления полуфа- брикатов (тестоприготовительного оборудования.....	75
5.6.1. Расчет оборудования для брожения больших густых опар (заквасок) при непрерывном тестоприготовлении.....	75
5.6.2. Расчёт оборудования заквасочного отделения (для приго- товления возобновляемых жидких полуфабрикатов).....	78
5.6.3. Расчёт оборудования для приготовления невозобновляе- мых жидких полуфабрикатов.....	80
5.6.4. Расчёт оборудования для непрерывного приготовления те- ста.....	82
5.6.5. Расчет оборудования для порционного тестоприготовле- ния.....	83
5.6.6. Расчет оборудования для приготовления жидких дрожжей.	84
5.6.7. Расчёт производственных бункеров.....	86
5.7. Обоснование и расчет тесторазделочного оборудования.....	87

5.8. Обоснование и расчёт остывочного отделения и экспедиции	88
5.9. Расчёт бараночного производства.....	89
5.9.1. Расчёт производительности печи.....	89
5.9.2. Расчёт выхода бараночных изделий.....	91
5.9.3. Расчёт оборудования для бараночного производства.....	92
5.10. Расчёт сухарного производства.....	93
5.10.1. Расчёт производительности печей.....	93
5.10.2. Расчёт выхода сухарных изделий.....	96
5.10.3. Расчёт оборудования для производства сухарей.....	97
5.11. Расчёт складов для бараночных и сухарных изделий.....	98
<b>Список литературы</b> .....	<b>101</b>

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта (ГОС) высшего профессионального образования к специалисту направления 655600 «Производство продуктов питания из растительного сырья» инженер-технолог специальности 270300 «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий» должен быть подготовлен к выполнению наряду с такими видами профессиональной деятельности как производственно-технологическая, организационно-управленческая, научно-исследовательская и проектной деятельности. Эти виды деятельности взаимосвязаны, т.к. проект любого цеха или предприятия должен базироваться на новых технологических решениях и прогрессивных технологиях. Именно проектирование предопределяет технический уровень производства и эффективность капитальных вложений.

Технологическое проектирование осуществляется на завершающем этапе подготовки специалистов в курсовом и дипломном проектировании, во время которого систематизируются и обобщаются полученные знания по общеинженерным и специальным дисциплинам.

Ведущая роль в дипломных проектах принадлежит технологической части, от квалифицированного выполнения которой зависит правильность выполнения других разделов проектов. Технологическая часть включает в себя обоснованный подбор ассортимента вырабатываемой продукции, технологические расчёты и компоновку производственных, складских и подсобно-производственных помещений и отделений. Качество продукции и эффективность производственного процесса во многом зависят от правильности выбора технологии и разработки технологических схем.

Основная задача технологов, осуществляющих проектирование, заключается в выборе таких планировочных схем, объёмных решений и конструкций, которые не только бы удовлетворяли требованиям современных технологических процессов, но и способствовали экономному расходованию материальных ресурсов при промышленном строительстве.

Проектирование хлебопекарных предприятий должно проводиться с обязательным соблюдением требований нормативных и технических документов, информация по которым приводится в учебном пособии.

Материалы учебного пособия охватывают все основные разделы технологической части курсовых и дипломных проектов хлебопекарных предприятий, поэтому могут использоваться при выполнении курсовых проектов по дисциплине «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий», а также разработке дипломных проектов. Пособие может быть использовано студентами всех форм обучения специальности 270300 «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий» на практических занятиях по дисциплинам «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий» и «Организация технологической службы на хлебопекарных, кондитерских и макаронных предприятиях» (раздел «Хлебопекарное производство»).

# ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ И ЗАДАЧИ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

## 1.1. ХАРАКТЕРИСТИКА ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ОТРАСЛИ

Хлебопекарная отрасль промышленности - ведущая отрасль АПК России. Производственная база включает более 1500 хлебозаводов и более 5000 предприятий малой мощности.

Уровень среднелюдового потребления хлеба в России составляет от 250 до 450 г в сутки. Этот уровень потребления хлеба зависит от возраста, пола, степени физической и умственной нагрузки, климатических особенностей проживания.

Анализ показывает, что с 1991 г. произошло существенное снижение выработки хлебобулочных изделий, годовое потребление хлеба упало. Так, по данным Госкомстата хлебопекарная промышленность всех форм собственности произвела в 1999 г. 9 млн тонн или в два раза меньше, чем в 1990 г. В этот период потребление хлеба было в отдельных регионах уже ниже рациональной нормы питания, что, несомненно, по мнению врачей, может отразиться на здоровье населения. Основная причина снижения потребления хлебобулочных изделий - это снижение покупательной способности населения.

Такое положение вызывает необратимые процессы в хлебопекарной промышленности. Хлебозаводы вынуждены консервировать технологические линии, сокращать рабочие места, увеличивать затраты на производство и реализацию продукции, прекращать инвестиции.

Создание пекарен не изменило картины, только усугубило положение увеличенными расходами на производство хлеба, т.к. расходы в пекарнях, как правило, выше, чем на хлебозаводах. Кроме того, в пекарнях России используется тяжелый физический труд.

После осуществления акционирования и приватизации хлебопекарная промышленность оказались раздробленной на множество самостоятельных предприятий, которые вынуждены приспосабливаться к условиям формирующейся рыночной экономики, самостоятельно решать комплекс возникших проблем по обеспечению сырья, материалами, по реализации готовой продукции. Из-за недостатка оборотных средств или из-за нежелания вкладывать их в долгосрочные проекты в отрасли, практически прекращено техническое перевооружение и реконструкция предприятий. Это привело к тому, что в настоящее время удельный вес устаревшего оборудования доходит до 50 %, отдельное оборудование отработало два - три амортизационных срока.

Однако в последние годы наметились позитивные сдвиги, темпы роста производства составили 7...10 %, в отдельных регионах - 20 %.

Дальнейшее развитие производства должно быть направлено на следующее:

- более быстрое техническое перевооружение предприятий;
- создание и внедрение новой техники и прогрессивной технологии;



- применение высокопроизводительных поточно- и комплексно-механизированных линий с компьютерным управлением;
- совершенствование ассортимента изделий с учетом рыночного спроса;
- расширение производства упакованной продукции с увеличенным сроком хранения;
- увеличение выпуска продукции лечебно-профилактического назначения и продукции с сырьевыми компонентами, повышающими устойчивость организма в экологически неблагоприятных условиях.

## 1.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Хлебопекарные предприятия можно классифицировать по следующим основным признакам: производственной мощности, степени механизации, производственному профилю, схеме производственного потока.

По производственной мощности предприятия делятся на пекарни и хлебозаводы. К пекарням относятся предприятия мощностью менее 20 тонн в сутки, к хлебозаводам - мощностью более 20 тонн в сутки.

По мощности пекарни условно можно разделить на мини-пекарни - мощностью до 1,5 т/сутки, пекарни малой мощности - от 1,5 до 5 т/сутки и пекарни большой мощности - от 5 до 20 т/сутки. В свою очередь, различают хлебозаводы малой мощности от 20 до 30 т/сутки, средней мощности от 30 до 90 т/сутки и большой мощности - более 90 т/сутки. Условной единицей мощности является 1 т формового хлеба массой 1 кг из ржаной обойной муки.

Часто оперируют понятием «производительность хлебопекарного предприятия». Под производительностью предприятия подразумевают суточную выработку всего ассортимента продукции предприятия в тоннах.

По степени механизации различают предприятия кустарные, механизированные, комплексно-механизированные и автоматизированные.

На кустарных предприятиях замес и разделка теста осуществляются вручную. Это пекарни малой мощности.

К механизированным предприятиям относятся те, где механизированы основные производственные процессы, однако применяются вагонетки для расстойки, подкатные дежи, вагонетки для хлеба.

К комплексно-механизированным предприятиям относятся предприятия, на которых все производственные операции полностью механизированы, имеются склады бестарного хранения сырья, тестоприготовительные агрегаты, комплексно-механизированные линии.

К автоматизированным предприятиям относятся такие предприятия, где все производственные процессы не только механизированы, но и применяется автоматизация управления машинами, механизмами, осуществляется автоматизированный контроль и управление технологическим процессом.

По производственному профилю различают предприятия специализированные, ассортиментные и комбинированные.

На специализированных предприятиях осуществляется выработка массовых сортов хлеба. К ассортиментным предприятиям относятся предприятия, на которых вырабатывается широкий ассортимент хлебобулочных, бараночных, сухарных изделий. Комбинированные - это предприятия, в состав которых входит несколько цехов или заводов, вырабатывающих широкий ассортимент хлеба, хлебобулочных, а также макаронных, мучных кондитерских изделий, сухие завтраки.

Хлебопекарные предприятия могут быть с вертикальной, горизонтальной либо со смешанной схемой производственного потока. Производственный поток может быть организован по вертикали: на верхних этажах хранение и подготовка сырья, на первом этаже - остывочное отделение. При горизонтальной схеме производство размещается на одном этаже. На хлебозаводах со смешанной схемой горизонтальная линия обычно нарушается, имеются вертикальные участки.

### 1.3. СОСТАВ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В зависимости от назначения различают производственные, подсобно-производственные, складские и административно-бытовые (вспомогательные) помещения, цеха и отделения.

В производственных помещениях и отделениях организован основной производственный процесс. Например, тестоприготовительное, пекарное, тосторазделочное отделение, помещения для подготовки сырья, для переработки отходов и др.

Складские помещения предназначены для хранения сырья, готовой продукции, заверточно-упаковочных материалов, тары. Это тарные и бестарные склады хранения сырья, материальные склады, холодильная камера, склады готовой продукции и др.

Подсобно-производственные помещения предназначены для инженерного обеспечения работы основного производства. Они включают следующие помещения и отделения: лабораторию, ремонтно-механическую мастерскую, помещение для санитарной обработки тары, помещения для стоянки, ремонта и зарядки электропогрузчиков, компрессорную, помещения для хранения уборочного, пожарного, производственного инвентаря, вентиляционные и аспирационные камеры, пульт управления, мастерскую КИП и автоматики, помещение водобаков, помещения для обслуживающего персонала (дежурного слесаря, электрика, сменного технолога), машинное отделение холодильной камеры, помещения для мойки и обработки листов, форм, трубопроводов. К ним относятся также отделения и помещения, обеспечивающие энергохозяйство предприятий: трансформаторную подстанцию, котельную, насосную, топочное отделение, газораспределительный пункт и др.

Административно-бытовые (вспомогательные) помещения и отделения включают гардеробные блоки с душевыми, кабинеты администрации и управления, бухгалтерии, медпункт, буфет или столовую, комнаты для учебных занятий, кабинеты по технике безопасности и др.

## ГЛАВА 2. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

### 2.1. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Развитие всех отраслей народного хозяйства связано с проектированием, которое определяет технический уровень производства и эффективность капитальных вложений. Повышение эффективности капитальных вложений, обеспечение наиболее рационального использования материальных и финансовых ресурсов, выделяемых на строительство, являются важным условием развития экономики и промышленности. Проектирование - это перспективная деятельность, прибыль от которой может быть получена через определенный, иногда длительный срок. Новые предприятия должны отличаться наиболее прогрессивными технологическими процессами, комплексной механизацией и автоматизацией производства, а также погрузочно-разгрузочных и складских работ, дальнейшим улучшением условий труда, повышением качества выпускаемой продукции, расширением ассортимента и снижением себестоимости продукции.

Основными направлениями проектирования являются:

- максимальное использование новейших достижений науки и техники с тем, чтобы строящиеся и модернизируемые предприятия в момент их ввода были технически передовыми, а также имели высокие показатели по производительности труда, себестоимости производства и качеству продукции;
- экономное расходование топливно-энергетических, трудовых и материальных ресурсов;
- обеспечение охраны окружающей среды от загрязнений;
- обеспечение в проектах наиболее экономичной схемы транспортных потоков сырья и продукции, т.е. рациональное использование застраиваемой территории и производственных площадей;
- улучшение качества строительной части проектов и архитектурного оформления зданий и сооружений, устройство удобных бытовых помещений.

В области технологического проектирования это может быть реализовано путем использования высокоэффективных процессов производства, малоотходной и ресурсосберегающей технологии, комплексной механизации, внедрения автоматических линий и прогрессивного оборудования, а также автоматизированной системы управления технологическим процессом.

Не следует допускать применение в проектах технологических процессов и оборудования, не отвечающих последним достижениям науки и техники. Реализация этих направлений позволит внедрить новейшую технологию производства при выборе наиболее экономичных объемно-планировочных и конструктивных решений зданий.

## 2.2. ПОРЯДОК И ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Различают следующие виды проектов: проекты на строительство новых предприятий, проекты реконструкции, технического перевооружения (модернизации), расширения действующих предприятий. Проекты реконструкции, технического перевооружения и расширения позволяют осуществить переустройство действующих предприятий.

К новому строительству относится строительство комплекса объектов основного, подсобного и обслуживающего назначения вновь создаваемых предприятий, зданий и сооружений, создание новой производственной мощности.

К проектам реконструкции действующих предприятий относятся проекты коренного переустройства существующих объектов, при котором существенно увеличивается производственная мощность предприятия, расширяется ассортимент продукции, изменяется объемно-планировочное решение зданий и сооружений (т. е. вносятся изменения в строительную характеристику объекта).

К проектам технического перевооружения (модернизации) относятся проекты, включающие комплекс мероприятий по повышению технико-экономического уровня отдельных производств, модернизации и замене устаревшего и физически изношенного оборудования. Строительная характеристика предприятия остается без изменения.

Проекты расширения действующих предприятий предусматривают организацию дополнительных производств на действующем предприятии. Возможно строительство новых зданий и сооружений на территории предприятия. При расширении действующего предприятия увеличение его мощности осуществляется в более короткие сроки и при меньших удельных затратах по сравнению с новым строительством, но обязательным повышением технического уровня и улучшением технико-экономических показателей.

Проектирование, строительство новых и переустройство действующих предприятий производится на основании действующих норм и правил. Основные из них это СНиПы (Строительные нормы и правила), «Указания по строительному проектированию предприятий, зданий и сооружений пищевой промышленности», «Нормы технологического проектирования хлебозаводов (часть 1) и пекарен (часть 2)», СанПиНы (Санитарные правила и нормы), «Противопожарные нормы проектирования» и др.

Работа по подготовке документации на строительство или переустройство предприятий осуществляется в два этапа:

- подготовительный (предпроектный);
- собственно проектирование.

Подготовительный этап начинается с технико-экономических и инженерных предложений и изысканий для строительства новых объектов. В них дается характеристика района, сведения о численности населения, путях сообщения, источниках снабжения сырьем, энергией, водой, экологической обстановке. Технико-экономические предложения по строительству - это технико-экономическое обоснование (ТЭО) и технико-экономические расчеты (ТЭР). Какой из этих документов оформляется, зависит от величины капитальных вложений на

строительство объекта. На объекты с небольшой величиной капитальных вложений оформляются технико-экономические расчеты.

ТЭО или ТЭР имеют целью доказать техническую возможность и экономическую целесообразность нового строительства или переустройства действующего предприятия.

ТЭО или ТЭР являются основанием для разработки задания на проектирование. Задание на проектирование составляет заказчик с участием проектировщика. Задание на проектирование содержит необходимые данные и условия составления проекта: обоснование проектирования, групповой ассортимент продукции, характеристику процессов и оборудования, источники снабжения сырьем, водой, энергией и т. д.

При размещении проектируемых предприятий на территории городов выдается архитектурно-планировочное задание, строительный паспорт участка и технический паспорт. В этих документах приводятся результаты инженерных изысканий: топографические, геологические, климатологические. На этом заканчивается подготовительный этап.

В соответствии с инструкцией «Порядок разработки проектно-сметной документации» проектирование осуществляется в одну стадию - рабочий проект или в две стадии - проект и рабочая документация. Это оговаривается в ТЭО или ТЭР.

Проектирование технически несложных объектов, а также предприятий, строительство которых должно преимущественно осуществляться по типовым проектам, выполняется в одну стадию. По типовым проектам должно осуществляться строительство повторяющихся основных и вспомогательных производственных зданий и сооружений, предприятий со стабильной на ряд лет технологией производства. Что такое типовой проект? На основании изучения опыта работы предприятий, анализа критических замечаний и предложений, полученных от различных организаций, разработаны типовые проекты предприятий разной мощности. Действующая номенклатура типовых проектов позволяет выбрать оптимальный вариант для конкретного пункта строительства с учетом расширения ассортимента изделий, а также при необходимости и специализации отдельных предприятий.

Разработанная проектно-сметная документация в дальнейшем подвергается согласованию и утверждению с заказчиком.

### 2.3. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Курсовые и дипломные проекты хлебопекарных предприятий включают технологический раздел (технологическую часть).

Исходные данные для выполнения технологической части проектов даются в задании, в котором указывается производительность хлебопекарного предприятия или название реконструируемого (модернизируемого) предприятия, а также особенности разрабатываемого проекта.

Технологическая часть выполняется на основании следующих исходных материалов:

- нормы технологического проектирования предприятий хлебопекарной промышленности [1, 2];
- действующие стандарты и технические условия на сырьё и хлебобулочные изделия [3, 4 и др.];
- технологические инструкции на производство изделий [5, 6];
- нормативные (утвержденные) рецептуры на изделия [6, 7];
- технические документы и справочные материалы [8, 9, 10, 11 и др.]

Исходные данные и требования к выполнению других разделов, выполняемых в объёме дипломных проектов изложены в [12].

## 2.4. СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТОВ

Состав и содержание дипломных проектов изложены в [12].

В проектах хлебопекарных предприятий ведущая роль принадлежит технологической части, от квалифицированного выполнения которой зависит правильность разработки остальных частей проекта.

В технологической части проекта в соответствии с заданием необходимо:

- выбрать ассортимент вырабатываемой продукции, включающий три наименования для курсового проекта и шесть наименований для дипломного проекта; привести характеристику принятого ассортимента, указав массу, размеры, внешний вид, способ выпечки изделий, нормы их выхода, нормативные рецептуры и физико-химические показатели качества продукции в соответствии с действующими нормативными документами;
- сделать обоснованный выбор технологических линий для предлагаемого ассортимента продукции и выполнить описание технологических схем;
- обосновать способ приготовления теста, предусмотрев один - два способа тестоприготовления и отразив их преимущества: улучшение качества продукции, сокращение технологических затрат, улучшение санитарно-гигиенических условий производства, возможность механизации процесса и повышения производительности труда и пр.;
- провести сырьевой расчёт, включающий расчёт выхода изделий и расчёт суточного и нормативного запаса сырья;
- рассчитать оборудование и площади для хранения сырья;
- сделать обоснованный выбор и расчёт оборудования.

Предпочтителен выбор оборудования, обеспечивающего поточную и комплексную механизацию, автоматизацию производства. Если в задании не оговариваются марки и виды оборудования, то необходимо самостоятельно выбрать новое технологическое оборудование, выпускаемое отечественными машиностроительными предприятиями. В отдельных случаях можно принимать к установке импортное оборудование. Можно предусматривать оборудование, рекомендуемое к серийному производству, а также нестандартизированное оборудование, изготавливаемое опытно-механическими заводами. Устаревшее, оборудование в проектах использовать не рекомендуется.

## ГЛАВА 3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТОВ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

### 3.1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТДЕЛЕНИЙ ХЛЕБОПЕКАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

#### 3.1.1. Проектирование складских помещений для хранения сырья

Доставка и хранение сырья на хлебопекарные предприятия может осуществляться тарно и бестарно. Применение бестарной перевозки и хранения сырья позволяет комплексно механизировать погрузочно-разгрузочные и транспортные операции по доставке и внутрипроизводственной транспортировке сырья, снизить затраты на тару, перевозку и хранение, сократить потери сырья при разгрузке, улучшить санитарно-гигиенические условия производства. Бестарное хранение муки имеет и технологические преимущества: муку легко перемещать из одного силоса в другой, аэрировать, смешивать разные партии муки, подсушивать, быстро прогреть, используя теплые потоки воздуха.

Склады бестарного хранения муки (БХМ) можно подразделить на следующие типы:

- закрытого,
- открытого,
- частично открытого типа, в которых предусмотрено строительство подбункерного и надбункерного помещений.

Применение складов открытого типа позволяет экономить средства на строительство; устраняет взрывоопасность, предотвращает возможность появления вредителей хлебных запасов. Однако склады открытого типа целесообразно предусматривать для регионов, в которых средняя температура наиболее холодного периода года менее - 30°C.

Склады БХМ закрытого типа могут располагаться в отдельно стоящем здании, в пристройке к основному производственному зданию, а также могут быть встроены в габариты основного производственного корпуса.

Вместимость складов рассчитывается в соответствии с нормами проектирования на 7-суточный запас муки.

При проектировании складов БХМ надо стремиться размещать их как можно ближе к местам потребления сырья. Следует учитывать также, что эти склады по взрыво- и пожароопасности относятся к категории Б. Поэтому не допускается размещение помещений над складами, стены складов проектируются в капитальном исполнении из огнестойких материалов, должны быть предусмотрены два выхода, один из которых наружный.

В настоящее время для БХМ и БХС используются серийно выпускаемые емкости круглого сечения - силоса: А2-Х2Е-160А; А2-Х3Е-160А; А2-Х3Е-160Б и прямоугольного сечения - бункера М-111, М-118, А1-ХБУ и др. Для предприятий малой мощности бестарное хранение муки может быть запроектировано в

установке УХМ-Ф-9. Количество силосов или бункеров определяется расчетом в зависимости от потребности муки по сортам. Минимальное число бункеров (силосов) должно быть не менее двух. Это требование связано с принятой организацией работы склада БХМ и учетом ее, так как расход муки необходимо осуществлять из одного бункера, а прием из автомуковоза – в полностью освободившийся другой бункер.

При проектировании складов БХМ следует учитывать, что размещение бункеров должно соответствовать требованиям их нормальной эксплуатации:

- проходы между рядами бункеров, а также расстояние между бункерами и стеной не менее 0,7 м;
- расстояние между смежными бункерами не менее 0,25 м;
- высота помещения должна быть не менее 1 м при расположении обслуживающей площадки ниже крышек бункера и не менее 2 м - при расположении площадки на одном уровне с крышками бункеров.

Склады с силосами и бункерами высотой более 6 м нужно предусматривать в двухсветовом помещении. Силоса и бункера должны иметь рабочую площадку, расположенную на высоте, позволяющей обслуживать фильтры и служебную лестницу. Если силоса имеют смотровые люки, предусматривают на их уровне площадку со служебной лестницей.

При проектировании складов БХМ следует предусматривать также площадь для приема суточного запаса муки в таре. При этом мука из мешков засыпается в приемник муки ХМП-М и пневмотранспортом подается в складские бункера для хранения или непосредственно на просеивательные линии. В конструкцию этого приемника входит опрокидывающее устройство и система пневматической очистки мешков от пыли.

Склады с хранением муки только в мешках допускается проектировать для предприятий малой мощности, а также предприятий, для которых доставка муки бестарным способом невозможна, например, в районах Крайнего Севера.

В настоящее время бестарная доставка муки осуществляется автомуковозами. Выгрузка муки из цистерны автомуковоза осуществляется пневматически через нижнюю горловину по гибкому шлангу при помощи компрессора, установленного на автомуковозе. Для бестарной доставки муки могут использоваться также специальные железнодорожные цистерны, если к предприятию подходит железнодорожное полотно. Для подключения гибкого шланга от автомуковоза или железнодорожной цистерны к мукопроводам предприятия предусматриваются приемные щитки К4-ХСВ. Следует предусматривать индивидуальные мукопроводы к каждому силосу или бункеру.

Способ транспортировки и хранения остальных видов сырья зависит от возможности поставки, объемов и свойств сырья. Внедрение бестарного хранения сырья исключает тяжелый ручной труд, сокращает потери сырья, высвобождает производственные площади, улучшает санитарные условия производства, сокращает и механизмирует операции по подготовке сырья. Однако это оправдано, если вблизи проектируемого предприятия имеются предприятия-поставщики, способные обеспечить бестарную доставку, если объемы поставляемого сырья значительны.



На хлебопекарных предприятиях бестарным способом транспортируются и хранятся соль, дрожжевое молоко, сахарный раствор (жидкий сахар), жидкий жир для хлебопечения, растительное масло, патока, цельное молоко, молочная сыворотка.

В проектах можно предусматривать один из трёх типоразмеров установок для хранения солевого раствора («мокрого» хранения соли): Т1-ХСУ вместимостью 2 т; Т1-ХСБ - 10 т и Т1-ХСТ - 80 т. Сухая соль из самосвала разгружается через приёмную воронку установки в железобетонную ёмкость, облицованную плитками или листами нержавеющей стали. Сюда же подаётся вода и с помощью барботирования воздухом происходит растворение соли. Верхний слой приготовленного раствора непрерывно поступает в ёмкость для фильтрации, а затем посредством монжуса транспортируется на производство.

Бестарная доставка жидкого сырья осуществляется специализированным транспортом - автоцистернами, из которых оно перекачивается в приемные емкости для хранения и затем направляется по трубопроводам на производство. Емкости для бестарного хранения могут быть специализированы, например, для хранения молочных продуктов молочные танки Г2-ОТ2А; резервуары В2-ОМВ-2,5; Я1-ОС. Резервуары имеют механическую мешалку и рубашку, куда подаётся охлаждённая вода. Ёмкости для бестарного хранения жира и патоки должны иметь обогревающую рубашку или змеевик для обогрева.

Для бестарного хранения сырья используется также нестандартизированное оборудование, которое изготавливается опытно-механическими заводами или непосредственно на предприятиях. Потребность в таком оборудовании и его вместимость рассчитываются по объёмной или насыпной массе продукта и времени его хранения. Нормативные сроки хранения сырья на предприятиях регламентируются нормами проектирования. Для бестарного хранения каждого вида сырья предусматривается не менее двух емкостей.

При бестарной доставке и хранении сырья важным является его учет. В качестве входного и выходного контроля могут служить автомобильные весы, установленные на проходной предприятия. Контроль может осуществляться с помощью тензометрических датчиков, встроенных в опоры резервуаров для бестарного хранения сырья, как силосов, так и емкостей для жидкого сырья. В конструкции применяемых резервуаров для бестарного хранения жидкого сырья также предусмотрена возможность установки стеклянных трубок с мерной шкалой.

Для предприятий, размещаемых в местах, где невозможна или нецелесообразна бестарная доставка и хранение сырья, проектируется его тарная доставка и хранение. Тарное хранение отдельных видов сырья допускается в одном помещении. Например, на хлебопекарном предприятии сахар и патока. Скоропортящееся сырье хранят в холодильном шкафу или в холодильной камере.

При тарном хранении сырья следует предусматривать средства малой механизации для его разгрузки и транспортирования: электропогрузчики, электротельферы и др. Проектируя складские помещения, необходимо придерживаться принципа максимально возможного сокращения расстояния от разгрузочной площадки (платформы) до складов, а также от складов до мест растаривания и

подготовки сырья. При этом следует помнить о недопустимости пересечения грузопотоков сырья, готовой продукции и людей.

Тарные склады сырья проектируют в блоке с бестарным складом муки. Они размещаются таким образом, чтобы удобно было разгружать сырье и подавать его на производство. Холодильная камера может располагаться только на первом этаже. Стены холодильной камеры должны быть изолированы. Нельзя располагать холодильные камеры рядом с горячими и теплыми цехами и прилегающими к наружной стене. Допускается размещение холодильной камеры у наружной стены, если камера небольшая, и стена не выходит на южную сторону.

Площадь тарных складов сырья и холодильной камеры определяется из расчета нагрузки сырья на 1 квадратный метр площади, указанной в нормах проектирования, и запаса сырья.

### 3.1.2. Проектирование внутрипроизводственного транспортирования сырья

Внутрипроизводственное транспортирование муки и других сыпучих компонентов может осуществляться пневматическим, механическим или смешанным транспортом.

Все системы пневмотранспорта можно условно свести к трем видам: низкого, среднего и высокого давления. Пневмотранспорт высокого и среднего давления (более 0,15 мПа) принято называть аэрозольтранспортом. Пневмотранспорт представляет возможность доставки муки практически в любую точку предприятия, сокращает распыл сырья и соответственно потери. Применение пневмотранспорта предпочтительно с точки зрения биотехнологии, поскольку известен эффект ускоренного созревания муки и улучшение её хлебопекарных свойств, когда она находится во взвешенном состоянии в среде нагретого воздуха.

Важным является выбор источников сжатого воздуха для систем пневмотранспорта сырья. Наиболее распространенный вариант - компрессорная станция со стационарными компрессорами, фильтрами, влагомаслоотделителями, ресиверами. К помещению компрессорной как взрывоопасному помещению предъявляются следующие повышенные требования: оно должно располагаться в одноэтажной части производственного здания, иметь два выхода, один из которых наружный, стены помещения делаются из огнестойких материалов. Помещение компрессорной желательнее приблизить к складам БХМ. Следует иметь в виду, что компрессоры имеют высокое энергопотребление, необходимость обслуживания квалифицированным персоналом.

На предприятиях, где небольшие трассы продуктопроводов, возможно применение газодувок или воздуходувок. Размещать их можно в любом звукоизолированном помещении предприятия. Выбор компрессора или газодувки зависит от расхода воздуха и давления, развиваемого машиной. Например, компрессор 2ВУ-1-2,5/13М 10 имеет производительность 2,5 м<sup>3</sup> воздуха в минуту и абсолютное давление 1 кгс/см<sup>2</sup>.

При пневмотранспортировании сырья следует предусмотреть также следующее оборудование. Для ввода сыпучего сырья в продуктопровод, находящийся под давлением, служат питатели, например, шнековые ПШМ, роторные А2-ХПШ. Для изменения направления движущегося потока аэроземеси в мукопроводах предназначены переключатели: двухпозиционные, например, Ш2-ХМБ, многопозиционные М-130 и др. Очистка аэрозольной смеси от транспортирующего воздуха осуществляется с помощью самовстряхивающихся фильтров ХЕ-161 для складских бункеров и силосов, ХЕ-162 для производственных бункеров и фильтр-разгрузитель М-104 для просеивателя.

Внутрипроизводственный механический транспорт осуществляется с помощью норий (ковшовый элеватор), шнеков (винтовой конвейер), скребковых конвейеров (редлер). Механический транспорт менее энергоемок по сравнению с пневмотранспортом, более прост в эксплуатации. Однако возникают сложности при перемещении сырья на большие расстояния, высока пожароопасность за счет неизбежного распыла муки, необходима регулярная санитарная очистка.

Внутрипроизводственное механическое транспортирование сыпучих компонентов может осуществляться с помощью транспортирующих устройств на основе гибких элементов Ш2 - ХМЖ (спиральный конвейер). Эти системы сочетают в себе преимущества одновременно пневмотранспорта и шнековых конвейеров, но лишены их недостатков. Устройства обеспечивают надежное, плавное перемещение и подъем сыпучих компонентов по трубам без использования сжатого воздуха. Длина трубопровода и его конфигурация могут быть разнообразными и зависят от места монтажа на предприятии. Устройства легко монтируются на месте эксплуатации из отдельных элементов. В процессе работы эти устройства не пылят, экономичны в потреблении электроэнергии, надежны, долговечны, просты в обслуживании, не требуют квалифицированного обслуживания. Устройства состоят из приемного узла с электроприводом (мотор - редуктор), трубопровода, гибкого рабочего органа, узла выгрузки. В зависимости от расположения мотора-редуктора могут использоваться два варианта транспортирования: с толкающим приводом, если мотор-редуктор расположен у загрузочного устройства и с тянущим приводом, если мотор-редуктор расположен у разгрузочного устройства. Транспортирующие устройства Ш2-ХМЖ выпускаются нескольких типоразмеров. Производительность в зависимости от плотности транспортируемого сырья от 0,25 до 1,6 кг/с, длина трассы - до 25 м. Подача сыпучих компонентов из складских или производственных бункеров в транспортирующее устройство осуществляется с помощью виброразгрузочных устройств Ш2-ХМГ. Устройство обеспечивает равномерную выгрузку и ликвидирует образование сводов и зависание продукта. Разгрузочные устройства комплектуются крышками - отводами, позволяющими осуществлять разгрузку сырья с расположением под углом 0, 30, 45, 60 и 90°.

Смешанное транспортирование предусматривает применение на отдельных участках производства пневмотранспорта, на других - механического транспорта.

Для транспортирования жидких компонентов используют насосы: винтовые, шестеренчатые, центробежные и др. Для перекачивания растворов под давлением сжатым воздухом или паром предусматривают монжусы.

### 3.1.3. Проектирование помещений и отделений для подготовки сырья

Вся мука, поступающая со склада бестарного хранения на производство, должна быть просеяна, очищена от ферропримесей и взвешена.

Для взвешивания и просеивания муки при подаче ее на производство предусматривают не менее двух просеивательных линий.

Для просеивания муки устанавливают просеиватели Ш2-ХМВ - при пневмотранспортировании, Ш2-ХМВ-01 - при механическом транспортировании; а также бураты ПБ-1,5 и др. Для очистки муки от ферропримесей на пути прохождения их от просеивательного барабана в разгружающий шнек устанавливается магнитная защита. На малых предприятиях магнитная очистка может осуществляться с помощью магнитного уловителя Ш2-ХМН, который устанавливается над дозатором муки. Для обслуживания фильтр-разгрузителя просеивателя предусматривают обслуживающую площадку.

Взвешивание осуществляется после просеивания, так как конструктивные особенности применяемых весовых устройств позволяют обеспечить стабильность их работы только на просеянной муке. В качестве весового устройства в просеивательных линиях применяют автоматические дозирующие весы 6.041AB-50НК. В конструкции весов имеется счетчик отвесов, по которому ведется учет отпускаемой на производство муки. На уровне установки счетчиков предусматривают обслуживающую площадку со служебной лестницей. Показания счетчика дублируются на пульте управления оператора склада БХМ. Для обеспечения заданной производительности между просеивателем и весами, а также под весами предусматриваются соответственно надвесовой и подвесовой бункера. Из подвесового бункера мука попадает в шнековый питатель и затем роторный, где смешивается с транспортирующим воздухом. Это необходимо для предотвращения возможного прорыва воздуха из питателя и распыла муки.

Для менее производительных линий (до 2,5 т/ч) могут быть предусмотрены просеиватели Ш2-ХМЕ. Малогабаритный просеиватель Ш2-ХМЕ работает как в системе пневмотранспортирования муки, так и в сочетании с гибким спиральным конвейером. Учет муки осуществляется с помощью дозатора, оснащенного тензоизмерительной системой и возможностью вывода на компьютер. Программное обеспечение позволяет суммировать данные по муке, прошедшей по линии за любой промежуток времени.

При тарном хранении муки устанавливают мукопросеиватели со встроенными магнитами П-2П, П-5, А2-ХПГ.

Просеивательное отделение может быть размещено как в отдельном помещении, так и в мучном складе или помещении производственных бункеров. Весовое отделение располагается под просеивательным. Это обеспечивает транспортирование муки из просеивателя самотеком и не требует дополнительных транспортирующих устройств.

Для обеспечения бесперебойного снабжения мукой, подготовленной к производству, устанавливают производственные бункера. Производственные бункера для муки должны иметь вместимость, обеспечивающую бесперебойную работу тестоприготовительного отделения в течение одной - двух смен. Количество производственных бункеров в зависимости от технологических требований принимают один-два. Например, учитывают соотношение муки при двухфазных способах тестоведения. Подача муки из производственных бункеров в тестомесильные машины осуществляется механическим транспортом. В зависимости от расположения питающих шнеков от производственных бункеров проектируют бункера:

ХЕ-63А - шнек располагается перпендикулярно оси бункера;

ХЕ-63Б - шнек располагается к горизонтали под углом  $12^{\circ}30'$ ;

ХЕ-63В - шнек располагается к горизонтали под углом  $30^{\circ}$ . Шнек не должен иметь угол наклона к горизонтали более  $30^{\circ}$ , так как является неработоспособным.

Помещение производственных бункеров располагают над тестоприготовительным отделением или в непосредственной близости от него. Предусматривают площадку для обслуживания производственных бункеров, с которой можно осуществить замену установленных на производственных бункерах фильтров. Высота помещения для производственных бункеров должна быть достаточной для обслуживания верхних крышек с установленными на них фильрами.

На предприятиях малой мощности проектируют бессилосную схему, не предусматривающую установку производственных бункеров.

Для подготовки остальных видов сырья предусматривают как специальное, так и нестандартное оборудование. Для растаривания сырья устанавливают производственные столы. Приготовление сахарного раствора из сахара-песка, молочной суспензии из сухого молока, дрожжевой суспензии из прессованных дрожжей, растапливание твёрдых жировых продуктов, разогрев патоки осуществляется в сахаро-жирорастворителях СЖР, СЖР-33М. Сахаро-жирорастворители снабжены мешалкой и оборудованы паровой рубашкой. Дозирование воды на приготовление растворов и суспензий осуществляется с помощью водосолеподготовительного бачка Ш2-ХДИ. При использовании сахара в сухом виде надлежит его просеивать и очищать от ферропримесей. Для этого устанавливают малогабаритные просеиватели, например, П-2П, П-5, А2-ХПГ. При тарной доставке и хранении соли для приготовления солевого раствора устанавливают солерастворители ХСР-3/2.

Подготовленные жидкие компоненты перекачивают в расходные емкости РЗ-ХЧД, обеспечивающие непрерывную подачу сырья и полуфабрикатов.

При использовании яиц предусматривают отдельное помещение для их подготовки – санитарной обработки.

Помещения для подготовки сырья располагают вблизи складов сырья и возможно ближе к основным производственным цехам и помещениям. Они должны иметь естественное освещение. Помещение расходных емкостей желательно изолировать и располагать в верхних этажах производственного корпу-

са, над тестоприготовительным отделением. Это обеспечит подачу сырья и полуфабрикатов самотеком.

### 3.1.4. Проектирование тестоприготовительного отделения

Приготовление теста - важнейший и наиболее длительный этап в приготовлении теста, занимающий до 70 % времени производственного цикла. Приготовление теста осуществляется способами, рекомендуемыми технологическими инструкциями [5, 6].

Для приготовления пшеничного теста рекомендуются опарные, безопарный и ускоренные способы. Из опарных способов наибольшее распространение получили способы на большой густой, на густой и на жидкой опаре. К ускоренным способам приготовления пшеничного теста относятся способ приготовления теста на жидкой диспергированной фазе (ЖДФ), ускоренный способ с использованием молочной сыворотки, способ приготовления теста на заквасках целевого назначения, из которых наиболее распространенные - концентрированные молочнокислые закваски (КМКЗ), способ приготовления по интенсивной «холодной» технологии.

Для приготовления ржаного теста рекомендуются следующие способы: на густых, на больших густых, на жидких и на сухих заквасках. Причём, жидкие закваски можно готовить без заварки, с заваркой и концентрированные молочнокислые.

Тесто из смеси ржаной и пшеничной муки преимущественно готовят способами, рекомендуемыми для ржаного теста.

**Оборудование тестоприготовительного отделения.** При проектировании тестоприготовительного оборудования необходимо осуществить подбор и расчёт оборудования для приготовления полуфабрикатов.

В зависимости от установленного оборудования замес полуфабрикатов может осуществляться непрерывно или порционно (периодически).

Для приготовления теста для массовых сортов хлеба и булочных изделий рекомендуется предусматривать тестоприготовительные агрегаты непрерывного действия. Тестоприготовительные агрегаты позволяют существенно механизировать процесс и сократить производственные площади.

При приготовлении теста на больших густых опарах и больших густых заквасках используют тестоприготовительные агрегаты И8-ХТА-6 и И8-ХТА-12. В состав агрегата входят две месильные машины для замеса опары (закваски) и теста А2-ХТТ со встроенными дозаторами муки, две дозировочные станции Ш2-ХДМ, шестисекционный стационарный бункер для брожения опары (закваски), нагнетатели для транспортирования по трубопроводам опары (закваски) и теста и корытообразная ёмкость для брожения теста. Вместо дозировочных станций для непрерывного дозирования жидких компонентов Ш2-ХДМ, предназначенной для дозирования пяти жидких компонентов, могут быть предусмотрены дозировочные станции двухкомпонентные ВНИИХП-05 (для опары или закваски) и четырёхкомпонентные ВНИИХП-06 (для теста). Загрузка опары (закваски) в секции бункера осуществляется с помощью поворотного

лотка. В агрегатах в качестве нагнетателей опары (закваски) предусмотрены шиберные эксцентричные насосы, перемещающие полуфабрикаты с наименьшей затратой механической энергии, что предотвращает нагрев полуфабрикатов. При приготовлении заквасок для их возобновления предусмотрен трубопровод подачи закваски в месильную машину.

При приготовлении теста на жидких опарах можно предусматривать тестоприготовительные агрегаты РЗ-ХТН. В состав агрегата входят две дозирочные станции непрерывного действия для дозирования жидких компонентов, установка для приготовления жидкой опары, теплообменник опары, тестомесильная машина непрерывного действия, обеспечивающая интенсивный замес теста, и транспортёр, на котором происходит кратковременное брожение теста.

Приготовление теста на густой (традиционной опаре) непрерывным способом может осуществляться в тестоприготовительном агрегате ШЗ2-ХТР. Агрегат представляет собой корытообразный бродильный аппарат, состоящий из двух секций для брожения опары и теста. Агрегат оснащается двумя месильными машинами непрерывного действия А2-ХТТ со встроенными дозаторами муки и дозирочными станциями непрерывного действия Ш2-ХДМ или ВНИ-ИХП-06. Непрерывное дозирование опары осуществляется с помощью встроенного дозатора опары ШЗ2-ХДО.

Приготовление теста для широкого ассортимента хлебобулочных изделий целесообразно осуществлять в оборудовании периодического действия. Для периодического (порционного) замеса густых по консистенции полуфабрикатов (густой, большой густой опары, густой, большой густой закваски и теста) предусматривают тестомесильные машины Т1-ХТ-2А, А2-ХТ-2Б, ХПО-3, А2-ХТМ, «Прима» и другие, оснащенные дежами. Наиболее часто используемыми являются подкатные дежи А2-ХТД вместимостью 140 л и Т1-ХТ-2Д вместимостью 330 л. В дежах осуществляется замес и последующее брожение полуфабрикатов. Разгрузка дежей осуществляется с помощью дежеопрокидывателя. При расположении тестоприготовительного отделения выше тесторазделочного применяют наклоняющие опрокидыватели А2-ХП-2Д-1. При размещении тестоприготовительного и тесторазделочного отделений на одном этаже применяют опрокидыватели с подъёмом дежи А2-ХП-2Д-2.

При ускоренных способах приготовления теста для интенсификации его созревания рекомендуется интенсивный замес, который может осуществляться в тестомесильных машинах периодического действия Ш2-ХТ-2И, РЗ-ХТИ-3 и других, оснащенных стационарной ёмкостью для замеса теста. При этом брожение теста может происходить в дежах, в увеличенной воронке над тестоделителем, цепном бродильном конвейере Ш2-ХББ (в комплекте с тестомесильной машиной и дозаторами - агрегат Ш2-ХТД), кольцевом дежевом конвейере Ш2-ХБВ (в комплекте с тестомесильной машиной, дозаторами и дежеопрокидывателем - агрегат Ш2-ХТК) и др. Агрегат Ш2-ХТК может комплектоваться также тестомесильными машинами Т1-ХТ-2А, А2-ХТ-2Б, ХПО-3.

При периодическом замесе полуфабрикатов осуществляют порционное дозирование сырьевых компонентов с помощью дозаторов периодического действия. Для порционного дозирования сыпучих компонентов (муки, солода, са-

хара, отрубей и др.) предусматривают дозатор сыпучих компонентов Ш2-ХДА. Порционное дозирование жидких компонентов осуществляется с помощью дозатора Ш2-ХД-2Б. Этот дозатор предназначен для дозирования воды заданной температуры (полученной при смешивании холодной и горячей воды), дрожжевой суспензии, растворов соли и сахара, жидкого жира, жидких заквасок и других жидких компонентов. Дозатор может производить последовательный набор доз жидких компонентов по заранее заданной программе в соответствии с производственной рецептурой. Для порционного дозирования воды заданной температуры можно использовать дозатор-регулятор температуры «Дозатерм-15», для дозирования воды и солевого раствора - водосолеподготовительный бачок Ш2-ХДИ. Дозирование жидких компонентов может осуществляться также с помощью дозирочной станции периодического действия ВНИИХП-04.

Полуфабрикаты, предшествующие тесту, готовят чаще всего порционно. Приготовление КМКЗ, заварки, жидкой опары, жидких ржаных заквасок осуществляют в заварочных машинах ХЗ-2М-300. Для приготовления эмульсии, ЖДФ используют эмульгатор ШС-300, установку А2-ШУ2-И и др. Брожение жидких полуфабрикатов происходит в чанах РЗ-ХЧД.

При двухфазных способах можно сочетать порционное приготовление одной фазы и непрерывное приготовление другой. Например, жидкую опару или ржаную жидкую закваску готовят порционно в заварочной машине, а тесто замешивают непрерывно в тестомесильной машине А2-ХТТ. При этом брожение первой фазы происходит в чанах РЗ-ХЧД, а брожение теста может осуществляться в корытообразной ёмкости или в увеличенной воронке над тестоделителем. Для непрерывного дозирования жидких компонентов, в частности жидкой ржаной закваски, может быть предусмотрен дозатор жидких компонентов черпачкового типа ШЗ2-ХДЧ.

На малых предприятиях устанавливают тестомесильные машины периодического действия, а дозирование подготовленного сырья осуществляют с помощью дозаторов периодического действия, дозирочных устройств или вручную с использованием мерных ёмкостей. В конструкции применяемых дозирочных устройств для жидкого сырья также предусмотрена возможность установки стеклянных трубок с мерной шкалой.

**Компоновка тестоприготовительного отделения.** Тестоприготовительное отделение может располагаться как на первом, так и верхних этажах проектируемого предприятия. Тестоприготовительное отделение, как правило, не отделяется от тесторазделочного, если они располагаются на одном этаже.

При установке бункерных тестоприготовительных агрегатов следует соблюдать требования:

расстояние между осями бункеров - 4 м;

- расстояние между осями тестомесильных машин - 2,1 м;
- расстояние от стены до привода тестомесильной машины - 1 м;
- высота помещения для агрегатов И8-ХТА-6 - не менее 4,8 м; для агрегатов И8-ХТА-12 - не менее 6 м.



Тестомесильные машины агрегатов и площадки для их обслуживания располагают так, чтобы работающий мог обслуживать не менее трёх-четырёх машин.

В тестоприготовительном отделении с подкатными дежами соблюдают следующие требования: наименьшее расстояние тестомесильных машин от стен - 0,8 м; между осями машин - 2,3 м; перед машиной для наката дежей - 3 м. Предусматривается площадь или камера для размещения дежей. В камере предусматривают расположение дежей в два ряда с проездом между ними - 1,8 м. Камеру желательно проектировать без естественного освещения с теплоизоляционными стенами.

Расстояние от тестоприготовительного оборудования до стен при отсутствии прохода должно быть не менее 0,5 м; ширина проходов между оборудованием, а также между оборудованием и стеной - не менее 0,8 м. Ёмкости, сборники, мерники располагают от стен на расстоянии не менее 0,5 м, насосы - 0,3 м.

Оборудование для приготовления жидких дрожжей, заварок, заквасок следует предусматривать в отдельном помещении.

При компоновке оборудования следует избегать многократного перекачивания полуфабрикатов (особенно готового теста) и транспортирования их на значительные расстояния. Тестоприготовительное оборудование проектируется в комплексе с транспортированием полуфабрикатов самотёком или с помощью коротких транспортных устройств.

### 3.1.5. Проектирование тесторазделочного отделения

Как известно, разделка теста может включать в зависимости от внешнего вида изделий следующие операции: деление теста на куски, округление, предварительная расстойка, закатка, формование, надрезка, нанесение рисунка штампом, отделка, смазка тестовых заготовок и окончательная расстойка.

**Оборудование тесторазделочного отделения.** На хлебозаводах тесторазделочное оборудование, как правило, располагается в одном производственном цехе с печами и скомпоновано в поточные или комплексно-механизированные линии.

Для деления теста на куски устанавливают тестоделители. Выбор тестоделителей зависит от вида муки, из которой приготовлено тесто (пшеничная, ржаная) и массы тестовой заготовки.

Для деления пшеничного теста предусматривают тестоделители:

А2-ХТН для деления теста на куски массой от 0,22 до 1,2 кг;

А2-ХТ1-Н для деления теста на куски массой от 0,05 до 0,22 кг;

А2-ХПО/5 для деления теста на куски массой от 0,09 до 0,9 кг;

РЗ-ХДП для деления теста на куски массой от 0,04 до 0,34 кг и др.

Для деления ржаного теста и теста из смеси пшеничной и ржаной муки устанавливают тестоделители:

«Кузбасс-68М» для деления теста на куски массой от 0,4 до 1,4 кг;

«Кузбасс М-1», «Кузбасс М-2» для деления теста на куски массой от 0,8 до 1,5 кг;

ХДФ-М2 для деления теста на куски массой от 0,5 до 1,5 кг и др.

Причём эти тестоделители могут использоваться и для деления пшеничного теста.

При производстве булочных и сдобных изделий предусматривают делительно-округлительные машины, предназначенные для деления и округления тестовых заготовок массой от 0,055 до 0,22 кг.

В расстойно-печных агрегатах на базе тупиковых печей для деления ржаного, ржано-пшеничного и пшеничного теста и укладки тестовых заготовок в формы на люлечном конвейере применяют делительно-посадочные автоматы ШЗЗ-ХДЗУ, ШЗЗ-ХДЗУ, РЗ-ХДЗУ. Автоматы представляют собой модернизированные тестоделители «Кузбасс».

Тестоокруглительные машины предназначены для обработки тестовых заготовок и придания им округлой шарообразной формы. Выбор тестоокруглителей зависит от вида муки, из которой приготовлено тесто (пшеничная, ржаная) и массы тестовой заготовки.

Для округления тестовых заготовок из пшеничного теста предусматривают тестоокруглительные машины:

Т1-ХТН для округления тестовых заготовок массой от 0,2 до 1,2 кг; причём для тестовых заготовок массой более 0,7 кг устанавливают два последовательно расположенных тестоокруглителя;

А2-ХПО/6 для округления тестовых заготовок массой от 0,09 до 0,9 кг;

Т1-ХТС для округления тестовых заготовок массой от 0,05 до 0,2 кг и др.

Для округления тестовых заготовок из ржаной муки и смеси ржаной и пшеничной муки предусматривают нестандартизированное оборудование, например, транспортёр со специальным приспособлением для округления.

Тестозакаточные машины предназначены для придания тестовым заготовкам формы батона (сигарообразной формы с округлыми концами). Для закатки тестовых заготовок из пшеничной муки устанавливают тестозакаточные машины:

Т1-ХТ2-3-1 для закатки заготовок массой от 0,22 до 1,1 кг;

Т1-ХТ2-3 для закатки заготовок массой от 0,055 до 0,22 кг;

МЗЛ-50 для закатки заготовок массой от 0,055 до 0,55 кг;

И8-ХТЗ для закатки заготовок массой от 0,22 до 1,1 кг.

Перечисленные тестозакаточные машины предусматривают для закатки тестовых заготовок длиной не более 36 см.

Формующая машина А2-ХПО/9 предназначена для придания тестовым заготовкам формы батона и посадки их в ячейки профильных лотков. Используется в комплекте оборудования пекарен при выработке батонов особых.

При производстве рожков или рогаликов для формования устанавливают рогаликовую машину С-500М для тестовых заготовок массой от 0,05 до 0,08 кг или машину А2-ХПО/7 для тестовых заготовок массой от 0,06 до 0,12 кг.

При формовании изделий, для которых нет специальных машин, доработка тестовых заготовок осуществляется вручную на производственных столах, вдоль которых оборудованы ленточные транспортёры. Столы устанавливают из расчёта 1,5 м на одно рабочее место. Ширина стола при работе с двух сторон 1,6 м.

Если тестовая заготовка помимо округления подвергается закатке целесообразно предусматривать оборудование для предварительной расстойки. Предварительная расстойка необходима также при приготовлении теста ускоренным способом по интенсивной «холодной» технологии. Предварительную расстойку осуществляют в конвейерных шкафах для предварительной расстойки. Они представляют собой устройство ленточных конвейеров (транспортёров), расположенных в три-пять ярусов. Может использоваться шкаф предварительной расстойки ИЭТ-75-И1, поставляемый в комплекте оборудования для пекарен.

Окончательная расстойка является обязательной технологической операцией, поэтому на проектируемых предприятиях предусматривают оборудование для окончательной расстойки.

При выборе шкафов окончательной расстойки, в первую очередь, следует учесть, является шкаф ли частью расстойно-печного агрегата, входящего в комплексно-механизированную линию.

Для окончательной расстойки тестовых заготовок широкого ассортимента хлебобулочных изделий предназначены универсальные расстойные агрегаты Т1-ХР-2А-30, Т1-ХР-2А-48, Т1-ХР-2А-72, Т1-ХР2-Г-30, Т1-ХР2-Г-48 и др. Последние две цифры в марках агрегатов обозначают количество рабочих люлек. Причём люльки в количестве 48 и 72 являются двухполочными. Расстойка проводится на листах или платках (съёмных тканевых приспособлениях), размещаемых на люльках. При расстойке формовых изделий с люлек снимается верхняя полка. Эти шкафы устанавливаются с конвейерными люлочными или ленточными печами шириной 1,9 или 2,1 м. Загрузка и выгрузка тестовых заготовок осуществляется вручную. В отдельных случаях при необходимости увеличения количества рабочих люлек при продолжительной расстойке тестовых заготовок мелкоштучных и сдобных изделий используют комбинированные варианты этих шкафов.

Комплексно-механизированные линии укомплектованы специализированными шкафами для окончательной расстойки, сагрегатированные с печами.

В комплексно-механизированных линиях по производству формового хлеба на базе тупиковых печей установлены расстойные шкафы П6-ХРМ с различным количеством рабочих люлек в зависимости от производительности печи.

В комплексно-механизированных линиях по производству круглого подового хлеба на базе тоннельных печей предусмотрены шкафы окончательной расстойки Т1-ХР2-З-60 или Т1-ХР2-З-120 в зависимости от производительности печи. Эти конвейерные шкафы имеют подающий конвейер, укладчик тестовых заготовок в расстойные люльки и пульт управления.

В комплексно-механизированных линиях по производству батонов и булок городских на базе тоннельных печей установлены шкафы РШВ или РШВ-З в зависимости от производительности печи. Эти расстойные шкафы имеют роторно-ленточный посадчик для укладки тестовых заготовок в расстойные люльки и пересадочный транспортёр, предназначенный для механизированной пересадки их на под печи. Над пересадочным транспортёром устанавливается надрезчик, позволяющий осуществлять косые и продольные надрезы.

На пекарнях для окончательной расстойки могут устанавливаться также стационарные шкафы, которые могут поставляться в комплекте с печами, например, шкаф для расстойки «Бриз», ИЭТ-76-И1 и др.

При использовании металлических листов предусматривают их чистку и смазку в машине ЧСЛ.

**Компоновка тесторазделочного отделения.** Размеры тесторазделочного отделения зависят от производительности предприятия, количества и размеров устанавливаемого оборудования.

Перед тесторазделочными машинами необходимо оставлять проходы не менее 1,5 м. Расстояние между конвейерными шкафами для окончательной расстойки тестовых заготовок должно быть не менее 1,25 м.

При ручной посадке и выгрузке готовой продукции минимальные расстояния между ножкой шкафа и посадочным фронтом печи следует принимать, не менее:

- при установке столика для разделки - 1,3 м;
- при установке транспортера для готовой продукции - 1,4 м;
- при установке двух транспортеров: для тестовых заготовок и готовой продукции или столика и транспортёра - 1,6 м.

Высота тесторазделочного отделения определяется в зависимости от высоты расстойных шкафов плюс не менее 0,1 м до балок.

### 3.1.6. Проектирование пекарного отделения

В настоящее время на хлебопекарных предприятиях применяются печи разнообразных конструкций, различающиеся способом обогрева пекарной камеры, степенью механизации, производительностью и пр.

По степени механизации печной установки печи могут быть стационарными и конвейерными. В стационарных печах выпечка осуществляется на неподвижном поду пекарной камеры или на стеллажных тележках (контейнерах), которые закатываются в пекарную камеру. В ротационных печах стеллажные тележки (контейнеры) в процессе выпечки перемещаются в печи. Эти печи иногда называют печами шкафного типа. Работа этих печей осуществляется циклически: загрузка, выпечка, выгрузка; т.е. выпечка изделий будет осуществляться периодическим способом.

Конвейерные печи имеют конвейерный под с электроприводом. Конвейерные печи бывают ленточные (стальная лента); сетчатые (лента из стальной сетки), роторные, люлечно-подиковые и др. Процесс загрузки, выпечки и выгрузки в этих печах осуществляется непрерывно.

Конвейерные печи по типу пекарной камеры делятся:

- на тупиковые, в которых посадка тестовых заготовок и выгрузка готовой продукции производится с одной стороны печи, являющейся посадочным и разгрузочным фронтом печи;

- сквозные тоннельные, в которых посадка тестовых заготовок осуществляется с одной стороны печи, а выгрузка готовой продукции - с другой, противоположной стороны.

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

**Печи, устанавливаемые на хлебопекарных предприятиях.** На малых хлебопекарных предприятиях устанавливают печи с периодическим способом выпечки: ИЭТ-74-И1, Г4-ПРЗ-1, Г4-ПКЭ-01, «Муссон-Ротор». «Муссон-Тур-бо», «Циклон-Ротор», ХДЭ и др.

Наибольшее распространение получили конвейерные печи с тоннельной пекарной камерой: А2-ХПЯ-25, А2-ХПЯ-50 с электрообогревом, Г4-ПХЗС-25, Г4-ПХЗС-50, работающие на жидком и газообразном топливе; ППЦ-1.225, ППЦ-1.238, работающие на газообразном топливе и другие - с тупиковой пекарной камерой: Ш2-ХПА 10, Ш2-ХПА 16, Ш2-ХПА 25 с электрообогревом; ФТЛ-2-66, ФТЛ-2-81, работающие на жидком и твердом топливе; Г4-ХПЛ-16, Г4-ХПЛ-25, которые изготавливаются в трёх исполнениях: на твёрдом топливе, на жидком топливе Г4-ХПЛ-16-01, Г4-ХПЛ-25-01, на газообразном топливе Г4-ХПЛ-16-02, Г4-ХПЛ-25-02 и др.

На базе конвейерных печей разработаны расстойно-печные агрегаты, являющиеся основными элементами комплексно-механизированных линий. В расстойно-печных агрегатах посадка тестовых заготовок в расстойный шкаф, выгрузка расстойных заготовок из расстойного шкафа, надрезка и посадка их в печь, а также выгрузка выпеченных изделий из печи осуществляется механически. Это специализированные линии, предназначенные для выработки определенного ассортимента продукции. Например:

- комплексно-механизированные линии по производству формового хлеба на базе тупиковых печей ХПА-40, Ш2-ХПА-16, Ш2-ХПА-25, ФТЛ-2, Г4-ХПЛ-16, Г4-ХПЛ-25; выгрузка выпеченного хлеба осуществляется на транспортёр готовой продукции механически;
- комплексно-механизированные линии по производству формового хлеба на базе тоннельных печей А2-ХЛФ-25, А2-ХЛФ-50;
- комплексно-механизированные линии по производству круглого подового хлеба без надрезов и наколов на базе тоннельных печей А2-ХПЯ-25, А2-ХПЯ-50, Г4-ПХЗС-25, Г4-ПХЗС-50 и др.;
- комплексно-механизированные линии по производству батонов и булок городских на базе вышперечисленных тоннельных печей.

Подробно о комплексно-механизированных линиях можно получить информацию в книге [13].

В поточных линиях на базе конвейерных печей осуществляется ручная посадка расстойных тестовых заготовок в печь.

**Компоновка пекарного отделения.** Размеры пекарного отделения зависят от производительности предприятия, количества и размеров устанавливаемого оборудования.

Пекарное отделение может располагаться как на первом, так и на втором этаже производственного здания. На втором этаже следует, как правило, устанавливать печи блочно-каркасного исполнения.

Высота пекарного помещения для установки печей должна быть больше высоты печи не менее чем на 1 м от верхних выступающих частей печи до перекрытия.

Высота пекарного отделения при установке поточных комплексно-механизированных линий с конвейерными шкафами для расстойки тестовых заготовок Т1-ХР2-3-60 (120) должна быть не менее 6 м.

Обычно в одном пролёте шириной 6 м помещается одна печь. Как тупиковые, так и тоннельные печи монтируют на одной прямой с тесторазделочными линиями. Расстояние между печами с канальным обогревом не менее 1,25 м. При установке ленточных печей между ними оставляют проход шириной не менее 2 м, при наличии боковых топок ширина прохода увеличивается до 2,5 м. Печи по отношению к колоннам должны устанавливаться с тем, чтобы расстояние от печей до колонн было не менее 0,25 м.

Если печи располагаются на одной линии по фронту выгрузки, пекарное отделение целесообразно отделять от остывочного отделения перегородкой с дверными проёмами.

При использовании твердого топлива в тупиковых печах следует предусматривать топочное отделение. Топочное отделение должно выделяться противопожарной перегородкой и перекрытием. Расстояние от топки до противоположной стены должно быть при сжигании жидкого топлива или газа - не менее 2 м, при сжигании твердого топлива - 3 м. При установке печей тоннельного типа, а также тупиковых, работающих на газе, электроэнергии, а в ряде случаев - на жидком топливе; топочные отделения не отгораживают.

### 3.1.7. Проектирование остывочного отделения и экспедиции

Хлебобулочные изделия не требуют специальной выдержки после выпечки, поэтому их необходимо по возможности быстрее отправлять в свежем виде в торговую сеть. Несмотря на это, и учитывая, что отправка изделий с предприятий не осуществляется круглосуточно, при проектировании предприятий следует предусматривать помещения для хранения хлеба в течение 8 час, а булочных, сдобных, мелкоштучных изделий - не более 4 час.

Для механизации операций по хранению и транспортировке хлебобулочных изделий в складах готовой продукции - остывочном отделении - рекомендована контейнерная схема. Широко применяются контейнеры ХКЛ-18, оснащенные 18-ю трёхбортными лотками. Контейнеры перевозят в автохлебовежах с закрытым кузовом и грузоподъёмным бортом. Автохлебовежи оборудованы креплениями для контейнеров и механизмами для погрузки и выгрузки.

В том случае, когда пекарное отделение располагается на втором этаже, а остывочное - на первом, для транспортирования и хранения готовой продукции используется лотково-стопочная схема. Она наиболее целесообразна для булоч-

ных, мелкоштучных и сдобных изделий, для которых не допустимо транспортирование со второго этажа на первый с помощью спирального конвейера.

Укладка хлебобулочных изделий осуществляется на втором этаже при выходе их из печи. Лотки помещаются в штабелеформирующий подъёмник, оснащенный двумя перемещающимися в вертикальном направлении площадками для лотков. Подъём и спуск площадок происходит с помощью привода, вращающего несущие звёздочки, через которые перекинута цепь. При перемещении одной площадки другая перемещается в противоположном направлении. На верхнюю площадку помещают загруженные лотки, а на нижнюю - порожние. Лотки стопок перемещаются с помощью специальных тележек ХТ-250 или электропогрузчиков.

Остывочное отделение всегда располагают на первом этаже производственного корпуса. Обычно остывочное отделение примыкает к пекарному, если пекарное расположено на первом этаже.

Средние нормативные данные для проектирования остывочного отделения и экспедиции следующие: площадь на 1 т суточной производительности при выработке 50 % формового и 50 % подовых изделий - 10 м<sup>2</sup>; при выработке подовых изделий - 15-18 м<sup>2</sup>. Площадь остывочного отделения составляет 80-85 %, экспедиции - 15-20 % всей площади склада готовой продукции.

В остывочном отделении или экспедиции можно предусмотреть специальную камеру сохранения свежести хлеба, в которой будет осуществляться кондиционирование воздуха, и поддерживаться оптимальные для хранения хлебобулочных изделий условия.

В остывочном отделении должны быть предусмотрены транспортеры для передачи хлеба от печей к столам для укладки хлеба. Укладка хлебобулочных изделий осуществляется с циркуляционных столов - накопителей Х-ХГ или с циркуляционных конвейеров ХТ-219-Т и др. К ним должен быть обеспечен нормальный подъезд контейнеров.

Транспортирование мелкоштучных изделий, имеющих отделку, с использованием конвейеров готовой продукции не допускается. В этом случае укладка изделий осуществляется непосредственно с листов на лотки контейнера. Для удобства работы устанавливают производственные столы.

Контейнеры должны устанавливаться не более чем в два ряда с шириной прохода между рядами - 2,5 м. Остывочное отделение соединяется с экспедицией одним - двумя дверными проёмами шириной не менее 2 м, при транспортировании контейнеров электропогрузчиками - не менее 2,5 м.

Экспедиция должна примыкать к погрузочно-разгрузочной платформе - рампе. Наиболее часто предусматривают зубчатую рампу. Ширина рампы должна быть не менее 6 м.

Количество дверных проемов из экспедиции на платформу - рампу следует предусматривать на предприятиях мощностью до 65 т - 2, свыше 65 т - 3. Ширина дверных проемов не менее 2 м; при транспортировании контейнеров электропогрузчиками должна быть не менее 2,5 м.

При строительстве в районах с расчетной температурой  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , также со значительном снегопереносом, для погрузки готовых изделий в автотранспорт следует предусматривать закрытую погрузочную платформу высотой 0,65 м.

Количество погрузочных мест на платформе для одновременной погрузки хлебобулочных изделий в транспорт определяется, исходя из пропускной способности при контейнерной перевозке 20-25 т/сутки.

Для приема порожних контейнеров следует также предусматривать 1-2 погрузочных места. В экспедиции должны быть предусмотрены помещения экспедитора, ожидальная для водителей автотранспорта и грузчиков, при необходимости - стол заказов. Вход в ожидальную для водителей предусматривают с рампы, а в помещение экспедитора - из экспедиции. Сообщение осуществляется через окошко в перегородке между ожидальной и помещением для экспедитора. Желательно, чтобы эти помещения имели естественное освещение.

Для санитарной обработки порожних лотков и контейнеров предусматривают отдельное помещение, в котором устанавливают лоткомоечную машину «Сибирь-2М» и камеру для мойки и сушки контейнеров. Завоз порожних грязных контейнеров и лотков должен осуществляться с погрузочной рампы, а чистые лотки и контейнеры после санобработки подаются в остывочное отделение. Не допускается перемещение грязных лотков и контейнеров через помещение экспедиции. Рядом с помещением для санитарной обработки лотков обычно предусматривают столярную мастерскую.

Если на предприятии используются электропогрузчики, помещения для их стоянки, ремонта, а также зарядной и электролитной обычно располагают поблизости с рампой.

Рядом с остывочным отделением располагают помещение для переработки чёрствых и деформированных хлебобулочных изделий. В зависимости от способа переработки чёрствых и деформированных изделий, рекомендуемых «Правилами организации и ведения технологического процесса» [8], предусматривают для этих целей оборудование: машину для переработки хлебных отходов А2-ХПХ, мочкопротирочную машину ХМ-53-М, хлеборезальную машину А2-ХП-2П, камерную сушилку Г4-ХСК, машину для дробления РЗ-ЩДО и др.

### 3.2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАРАНОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Основными этапами производства бараночных изделий являются: приём и хранение сырья, его подготовка, приготовление теста, его натирка и отлёжка, формование заготовок, их расстойка, ошпарка или обварка, выпечка, охлаждение, упаковка и хранение.

Приём, хранение и подготовка сырья, его внутрипроизводственное транспортирование предусматривается таким же образом, как и при производстве любых других хлебобулочных изделий (см. разделы 3.1.1, 3.1.2 и 3.1.3).



Приготовление бараночного теста может осуществляться опарными способами, безопарным способом, а также ускоренными способами, рекомендуемыми технологическими инструкциями [5].

**Оборудование бараночного производства.** Замес бараночного теста осуществляют в тестомесильных машинах периодического действия с соответствующим дозировочным оборудованием (см. раздел 3.1.4). Необходимо учесть, что бараночное тесто имеет низкую влажность, поэтому при подборе тестомесильных машин следует обратить внимание на их техническую характеристику, в которой указаны пределы влажности замешиваемого теста. Часто для замеса бараночного теста низкой влажности используют тестомесильную машину Т2-М-63. Брожение полуфабрикатов бараночного производства в зависимости от способа приготовления может предусматриваться в дежах, в кольцевом конвейерном агрегате Ш2-ХБВ, цепном бродильном конвейере Ш2-ХББ и др. (см. раздел 3.1.4).

Выброженное тесто разрезается на куски и подвергается натирке. Для деления теста на куски в поточно-механизированной линии предусматривают тестоделитель А2-ХТН. Натирка теста проводится на натирочной машине Н-4М. Для отлёжки теста предусматривают транспортёр или стол.

Для формования тестовых заготовок в виде колец устанавливают делительно-закаточные машины Б4-58, делительно-закаточные автоматы А2-ХБД, А2-ХБУ и др. В поточно-механизированных линиях устанавливают несколько делительно-закаточных машин, т.к. их производительность ниже производительности печей. Подача кусков теста после натирки в делительно-закаточные машины, а из них подача заготовок на следующую операцию осуществляется с помощью транспортёров. Для окончательной расстойки тестовых заготовок используют универсальные расстойные шкафы (см. раздел 3.1.5).

В поточно-механизированных линиях, как правило, осуществляют ошпарку тестовых заготовок в ошпарочной машине с сетчатым конвейером, соединённым с подом тоннельной печи или в ошпарочно-печном агрегате на базе тупиковых печей.

Выпечка тестовых заготовок может осуществляться как на листах, так и на поду тоннельных печей или подиках люлечных тупиковых печей. (см. раздел 3.1.6).

Для охлаждения бараночных изделий применяют ленточный или люлечный конвейер. Бараночные изделия выпускают весовыми или фасованными и (за исключением бубликов, которые вырабатываются штучными, как булочные и сдобные изделия).

Следует предусматривать расфасовку в мелкую упаковку не менее 50 % выпускаемой продукции.

Бараночные изделия (сушки, баранки) упаковывают в полиэтиленовые пакеты, бумажные мешки; они могут храниться на шпильных вагонетках, в контейнерах, насыпью в ящиках из гофрокартона или в крафтмешках. Бублики хранят и транспортируют в деревянных лотках контейнеров. Для упаковки баранок и сушек можно предусматривать низальную машину, для сушек - фасовочные автоматы М1-АКГ-1Б, М1-АКГ-1 и др.

**Компоновка отделений бараночного производства.** Оборудование для производства бараночных изделий может располагаться как на одном, так и на двух этажах производственного корпуса. Обычно тестоприготовительное, тесторазделочное и пекарное отделения располагаются в общем помещении на одном этаже.

Высота отделений зависит от высоты устанавливаемого оборудования и принимается равной 4,8 или 6 м. Тестомесильные машины устанавливаются на расстоянии не менее 0,8 м от стены, расстояние между машинами должно быть не менее 1,5 м.

Для подачи теста в делительно-закаточные машины следует предусматривать ленточные транспортеры шириной 0,5 м. Делительно-закаточные машины устанавливают в один ряд, расстояние между осями соседних машин принимается не менее 2,5 м. Расстояние от натирочной машины до ближайшей делительно-закаточной машины не менее 3,5 м.

Расстойный шкаф, ошпарочный агрегат и печь устанавливают на одной оси. При ручной посадке расстойных тестовых заготовок в ошпарочный агрегат расстояние между расстойным шкафом и ошпарочным агрегатом должно быть не менее 1 м.

От печей готовые бараночные изделия транспортируются ленточным конвейером в фасовочно-упаковочное отделение, располагаемое рядом со складом готовой продукции. Перед упаковкой бараночные изделия охлаждают на многоярусных ленточных транспортерах.

Если устанавливают низальную машину, ее располагают от выгрузочного фронта ленточной печи на расстоянии не более 2,5 м. Расстояние от низальной машины до стены не менее 1,0 м, перед фронтом машины для ее обслуживания оставляют свободную площадь шириной 3 м. Упаковочное отделение может не отделяться перегородкой от других отделений.

Склад для хранения бараночных изделий отделяется перегородкой от остывочного отделения хлебозавода и сообщается с экспедицией предприятия. Склад рассчитывается на трёх-четырёхсуточное хранение баранок и сушек. Бублики хранят в контейнерах в остывочном отделении предприятия вместе с другими хлебобулочными изделиями. Площадь для их хранения должна вмещать четырёхчасовую выработку.

Транспортировка готовой продукции осуществляется с помощью тележек или электропогрузчиков на поддонах. На поддонах укладывают в штабеля гофрокороба. Расстояние от штабеля до стены принимается 0,5 м. При транспортировке изделий электропогрузчиком ширина проездов на складе должна быть не менее 3,5 м, на тележках не менее 2,5 м.

Рядом с упаковочным отделением проектируется склад тары и упаковочных материалов.

### 3.3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Основными этапами производства сухарных изделий являются: приём и хранение сырья, его подготовка, приготовление теста, разделка и формование теста в сухарные плиты или жгуты, их расстойка, выпечка, выдержка сухарных плит, резка их на ломти, сушка, охлаждение, упаковка и хранение.

Приём, хранение и подготовка сырья, его внутрипроизводственное транспортирование предусматривается таким же образом, как и при производстве любых других хлебобулочных изделий (см. разделы 3.1.1, 3.1.2 и 3.1.3).

Приготовление теста для сдобных сухарей может осуществляться опарными способами, безопарным способом, а также ускоренными способами, рекомендуемыми технологическими инструкциями [5]. Приготовление теста для сдобных сухарей предусматривают порционным или непрерывным способом, как и пшеничное тесто для других хлебобулочных изделий с использованием соответствующего оборудования (см. раздел 3.1.4).

**Оборудование сухарного производства.** Тестовые заготовки для плит формируются с помощью специального оборудования: машины для изготовления сухарных плит МСП-2-Р, МСП-1, машины для формования сухарных плит ФПЛ-2 и др. При формовании в машинах МСП-1 и МСП-2-Р тесто делится на дольки, которые после закатки в жгутики укладываются на листы. При формовании в машинах ФПЛ-2 выпрессованный непрерывный жгут поступает на движущийся по транспортёру лист и обрезается по длине листа. Расстойка сформованных заготовок происходит в универсальных расстойных шкафах Т1-ХР-2А-30, Т1-ХР-2А-48, Т1-ХР-2А-72. Расстойный шкаф загружают листами вручную, а разгрузка может осуществляться как вручную, так и механически. Шкафы с механической разгрузкой имеют одноярусные люльки. При механической разгрузке люльки расстойного шкафа наклоняются, и листы с плитами спускаются на транспортёр. Посадка листов в печь с расстойшимися плитами осуществляется вручную.

Выдержка сухарных плит происходит от 4 до 8 час. Выдержка происходит в специальных конвейерных шкафах - охладителях, имеющих двух- или трёхярусные люльки с решётками, на которые укладывают снятые с листов плиты. Также выдержка может происходить в нескольких последовательно расположенных шкафах Т1-ХР-2А-72, загрузка и разгрузка которых осуществляется последовательно.

Выдержанные плиты нарезаются хлебрезальными машинами А2-ХР-2П, ХРБ и др. разрезанные ломти плашмя раскладываются на листы или под тоннельной печи, или подлки люлечных тупиковых печей. Для раскладки ломтей на под тоннельной печи может использоваться специальное устройство. Высушенные сухари охлаждают на ленточных транспортёрах или конвейерных шкафах-охладителях. Сдобные сухари упаковывают в фанерные ящики или гофрокороба, а также фасуют в пачки или коробки. Для фасовки в полиэтиленовые пакеты предусматривают автоматы АР-4Ж.

Поподробнее о специализированном оборудовании сухарного производства можно получить информацию в книге [14].

**Компоновка отделений сухарного производства.** В сухарном цехе тесторазделочное отделение и пекарный зал, как правило, располагают в общем помещении.

Если выпечка сухарных плит осуществляется на листах, перед тестоформирующей машиной устанавливается машина для чистки и смазки листов. Шкаф окончательной расстойки устанавливают на одной оси с печью для выпечки сухарных плит. Расстояние от выгрузочной части шкафа до печи при ручной загрузке принимается не менее 2,6 м. Если предусмотрена машина для смазки и наколки сухарных плит, тогда расстояние от этой машины до шкафа принимают 1,0 м.

Машина для резки плит размещается перед шкафом для их выдержки и печью для сушки сухарей. Ленточный транспортер от машины до печи должен иметь достаточную длину для раскладки ломтей.

Упаковочное отделение обычно располагается рядом со складом готовой продукции. Для упаковки сухарей устанавливают специальные столы с транспортером, по которому перемещаются сухари. Для хранения готовой продукции на предприятии предусматривают склад. Склад для хранения сухарных изделий отделяется перегородкой от остывочного отделения хлебозавода и сообщается с экспедицией предприятия. Склад рассчитывается на трёх-четырёх-суточное хранение. Транспортировка готовой продукции осуществляется с помощью тележек или электропогрузчиков на поддонах (см. раздел 3.2).

Для специализированных бараночных и сухарных предприятий отгрузочную платформу устраивают так же, как и на хлебозаводах.

### 3.4. КОМПОНОВКА ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

#### 3.4.1. Основные требования к компоновке

Компоновка - это размещение и взаимное увязывание всех производственных, складских, подсобно-производственных и вспомогательных отделений и помещений предприятия.

Компоновка осуществляется после завершения технологических расчетов, в результате которых определены основное технологическое оборудование, площади складских помещений.

Каковы требования к компоновке?

Компоновка должна обеспечивать поточность технологического процесса; удобную связь между отделениями, цехами, помещениями; максимальное использование принципа самотека сырья, полуфабрикатов.

Следует предусматривать максимальную механизацию внутрипроизводственного транспортирования, передовые методы организации труда, санитарно-гигиенические требования, предъявляемые к пищевым предприятиям.

Графическое изображение помещений, отделений, цехов и устанавливаемого оборудования представляется на планах. План - это изображение здания,

мысленно рассеченного горизонтальной плоскостью. При этом часть здания, расположенная выше секущей плоскости предполагается отдаленной, оставшаяся часть проецируется на горизонтальную плоскость проекции.

Выполняются поэтажные планы. На планах показываются строительные конструкции: стены, перегородки, колонны, обслуживающие площадки, лестницы, оконные, дверные проемы, а также технологическое оборудование.

При выполнении компоновки должны быть предусмотрены свободные проходы:

- один генеральный, как правило, от одной лестничной клетки до другой шириной не менее 2 м для людского потока и не менее 3 м для транспортирования сырья;
- проходы между продольными рядами оборудования не менее 1 м;
- расстояние между оборудованием и стенами или перегородками не менее 0,7 м; столы, площадки могут примыкать к стенам, транспортеры следует устанавливать на расстоянии не менее 0,3 м от стены или перегородки;
- перед грузовым лифтом должна быть погрузочно-разгрузочная площадка шириной не менее 3 м.
- при компоновке следует также учитывать, что перегородки могут упираться в наружную стену только в простенках и лучше в их центрах.

Чтобы обеспечить наиболее рациональное расположение помещений, оборудования для создания поточности производства и удобства обслуживания этого оборудования в соответствии с требованиями техники безопасности, необходимо изучить нормы технологического проектирования, основные требования которых приведены в разделах 3.1, 3.2 и 3.3 данного пособия.

Вспомогательные помещения должны располагаться или в пристройках к основному производственному зданию или в отдельно стоящем здании – административно-бытовом корпусе (АБК). Отдельно стоящие здания вспомогательных помещений обязательно соединяются с основным производственным зданием переходами в виде галерей или тоннелей.

К компоновке пекарен предъявляются дополнительно следующие требования:

- взаимное расположение помещений должно обеспечить связи между ними без пересечения потоков посетителей и обслуживающего персонала;
- производственные и складские помещения должны быть непроходными, входы в производственные и бытовые помещения - со стороны хозяйственного двора, а торговое помещение - с улицы;
- компоновка административно-бытовых помещений осуществляется единым блоком; сообщение с производственными отделениями, подсобно - производственными и складскими помещения осуществляется через коридор.

#### 3.4.2. Особенности планировки производственного здания

Производственные здания хлебопекарных предприятий средней и большой мощности проектируются в основном многоэтажными или разноэтажными. Количество этажей зависит от мощности предприятия, количества цехов,

а также выбранной схемы технологического процесса (горизонтальной, вертикальной или смешанной). Наиболее часто встречающийся вариант компоновки - производственное здание смешанной этажности. Предприятия малой мощности могут проектироваться одноэтажными. Здание лучше выбирать прямоугольной, Г-образной или П-образной формы.

Рассмотрение объемно-планировочных решений хлебопекарных предприятий позволяет установить следующее.

Одноэтажные здания имеют такие преимущества, как отсутствие междуэтажных перекрытий, возможность одновременного проведения строительства и монтажа, горизонтальное размещение технологических линий. Но, по сравнению с многоэтажными зданиями, они требуют большего размера участка, увеличение протяженности фундаментов, коммуникаций, площади покрытий, минимально используется принцип самотека сырья, поэтому требуются дополнительные транспортирующие устройства.

Размещение предприятий в зданиях смешанной этажности позволяет избежать этих недостатков. Однако имеются другие недостатки: увеличивается количество типоразмеров сборных железобетонных элементов, ухудшаются условия эксплуатации здания.

Многоэтажные здания, запроектированные в виде параллелепипеда, имеют преимущества в отношении строительства и эксплуатации, но требуют лишней передаточной транспортировки для подъема сырья, полуфабрикатов.

Необходимо сочетать рациональную схему технологического процесса с объемно-планировочным решением здания; стремиться к созданию простых объемов. Сложные, дробные объемы приводят к неоправданному удорожанию строительства и усложняют техническую эксплуатацию здания.

Пекарни могут размещаться в отдельно стоящих зданиях. Допускается размещение пекарен встроенными в производственные здания или пристроенными к производственным, общественным или жилым зданиям. Пекарни проектируются с магазинами. Возможно проектирование и строительство пекарен в одноэтажном здании из лёгких металлоконструкций - в зданиях модульного типа.

### 3.4.3. Рекомендации по работе над компоновкой

После выбора объёмно-планировочного решения вначале проводится укрупненная планировка. Это наиболее ответственная часть технологического проектирования, которая является творческим процессом и зависит от опыта проектировщика. Общие положения планировки заключаются в следующем.

Размеры этажа производственного здания определяются исходя из возможности установки наиболее длинной технологической линии и из расчета нормального естественного освещения. Ширина производственного здания зависит от количества поточных линий и принимается, как правило, 18...30 м.

Складские помещения: склады сырья, готовой продукции, тароупаковочных материалов, материальный склад, остывочное отделение, экспедицию - следует размещать на нижнем этаже. Это упрощает механизацию погрузоч-

но-разгрузочных и складских операций и позволяет не ограничивать нагрузку на единицу складской площади.

На первом этаже размещают также такие подсобно-производственные помещения, как ремонтно-механические, столярные мастерские, трансформаторную подстанцию, котельную, насосную, компрессорную, топочное отделение, щитовую. Причем, взрыво-и пожароопасные помещения компрессорной, трансформаторной подстанции, котельной располагают в одноэтажном здании или одноэтажной части смешанного здания. Эти помещения должны иметь два выхода, один из которых наружный. Стены в этих помещениях проектируют в капитальном исполнении из огнестойких материалов. Газораспределительный пункт проектируют только в отдельно стоящем здании.

Основные производственные помещения могут располагаться как на нижнем, так и верхних этажах здания.

В многоэтажных зданиях на верхних этажах хлебозаводов размещают просеивательное отделение, аспирационные камеры, помещение водобаков и сборников жидких компонентов. Это позволяет жидким компонентам самотеком поступать в дозировочное оборудование.

Склад бестарного хранения муки может размещаться в одном объеме здания, т.е. быть встроенными в производственный корпус, если позволяет высота предусмотренных в проекте силосов или бункеров. Склад БХМ может быть пристроен к производственному корпусу. Реже используется вариант, по которому склад БХМ располагается в отдельно стоящем здании.

Так как производственный поток желательно направлять слева направо, то складские помещения для сырья располагают в левой торцевой части здания или в пристройке.

Как складские, так и подсобно-производственные помещения могут располагаться в отдельно стоящем здании. Однако размещение всех отделений, цехов, помещений в едином блоке удешевляет и упрощает строительство.

Намечается вариант расположения АБК: в пристройке или в отдельном здании, соединенном с производственным корпусом галереей.

При разработке укрупнённой компоновки рекомендуется учесть ориентировочные величины площадей складских, производственных и подсобно-производственных помещений и отделений.

Площади складских помещений для тарного хранения сырья определяют расчётом, проводимым в технологической части проекта.

Ориентировочные площади основных отделений хлебозаводов определяются с учётом укрупнённых показателей (в м<sup>2</sup> на 1 т суточной производительности хлебозавода) по данным, приведенным в табл.1.

Ориентировочные площади подсобно-производственных помещений в зависимости от мощности хлебозавода приведены в табл.2.

Таблица 1

Укрупнённые показатели для расчёта ориентировочных площадей  
основных отделений хлебозаводов

Наименование отделений и помещений	Ориентировочная площадь в м <sup>2</sup> на 1 т суточной производительности хлебозавода
Отделение производственных бункеров	1,5-2,0
Просеивательное отделение	0,6-0,8
Заварочное отделение (при производстве заварного хлеба)	20
Дрожжевое отделение (при приготовлении хлеба на жидких дрожжах)	25 (всего не менее 36)
Тестоприготовительное отделение	4-5
Тесторазделочное отделение	5-6
Пекарное отделение	8-10

Таблица 2

Ориентировочные площади подсобно- производственных помещений (м<sup>2</sup>)

Наименование помещений	Для предприятий мощностью, т/сут		
	до 30	от 30 до 100	более 100
Лаборатория*	12-18	18-48	48-60
Ремонтно-механическая мастерская	36	50-100	100-150
Столярная мастерская	36	36-50	50-70
Мастерская КИП и автоматики	18	18-36	36-50
Помещение дежурных слесарей и электро-монтеров	8-10	12-18	24
Материальный склад	18	24-48	54
Помещение для пожарного инвентаря	10	12-18	24
Помещение для отходов	6	9-12	12-18
Помещение для пульта управления	6	24	36
Навес для хранения громоздких материалов	24	36-48	54
Помещение для водобаков	по расчету (12-36)		
Вентиляционные камеры	по расчету		
Помещение для хранения производственного инвентаря	6	6-12	18
Помещение для хранения уборочного инвентаря	на каждом этаже из расчета 1,2 м <sup>2</sup> на 100 м <sup>2</sup> площади, но не менее 4 м <sup>2</sup>		
Помещение для переработки хлеба на мочку	18	18-24	36

\*Для хлебозаводов с отделениями жидких дрожжей, заквасок может предусматриваться, кроме того, помещение микробиологической лаборатории площадью 12-24 м<sup>2</sup>.

При необходимости предусматриваются кладовая смазочных материалов (9-12 м<sup>2</sup>), отделение панировочных сухарей, помещение мойки технологических трубопроводов, емкостей; щитовая, помещение мастеров, сменных технологов.

Помещение мастеров, сменных технологов можно располагать в производственных помещениях с наиболее благоприятными санитарно-гигиеническими условиями, отделяя их от общего зала остекленными перегородками высотой 2,0 м.



Помещения, в которых работающие находятся постоянно более четырёх часов, должны иметь естественное освещение.

В дальнейшем при выполнении детальной компоновки с размещением необходимого технологического оборудования площади помещений и отделений уточняются. При выполнении детальной компоновки обязательно соблюдение норм проектирования, основные требования которых изложены в разделах 3.1, 3.2 и 3.3 данного пособия.

Варианты компоновочных решений помещений и отделений и в целом хлебопекарных предприятий приведены в учебных пособиях [15, 16, 17].

Таким образом, после выбора объемно-планировочного решения проектируемого предприятия рекомендуется соблюдать следующий порядок работы:

1. Составляется список помещений и отделений, подлежащих размещению.
2. Намечается их поэтажное расположение.
3. Выполняется укрупненная планировка, при этом намечается расположение лестничных клеток и основных проходов (коридоров).
4. Выполняется детальная компоновка с размещением необходимого оборудования.

## **ГЛАВА 4. ОБЩЕИНЖЕНЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

### **4.1. СТРОИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

Проектирование предприятий хлебопекарной промышленности следует производить в соответствии с требованиями действующих строительных норм и правил: СНтП 2.11.01-85; СНиП 2,09.02-85; СНиП 2.09.04-87; СНиП 11-01-95. Объемно-планировочные и конструктивные решения хлебопекарных предприятий рекомендуется принимать с использованием унифицированных габаритных схем и прогрессивных строительных конструкций одноэтажных и многоэтажных зданий исходя из принципа максимально возможного блокирования.

Для проработки строительной части проектов рекомендуется воспользоваться материалами, изложенными в [18, 19]. Требования к изображению отдельных строительных конструкций приведены в [12].

#### **4.1.1 Основные конструктивные элементы**

Стены выполняют ограждающие и несущие функции. По характеру работы стены могут быть:

- несущие, которые несут свой вес и вес конструкций;
- самонесущие, которые несут свой вес на высоту всего здания:

- ненесущие или навесные, которые не воспринимают нагрузок, а собственный вес стены передаётся не на фундамент, а на колонны. Ненесущие внутренние стены называются перегородками.

Фундаменты - это подземная часть здания, воспринимающая все нагрузки и передающая их грунту, который называется основанием.

Колонны - вертикальные несущие элементы, которые воспринимают нагрузки от перекрытия и покрытия и передают их на фундамент.

Перекрытия - горизонтальные конструкции опирающиеся на капитальные стены или колонны. Они выполняют ограждающие и несущие функции. Перекрытие верхнего этажа при отсутствии чердака является покрытием здания. Такое покрытие называется совмещенным.

Окна служат для освещения и проветривания.

Лестницы необходимы для сообщения между этажами.

Фундамент, стены, колонны, перекрытия являются основными несущими элементами здания. Они образуют каркас (остов) здания.

В зависимости от вида несущего остова различают следующие конструктивные схемы:

- бескаркасная, при которой все нагрузки воспринимают наружные и внутренние капитальные кирпичные стены;
- каркасная, при которой остов здания образует система колонн, балок и плит. Балки и фермы являются несущими конструкциями покрытия, на которые опираются плиты. Балка междуэтажного перекрытия называется ригелем.
- комбинированная схема предусматривает неполный каркас, когда все нагрузки воспринимают наружные кирпичные стены и внутренний каркас.

#### 4.1.2. Объёмно-планировочные параметры здания

Размещение основных несущих конструкций здания: стен и колонн - определяется координационными разбивочными осями. Оси бывают продольные и поперечные. Поперечные оси маркируются арабскими цифрами слева направо, а продольные - заглавными буквами русского алфавита (кроме букв З и О) снизу вверх.

На чертежах планов разбивочные оси проводятся во взаимно перпендикулярных направлениях и образуют сетку осей. В месте пересечения осей размещаются колонны, которые показывают на планах сечением 4×4 мм при масштабе 1:100.

Расстояние между осями в направлении, соответствующем длине основной несущей конструкции перекрытия или покрытия (продольными осями), называется пролетом. Пролёт всегда соответствует длине балки, фермы или ригеля. Пролёты чаще всего располагают по ширине здания.

Расстояние между осями в направлении, перпендикулярном пролёту (поперечными осями) называется шагом. Шаг соответствует длине плиты. Соотношение размеров пролёта здания и шага колонн, выраженное в метрах, называется сеткой колонн.

Сетка колонн в многоэтажных зданиях принимается 6×6 м, реже 6×9 м и 6×12 м; в одноэтажных - 6×12, 6×18, реже 6×24 м.

В местах примыкания одно- и многоэтажных зданий необходимо предусматривать осадочные швы. Они разрезают здание от подошвы фундамента до крыши. В месте примыкания необходим двойной ряд колонн, отстоящих друг от друга на расстоянии один метр. Если длина здания более 72 м необходимо предусматривать температурный шов. Этот шов разрезает здание от верха фундамента до крыши.

Высота этажа выбирается с учетом габаритов технологического оборудования. За высоту этажа в многоэтажных зданиях принимается расстояние от уровня пола данного этажа до уровня пола вышележащего. За высоту верхнего этажа принимается расстояние от уровня пола до верха плит покрытия. В одноэтажных зданиях за высоту этажа принимается расстояние от пола до низа несущей конструкции покрытия. Уровень пола первого этажа принимается за нулевую отметку. Минимальная высота этажа производственного здания 3,6 м. Дальнейшее увеличение высоты должно быть кратным 1,2 м. Чаще принимается высота равной 4,8 м; 6м; реже 7,2 м.

Здание хлебозаводов, как правило, проектируют каркасного типа со сборными железобетонными конструкциями определённых серий.

При разработке поэтажных планов следует придерживаться правил привязки колонн. Чаще всего используются следующие.

Для одноэтажного здания каркасного типа с пролётами 6 или 12 м применяется нулевая привязка колонн к наружным стенам. Ось А пролёта и ось 1 шага примыкают к колонне. Для одноэтажных зданий с пролётом 18 и более метров применяются фахверковые колонны, которые на планах в масштабе 1:100 показывают сечением 3×3 мм. Расстояние между ними 6 или 12 м. Они размещаются только в пролёте здания, крепятся к основным колоннам и примыкают к наружной стене.

Для многоэтажных зданий серии ИИ-04 (1.020) используется осевая привязка. Ось А пролёта и ось 1 шага проходят через центр колонны.

Для многоэтажных зданий серии ИИ-20 используется следующая привязка: ось А пролёта примыкает к колонне, а ось 1 шага проходит через центр колонны.

Для зданий с кирпичными стенами и внутренним каркасом разбивочные оси проходят в толще стены на расстоянии 200 мм от её внутренней стороны

#### 4.1.3. Строительные конструкции в компоновочных решениях

На поэтажных планах показывают строительные конструкции: стены, колонны, перегородки, лестницы, лифты, а также расположение оконных и дверных проёмов.

Наружные стены для зданий каркасного типа должны выполняться из сборных железобетонных панелей. Наружные стены бескаркасных зданий и зданий с неполным каркасом могут быть выполнены из кирпича. Толщина стен зависит от расчётной зимней температуры климатического района, в котором будет находиться проектируемое предприятие. Например, при расчётной зимней температуре от минус 20 до минус 25°С панельные стены должны иметь толщину 240 мм, а

кирпичные - 510 мм; при расчётной зимней температуре минус 40 °С панельные стены должны иметь толщину 400 мм, а кирпичные - 640 мм.

Перегородки выполняются в сухих помещениях из гипса, бетона толщиной 100 мм, во влажных помещениях из кирпича толщиной 120 мм. Перегородки показывают двумя линиями, при масштабе 1:100 расстояние между ними 1 мм. Перегородки охлаждаемых помещений должны иметь теплоизоляцию. В многоэтажных зданиях перегородки примыкают к центру колонн, в одноэтажных - к колоннам сбоку.

В многоэтажных зданиях для сообщения между этажами предусматривают лестницы. Должно быть не менее двух лестниц. Они должны иметь естественное освещение, поэтому их располагают у наружной стены. Движение по лестницам осуществляется против часовой стрелки. Расстояние от наиболее удалённого рабочего места на верхних этажах до лестницы должно быть не более 40 м.

Лестницы заключают в лестничные клетки со стенами из кирпича или панельными стенами. Толщина кирпичных стен лестничных клеток принимается 380 мм. Лестницы состоят из наклонных маршей, горизонтальных лестничных площадок и ограждений с перилами. Марш - это конструкция, состоящая из ступеней и поддерживающих их балок. По количеству маршей различают одно-двух- и трёхмаршевые лестницы. Чаще для сообщения между этажами предусматривают двухмаршевые лестницы. Ширина лестничного марша принимается не менее 1050 мм и не более 2400 мм. А ширина лестничной площадки принимается не менее ширины марша и не более 1200 мм. Проступи, по которым перемещаются на лестницах, обычно имеют ширину 300 мм.

Также бывают служебные, пожарные и аварийные лестницы. Они выполняются стальными. Открытые служебные лестницы используют для сообщения с рабочими площадками внутри здания. Они конструируются из маршей, соединённых с переходными площадками. Ширина маршей и площадок 600 или 800 мм. Допустимая высота марша - 6 м; высота ступеней принята 300 мм. Рабочие площадки и служебные лестницы должны иметь ограждения.

Для междуэтажного перемещения грузов предусматривают грузовые лифты. Лифт состоит из шахты и машинного отделения. Внутри шахты перемещается кабина лифта. Стены шахты выполняются из кирпича толщиной 250 или 380 мм. Размеры шахт и кабин лифта зависят от его грузоподъёмности. Например, при грузоподъёмности лифта 160 кг размеры кабины 0,9×1 м, размеры шахты 1,3×1,1 м; при грузоподъёмности 1000 кг размеры соответственно равны 2×2 и 2,6×2,2 м.

В наружных стенах показывают оконные и дверные проёмы. Двери бывают однопольные (одностворчатые) и двухпольные (двустворчатые). Ширина двери принимается в зависимости от количества людей, пользующихся дверями. Однопольные двери имеют ширину не менее 800 мм и не более 1200 мм; а двухпольные от 1200 до 2400 мм. Окна должны обеспечить нормальное естественное освещение в помещениях в зависимости от их площади [18]. Ширина окон принимается 910, 1500, 3000, 4500 мм. В условиях Сибири и северных строительного-климатических зон сплошное (ленточное) остекление не рекомендуется

из-за переохлаждения помещений вследствие продуваемости ленточного остекления.

## 4.2. ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Подробно энергоснабжение проектируемых хлебопекарных предприятий описано в [12, 15, 16, 17].

### 4.2.1. Теплоснабжение

Под теплоснабжением хлебозаводов понимается снабжение предприятий паром, горячей водой на горячее водоснабжение и сетевой водой (теплом) на отопление и вентиляцию. Горячая вода расходуется на технологические нужды: на приготовление теста, подогрев жиров, патоки, приготовление заварки и др, а также на хозяйственные и санитарно-бытовые нужды. Водяной пар требуется на технологические нужды: увлажнение пекарных камер, кондиционирование воздуха в расстойных шкафах, сушку тары и другие процессы с температурой теплоносителя выше 100 °С. Источником теплоэнергии являются котельные. Теплоснабжение предприятий может осуществляться по следующим вариантам:

- предприятие снабжается паром от собственной котельной на технологические нужды и для нагрева горячей воды;
- предприятие снабжается паром и горячей водой от районной котельной или теплоэнергоцентрали, если они имеются в районе строительства и обладают необходимой мощностью;
- предприятие снабжается горячей водой от теплоэнергоцентрали и паром на технологические нужды от собственной котельной.

Котельную следует располагать ближе к основным потребителям. Котельная с котлами низкого давления может размещаться в общем блоке производственного корпуса, причем только в одноэтажной его части. Котельная отделяется от других помещений специальной капитальной противопожарной стеной, должна иметь два выхода, один из которых наружный.

При установке котлов высокого давления котельную следует размещать в одноэтажной пристройке к производственному или подсобно-производственному корпусу или отдельно стоящем здании.

Площадь котельной зависит от количества устанавливаемых котлоагрегатов, определяемых расчётом. Количество однотипных котлоагрегатов должно быть не менее двух и не более пяти. По типовым проектам на один котел должно приходиться в среднем от 50 до 70 м<sup>2</sup> площади.

### 4.2.2. Электроснабжение

Электроснабжение хлебозаводов осуществляется, как правило, от линии электропередачи с напряжением 6...10 кВ через собственную понижающую трансформаторную подстанцию.

Основными потребителями электроэнергии на предприятиях являются электродвигатели, печи на электрообогреве, сушилки, электронагреватели, зарядные агрегаты и осветительные приборы.

Распределительный пункт - щитовую располагают на первом этаже производственного корпуса или в подвальном помещении.

Понижающая трансформаторная подстанция располагается ближе к центру электрических нагрузок и размещается в отдельно стоящем здании или в одноэтажной части производственного корпуса. Конструкции помещения понижающей трансформаторной подстанции выполняются из огнестойких материалов, предусматривается отдельный вход с улицы. Общая площадь трансформаторной подстанции составляет 36...72м<sup>2</sup>.

#### 4.2.3. Холодоснабжение

Потребителями холода на хлебопекарных могут быть камеры и аппараты для хранения скоропортящегося сырья, камеры и аппараты для охлаждения полуфабрикатов в процессе производства, установки для кондиционирования воздуха.

Скоропортящееся сырье хранят в холодильных камерах, площадь которых определяется расчетом. Холодильные камеры размещаются в блоке складских помещений. Холодильные камеры размещают на первом этаже. Стены их должны быть изолированы. Нельзя размещать холодильные камеры рядом с горячими и теплыми цехами и примыкающими к наружной стене. Необходимо, чтобы камеры имели одну дверь. Большинство продуктов можно хранить вместе. Вблизи холодильной камеры предусматривают машинное отделение. Площадь машинного отделения зависит от площади холодильной камеры. Например, при площади холодильной камеры до 10 м<sup>2</sup>; от 10 до 20 м<sup>2</sup>; от 20 до 30 м<sup>2</sup> площади машинного отделения соответственно равны не менее 2 м<sup>2</sup>; 4 м<sup>2</sup> и 6 м<sup>2</sup>. Если на предприятии расход холода невелик, предусматривают холодильный шкаф. Холодильный шкаф размещают в помещении склада сырья.

#### 4.2.4. Санитарно-техническая часть

Вследствие непрерывного режима работы предприятий и особенностей ведения технологического процесса, водоснабжение должно быть бесперебойным, с устройством двух вводов от кольцевой водопроводной сети. При отсутствии местной водопроводной сети источником водоснабжения могут служить артезианские скважины, имеющиеся на территории предприятия.

На хлебопекарных предприятиях вода расходуется на производственные, хозяйственно-бытовые нужды и пожаротушение. Производственные нужды включают технологические и производственно-технологические.

На хлебопекарных предприятиях для обеспечения непрерывного запаса и постоянного напора холодной и горячей воды в наивысшей точке производственного корпуса предусматривается помещение водобаков. В этом поме-

щении устанавливают баки холодной и горячей воды. Сточные воды хлебопекарных предприятий должны сбрасываться в городскую (местную) канализационную сеть без предварительной очистки.

На хлебопекарных предприятиях применяется в основном водяное отопление с местными нагревательными приборами, как правило однотрубное.

Вентиляция производственных и подсобно-производственных помещений должна быть рассчитана из условий поглощения избытков тепла и влаги. К помещениям со значительными тепловыделениями относятся пекарное, заварочное отделение, компрессорная, котельная, тепловой узел; а со значительными влаговыделениями - камера брожения, помещение обработки тары, помещение водобаков, помещение мойки деж, трубопроводов, инвентаря и др.

Вентиляционные установки следует проектировать в венткамерах, изолированных от основного производства и расположенных у наружных стен.

Технологическое оборудование и транспортные механизмы, выделяющие мучную пыль, необходимо аспирировать путём использования аспирационных установок, для которых предусматривают помещение аспирационной.

## **ГЛАВА 5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ**

### **5.1. РАСЧЁТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ХЛЕБОПЕКАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

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 трёх-сменный 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.

#### **5.1.1. Выбор и расчет производительности печей**

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. Техническая характеристика печей приведена в пособии [20, 21, 22].

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 (см. раздел 3.1.6);
- тип пекарной камеры (см. раздел 3.1.6);
- способ выпечки изделий.

По способу выпечки различают изделия: формовые, выпекаемые в формах; подовые, выпекаемые непосредственно на поду или на подиках люлечных 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.

Часовая производительность рассчитывается для каждого наименования изделия.

Исходные данные для расчета приводятся в виде таблицы (табл. 3).

Таблица 3

Исходные данные для расчета часовой производительности печей

Наименование изделия	Масса изделия, кг	Размеры изделия, мм			Продолжительность выпечки, мин	Марка печи	Размеры пода (люльки) печи, мм		Количество люлек в печи, шт	Количество изделий на 1 люльке, шт
		длина	ширина	диаметр			длина	ширина		
1										
2										
3										

**Расчет часовой производительности печей тоннельного типа.** Часовая производительность печи тоннельного типа определяется по формуле



$$P_{\text{ч}} = \frac{60 \times n \times g}{t},$$

(1)

где  $P_{\text{ч}}$  - часовая производительность печи, кг/ч;  
 $n$  - количество тестовых заготовок в печи, шт;  
 $g$  - масса изделия, кг;  
 $t$  - 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 [3. 4].

В конвейерных печах процесс загрузки тестовых заготовок в печь, выпечки и выгрузки осуществляется непрерывно, поэтому в расчётах учитывают продолжительность выпечки -  $t$ , указанную в технологических инструкциях. [5, 6]

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

$$n = n_1 \times n_2, \quad (2)$$

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)

$$n_1 = \frac{B - a}{b + a}, \quad (3)$$

по длине (количество рядов)

$$n_2 = \frac{L - a}{l + a}, \quad (4)$$

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 (3) и (4) 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 - 10мм. Размеры изделий см. [5, 10, 23], размеры пода печи приведены в [20]. 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. Техническая характеристика комплексно-механизированных линий приведена в работах [13, 20, 21].

Если изделия выпекаются на листах, то количество заготовок в печи определяется по формуле

$$n = n_1 \times n_2 \times n_3 \quad , \quad (5)$$

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

$n_1$  - количество листов в одном ряду по ширине пода, шт.;

$n_2$  - количество листов по длине пода печи, шт.;

$n_3$  - количество тестовых заготовок на одном листе, шт.

На хлебозаводе используются листы размером 620x340 мм, по ширине пода их размещают длинной стороной в количестве 3 штук или листы размером 460x350 мм, размещаемые по ширине пода печи в количестве 4 штук.

Количество листов по длине пода печи рассчитывается по формуле

$$n_2 = \frac{L - a}{B_{л} + a} \quad (6)$$

где  $a$  - расстояние между листами, мм;

$L$  - длина пода печи, мм;

$B_{л}$  - ширина листа, мм.

Зазор между листами принимается 0 – 5мм.

Количество тестовых заготовок на листе рассчитывается по формуле

$$n_3 = n_4 n_5 \quad , \quad (7)$$

$$n_4 = \frac{B_{л} - a}{b + a} \quad , \quad (8)$$

$$n_5 = \frac{L_{л} - a}{l + a} \quad , \quad (9)$$

где  $n_4$  - количество заготовок по ширине листа, шт.;

$n_5$  - количество заготовок по длине листа, шт.;  
 $B_n$  - ширина листа, мм;  
 $a$  - расстояние между тестовыми заготовками, мм;  
 $l$  - длина изделия, мм;  
 $L_n$  - длина листа, мм;  
 $b$  - ширина изделия, мм.

При расчёте по формулам (8) и (9) следует учесть, что тестовые заготовки на листе могут располагаться также следующим образом: ширина изделия ориентирована по длине листа, а длина изделия - по ширине листа.

Количество тестовых заготовок на одном листе для отдельных наименований изделий приведены в [11, 23], также можно принять эту величину по данным работы хлебопекарных предприятий.

Возможна выпечка формового хлеба в печах тоннельного типа. В этом случае рассчитывают количество хлебных форм на поду печи по формулам (2), (3), (4), учитывая размеры форм по верху, зазоры между формами принимаются 5 мм. Размеры форм приведены в [11, 17].

**Расчет часовой производительности печей тупикового типа.** Часовая производительность печей тупикового типа определяется по формуле:

$$P_q = \frac{60 \times N \times n_n \times g}{t}, \quad (10)$$

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

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

$n_n$  - количество тестовых заготовок на люльке, шт;

$g$  - масса изделия, кг; см. [3, 4]

$t$  - продолжительность выпечки изделий, мин. [5, 6].

Количество рабочих люлек в печи приведено в [20, 21]. 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 -  $n_n$ , 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 2000x220 мм или 1920x220 мм равно 16 штук. При выпечке изделий на листах на одной люльке размещают 3 листа размером 620x340 мм. Количество изделий на листе рассчитывается по формулам (7), (8), (9).

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

$$n_n = n_1 n_2, \quad (11)$$

$$n_1 = \frac{B_{\text{люл}} - a}{b - a}, \quad (12)$$

$$n_2 = \frac{L_{\text{люл}} - a}{l - a}, \quad (13)$$

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 по формулам (12) и (13) следует учесть, что тестовые заготовки могут располагаться на люльке также следующим образом: ширина изделия ориентирована по длине люльки, а длина изделия - по ширине люльки.

**Расчёт часовой производительности печей с периодической загрузкой.** Часовая производительность печей с периодической загрузкой (шкафного типа) определяется по формуле

$$P_{\text{ч}} = \frac{60 \times n \times g}{t_n}, \quad (14)$$

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

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

$g$  - масса изделия, кг;

$t_n$  - 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

$$t_n = t + t_3 + t_p, \quad (15)$$

где  $t_n$  - продолжительность подооборота, мин;

$t$  - продолжительность выпечки, мин;

$t_3$  - продолжительность загрузки печи, мин;

$t_p$  - 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 [20]. Количество тестовых заготовок на листе рассчитывается по формулам (7), (8), (9).

### 5.1.2. Расчёт суточной производительности печей

Суточная производительность печи для каждого вида изделия рассчитывается по формуле

$$P_c = \frac{P_q \times T}{1000}, \quad (16)$$

где  $P_c$  - суточная производительность, т/сут;

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

$T$  - продолжительность работы печи в течение суток, час.

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.

### 5.1.3. Расчет производительности хлебозавода

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 [20, 21].

Результаты расчета суточной производительности печей и в целом хлебопекарного предприятия рекомендуется представить в виде табл. 4.

Таблица 4

Расчетная производительность хлебозавода

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

Итого:	
--------	--

Производительность хлебозавода 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 (рис. 1).

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

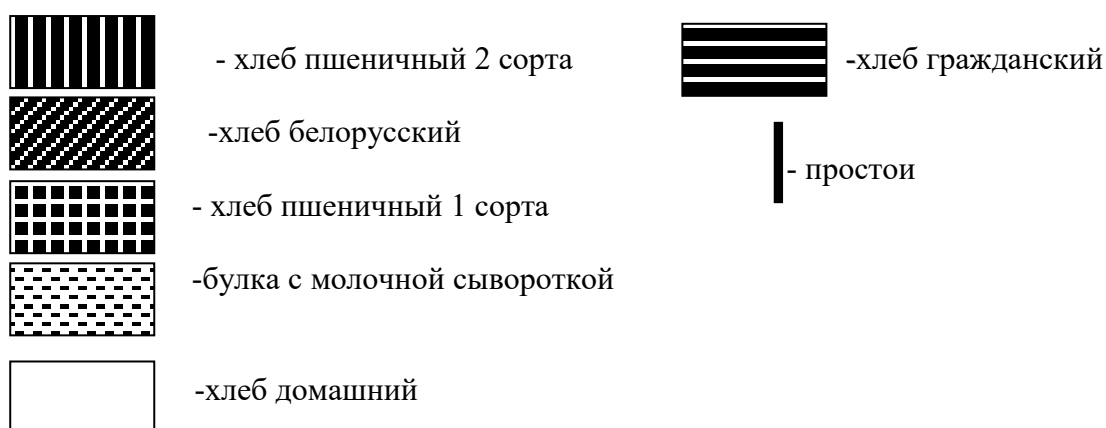


Рис. 1 - График загрузки печей

## 5.2. СЫРЬЕВОЙ РАСЧЁТ

Целью данного расчета является определение потребности проектируемого предприятия в сырье.

В этом разделе необходимо привести расчет выхода готовой продукции, расчет расхода сырья в сутки, а также потребности сырья с учетом сроков хранения.

### 5.2.1. Расчет выхода готовой продукции

Выход хлебобулочных изделий для проектируемых предприятий рассчитывается исходя из данных нормативной рецептуры [6, 7], влажности, мякиша хлеба [3, 4] и технологических затрат. Для действующих предприятий (при реконструкции, техническом перевооружении предприятия) расчет выхода готовых изделий можно осуществить по методу ВНИИХПа с учетом реальных для данного предприятия технологических затрат и потерь [24].

Выход готовой продукции рассчитывается для каждого наименования изделий по формуле

$$B = \left[ (B_T + K) \times (1 - 0,01 \times G_{бр}) \right] (1 - 0,01 \times G_{уп}) \times (1 - 0,01 \times G_{ус}) + П, \quad (17)$$

где  $B$  - выход готовой продукции, %;

$B_T$  - выход теста, %;

$K$  - количество сырья, затрачиваемого на разделку, смазку, отделку тестовых заготовок, кг;

$G_{бр}$  - затраты на брожение теста, %;

$G_{уп}$  - упек, %;

$G_{ус}$  - усушка, %;

$П$  - количество сырья на отделку выпеченных изделий, кг.

Величину технологических затрат следует принимать с учетом технологических факторов: способа тестоприготовления, способа выпечки, условий хранения готовых изделий, массы изделий и др. Технологические затраты ориентировочно составляют: затраты при брожении при приготовлении теста на больших густых и густых опарах - 2,5-3 %; на жидких опарах - 1,7 - 2 %; при ускоренных способах - 1,6 - 1,8 %. Упёк при выпечке хлеба ржаного и пшеничного формового составляет 6 - 8 %; хлеба подового 8 - 9 %; булочных изделий массой до 200 г включительно 9 - 12 %; сдобных и мелкоштучных изделий 10 - 14 %. Усушка хлеба при обычных условиях хранения равна 3 - 4 %; в закрытых камерах - 2,8 - 3,2 %; в закрытых контейнерах - 2,5 - 3 %. Величину технологических затрат можно взять по данным действующих предприятий.

Выход теста рассчитывается по формуле

$$B_T = \frac{\sum CB \times 100}{100 - W_T}, \quad (18)$$

где  $B_T$  - выход теста, %;

$\sum CB$  - суммарное содержание сухих веществ сырья, кг;

$W_T$ - влажность теста, %.

Содержание сухих веществ рассчитывают исходя из нормативной рецептуры изделий [6, 7]. В расчётах влажность муки принимают, равной базисной величине 14,5 %. Влажность остальных видов сырья принимается по допустимым нормам, установленным в соответствующих стандартах или технических условиях на сырьё; можно воспользоваться справочными данными [9, 10].

При расчёте выхода теста учитывают сырьё, которое в соответствии с пофазной рецептурой, представленной в [5, 6], расходуется на его приготовление, а не на разделку или отделку. Если при приготовлении теста используется увеличенная доза дрожжей, молочная сыворотка (например, в ускоренных способах), применяются жидкие дрожжи, добавки; то они включаются при расчёте в суммарную массу сырья. Расчёт суммарного содержания сухих веществ сырья рекомендуется представить в виде табл. 5.

Таблица 5

#### Определение сухих веществ сырья

Наименование сырья	Количество сырья, кг	Влажность сырья, %	Содержание сухих веществ	
			%	кг
Мука				
Дрожжи				
Соль				
и др.				
Итого:				

Количество сырья, расходуемого на разделку, смазку, отделку тестовых заготовок учитывают в величине -  $K$ - расчётной формулы (17). Например, яйца на смазку тестовых заготовок, сырьё на крошку для отделки тестовых заготовок; растительное масло для разделки и смазки. Таким же образом учитывается расход изюма, тмина, кориандра, аниса, корицы. Сырьё, расходуемое на отделку выпеченных изделий учитывается в величине -  $П$ . Например, помада, сахарная пудра, которыми могут отделяться выпеченные изделия.

Влажность теста рассчитывается по формуле

$$W_T = W_X + n, \quad (19)$$

где  $W_X$ - влажность мякиша изделия по стандарту, %;

$n$  - разница между начальной влажностью теста и влажностью мякиша изделий.

Величина  $n$  принимается в расчётах для булочных изделий 0,5 - 1,0 %; для хлеба - 1 - 1,5 %; для сдобных и мелкоштучных изделий - 0 %.

Выход теста может быть рассчитан также по другой методике - через средневзвешенную влажность сырья [15, 16].



Полученная величина рассчитанного выхода сравнивается с плановой нормой (ориентировочной) выхода, установленной для хлебозаводов ( $B_1$ ) или пекарен ( $B_2$ ) [7]. Расчетный выход должен соответствовать ориентировочному или превышать его на 1-2 %. При невыполнении этого требования повторяют расчёт выхода, изменяя соответствующим образом технологические затраты.

### 5.2.2. Расчёт суточной потребности сырья

Расчет суточной потребности сырья определяется исходя из суточной производительности печей по выработке принятого ассортимента продукции и расчётной величины его выхода.

Суточная потребность в муке определяется для каждого наименования изделия по формуле

$$M_c = \frac{P_{\text{сут}} \times 100}{B}, \quad (20)$$

где  $M_c$  - суточный расход муки, т;

$P_{\text{сут}}$  - суточная производительность печи по выработке изделия, т/сут;

$B$  - расчетный выход изделия, %.

Потребное количество каждого наименования сырья определяется по формуле

$$G_c = \frac{M_c \times P}{100}, \quad (21)$$

где  $G_c$  - суточный расход данного вида сырья, т;

$P$  - норма расхода данного вида сырья по нормативной рецептуре, кг.

Суточная потребность растительного масла, используемого для смазки форм, листов, подиков, пода печи рассчитывается исходя из норм его расхода на 1 тонну готовой продукции [7].

Расчетные данные по суточной потребности сырья заносят в таблицу включая всё используемое на проектируемом предприятии сырьё (табл. 6).

Таблица 6

#### Суточная потребность сырья

Наименование изделия	Суточная выработка, т	Суточная потребность сырья					
		мука пшеничная		прессованные дрожжи	соль	молоко	патока
		в/с	І с				
1.							

2.							
3.							
Итого:							

### 5.2.3. Расчет потребности в сырье с учетом сроков хранения (запаса сырья)

Потребность каждого вида и сорта муки (запас муки) определяется по формуле

$$M = \sum M_c \times n \quad , \quad (22)$$

где  $M$  - расход муки с учетом сроков хранения, т;

$n$  - нормативный срок хранения муки, сут.

Запас муки рассчитывается по каждому виду и сорту муки.

Запас других вида сырья определяется

$$G = G_c \times n \quad , \quad (23)$$

где  $G$  - расход сырья с учетом сроков хранения, т;

$n$  - нормативный срок хранения данного вида сырья сырья, сут.

Нормативные сроки хранения сырья и нагрузку на 1 м<sup>2</sup> см. [1, 2, 15, 16, 17].

Потребная площадь рассчитывается для сырья, хранящегося тарно.

Результаты расчетов заносятся в таблицу (табл. 7).

Таблица 7

Запас сырья и способы хранения

Наименование сырья	Суточный расход сырья, т	Нормативный срок хранения, сутки	Расход сырья с учетом срока хранения, т	Принятый способ хранения	Нагрузка на 1 м <sup>2</sup> площади, кг	Потребная площадь, м <sup>2</sup>
Мука пшеничная 1с						
Мука пшеничная в/с						
Дрожжи прессованные и другие виды сырья						

### 5.3. ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЁТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СЫРЬЯ

Применительно к конкретным условиям проектирования целесообразно рассматривать возможность доставки и хранения основного и дополнительного сырья бестарным способом (см. раздел 3.1.1 данного пособия).

Техническая характеристика оборудования для хранения сырья приведена в [20, 21].

Расчет требуемого количества силосов (бункеров) для бестарного хранения муки, определяется по формуле

$$n = \frac{M}{Q \times \rho}, \quad (24)$$

где  $n$  - количество силосов (бункеров), шт;

$M$  - запас муки, т;

$Q$  - рабочая вместимость силоса, м<sup>3</sup>;

$\rho$  - плотность муки, кг/ м<sup>3</sup> (принимается равной 550 кг/ м<sup>3</sup>).

Количество силосов (бункеров) округляется до большей ближайшей цифры. Для хранения каждого сорта муки должно быть не менее двух силосов (бункеров), желательно одной марки.

При бестарном («мокром») хранении соли рассчитывают геометрическую ёмкость бассейна.

Расчет емкости для хранения соли в растворе производится по формуле

$$V_{\text{сол}} = \frac{100 \times K_{\text{сол}} \times (1 + X)}{A \times \rho}, \quad (25)$$

где  $V_{\text{сол}}$  - емкость для хранения соли, м<sup>3</sup>;

$K_{\text{сол}}$  - запас соли, т;

$X$  - запас емкости на пенообразование ( $X = 0,010 - 0,025$ );

$\rho$  - плотность солевого раствора, кг/м<sup>3</sup>;

$A$  - концентрация солевого раствора данной плотности, % [10].

Для хранения соли принимаются типовые установки в соответствии с [15, 16, 17, 20].

Объемы емкостей, необходимых для бестарного хранения сырья в жидком виде, рассчитываются по следующим формулам.

Для хранения жидкого сахара

$$V_{сах} = \frac{100 \times K_{сах} \times \kappa}{A \times \rho}, \quad (26)$$

где  $V_{сах}$  - емкость для хранения жидкого сахара, м<sup>3</sup>;  
 $K_{сах}$  - запас жидкого сахара, т;  
 $\kappa$  - коэффициент увеличения объема чана ( $\kappa=1,25$ );  
 $A$  - концентрация жидкого сахара, %;  
 $\rho$  - плотность жидкого сахара, т/м<sup>3</sup>.

Концентрация и плотность жидкого сахара принимаются, как и для сахарного раствора по данным, приведённым в /5, 10/.

Емкость для хранения дрожжевого молока

$$V_{др} = \frac{K_{др} \times \kappa}{C_{др}} \quad (27)$$

где  $V_{др}$  - емкость для хранения дрожжевого молока, м<sup>3</sup>;  
 $K_{др}$  - запас дрожжей, т;  
 $\kappa$  - коэффициент увеличения объема чана ( $\kappa = 1,2$ );  
 $C_{др}$  - среднее содержание прессованных дрожжей в 1 л дрожжевого молока (0,45-0,55 кг/л).

Для бестарного хранения жидких жировых продуктов, патоки, молочной сыворотки, цельного молока емкость рассчитывается по формуле

$$V = \frac{K_{сырья} \times \kappa}{\rho}, \quad (28)$$

где  $V$  - емкость для хранения жидкого сырья, м<sup>3</sup>;  
 $K_{сырья}$  - запас данного вида сырья, т;  
 $\kappa$  - коэффициент увеличения объема емкости ( $\kappa=1,2$ );  
 $\rho$  - плотность сырья, т/м<sup>3</sup>.

В расчетах плотность принимается: для маргарина - 0,98; растительного масла - 0,92; молочной сыворотки - 1,025; патоки - 1,42; цельного молока - 1,033 т/м<sup>3</sup>.

Следует учесть, что для хранения каждого вида сырья следует предусмотреть не менее двух емкостей. Для бестарного хранения могут использоваться типовые емкости [20, 21], а также нетиповое (нестандартизированное) оборудование необходимой вместимости.

В случае тарного хранения сырья (сахара, дрожжей, жира, патоки, молочных продуктов и пр.) следует предусматривать оборудование для подготовки его в производство.

Внутрипроизводственный транспорт муки можно проектировать пневматическим, механическим или смешанным в зависимости от технической и экономической целесообразности (см. раздел 3.1.2 данного пособия).

## 5.4. ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЁТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СЫРЬЯ

В этом разделе необходимо обоснованно выбрать оборудование для подготовки сырья: просеиватели, переключатели, весы, питатели, производственные бункера, оборудование для подготовки других видов сырья, а также провести расчет этого оборудования.

Расчет количества просеивателей для каждого вида и сорта муки производится по формуле

$$N = \frac{M_q}{P}, \quad (29)$$

где  $N$  - количество просеивателей, шт;

$M_q$  - часовой расход муки, т;

$P$  - производительность просеивателя, т/ч.

Если в технической характеристике просеивателя [20, 21] не указана его часовая производительность, она может быть рассчитана по формуле

$$P = F \times g \quad (30)$$

где  $F$  - просеивательная поверхность сита, м<sup>2</sup> [20, 21];

$g$  - производительность 1 м<sup>2</sup> сита, т/ч [16, 17].

Общее количество просеивателей на проектируемом предприятии должно быть не менее двух.

Подготовленная к производству мука подаётся в производственные бункера. Расчёт производственных бункеров проводится после расчёта производственных рецептур и тестоприготовительного оборудования (раздел 5.6.7.).

Расчёт оборудования для подготовки сырья сводится к уточнению количества единиц оборудования для подготовки каждого вида сырья и количества подготавливаемых порций за смену.

Количество оборудования для подготовки каждого вида сырья (дрожже-мешалки, сахарожирорастворители) рассчитывают с учетом максимального сменного расхода сырья и объема подготовленного сырья (сахарного раствора, дрожжевой суспензии, восстановленного молока, растопленного маргарина,

разогретой патоки). Например, если сменный расход маргарина составляет 250 кг, то объем оборудования для его подготовки с учетом плотности маргарина и коэффициента увеличения емкости составит:

$$\frac{250 \times 1,2}{0,98} = 306$$

то есть достаточно установить один сахарожирорастворитель вместимостью 200 л и приготовить две порции за смену.

## 5.5. РАСЧЁТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РЕЦЕПТУР

На хлебопекарных предприятиях на основании нормативных рецептов [6, 7] и рекомендуемых пофазных рецептов [5, 6] составляют и рассчитывают производственные. При этом количественное соотношение сырья в производственной рецептуре должно быть таким же, как и в нормативной.

При составлении производственных рецептов исходят из производительности печи и учитывают конкретные условия приготовления теста:

- способ замеса полуфабрикатов (непрерывный или порционный);
- способ приготовления теста (безопарный, на большой густой опаре, на заквасках и т. д.; см. раздел 3.1.4);
- используемый разрыхлитель (прессованные дрожжи, жидкие дрожжи, сушёные дрожжи или дрожжевой концентрат);
- способ внесения отдельных видов сырья (в виде раствора, суспензии и др.).

Мука согласно выбранному способу тестоведения распределяется по фазам.

Количество воды на замес рассчитывается исходя из влажности исходного сырья и влажности полуфабрикатов. Если сырье вносится при замесе полуфабрикатов в виде растворов, суспензий, эмульсий (солевой и сахарный растворы, дрожжевая и молочная суспензия, водно-жировая эмульсия и т.д.) рассчитывается их количество. Количество дозируемой молочной сыворотки в ускоренном способе зависит от ее кислотности и может быть рассчитано по методике, изложенной в [5].

Расчет производственных рецептов производится с точностью до 0,01. Предлагаемые методическими указаниями нижеследующие методики расчета производственных рецептов не являются жестко регламентированными. Студент по согласованию с консультантом может использовать другие методики, взятые из литературы, технологической документации предприятия.

### 5.5.1. Расчет производственных рецептов при непрерывном приготовлении пшеничного теста

Эта методика расчёта рекомендуется для непрерывного тестоприготовления следующими способами: на густых, больших густых, жидких опарах, без-

опарном способе в соответствующем тестоприготовительном оборудовании (см. раздел 3.1.4).

Производственная рецептура составляется и рассчитывается на одну минуту работы месильной машины.

Общий минутный расход муки рассчитывается по формуле

$$M_{\text{общ}} = \frac{P_{\text{ч}} \times 100}{B \times 60} = \frac{M_{\text{ч}}}{60}, \quad (31)$$

где  $M_{\text{общ}}$  - общий расход муки, кг/мин;

$P_{\text{ч}}$  - часовая производительность печи для данного изделия, кг/ч;

$B$  - расчетный выход изделия, %;

$M_{\text{ч}}$  - часовой расход муки, кг/ч.

Для изделий, в нормативную рецептуру которых включены другие зернопродукты (солод, отруби, крупка и др.), по формуле (31) рассчитывается общий минутный расход муки и зернопродуктов.

Если тесто готовится двухфазно, расход муки по фазам рассчитывается по формулам

$$M_{\text{оп}} = \frac{M_{\text{общ}} \times M}{100}, \quad (32)$$

где  $M_{\text{оп}}$  - минутный расход муки на замес опары, кг/мин;

$M$  - доля муки в опару, %.

В соответствии с рекомендациями технологических инструкций густую опару готовят из 45 - 50 %, большую густую опару - из 60 - 70 %, жидкую опару - 25-35 % муки от общего количества.

$$M_{\text{т}} = M_{\text{общ}} - M_{\text{оп}}, \quad (33)$$

где  $M_{\text{т}}$  - минутный расход муки на замес теста, кг/мин.

Если в соответствии с пофазной рецептурой [5, 6] часть муки расходуется на разделку или отделку, рассчитывают её количество по формуле (32), где  $M$  - доля муки на разделку или отделку. Тогда расход муки на замес теста определяется

$$M_{\text{т}} = M_{\text{общ}} - M_{\text{оп}} - M_{\text{раз}}, \quad (34)$$

где  $M_{\text{раз}}$  - расход муки на разделку.

Если в нормативную рецептуру включены зернопродукты, их расход  $M_3$  рассчитывается по формуле (32), где  $M$  - норма расхода зернопродукта по нормативной рецептуре. В этом случае расход муки на замес теста рассчитывается

$$M_T = M_{\text{общ}} - M_{\text{оп}} - M_3, \quad (35)$$

где  $M_3$  - расход зернопродуктов.

Суммарное количество муки по фазам и зернопродуктов должно быть равно общему расходу -  $M_{\text{общ}}$ .

Расчет всего остального сырья производится по формуле

$$G_{\text{сырья}} = \frac{M_{\text{общ}} \times P}{100}, \quad (36)$$

где  $G_{\text{сырья}}$  - минутный расход конкретного вида сырья, кг/мин;

$P$  - норма расхода этого сырья по нормативной рецептуре, кг.

Прессованные дрожжи и сухое молоко вносят в виде суспензии, расход которой определяется по формуле

$$G_{\text{др.с}} = G_{\text{др.}} \times (1 + n), \quad (37)$$

где  $G_{\text{др.с}}$  - расход дрожжевой суспензии (восстановленного молока), кг/мин;

$G_{\text{др.}}$  - расход дрожжей (сухого молока), кг;

$n$  - расход воды на одну массовую долю дрожжей (сухого молока), частей по массе.

В соответствии с технологическими инструкциями дрожжевая суспензия готовится в соотношении дрожжей и воды 1:3 или 1:4; а молочная из сухого молока и воды в соотношении - от 1:5 до 1:10.

Расход воды на приготовление дрожжевой суспензии (восстановленного молока) рассчитывается по формуле

$$B_{\text{др.с}} = G_{\text{др.с}} - G_{\text{др.}}, \quad (38)$$

где  $B_{\text{др.с}}$  - расход воды на приготовление дрожжевой суспензии (восстановленного молока), кг/мин.

Расход раствора соли (сахара) рассчитывается по формуле

$$G_{\text{р.с}} = \frac{M_{\text{общ}} \times P}{A} \quad (39)$$



где  $G_{P.C}$  - расход раствора соли (сахара), кг/мин;

$A$  - концентрация раствора, % ( для солевого раствора  $A=24\sim 26$  %, для сахарного раствора  $A=44-63$  %).

Расход воды на приготовление раствора соли (сахара) рассчитывается по формуле

$$B_C = G_{P.C} - G_C, \quad (40)$$

где  $B_C$  - расход воды на приготовление раствора соли (сахара), кг/мин.

Минутный расход опары на замес теста рассчитывается по формуле

$$G_{on} = \frac{\sum CB_{on} - 100}{100 - W_{on}}, \quad \dots\dots (41)$$

где  $G_{on}$  - расход опары, кг/мин;

$\sum CB_{on}$  - сумма сухих веществ сырья, входящего в опару, кг/мин;

$W_{on}$  - влажность опары, %.

В соответствии с технологическими инструкциями опару готовят влажностью: густую и большую густую от 41 до 45 %, жидкую - от 68 до 72 %.

Для удобства расчета  $\sum CB_{on}$  рекомендуется составить таблицу (см. табл. 8).

Таблица 8

Расчет сухих веществ опары

Сырье	Масса сырья в натуре, кг/мин	Влажность, %	Содержание сухих веществ	
			%	кг/мин
Мука	$M_{on}$	14,5	85,5	$\frac{M_{on} \times 85,5}{100}$
Прессованные дрожжи	$G_{op.}$	75,0	25,0	$\frac{G_{op.} \times 25}{100}$
Итого:	$\sum G_{on}$			$\sum CB_{on}$

Расход воды на замес опары определяется

$$B_{on} = G_{on} - \sum G_{on} \quad (42)$$

где  $B_{on}$  - расход воды на замес опары, кг/мин;

$\sum G_{on}$  - общий расход сырья на замес опары, за исключением воды, кг/мин.

Так как часть воды используется для разведения прессованных дрожжей, то с учетом этого определяется расход «чистой» воды в опаре

$$B'_{оп} = G_{оп} - B_{др.с} , \quad (43)$$

где  $B_{др.с}$  - расход воды на приготовление дрожжевой суспензии, кг/мин.

Если в табл. 8 включить дрожжевую суспензию вместо прессованных дрожжей, то отпадает необходимость расчета «чистой» воды в опару. В этом случае необходимо рассчитать средневзвешенную влажность дрожжевой суспензии по формуле

$$W_{др.с} = \frac{G_{др} \times W_{др} + 100 \times B_{др.с}}{G_{др} + B_{др.с}} , \quad (44)$$

где  $W_{др.с}$  - средневзвешенная влажность дрожжевой суспензии, %;  
 $W_{др}$  - влажность дрожжей, %.

Аналогичным образом рассчитывается влажность дрожжевого молока, если оно используется взамен прессованных дрожжей.

Расход воды на приготовления теста определяется по формуле

$$B_m = \frac{\sum CB_m \times 100}{100 - W_m} - \sum G_m , \quad (45)$$

где  $B_m$  - расход воды на замес теста, кг/мин;  
 $\sum CB_m$  - сумма сухих веществ сырья, входящего в тесто, кг/мин;  
 $\sum G_m$  - общий расход сырья на замес теста, кг/мин;  
 $W_m$  - влажность теста, % (см. расчет выхода теста в разделе 4.2.1).

Расчёт количества сырья в тесте и его сухих веществ рекомендуется представить в форме таблицы (см. табл. 9).

Таблица 9

Расчет сухих веществ теста

Сырье и полуфабрикаты	Масса в натуре, кг/мин	Влажность, %	Содержание сухих веществ	
			%	кг/мин
Мука	$M_m$	14,5	85,5	$\frac{M_m \times 85,5}{100}$
Опара	$G_{оп}$	$W_{оп}$	$100 - W_{оп}$	$\frac{G_{оп} \times (100 - W_{оп})}{100}$
Сахар	$G_{сах}$	0,14	99,86	$\frac{G_{сах} \times 99,86}{100}$
Соль	$G_{сол}$	3	97	$\frac{G_{сол} \times 97}{100}$

Маргарин и другое сырьё	$G_m$	16	84	$\frac{G_m \times 84}{100}$
Итого:	$\Sigma G_m$			$\Sigma CB_m$

С учетом воды, расходуемой на приготовление солевого и сахарного растворов, вода «чистая» на замес теста определяется

$$B'_m = B_m - B_{сол.} - B_{сах.}, \quad (46)$$

Если в табл. 9 включить солевой и сахарный растворы и их влажность (концентрацию раствора), то отпадает необходимость расчета по формуле (46).

На основании полученных данных составляют производственную рецептуру и записывают технологический режим приготовления полуфабрикатов в форме таблицы (табл.10).

Таблица 10

Производственная рецептура и технологический режим приготовления полуфабрикатов

Наименование сырья, полуфабрикатов и технологических параметров	Количество сырья, параметры	
	опары	теста
Мука, кг/мин	$M_{оп}$	$M_m$
Дрожжевая суспензия, кг/мин	$G_{др.с}$	-
Опара, кг/мин	-	$G_{оп}$
Солевой раствор, кг/мин	-	$G_{сол.р}$
Сахарный раствор, кг/мин	-	$G_{сах.р}$
Маргарин, кг/мин	-	$G_m$
Вода, кг/мин и т.д.	$B'_{оп}$	$B'_m$
Конечная кислотность, град		
Температура, °С		
Влажность, %	$W_{оп}$	$W_m$
Продолжительность брожения, мин		

Параметры технологического процесса для принятого способа тестоприготовления берутся в [5, 6].

При необходимости можно провести проверку правильности расчетов следующим образом. Сумма сырья, расходуемого на замес опары (кг/мин) должна быть равна расходу опары (кг/мин). Также можно определить расчётную влажность опары и теста по формуле (47) и сравнить с принятыми величинами

$$W_m = \frac{M_m \times W_m + G_{оп} \times W_{оп} + G_{сол.р} \times W_{сол.р} + G_{сах.р} \times W_{сах.р} + G_m \times W_m}{M_m + G_{оп} + G_{сол.р} + G_{сах.р} + G_m}, \quad (47)$$

Если в качестве разрыхлителя теста используются жидкие дрожжи, расчет проводится в аналогичной последовательности, а также включаются следующие расчеты.

Расход жидких дрожжей определяется по формуле (36), где  $P$  - норма расхода жидких дрожжей на 100 кг муки, рекомендуемая технологическими инструкциями.

Учитывается количество муки, расходуемое на приготовление жидких дрожжей. Расчёт проводится по формуле

$$M_{ж.др} = \frac{G_{ж.др} \times (100 - W_{ж.др})}{100 - W_m}, \quad (48)$$

где  $M_{ж.др}$  - расход муки на приготовление жидких дрожжей, кг/мин;

$G_{ж.др}$  - расход жидких дрожжей, кг/мин;

$W_{ж.др}$  - влажность дрожжей, муки соответственно, %.

В этом случае количество муки, расходуемой на замес опары, определяется по формуле

$$M'_{оп} = M_{оп} - M_{ж.др}, \quad (49)$$

где  $M'_{оп}$  - мука на замес опары, кг/ч.

### 5.5.2. Расчет производственных рецептов при порционном приготовлении пшеничного теста

При порционном замесе теста рассчитывают количество сырья для замеса одной порции полуфабриката.

Следует учесть, что количество муки на тестоприготовление, а значит и количество теста, должно совпадать с количеством теста в виде тестовых заготовок, поступающих на выпечку, т. е. взаимосвязано с часовой производительностью печи.

Первоначально определяют максимально возможный расход муки, необходимой для замеса порции теста, соответствующей полной загрузке ёмкости, в которой осуществляется замес.

Если замес осуществляется в подкатных дежах, то максимально возможный расход муки на замес определяется по формуле

$$M_{макс.} = \frac{V \times g}{100}, \quad (50)$$

где  $M_{макс.}$  - количество муки на замес порции теста, кг;

$V$  - объем месильного чана (вместимость) тестомесильной машины (дежи), л;

$g$  - норма загрузки муки на 100 л геометрического объема емкости, кг.

Нормы загрузки муки в кг на 100 л геометрической ёмкости приведены в [5, 16, 17].

Если замес теста осуществляется в тестомесильных машинах со стационарной ёмкостью для замеса (см. раздел 3.1.4), максимально возможный расход муки определяется по формуле

$$M_{\text{макс.}} = \frac{B \times 100}{B_T}, \quad (51)$$

где  $B$  - максимальная масса порции замешиваемого теста (см. техническую характеристику оборудования [20, 21]), кг;

$B_T$  - выход теста, % (см. раздел 5.2.1).

Взаимосвязь между периодическим замесом теста и непрерывным процессом выпечки устанавливается ритмом замеса. Ритм замеса - это промежуток времени между следующими друг за другом замесами.

Ритм замеса рассчитывается по формуле

$$ч = \frac{M_{\text{макс.}} \times 60}{M_ч}, \quad (52)$$

где  $ч$  - ритм замеса, мин;

$M_ч$  - часовой расход муки, кг/час (см. расчёт по формуле 31).

Рассчитанная величина ритма сравнивается с максимально допустимой. Максимально допустимая величина ритма предусматривает, что разделка порции теста не будет слишком продолжительной, и поэтому не произойдёт его закисание. Максимально допустимая величина ритма устанавливается с учётом конкретных производственных условий и ориентировочно в расчётах принимается: ритм замеса теста для хлеба и булочных изделий при опарных способах - не более 30 мин; для сдобных изделий - не более 40 мин; при ускоренных способах с интенсивным замесом теста - не более 20 мин.

Если рассчитанный ритм превышает максимально допустимую величину, то в дальнейших расчётах величина ритма принимается равной максимально допустимой величине.

Если рассчитанная величина ритма меньше максимально допустимой, рассчитанная величина округляется до ближайшего целого числа.

Затем уточняют общий расход муки по формуле

$$M_{\text{общ.}} = \frac{M_ч \times ч_{\text{уточн.}}}{60}, \quad (53)$$

где  $M_{общ.}$  - общий расход муки, кг/замес;  
 $\tau_{уточн.}$  - уточненный ритм замеса теста, мин.

Далее рассчитывают количество сырья на замес одной порции полуфабриката аналогично расчету при непрерывном способе замеса, используя расчетные формулы (32 - 46).

### 5.5.3. Особенности расчёта производственной рецептуры приготовления теста на концентрированных молочнокислых заквасках (КМКЗ)

Тесто на КМКЗ может готовиться как непрерывным, так и порционным способом.

При непрерывном способе замеса теста рассчитывают общий минутный расход муки -  $M_{общ.}$  - по формуле (31).

При порционном замесе теста расчёт проводят по формулам (50 - 53).

Количество закваски на замес теста рассчитывается по формуле

$$G_{закв} = \frac{M_{общ} \times Зак}{100}, \quad (54)$$

где  $G_{закв}$  - расход закваски на замес теста, кг/мин (кг/замес);

$Зак$  - количество закваски на 100 кг муки, кг.

Количество закваски на 100 кг муки для отдельных изделий приводится в технологических инструкциях [5, 6]; например, для изделий из пшеничной муки в/с рекомендуется 7,5-10 кг; для изделий из пшеничной муки 1с - 10-12,5 кг закваски на 100 кг муки.

Количество муки, вносимое с закваской, рассчитывается по формуле

$$M_{закв} = \frac{G_{закв} \times (100 - W_{закв})}{100 - W_M}, \quad (55)$$

где  $M_{закв}$  - количество муки, вносимое с закваской, кг/мин;

$W_M, W_{зак}$  - соответственно влажность муки и закваски, % ( $W_{зак} = 65-70\%$ ).

Если технологической инструкцией задано количество муки -  $M$ -, которое приходится с закваской в тесто на 100 кг муки, то вначале рассчитывают количество муки на приготовление закваски по формуле (32); а затем количество закваски из соответствующего количества муки по формуле

$$G_{закв} = \frac{M_{закв} \times (100 - W_M)}{100 - W_{закв}}, \quad (56)$$

Количество муки на замес теста с учетом расхода муки на закваску рассчитывается по формуле

$$M_T = M_{\text{ОБЩ}} - M_{\text{ЗАКВ}}, \quad (57)$$

где  $M_T$  - расход муки на замес теста, кг/мин;

Количество других видов сырья рассчитывается по формулам (36 - 40), количество воды - по формулам (45, 46).

Следует учесть, что при приготовлении теста на КМКЗ для изделий, рецептурой которых предусмотрено количество прессованных дрожжей менее 3 %, их расход должен быть увеличен на 0,5-1 % к массе муки.

На основании проведённых расчётов составляется таблица производственной рецептуры приготовления теста с указанием параметров технологического режима приготовления теста.

Расчёт производственной рецептуры закваски целесообразно проводить вместе с расчётом оборудования для её приготовления (см. раздел 5.6.2.).

#### 5.5.4. Особенности расчета производственной рецептуры теста, приготовленного на активированных прессованных дрожжах

Активация прессованных дрожжей в зависимости от вида и количества используемого сырья может осуществляться разными методами и способами [5, 8, 10]. Необходимо рассчитать количество сырья, расходуемого на фазу активации и на замес теста (при безопасном способе) или опары и теста (при опарном способе).

Исходя из принятого способа активации, в котором указано соотношение дрожжей и других видов сырья, определяют расход сырья для активации на 100 кг муки.

В зависимости от способа замеса теста рассчитывается общий расход муки -  $M_{\text{общ}}$  по формуле (31) или формулам (50 – 53).

Количество каждого вида сырья, вносимое с фазой активации, определяется по формуле

$$G_{\text{сырья}} = \frac{M_{\text{общ}} \times P}{100}, \quad (58)$$

где  $G_{\text{сырья}}$  - количество каждого вида сырья (муки, воды, дрожжей, сахара и др.), вносимое с фазой активации, кг/мин (кг/замес);

$P$  - расход сырья (муки, воды, дрожжей, сахара и др.) для активации на 100 кг муки, кг.

Количество активированных дрожжей определяется как сумма количеств всех видов сырья. Влажность активированных дрожжей рассчитывается, как средневзвешенная влажность по формуле (44).

При расчете расхода сырья на замес теста при безопасном способе следует учесть, что часть муки (сахара) израсходована на активацию. Тогда количество муки, идущей на замес теста, определится

$$M_T = M_{\text{общ.}} - M_{\text{акт.}}, \quad (59)$$

где  $M_T$  - количество муки, идущей на замес теста, кг/мин (кг/замес);

$M_{\text{акт.}}$  - мука, израсходованная на активацию дрожжей, определённая по формуле (57), кг/мин (кг/замес).

Количество других видов сырья на замес теста рассчитывается по формулам (36 - 46).

Расчёт производственной рецептуры активированных дрожжей целесообразно проводить вместе с расчётом оборудования (см. раздел 5.6.3).

#### 5.5.5. Особенности расчета производственной рецептуры теста, приготовленного на жидкой диспергированной фазе (ЖДФ)

Как правило, ЖДФ готовят порционно в эмульгаторах. На замес ЖДФ расходуется 20 - 30 % муки от общего количества, ее готовят влажностью 65 - 70 %. Следует учесть, что при приготовлении теста на ЖДФ для изделий, рецептурой которых предусмотрено количество прессованных дрожжей менее 3 %, их расход должен быть увеличен на 0,5-1 % к массе муки.

Тесто может замешиваться в тестомесильных машинах как непрерывного, так и периодического действия. В зависимости от этого общий расход муки рассчитывается по формуле (31) или формулам (50 - 53).

Количество сырья, вносимого с ЖДФ, определяется аналогично расходу сырья, на замес опары (см. формулы 32, 36 - 42). Расход соли, солевого раствора и воды на замес теста определяется по формулам (36, 39, 45, 46).

Расчёт производственной рецептуры ЖДФ целесообразно проводить вместе с расчётом оборудования для её приготовления (см. раздел 5.6.3).

#### 5.5.6. Расчет производственной рецептуры приготовления ржаного теста

Ржаное тесто готовится на заквасках. При этом замес может осуществляться непрерывно и порционно.

Непрерывное приготовление теста на больших густых заквасках предусматривают в тестоприготовительных агрегатах (см. раздел 3.1.4). При этом производственная рецептура составляется и рассчитывается на одну минуту работы месильной машины.

Вначале определяется общий минутный расход муки -  $M_{\text{общ}}$  - по формуле (31).



На основании опыта работы хлебозаводов можно принять следующие исходные данные:

А - доля муки на приготовление большой густой закваски (количество муки, которое должно приходиться с закваской в тесто из 100 кг муки) - 45-47 %;

В - доля большой густой закваски на возобновление - 40 %.

Можно воспользоваться для отдельных наименований изделий пофазными рецептурами, приведёнными в технологических инструкциях, в которых задано количество муки, которое должно приходиться с закваской в тесто из 100 кг муки [5, 6].

Расход муки на замес закваски рассчитывается по формуле

$$M_3 = \frac{M_{\text{общ}} \times A}{100}, \quad (60)$$

где  $M_3$  - минутный расход муки на замес закваски, кг/мин;

Расход закваски на замес теста составит

$$Z_m = \frac{M_3 \times (100 - W_m)}{100 - W_3}, \quad (61)$$

где  $Z_m$  - минутный расход закваски на замес теста, кг/мин;

$W_m$  - влажность муки, %;

$W_3$  - влажность закваски, % (влажность большой густой закваски 48 - 50 %).

Эти расчёты можно провести другим способом. Если технологической инструкцией задана масса закваски, расходуемая на замес теста из 100 кг муки, то вначале рассчитывают расход закваски по формуле (54); а затем количество муки, вносимое с закваской, по формуле (55).

Расход закваски на возобновление новой порции закваски

$$Z_6 = \frac{Z_m \times B}{100 - B}, \quad (62)$$

где  $Z_6$  - минутный расход закваски на возобновление, кг /мин;

$B$  - доля закваски, идущей на возобновление, %.

Тогда количество муки, вносимое с закваской на возобновление, составит

$$M_6 = \frac{Z_6 \times (100 - W_3)}{100 - W_m}, \quad (63)$$

где  $M_6$  - количество муки, вносимое с закваской, идущей на возобновление, кг/мин.

Определение минутного расхода воды на приготовление закваски проводят по формуле

$$B_3 = \frac{\sum CB_3 \times 100}{100 - W_3} - \sum G_3, \quad (64)$$

где  $\sum CB_3$  - сухие вещества сырья закваски, кг/мин;

$\sum G_3$  - сумма сырья закваски, кг/мин.

Для удобства расчета  $\sum CB_{закв}$  рекомендуется составить таблицу (см. табл. 11).

Расход соли, сахара, другого сырья в соответствии с нормативной рецептурой рассчитывается по формулам (36 - 40).

Таблица 11

## Расчет сухих веществ закваски

Сырье	Масса сырья в натуре, кг/мин	Влажность, %	Содержание сухих веществ	
			%	кг/мин
Мука	$M_3$	14,5	85,5	$\frac{M_3 \times 85,5}{100}$
Закваска на возобновление	$З_6$	50,0	50,0	$\frac{З_6 \times 50}{100}$
Итого:	$\Sigma G_3$			$\Sigma CB_{закв}$

Расход муки на замес теста составит

$$M_T = M_{общ} - M_3, \quad (65)$$

где  $M_m$  - минутный расход муки на замес теста, кг/мин.

Расход воды на замес теста определяется по формулам (45, 46). Для удобства расчета рекомендуется составить таблицу (табл.12).

Таблица 12

## Расчёт сухих веществ теста

Сырье и полуфабрикаты	Масса в натуре, кг/мин	Влажность, %	Содержание сухих веществ	
			%	кг/мин
Мука	$M_T$	14,5	85,5	$\frac{M_m \times 85,5}{100}$
Закваска на замес теста	$Z_T$	50,0	50,0	$\frac{Z_T \times (100 - W_3)}{100}$
Соль	$G_{сол}$	3,0	97,0	$\frac{G_{сол} \times 97}{100}$
Сахар и др. сырьё	$G_{сах.}$	0,14	99,86	$\frac{G_{сах.} \times 99,86}{100}$
Итого:	$\sum G_T$			$\sum CBT$

На основании проведенных расчетов составляется производственная рецептура, а также записывается технологический режим приготовления полуфабрикатов в форме таблицы (табл. 13).

Таблица 13

Производственная рецептура  
и технологический режим приготовления полуфабрикатов

Наименование сырья, полуфабрикатов и технологических параметров	Количество сырья, параметры	
	закваски	теста
Мука, кг/мин	$M_3$	$M_T$
Закваска, кг/мин	$Z_3$	$Z_T$
Солевой раствор, кг/мин	-	$G_{сол.р}$
Сахарный раствор, кг/мин	-	$G_{сах.р}$
Вода, кг/мин и т.д.	$B_3$	$B_m$
Конечная кислотность, град		
Температура, °С		
Влажность, %	$W_3$	$W_m$
Продолжительность брожения, мин		

Параметры технологического процесса для принятого способа тестоприготовления берутся в [5, 6].

В случае порционного приготовления ржаного теста расчет количества сырья и полуфабрикатов проводится на 1 замес. Общий расход муки на замес порции теста рассчитывается по формулам (50 - 53) и далее по формулам (60 - 65).

При приготовлении ржаного теста на жидких заквасках часто применяют порционный замес закваски и непрерывный или порционный замес теста. В этом

случае методика расчёта производственной рецептуры теста аналогична расчёту рецептуры пшеничного теста, приготовленного на КМКЗ (см. раздел 5.5.3).

#### 5.5.7. Особенности расчёта производственной рецептуры теста с заваркой

При приготовлении улучшенных заварных сортов ржаного хлеба предварительно готовят заварку. Заварку влажностью 65-70 % готовят в заварочных машинах. Доля муки, расходуемой на приготовление заварки, в тесто из 100 кг муки может быть различной в зависимости от вида изделия (см. пофазные рецептуры [5, 6]).

Вначале рассчитывают количество муки, вносимой с заваркой, по формуле (32), где  $M$  - доля муки в % на приготовление заварки.

Количество заварки, расходуемое на замес теста, рассчитывается по формуле

$$G_{зав} = \frac{M_{зав} \times (100 - W_m)}{100 - W_{зав}} \quad (66)$$

где  $G_{зав}$  - расход заварки на приготовление теста, кг/мин (кг/замес);

$M_{зав}$  - расход муки на приготовление заварки, кг/мин (кг/замес);

$W_m, W_{зав}$  - соответственно влажность муки и заварки, %.

Заварка вносится при замесе теста, поэтому при расчете количества муки на замес теста следует учесть, что часть муки израсходована на приготовление заварки.

Производственную рецептуру заварки целесообразно проводить вместе с расчётом оборудования для её приготовления (см. раздел 5.6.7.).

#### 5.5.8. Особенности расчёта производственной рецептуры теста из смеси пшеничной и ржаной муки

Методика расчета производственных рецептов для хлеба из смеси пшеничной и ржаной муки зависит от выбранного способа тестоприготовления. При преобладании пшеничной муки рекомендуется использовать способы тестоприготовления, рекомендуемые для пшеничного теста с использованием жидких дрожжей. При преобладании ржаной муки, а также равном соотношении ржаной и пшеничной муки рекомендуется использовать способы, рекомендуемые для ржаного теста.

При расчете производственных рецептов следует учитывать пофазные рецептуры, данные в [5, 6], в которых указано, из какого вида муки готовится фаза.

## 5.6. ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЁТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПОЛУФАБРИКАТОВ (ТЕСТОПРИГОТОВИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ)

Выбор тестоприготовительного оборудования зависит от способа приготовления теста (см. раздел 3.1.4.)

### 5.6.1. Расчет оборудования для брожения больших густых опар (заквасок) при непрерывном тестоприготовлении

Приготовление теста из пшеничной и ржаной муки и их смеси для массовых сортов хлеба следует предусматривать в агрегатах. Техническая характеристика агрегатов для приготовления теста приводится в [20, 21, 22].

Брожение большой густой опары (закваски) при непрерывном тестоприготовлении происходит в шестисекционном бункере. Для бункерных агрегатов нужно выполнить поверочный расчет емкости бродительного бункера, определить ритм сменяемости его секций.

Бункер тестоприготовительного агрегата рассчитывается для каждой технологической линии, предусмотренной на проектируемом предприятии. Если на линии вырабатывают более одного наименования изделия, бункер рассчитывают для того изделия, у которого наибольшая часовая выработка и наибольшая продолжительность брожения опары (закваски).

Ритм сменяемости секций определяется по формуле

$$r_c = \frac{t_{\bar{b}p}}{n-1}, \quad (67)$$

где  $r_c$  - ритм сменяемости секций, мин;

$t_{\bar{b}p}$  - продолжительность брожения опары, мин;

$n$  - количество секций в бункере, шт.

Рассчитанную величину сравнивают с максимально допустимым ритмом, равным 60 мин.

Число секций с опарой, разгружаемых за 1 ч, составит

$$n_c^r = \frac{60}{r_c}, \quad (68)$$

где  $n_c^r$  - число секций, разгружаемых за 1 ч, шт.

Количество муки, находящейся в одной секции для брожения опары, определяется по формуле

$$M_{\text{сек}} = \frac{60 \times M_{\text{оп}}}{n_c^r}, \quad (69)$$

где  $M_{сек}$  - количество муки для приготовления опары, находящееся в одной секции, кг;

$M_{он}$  - минутный расход опары, кг/мин.

Величина  $M_{он}$  берётся из производственной рецептуры (см. раздел 5.5.1).  
Необходимая ёмкость секции составит

$$V_c = \frac{M_{сек} \cdot 100}{q}, \quad (70)$$

где  $V_c$  - ёмкость секции, л;

$q$  - норма загрузки муки для приготовления опары на 100 л геометрической ёмкости, кг.

Нормы загрузки муки в кг на 100 л геометрической ёмкости для приготовления опары приведены в [16, 17].

Общая расчетная ёмкость бункера для брожения опары определяется по формуле

$$V_o = V_c \times n, \quad (71)$$

где  $V_o$  - общая расчетная ёмкость бункера, л;

$n$  - количество секций в бункере,  $n=6$ .

Полученная величина сравнивается с ёмкостью бункера по его технической характеристике [20, 21, 22]. Если расчётный объём превышает величину по технической характеристике, то предусматривают увеличение высоты цилиндрической части бункера.

Необходимое увеличение высоты цилиндрической части бункера, рассчитывают по формуле

$$h = \frac{4(V_o - V)}{3,14 \times d^2}, \quad (72)$$

где  $h$  - высота наращивания бункера, м;

$V_o, V$  - объём бункера соответственно по расчету и по технической характеристике, м<sup>3</sup>;

$d$  - диаметр бункера, м.

Расчёт бункера для брожения большой густой закваски проводят аналогичным образом по формулам (68, 69, 71, 72). Отличие заключается в определении количества муки, находящейся в одной секции, её величина рассчитывается по формуле

$$M_{сек} = \frac{60(M_3 + M_в)}{n_c^r}, \quad (73)$$

где  $M_{сек}$  - количество муки, находящееся в одной секции, кг;

$M_3$  - минутный расход муки на приготовление закваски, кг/мин;

$M_в$  - минутный расход муки, вносимой с закваской, идущей на возобновление кг/мин.

Величины  $M_3$  и  $M_в$  берутся из производственной рецептуры (см. раздел 5.5.6).

#### 5.6.2. Расчёт оборудования заквасочного отделения (для приготовления возобновляемых жидких полуфабрикатов)

В заквасочном отделении обычно готовят жидкие ржаные закваски, ржаные или пшеничные КМКЗ, относящиеся к возобновляемым полуфабрикатам.

Приготовление жидких заквасок обычно осуществляют порционно. Расчёт заквасочного отделения сводится к расчёту оборудования для их приготовления и производственной рецептуры закваски.

Вначале рассчитывают часовой расход закваски на приготовление теста. Если тесто на закваске готовят порционно, то часовой расход закваски рассчитывают по формуле

$$Z_ч = \frac{G_{закв.} \times 60}{ч}, \quad (74)$$

где -  $Z_ч$  часовой расход закваски, кг;

$G_{закв.}$  - расход закваски на замес теста, кг (см. производственную рецептуру);

$ч$  - ритм замеса теста, мин (см. раздел 5.5.2).

Если замес теста на закваске осуществляется непрерывно, то часовой расход закваски рассчитывают по формуле

$$Z_{\text{ч}} = G_{\text{закв}} \times 60, \quad (75)$$

Количество закваски, одновременно находящейся в брожении, рассчитывается по формуле

$$Z_{\text{бр}} = Z_{\text{ч}} \times t_{\text{бр}}, \quad (76)$$

где  $Z_{\text{бр}}$  - количество закваски, находящейся одновременно в брожении, кг;

$t_{\text{бр}}$  - продолжительность брожения закваски, ч.

Если на жидких заквасках готовят изделия, одновременно вырабатываемые на более чем одной технологической линии, то находят суммарное количество закваски, находящейся одновременно в брожении.

Кроме того, необходимо рассчитать количество сырья, расходуемого на приготовление порции закваски исходя из количеств порций, приготавливаемых за период брожения.

Количество замесов (порций) закваски рассчитывается по формуле

$$n_3 = \frac{Z_{\text{бр}} \times \kappa}{\rho \times V}, \quad (77)$$

где  $n_3$  - количество замесов за период брожения закваски;

$\kappa$  - коэффициент увеличения объёма ( $\kappa = 1,1 - 1,5$ );

$\rho$  - плотность закваски, кг/л,  $\rho = 0,8$  кг/л

$V$  - вместимость оборудования для приготовления закваски; л.

Обычно жидкие закваски готовят в заварочной машине, техническая характеристика которой приведена в [20, 21, 22].

Рассчитанное количество порций округляем до ближайшего целого числа и уточняем массу порции закваски

$$Z = \frac{Z_{\text{бр}}}{n_3} \quad (78)$$

Масса муки -  $M_3$ , расходуемая на приготовление порции закваски -  $Z$ , рассчитывается по формуле (63). Количество воды на приготовление порции закваски рассчитывается по формуле

$$B = Z - M_3, \quad (79)$$



где -  $V$  - количество воды на приготовление порции закваски, кг.

Количество закваски, расходуемой на приготовление порции закваски при отборе 50 %, равно порции приготовленной вводно-мучной питательной смеси.

На основании проведённых расчётов составляется таблица производственной рецептуры порции закваски, и приводятся параметры её приготовления.

Расчет потребной ёмкости для брожения жидких заквасок проводится по формуле

$$V = \frac{G_3 \times t_{бр} \times K \times \left(1 + \frac{a_1}{a_2}\right)}{\rho}, \quad (80)$$

где -  $V$  - потребная емкость для жидких заквасок, л;

$K$  - коэффициент увеличения объема ( $K=1,1 \dots 1,5$ );

$G_3$  - минутный расход закваски, кг/мин;

$\rho$  - плотность выброженной закваски ( $\rho=0,8$  кг/л);

$a_1/a_2$  - соотношение между оставшейся в чане частью закваски и ее отбором на замес теста;

$t_{бр}$  - продолжительность брожения закваски, ч.

Брожение жидких заквасок обычно происходит в типовых ёмкостях - чанах, количество которых рассчитывается по формуле

$$N_{ч} = \frac{V}{V_{ч}} + 2, \quad (81)$$

где -  $V_{ч}$  - вместимость типового чана по технической характеристике, л [20, 21];

$N_{ч}$  - количество типовых чанов, шт.

В расчётной формуле (81) учтены также две ёмкости, занятые под загрузкой и разгрузкой.

### 5.6.3. Расчёт оборудования для приготовления

#### невозобновляемых жидких полуфабрикатов

В этом разделе приведены расчёты оборудования для приготовления таких невозобновляемых жидких полуфабрикатов, как жидкая опара, ЖДФ, активированные дрожжи, на которых готовится тесто.

Расчёт ёмкости для брожения жидких опар при непрерывном способе тестоприготовления осуществляется по формуле

$$V = \frac{G_{on} \times t_{\bar{b}p} \times k}{\rho}, \quad (82)$$

где  $V$  - ёмкость для брожения опары, л;

$G_{on}$  - минутный расход опары, кг/мин (см. производственные рецептуры);

$t_{\bar{b}p}$  - продолжительность брожения, мин;

$k$  - коэффициент увеличения объема ( $k=1,1 - 1,4$ );

$\rho$  - объемная масса (плотность) выброженной опары, кг/л.

$$\rho = 0,75..0,8 \text{ кг/л.}$$

При приготовлении теста на ЖДФ или активированных дрожжах вначале рассчитывают их минутный расход. Из производственных рецептур (см. подразделы 5.5.4 и 5.5.5) известен их расход на приготовление порции теста при периодическом приготовлении теста.

Минутный расход ЖДФ (активированных дрожжей) составит

$$G_{мин} = \frac{G_n}{ч}, \quad (83)$$

где  $G_{мин}$  - минутный расход полуфабриката (ЖДФ или активированных дрожжей), кг/мин;

$G_n$  - расход полуфабриката на замес теста, кг (см. производственную рецептуру);

$ч$  - ритм замеса теста, мин (см. раздел 5.5.2).

Количество полуфабриката (ЖДФ или активированных дрожжей), единовременно находящегося в брожении, рассчитывается по формуле

$$G_{\bar{b}p} = G_{мин} \times t_{\bar{b}p}, \quad (84)$$

где  $G_{\bar{b}p}$  - количество полуфабриката, находящегося единовременно в брожении, кг;

$t_{\bar{b}p}$  - продолжительность брожения полуфабриката, мин.

Количество замесов (порций) полуфабриката рассчитывается по формуле

$$n_3 = \frac{G_{\bar{b}p} \times k}{\rho \times V}, \quad (85)$$

где  $n_3$  - количество замесов;

$k$  - коэффициент увеличения объёма ( $k = 1,2 - 1,3$ );

$\rho$  - плотность полуфабриката, кг/л,  $\rho = 0,7$  кг/л;

$V$  - вместимость оборудования для приготовления полуфабриката, л (см. техническую характеристику в [20, 21, 22]).

Рассчитанное количество порций округляем до ближайшего целого числа и уточняют массу порции полуфабриката

$$\Pi = \frac{G_{\bar{b}p}}{n_3}, \quad (86)$$

Далее рассчитывают количество каждого вида сырья, расходуемого на приготовление одной порции ЖДФ (активированных дрожжей) по формуле

$$g_{\text{сырья}} = \frac{\Pi \times G_{\text{сырья}}}{G_n}, \quad (87)$$

где  $g_{\text{сырья}}$  - расход конкретного вида сырья на порцию полуфабриката, кг;

$G_{\text{сырья}}$  - расход конкретного вида сырья на порцию теста (см. производственную рецептуру теста), кг.

Если сырьё в полуфабрикаты вносится в виде суспензии или раствора, рассчитывают их количество по формулам (37, 39). Количество воды на замес полуфабриката рассчитывается аналогично расчёту воды на замес опары по формуле (42).

На основании проведённых расчётов составляется таблица производственной рецептуры приготовления порции полуфабриката (ЖДФ или активированных дрожжей) и приводятся технологические параметры их приготовления.

Расчёт потребной ёмкости для брожения полуфабрикатов (ЖДФ или активированных дрожжей) проводят аналогично расчёту ёмкости для опары по формуле (82), а затем рассчитывают количество типовых ёмкостей по формуле (81).

#### 5.6.4. Расчёт оборудования для непрерывного приготовления теста

Потребную вместимость ёмкости: корыта, воронки над тестоделителем при непрерывном тестоприготовлении рассчитывают по формуле

$$V_T = \frac{P_r \times t_{бр}}{G \times B \times q} \quad (88)$$

где  $V_T$  - вместимость ёмкости для брожения теста, м<sup>3</sup>;

$P_r$  - часовая производительность печи по выработке изделия, кг/час.

$t_{бр}$  - продолжительность брожения теста, мин;

$B$  - расчетный выход изделия, %;

$q$  - норма загрузки муки на 100 л геометрической емкости, кг.

Если используются тестоприготовительные агрегаты И8-ХТА-6 и И8-ХТА-12, для которых рассчитывают бункер для брожения опары (закваски), отпадает необходимость расчёта по формуле (88). Исключение составляют агрегаты, для которых предусмотрено наращивание стенок бункера (см. раздел 5.6.1); а также увеличена продолжительность брожения этих полуфабрикатов. Для них проводят этот расчёт.

#### 5.6.5. Расчет оборудования для порционного тестоприготовления

Для порционного тестоприготовления рассчитывают количество дежей, в которых осуществляется брожение, может происходить и замес в зависимости от установленных тестомесильных машин (см. раздел 3.1.4); а также количество тестомесильных машин.

Расчет количества дежей, необходимых для технологического цикла приготовления теста осуществляется по формуле

$$D_{ц} = \frac{T}{ч}, \quad (89)$$

где  $D_{ц}$  - количество дежей, шт;

$T$  - общее время занятости дежи, мин;

$ч$  - ритм замеса теста, мин (см. производственную рецептуру).

Время занятости дежи определяется

$$T = t_3 + t_{БР} + t_{ОБ} + t_{ПР}, \quad (90)$$

где  $T$  - общее время занятости дежи, мин;

$t_3$  - продолжительность замеса, мин;

$t_{об}$  - продолжительность обминок, мин;

$t_{бр}$  - продолжительность брожения, мин;

$t_{np}$  - продолжительность прочих операций (загрузка дежи, опрокидывание, пробег), мин.

Количество дежей для приготовления опары и теста рассчитывается совместно, так как ритм замеса опары равен ритму замеса теста.

Для ржаного и ржано-пшеничного теста, которое готовится на густых или больших густых заквасках, число дежей рассчитывают отдельно для закваски и теста по формуле (89).

Ритм замеса закваски должен быть кратным ритму замеса теста

$$ч_3 = ч \times e, \quad (91)$$

где  $e$  - число порций теста на закваске из одной дежи ( $e = 2 - 3$ ).

Расчет производится для каждой технологической линии.

#### 5.6.6. Расчет оборудования для приготовления жидких дрожжей

При проектировании цеха жидких дрожжей рассчитывают количество и емкости оборудования для приготовления заварки, заквашенной заварки, питательной смеси и жидких дрожжей. Приготовление жидких дрожжей может предусматриваться как по первому варианту (без разбавления водой), так и по второму (с разбавлением водой заквашенной заварки).

Расчет проводится следующим образом. Вначале для каждого наименования изделия, которое готовится на жидких дрожжах, рассчитывается их часовой расход

$$D_ч = \frac{P_ч \times P}{B}, \quad (92)$$

где  $D_ч$  - часовой расход дрожжей, кг/час;

$P_ч$  - часовая выработка изделия, кг/час;

$B$  - расчетный выход изделия, %;

$P$  - расход жидких дрожжей на 100 кг муки, кг (см. производственные рецептуры).

Затем определяется общий суммарный расход дрожжей для выработки всех изделий ( $D_{общ}$ ).

Необходимое количество заварки определится

$$Z_ч = D_{общ} \left( \frac{1+n}{1+m} \right), \quad (93)$$

где  $Z_ч$  - часовой расход заварки, кг;

$n$  - количество частей воды на одну часть заквашенной заварки;

$m$  - количество частей воды на одну часть заквашенной заварки после разбавления.

При приготовлении жидких дрожжей по первой схеме  $n=m=4$ . Если дрожжи готовят по второй схеме  $n=3$ ,  $m=5$ . Необходимое количество заварки может быть рассчитано также по формуле (66).

Вместимость заварочных машин составит

$$V_м = \frac{Z_ч \times (1 + X_1) \times T}{\rho \times 60}, \quad (94)$$

где  $V_м$  - необходимая вместимость заварочных машин, л;

$T$  - время занятости заварочной машины, мин ( $T_1=60-90$  мин);

$1+X_1$  - коэффициент, учитывающий форму массы при перемешивании ( $1+X_1=1,25-1,5$ );

$\rho$  - плотность массы, кг/л ( $\rho=1,05$  кг/л).

Необходимое количество заварочных машин определится

$$N = \frac{V_м}{V}, \quad (95)$$

где  $N$  - количество заварочных машин, шт;

$V$  - рабочая вместимость машины, л (для ХЗМ-300  $V=200$  л).

Вместимость чанов для закисания

$$V_з = \frac{Z_ч \times T_2 \times (1 + X_2)}{\rho}, \quad (96)$$

где  $V_з$  - необходимая вместимость чанов для заквашенной заварки, л;

$T_2$  - продолжительность заквашивания, час ( $T_2=12-14$  ч);

$1+X_2$  - коэффициент, учитывающий увеличение объема, ( $1+X_2=1,15$ );

$\rho$  - плотность заквашенной заварки, кг/л ( $\rho=1,05$  кг/л).

Количество чанов для заквашивания

$$N_з = \frac{V_з}{V}, \quad (97)$$

где  $N_3$  - количество чанов для заквашивания, шт;  
 $V$  - вместимость типового чана, л [20, 21].

Вместимость дрожжевых чанов

$$V_{\partial} = \frac{D_{\text{ч}} \times T_3 \times (1 + X_3)}{\rho}, \quad (98)$$

где  $V_{\partial}$  - необходимая вместимость дрожжевых чанов, л;  
 $T_3$  - продолжительность брожения дрожжей, час ( $T_3=5-6$  ч);  
 $1+X_3$  - коэффициент увеличения объема чана ( $1+X_3=1,3-1,4$ );  
 $\rho$  - плотность жидких дрожжей, кг/л.

Для дрожжей, приготовленных по первому варианту, плотность принимается в расчёте равной 1,05 кг/л; по второму - 0,8 кг/л.

Количество чанов для размножения дрожжей рассчитывается по формуле (97). Если дрожжи готовятся по второму варианту, рассчитывается вместимость чана для приготовления питательной смеси (разбавленной заквашенной заварки)

$$V_n = \frac{D_{\text{ч}} \times (1 + 0,1)}{\rho}, \quad (99)$$

где  $V_n$  - вместимость чана для приготовления питательной смеси, л;  
 $\rho$  - плотность питательной смеси, кг/л ( $\rho=0,8$  кг/л).

### 5.6.7. Расчёт производственных бункеров

После расчёта тестоприготовительного оборудования и уточнения количества устанавливаемых месильных, заварочных машин и другого оборудования для замеса полуфабрикатов проводится расчёт количества производственных бункеров.

Производственные бункера для муки, идущей на приготовление полуфабрикатов, должны иметь вместимость, обеспечивающую бесперебойную работу тестоприготовительного оборудования в течение одной-двух смен.

Количество производственных бункеров рассчитывается для каждой технологической линии по формуле

$$n = \frac{M_c}{q \times \rho}, \quad (100)$$

где  $M_c$  - сменный расход муки, т;  
 $q$  - геометрическая ёмкость производственного бункера, м<sup>3</sup>;  
 $\rho$  - плотность муки, кг/м<sup>3</sup> (принимается равной 550 кг/м<sup>3</sup>).

Следует принять во внимание, что к каждой тестомесильной машине предусматривают один - два производственных бункера. Поэтому при двух-фазных способах тестоприготовления количество производственных бункеров к каждой тестомесильной машине выбирается в зависимости от соотношения муки в фазах. Для обеспечения принятого соотношения муки в фазах осуществляют подбор геометрической ёмкости производственных бункеров [20].

Следует учесть, что в случае приготовления теста на жидких ржанных заквасках и КМКЗ порционным способом питательная смесь может готовиться одновременно в заварочной машине для изделий, производимых не на одной, а на нескольких линиях. Поэтому вместимость производственных бункеров к заварочным машинам должна обеспечить суммарный по линиям сменный запас муки для приготовления этих полуфабрикатов.

## 5.7. ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЁТ ТЕСТОРАЗДЕЛОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Для разделки теста массовых сортов формового, подового хлеба и батон-ов необходимо предусматривать механизированные и комплексно-механизи-рованные поточные линии (см. раздел 3.1.5).

Технологический расчет тесторазделочного отделения заключается в под-боре тестоделителей, расчёте количества рабочих люлек в расстойном шкафу, длины конвейера предварительной расстойки. Остальные виды необходимого оборудования принимаются в соответствии с их технической характеристикой без расчета.

На каждой технологической поточной линии устанавливают, как правило, один тестоделитель.

Необходимая для обеспечения производительности линии производи-тельность тестоделителя определяется по формуле

$$P_{\partial} = \frac{P_{\text{ч}}}{60 \times g}, \quad (101)$$

где  $P_{\partial}$  - расчётная производительность тестоделителя, шт/мин;

$P_{\text{ч}}$  - часовая производительность печи по данному изделию, кг/ч ;

$g$  - масса изделия, кг.



На основании проведённого расчёта и с учётом технической характеристики тестоделителей осуществляют выбор (см. раздел 3.1.5).

Округление тестовых заготовок осуществляется в округлителях или делительно-округлительных автоматах, характеристика которых приведена в [20,21,22].

Длина конвейера при однорядном расположении тестовых заготовок рассчитывается по формуле

$$L = \frac{P_{\text{ч}} \times t_{\text{пр}} \times l}{g \times 60}, \quad (102)$$

где  $L$  - длина транспортера предварительной расстойки, м;

$P_{\text{ч}}$  - часовая производительность печи по выработке данного изделия, кг/ч;

$g$  - масса изделия, кг;

$t_{\text{пр}}$  - продолжительность предварительной расстойки, мин;

$l$  - расстояния между центрами тестовых заготовок, м (0,2 - 0,3 м).

Конвейер, как правило, предусматривают ярусным (три и более ярусов). Исходя из общей длины конвейера определяют количество ярусов.

Для придания тестовым заготовкам батанообразной формы устанавливают тестозакаточные или рогликовые машины, характеристика которых приведена в [20, 21, 22].

Расчет конвейерного шкафа для окончательной расстойки осуществляется следующим образом

$$N_p = \frac{N \times t_p}{t_{\text{в}}}, \quad (103)$$

где  $N_p$  – количество рабочих люлек в расстойном шкафу, шт;

$N$  – количество люлек, рядов листов или рядов изделий в печи, шт  
(см. расчёт производительности печей);

$t_p$  – продолжительность расстойки, мин [5, 6];

$t_{\text{в}}$  – продолжительность выпечки, мин

(см. расчет производительности печей).

Полученная величина сравнивается с технической характеристикой выбранного шкафа [20, 21, 22] При выборе обязательно следует учесть, являются ли шкафы специализированными, входящими в состав комплексно-механизированной линии, или универсальными (см. раздел 3.1.5).

Если расстойка осуществляется в контейнерах, вагонетках, стеллажных тележках, рассчитывают их потребное количество

$$N_k = \frac{P_q \times t_p}{60 \times n_3 \times n_n}, \quad (104)$$

где  $N_k$  - количество контейнеров (вагонеток, стеллажных тележек), шт;

$n_3$  - количество заготовок на одной полке контейнера, шт;

$n_n$  - количество полок, шт;

## 5.8. ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЁТ ОБОРУДОВАНИЯ ОСТЫВОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ И ЭКСПЕДИЦИИ

Рекомендуется предусматривать частичную или полную механизацию погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ в остывочном отделении и экспедиции (см. раздел 3.1.7).

Остывочное отделение и экспедицию рассчитывают на единовременное хранение восьмичасовой выработки изделий при условии отправки продукции в торговую сеть в течение 15 час.

Для каждого наименования изделий рассчитывается потребное часовое количество лотков по формуле

$$L = \frac{P_q}{g \times l}, \quad (105)$$

где  $L$  - часовое количество лотков, шт;

$g$  - масса изделия, кг;

$l$  - количество изделий на лотке, шт./1, 2, 16, 17/

Потребное часовое количество контейнеров рассчитывается по формуле

$$N = \frac{L}{K}, \quad (106)$$

где  $N$  - количество контейнеров, шт;

$K$  - количество лотков в контейнере, шт

Общее количество контейнеров определяется по формуле

$$N_{\text{общ}} = N_1 \times T_1 + N_2 \times T_2 + \dots + N_n \times T_n, \quad (107)$$

где  $N_{\text{общ}}$  - общее количество контейнеров, шт;

$N_1, N_2, \dots, N_n$  - часовое количество контейнеров для каждого вырабатываемого изделия, шт;

$T_1, T_2, \dots, T_n$  - продолжительность хранения каждого вырабатываемого изделия, ч.

Если на линии вырабатывается несколько изделий, расчет производится по изделию, вырабатываемому в ночную смену.

## 5.9. РАСЧЁТ БАРАНОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Технологические расчёты по бараночному производству проводятся так же, как и для других хлебобулочных изделий (см. разделы 5.1 – 5.6). Отличия состоят в расчёте производительности печи, выхода бараночных изделий, расчёте специального тесторазделочного оборудования и расчёте склада готовой продукции. Методика проведения этих расчётов приводится в этом разделе и разделе 5.11.

### 5.9.1. Расчёт производительности печи

Часовая производительность печи рассчитывается для каждого наименования бараночного изделия с учетом способа их выпечки (на поду, на листах) и типа печи (тоннельные, тупиковые).

При выпечке бараночных изделий в печах тоннельного типа часовая производительность печи определяется по формуле.

$$P_{ч} = \frac{60 \times g}{t}, \quad (108)$$

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

$g$  - масса изделий на поду печи, кг;

$t$  - продолжительность выпечки, мин /5/.

Масса изделий на поду печи определяется

$$g = \frac{n}{k}, \quad (109)$$

где  $n$  - количество изделий на поду, шт.;

$k$  - среднее количество изделий в одном килограмме, шт./кг. [10, 16]

Если изделия выпекаются на поду, то количество -  $n$  - можно рассчитать

$$n = n_1 \times n_2, \quad (110)$$

где  $n_1$  - количество изделий по ширине пода печи, шт.;

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

В свою очередь количество изделий по ширине (длине) пода печи определяется

$$n_1(n_2) = \frac{L - a}{l + a}, \quad (111)$$

где  $L$  - ширина (длина) пода печи, мм;  
 $l$  - ширина (длина) изделия, мм;  
 $a$  - зазор между изделиями, мм.

Величина  $a$  принимается равной от 20 до 30 мм. Размеры изделий см. в [5, 7, 16]. Если изделия выпекаются на листах, то количество изделий в печи определяется по формуле

$$n = n_1 \times n_2 \times n_3, \quad (112)$$

где  $n_1$  - количество листов по ширине пода печи, шт.;  
 $n_2$  - количество листов по длине пода печи, шт.;  
 $n_3$  - количество изделий на одном листе, шт.

Для выпечки изделий используют листы таких же размеров, как и для выпечки хлебобулочных изделий (см. раздел 5.1.1).

При выпечке бараночных изделий в тупиковых печах расчет часовой производительности печи ведется по формуле

$$P_q = \frac{60 \times N \times g}{t}, \quad (113)$$

где  $P_q$  - часовая производительность, кг/ч;  
 $N$  - количество рабочих люлек в печи, шт.;  
 $g$  - масса изделий на одной люльке, кг;  
 $t$  - продолжительность выпечки, мин.

Масса изделий на одной люльке рассчитывается по формуле (109).

### 5.9.2. Расчёт выхода бараночных изделий

Выход бараночных изделий рассчитывается для каждого наименования изделия по формуле

$$B = (B_m + \kappa) \times (1 - 0,01 \times G_{\text{бр}}) \times (1 - 0,01 \times G_{\text{yn}}) \times (1 - 0,01 \times G_{\text{yc}}), \quad (114)$$

где  $B$  - выход готовой продукции, %;  
 $B_m$  - выход теста, %;

$k$  - количество сырья, затрачиваемого на посыпку или отделку тестовых заготовок, кг;

$G_{бр.}$  - затраты на брожение теста, % (при ускоренных способах тестоведения от 1,6 до 1,8 %, при опарном - от 2 до 2,5 %);

$G_{уп.}$  - упек, % (от 16 до 22 %);

$G_{ус.}$  - усушка, % (от 3 до 4 %).

Величину технологических затрат можно принять по данным действующих предприятий.

Выход теста рассчитывается по формуле

$$B_m = \frac{G_{с.в.} \times 100}{100 - W_m}, \quad (115)$$

где  $B_m$  - выход теста, %;

$G_{с.в.}$  - масса сухих веществ сырья, кг;

$W_m$  - влажность теста, %.

Рекомендуемая влажность теста для разных видов бараночных изделий см. в [5, 10].

Масса сухих веществ сырья определяется по нормативной рецептуре изделия без учета сырья, затрачиваемого на посыпку и отделку тестовых заготовок аналогично расчёту массы сухих веществ теста для хлебобулочных изделий (см. раздел 5.2.1)

Полученная величина расчетного выхода сравнивается с плановой (ориентировочной) нормой выхода [7]. Расчетный выход должен соответствовать ориентировочному или превышать его на 1-2 % [7].

### 5.9.3. Расчёт оборудования для бараночного производства

Для бараночного цеха необходимо провести расчет потребного количества делительно-закаточных (формующих) машин, количества рабочих люлек в расстойном шкафу. Натирочная машина, транспортеры, ошпарочный агрегат принимаются в соответствии с их технической характеристикой без расчета.

В поточной линии обычно устанавливают несколько делительно-закаточных машин, так как их производительность ниже производительности печей. Расчет этих машин ведется для каждого наименования изделия в отдельности. Их число рассчитывается по формуле

$$N = \frac{P_q \times k}{n}, \quad (116)$$

где  $N$  - количество делительно-закаточных машин, шт.;

$P_q$  - часовая производительность печи по данному изделию, кг /ч;

$k$  - коэффициент запаса на остановку ( $k = 1,04-1,05$ );  
 $n$  - производительность машины (по технической характеристике),  
 кг/ч [20, 21].

Для расстойки заготовок бараночных изделий устанавливают такие же расстойные шкафы, как и для хлебобулочных изделий [20, 21, 22].

Количество рабочих люлек в расстойном шкафу определяется по формуле

$$N_p = \frac{P_q \times t_p}{60 \times g_l} \quad (117)$$

где  $N_p$  - количество рабочих люлек в расстойном шкафу, шт.;

$P_q$  - часовая производительность печи по данному изделию, кг /ч;

$t_p$  - продолжительность расстойки, мин;

$g_l$  - масса изделий на одной люльке, кг.

Масса заготовок на одной люльке расстойного шкафа при расстойке на листах или на платках можно определить по формуле

$$g_l = g \times n_{изд} \cdot n_l \times n_n, \quad (118)$$

где  $g_l$  - масса изделий на люльке, шт;

$g$  - масса одного изделия, кг [5, 7];

$n_{изд}$  - количество изделий на одном листе или рядов изделий по ширине люльки, шт.;

$n_l$  - количество листов на люльке или количество изделий по длине люльки, шт.;

$n_n$  - количество полок на люльке, шт.

Полученная величина количества рабочих люлек в расстойном шкафу сравнивается с их технической характеристикой [20, 21, 22], и делается соответствующее заключение.

## 5.10. РАСЧЁТ СУХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Технологические расчёты по сухарному производству проводятся так же, как и для других хлебобулочных изделий (см. разделы 5.1 - 5.6). Отличия состоят в расчёте производительности печи, выхода сухарных плит и изделий, расчёте специального тесторазделочного оборудования и расчёте склада готовой продукции. Методика проведения этих расчётов приводится в этом разделе и разделе 5.11.

### 5.10.1. Расчёт производительности печей

Производительность линии, на которой вырабатываются сухарные изделия, определяется производительностью печей, предназначенных для сушки сухарей. На специализированных средних и крупных предприятиях выпечку сухарных плит и сушку сухарей рекомендуется производить в отдельных цехах, на мелких предприятиях эти операции могут поочередно осуществляться в одной печи.

Следует учесть, что производительность печей для выпечки сухарных плит должна быть в 2-2,5 раза ниже производительности печей, предназначенных для сушки сухарей.

Если сушка сухарей осуществляется на листах в тоннельной или тупиковой печи, то ее часовая производительность подсчитывается по формуле

$$P_c^ч = \frac{60 \times N \times n \times g_c}{t_c}, \quad (119)$$

где  $P_c^ч$  - часовая производительность печи для сушки сухарей, кг/ч;

$N$  - количество люлек в тупиковой печи или количество листов по длине пода тоннельной печи, шт (см. раздел 5.1.1.);

$t_c$  - продолжительность сушки сухарей, мин [5];

$n$  - количество листов на одной люльке или количество листов по ширине пода печи, шт;

$g_c$  - масса сухарей на одном листе, кг.

Для выпечки изделий используют листы таких же размеров, как и для выпечки хлебобулочных изделий (см. раздел 5.1.1). В дальнейшем необходимо определить массу сухарей на одном листе по формуле

$$g_c = \frac{n_c}{k}, \quad (120)$$

где  $n_c$  - количество сухарей на одном листе, шт.;

$k$  - среднее количество изделий в одном килограмме, шт/кг [10, 14].

Количество сухарей, укладываемых на листе, зависит от их размера [10, 16] и способа раскладок: ручную («в замок», «внахлестку») и с помощью специальных раскладочных агрегатов [14].

Если сушка сухарей осуществляется на поду тоннельной печи, то часовую производительность печи можно определить по формуле

$$P_c^ч = \frac{60 \times g_c \times f}{t_c}, \quad (121)$$

где  $P_c^ч$  - часовая производительность печи для сушки сухарей, кг/ч;  
 $g_c$  - масса изделий на 1 м<sup>2</sup> пода печи, кг [10, 23];  
 $f$  - рабочая площадь печи, м<sup>2</sup> [20, 21, 22];  
 $t_c$  - продолжительность сушки сухарей, мин [5].

Суточная производительность печи для сушки сухарей рассчитывается по формуле (16).

Затем для определения количества сухарных плит, необходимых для выработки заданного количества сухарей по каждому виду изделий, используют формулу

$$P_n^{сут} = \frac{P_c^{сут} \times 100}{B_c}, \quad (122)$$

где  $P_n^{сут}$  - необходимая суточная выработка сухарных плит, т/сут;  
 $P_c^{сут}$  - суточная производительность печи по данному виду сухарей, т/сут;  
 $B_c$  - выход сухарей, % к массе плит.

Ориентировочно выход сдобных сухарей -  $B_c$  - по отношению к массе плит принимается равным от 75 до 78 %.

Часовая производительность печей по выпечке сухарных плит рассчитывается по формуле

$$P_n^ч = \frac{60 \times N \times n \times g_n \times n_1}{t_n}, \quad (123)$$

где  $P_n^ч$  - часовая производительность печей по выпечке плит, кг /ч;  
 $N$  - количество люлек в печи или количество листов по длине пода в тоннельной печи, шт.;  
 $n$  - количество листов на одной люльке или по ширине пода ленточной печи, шт.;  
 $n_1$  - количество плит на одном листе, шт. (на один лист укладывают от 2 до 5 плит в зависимости от вида сухарей [23]);  
 $g_n$  - средняя масса одной плиты, кг [14, 23];  
 $t_n$  - продолжительность выпечки плит, мин [5].

Часовую производительность печей по выпечке сухарных плит можно также рассчитать по формуле (121), используя исходные данные в [10, 14, 23].

Для окончательного выбора печей для выпечки сухарных плит и определения их часовой загрузки рассчитывают количество пече-часов по формуле



$$N_q = \frac{P_n^{сум}}{P_n^ч} \quad (124)$$

где  $N_q$  - количество пече-часов, ч;

$P_n^{сум}$  - необходимая суточная выработка сухарных плит, т/сут; определенная по формуле (122).

На основании проведенных расчетов составляется суточный график работы печей по сменам для сушки сухарей и выпечки плит с учетом очередности выработки соответствующих видов изделий (рис. 2). Нужно учитывать, что продолжительность выдержки плит, резания и раскладывания ломтей составляет примерно от 7 до 9 часов/

№ печи	Марка печи	Назначение	Ассортимент по сменам		
			1 смена (23.00-7.00)	2 смена (7.00-15.00)	3 смена (15.00-23.00)
1		Для выпечки плит			
2		Для сушки сухарей			




-  - выпечка плит и сушка сухарей 1-го наименования;
-  - выпечка плит и сушка сухарей 2-го наименования;
-  - выпечка плит и сушка сухарей 3-го наименования;

Рис. 2 График загрузки печей для выпечки сухарных плит и сушки сухарей

### 5.10.2. Расчёт выхода сухарных изделий

Рассчитывается выход сухарных плит и выход сухарей.

Выход сухарных плит определяется по формуле

$$B_n = \left( \frac{G_{св} \times 100}{100 - W_m} + k \right) \times (1 - 0,01 \times G_{бр}) \times (1 - 0,01 \times G_{ун}) \times (1 - 0,01 \times G_{ус}) \quad (125)$$

где  $B_n$  - выход сухарных плит, %;

$G_{св}$  - масса сухих веществ сырья, кг;

$W_m$  - влажность теста для плит, %;

$k$  - количество сырья на смазку, отделку плит, кг;

$G_{бр}$  - величина затрат на брожение теста, % (от 2 до 4 %);

$G_{уп}$  - упек, % (от 5 до 16 %);  
 $G_{ус}$  - усушка, % (от 2 до 4 %).

Рекомендуемая влажность теста различных сухарных изделий см. [5, 10.14].

Выход сухарей рассчитывается по формуле

$$B_c = \frac{C_{с.в} \times 100}{100 - W_n} \times (1 - 0,01 \times G_{уп}) \times (1 - 0,01 \times G_{ус}), \quad (126)$$

где  $B_c$  - выход сухарей, %;

$C_{с.в}$  - масса сухих веществ сырья, кг (см. табл. );

$W_n$  - влажность плиты, % (принимается от 30 до 32 %, отличается от влажности теста примерно на 6 - 7 %);

$G_{уп}$  - величина упека при сушке сухарей, % (от 17 до 20 %);

$G_{ус}$  - величина усушки при хранении сухарей, % (от 1 до 2 %).

Расчетный выход сухарей сдобных не должен превышать ориентировочный [7] более чем на 2 %.

### 5.10.3. Расчёт оборудования для производства сухарей

Для сухарного цеха рассчитывается следующее тесторазделочное оборудование: тестоформовочные машины, шкаф окончательной расстойки тестовых заготовок, шкаф для выстойки (выдержки) сухарных плит, хлебрезальные машины. Остальное оборудование: машины для смазки, обсыпки крошкой сухарных плит и ломтей, раскладчик сухарных ломтей, транспортеры и конвейеры принимаются без расчета в соответствии с их технической характеристикой [20, 21, 22].

Количество тестоформовочных машин рассчитывается по формуле

$$N_{\phi} = \frac{P_n^ч \times k}{60 \times g_n \times \Pi_{\phi}}, \quad (127)$$

где  $N_{\phi}$  - количество тестоформирующих машин, шт.;

$P_n^ч$  - часовая производительность печей по выпечке плит, кг /ч;

$k$  - коэффициент, учитывающий остановку машины и брак в работе,  $k=1,04-1,05$ ;

$g_n$  - масса сухарной плиты, кг [14, 23];

$\Pi_{\phi}$  - производительность тестоформовочной машины (по технической характеристике [20, 21, 22]), шт/мин.

Количество рабочих люлек в шкафу для расстойки сухарных плит рассчитывается по формулам (117, 118). Исходные данные для расчета даны в [10, 14, 23].

По необходимому количеству рабочих люлек подбираются в соответствии с технической характеристикой расстойные шкафы /20, 21, 22/.

При выдержке сухарных плит в конвейерных шкафах количество рабочих люлек определяется по формуле

$$N_{\text{л}} = \frac{P_n^{\text{ч}} \times t_{\text{выд.}}}{n \times g_n}, \quad (128)$$

где  $N_{\text{л}}$  - количество люлек, шт.;

$P_n^{\text{ч}}$  - часовая производительность печи по выпечке плит, кг/ч;

$t_{\text{выд.}}$  - максимальная продолжительность выдержки сухарных плит, ч;

$n$  - количество плит на одной люльке шкафа, шт.;

$g_n$  - масса сухарной плиты, кг [14, 23].

Если выдержка сухарных плит осуществляется в шкафу на листах, то количество плит на одной люльке шкафа принимается по данным [14, 23].

Если выдержка сухарных плит - непосредственно на полках люлек шкафа, то количество плит на одной полке принимается равным 15 (сухари сливочные, дорожные и т.д.) и 20 (сухари ванильные, пионерские и т.п.; см. размеры сухарей [23]).

Для выдержки сухарных плит можно предусматривать люлочные шкафы, предназначенные для расстойки тестовых заготовок /20, 21, 22/. Причем, их количество в зависимости от производительности печей и продолжительности выдержки сухарных плит может быть от одного до пяти.

Количество потребных для резки сухарных плит хлеборезальных машин рассчитывается

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_n^{\text{ч}} \times k}{P_{\text{рез}}}, \quad (129)$$

где  $N_{\text{рез}}$  - количество хлеборезальных машин, шт.;

$k$  - коэффициент, учитывающий отходы при резании плит,  $k = 1,1$ ;

$P_n^{\text{ч}}$  - часовая производительность печи по выпечки плит, кг/ч;

$P_{\text{рез}}$  - производительность хлеборезальной машины, кг/ч (по технической характеристике [20, 21, 22]).

## 5.11. РАСЧЁТ СКЛАДОВ ДЛЯ БАРАНОЧНЫХ И СУХАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Рассчитывается количество упаковочных материалов и тары для хранения бараночных (сухарных) изделий, а также площадь склада.

Срок хранения изделий принимается: бараночных (сушки, баранки) - 4 суток; бубликов - 4 час; сухарных изделий - 5 суток.

Следует предусматривать расфасовку в мелкую упаковку не менее 50 % выпускаемой продукции.

Бараночные изделия (сушки, баранки) упаковывают в полиэтиленовые пакеты, бумажные мешки; они могут храниться на шпилечных вагонетках, в контейнерах, насыпью в ящиках из гофрокартона или в крафтмешках. Бублики хранят и транспортируют в деревянных лотках контейнеров.

Сухарные изделия упаковывают в художественно оформленные пачки, коробки или пакеты; хранят в фанерных, дощатых ящиках или ящиках из гофрированного картона.

Необходимое количество упаковочных материалов каждого вида рассчитывается по формуле

$$N = P_c \times t_{xp} \times g, \quad (130)$$

где  $N$  - количество упаковочных материалов, шт. (кг);

$P_c$  - суточная выработка изделий, т/сут;

$t_{xp}$  - срок хранения изделий, сут;

$g$  - норма расхода упаковочных материалов на 1 т готовых изделий, шт. (кг) [1, 5].

Потребное количество каждого вида тары рассчитывается по формуле

$$N_m = \frac{P_c \times t \times 1000}{G_m} \times (1 + 0,25), \quad (131)$$

где  $N_m$  - количество тары, шт.;

$P_c$  - суточная выработка изделий, т/сут;

$t_{xp}$  - срок хранения изделий, сут;

$G_m$  - вместимость 1 тары, кг [1, 5];

0,25 - коэффициент, учитывающий 25 % запас тары.

Результаты расчета упаковочных материалов и тары рекомендуется представить в виде таблиц ( табл.14 и 15).

Таблица 14

#### Расчет упаковочных материалов

На- имено		Бумага этикеточ- ная, кг	Подпергамент, кг	Клеевая лента, кг
--------------	--	-----------------------------	------------------	-------------------

вание изделия	Подлежит хранению, т	расход на 1 т готовых изделий	общий расход	расход на 1 т готовых изделий	общий расход	расход на 1 т готовых изделий	общий расход
1.							
2.							
3.							
Итого:							

Таблица 15

## Расчет тары для хранения изделий

Наименование изделия	Подлежит хранению, т	Бумага этикеточная, кг		Подпергамент, кг	
		расход на 1 т готовых изделий	общий расход	расход на 1 т готовых изделий	общий расход
1.					
2.					
3.					
Итого:					

Если изделия хранятся в контейнерах, рассчитывают их количество по формуле (106).

Необходимая площадь склада готовой продукции определяется по формуле

$$S = \frac{P_c \times t}{q}, \quad (132)$$

где  $S$ - необходимая площадь склада, м<sup>2</sup>;

$P_c$ - суточная выработка изделий. Т;

$t$  – срок хранения изделий на предприятии, сут;

$q$ - норма нагрузки на 1 м<sup>2</sup>, т [1].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нормы технологического проектирования предприятий хлебопекарной промышленности. ВНТП 02.-92. Часть 1. Хлебозаводы - М.: ЦНИИПромзернопроект, 1992. - 139 с.
2. Нормы технологического проектирования предприятий хлебопекарной промышленности. ВНТП 02.-92. Часть 2. Пекарни - М.: ЦНИИПромзернопроект, 1992. - 49 с.
3. Межгосударственные стандарты. Хлебобулочные изделия. Технические условия.- М.: ИПК. Изд-во стандартов, 2000. - 73 с.
4. Межгосударственные стандарты. Хлеб. Технические условия.- М.: ИПК. Изд-во стандартов, 2000. - 132 с.
5. Сборник технологических инструкций для производства хлебобулочных изделий. - М.: Прейскурантиздат, 1989. - 494 с.
6. Сборник рецептур и технологических инструкций по приготовлению диетических и профилактических сортов хлебобулочных изделий. - М.: Пищепромиздат, 1997. - 189 с.
7. Сборник рецептур на хлебобулочные изделия, вырабатываемые по государственным стандартам. – М.: ООО «Артель - М», 1998. - 86 с.
8. Правила организации и ведения технологического процесса на хлебопекарных предприятиях./А.П. Косован. Г.Ф. Дремучева, Р.Д. Поландова и др. – М.: Пищевая промышленность, 1999. - 216 с.
9. Химический состав пищевых продуктов. Книга 1.Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов. /под ред. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарёва. - 2-е изд, перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1987. - 224 с.
10. Ройтер И.М. Справочник по хлебопекарному производству. Том 2. - М.: Пищевая промышленность, 2-е перераб. изд., 1977. - 367 с.
11. Михелев А.А. Справочник по хлебопекарному производству. Том I - М.: Пищевая промышленность, 2-е перераб. изд., 1977. -366 с.
12. Стабровская О.И. Дипломное проектирование: Учебное пособие для студентов специальности 270300 всех форм обучения. - Кемерово, 2004. - 134 с.
13. Гришин А.С., Полторак М. И. Комплексная механизация и автоматизация производственных процессов на хлебозаводах. - М.: Пищевая промышленность, 1976. - 280 с.
14. Ильинский Н.А., Ильинская Т.Н. Производство сухарных изделий. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982 - 208 с.
15. Проектирование хлебопекарных предприятий с основами САПР: Учебник. /Л.И. Пучкова. И.И. Шаргородский, В.Я. Черных. - М.: Колос, 1993. - 224 с.
16. Гришин А.С., Покатило Б.Т., Молодых Н.Н. Дипломное проектирование предприятий хлебопекарной промышленности. - М.: Агропромиздат, 1986 - 247 с.
17. Гатилин Н.Ф. Проектирование хлебозаводов: учебник.- М.: Пищевая промышленность, 1975. - 374 с.

18. Хозяинова Г.Я. Основы строительного дела: Учебное пособие. - Кемерово, 2000. - 143 с.
19. Щербаков А.С. Основы строительного дела: Учебник. - М.: Высш. шк., 1994.- 399 с.
20. Стабровская О.И., Рензьев О.П. Курсовое и дипломное проектирование: Приложение к методическим указаниям по курсовому и дипломному проектированию хлебопекарных предприятий для студентов специальности 2703 всех форм обучения. - Кемерово, 2000. - 129 с.
21. Отраслевой каталог. Оборудование технологическое для хлебопекарной промышленности, 1987.
22. Головань Ю.П. Ильинский Н.А., Ильинская Т.Н. Технологическое оборудование хлебопекарных предприятий: Учебник. -3-е изд, перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1988. - 382 с.
23. Хабарова А.В., Мальцева З.Ф. Сборник задач по технологии хлебопекарного производства. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. - 168 с.
24. Инструкция по нормированию расхода муки (выхода хлеба) в хлебопекарной промышленности.- М.,1984. - 99 с.
25. Олейникова А.Я., Магомедов Г.О., Мальцев Г.О. Проектирование кондитерских предприятий: Учебник - Воронеж, 2000 - 212 с.





УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

**Стабровская** Ольга Ивановна

**Технологическое проектирование  
хлебопекарных предприятий**

Учебное пособие

Для студентов вузов

Зав. редакцией *И.Н. Журина*  
Редактор *Е.В. Макаренко*  
Технический редактор *Т.В. Васильева*  
Художественный редактор *Л.П. Токарева*

ЛР № 020524 от 02.06.97.  
Подписано в печать 08.06.05. Формат 60x84<sup>1/16</sup>  
Бумага типографская. Гарнитура Times.  
Уч.-изд.л. 6,5. Тираж 600 экз.  
Заказ № 23.

Оригинал-макет изготовлен в редакционно-издательском отделе  
Кемеровского технологического института пищевой промышленности  
650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

ПЛД №44-09 от 10.10.99  
Отпечатано в лаборатории множительной техники  
Кемеровского технологического института пищевой промышленности  
650010, г. Кемерово, ул. Красноармейская, 52.