

**В.М. Зимняков**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИНИЙ ПО  
ПРОИЗВОДСТВУ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ  
ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**

**Пенза 2025**

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ**

**Кафедра «Переработка сельскохозяйственной продукции»**

**В.М. Зимняков**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИНИЙ ПО  
ПРОИЗВОДСТВУ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ  
ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

**Учебное пособие  
для обучающихся по направлению подготовки  
19.04.03 Продукты питания животного происхождения  
(уровень магистратуры)**

**Пенза 2025**

УДК 664  
ББК 36.81  
З 62

**Рецензент** – доктор технических наук, профессор  
С.В. Тимохин (ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ)

**Зимняков, В.М.**

**З 62** Проектирование линий по производству продуктов питания животного происхождения: учебное пособие / В.М. Зимняков. – Пенза: ПГАУ, 2025. – 111 с.

Описаны общие вопросы проектирования линий по производству продуктов питания животного происхождения. Изложены принципы проектирования линий по производству продуктов питания животного происхождения. Рассмотрены основы технологического проектирования линий для производства молочных и мясных продуктов. Пособие предназначено для обучающихся по направлению подготовки 19.04.03 Продукты питания животного происхождения.

УДК 664  
ББК 36.81  
З 62

© В.М. Зимняков, 2025  
© ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, 2025

## ВВЕДЕНИЕ

Создание плана по выпуску пищевых изделий животного происхождения должно детально и точно охватывать все стадии, связанные с производством продукции на предприятии. Эти сведения необходимы экспертам для проведения оперативных мероприятий на предприятиях.

Получение данных о развитии технологических планов изготовления продуктов питания животного происхождения является важной и актуальной задачей.

Цель изучения предмета «Проектирование линий по производству продуктов питания животного происхождения» состоит в совершенствовании умений, навыков и профессионализма в области разработки технологических схем изготовления пищевых продуктов животного происхождения.

Задачи освоения курса:

- изучить процесс формирования равновесия между материалами сырьевого и готового производства; составление отчета по передвижению первичной учетной документации, касающейся получения мяса, молочной продукции, рыбных ресурсов и прочих видов сырья, включая их дальнейшую переработку;

- изучение методов расчета производственных действий и экономических показателей, современных тенденций развития и возможностей области деятельности;

- разработка норм расхода сырья и анализ причин брака изделий, контроль движения товаров, а также активное участие в мероприятиях по росту производства.

При изучении дисциплины студенты должны понимать методы улучшения результативности технических действий через применение прогрессивных исследований и современного оборудования, а также уметь разрабатывать стратегии их обновления и владеть навыками в сфере проектирования и осуществления планов по оптимизации производственных процедур пищевых товаров на основе использования инновационных научных достижений, современных механизмов и инструментов, проектирования новых производственных линий и методологий.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Принципы проектирования линий по производству продуктов питания животного происхождения.....	6
1.1 Основные понятия.....	6
1.2 Классификация технологических линий.....	7
1.3 Требования, предъявляемые к линиям для производства продуктов питания животного происхождения.....	10
1.4 Характеристика линий по производству продуктов питания животного происхождения.....	16
2 Основы технологического проектирования линий для производства молочных продуктов.....	19
2.1 Производительность машин и линий.....	19
2.2 Основные принципы компоновки производственных помещений и технологического оборудования.....	19
2.3 Автоматизация технологических процессов.....	26
3 Основы технологического проектирования линий для производства мясопродуктов.....	29
3.1 Производительность машин и линий.....	29
3.2 Основные принципы компоновки оборудования.....	36
3.3 Автоматизация технологических процессов.....	38
4 Технологическое проектирование линий по производству молочных продуктов.....	41
4.1 Классификация линий по производству молочных продуктов.....	41
4.2 Продуктовый расчет.....	41
4.3 Расчет и подбор технологического оборудования.....	42
4.4 Проектирование технологической линии по производству пастеризованного молока.....	44
4.4.1 Продуктовый расчет молока питьевого, пастеризованного, вырабатываемого из натурального молока..	47
4.5 Проектирование технологической линии по производству сливочного масла.....	53
4.5.1 Продуктовый расчёт.....	53
4.5.2 Расчёт производительности и количества машин в линии	54
4.6 Проектирование технологической линии по производству сыра.....	57

4.6.1 Продуктовый расчёт.....	57
4.6.2 Расчёт производительности и количества машин в линии.....	60
4.7 Проектирование технологической линии для производства творога.....	62
4.7.1 Технологические линии для производства творога.....	62
4.7.2 Расчёт производительности и количества машин в линии.....	69
5 Технологическое проектирование линий по производству мясопродуктов.....	72
5.1 Классификация линий по производству мясопродуктов.....	72
5.2 Продуктовый расчёт.....	72
5.3 Расчет и подбор технологического оборудования.....	74
5.4 Проектирование технологической линии по производству варёной колбасы.....	76
5.5 Продуктовый расчёт.....	79
5.6 Расчёт производительности и количества машин в линии...	80
5.7 Проектирование технологической линии по производству полукопчёной колбасы.....	81
5.8 Продуктовый расчёт.....	82
5.9 Расчёт производительности и количества машин в линии...	84
5.10 Проектирование технологической линии по производству сосисок.....	88
5.11 Продуктовый расчёт.....	89
5.12 Расчёт производительности и количества машин в линии	90
Тесты.....	96
Глоссарий.....	104
Литература.....	106
Приложения.....	107

# 1 ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛИНИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

## 1.1 Основные понятия

Создание плана представляет собой ряд последовательных шагов, направленных на разработку технических руководств для строительства или обновления различных конструкций. Этот этап служит мостом между проведением научных экспериментов и их использованием в сфере экономики.

Возведение, реконструкция, модификация и совершенствование объектов проводятся согласно утвержденным планам, представленным в технических и экономических обоснованиях (ТЭО) либо расчетных документах (ТЭР).

*Проектные материалы* содержат полный набор расчетов, чертежей и спецификаций, тщательно описывающих будущее сооружение и подтверждающих его целесообразность с точки зрения технологических и финансовых аспектов. Разработка плановых документов проходит через три стадии: предварительную, ключевую и заключительную.

При реализации проекта формируется ключевой набор документации, охватывающий архитектурные, инженерные, технические и прочие детали в зависимости от уровня сложности объекта. Использование результатов исследований, основываясь на собранной информации, а также применение методов альтернативного проектирования и стандартных планов способствует увеличению прибыльности инвестирования в строительные проекты и сокращению расходов.

На заключительной стадии проводится контроль со стороны проектировщика относительно выполнения строительных процедур, что гарантирует возможность подтверждения соответствия проектным характеристикам и получения высокого уровня качества выполненных работ.

Производственный процесс технологии охватывает множество операций, приводящих к изменениям характеристик материалов, подвергающихся обработке. Система технических методов охватывает все компоненты, касающиеся переработки материалов и изготовления товаров.

## 1.2 Классификация технологических линий

**Технология промышленного производства** – комплекс методик и приемов, применяемых для изготовления продукции с помощью инновационных решений, направленных на автоматизацию и оптимизацию производственных процессов.

**Основополагающим фактором производства является концепция конвейерной системы.**

**Поточное производство** – метод организации технического цикла, обеспечивающий его координацию и последовательность. Он основывается на разделении процесса на отдельные этапы, выполняемые на специализированных сборочных линиях.

**Поточная линия** состоит из взаимодействующих устройств, функционирующих слаженно в пределах определенной технической программы.

При изготовлении каждый технологический шаг выполняется с использованием оснащённого оборудования, размещённого в соответствии с очередностью выполнения работ. После завершения предыдущего этапа продукт сразу же переходит на следующий шаг.

Установка оборудована несколькими узкоспециализированными модулями, расположенными согласно технологическому плану в определенной последовательности и связанными между собой с помощью передаточных устройств, образующих конвейерную линию.

В зависимости от уровня автоматизации производственных процессов, предприятия пищевой промышленности можно разделить на несколько категорий:

- с ручным трудом;
- с использованием рабочей силы, частично замененной автоматизацией;
- с механизированной работой;
- с автоматизированной работой;
- с полностью автоматизированным выполнением задач.

В отличие от автоматических поточных линий, на **неавтоматизированных участках** все операции, связанные с технологическим процессом и перемещением сырьевых материалов, выполняются вручную. Эти линии являются отправной точкой для реализации непрерывного производства.

Они способствуют многообразию технологических подходов, разделению труда и специализации профессий, а также гарантируют



единство темпа выполнения работ в рамках производственной системы.

В *полумеханизированных сборочных линиях* значительная часть операций, требующих интенсивной работы и связанных с производственными методами и перемещением материалов, автоматизирована с использованием оснащенной техники. Это позволяет сократить потребность в ручной работе. В основном используются заготовочные материалы, которые загружают в специализированные устройства вручную, и осуществляют контроль и регулировку процессов.

Отдел, в котором все операции, связанные с оборудованием, транспортировкой и установкой / разборкой устройств, автоматизированы, именуется *механизированным*. На данной платформе осуществляется ручное управление и настройка параметров производственной фазы.

В области изготовления пищевых товаров широко применяются *автоматизированные производственные линии*, которые могут работать как полностью, так и частично автоматически. В таких системах используются устройства, обеспечивающие автоматическую проверку и регулировку ключевых инженерных действий, среди которых термические, дозировочные и другие.

Современные *автоматизированные производственные линии* представляют собой наиболее продвинутый метод организации производственных действий. Эти системы полностью автоматизированы и оснащены комплексом устройств, обеспечивающих контроль каждого этапа процесса и управление функционированием оборудования без потребности в участии человека. Автоматизация обеспечивает максимальную эффективность работы машин и механизмов, что ведет к росту производственных показателей, сокращению расходов и увеличению качества изготавливаемых товаров.

Числовые параметры используемого оборудования в автоматических линиях производства зависят от технических подходов и конструктивных особенностей.

Для достижения оптимальной функциональности техники важно, чтобы продолжительность выполнения различных задач была равномерной или кратной, а мощность механизмов – сбалансированной.

Если производительность станков на производственной линии примерно одинакова, тогда можно использовать последовательную схему с транспортными лентами, перемещающими полуфабрикаты между узлами. Если различие в эффективности техники значительное,

предпочтительнее применять многокомпонентные системы, в которых идентичные менее мощные агрегаты работают параллельно в сходящихся или расходящихся каналах. Это подразумевает использование специализированных инструментов для передачи и распределения, а также индивидуальной настройки оборудования. В некоторых условиях могут возникнуть независимые участки в технологических линиях вследствие технических причин. Каждый участок конвейера должен быть оснащён комплексной системой мониторинга, взаимосвязанной со всеми другими участками, и иметь собственные автоматизированные системы транспортировки товаров и их размещения.

В конечном счете, система, объединяющая различные секции с разными продолжительностями рабочих операций, фактически представляет собой комплекс нескольких последовательных технологических линий, интегрированных в единую автоматизированную систему управления.

Помимо технических аспектов, расположение мастерской или здания, в котором будет размещена эта линия, также играет роль в её организации. Если маршрут потока может измениться, потребуется установка дополнительного оборудования для отклонения и разделения линии на отдельные участки.

Разбиение линии на фрагменты может привести к усложнению проекта и увеличению его расходов. Это связано с необходимостью установки дополнительного оборудования, а также увеличением количества приводов конвейеров и электрооборудования. Однако, с учетом ряда технических и архитектурных особенностей, такое разделение становится обязательным.

При некоторых условиях имеет смысл разделить производственные процессы на отдельные участки. С другой стороны, это может усложнить процесс и не является обязательным требованием. Если машины в линии тесно связаны между собой, то поломка одной из них может привести к «заморозке» всей системы. С увеличением количества агрегатов в очереди возрастает снижение эффективности функционирования из-за прерываний процесса. Таким образом, если имеется большое количество взаимосвязанных компонентов, логично будет структурировать систему так, чтобы она имела меньшую степень связи между ними, разделив её на независимые блоки. Это позволит работать участкам как в составе единого автоматизированного процесса, так и самостоятельно. Установка резервных емкостей для хранения полуфабрикатов или финальной продукции между этапами производства

может снизить последствия временных простоев. Если одна секция прекратит работу, другие продолжат действовать, используя запасы, размещенные в резервуарах.

Вместе с тем необходимо учесть, что такая модификация линии может привести к снижению её общей производственной мощности из-за увеличения сложности конструкции и роста расходов на механическую технику. Из-за этого разделение производственных линий на множество секций не всегда является обязательным.

При наличии большого количества взаимосвязанных элементов системы, логично разделить производственные процессы на фазы с применением временных складских помещений. Это обеспечит возможность достижения баланса между нагрузкой и, соответственно, стабильность функционирования на каждом этапе. Причины прерывания функционирования линий могут базироваться на различных причинах, а также различаться по частоте появления и длительности. Они зависят от характеристик оборудования, его надежности, эффективности восстановительных действий, организации процесса изготовления и множества других факторов.

Производительность всей технической системы зависит от работоспособности заключительного этапа производства или сборочного узла. Эти элементы могут столкнуться с простоями из-за внутренних неполадок или задержек, возникших на предыдущих этапах.

### **1.3 Требования, предъявляемые к линиям для производства продуктов питания животного происхождения**

Предъявляемые условия к техническим процедурам. В сфере производства продуктов питания применяются разнообразные технологические подходы, что обуславливает трудности внедрения полного машинного обеспечения и автоматического управления.

Автоматизация указанных действий подразумевает использование источников энергии, независимых от живых организмов. Автоматизация позволяет заменять труд человека там, где требуется изменить структуру и расположение объекта обработки (например, соединить, разделить или придать ему определённую форму). В дополнение к этому оператор должен активно участвовать в управлении работой машин, контролировать их работу, а также запускать, настраивать и останавливать установки.

Внедрение автоматизированных систем подразумевает использование энергетических источников, независимых от живых организмов, для контроля и мониторинга процессов без прямого участия человека. В процессе автоматизированного производства работник обладает правом коррекции настроек и включения оборудования лишь в случае возникновения неполадок в его работе по заранее определённой схеме.

Для повышения эффективности производственного процесса, снижения трудовой нагрузки, роста производительности и качества выпускаемых товаров, а также обеспечения безопасности персонала, проводится интеграция механизированных и автоматизированных технологий.

При разработке технологической схемы производства необходимо учитывать возможность автоматизации как основных, так и вспомогательных операций с использованием доступных методик. Это обеспечит согласованность мер на всех этапах и упростит транспортировку полуфабрикатов.

Выбор оптимальной технологической стратегии является решающим этапом в процессе проектирования линии производства. Необходимо учитывать результаты контроля процессов на каждом этапе производства.

Необходимо обновить технологический план конвейера, чтобы сократить число рабочих мест и технического оснащения системы. Это позволит разместить производственную базу на меньшей площади и сократить затраты на оборудование. Часто цена одного многофункционального устройства выходит дешевле, чем совокупность цен нескольких более простых устройств.

Для успешного выполнения заданий необходимо не только оснащение производственных линий подходящими станками и приспособлениями, но также адаптация объекта под применение механических и автоматизированных способов труда. Следует провести тщательный анализ параметров, размеров и других характеристик продукта для повышения эффективности его производства без потери качества и приведения этих показателей в соответствие с современными нормами и возможностями автоматизации. При некоторых условиях может возникнуть необходимость пересмотра исходных параметров товара для улучшения автоматизации процедуры.

При ручной сборке товаров на неподвижных станциях отсутствие механизации привело к небольшим отклонениям в конструктивных особенностях, размерах и разрешенных диапазонах, которые не

оказали существенного влияния. При разработке механических и автоматических сборочных линий необходимо сосредоточиться на стандартизации и унификации как конечных продуктов, так и полуфабрикатов. Отслеживание отклонений характеристик и свойств имеет решающее значение. Например, эффективное использование машины для упаковки невозможно, если размеры конфет значительно отличаются от принятых норм. Таким образом, стабильность параметров на входе и выходе процессов в оборудовании становится ключевым фактором для эффективной работы производства.

При проектировании плана изготовления эксперты должны учитывать использование наиболее эффективных технологий обработки. Это приведет к уменьшению размеров производственных площадей, а также будет способствовать увеличению скорости обработки полуфабрикатов и повышению общего объема произведенных товаров. Стоит также учитывать, что значительное ускорение процесса может вызвать непредвиденные последствия. Увеличение производительности может вызвать преждевременное износ основных элементов, что повлечет за собой частые остановки в процессе производства для их модернизации или настройки. Помимо прочего, такое решение также может сказаться на качестве продукции, поскольку избранный метод работы может игнорировать физико-химические особенности материала, включая его реологические параметры.

В результате, значительное ускорение рабочего процесса может негативно сказаться на устойчивости линии, увеличить время простоя, необходимое для обновления деталей, и снижает показатели продукции. С другой стороны, увеличение скорости работы открывает возможность сокращения времени на обработку товаров. Однако, это может привести к увеличению расходов на ликвидацию, восстановление и модернизацию основных компонентов из-за их преждевременного старения. Таким образом, необходимо определить оптимальную скорость для каждой ситуации, чтобы затраты на одну единицу продукции были минимальными.

Полуфабрикаты и готовые изделия обладают определенными характеристиками, среди которых присутствуют клейкость, текучесть, тенденция к разрушению и уязвимость верхнего слоя. При определении подходящих средств перевозки необходимо учитывать все эти параметры. Для упрощения перевозок необходимо устранить риск скольжения грузов по поверхностям транспортных средств и уменьшить количество их перемещений и перекладок. Производственный цикл, а

также характеристики полуфабрикатов могут потребовать использования специализированных дополнительных устройств для транспортировки. Эта категория включает в себя сооружения, платформы, решетчатые конструкции и другие предметы, обычно характеризующиеся гладкой поверхностью.

Предъявляемые условия к техническим установкам. Перед тем как определить и создать оборудование для транспортерных лент, необходимо определить не только габариты предполагаемых грузов, но и уровень специализации или универсальности линий, так как это существенно повлияет на состав механических устройств. На небольших производственных площадях, возможно, целесообразнее устанавливать универсальные модульные линии. Существуют три ключевых метода организации конвейеров:

- с использованием современных узкоспециализированных агрегатов, выполняющих предварительно разработанные технологические операции;
- из современного, должным образом обновленного и укомплектованного техническим оснащением;
- объединением стандартных компонентов.

В реальности используются комбинированные подходы, при которых создаются линии, например, на основе существующего оборудования, однако на определенных этапах работы задействуют современное специализированное оснащение.

Если есть возможность, логично включать проверенные образцы техники в состав линий, и при необходимости выполнить их доработку.

В текущем парке машин имеется большое количество автомобилей, способных служить для модификации конвейеров путем присоединения к ним специфических источников питания и транспортировочных механизмов. Будет целесообразно максимально задействовать доступных роботов и полуавтоматизированных устройств, а также оставшуюся технику, увеличивая степень автоматизации каждого из них и оснащая их соответствующими механизмами для погрузки и разгрузки, а также датчиками контроля.

При проектировании конвейеров важно создать безопасную среду использования, усовершенствовать удобство технической поддержки и мероприятий по охране труда. Выполнение указанных требований способно оказать существенное влияние на размещение линии.

Предъявляемые условия для составления наборов техники. Для гармоничного функционирования сборочных линий необходимо, чтобы длительность каждого этапа процесса была одинаковой или кратной, а производительные возможности станций были уравновешены.

Если компоненты, формирующие линию, имеют схожие характеристики производительности, то можно применять непрерывную однонаправленную схему с передаточными механизмами, перемещающими полуфабрикат от одного прибора к другому. Если различие в эффективности между устройствами существенно, то лучше применять многопроводные системы с параллельной работой аналогичных малопроизводительных агрегатов в конвергирующих или дивергентных потоках. Для достижения этой цели необходимо применять специализированные механизмы для переноса нагрузки и её распределения, а также выполнять тщательную организацию расположения оборудования. Из-за технических неполадок возможно возникновение независимых участков транспортерных линий. Каждый участок должен иметь систему мониторинга, связанную с другими участками, а также независимые системы перемещения продукции и её позиционирования. Таким образом, система с различными временными рамками рабочего процесса на различных её стадиях по сути представляет собой несколько последовательных линий производства, объединенных одной централизованной системой контроля.

Кроме технических аспектов, расположение линий также зависит от структуры цеха, где они будут установлены. Изменения направления потока требуют установки дополнительных переключающих механизмов и деления линии на индивидуальные секции.

Разбиение линии на участки усложняет и увеличивает расходы на проект, так как подразумевает установку коммутационных устройств, увеличение числа приводов транспортера, электронных деталей и других элементов. Вместе с тем множество технических и архитектурных факторов обуславливает необходимость такого разделения.

Возможны случаи, когда разделение поточных линий на участки будет обоснованным, хотя это повлечет за собой усложнение и не является конструктивной необходимостью. Таким образом, если агрегаты связаны неразрывно, то прекращение работы любого из них вызовет остановку всей производственной деятельности; число агрегатов в линии напрямую влияет на потери эффективности вследствие простоя. В связи с наличием множества взаимосвязанных компонентов

может быть целесообразным разработать систему с адаптивными связями между ними, разделив её на самоуправляемые блоки, и гарантировать работу этих блоков либо как единого автоматизированного механизма, либо в качестве отдельных элементов. Размещение особых резервуаров или складов с полуфабрикатами или готовыми товарами между участками позволяет частично сократить последствия временного простоя отдельных участков, так как при временной остановке работы одного участка другие могут работать определенное время благодаря продуктам, хранящимся в этих резервуарах. Эффект такого разделения линии на участки уменьшается вследствие роста сложности и затрат на механические компоненты. Таким образом, разбиение линий на множественные участки не всегда представляет собой оптимальную стратегию.

В случае наличия большого числа взаимосвязанных приборов логично разделить линию на участки с буферными зонами, гарантируя равномерное распределение времени простоя и, следовательно, потерь производительности на каждом из них. Количество показателей, частота и причины прерывания могут обладать различными свойствами. Эти аспекты зависят от степени технического совершенства устройств, устойчивости их работы, состояния оборудования, уровня организации производства и множества непредсказуемых обстоятельств.

Эффективность функционирования сборочной линии определяется работоспособностью финальной стадии или блока, который, помимо собственных временных задержек, может сталкиваться с опозданиями, вызванными простоями предыдущих участков производства.

Необходимо учитывать, что продолжительность остановки последнего участка включает не только временной интервал фактического прекращения работы, но и период функционирования без нагрузки, когда он не останавливает свою работу, хотя и не осуществляет производство товаров. Например, в случае непредвиденного сбоя агрегата для выпекания, нельзя прекратить работу ленточного транспортера, так как внутри печи находятся полуфабрикаты хлебобулочных изделий. Таким образом, печка будет функционировать в режиме простоя некоторое время, не предоставляя возможности производства товара. В тот же период продолжительность простоя печи будет зависеть от времени выключения тестоделительной установки.

Для определения длительности простоя последнего узла в линии с гибкими связями между узлами необходимо провести длительные



исследования для сбора статистических данных о частоте остановок техники и закономерностях их распределения.

В непрерывных сборочных потоках, где имеется строгая взаимосвязь между машинами, остановка работы всей линии совпадает со временем простоя любого из узлов.

Итак, технологические схемы создаются на основе модулей техники. Компоненты линий видны настолько четко, что их часто группируют в самостоятельные линии, например, линию по упаковке молочной продукции, линию изготовления шоколадной основы и так далее.

Составление производственного процесса подразумевает оптимизацию рабочего подхода, модернизацию техники, создание инструментов мониторинга технологических этапов, объединяющихся в единую технологическую систему, отличную от простого механического соединения станков и агрегатов в последовательность с применением разнообразных видов конвейерных лент.

#### **1.4 Характеристика линий по производству продуктов питания животного происхождения**

Характеристики и организация производственных линий пищевых продуктов животного происхождения в значительной степени зависят от характеристик используемого сырья (сырье одного типа и многокомпонентные смеси) и степени его применения (полное использование сырья в составе продукции или частичное, с генерацией производственных отходов).

В составе каждой технологической системы можно определить три этапа: предварительную, центральную и финальную. На этапе подготовки материалов осуществляют их подготовку к обработке (чистка, промывка, классификация и так далее), на основном этапе проводятся трансформации, требуемые для изготовления конечной продукции, а на завершающем этапе продукцию приводят в товарную форму.

Все производственные процессы в пищевой промышленности могут быть условно разбиты на три основных категории.

В первую категорию входят предприятия, выпускающие товары, изготовленные путем переработки сложных многоэлементных смесей. Включенные в них разнообразные компоненты материалов и полуготовых продуктов полностью интегрируются в структуру конечной продукции (молочный, молочно-консервный, мясоперерабатывающий

сектор). Эта группа производственных процессов имеет предварительную стадию, отличающуюся множеством одновременных линий, которые впоследствии сливаются в единую главную линию на основном этапе. Параллельные потоки применяются исключительно на основном этапе для повышения эффективности работы или производства разнообразных типов товаров.

Вторая категория включает предприятия, выпускающие товары, характеристики которых не разнятся от свойств применяемого материала (обработка продуктов методами высушивания, заморозки, стерилизации). Эти линии обладают структурой, основанной на последовательном выполнении технических действий, охватывающих весь процесс от первоначального этапа до финального. Параллельные линии используются аналогично первому варианту для производства дополнительных видов товаров или увеличения эффективности работы.

В третьей категории находятся предприятия, где пищевые продукты получают посредством одного или нескольких методов (извлечения, очистки, классификации). Эта категория включает в себя предприятия по выпуску пищевых животных масел и прочее. Производственные линии данных заводов включают ряд последовательных технических действий с обширными обратными циклами обработки товаров и вспомогательных средств. Это связано с тем, что трансформация товара проходит благодаря многократному применению определенных действий, которые логично выполнять на идентичных устройствах и механизмах. С другой стороны, это разъясняет сложную организацию главного этапа изготовления. Последний этап указанной категории становится еще более сложным из-за производства разнообразных товаров и наличия брака.

Множество предприятий по обработке продуктов питания включает в себя сочетание трех категорий технологических потоков. При анализе корпоративной системы с точки зрения менеджмента можно выделить две её составляющие: техническую и административно-финансовую. Основной задачей технического контроля является достижение производства товаров высшего уровня путем поддержания установленных параметров работы на каждом этапе производственного цикла. Управленческая экономическая стратегия ориентирована на достижение успешных итогов в бизнесе.

## **Контрольные вопросы**

1. Какие решения и документы лежат в основе разработки планов нового строительства, модернизации и технологического переоснащения существующих производственных объектов?
2. Что такое проектная документация?
3. Какие задачи решаются при осуществлении технико-экономического обоснования проекта?
4. Какие данные указаны в задании на проектирование?
5. Когда возникает необходимость в разработке проектов по модернизации и переоснащению предприятий?
6. Приведите разновидности технологических линий.
7. На какие типы подразделяют технологические линии по виду сырья и способу воздействия на него?
8. Как классифицируют предприятия пищевой промышленности согласно методам изготовления конечной продукции?
9. Какие этапы определяются в организации технологического процесса?
10. Какие ключевые категории включают технологические линии для производства продуктов питания животного происхождения?

## **2 ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛИНИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

### **2.1 Производительность машин и линий**

Производительность технологической линии определяется как её возможность обрабатывать или производить конкретное количество товаров за установленный период времени. В пищевой инженерии выделяют три типа производственных мощностей: техническую  $P$ , теоретическую  $P_t$  и эксплуатационную  $P_э$ .

Техническая производительность. Она описывает технические характеристики линии, определяемые технологической схемой и структурой аппарата. При оценке производственных возможностей учитывают объем обработанных или произведенных товаров, продолжительность активной эксплуатации машин, а также дополнительные расходы материалов и трудовых ресурсов, требуемые для эффективного использования оборудования.

Теоретическая производительность. Её определяют на основе объема обработанных или произведенных товаров за время непрерывной эксплуатации машин без учёта дополнительных расходов материалов и трудовых ресурсов. Теоретический потенциал является ключевой особенностью каждой системы. Используя её, проводят расчёты кинематики и теплотехники, устанавливают скорость перемещения рабочих элементов, компонентов, охлаждающих и нагревающих сред, рассчитывают потребляемую энергию, нагрузки, рабочие объёмы, габаритные размеры и множество других характеристик оборудования. Таким образом, при создании линии необходимо исследовать связь между установленной технической эффективностью и предполагаемой, расчетной эффективностью.

### **2.2 Основные принципы компоновки производственных помещений и технологического оборудования**

Размещению внутренних пространств предшествует разработка технологической схемы, механизмов и определение ключевых производственных зон. При объединении всех пространств требуется изучить несколько стандартных планов аналогичного рода заведений с сопоставимой производительностью. Включением в состав производственной структуры или мастерской являются:

- отдел по контролю качества молочной продукции и очистке автотанкеров;
- производственный участок и сектор для приготовления закваски;
- производственные участки и подразделения;
- хранилища упаковочных материалов, запасов и сырьевых ресурсов;
- оборудование для изготовления и хранения молочной продукции, а также логистика для её поставки;
- отделение централизованной очистки техники и молочных трубопроводов;
- лаборатория по химии и бактериологии;
- комнаты для дежурных механиков, регулировщиков и электро-монтажников;
- холодильно-компрессорное подразделение и прочие производства, задействованные в обработке материалов.

Вспомогательный корпус обычно включает такие подразделения, как ремонтно-механическое отделение, столярную мастерскую, различные мастерские, проходные помещения, прачечную, а также складские помещения для хранения запасов и строительных материалов и прочее.

Основанием для старта сборки служит общая площадь производственных, дополнительных и хранилищ. Все заводы молочного производства разрабатывают с пропорцией ширина-длина равной 1:1. 1:2; 1:2,5. Обычно ширину сооружения считают равной 24. 48; 60; 72 м. Интервал между разбивочными линиями составляет 6, 12 или 18 метров.

Размещение всех комнат в центральной части здания должно оптимально способствовать налаживанию процесса изготовления, удовлетворять всем противопожарным и гигиеническим условиям, а также предусматривать возможность будущего переоснащения завода.

Изоляция участков и секций внутри одного производственного сооружения оптимизирует технологическую последовательность действий, снижает занимаемую территорию, размер периметра ограждающих конструкций, протяженность инженерных сетей, их длину, что способствует ускорению и удешевлению строительных работ.

При планировании пространств определяют количество этажей, расположение производственных участков и комнат, архитектурную форму здания, схему расстановки опорных столбов, габариты

сооружения, а также совмещают помещения с идентичными условиями температуры и влажности, что способствует уменьшению затрат на возведение стен и изоляционных материалов, снижая тем самым стоимость строительных работ.

Для сокращения производственных площадей и облегчения труда рекомендуется совмещать разрозненные зоны в едином пространстве. Отдельно выделяют производства, которые имеют:

- температурные условия, которые разнятся с параметрами остальных производственных процессов (холодильные камеры, цеха сгущения и сушки молока и т.п.);
- изготовленные товары или полуготовые изделия, которые могут распространять неприятный аромат или вызвать микробиологическое заражение других молочных продуктов;
- помещение для персонала;
- зоны, нуждающиеся в усилении гигиенических мер по санитарии (заквасочное отделение).

Для определения наиболее эффективной схемы размещения необходимо, в первую очередь, тщательно обдумать обязательные взаимосвязи между производственными участками, дополнительными и вспомогательными отделениями, а также классифицировать их по степени важности в процессе производства.

После этого следует установить высоту производственных помещений, учитывая размеры техники, которые составляют минимум 3,6 метра и более (при условии кратности 1,2 метрам). В некоторых ситуациях разрешается разработать световой проем над участком производства, где размещена высокорасположенная техника, вместо увеличения высоты комнат.

При организации расположения производственных залов, блоков и прочих пространств следует стараться обеспечивать максимальную естественную освещенность рабочих площадей. При наличии цехов большой высоты (свыше 12...18 метров) целесообразно предусматривать в проекте световые проемы, стеклянные перекрытия или витражи, расположенные вдоль периметра сооружения.

Проектные разработки производственных помещений предполагают их строительство в форме прямоугольных сооружений, габариты которых определяются производительностью предприятия. Прилегает к нему комплекс с отдельными комнатами для централизованной очистки технических машин, зоны приема, исследовательской лаборатории и других. В современности широко применяется совмещенное

проектирование, предполагающее размещение разнообразных производственных линий в едином пространстве, если они совместимы с точки зрения технологических операций. Особенно подходящий вариант для предприятий с ограниченной производительностью, способных обрабатывать до 50 тонн молочной продукции ежедневно. Структура сооружения обязана иметь упрощенную форму; запрещено разрабатывать заводы с конфигурацией в виде буквы "П" или "Ш", а также с закрытым внутренним двориком. Современные заводы по переработке молока небольшого масштаба разрабатываются преимущественно как одноэтажные объекты. При производительности завода свыше 50 тонн разрабатывают двух-трехэтажные или смешанные по этажности конструкции. Количество уровней здания определяют, учитывая совокупную площадь всех заводских помещений и размеры производственных залов.

Система опорных столбов определяет расположение внутренних пространств в промышленном здании, включая глубину и размеры секций относительно координатных осей, а также эффективную конфигурацию оборудования согласно технологическому плану; для одноэтажных сооружений применяется решетка с шагом 6х12 метров, тогда как для цехов ЗЦМ и СОМ используется решетка с параметрами 6х18 метров и 6х24; для многоэтажных на первых двух уровнях 6х6; затем 6х12; для дополнений к производственным помещениям 6х6.

Таким образом, перед тем как приступить к планировке всех комнат фабрики, нужно установить параметры главного сооружения. Для определения этого параметра используются данные о полной площади основного здания, где учитывается идеальное соотношение между длиной и шириной объекта, будь то одно- или многоэтажное сооружение; далее применяется метод проб и ошибок для выявления количества секций и размеров здания в метрах или количестве строительных единиц.

Сборка техники играет ключевую роль на стадии разработки завода и служит фундаментом для структурирования технологического процесса на производственных участках.

Основополагающими правилами размещения техники являются:

- выполнение последовательности операций в технологической схеме.
- прямая транспортировка материалов между машинами исключает возможность противоположных и перекрестных потоков.

– сборка агрегатов с учетом температурных характеристик либо специфических свойств конструктивных элементов, удобства и безопасности труда на установках, а также их очистки, обслуживания и разборки.

– легкая прокладка технических сетей;

– соблюдение норм НОТ, стандартов промышленного дизайна и мер по обеспечению безопасности.

При сборке аппаратуры важно достичь минимального расстояния между стартовой точкой перемещения материалов в рамках технологического процесса и финальной операцией, стремясь к уменьшению протяженности подвесных трасс, конвейеров и трубопроводов. Для обеспечения легкого доступа к обслуживанию труб и прочих технических сетей рекомендуется размещать их на расстоянии не превышающем 2 метров от уровня пола.

Размещение технического оборудования должно осуществляться таким образом, чтобы минимальное пространство между каждой машиной и устройствами, расположенными лицом друг к другу, составляло меньше 2,5 метра.

Оборудование технологического типа собирают, завершив разработку плана основных производственных залов и дополнительных служебных комнат. Это позволяет установить маршрут перемещения товаров, отходов, упаковочных материалов и выявить местоположение оконных и дверных проходов и так далее.

При начале сборки аппаратуры рациональнее применять метод имитации. В одном размере (1:50; 1:100; 1:200) на миллиметровой бумаге выполняют чертеж плана цеха с обозначением колонн и прилегающих к нему комнат. Изготавливают технические устройства (за исключением насосных агрегатов) определенных параметров (длины, ширины, диаметра) в форме квадратов или кругов. Машины для разлива молочных продуктов имеют форму прямоугольных конструкций. При установке техники важно учитывать пространство между устройствами и защитными стенками. Выполненные действия предоставят значительную поддержку при подготовке визуального контента для реализации проекта производства с расположением технических установок.

При сборке оборудования и агрегатов важно обеспечивать линию передвижения молочной продукции по наиболее короткому маршруту и размещать машины и агрегаты внутри производственных помещений таким образом, чтобы они были максимально компактными и



удобными для обслуживания, установки и ремонтных работ. Сборка аппаратуры обязана соответствовать нормам защиты работников и регламентам безопасной эксплуатации.

Оборудование технологического назначения следует располагать таким образом, чтобы обеспечить наличие необходимых коридоров определенной длины и ширины внутри цеха, а также площадок для его технического обслуживания и доступных подходов к нему; основные проходы в цехе должны иметь ширину не меньше 2,5-3 метра, расстояние между выступающими элементами агрегатов составляет 0,8-1,0 метра, а в зонах, где не предполагается перемещение сотрудников, это расстояние может составлять 0,5 метра; при параллельной установке машин и аппаратов друг напротив друга минимальное расстояние должно быть не менее 1,5 метра. Если контейнеры к месту упаковки и готовые товары в помещение перевозят электровозами, тогда для маневрирования транспортных средств внутри цеха нужно обеспечивать проход шириной от 2,5 до 3,5 метра.

Для обеспечения непрерывной работы рекомендуется располагать отдельные станки в одну производственную цепочку. Установки для пастеризации и машины для упаковки лучше размещать в зале производства рядом с окнами, чтобы повысить уровень освещения. При эксплуатации сепараторов и пастеризационных агрегатов необходимо предусмотреть пространство для монтажа и демонтажа техники. Размещение по взаимному принципу определяется ориентацией технологической линии. Размещение отдельных станков и механизмов предпочтительнее в единую технологическую последовательность (единую сборочную линию), хотя это необязательно должно происходить на одной оси; допустимые способы ориентации агрегатов друг относительно друга включают угол 90 градусов. Для эффективной организации потока продукции рекомендуется располагать технику вертикально, применяя для установки агрегатов антресоли высотой 2 метра и межэтажные перекрытия. При этом необходимо обеспечивать наличие подходящих мест для технического обслуживания механизмов и устройств на каждом уровне, а также заборы, лестницы и минимальную ширину площадок в 1,0 метра относительно выступающих частей оборудования.

Основополагающие правила расположения ключевых технических устройств.

Стационарные весы с подвешенными резервуарами устанавливают совместно с контейнерами для приема молочной продукции и

насосными агрегатами для транспортировки молока в сосуды временного хранения. При разработке конструкции двойных весов рекомендуется размещать под каждым весом одну ёмкость увеличенного объёма и один насос. Разработка весов осуществляется в специализированной комнате. В последнее время наблюдается тенденция выбирать счетчики молочной продукции, монтируемые непосредственно на линии транспортировки молока. Плюсом применения данных устройств по сравнению с весами является легкость эксплуатации, значительно меньший размер, а также возможность их очистки без разбора.

Баки-резервуары располагаются внутри и снаружи производственного помещения. Возможность размещения по вертикали способствует сокращению производственных площадей. При перемещении крупных емкостей из зданий применяют горизонтальные модели. За пределами производственного помещения монтируются емкости – изолированные бункеры объемом 50, 100 тонн.

Устройства разделения, не являющиеся частью технологических комплексов, монтируются рядом с оборудованием для нагрева молочной продукции. На предприятиях малого масштаба такие разделительные устройства размещаются вблизи колонн, чтобы установить механизм для поднятия барабана разделителя. При размещении сепараторов в одном ряду, они должны быть установлены с двигателями в одну сторону на расстоянии не меньше 1 метра друг от друга, тогда как при размещении в два ряда – не менее 1,5 метра между рядами.

В процессе обработки молока используются сепараторы-очистители и сепараторы-сгустители, которые обеспечивают необходимый уровень производительности. Разрешается заменять их на молокоочистительные сепараторы или сливкоотделители с центрифужными механизмами для сброса осадка; их разрабатывают параллельно направлению пастеризационных блоков и рядом с оконными проемами для естественного освещения.

Желательно размещать автоматические плоские пастеризационные охлаждающие системы на расстоянии минимум 2,5 метра от ограждений. При разработке множества конструкций рекомендуется располагать их в одну линию, параллельно оконным проемам, соблюдая интервал в 1,5 метра между каждой установкой. В состав данных агрегатов включены: плита теплопередачи, панель контроля, балансирующий резервуар, молочный насос, котёл, водяной насос, пара молокоочистительных сепараторов или сепаратор-сливкоотделитель с центрифужной разгрузкой осадка.

## **2.3 Автоматизация технологических процессов**

Автоматизированные системы применяются во всех этапах обработки и изготовления молочных товаров в молочном секторе. Использование молочной продукции в России увеличивается, вследствие чего местные предприятия активно работают над расширением масштабов выпуска. На нашем рынке присутствует ассортимент молочных товаров как отечественных фирм, так и зарубежных производителей. Существует факт, что Российская Федерация долгое время была одним из главных покупателей молочных товаров. Такой факт вызывал значительные препятствия для реализации молочной продукции у местных предприятий-изготовителей. Сегодня специалисты с уверенностью утверждают о снижении доли зарубежных молочных продуктов и молока на российском рынке.

Основные цели предприятий по выпуску молочных продуктов и молока:

- уменьшение расходов на производство,
- улучшение характеристик продуктов из молока,
- снижение стоимости производства товаров,
- соответствие нормам качества,
- улучшение рентабельности и продуктивности.

Обнаружено, что значительная часть товарной линейки состоит из продуктов местного изготовления. Специалисты предполагают, что несмотря на устранение вопроса замены импорта местными предприятиями по выпуску молочных товаров, объем рынка молочных продуктов продолжит расти, а соперничество возрастет. Стоимость молочной продукции демонстрирует постоянную склонность к увеличению, в то время как интерес к этим продуктам остается неизменным. Средний уровень прибыли от вложений в молочный сектор достигает 65 %, что делает молочные животноводческие предприятия, хозяйства и фермерские угодья привлекательными объектами для расширения деятельности. Одной из самых действенных мер по увеличению прибыльности и конкурентных преимуществ в молочной промышленности служит применение новаторских решений, основанных на автоматизации систем контроля технологических операций.

Выгоды автоматизации систем контроля технологических операций в молочной промышленности.

Завод по обработке молока специализируется на переработке молока в различные продукты: сметану, творог, масло сливочное, сырные

изделия и сливки. Помимо прочего, предприятие по переработке молока способно производить кисломолочные товары: кефир, йогурт, тан, простоквашу, кумыс, ряженку, пахту, а также концентрированные молочные изделия, сыворотку и белково-молочные концентраты. Автоматизация дает возможность создать эффективное молочное предприятие, которое производит популярные товары более чем десяти видов.

Выгода механизации систем контроля технологических операций для предприятия по переработке молока:

- уменьшение операционных расходов;
- улучшение результативности и увеличение разнообразия продуктов;
- исключение финансовых потерь и ущерба, вызванного действиями сотрудников;
- значительное расширение масштабов выпуска продукции;
- эффективное устранение производственных проблем.

Система может использоваться для процедур доения, сбора и охлаждения молочной продукции, перевозки товара, а также для хранения и распределения кормовых материалов. Этот метод производства молока способствует росту эффективности и популяции молочных животных. Состояние молока и продуктов на его основе определяется множеством обстоятельств. От чистоты лугов для крупного рогатого скота и качества фуража, выполнения графиков работ по уходу и использованию животных, соблюдения гигиенических стандартов и технических правил на всех этапах обработки продукции, контроля и адаптивности всего производственного цикла. Автоматические системы контроля молочного производства способствуют росту продуктивности и доходности процесса изготовления.

Автоматическая система контроля на предприятии по переработке молока способна регулировать свет, проветривание, микроатмосферу, работу насосных агрегатов, мойку оборудования, а также осуществлять мониторинг температуры, объема и уровня жидкости в резервуарах без участия человека и выполнять дополнительные задачи. Автоматизация является ключевым фактором в уменьшении операционных затрат, минимизации финансовых потерь, вызванных действиями персонала, и снижении стоимости производства молочных продуктов. В то же время результат, который можно получить от введения автоматизации систем контроля технологических операций, напрямую

связан с надежностью функционирования автоматизированных систем управления.

### **Контрольные вопросы**

1. Что подразумевают под производственной эффективностью технологического процесса?
2. Укажите ключевые правила размещения оборудования.
3. Предъявляемые условия по установке технических устройств?
4. Основой автоматизации технологических операций является.
5. Какие выгоды дает автоматизация систем контроля технологических операций?

## **3 ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛИНИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЯСОПРОДУКТОВ**

### **3.1 Производительность машин и линий**

Производительность технологической линии определяется как её возможность обрабатывать или производить конкретное количество товаров за установленный временной интервал. В пищевой инженерии выделяют три типа производственной мощности: техническую  $P$ , теоретическую  $P_t$  и эксплуатационную  $P_{\text{э}}$ .

Техническая производительность определяет потенциал производства линии, зависящий от технологической схемы и архитектуры машин. При оценке Технической производительности учитывают объем обработанных или произведенных товаров, продолжительность активной эксплуатации машин, а также дополнительные расходы материалов и трудовых ресурсов, требуемые для эффективного использования оборудования.

Теоретический показатель эффективности вычисляют на основе объема обработанных или произведенных товаров за время непрерывной эксплуатации техники, исключая дополнительные расходы материалов и трудовых ресурсов. Теоретическая производительность – основной параметр каждой структуры. Используя её, осуществляют расчёты кинематики и теплотехники, рассчитывают скорость перемещения рабочих элементов, составляющих, охлаждающих и нагревательных сред, определяют затрачиваемую энергию, нагрузочные показатели, рабочие объёмы, габаритные характеристики и множество других характеристик оборудования. Таким образом, при развитии линии необходимо исследовать связь между установленной технической эффективностью и предполагаемой, расчетной эффективностью.

Выбор метода обработки вторичных материалов определяется количеством собранного материала за одну смену. Использование мощных конвейеров, гарантирующих глубокую обработку материалов, высокое количество качественной продукции премиального класса в короткие сроки, целесообразно исключительно на больших заводах. Для малых фабрик и участков с ограниченной производительностью необходимо выбрать такую методику, которая при показателе использования машин не ниже 0,7 гарантирует обработку всей произведенной за смену сырьевой продукции в рамках, установленных техническими правилами.

Для увеличения продуктивности, устранения недостатка протеина животного происхождения в диетических и питательных рационах в рамках проектов разрабатываются разнообразные методики обработки крови, а также материалов, содержащих коллаген и кератин (изделия с терапевтическо-профилактическим эффектом, специализированные пищевые дополнения, средства с биологически активными компонентами и так далее).

Эндокринно-ферментные материалы, используемые для производства лекарственных средств, следует собирать вне зависимости от масштабов производства, а затем либо консервировать, либо проводить их предварительную обработку для получения полуготового продукта, который впоследствии будет отправлен на фабрику по изготовлению медикаментов.

Экономико-техническое обоснование определяет необходимый уровень и степень обработки материалов на разрабатываемом заводе, включая состав основных товаров.

При реализации проектных требований определяют полный перечень выпускаемых товаров, основанный на применяемых технологиях обработки материалов и компонентов в соответствии с регламентом.

Производственная технологическая схема представляет собой упорядоченный список всех ключевых действий и процедур с обозначением используемых параметров и требований. Характеристика технических планов заводов по обработке животных заключается в том, что основной этап производства (первоначальная обработка животных) остается единым и постоянным для всех разрабатываемых объектов. Обработка полуфабрикатов и применение определенных продуктов, полученных на начальном этапе обработки животноводческой продукции (например, крови, содержимого желудков, материалов с кератином, второсортных побочных продуктов и так далее), имеют разные подходы. Уровень обработки полупродуктов в каждом конкретном случае устанавливается на основе прибыльности производства на разрабатываемом заводе.

Производственные технологии для изготовления колбас, мясных продуктов, полуфабрикатов и консервации не определяются объемами производственных площадей. На всех заводах независимо от их размера производственный процесс выполняется согласно стандартной технологической модели для каждой категории товаров.

Для разработки эффективной системы технологических операций требуется разработать комплексную картину обработки животных с определением предполагаемого перечня товаров на выход. Избранная модель определяет ориентацию обработки конкретных типов материалов и полуготовых изделий, а также дает возможность обнаружить наличие побочных продуктов, отходов на определенных этапах процесса, дополнительно детализировать отдельные модели и их техническое оснащение. В то же время индустриальные постройки разрабатывают согласно жесткому соблюдению норм технологической схемы.

Очевидно, что разработка производственной системы и соответствующего ей технического плана для предприятий представляет собой ключевую цель, которой подчинены все элементы проекта.

Основополагающие условия, выдвигаемые относительно структурирования технологических планов и систем, включают в себя:

- полное применение и трансформация материалов во множество товаров;
- передвижение ресурсов, полуготовых продуктов, материалов и отходов в строгой очередности по самым коротким маршрутам и с минимальными расходами;
- отсутствие перекрестных маршрутов между линиями производства (или сокращение их до минимального уровня) и перемещение материалов и полуготовых продуктов через пространства, где они не обрабатываются;
- возможность адаптировать технические методики в зависимости от модификации производственного процесса;
- достижение оптимальных технических и экономических результатов (по стоимости товара, производительности работы и так далее).

Технические планы обязаны гарантировать:

- полный цикл обработки всех типов материалов;
- обработку материалов разной степени готовности;
- минимальные временные рамки обработки;
- полное применение материалов;
- высокий уровень качества конечной продукции;
- использование мощной техники;
- уменьшение действий по перевозкам и дополнительным мероприятиям.



Отбор технологических решений следует проводить, учитывая последние открытия научно-технической революции и направления развития сферы деятельности с аргументацией выбранной стратегии.

Используя общие методики обработки материалов, проводят расчет потребности в сырье и готовых товарах для каждого этапа производства. Одновременно определяют объемы сырьевых компонентов, полуготовых продуктов, отбросов и дополнительных ресурсов на каждом этапе.

Вычисления подтверждают логичность и адекватность технологического плана по объему выпуска, обоснованность выбора способов перевозки товаров и отходов. Вычисления продуктов осуществляются с учетом физико-химических и биохимических принципов технологических методов.

Материальный подсчет включает в себя сравнение количества используемого материала и объема произведенной продукции. Основные показатели для разработки материального баланса включают производственные возможности завода и разнообразие выпускаемых товаров. Составление материального баланса осуществляется для каждого производства индивидуально на основании технических руководств. В руководящих документах установлены стандарты для исходных компонентов и ресурсов, определены составляющие рецептов, нормативы использования сырьевых и дополнительных материалов, а также показатели эффективности выпуска конечной продукции.

Отбор и расчет требуемого оснащения представляют собой один из ключевых моментов в процессе проектирования предприятия, поскольку корректность выбора оборудования влияет на слаженную и организованную работу предприятия, уровень качества произведенной продукции, эффективность трудовых ресурсов и объем дохода. Основой для выбора техники служат производственные возможности завода (объем обработанных материалов) и технологический план его переработки с указанием порядка выполнения конкретных действий и их параметров.

При выборе техники следует принимать во внимание:

- соответствие агрегата техники или производственной установки избранному технологическому плану;
- соответствие мощности агрегата весу обрабатываемого материала (коэффициент использования).
- гарантирование продукции хорошего качества с оптимальным расходом материалов.

- возможности ускорения технических методов работы;
- перепрофилирование и организацию трудового процесса;
- размеры конструкции, вес устройства, занимаемое пространство; затраты;
- расходы на рабочую силу;
- степень охраны окружающей среды.

При выборе техники стоит отдать предпочтение автономному или постоянно функционирующему оборудованию. Дополнительные и перевозочные устройства отбираются согласно главному и определяются структурой производственной линии в совокупности. В то же время необходимо стараться обеспечить синхронизацию производственных операций на всех этапах технологической цепочки. Основным критерием разумности выбора техники служат индикаторы её эксплуатации по временным и нагрузочным параметрам.

При этом учитывают, что расчетные показатели не должны быть ниже 0,8.

Коэффициент эффективности работы техники в течение времени (Kt):

$$Kt = \frac{\tau}{T_1}, \quad (3.1)$$

где  $\tau$  – длительность функционирования техники за одну смену, ч;  
 $T_1$  – длительность рабочей смены, ч.

Коэффициент загрузки техники по её загрузке ( $K_M$ )

$$K_M = \frac{M_1}{M_2}, \quad (3.2)$$

где  $M_1$  – объем материалов или полуготовых продуктов, одновременно размещаемых в агрегате, кг;

$M_2$  – теоретическая возможная масса материалов или полуготовых продуктов, которые могут одновременно размещаться в агрегате, кг.

Количество оборудования непрерывного действия (N) рассчитывают по формуле:

$$N = \frac{M}{Q}, \quad (3.3)$$

где  $M$  – объем материалов, доставленных для обработки, кг/смену;  
 $Q$  – эффективность работы техники (линии), кг/смену.

Количественное значение циклического оборудования периодического действия ( $N$ ) рассчитывают согласно определенной формуле:

$$N = \frac{F\tau}{M_3 T_3}, \quad (3.4)$$

где  $F\tau$  – продолжительность цикла, ч;

$M_3$  – массы сырья, идущего на обработку, кг.

Отобранные устройства обязаны гарантировать:

- минимальные расходы труда работников;
- минимальные параметры размеров или минимальную используемую производственную территорию;
- высокий уровень качества конечной продукции;
- минимальные затраты энергии и всех видов материалов.

Дополнительные и перевозочные устройства выбираются согласно методу функционирования главной технологической установки и структуре технологического цикла.

Размерность столешниц ( $L$ , м) для разнообразных действий определяется в соответствии с переменной производственной мощностью участка:

$$L = \frac{A l \tau}{T_{60} L_1}, \quad (3.5)$$

где  $A$  – производительность, шт./смену;

$l$  – расстояние между двумя экземплярами товара или протяженность рабочего места, м ( $l = 1,5 - 2$  м на человека);

$\tau$  – длительность обработки товаров, мин;

$T$  – длительность смены, ч;

$L_1$  – запас длины столешницы для обеспечения стандартных операций на площадке, м ( $1,5 - 2,5$  м).

Для определения режима функционирования технических средств после их отбора и подсчета количества разрабатывают план их эксплуатации согласно порядку выполнения технологических этапов, что позволяет проверить корректность расчета числа единиц техники с учетом коэффициента ее временного использования и уточнить обоснованность выбора данной техники, синхронизировать во времени прохождение технологического процесса, включая все ключевые и предварительные действия, а также санитарную очистку оборудования. Этот труд обеспечивает синхронизацию временных рамок ручных и машинных действий, детализацию длительности и потребления энергии, возможность коррекции распределения энергетических

ресурсов во времени при необходимости, решение задач автоматизации технологической схемы и так далее.

Циклограмму функционирования техники составляют так: вдоль оси вертикальной обозначают выбранный агрегат, тогда как вдоль горизонтальной оси определяют эффективность технологического процесса.

Созданием схемы функционирования техники завершается предварительная стадия подготовки к разработке технического метода в объеме и определению помещений для его реализации.

Длина участка ( $L$ ) зависит от числа сотрудников, задействованных в данной процедуре:

$$L = l * \frac{n}{K} + Lu, \quad (3.7)$$

где  $l$  – стандарт размера стола на одну рабочую позицию, м;  $n$  – число рабочих, чел.;

$K$  – коэффициент, принимающий во внимание одностороннюю ( $K = 1$ ) или двустороннюю рабочую схему ( $K^* = 2$ );

$Lu$  – запасной фонд длины столешницы, м (1,5 – 2,5 м).

Вычисления по технике обогащаются данными о спецификации (вид или модель устройства, производительность либо объем, сила электромотора) и систематизируются в виде таблицы.

Для определения проектных вариантов и вычисления параметров отдельных агрегатов (таких как длины ленточных транспортеров для обработки шкур и изъятия внутренностей, столов разделки и первичной обработки и других) согласно утвержденной технологической схеме проекта требуется выполнить расчет и распределение трудовых ресурсов.

Для определения числа работников на каждое технологическое действие используются обобщенные стандарты производства на единицу сырья или готового товара (одна голова скота, одна туб консервов, одна тысяча порций полуфабрикатов, тонна мяса и так далее), а также стандарты производства на отдельные действия на одного работника за смену, стандарты обслуживания единицы оборудования или технологической линии (например, один рабочий обслуживает два волчка, четыре рабочих обслуживают одну технологическую линию) и стандарты рабочего времени на выполнение одной операции.

Разберем подход к техническому планированию линий для изготовления продуктов из мяса на основе производства колбасных изделий.

1. Разрабатываем план технологического процесса изготовления варёных колбас.
2. Включаем в техническую линию требуемые устройства.
3. На основе нормативных показателей эффективности работы, исходя из характеристик используемого материала, рассчитываем необходимый уровень производительности и подбираем технику для обработки сырья (соления, размельчения), а также его объем.
4. С учетом стандартных показателей потерь материалов во время обработки рассчитываем объем сырьевых ресурсов, используемых для приготовления мясной массы.
5. С учетом пропорций главного ингредиента в рецепте определяем объем мясной массы.
6. На основе количества мясной массы устанавливаем необходимую мощность месильных машин и шприцев для фарша.
7. На основе количества полуфабриката (мясной массы) устанавливаем необходимую мощность техники для термообработки мясных изделий.
8. При учете снижения веса товара во время термообработки рассчитываем объём конечной продукции.

### **3.2 Основные принципы компоновки оборудования**

Сборка техники играет ключевую роль на стадии разработки завода и служит фундаментом для структурирования технологического процесса на производственных площадках.

Основополагающими правилами размещения техники являются:

- соблюдение поточности технических операций;
- прямой обмен материалами между машинами, исключение возможности встречных и перекрестных потоков;
- сборка агрегатов с учетом температурных характеристик или специфики конструктивных элементов, удобства и безопасности труда на установках, легкости их очистки, обслуживания, разборки;
- практичная прокладка технических сетей;
- соблюдение норм охраны труда, требований НОТ и промышленного дизайна.

При сборке аппарата важно организовать минимальную дистанцию между стартовой точкой перемещения материала по технологической схеме и финальной процедурой, стремясь к уменьшению протяженности подвесных линий, конвейеров и трубопроводов. Для

обеспечения легкого доступа к обслуживанию трубопровода и прочих технических сетей рекомендуется размещать их на расстоянии не превышающем 2 метра над уровнем пола.

Размещение технического оборудования должно осуществляться таким образом, чтобы минимальное пространство между каждой машиной и устройствами, расположенными фронтально по отношению друг к другу, составляло менее 2,5 метров.

Установка техники является одним из ключевых моментов в процессе разработки, поскольку она определяет структуру потока производства внутри помещения. Установка техники выполняется с использованием методики двухмерной проекции на схеме предприятия (цеха, подразделения) в масштабе 1:100 (1:50).

На схеме указывают внутренние параметры производственной площади, отмечают расположение колонной сетки. В помещении располагаются макеты машин (условные символы машин с точными размерами) в том порядке в котором происходит технологический процесс, учитывая взаимосвязь между машинами и маркировку транспортных механизмов.

Проектные архитектурные концепции определяются силами производства, количеством этажей и габаритами сооружения. В процессе размещения техники существуют определенные необходимые условия, выполнение которых гарантирует эффективность технологического процесса при сокращении расходов и обеспечении охраны труда, а также соблюдению гигиенических требований.

Установка аппаратуры должна гарантировать:

- поточность технологического метода производства;
- прямую транспортировку материалов между машинами;
- обеспечение комфортной и надежной эксплуатации техники, осуществление восстановительных и установочных операций;
- необходимость обеспечения определенных интервалов между агрегатами, облегченной прокладки технических сетей, достаточной яркости рабочих зон, выполнения требований по охране труда;
- составление комплекса техники с ориентацией на термические характеристики и критерии индустриального дизайна.

При установке технических устройств важно следовать определенным правилам по размерам проходов и интервалов:

- между выступающими элементами устройства и стенкой должно быть расстояние 0,8 метра (если предполагается односторонний проход) и 0,5 метра там, где исключено перемещение людей;

- между транспортером и стенкой должно быть пространство не менее 1,4 метра, если между ними есть рабочие места, при их отсутствии достаточно 1 метра; высота от верхней части машины до нижней части перекладин составляет 0,2 метра.

Помимо стандартных правил и нормативов, существуют особые, которые зависят от типа производства.

### **3.3 Автоматизация технологических процессов**

Механизация и автоматика в производственном процессе служит фундаментом прогресса современного индустриального сектора. Использование автоматизации на предприятиях имеет ряд преимуществ, включая улучшение безопасности, повышение качества выпускаемой продукции и увеличение эффективности работы, а также сокращение расходов на производство, что способствует рациональному использованию всех доступных ресурсов. Улучшению характеристик товара способствуют также машины и механизмы, осуществляющие монотонные действия с большой степенью точности.

В настоящее время рынок мясного оборудования является довольно широким, а лидирующие позиции по объему предложений и поставок на российский рынок удерживают иностранные производители оборудования, среди которых, возможно, самые большие поставщики – это Германия, Испания и Нидерланды. Отечественные предприятия тоже представляют собственные инновации, однако в области автоматизированных машин они не способны соперничать с зарубежными разработчиками.

В настоящее время компании по переработке мяса могут приобрести у поставщиков техники устройства, способные сохранять в своей памяти множество алгоритмов обработки поступающих материалов. Среди обязанностей технического персонала числятся руководство, наблюдение за функционированием механизмов, а также ремонтные операции и регулировка. С использованием данной программы осуществляется мониторинг, фиксация и хранение всех рабочих характеристик устройства на компьютере, а также предоставляется возможность создания технической документации процессов в форме печатных схем изменения показателей во временном интервале. С помощью программного обеспечения возможно не только программирование обработки материалов, но также автоматизация системы самообслуживания техники. В настоящее время роботизированные системы

контролируются не только с помощью автоматической консоли управления, но также предусмотрена возможность удаленной диагностики техники посредством шифрованного сетевого соединения. Это дает возможность экспертам обслуживающих подразделений проводить глубокое исследование в режиме реального времени, вне зависимости от их местоположения. Основным достоинством данного устройства по сравнению с аналогичным оборудованием той же категории является способность объединять его с разнообразными программными продуктами посредством инструментов унифицированного подключения. Это качество идеально подходит для организации роботизированных производственных конвейеров. Разработка и реализация автоматизированных линий является ключевым шагом в процессе автоматизации производства, предполагающим переход от отдельных автоматов к автоматическим системам оборудования и автоматическим комплексам, которые обычно объединяют разнохарактерные производственные операции.

Все этапы производства мяса могут быть условно разбиты на две категории: первоначальную обработку мясного сырья и последующее преобразование полученного материала в готовые продукты согласно их назначению. На рынке оборудования для обработки мяса представлены варианты автоматизированных комплексов для изготовления колбасных изделий, полуготовых продуктов и линий для фасовки конечной продукции. Второй этап производственной линии обладает современным техническим оснащением. В процедурах забоя и начальной обработки по-прежнему доминирует физический труд и низкий уровень механизации данных операций. Основной проблемой является разнообразие и непостоянство структуры используемого материала. Суть заключается в том, что при конструировании и изготовлении автоматизированных устройств особое значение имеет разработка набора технических и программных инструментов, предназначенных для регулирования разнообразных операций. Основной подход к разработке действующих технических устройств и систем заключается в использовании компьютерной симуляции, где создается численная модель исследуемого объекта и разрабатывается программное обеспечение для управления этой моделью.

При исследовании сложных технических систем, процессов, устройств и физико-химических феноменов необходимо учитывать максимальное число параметров внешней и внутренней среды, влияющих на процесс, и выявлять, какие из них являются обязательными,



значительными, а какие могут быть проигнорированы. Вследствие данной аналитической работы формируется информационная основа, способствующая разработке модели изучаемого объекта. При использовании компьютерной симуляции учёный работает с тремя элементами: системой (действительной, разрабатываемой или воображаемой), математическим представлением и программным обеспечением, выполняющим алгоритмы контроля процессов. При разработке математической модели выбирают «эквивалент» технического устройства, представляющий в числовой форме ключевые характеристики - правила, которым оно подвержено, взаимосвязи между его структурными компонентами. Из-за высокой непредсказуемости процедур забоя и начальной обработки создание автоматизированных машин и комплексов представляет собой чрезвычайно трудоемкую и затратную задачу. На рынке техники представлен современный ассортимент для комплектования линии по первоначальной обработке мяса свиней, базирующийся на работах Кука. На данной линии ручной труд был заменён механическим, обработка происходит в автоматическом режиме, благодаря созданной программно-технической системе. Этот проект стал пионером на рынке мяса в области механизации первичной переработки сырья, однако его стоимость довольно высока и, к сожалению, у него нет аналогов среди отечественных производителей.

### **Контрольные вопросы**

1. Что подразумевают под эффективностью технологической линии?
2. Укажите ключевые условия, предъявляемые к структуре технологических планов и систем.
3. Какие первичные сведения требуются для разработки баланса материалов?
4. Какие аспекты стоит принимать во внимание при выборе техники?
5. Какова методология технического планирования линий по выпуску мясопродуктов?

## **4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИНИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

### **4.1 Классификация линий по производству молочных продуктов**

Производственные технологические комплексы для молочных продуктов классифицируются следующим образом: комплекс, специализирующийся на пастеризационной обработке молока; комплекс по выпуску сливочного масла; цепочка аппаратов, приспособленных для производства творожного продукта; агрегат для изготовления замороженных десертов; система механизмов по выработке сухого порошкообразного молока; последовательность установок для выпуска сгущенного молока; перечень оборудования для изготовления твердых сыров; а также комплекс для производства плавленых сыров.

### **4.2 Продуктовый расчет**

До начала анализа продукции необходимо обладать знанием ассортимента товаров, производственных мощностей, плана работы компании и многообразия выпускаемой продукции.

Вычисление продуктового расчета дает возможность установить вес полуфабрикатов, дополнительных материалов и конечной продукции исходя из заданного количества исходного материала, а также определить требуемое количество сырья и ожидаемые объемы полуфабрикатов и побочных материалов на основе заданного объема готовой продукции.

Данные продуктового подсчета применяются при установлении масштабов выпуска, потребности в электричестве, дополнительных ресурсах, воде и так далее, а также при выборе технического оснащения.

Приступая к продуктовым расчетам, важно иметь представление о товарной линейке, производительности, графике функционирования предприятия, а также о разнообразии выпускаемых им товаров.

В продуктовом расчете берется во внимание наибольшее количество молока, полученное за одну смену (день + ночь). Идеальная производительность всех предприятий, исключая те, что работают с цельным молоком, определяется на основе прогнозируемых объемов закупки молочной продукции (молока) в установленной сырьевой зоне. При определении производственных возможностей молочных заводов

в качестве базовых данных используются прогнозируемые показатели численности населения и нормативы потребления цельномолочных продуктов.

Формирование списка товарных запасов осуществляется в течение дня с максимальными поставками молочных продуктов. Оптимальную работу всех предприятий, кроме тех, которые занимаются выпуском цельного молока, оценивают исходя из предполагаемых объемов закупки молочных товаров в определенной сырьевой зоне. При оценке производительных мощностей предприятий по выпуску цельномолочной продукции в базе данных качества применяются прогнозные показатели численности населения и физиологические нормы потребления цельных молочных продуктов (пересчитанные на молочный компонент).

Стандартные показатели использования молочной продукции на одного человека в России равны, кг/г:

Молоко питьевое .....	91,2
Жидкие кисломолочные продукты.....	40,1
Масло животное.....	5,9
Творог и сырково-творожные изделия.....	8,9
Сметана и сливки.....	6,5
Сыр.....	6,1
Мороженое.....	4–6

Продуктовый подсчет организаций, специализирующихся на производстве молочной продукции, проводится с применением уравнений материального баланса, принимая во внимание процентное соотношение жира, уровень белка и прочие характеристики, а также стандарты потребления и допустимые пределы утраты сухих веществ и жировых компонентов.

Продуктовый расчет включает три основных блока: схема производства молочной продукции, продуктовый расчет ассортимента товаров, а также сводную таблицу итоговых данных всех вычислений.

### **4.3 Расчет и подбор технологического оборудования**

Выбор и расчет технического оснащения осуществляются в точном соответствии с данными анализа продуктового расчета, специализированными схемами ориентации технологической обработки материалов, учитывая избранные методики и параметры изготовления.

Выбор подходящего оснащения обеспечивает последовательность и точность функционирования всего предприятия.

Определение числа идентичных машин осуществляется таким образом, чтобы на предприятии размещалась минимальное количество аппаратов с наибольшей степенью их эксплуатации.

При разработке проектов молочных заводов большое значение придается грамотному подбору техники и оборудования, что гарантирует оптимальные условия для организованной и слаженной деятельности всего производства.

При подборе технических средств учитывают следующие основные критерии:

- механизмы и устройства обязаны отвечать актуальному техническому и производственному стандарту;
- желательно отдавать предпочтение машинам и устройствам, которые работают непрерывно и оснащены системами автоматической проверки и управления процессами;
- необходимо выбрать технику таким образом, чтобы она образовала совместимый комплекс механизмов, обеспечивающий комплексную автоматизацию всех этапов производства;
- механизмы системы должны предоставляться полностью или по отдельным блокам для выполнения безразборного цикла обеззараживания и мойки;
- эффективность выбранной техники должна гарантировать непрерывную переработку молочной продукции на каждом этапе технологической схемы.

При выборе технического оснащения важно стремиться к непрерывной эксплуатации предприятия и выполнению всех производственных операций согласно утвержденной технологической модели. Следует обеспечить оптимальную эксплуатацию техники, благоприятные условия работы, высокое качество и минимальные затраты на производство товаров.

На основе плана технологических этапов изготовления товаров, плана маршрута обработки молочных продуктов и продуктового расчета выбирается подходящий технический инструментарий и определяется занимаемое им пространство.

Количественное значение требуемых устройств и механизмов непрерывного действия ( $N$ ) рассчитывается согласно формуле:

$$N = \frac{M}{n\tau}, \quad (4.1)$$

где  $M$  – объем материалов, обрабатываемых ежедневно, кг;  
 $n$  – эффективность работы техники, кг/ч;  
 $\tau$  – реальное время функционирования аппаратуры, ч.

Реальное время функционирования аппаратуры ( $\tau$ ) определяется по формуле:

$$\tau = \frac{M}{Nn}. \quad (4.2)$$

Количественное определение требуемых механизмов и устройств периодического функционирования ( $N$ ) рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{M\tau_c}{n\tau\nu}, \quad (4.3)$$

где  $M$  – объем материалов, обрабатываемых ежедневно, кг;  
 $n$  – количество операций (циклов) технических средств в течение дня;  
 $\tau_c$  – длительность функционирования техники за день, ч;  
 $\tau$  – длительность одного цикла функционирования аппаратуры, ч;  
 $\nu$  – производственная вместимость аппаратуры, кг.

Степень применения механизмов и устройств определяется коэффициентом их использования ( $K_{\text{исп}}$ ):

$$K_{\text{исп}} = \frac{\tau_{\text{ф}}}{\tau_{\text{см}}}, \quad (4.4)$$

где  $\tau_{\text{ф}}$  – время функционирования техники согласно расписанию, ч;  
 $\tau_{\text{см}}$  – длительность трудового дня, ч.

#### **4.4 Проектирование технологической линии по производству пастеризованного молока**

Определение характеристик продукции, материалов и полуфабрикатов. Молоко – субстанция, процесс образования которой происходит в молочной железе млекопитающих, обладает высокой пищевой ценностью и имеет иммунные и противобактериальные свойства. Это сложная структура с различными размерами частиц, состоящая из основной жидкости (воды – 83...89 %) и сухого вещества (жир, белок, молочный сахар, минералы, ферменты, витамины, газы и другие), называемых дисперсионной частью (17...11 %).

Для производства высококачественных молочных продуктов к используемому молоку предъявляются строгие критерии по физическим, химическим, вкусовым и санитарным показателям. Оно должен происходить от коров с отличными показателями здоровья, обладать естественным, приятным, чуть-чуть сладким привкусом и характерным ароматом свежего молока. Цвет молока может меняться от чисто-белого до кремово-светлого, без посторонних цветовых пятен или оттенков; его консистенция должна быть однородной, без осадка или аномальных сгустков белка и комочков жира, с плотностью не менее 1027 кг/м<sup>3</sup>.

При приемке исключаются молозиво в первые семь дней после отела и молочная продукция, полученная от коровы в течение 10...15 дней перед запуском. В молоке не должно быть заметного вкусового следа от кормовых добавок типа лука, чеснока или полыни, сохраняющегося после выполнения всех этапов его переработки. Запрещено применять молоко с очень сильно выраженными ароматами химических соединений и горючих жидкостей, содержащее нейтрализующие агенты; с остатками реагентов по борьбе с вредителями и болезнями живых организмов, а также антибиотиков; с кисловатым неприятным вкусом; густой структурой, указывающей на присутствие больших объемов плесневых включений и инородных микроорганизмов.

При приёмке молочной продукции проводится систематический контроль её микробиологических показателей 1 раз в десяток дней, охватывающий проверку на наличие посторонних частиц и применение редуктазных или резазуриновых методик для выявления степени микробной загрязненности.

По итогам исследований молочные товары разделяют на 3 группы, затем каждая проходит узкоспециализированную обработку.

Молочная продукция, применяемая для изготовления детских продуктов, сычужных сыров, и термически обрабатываемых товаров должна соответствовать нормам наивысшего и I сорта, иметь количество соматических клеток не свыше 500 тыс./см<sup>3</sup>, обладать термоустойчивостью – минимум II категории (для детского питания и стерилизованной продукции), а также быть не ниже II класса по результатам сычужно-бродильной пробы (сычужные сыры).

Состав молочной продукции, определяющий её эксплуатационные характеристики, объем её производства, уровень качества и продуктовую ценность, может значительно варьироваться в зависимости от стадии лактационного промежутка у коровы, возраста,

телосложения животных, их рациона питания, условий содержания и количества доек. Самые значительные изменения связаны со степенью жирности молока, далее идут изменения в структурных показателях белка, а в меньшей мере – с уровнем сахара молока и количеством минералов.

При росте доли вышеприведённых составляющих в составе молока, увеличении размеров жировых шариков и частиц казеина увеличивается производство сливочного масла, творожных продуктов, сыров, сметаны, сокращаются временные рамки прохождения этапов их изготовления, а также улучшаются органолептические свойства конечных товаров.

Содержание питательных веществ в молоке увеличивается за счет присутствия абсолютного большинства важных для человеческого здоровья витаминов, концентрация которых варьируется в зависимости от типа питания животных.

Один литр молока восполняет суточную норму взрослого человека в жирах животного происхождения, кальции и фосфоре; предоставляет 53 % требуемого объема протеина животного происхождения; 3,5 % – незаменимых жирных кислот и тиамина с витаминами групп А, С; плюс на 12,6 % – фосфолипидов и т. д. Энергетический потенциал молока составляет 2720 кДж/кг.

Характеристики изготовления и применения конечной продукции. Пастеризованное молоко отличается методами термообработки, составом химических компонентов и наличием либо отсутствием дополнительных ингредиентов (дополнений). Это производится в различных вариациях: цельном (прошедшем нормализацию и процедуру восстановления), белковом, обогащенном витаминизированными веществами и низкожирном. Основной продукт имеет в своём составе цельное молоко с содержанием жировых веществ от 3,2 %, а также присутствуют вариации с повышенным или сниженным процентом жирности – 4,0; 6,0; 3,5; 2,5; 1,0 %.

Товар с оконченной выработкой на предприятии проверяют по всем установленным параметрам качества и его пользы на микробиологическом уровне. В соответствии со специализированными нормами, пастеризованному молоку необходимо иметь характерные черты, присущие свежему продукту с выраженным ароматом и вкусом, в отсутствие посторонних послевкусий; иметь гладкую поверхность равномерно белого цвета с небольшими вкраплениями желтизны (для цельного молока); консистенцию без включений чего-либо; отсутствие

осадка или белковых сгустков; жирность и СОМО должны соответствовать стандартам определенного типа продукции; уровень кислотности в маленьких резервуарах не должен превышать 21°Т (для протейнового – максимум 25°Т), в больших – 22°Т, степень чистоты должна соответствовать 1 категории, а температура не должна быть выше 8°С.

Метод пастеризации, утвержденный документацией обязан гарантировать выработку молочной продукции с строго отрегулированными микробиологическими характеристиками: сумма микроорганизмов в пастеризованном молоке категории А, упакованном в бутылки / плёнку не должно быть выше 50 000 условных единиц на 1 мл, а содержание кишечной палочки должно быть не ниже 3 мл; для молока категории Б эти показатели равны 100 000 условных единиц и 0,3 мл, а для молока в больших контейнерах (без разделения по группам) – не более 200 000 условных единиц и 0,3 мл соответственно. Изготовленный молочный продукт, который проходит тепловую стерилизацию, гарантирует отсутствие вредных микробов, способных вызвать множество различных болезней.

#### **4.4.1 Продуктовый расчет молока питьевого, пастеризованного, вырабатываемого из натурального молока**

Концентрация жира в молоке, применяемом для производства пастеризованного продукта, соответствует аналогичному параметру в готовой продукции.

Определение стандартной доли использования стандартизированного молока на одну тонну пастеризованного товара проводится с применением определенной формулы:

$$P_{\text{нм}} = 1000 \times K, \quad (4.5)$$

где  $P_{\text{нм}}$  – стандарт расхода нормализованного молока на 1т готового товара, кг;

$K$  – показатель, учитывающий потери материалов.

Коэффициент, учитывающий потери материалов ( $K$ ) рассчитывается по уравнению:

$$K = 1 + \frac{\Pi}{100}, \quad (4.6)$$

где  $\Pi$  – норма потерь сырья, %. При его выборе принимаются во внимание классификации упаковочных материалов согласно группам компаний.



Определение веса нормализованного молока по полному объему выпущенного товара за одну рабочую смену ( $M_{nm}$ ) в кг, выполняется с использованием специальной формулы:

$$P_{nm} = \frac{M_{гп} \times M_{nm}}{1000}, \quad (4.7)$$

где  $M_{гп}$  – объем завершеного товара, кг;

$P_{nm}$  – стандарт расхода нормализованного молока (композиции) на одну тонну готового товара, кг.

Объем цельного молока измеряется в килограммах согласно стандартной процедуре, используя расчеты на основе материального баланса.

Стадии технологического процесса. Процесс производства пастеризованного молока включает следующие стадии:

- приемка молочной продукции и установление ее характеристик качества;
- очистка молочной продукции, снижение её температуры и хранение в резерве;
- стандартизация по содержанию жира;
- разогрев и унификация состава;
- пастеризация молока;
- охлаждение;
- упаковка в разнообразные емкости;
- укупорка и этикетировка тары;
- размещение, сохранение и транспортировка изготовленной продукции.

Характеристики технических систем. При производстве цельного пастеризованного молока проводят его очистку, нормализацию, однородную обработку, термическую стерилизацию и фасовку.

На первых стадиях процесса производства пастеризованного молока задействуются технические комплексы для приема, охлаждения, переработки, хранения и транспортировки сырьевых компонентов. Для хранения полученного молока используются металлические емкости (цистерны). Молочные продукты и молоко перевозятся посредством специализированных насосных агрегатов. Приемка сырья осуществляется с применением весового оборудования (молокосчетчиков), молокоочистительных сепараторов, пластинчатых охлаждающих установок, фильтровальных устройств и вспомогательной техники.

Основной элемент линии состоит из устройств для нагрева, аппаратов для выделения сливок (центрифуг), агрегатов для перемешивания (гомогенизаторов), установок для стерилизации, систем охлаждающих и емкостей для хранения полуфабрикатов.

Конечная система оборудования линии выполняет функции измерения количества, размещения в упаковках, хранения и транспортировки готовых товаров. Её оснащают оборудованием для сортировки и упаковывания, а также аппаратурой для координации транспортировки продукции и размещения изготовленных товаров.

Конфигурация установки для производства пастеризованного молока показана на изображении 1.

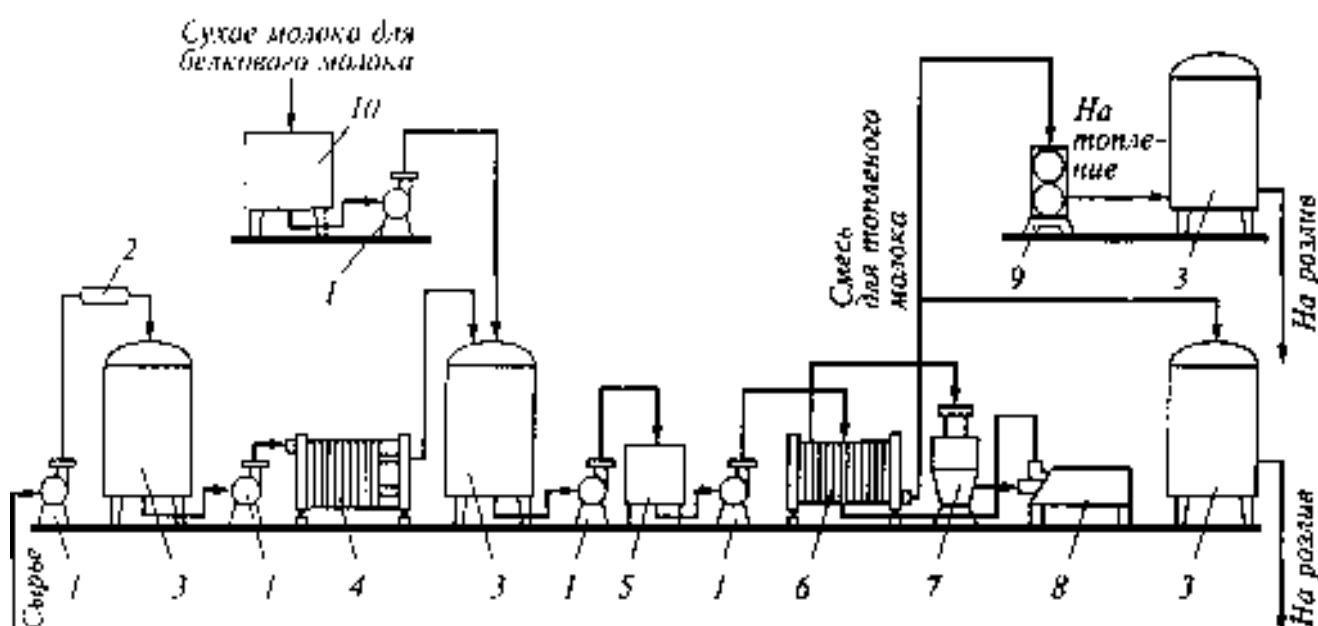


Рисунок 1 – Конфигурация оборудования для линии по изготовлению пастеризованного молока

Конструкция и механизм работы установки. Вначале выполняется проверка молочной продукции по качеству, а затем происходит ее приемка, в процессе которой молоко перекачивается с использованием центробежных агрегатов 1 из емкостей для хранения молока. Для определения количества молочных продуктов на заводах используются специальные устройства, такие как весовые комплексы и измерительные приборы для подсчета объема 2. Массу полученного молока возможно установить, применяя контейнеры с тензометрическими сенсорами либо используя емкости с предварительным взвешиванием.

Затем молоко проходит предварительную обработку, включающую удаление инородных элементов с помощью фильтровальных установок или молочных сепараторов-очистителей, после чего оно охлаждается до 4...6°C на пластинчатых теплообменниках 4 и перекачивается насосами 1 через трубопровод, проходя через балансирующий резервуар 5 в контейнеры для хранения 3. Молочное изделие с температурой ниже 10 градусов можно подвергать приемке без предварительной его заморозки. Холодное молочное сырьё хранится в ёмкостях 3 и подвергается нормализации.

С помощью нормализации обеспечивают соблюдение норм по содержанию жира в молоке или его сухому веществу. В зависимости от содержания жира в исходных ингредиентах и вида выпускаемой молочной продукции для нормализации жирности используют нежирное молоко или сливки, а для нормализации количественных показателей твёрдых веществ – порошковое обезжиренное молоко. В повседневной деятельности часто возникает необходимость уменьшения содержания жира в исходном молоке.

Нормализацию молочной продукции осуществляют двумя методами: непрерывным (поточным) или посредством объединения (смешиванием). Для нормализации в потоке применяют сепараторы-нормализаторы, где непрерывное приведение молока в соответствие стандартам сочетается с фильтрацией его от посторонних частиц.

Молоко предварительно нагревается до диапазона температур 40...45°C в разделе восстановления теплообменного агрегата перед его поступлением в сепаратор-нормализатор.

На небольших предприятиях по обработке молока обычно проводят стандартизацию продуктов посредством их перемешивания в особых резервуарах 3. Чтобы достичь нужной конечной точки, в заданный объем цельного молока добавляют соответствующий объем обезжиренного молока или сливок, рассчитанный по принципам массового баланса при активном смешивании. При производстве белкового напитка используются сухие молочные ингредиенты, которые предварительно растворяют в емкости 10.

Для предотвращения разделения жира и образования сливочного слоя в упаковках во время производства топленого, восстановленного и жирного молока (3,5-6,0 %), молоко, прошедшее нормализацию сначала нагревают до 40-45°C, после чего оно проходит очистку на центробежных сепараторах-молокоочистителях 7 и обязательно перемешивается в гомогенизаторах 8 при температуре 45-63°C и давлении

12,5-15 МПа. После этого молоко подвергают тепловому обеззараживанию при температурном режиме 76°C (с возможными колебаниями на два градуса в обе стороны) в течение 15-20 секунд, после чего его охлаждают до диапазона 4-6°C с использованием специальных пластинчатых устройств для пастеризации и охлаждения 6. Эффективность процесса пастеризации в таких условиях достигает 99,98 %.

При производстве топленого молока применяются трубные или пластинчатые пастеризаторы 9 для разогрева продукта в диапазоне температур 95-99°C. Указанный процесс концентрирования или топления молока происходит в закрытых емкостях 3 на протяжении трех-четырех часов при заданной температуре. После того как процесс заканчивается, молоко охлаждают в агрегатах для пастеризации и охлаждения, которые включают в себя пластинки до достижения температуры 4...6°C.

После этого молочные товары остужаются до уровня 4...6°C и перемещаются в емкость 3, после чего перевозятся на станцию для фасовки. Перед упаковкой готовые товары проходят проверку на соответствие нормам.

Обработанное в пастеризационной установке молоко разливается по стеклянным сосудам, картонным упаковкам, полиэтиленовым мешкам, термоизоляционным резервуарам и контейнерам различных размеров. Упаковка молочной продукции в маленькие контейнеры происходит на мощных роботизированных конвейерах, состоящих из множества модулей, соединенных между собой посредством передвижных ремней.

Оборудование для фасовки молочной продукции в стеклянную тару имеет производительность от 2000 до 36 000 бутылок в течение 1 часа. Заполнение молочной продукции осуществляется согласно уровню с применением круглой упаковочной системы, тогда как закупорка бутылок алюминиевыми крышками выполняется на специализированной машине для герметизации. После этого бутылочки автоматически располагаются внутри коробок.

Для упаковки пастеризованного молока всё больше используются разовые типы упаковочных материалов – полиэтиленовые мешки, бумажные коробки. Этот тип упаковочной продукции значительно облегчен, компактен и исключает трудоемкую фазу очищения. Также применение одноразовых контейнеров гарантирует более высокий уровень санитарии, облегчает процесс использования для покупателей, транспортировку, а также сокращает необходимость в

производственных площадях, трудовых ресурсах и энергетических материалах.

Картонные пакеты представляют собой четырехугольную пирамидальную форму, обтянутые снаружи воском, а внутри – пластиковой лентой. Другие типы конструкций включают прямоугольные упаковочные блоки с двусторонним пластиковым покрытием и применением особых клеевых полос, обеспечивающих усиленную прочность стыковочных швов по сравнению с тетра-пакетами.

Молочную продукцию фасуют в картонные коробочки на специализированных агрегатах, где с помощью передвигающейся и стерилизующей ультрафиолетовым светом бумажной основы создают мешочек, который впоследствии заполняют молоком. В установленные интервалы клещи с нагревательными компонентами стягивают трубку, создавая ряд пакетиков с молочной продукцией, которые впоследствии разрезаются и располагаются в контейнере.

Для разлива молока по бутылкам применяются механизмы, работающие на принципе объемного дозирования. Емкости наполняются молоком согласно специальным меткам или с применением молочных счетчиков.

Для пастеризованного молока обязательно используются запечатанные упаковки с нанесением меток. Алюминиевые флаконы обозначают методом прессования; на мешки, этикетки, наклейки для бутылок и емкостей наносятся надписи водостойким красителем, включающие следующую информацию: имя изготовителя; полное наименование продукции, объем жидкости в литрах (для мешков); период, до которого требуется продать товар в виде числа или даты; а также номер государственного стандарта.

Обработанный методом пастеризации продукт сохраняется в температурных условиях между 0 и 8°C на протяжении 36 часов, начиная с окончания последней стадии производства. Упакованный молочный продукт требует температуры не выше 7°C и может быть сразу же направлен на реализацию или перенесён на временное складирование сроком не превышающим 18 часов в холодных камерах с температурой не выше 8°C и относительной влажности воздуха между 85 и 90 процентами.

Обработанное молоко перевозят в торговые точки и заведения общепита специализированными машинами с теплоизоляционными или закрытыми фургонами.

## 4.5 Проектирование технологической линии по производству сливочного масла

### 4.5.1 Продуктовый расчёт

При продуктовом расчете сначала подсчитывают необходимое количество цельного молока, используемого для производства определенного типа масла ( $m_M$ ) согласно формуле:

$$m_M = \frac{m_{MC} \times (J_{CL} - J_0) \times (J_{MC} - J_{PX})}{(J_M \times (1 - 0,01 \times P_1) - J_0) \times (J_{CL} \times (1 - 0,01 \times P_2) - J_{PX})}, \quad (4.8)$$

где  $m_M$  – необходимый объем цельного молока (кг);

$m_{MC}$  – масса получаемого масла (кг);

$J_{CL}$ ;  $J_0$ ;  $J_{MC}$ ;  $J_{PX}$ ;  $J_M$  – жирность сливок, обрат, масла, пахты и молока, %;

$J_{PX}$  – жирность пахты, получаемой при выработке масла на маслоизготовителях периодического действия – 0,4 %, непрерывного – 0,7 %;

$P_1$  – процент потерь жира при изготовлении сливок относительно жирности молока после его сепарирования (0,38 %);

$P_2$  – норма убыли жира при переработке сливок в масло в % относительно их жирности (0,46 %).

Определение объема сливок с определенным процентом жира возможно с помощью формулы:

$$m_{CL} = \frac{m_M \times (J_M \times (1 - 0,01 \times P_1) - J_0)}{J_{CL} - J_0}. \quad (4.9)$$

Если нужно теоретически определить объем масла, который можно произвести из заданного объема сливок с фактической жирностью ( $m_{MC}$ ), можно применить следующую формулу:

$$m_{MC} = m_{CL} \times \frac{J_{CL} \times (1 - 0,01 \times P_2)}{J_{MC} - J_{PX}} - J_{PX}. \quad (4.10)$$

Количественное определение добавляемого в сливки раствора каротина микробиологической природы ( $m_K$ ) осуществляется с помощью формулы:

$$m_K = \frac{m_{CL} \times J_{CL} \times K}{100} \times \frac{C_K}{100}, \quad (4.11)$$

где  $m_K$  – масса добавляемого раствора каротина, кг;

$K$  – постоянный коэффициент, составляющий 1,2;

$C_K$  – процентное соотношение масляной эмульсии каротина, добавляемой в сливки, относительно предполагаемого количества масла на выходе (0,08-0,1 %).

Количество собранной пахты в кг ( $m_{\text{пх}}$ ) можно примерно рассчитать с использованием формулы:

$$m_{\text{пх}} = m_{\text{сл}} - m_{\text{мс}}. \quad (4.12)$$

Для определения недостающего объема воды в масле ( $B$ ) применяют формулу:

$$B = \frac{m_{\text{мс}} \times (B_{\text{н}} - B_{\text{ф}})}{100 - B_{\text{ф}}}, \quad (4.13)$$

где  $B$  – объем жидкости, который необходимо преобразовать в масло, л;

$B_{\text{н}}$  – содержание воды в масле, соответствующее нормам, установленным ГОСТом, %;

$B_{\text{ф}}$  – реальное количество воды в масле, %.

Масса соли, требуемая для посола масла, определяется с помощью формулы:

$$C = \frac{m_{\text{мс}} \times C_{\text{м}}}{100} \times 1,03, \quad (4.10)$$

где  $C$  – масса соли, кг;

$C_{\text{м}}$  – необходимый уровень соли в масле, %;

1,03 – корректирующий коэффициент учета солевых потерь.

#### **4.5.2 Расчёт производительности и количества машин в линии**

Выбор подходящего технического оснащения гарантирует наличие всех условий для организованной и точной деятельности всей компании.

При определении ключевого технического оснащения принимают во внимание следующий набор факторов:

- соответствие технических и экономических характеристик устройства стандартам современной техники;
- установка баланса между производственными мощностями машин и устройств, формирующих технологические комплексы;
- предпочтительнее использование машин, которые не нуждаются в установке специализированных устройств и вспомогательных общезаводских систем.

Выбор оснащения необходимо осуществлять в точном соответствии с определёнными параметрами эксплуатации оборудования, учитывая длительность его функционирования в рамках смены, дня или производственной очереди.

Поскольку эффективность определенных типов техники выражена в м<sup>3</sup>/ч, появляется потребность преобразовать интенсивность процесса в соответствующее измерение. В дальнейшем для этой цели будет применяться формула:

$$I_{об}^n = \frac{I_M^п}{\rho_n}, \quad (4.15)$$

где  $I_{об}^n$  – объемная интенсивность процесса, м<sup>3</sup>/ч;

$I_M^п$  – массовая интенсивность процесса, кг/ч;

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

Температурные показатели молочной продукции, поставляемой на завод, соответствуют примерно 4°C. В то же время у молока есть определенная степень плотности, равная 1032,3 кг/м<sup>3</sup>.

В таком случае объемная интенсивность резервирования молока ( $I_{об}^{рез}$ ) (перелива молока из автомолцистерны в резервуар) станет равной:

$$I_{об}^{рез} = \frac{10000}{1032,6} = 9,7 \frac{м^3}{ч}. \quad (4.16)$$

Для перенаправления молока из автотанкера на хранение выбирается насос модели 36МЦ-10-20 (табл. 3.4. стр. 59) с подачей 10 м<sup>3</sup>/ч.

Для краткосрочного хранения молочных продуктов используем термоизолированный контейнер модели В2ОГМ-10 с объемом для работы в 10000 л (10 м<sup>3</sup>).

Молоко будет предварительно нагрето в трубчатом теплообменнике модели П8-ОУП-10/5, способном обрабатывать 10000 литров в час.

Эффективность сепаратора-сливкоотделителя должна соответствовать скорости обработки молочной продукции, составляющей 10000 кг/час.

При сепарировании температура молока находится в пределах от 35 до 40°C. Такое молоко характеризуется плотностью 1020,9 кг/м<sup>3</sup>. В этом случае плотность разделения молока достигнет значения:

$$I_{об}^{сеп} = \frac{10000}{1020,9} = 9,8 \frac{м^3}{ч}. \quad (4.17)$$

При сепарировании молока используется сепаратор-сливкоотделитель модели Ж5-ОСН-С, обладающий способностью вырабатывать 10000 литров молока в час.

Интенсивность обработки сливок при пастеризации с точки зрения объема ( $I_{пас}^{сл}$ ) определяется согласно алгоритму:



$$I_{\text{пас}}^{\text{сл}} = \frac{10^3 \times M_{\text{сл}}}{\rho_{\text{сл}} \times t}, \quad (4.18)$$

где  $\rho_{\text{сл}}$  – величина плотности сливок, кг/м<sup>3</sup>;

$t$  – время, необходимое для проведения процедуры, ч.

$\rho_{\text{сл}} = 980 \dots 985$  кг/м<sup>3</sup>. Для расчетов примем  $\rho_{\text{сл}} = 980$  кг/м<sup>3</sup>.

$$I_{\text{пас}}^{\text{сл}} = \frac{10^3 \times 983,7}{980 \times 1} = 1000 \text{ л/ч}. \quad (4.19)$$

Обработку сливок при пастеризации осуществляем в пастеризационно-охлаждающем аппарате пластинчатого типа модели А1-ОКЛ-1, способной на обработку 1000 литров в течение часа.

При выборе устройства для созревания сливок и агрегата по производству масла необходимо определить производственную мощность оборудования для обработки конкретного количества сливок.

Рабочий объем механических устройств ( $V_p$ ) определяется по следующему выражению:

$$V_p = \frac{M_{\text{сл}}}{\rho_{\text{сл}} \times \varphi}, \quad (4.20)$$

где  $\varphi$  – коэффициент использования производственной ёмкости,

$\rho_{\text{сл}}$  – уровень плотности сливок, кг/м<sup>3</sup>.

Коэффициент заполнения резервуаров для созревания сливок колеблется в установленных пределах от 0,8 до 0,85. Для продолжения вычислений предположим, что  $\varphi = 0,825$ .

При таких вводных данных рабочий объем созревания сливок ( $V_p^{\text{соз.}}$ ) будет равняться:

$$V_p^{\text{соз.}} = \frac{983,7}{980 \times 0,825} = 1,22 \text{ м}^3. \quad (4.21)$$

Для вызревания сливок будет использоваться устройство ВСМГ-1200, оснащенное емкостью резервуарной ванны объёмом 1200 л или 1,2 м<sup>3</sup>.

При взбивании сливок показатель, демонстрирующий уровень наполненности резервуара, будем считать равным 0,45. В такой ситуации объем сливок, который нужно сбивать ( $V_p^{\text{сб.}}$ ), будет соответствовать:

$$V_p^{\text{сб.}} = \frac{983,7}{980 \times 0,45} = 2,23 \text{ м}^3. \quad (4.22)$$

Для сбивания сливок возьмём маслоизготовитель с объёмом барабана 2320 л марки ММ – 2000.

Для перемещения сливок из резервуара для вызревания используется ранее одобренный насос с номером модели 36МЦ-10-20.

Упаковка сливочного масла будет происходить в блоки по 200 г. После этого выполняется дополнительная фасовка в специально помеченную пергаментную обёртку. Для выполнения таких заданий используется модель автомата АРМ, способная выработать от 40 до 80 блоков в минуту (480...960 кг/ч).

## 4.6 Проектирование технологической линии по производству сыра

### 4.6.1. Продуктовый расчёт

Процесс расчета начинается с определения жирности эмульсии компонентов, применяемой в производственном процессе выработки сыра, в соответствии со специальным алгоритмом:

$$Ж_{см} = \frac{K \times B_m \times Ж_{с.с.в.}}{100}, \quad (4.23)$$

где  $B_m$  – количество белка в молоке, %;

$Ж_{с.с.в.}$  – жирность сухих составляющих сыродельной продукции, %;

$K$  – коэффициент, составляющий 2,16 для сыров с 50 %-й жирностью; 1,98 – 45 %-й жирности; 1,86 – с жирностью 40 %.

При использовании заквасочного раствора, приготовленного на основании обезжиренного молока, уровень жирности в молоке, прошедшем нормализацию (до добавления закваски) определяют согласно формуле:

$$Ж_{нм} = \frac{(100 + P_3) \times Ж_{см} - P_3 \times 0,05}{100}, \quad (4.24)$$

где  $P_3$  – содержание закваски, %.

После этого рассчитывают стандартное количество потребляемой смеси на одну тонну зрелого сыра по специальной формуле:

$$P_{см} = \frac{Ж_{с.с.в.} \times (100 - B) \times K \times 0,01 \times (1 + 0,01 \times O_T)}{Ж_{см} \times (1 - 0,01 \times (П + O_ж))}, \quad (4.25)$$

где  $K$  – коэффициент для корректировки на основе информации, полученной из анализа проб, взятых зондом (1,025 – при наступлении полной зрелости и начале выпуска сыров в упаковках из полимерного пластика; 1,036 – при зрелости сыра в пластиковых обертках с последующим парафинированием и твердых сыров с жесткими оболочками; 1,0 – для мягких сыров);

$Ж_{с.с.в.}$  – жирность в сухом компоненте сырной продукции, %;

$\Pi$  – убыль жировых составляющих в обработанных смесях на всех этапах производства по нормативу, %;

$O_{\text{ж}}$  – процентное отношение содержания свободных жирных кислот в сыворотке по сравнению с их исходной величиной в обработанной смеси;

$O_{\text{т}}$  – процентное соотношение убыли сырной массы по отношению к общему весу изготовленного сыра.

Определение затрат нормализованного молока на производство одной тонны сырового продукта ( $P_{\text{нм}}$ ) осуществляется с помощью формулы:

$$P_{\text{нм}} = P_{\text{см}} - P_{\text{з}}, \quad (4.26)$$

где  $P_{\text{з}}$  – затраты закваски.

$$P_{\text{з}} = \frac{P_{\text{см}} \times K_{\text{з}}}{100 + K_{\text{з}}}, \quad (4.27)$$

следовательно,

$$P_{\text{нм}} = P_{\text{см}} - \frac{P_{\text{см}} \times K_{\text{з}}}{100 + K_{\text{з}}} = \frac{100 \times P_{\text{см}}}{100 + K_{\text{з}}}. \quad (4.28)$$

Затем рассчитывают вес цельного ( $P_{\text{цм}}$ ) и молока с 0 % жирности ( $P_{\text{ом}}$ ):

а) для нормализации путём смешивания:

$$P_{\text{цм}} = \frac{P_{\text{нм}} \times (J_{\text{нм}} - 0,05)}{J_{\text{цм}} - 0,05}, \quad (4.29)$$

$$P_{\text{ом}} = P_{\text{нм}} - P_{\text{цм}}, \quad (4.30)$$

где  $P_{\text{нм}}$  – затраты нормализованного молока на одну тонну сыра;

$J_{\text{нм}}$  – содержание жира в нормализованном молоке перед внесением заквасочной смеси, %;

$J_{\text{цм}}$  – жирность цельного молока, %.

По объему молока с 0 % жира можно определить величину молока, идущего на сепарирование ( $P_{\text{сеп}}$ ), и общее потребление цельного молока на 1 тонну сыра ( $P_{\text{м.общ}}$ ) согласно расчетным алгоритмам:

$$P_{\text{сеп}} = \frac{P_{\text{нм}} \times (J_{\text{сл}} - J_{\text{ом}})}{J_{\text{сл}} - J_{\text{цм}}} \times \frac{100 + \Pi}{100}, \quad (4.31)$$

$$P_{\text{м.общ}} = P_{\text{цм}} + P_{\text{сеп}}, \quad (4.32)$$

где  $P_{\text{нм}}$  – расход нежирного молока на 1 тонну сырного продукта;

$J_{\text{сл}}$  – содержание жира в составе сливок, %;

$P_{\text{цм}}$  – вес цельного молока, т;

$J_{\text{цм}}$  – процент жира в цельном молоке;

$J_{\text{ом}}$  – содержание жира в обезжиренном молоке, %.

б) для нормализации в поточной системе:

$$P_{\text{цм}} = \frac{(Ж_{\text{сл}} - Ж_{\text{нм}}) \times P_{\text{нм}}}{Ж_{\text{сл}} - Ж_{\text{цм}}}, \quad (4.33)$$

где  $Ж_{\text{сл}}$  – жирность сливок, %;

$Ж_{\text{нм}}$  – содержание жировых веществ в нормализованном молоке перед внесением заквасочного агента, %;

$P_{\text{нм}}$  – объем затрат нормализованного молока для выработки 1 тонны сырной продукции;

$Ж_{\text{цм}}$  – содержание жира в цельном молоке, %.

Оставшийся объем сливок ( $P_{\text{сл}}$ ) будет равняться:

$$P_{\text{сл}} = P_{\text{цм}} - P_{\text{нм}}, \quad (4.34)$$

где  $P_{\text{цм}}$  – количество цельного молока, т;

$P_{\text{нм}}$  – расход молока, прошедшего нормализацию на 1 тонну сыра.

В зависимости от объема изготовленного сыра рассчитывают суммарный спрос на стандартизированный состав, включающий нормализованное молоко, как с жиром в составе, так и без него, а также затраты молока на сепарирование, количество сливок, полученных в процессе; расход цельного молока и объем сливок, оставшихся после нормализации в потоке. Уровень жирности сливок устанавливается согласно предполагаемому применению продукции.

Для установления количества прессов и емкостей подсчитывается число голов сыра ( $K_{\text{гол}}$ ) по следующей методике:

$$K_{\text{гол}} = \frac{M_{\text{сыр}}}{M_{\text{гол}}}, \quad (4.35)$$

где  $M_{\text{сыр}}$  – вес произведенного сыра, прошедшего стадию созревания, кг;

$M_{\text{гол}}$  – вес одной головки сыра, кг (советуется брать этот показатель, по его минимальному значению).

Поскольку учёт в сыродельном цехе основан на количестве сыра, прошедшего процесс прессования ( $M_{\text{с.п.п}}$ , кг), то расчёт ведут согласно формуле:

$$M_{\text{с.п.п}} = \frac{M_{\text{сыр}} \times 100}{100 - Y}, \quad (4.36)$$

где  $Y$  – естественное снижение массы сыра при его усушке (вызревании), % от его веса после прессования;

$M_{\text{сыр}}$  – объем выработанного и созревшего сыра, кг.

Объем сыворотки, который можно получить при производстве сыра, рассчитывается исходя из того, что типичный выход сыворотки при изготовлении твердых сыров и сыров для плавления составляет 80 % от объема используемой смеси, тогда как для мягких сыров этот показатель равен 75 %.

Определение объема подсырных сливок с низким процентом жира ( $M_{\text{сп.сл}}$ ) основано на том, что уровень жира в оставшейся сыворотке после разделения не превышает 0,1 %. Жирность первичной сыворотки вычисляется исходя из жирности смеси и вида сыра согласно определенной формуле:

$$M_{\text{сп.сл}} = \frac{M_{\text{сыв}} \times (Ж_{\text{сыв}} - 0,1)}{Ж_{\text{сл}} - Ж_{\text{сыв}}} \times \frac{100 - \Pi}{100}, \quad (4.37)$$

где  $\Pi$  – убытки жира в процессе сепарирования сыворотки, % ( $\Pi = 0,6$  %).

Объем сыворотки с 0% жирности ( $M_{\text{об.сыв}}$ ) составит:

$$M_{\text{об.сыв}} = M_{\text{сыв}} - M_{\text{сп.сл}}, \quad (4.38)$$

#### 4.6.2 Расчёт производительности и количества машин в линии

Вычисление параметров данной категории машин включает определение производительности агрегатов по переработке сырного зерна и прессов за одну смену, потребления пара для нагрева молочной продукции, а также выбор оборудования с непрерывным режимом функционирования.

Производительность сыроварочных чанов ( $G_c$ , кг) за одну смену:

$$G_c = \frac{V \rho_{\text{см}} \tau_{\text{см}}}{Z_{\text{ц.с}}}, \quad (4.39)$$

где  $V$  – эксплуатационная емкость ванны,  $\text{м}^3$ ;

$\rho_{\text{см}}$  – удельный вес сырного продукта,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$\tau_{\text{см}}$  – длительность рабочего цикла, ч;

$Z_{\text{ц.с}}$  – длительность одного этапа производства сыра из молока, охватывающая действия по заполнению, закваске и свертыванию молочно-смесевой основы, обработке сырной субстанции, формовке (при условии формирования сырных гранул непосредственно в емкости), выгрузке и очистке резервуара, ч. При расчетах для небольших сыров принимают  $Z_{\text{ц.с}} = 2...2,54$ ; для крупных –  $Z_{\text{ц.с}} = 3...3,5$  ч.

Определение затрат тепла и пара на подогрев молока осуществляется с помощью специальных уравнений (4.1) и (4.3); кроме того, в последнем выражении вместо термического КПД устройства

используют показатель  $г|с$ , который учитывает утечки тепла в окружающее пространство; этот показатель для ванн с термоизоляцией и без таковой составляет соответственно 0,8...0,85 и 0,5...0,75.

Производительность пресса за одну смену ( $G_{пр}$ , кг) определяется с помощью специальной формулы:

$$G_{пр} = \frac{m\tau_{см}}{Z_{пр}}, \quad (4.40)$$

где  $m$  – вес сыров, которые подвергаются прессованию, кг;

$\tau_{см}$  – длительность рабочего цикла, ч;

$Z_{пр}$  – время выжимки сырной массы, ч (для твёрдого сыра, подобного российскому  $Z_{пр} = 8$  ч).

Количество контейнеров, требуемых для вызревания сыра ( $n_k$ ) определяется с помощью формулы:

$$n_k = \frac{m_c Z_c}{G_k}, \quad (4.41)$$

где  $m_c$  – количество сырного продукта, производимого ежедневно, кг;

$Z_c$  – продолжительность вызревания сыра в помещении, сут (зависит от вида сыра и равняется 60...160 дн.);

$G_k$  – вместимость контейнера, кг.

Приборы для сортировки сыров, их очистки, просушивания, маркирования, а также покрытия воском выбирают согласно часовому объему производства.

Если для выработки сыра используют резервуар (емкость), то его размер определяется согласно определенной формуле:

$$F_б = \frac{f_k n_k}{k_б}, \quad (4.42)$$

где  $f_k$  – площадь, которую занимает один контейнер с сыром,  $м^2$ ;

$n_k$  – количество контейнерных емкостей, расположенных в бассейне;

$k_б$  – Показатель эффективности использования рабочего пространства бассейна ( $k_б = 0,8...0,85$ ).

Размеры бассейна определяются с учетом параметров стандартных контейнеров (стандартные габариты контейнера для перевозки сыров РЗ-ОКУ составляют  $1100 \times 951 \times 1454$  мм).

Из-за того что время пребывания разных видов сыра в солевом резервуаре варьируется и может составлять от одного до десяти дней, целесообразнее рассчитать площадь резервуара, исходя из предполагаемой нагрузки на квадратный метр его поверхности. В зависимости от веса головок сыра, нагрузка на квадратный метр бассейна при установке контейнеров в два уровня может варьироваться от 400 до 800 кг.

Приборы для изготовления плавленых сыров (агрегаты для размельчения сырья и устройства для расплавления сырной субстанции непрерывного цикла) выбираются согласно их часовому потенциалу выпуска с учетом плана организации технологической обработки.

Эффективность устройств для нарезания сыра ( $Q$ , кг/с) определяется с помощью следующей формулы:

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} z \delta n \rho_c \eta, \quad (4.43)$$

где  $d$  – диаметр дискообразного элемента машины, м;

$z$  – число ножей;

$\delta$  – размерность пластинок сыра, которые можно отделить лезвием ножа, м;  $n$  – частота оборотов диска,  $\text{с}^{-1}$ ;

$\rho_c$  – плотность сыра,  $\text{кг/м}^3$ ;  $\eta$  – общий КПД машины.

Устройства для расплавления сыра выбираются с учетом емкости резервуара и продолжительности оперативного процесса загрузки устройства, плавления сырья и его разгрузки. Время одного цикла для устройства с одним котлом составляет от 25 до 30 минут. В двойной емкости время уменьшено до 15 минут за счет объединения главного этапа обработки в одной части с одновременной загрузкой или разгрузкой материала в другой.

## **4.7 Проектирование технологической линии для производства творога**

### **4.7.1 Технологические линии для производства творога**

Молочная отрасль производит:

- творог с высоким содержанием жира (не ниже 18 % жира, максимум 65 % влажности, кислотность не превышает 210 °Т),
- полужирный (с жирностью минимум 9 %, влажностью максимум 73 %, кислотностью не выше 225 °Т),
- обезжиренный (содержание влаги не превышает 80 %, кислотность не выше 250 °Т).

Творожный продукт должен иметь свежий кисломолочный запах и вкус, исключая присутствие посторонних добавок или ноток. При прикосновении ощущается его мягкость и однородность; жирный творог – слегка клейкий, а обезжиренный – пористый с малым выделением сывороточной жидкости. Цвет продукта светлый, однородный по всей его массе с небольшим кремово-белым оттенком, характерным для жирных творожных продуктов.

В творожной массе содержится большое количество протеина (15-20%) и липидов, благодаря чему она обладает высокими питательными свойствами. Состав творожного белка содержит все незаменимые аминокислотные соединения, которые являются обязательными для нормального развития организма. Ценные питательные и диетические свойства творога превращают его в продукт, имеющий большое значение для потребления в любом возрасте.

**При производстве творога применяются две технологии закваски молока: кислородная и сычужно-кислотная.**

С помощью первого способа образование сгустка в молоке происходит благодаря молочнокислотному брожению. Полученный концентрированный продукт имеет подходящее строение, но при работе с жирным молоком возникают сложности с отделением сыворотки. Поэтому кислотный метод чаще всего используют исключительно для изготовления нежирного творога, а жирный и полужирный творог производят способом кислотно-сычужной обработки.

**Выработка творожной массы кислотно-сычужным способом**

С помощью такой методики изготовления творога образование сгустка осуществляется не только за счет молочнокислотного свертывания, но и с применением специально вводимого сычужного энзима.

Процесс производства творога с использованием кислотно-сычужного способа представлен на рис. 2.

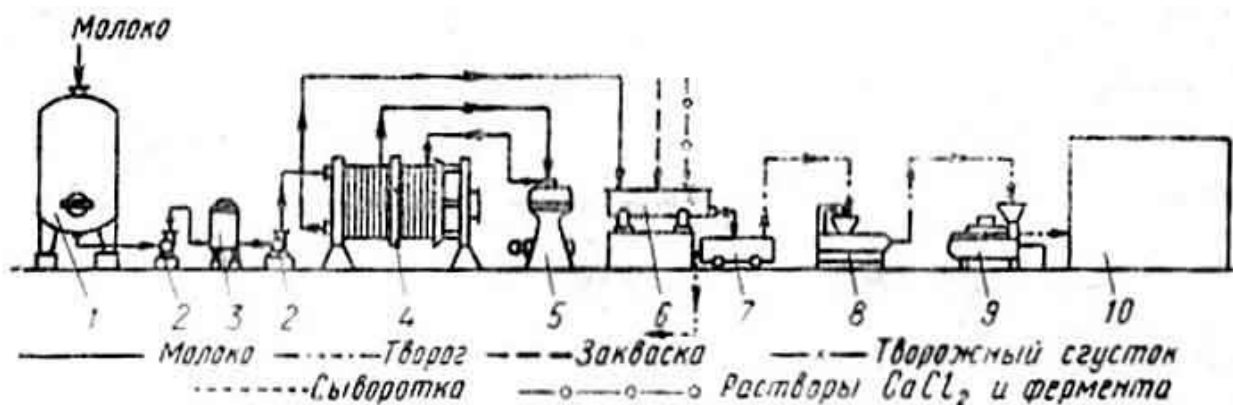


Рисунок 2 – Технологическая схема производства творога с использованием кислотно-сычужного способа:

1 – ёмкость для нормализованного молочного продукта; 2 – насос; 3 – промежуточный бак; 4 – пластинчатый аппарат для пастеризации продуктов; 5 – сепаратор-молокоочиститель; 6 – ёмкость для скопления творожной массы; 7 – пресс-тележка; 8 – охладитель для творога; 9 – расфасовочно-упаковочный автомат; 10 – камера хранения



При производстве творога используют самые свежие и высококачественные молочные продукты. Нормализованный продукт освобождается от инородных элементов и направляется на тепловую обработку. Пастеризованный молочный продукт доводят до температуры, необходимой для закваски, и перевозят в специальных контейнерах для изготовления творожной массы. Чтобы упростить удаление сгустка, ванны размещают на платформе.

Для процесса сквашивания молочных продуктов применяются микроорганизмы, разводимые на основе стерильных проб мезофильных молочнокислых стрептококков. После добавления заквасочного агента молочный состав интенсивно перемешивают.

Сычужный фермент вводят не одновременно со стартовой культурой, а лишь после определенного интервала времени, прошедшего после окончания процесса сквашивания молока. Уровень кислотности закваски повышается  $32-35^{\circ}\text{C}$ , затем вносят раствор хлористого кальция для восстановления свойств пастеризованного молока, необходимых для образования твердого сгустка с хорошим отделением сыворотки под влиянием сычужного фермента. В тщательно перемешанное молоко вносят раствор сычужного фермента. После этого молоко аккуратно взбалтывают и дают ему возможность спокойно отстояться для формирования творожистого сгустка.

Процесс коагуляции молока, если следовать всем нормам изготовления с использованием стартовой культуры на основе мезофильных микроорганизмов, обычно требует 6-8 часов, тогда как с использованием ускоренной методики этот период сокращается до 4-4,5 часов.

При производстве творога из формирующегося сгустка происходит отделение жидкости (содержащей лактозу, минералы, белки сыворотки и другие компоненты). Для ускорения процесса получения сыворотки, сгусток разбивают на мелкие частицы, тем самым значительно увеличивая его поверхность, высвобождая большое количество капилляров и пор, а также сокращая путь, который должна пройти сыворотка, чтобы достигнуть поверхности.

Для достижения этой цели сгусток в момент готовности разрезают на маленькие блоки и оставляют в покое на некоторое время. В течение этого времени из поврежденной массы интенсивно формируется прозрачная сывороточная жидкость, фрагменты становятся более твердыми, и их кислотные характеристики увеличиваются.

Отделившуюся сыворотку удаляют из емкости с использованием шланга или выпускают через специальный механизм.

Отделенный от сыворотки коагулянт извлекается из хранилища и направляется на автоматическую компрессию. Чтобы облегчить разделение сыворотки, коагулирование и прессование осуществляют порционно, применяя прочные мешки. Мешки фиксируются и располагаются в нескольких слоях внутри прессплатформы, где под влиянием собственной массы происходит разделение сывороточной жидкости от сгустка.

По окончании процедуры самопрессования упакованные блоки со сгустком располагаются на сетчатой основе тележки в несколько уровней, затем поверх них помещают платформу и продолжают обработку прессованием, до полной готовности творога. Для ускорения процесса получения сыворотки при прессовании мешки в тележке пресса встряхивают и перекладывают (перемещают верхние мешки вниз, а нижние - вверх).

Для предотвращения роста кислотности важно проводить прессование не внутри производственных помещений, а в комнатах с температурой воздуха не выше 8°C. Для этого вагонетки с механизмами для прессования перемещают из цеха в специализированные помещения. Завершение процесса прессования устанавливается на основе уровня влажности в творожной массе. Процесс отделения сыворотки от творожистой массы, разложенной по пакетам, занимает не меньше 3 ч.

По окончании процесса творог сразу же охлаждают до диапазона температур между 6 и 8°C, чтобы предотвратить рост кислотности в готовом продукте. Для снижения температуры творожной массы на предприятиях молочного производства обычно используются специальные устройства, такие как ротационные барабаны, которые обеспечивают одновременное уплотнение и охлаждение товара, а также более сложные конструкции двойных холодильных установок типа ОТД. На заводах с ограниченными возможностями производства творожных продуктов после их уплотнения в тех же ёмкостях они транспортируются в холодильные камеры. Полностью готовый творог распределяют по крупным и малым контейнерам.

Производство творога с использованием кислотно-сычужного метода имеет ряд значительных недостатков и существенно снижает темпы роста его производства. Выработка данного вида продукции очень продолжительна и потребует как минимум 11 ч. Процессы разделения сыворотки и сгустка не только занимают большое количество

времени, но также требуют значительных усилий физического труда, что приводит к уменьшению производительности производства. При выделении сыворотки из сгустка, происходит потеря большого количества жира.

### ***Изготовление нежирного творога кислотным способом***

Как правило, обезжиренную творожную продукцию изготавливают, применяя кислотный метод производства. Производство данного товара осуществляется не только на больших заводах по переработке молока, но и на малых предприятиях, используя аналогичное оборудование, применяемое для изготовления жирного творога методом кислотно-сычужной обработки.

### ***План изготовления творога кислотным способом:***

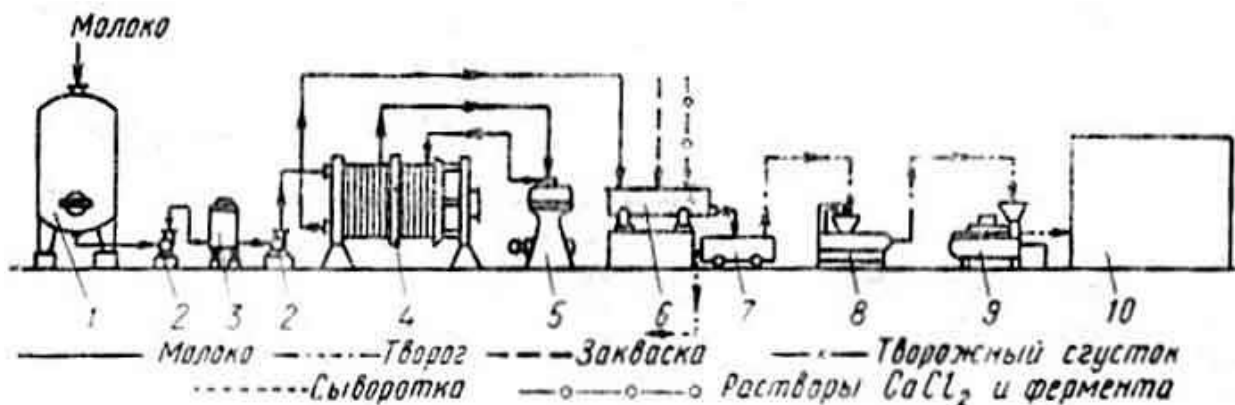


Рисунок 3 – Схема технологической линии производства творога кислотным способом

- 1 – тара для нормализованного молока; 2 – насос; 3 – промежуточный бак; 4 – пластинчатое пастеризационное устройство; 5 – сепаратор-молокоочиститель; 6 – контейнер для творожной массы; 7 – пресс-тележка; 8 – охладитель для творожной массы; 9 – Машина для фасовки и упаковки; 10 – камера хранения.

Молоко с 0 % жирности, используемое для производства творога, обязательно должно быть свежим, хорошего качества и обладать кислотностью не превышающей 21 градус по Тёрнеру. Его подвергают пастеризации, затем охлаждают до температуры, необходимой для закваски, и отправляют в специальные емкости. При тщательном смешивании в обезжиренное молоко добавляется стартовая культура, после чего его помещают в неподвижное положение для формирования творожистого сгустка.

Чтобы ускорить разделение сыворотки, сгусток нарезают поперечными и продольными надрезами на кубы со стороной 20 миллиметров, а затем дают ему постоять в спокойном состоянии 10-15 минут. Ускорение процесса синерезиса происходит при увеличении теплоты, приводя к усилению сжатия протеинового сгустка и более активному отделению сывороточной жидкости. Из-за этого разделённую массу подвергают тепловой обработке (варке) до достижения температуры между 36 и 38°C.

При изготовлении творога в двойных емкостях, между стенками этих емкостей подается горячая вода. Чтобы обеспечить равномерное распределение тепла по всему объему, сгусток аккуратно размешивается. Если творог делают в одноместных емкостях, то для разогрева к нему доливают горячий сывороточный продукт с температурой 60-65°C. В случае высокой кислотности сгустка предпочтительнее подогревать его прокипяченной горячей водой. Добавлять в ванну горячий молочный продукт или жидкость необходимо медленно, перемешивая содержимое, чтобы предотвратить локальное чрезмерное нагревание сгустка.

Избыточное нагревание сгустка приводит к появлению у творога сухого и крупнозернистого состава. Недостаточное нагревание сгустка приводит к задержке выделения сыворотки, что способствует увеличению кислотности и негативно влияет на свойства продукции. После того как достигнута заданная температура, процесс нагрева останавливают, а образовавшийся осадок оставляют неподвижным на 10-15 минут для более эффективной деэмульгации. После этого часть сыворотки убирается, а сгусток распределяется по пакетам. Уровень кислотности продукта до разлива должен составлять 80-85 градусов по Тёрнеру. Процесс самопрессования и прессования сгустка осуществляется в специальных тележках аналогично тому, как это делают при изготовлении жирного творога методом кислотно-сычужной коагуляции.

Обезжиренный творог применяется преимущественно в качестве основного материала для изготовления плавленых сырков и потому фасуется в большие емкости.

### ***Раздельный способ производства творога***

Для сокращения времени разделения сыворотки и существенного уменьшения потерь жира в процессе была разработана методика изготовления жирного творога отдельными этапами.

Суть метода разделения состоит в предварительном сепарировании молока, используемого для производства творога. Из молока с 0 % жира производят обезжиренный творог, который впоследствии смешивают со сливками для увеличения его жирности.

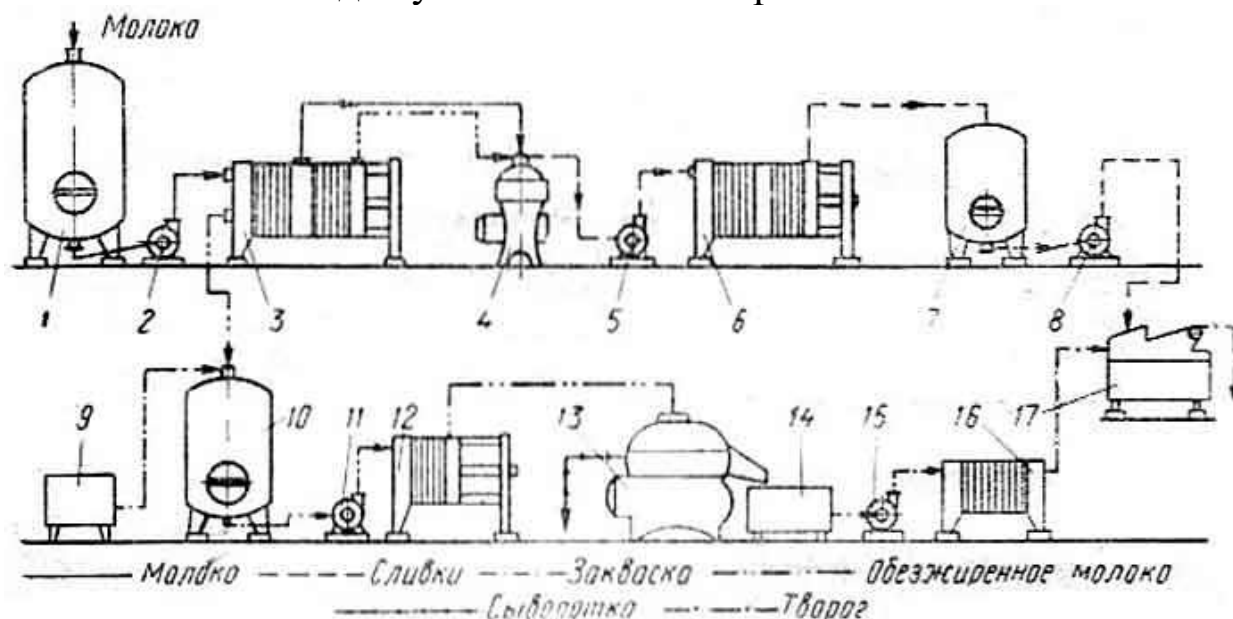


Рисунок 4 – План производства творожной продукции методом разделения

1, 7 и 10 – ёмкости; 2 – насос для молока; 3 – пластинчатый агрегат для пастеризации; 4 – сепаратор-сливоотделитель; 5 – насос для сливок; 6 – аппарат для пастеризации сливок; 9 – дозирующий насос; 8 – заквасочник; 11 – мембранный насос; 12 – пластинчатый теплообменник; 13 – творожный сепаратор; 14 – приемник; 15 – насос для творога; 16 – охладитель; 17 – смеситель

Изготовление жирного и полужирного творога отдельным способом возможно также на стандартных машинах (резервуарах для творога, прессплатформах и так далее). Обезжиренный творожный продукт производят методом кислотной коагуляции. Из обезжиренного сгустка проще и быстрее можно отделить сыворожку.

Сначала творожную массу уплотняют в мешках до заданной степени увлажнения, а затем отправляют на вальцово-дробильную машину, где она тщательно перемалывается для обеспечения равномерной текстуры. После этого продукт попадает в месильную установку, где добавляют определенное количество предварительно охлажденных сливок. После полного смешивания готовый товар отправляется на упаковку.

При изготовлении творога методом разделения необходимо проводить дополнительные процедуры по сепарированию молока, а также по соединению нежирного творога со сливками. Вместе с тем, метод обладает существенными плюсами, одним из которых является сокращение потребления жиров.

При изготовлении творога методом разделения на имеющемся оборудовании некоторые действия осуществляются вручную, отсутствует непрерывность процесса, а также вызывает значительные трудности применение мешков для прессования сгустка. Все упомянутые проблемы решаются с помощью применения особых сепараторов.

Завершённый творог расфасовывают на автоматах. На этих линиях ежечасно производится 500-600 килограммов творожной продукции; их основные покупатели – большие молочные предприятия, обрабатывающие не меньше 30 тонн молочной продукции за одну смену.

Главным преимуществом данной линии является тот факт, что весь технологический процесс полностью автоматизирован, происходит бесперебойно и в замкнутом цикле. В результате устранены все действия по производству творога, выполняемые вручную (кроме очистки аппарата). Наиболее сложная операция – выделение сывороточной жидкости из творожистого продукта – осуществляется бесперебойно с использованием сепараторов. В итоге создаются более благоприятные санитарно-гигиенические условия на производстве, растет эффективность работы, уменьшается стоимость изготовления и увеличивается уровень качества конечной продукции.

#### **4.7.2 Расчёт производительности и количества машин в линии**

Способ производства творога зависит от объема перерабатываемого сырья. При переработке до 5 т молока в смену применяют традиционный способ производства творога с использованием творожных ванн различной вместимости. Творог из 20 т молока и более целесообразно производить раздельным способом при помощи сепараторов для обезвоживания творожного сгустка.

Оборудование периодического действия подбирают исходя из сменной производительности ванн в смену ( $M_{см}$ , м<sup>3</sup>), рассчитываемой по формуле:

$$M_{\text{см}} = \frac{V Z_{\text{см}}}{Z_{\text{цт}}}, \quad (4.44)$$

где  $V$  – рабочая вместимость ванн,  $\text{м}^3$ ;

$Z_{\text{см}}$  – продолжительность смены, ч;

$Z_{\text{цт}}$  – продолжительность одного цикла переработки молока в творог, включающего в себя операции наполнения ванны, нагревания нормализованной смеси до температуры сквашивания ( $32^\circ\text{C}$ ), сквашивания, выгрузки из ванны сгустка с сывороткой и мойки ванны, ч.

Продолжительность наполнения ванны нормализованным молоком и его нагревания до температуры сквашивания зависит от графика организации технологических процессов и оборудования самой линии (температура поступающего в ванны молока, подача молочного насоса и т.д.).

Продолжительность выгрузки сгустка и сыворотки из ванны самотеком можно определить по формуле (2.5), используя соответствующий коэффициент расхода  $\rho$  (0,85...0,9).

Продолжительность сквашивания можно принять равной 7...7,5 ч.

Расход теплоты и пара для нормализованной смеси в ваннах определяют по формулам (4.1) и (4.3).

Оборудование для охлаждения (охлаждения и прессования) подбирают по часовой производительности, указанной в его технической характеристике.

Количество холода, необходимое для охлаждения творога ( $Q_x$ , Дж/ч) получают по формуле:

$$Q_x = k_x G_{\text{п}} c_{\text{п}} (t_1 - t_2), \quad (4.45)$$

где  $k_x$  – коэффициент, учитывающий потери холода в окружающую среду (для открытых охладителей  $k_x = 1,3$ ; закрытых  $k_x = 1,2$ );

$G_{\text{п}}$  – массовый расход продукта, кг/ч;

$c_{\text{п}}$  – удельная теплоемкость продукта, Дж/(кг  $\times$  К);

$t_1$  и  $t_2$  – температура творога на входе в охладитель ( $t_1 = 25...30^\circ\text{C}$ ) и выходе из него ( $t_2 = 8...14^\circ\text{C}$ ).

При расчете оборудования для производства творога отдельным способом технологические емкости подбирают с учетом их рабочей вместимости, продолжительности работы и сменной производительности. Сепараторы для обезвоживания творожного сгустка, а также насосы для перекачивания сырья и готового продукта подбирают, исходя из их часовой производительности (подачи).

Производительность вальцовочных машин ( $Q$ , кг/с) рассчитывают по формуле:

$$Q = \pi d_{\text{в}} n \delta \rho_{\text{п}}, \quad (4.46)$$

где  $d_{\text{в}}$  – диаметр вальцов, м;

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

$\delta$  – толщина слоя продукта на вальцах, м;

$\rho_{\text{п}}$  – плотность продукта,  $\text{кг/м}^3$ .



## **5 ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИНИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ МЯСОПРОДУКТОВ**

### **5.1 Классификация линий по производству мясопродуктов**

Технологические линии по производству мясопродуктов классифицируются следующим образом:

1. Поточно-механизированные линии по убою и переработке крупного рогатого скота.
2. Поточно-механизированные линии по убою и переработке мелкого рогатого скота.
3. Поточно-механизированные линии по убою и переработке свиней.
4. Поточно-механизированные линии по убою и переработке птицы.
5. Технологические линии для производства колбасных изделий.
6. Технологические линии для производства мясных деликатесов.
7. Технологические линии для производства полуфабрикатов из мяса.

### **5.2 Продуктовый расчет**

Потребность в основном сырье для изготовления колбас определяется по каждому виду колбас в соответствии с рецептурой и нормой выхода готовой продукции. Общая масса ( $M_c$ , кг) основного сырья рассчитывается по формуле:

$$M_c = M_{\Pi} \times 100 / B, \quad (5.1)$$

где  $M_{\Pi}$  – масса планируемого выпуска колбас каждого наименования за смену, кг;

$B$  – выход готовой продукции, % к массе несоленого сырья.

Значения  $B$  на каждый вид изделия приведены в нормативной документации по сертификации, сборниках нормативных показателей по выходу продукции и расходу сырья и материалов, действующих в мясной промышленности и утвержденных в установленном порядке. Масса сырья ( $M_j$ ) по видам и сортам, пряностей и других материалов определяется по формуле:

$$M_j = M_c J / 100. \quad (5.2)$$

где  $J$  – норма расхода сырья, пряностей и материалов согласно рецептуре, кг (значения  $J$  приведены в тех же источниках, что и значения  $B$ );

$M_c$  – общая масса основного сырья, кг.

К основному сырью относят мясо всех видов скота и птицы, белковые компоненты, крахмал, муку, шпик, обрезь мясную, субпродукты, плазму крови и пищевые добавки. Из пряностей и материалов в рецептурах колбас используют: перец, мускатный орех, кардамон, тмин, сахар-песок, чеснок, кориандр и др., а также multifunctional добавки и смеси специй и пряностей. Результаты расчетов записывают в таблицу следующего вида.

Таблица 1 – Расчет основного сырья, пряностей, материалов

Наименование сырья и материалов	Количество	
	Норма, кг	Расчет, кг

Количество добавляемой влаги зависит от вида продукта и норм закладки воды, которые приведены в нормативной документации по выпуску конкретного вида продукции, и в среднем составляет 20-35 % от общего количества фарша. Следует помнить, что при производстве копченых колбасных изделий дополнительная влага не вносится, если это особо не оговорено в нормативном документе (например, для гидратирования белковых препаратов). Учитывая, что необходимое количество мясного сырья, рассчитанное по показателям сортности, не всегда совпадает с его фактическим количеством, полученным в результате сырьевых расчетов, необходимо привести в соответствие количество жилованного мяса, поступающее в резервное посолочное отделение, и его расходом на производство. Результаты расчетов сводятся в таблицу следующего вида (табл. 2).

Таблица 2 – Расчет количества основного сырья согласно показателям сортности

Сырье	% соотношение	Количество основного сырья	
		Фактическое количество	Потребное количество

### 5.3 Расчет и подбор технологического оборудования

Выбор и расчет необходимого оборудования также являются одним из наиболее важных этапов разработки проекта предприятия, так как от правильного выбора оборудования зависят четкая и планомерная работа предприятия, качество выпускаемой продукции, производительность труда, размеры прибыли. Основанием для подбора оборудования являются мощность предприятия (масса переработанного сырья) и технологическая схема его переработки с обозначением последовательности отдельных операций и их режимов.

При подборе оборудования необходимо учитывать:

- соответствие единицы оборудования или технологической линии выбранной технологической схеме;
- соответствие производительности машины массе перерабатываемого сырья (коэффициент использования);
- обеспечение высокого качества продукции при минимальных затратах сырья;
- возможности интенсификации технологических процессов;
- специализацию, структуру рабочего цикла;
- габаритные размеры и массу оборудования, занимаемую площадь; стоимость;
- затраты рабочей силы;
- уровень экологической защиты.

При выборе оборудования предпочтение следует отдавать автоматическому или непрерывно действующему оборудованию. Вспомогательное и транспортное оборудование выбирается в соответствии с основным и определяется организацией производственного потока в целом. При этом следует стремиться к тому, чтобы был создан единый ритм производства по всему технологическому процессу. Важнейшим показателем рациональности выбора машин являются коэффициенты их использования по времени и загрузке.

При этом учитывают, что расчетные показатели не должны быть ниже 0,8.

Коэффициент использования оборудования по времени ( $K_t$ ) находится по формуле:

$$K_t = \tau / T_1, \quad (5.3)$$

где  $\tau$  – продолжительность работы оборудования за смену, ч;

$T_1$  – продолжительность смены, ч.

Коэффициент использования оборудования по загрузке ( $K_M$ ) вычисляется по формуле:

$$K_M = M_1/M_2, \quad (5.4)$$

где  $M_1$  – масса сырья или полуфабрикатов, единовременно загружаемых в машину, кг;

$M_2$  – теоретически возможная масса сырья или полуфабрикатов, единовременно загружаемых в машину, кг.

Количество оборудования непрерывного действия ( $N$ ) рассчитывают по формуле:

$$N = M/Q, \quad (5.5)$$

где  $M$  – масса сырья, поступившего на переработку, кг/смену;

$Q$  – производительность оборудования (линии), кг/смену;

Количество оборудования периодического действия ( $N$ ) определяют по формуле:

$$N = F_\tau/M_3T_3, \quad (5.6)$$

где  $F_\tau$  – длительность цикла, ч;

$M_3$  – масса обрабатываемого сырья, кг.

$T_3$  – время работы оборудования, кг/смену.

Выбранное оборудование должно обеспечивать:

- минимальные затраты рабочей силы;
- минимальные габаритные размеры или минимальную занимаемую производственную площадь;
- высокое качество готовой продукции;
- минимальные энерго- и материалозатраты.

Вспомогательное и транспортное оборудование подбирают в соответствии с принципом работы основного технологического оборудования и организацией технологического процесса.

Длина столов ( $L$ , м) для различных операций в зависимости от сменной производительности цеха находится по формуле:

$$L = A l \tau / T 60 L_1, \quad (5.7)$$

где  $A$  – производительность, шт./смену;

$l$  – расстояние между двумя единицами продукции или длина рабочего места, м ( $l = 1,5$ – $2$  м на человека);

$\tau$  – продолжительность обработки продукции, мин;

$T$  – продолжительность смены, ч;

$L_1$  – резервный запас длины стола для организации нормальной работы на участке, м ( $1,5$ – $2,5$  м).

Для установления ритма работы технологического оборудования после выбора и расчета количества оборудования составляют график его работы в соответствии с последовательностью проведения технологических процессов, что позволит проверить правильность расчета количества единиц оборудования с учетом коэффициента его использования по времени и уточнить целесообразность выбора данного оборудования, увязать по времени ход технологического процесса, включая все основные и подготовительные операции, а также санитарную обработку оборудования. Эта работа позволяет увязать по времени ручные и механические операции, уточнить продолжительность и расход энергозатрат, в случае необходимости откорректировать подачу энергоресурсов по времени, решить вопросы автоматизации технологического процесса и т. п.

Циклограмму работы оборудования строят следующим образом: по вертикали указывают выбранное оборудование, а по горизонтали откладывают производительность процесса.

Построением графика работы оборудования заканчивается подготовительный этап к проектированию технологического процесса в пространстве и выбору зданий для его оформления.

Длина участка в зависимости от количества работающих на данной операции ( $L$ , м) рассчитывается по формуле:

$$L = l * n / K + L_u, \quad (5.8)$$

где  $l$  – норма длины стола на одно рабочее место, м;

$n$  – число рабочих, чел.;

$K$  – коэффициент, учитывающий одностороннюю ( $K = 1$ ) или двустороннюю работу ( $K = 2$ );

$L_u$  – резервный запас длины стола, м (1,5–2,5 м).

Результаты расчета оборудования дополняют технической характеристикой (тип или марка машины, производительность или вместимость, мощность электродвигателя) и сводят в таблицу.

#### **5.4 Проектирование технологической линии по производству варёной колбасы**

Основным сырьём для выработки фаршированных и варёных колбас являются: мясо всех видов скота и птицы, обработанные субпродукты, белковые препараты животного и растительного происхождения (кровь, молоко и продукты их переработки, соевые изоляты,

концентраты), мука: пшеничная, рисовая, гречневая, овсяная, пшеничная, гороховая; крупы: рисовая, перловая, манная, ячневая; пшено, горох, животные и растительные жиры, яйца и яйцепродукты, крахмал, овощи и др. В доле мясного сырья, используемого для выработки колбасных изделий, основное значение занимают говядина и свинина. В отдельных регионах России используют также баранину, козлятину, конину, оленину, верблюжатину, буйволятину и мясо яков.

Подготовка основного сырья и вспомогательных материалов. Технологический процесс производства варенных колбас, сосисок, сарделек и мясных хлебов начинается с подготовки основного сырья и вспомогательных материалов. Подготовка основного сырья включает размораживание замороженных мяса, субпродуктов, разделку туш (полутуш, четвертин), обвалку отрубов, жиловку и сортировку мяса и субпродуктов, гидратации: белковых препаратов, приготовление белкового стабилизатора и белково-жировых эмульсий. При подготовке вспомогательных материалов производят просеивание сыпучих продуктов, составление необходимых композиций специй, приготовление растворов отдельных веществ, определенные операции для каждого вида колбасных оболочек (сортировку, замачивание, калибровку, промывку, нарезание на отрезки, наложение скоб, нанесение печатных обозначений и т.д.).

Мясо в тушах, в полутушах и четвертинах размораживают на подвесных путях в специальных камерах, предназначенных для размораживания, а в отдельных случаях – и последующего краткосрочного хранения. Камеры размораживания размещены вне контура холодильника, в непосредственной близости к помещениям разделки, обвалки и жиловки мяса.

Разделку, обвалку и жиловку говядины, свинины и баранины производят в соответствии с «Технологической инструкцией по обвалке и жиловке мяса». Подготовка жирового сырья. При использовании свиного шпика или жира-сырца их охлаждают до температуры от 0 до 4°C. Затем производят подготовку пряностей и других материалов измельчение и посол сырья. Жилованное мясо перед посолом нарезают на куски массой до 1 кг (в процессе жиловки) или измельчают на волчке с диаметром отверстий решетки 2-6 мм (мелкое измельчение или с диаметром отверстий решетки 16-25 мм. Для отдельных видов колбас с целью создания определенного рисунка на разрезе мясо измельчают на волчке с диаметром отверстий решетки 2-3 мм. Для отдельных видов

колбас с целью создания определенного рисунка на разрезе мясо измельчают на волчке с диаметром отверстий решетки 8-12 мм. При посоле поваренную соль добавляют из расчета на 100 кг мяса в количествах, регламентируемых нормативной документацией. При посоле мяса добавляют нитрит натрия в количестве 7,5 г на 100 кг мясного сырья в виде раствора концентрацией не выше 2,5 % или вводят его при приготовлении фарша колбасных изделий. Фарш варёных колбас готовят на куттере. Температура готового фарша должна быть 12-18°C. При этом на 1-ой стадии обработки оптимальная температура фарша 3-5°C (для лучшей экстракции солерастворимых белков), что достигается добавлением льда. Глубина вакуума при куттеровании составляет  $1,15 \times 10^4$  Па (115 мм рт. ст. или 80-85 %). Количество добавляемой воды (льда) регламентируется конкретной нормативной документацией. Для снижения температуры фарша рекомендуется частичная или полная замена воды льдом (снегом), которая зависит от типа измельчителя, продолжительности измельчения, температуры сырья и других факторов.

В современных моделях куттеров после получения тонкоизмельченного фарша машину переключают на режим перемешивания, вводят шпик или другие компоненты, измельченные на кусочки определённых размеров, и продолжают обработку до их равномерного распределения в фарше. Наполнение оболочек фаршем производят на шприцах различных конструкций с применением или без применения вакуума, снабженных устройством для наложения скоб или без него. Глубина вакуума  $0,8 \times 10^4$  Па, давление нагнетания фарша должно обеспечивать плотную набивку фарша. Наполнение фаршем натуральных и искусственных оболочек диаметром 65–120 мм производят с использованием цевок диаметром от 30 до 60 мм. После шприцевания фарша в оболочку проводят осадку колбасных изделий. Она может длиться от 20–30 минут до 12 часов, в зависимости от вида вырабатываемых колбас. Батоны, размещенные на рамах, направляют на термическую обработку, которая состоит из нескольких последовательно осуществляемых операций: обжарки, варки, охлаждения. Обжарку и варку колбас производят в стационарных обжарочных и варочных камерах с контролем температуры или в комбинированных камерах и термоагрегатах непрерывного действия с автоматическим контролем и регулированием температуры, влажности и скорости движения среды. Подсушку и обжарку колбас производят при температуре 80–100°C,

относительной влажности 10–20 %. Непосредственно после обжарки батоны варят паром или циркулирующим влажным воздухом при температуре 75–80°C, для оболочки белкозин – 73–76°C и относительной влажности воздуха 90–100 % в течение 50–150 минут (в зависимости от диаметра оболочки) до достижения в центре батона температуры  $(7,1 \pm 1)^\circ\text{C}$ . Термическая обработка варёных колбас производится по заданной программе. После варки колбасу охлаждают под душем или в ёмкостях холодной водопроводной водой в течение 20–40 минут, а затем в камерах воздушного или гидроаэрозольного охлаждения при температуре от 0 до 4°C или в туннелях интенсивного охлаждения при температуре от минус 5 до минус 7°C, или других аналогичных устройствах до достижения в центре батона температуры не ниже 0 и не выше 15°C.

## 5.5 Продуктовый расчёт

Масса мяса на костях ( $M_k$ , кг) определяется по формуле:

$$M_k = n \cdot M_T, \quad (5.9)$$

где  $n$  – число говяжьих или свиных туш, шт.;

$M_T$  – масса туши, кг.

Масса жилованного мяса ( $M_{\text{жил}}$ , кг) определяется по формуле:

$$M_{\text{жил}} = \frac{M_k \cdot e}{100}, \quad (5.10)$$

где  $M_k$  – масса мяса на костях, кг;

$e$  – выход жилованного мяса.

Определение массы конкретного ингредиента ( $m_i$ , кг) необходимого в соответствии с рецептурой для производства заданного количества продукта, проводится по формуле:

$$m_i = \frac{M \cdot m_{0i}}{B}, \quad (5.11)$$

где  $M$  – масса продукта, которую необходимо произвести, кг;

$m_{0i}$  – масса ингредиента, которая в соответствии с рецептурой приходится на 100 кг несоленого сырья;

$B$  – отношение массы конечного продукта к массе несоленого исходного сырья, %.



## 5.6 Расчёт производительности и количества машин в линии

Необходимое количество оборудования ( $N$ ) рассчитывают по формуле:

$$N = \frac{A}{Q}, \quad (5.12)$$

где  $N$  – число единиц оборудования;

$A$  – количество сырья перерабатываемого на данной машине в смену, кг;

$Q$  – производительность машины в смену, кг.

### Подбор и расчет конвейера

Для обвалки и жиловки мяса говядины и свинины проектируем использование конвейера марки РЗ-ФЖ-2В-05, производительностью 2750 кг/ч.

Количество конвейеров ( $N$ ) рассчитываем по формуле:

$$N = \frac{62873,3}{2750 \cdot 8} = 3 \text{ (шт.)}. \quad (5.13)$$

### Подбор и расчет волчка

Для измельчения мяса подбираем волчок марки МП-1-160, производительностью 2-5 т/ч:

$$N = \frac{45620,7}{5000 \cdot 8} = 0,9 \approx 1 \text{ (шт.)}. \quad (5.14)$$

### Подбор и расчет посолочных аппаратов

Рассчитываем количество аппаратов посолочных на вареные колбасы, подбираем посолочный аппарат марки ФАП, производительностью 6000 кг/ч:

$$= \frac{28620,55}{6000 \cdot 8} = 0,6 \approx 1 \text{ (шт.)}. \quad (5.15)$$

Подбор и расчет куттера. Рассчитаем количество куттеров на вареные колбасы, подбираем куттер марки Л5-ФКН производительностью 1300-2000 кг/ч:

$$N = \frac{10940,86 + 10442,09 + 1444,4}{2000 \cdot 8} = 1,4 \approx 1 \text{ (шт.)}. \quad (5.16)$$

Подбор и расчет шпигорезки. Подбираем шпигорезку марки ФШГ, производительностью 1000 кг/ч:

$$N = \frac{5390,05}{1000 \cdot 8} = 0,7 \approx 1 \text{ (шт.)}. \quad (5.17)$$

### Подбор и расчет шприцовочных аппаратов

Рассчитываем количество шприцовочных аппаратов на колбасы, подбираем шприцовочный аппарат марки ФША, производительностью 1500 кг/ч:

$$N = \frac{28620,55}{1500 \cdot 8} = 2,4 \approx 2 \text{ (шт.)}. \quad (5.18)$$

Подбор и расчет термоагрегатов

Рассчитываем количество термоагрегатов на вареные колбасы, подбираем термоагрегат марки ТРС - 500, производительностью 500 кг/ч:

$$N = \frac{28620,55}{500 \cdot 8} = 7,1 \approx 7 \text{ (шт.)}. \quad (5.19)$$

Подбор и расчет льдогенератора

Рассчитываем количество льдогенераторов на вареные колбасы подбираем льдогенератор марки Л – 250, производительностью 300 кг/ч:

$$N = \frac{3201,63}{300 \cdot 8} = 1,3 \approx 2 \text{ (шт.)}. \quad (5.20)$$

Подбор и расчет фаршемешалки для вареных колбас

Рассчитываем количество фаршемешалок марки ФМ1М-650, производительностью 650 кг/ч:

$$\frac{5793,2}{650 \cdot 8} = 1,1 = 1 \text{ (шт.)}. \quad (5.21)$$

Подбор и расчет рамы для колбасных батонов

Подбираем раму для колбасных батонов, грузоподъемностью 200-300 кг.

## 5.7 Проектирование технологической линии по производству полукопчёной колбасы

Для выработки полукопченых колбас применяют говядину, свинину, шпик, жир-сырец говяжий и свиной, баранину. Жилованное говяжье и нежирное свиное мясо перед посолом измельчают на волчке с отверстиями решетки диаметром 16–25 мм или 2–3 мм; допускается посол мяса в кусках. После выдержки в посоле говяжье, а также полужирную свинину измельчают на волчке с отверстиями решетки диаметром 3 мм, если они были посолены в виде шрота или в кусках. Тонкоизмельченное говяжье и свиное мясо перемешивают в мешалке в течение 2–3 мин с добавлением пряностей, затем вводят измельченную на более крупные кусочки полужирную свинину (или жирную говядину) и перемешивают еще 2–3 мин, потом вносят грудинку, шпик. Для наполнения оболочек фаршем используют шприцы различных конструкций. Наиболее оптимален – роторный шприц, т.к. он меньше перетирает колбасный фарш. Для устранения пористости колбасы и сокращения расхода оболочки, улучшения окраски колбасы

применяют вакуумные шприцы. На поточно-механизированных линиях фарш вакуумируется в вакуум-прессе. Наполненные фаршем оболочки перевязывают шпагатом, суровыми или льняными нитками для уплотнения фарша и образования петли, за которую батоны вешают на палки. Батоны навешивают на рамы на расстоянии 8–10 см один от другого. Термическая обработка этих колбас включает осадку, обжарку, варку, охлаждение, копчение и сушку. В процессе такой обработки колбаса теряет влагу, что обеспечивает ее относительную стойкость при хранении. Перед обжаркой батоны подвергают осадке в течение 2–4 ч при температуре +8° С. После осадки батоны подвергают обжарке (горячему копчению) при +80...+100°С в течение 60–100 минут до полного высыхания оболочки и покраснения поверхности батонов. Обжаренные батоны варят в пароварочных камерах или в воде при 75–85° С до достижения в центре батона 68–72° С в зависимости от диаметра батона; загружают колбасу в воду, нагретую до +90°С. Продолжительность варки зависит от вида и диаметра оболочки и составляет для черев 40–50 мин, для кругов и искусственных оболочек – 50–60 мин. После варки колбаса остывает в течение 2–3 ч при температуре не выше 20° С. Коптят колбасу в коптильных или обжарочных камерах в течение 12–24 ч при +35...+50°С. После копчения колбасу охлаждают до температуры в центре батона не ниже 0°С и не выше +15°С. Полукопченую колбасу, предназначенную для отгрузки или длительного хранения, сушат при 12° С и относительной влажности 75–78 % до достижения установленного содержания в ней влаги требованиям технических условий.

## 5.8 Продуктовый расчёт

1. Определение массы основного сырья ( $A$ , кг) происходит по формуле:

$$A = B * 100 / Z, \quad (5.22)$$

где  $B$  – количество изделий в смену, кг;

$Z$  – выход готового продукта к массе несоленого сырья, %.

2. Определение основного количества сырья ( $D$ , кг) производят по формуле:

$$D = A * q / 100, \quad (5.23)$$

где  $A$  – масса основного сырья, кг;

$q$  – норма расхода сырья согласно рецепту, кг.

3. Расчет потребности в пряностях и материалах ( $D_1$ , кг) производят по формуле:

$$D_1 = A * q / 100, \quad (5.24)$$

где  $A$  – масса основного сырья, кг;

$q$  – норма расхода сырья согласно рецепту, кг.

4. Определение массы жилованного мяса по категориям упитанности ( $M$ , кг) производят по формуле:

$$M = M_i * Z / 100, \quad (5.25)$$

где  $M_i$  – масса всего жилованного мяса по видам, кг;

$Z$  – выход мяса по категориям, кг.

Для говядины соотношение 1 и 2 категории – 30:70 %.

Для свинины соотношение мясной и жирной 70:30

5. Определение массы мяса на кости ( $M_{м/к}$ , кг) (в соответствии с категорией упитанности) производят по формуле:

$$M_{м/к} = M * 100 / Z, \quad (5.26)$$

где  $Z$  – выход жилованного мяса к массе мяса на кости, %;

$M$  – масса жилованного мяса по категориям упитанности, кг.

6. Определение массы сырья при разделке туш ( $M_c$ , кг) производят по формуле:

$$M_c = M_{м/к} * Z / 100, \quad (5.27)$$

где  $Z$  – выход сырья при разделке, %;

$M_{м/к}$  – масса мяса на кости, кг.

Убойный выход мяса говядины возьмем как пример 47–48 %.

$$N_T = M_{м/к} / m_T, \quad (5.28)$$

$$m_T = m_{ж} * Z_T / 100, \quad (5.29)$$

где  $Z_T$  – убойный выход, %.

Расчет вспомогательных материалов ( $P$ , т) производится по формуле:

$$P = H_p * M, \quad (5.30)$$

где  $M$  – выработка изделий, т;

$H_p$  – норма расхода материала.

## 5.9 Расчёт производительности и количества машин в линии

Расчет и подбор технологического оборудования является одним из самых важнейших этапов проектирования ПТЛ по переработке животноводческой продукции. Оборудование выбирают в соответствии с принятой схемой технологического процесса ПТЛ и необходимой часовой или сменной производительностью машин и аппаратов, обеспечивающих этот процесс.

Правильный подбор технологического оборудования обеспечивает необходимые условия для планомерной и четкой работы всего предприятия.

При подборе технологического оборудования учитывались следующие признаки:

- соответствие технико-экономических показателей оборудования уровню современных технологий;
- выравненность машин и аппаратов, составляющих технологическую линию, по производительности;
- предпочтительность применения машин, не требующих дополнительного монтажа нестандартного оборудования и вспомогательных общезаводских систем.

Подбор оборудования осуществлялся в соответствии с результатами продуктового расчета и выбранными технологическими режимами, с учетом продолжительности его работы в течение смены.

Предприятие ООО «Ансей ВМК» является заводом малой мощности. К оборудованию для обработки и переработки мяса относят:

- оборудование для измельчения мяса и шпика;
- оборудование для формования мясных продуктов;
- оборудование для тепловой обработки мясных продуктов.

Для подготовки сырья используем технологический стол СТ-1600. Длину ( $L_c$ ) определим по следующей формуле:

$$L_c = l_c * n / k_c, \quad (5.31)$$

где  $L_c$  – длина стола, м;

$l_c$  – длина стола на одного рабочего по нормам, м (для обвалки: стационарные – 1,5, конвейерные – 1,0; для жиловки – 1,25 и 1,0 соответственно; для вязки колбас – 1,0);

$n$  – количество рабочих, выполняющих данные операции;

$k_c$  – коэффициент, учитывающий работу с одной ( $k_c = 1$ ) или с двух сторон стола ( $k_c = 2$ ).

Для измельчения сырья применяем измельчитель мясных блоков Я2–ФРЗ–М. Измельчитель Я2–ФРЗ–М для измельчения блоков замороженного мяса состоит из измельчающего органа, подающего устройства, привода, корпуса. Измельчающий орган – два вала с наборами фрез, вращающихся навстречу друг другу. Подающее устройство – толкатель с пневмоприводом. Привод включает в себя электродвигатель, цилиндрический горизонтальный редуктор, клиноременную и цепную передачи. Корпус сварной конструкции из фасованного проката и листовой стали, служит для монтажа составных частей измельчителя. Машина устанавливается на пол, на регулируемых винтах.

Блоки мяса вручную кладут на подающее устройство, которое захватывает их и подает к фрезерным валам. Измельченный продукт выгружают в напольный цеховой транспорт. На измельчение поступают в основном блоки стандартных размеров ( $370 \times 370 \times 150$  мм).

Оборудование для измельчения мяса непрерывного действия подбирают по часовой производительности. Число измельчителей ( $n$ ) рассчитываем по формуле:

$$n = A_{\text{см}} / (q * T_{\text{см}} * k_{\text{см}}), \quad (5.32)$$

где  $n$  – расчетное число измельчителей;

$A_{\text{см}}$  – количество перерабатываемого сырья в смену, кг;

$q$  – производительность измельчителя, кг/ч;

$T_{\text{см}}$  – продолжительность смены, ч;

$k_{\text{см}}$  – коэффициент, учитывающий использование времени смены ( $k_{\text{см}} = 0,8$ ).

Время работы измельчителя ( $T_p$ ) вычисляем по формуле:

$$T_p = A_{\text{см}} / (q * n_{\text{ф}}), \quad (5.33)$$

где  $T_p$  – время работы оборудования, ч;

$n_{\text{ф}}$  – фактическое число измельчителей;

$A_{\text{см}}$  – количество перерабатываемого сырья в смену, кг;

$q$  – производительность измельчителя, кг/ч.

Степень загрузки измельчителя в течение смены ( $k_{\text{загр}}$ ) определяется по формуле:

$$k_{\text{загр}} = (A_{\text{см}}/q * n_{\text{ф}} * k_{\text{см}}) * 100\%, \quad (5.34)$$

где  $A_{\text{см}}$  – количество перерабатываемого сырья в смену, кг;

$q$  – производительность измельчителя, кг/ч;

$n_{\text{ф}}$  – фактическое число измельчителей;

$k_{\text{см}}$  – коэффициент, учитывающий использование времени смены ( $k_{\text{см}} = 0,8$ ).

Для окончательного тонкого измельчения мяса и приготовления фарша применяем куттер Л5-ФКМ. Куттер открытого типа периодического действия предназначен для загрузки-выгрузки, перемешивания и измельчения составных компонентов при изготовлении фарша всех видов вареных, полукопченых и сырокопченых колбас. Он состоит из станины с электродвигателями приводов ножевого вала и чаши, червячного редуктора привода чаши, ножевого вала, защитной крышки, выгрузателя, механизма загрузки, дозатора воды и электрооборудования с пультом управления. Загруженное в куттер сырье быстро измельчается ножевой головкой при постоянной подаче его в зону резания за счет вращающейся чаши. Степень измельчения зависит от длительности куттерования, скорости резания, числа ножей и заточки. По окончании куттерования фарш выгружается из чаши с помощью выгрузного устройства.

Рассчитаем пропускную способность ( $q_{\text{пр}}$ ) по формуле:

$$q_{\text{пр}} = (60 * V_r * k_z * p) / Z_p, \quad (5.35)$$

где  $q_{\text{пр}}$  – пропускная способность куттера, кг/ч;

$V_r$  – геометрический объем рабочей камеры куттера, м<sup>3</sup>;

$k_z$  – коэффициент загрузки рабочей камеры ( $k_z = 0,6$ );

$p$  – плотность перерабатываемого сырья, кг/м<sup>3</sup>;

$Z_p$  – продолжительность одного цикла переработки сырья, включающего операции загрузки рабочей камеры сырьем, его переработки и выгрузки, мин.

Определим время работы куттера.

Рассчитаем степень загрузки куттера в течение смены.

Для набивки фарша в оболочку используем шприц дозировщик гидравлический Е8-ФНА. Шприц предназначен для производства штучных сосисок, сарделек, копченых и полукопченых колбас в искусственных и натуральных оболочках. Он состоит из станины, фаршевого цилиндра, силового гидроцилиндра, поршней, дозирующих устройств и гидроцилиндра, регулятора доз, электродвигателя,

шестеренчатого насоса, подколенного рычага, дозировочного стакана, цевки, крышки, бункера и зеркала. Фарш загружают в бункер, откуда шнеками он подается в трубопровод и далее в цевку. Перед включением привода шнеков на цевку надевают оболочку. По мере наполнения фаршем противоположные концы оболочек завязывают. Фарш в шприц загружают вручную.

Оборудование для шприцевания фарша подбирают по часовой производительности шприца.

Для термической обработки используем универсальную термокамеру КОН–5. Тепловая обработка является одной из основных технологических операций. При производстве полукопченых колбасных изделий тепловая обработка включает следующие операции: осадка, подсушка, обжарка, копчение.

Кратковременная осадка (24 ч) колбасных изделий обычно не требует специального оборудования и осуществляется в шприцовочном отделении.

Обжарку и копчение производят в стационарной коптильной камере представляющей собой двухэтажное сооружение. В нижней части расположена топка, где сжигают топливо для обогрева камеры. Она оборудована подвесными путями для подачи продукта на рамах (вмещает 2 рамы). Снизу имеются решетки на случай падения изделий. В центре топки укладывают дрова, которые зажигают со стороны поддува. Скорость движения воздуха в камере 0,12–0,25 м/с, которая обеспечивается за счет вентиляторов.

Число камер ( $N_k$ ) рассчитывают, исходя из числа рам, занятых в каждом из циклов обработки:

$$N_k = A_{\text{тер}} * T_{\text{тер}} / q_c * T_{\text{см}} * n_c, \quad (5.36)$$

где  $N_k$  – количество камер;

$A_{\text{тер}}$  – количество продукции поступающей на обработку, кг;

$T_{\text{тер}}$  – продолжительность термической обработки, ч;

$q_c$  – вместимость одной секции, кг;

$n_c$  – количество секций.

Сушка колбасных изделий (1–2 суток) проводится в специальном помещении в туннельной 2-х ярусной сушилке для полукопченых колбас.

Низкий коэффициент загрузки всего технологического оборудования обусловлен тем, что на нём также вырабатывают другие виды колбасных изделий.



## 5.10 Проектирование технологической линии по производству сосисок

Среди мясного сырья для изготовления сосисок наибольший удельный вес занимают говядина и свинина. Мясо используют в парном, остывшем, охлажденном, замороженном или размороженном состоянии. Разделку, обвалку, жиловку осуществляют в производственных помещениях с температурой воздуха не выше 12°C относительной влажностью не выше 70 %. Жилованное мясное сырье измельчают, взвешивают и подвергают посолу в производственных помещениях с температурой воздуха не выше 12°C, относительной влажностью не выше 70 %. При посоле мясного сырья поваренной солью ее вносят в следующем количестве 2,2 кг на 100 кг несоленого мясного сырья. Фарш сосисок рекомендуется готовить на куттере в две стадии. В зависимости от рецептуры на первой стадии обрабатывают нежирное сырье (говядину первого сорта и нежирную свинину, добавляя пищевые фосфаты, часть воды (льда), меланж, плазму (сыворотку) крови и др.) в течение 5–7 минут. Оптимальная температура сырья на первой стадии обработки – от 3 до 5°C. На второй стадии обработки вводят полужирную свинину, оставшуюся часть воды (льда), жирную свинину или жирную говядину и обрабатывают в течение 3–5 минут.

Шприцевание осуществляется под давлением в специальных машинах – шприцах. В процессе шприцевания должны сохраняться качество и структура фарша. Плотность набивки фарша в оболочку регулируется в зависимости от вида колбасных изделий, массовой доли влаги и вида оболочки. Фаршем сосисок оболочки наполняют наименее плотно, иначе во время варки вследствие объемного расширения фарша оболочка может разорваться. Наполнение оболочек фаршем рекомендуется производить на шприцах с применением вакуумирования (не менее 80 %) и давление нагнетания должно обеспечивать плотную набивку фарша. Наполнение натуральных и искусственных оболочек производят с использованием цевок соответствующего диаметра. Рекомендуется использовать для шприцевания цевки, диаметр которых составляет не менее половины диаметра колбасной оболочки. Для уплотнения, повышения механической прочности и товарной отметки сосиски после шприцевания перевязывают шпагатом по специальным утвержденным схемам вязки. После вязки батонов для удаления воздуха, попавшего в фарш при его обработке, оболочки прокалывают в нескольких местах (штрихуют) на концах специальной металлической

штриховкой, имеющей 4 или 5 тонких игл. Перевязанные сосиски навешивают за петли шпагата на палки так, чтобы они не соприкасались между собой. Термическая обработка – заключительная стадия производства колбасных изделий: она включает обжарку, варку, охлаждение. Обжарка является разновидностью копчения, ее проводят дымовым газом при температуре от 75 до 85°C и влажностью воздуха 50–80 %. В зависимости от вида колбасной оболочки, ее газопроницаемости, размеров и диаметра батонов обжарка длится от 30 мин до 2,5 ч. При этом сосиски прогреваются до 45±5°C, т.е. до температуры, при которой начинается денатурация мышечных белков. Оболочка упрочняется и становится золотисто-красного цвета, а фарш приобретает розово-красную окраску вследствие распада нитрата натрия. При обжарке фарш поглощает некоторое количество коптильных веществ из дыма, придающих приятный запах и вкус, испаряет часть слабосвязанной влаги, что способствует получению монолитного продукта. В зависимости от рецептуры и диаметра оболочки масса уменьшается на 7–12 %. Сосиски варят при температуре 75–80°C. Продолжительность варки зависит от вида сосисок. Сосиски после варки направляют на охлаждение. Сосиски быстро охлаждают до достижения температуры в центре батона 0–15 °C. Охлаждение водой под душем длится 10–15 мин, при этом температура внутри батона снижается до 30–35°C. Сосиски, подлежащие упаковыванию целыми связками, освобождают от шпагата и при необходимости протирают.

### 5.11 Продуктовый расчёт

Расчет сырья мясоперерабатывающих цехов начинают с выбора ассортимента вырабатываемых изделий, который основывается на общем количестве выпускаемой продукции, обусловленной заданием на проектирование, и должен соответствовать действующим технологическим инструкциям, РТУ и МРТУ. При этом учитываются местные условия и тип предприятия.

Общее количество основного сырья (А) рассчитывают по формуле:

$$A = \frac{B}{Z} \cdot 100, \quad (5.37)$$

где А – общее количество основного сырья для данного вида изделий, требуемого в смену, кг;

В – количество готовых изделий, вырабатываемых в смену, кг;

З – выход готовых изделий к массе сырья, %.

Количество основного сырья по видам (D) (говядина жилованная, свинина) определяют по формуле:

$$D = \frac{A \cdot q}{100}, \quad (5.38)$$

где D – потребное количество одного из видов основного сырья в смену, кг;

A – общее количество основного сырья для данного вида изделий, требуемого в смену, кг; (исходя из рецептуры производства данного вида продукции);

q – норма расхода сырья согласно рецептуре на 100 кг общего количества основного сырья, кг.

Количество соли и специй находится по формуле:

$$C = \frac{A \cdot q}{100}, \quad (5.39)$$

где C – потребное количество соли и специй на 100кг основного сырья, кг;

A – общее количество основного сырья для данного вида изделий, требуемого в смену, кг; (исходя из рецептуры производства данного вида продукции);

q – норма расхода сырья согласно рецептуре на 100 кг общего количества основного сырья, кг.

## **5.12 Расчёт производительности и количества машин в линии**

Для технологических линий проектируемого цеха подбирается серийно изготавливаемое оборудование. Которое наиболее полно соответствует требованиям, предъявляемым к машинам и аппаратам по технико-экономическим показателям производительности оборудования, степени механизации процессов на нем, простоте и безопасности обслуживания, непрерывности работы, величине коэффициента использования производственной мощности, качеству продукции, величине отходов и потерь, габаритным размерам, материалу для изготовления основных деталей.

Необходимая производительность оборудования определяется данными продуктового расчета и должна быть максимально приближена к расчетной массе обрабатываемого сырья.

При проектировании технологических линий следует, как правило, предусматривать установку в цехе комплектно поставляемого

оборудования, в том числе импортного, если его приобретение возможно и экономически выгодно.

Предпочтение должно отдаваться машинам и аппаратам непрерывного действия, простым по конструкции, с малыми габаритными размерами и возможно меньшими расходами воды, пара и электроэнергии.

Оборудование подбираем в соответствии с принятыми технологическими схемами производства колбасных изделий, с таким расчетом, чтобы в цехе было установлено наименьшее число единиц оборудования.

Рабочим местом обвальщика служит стол высотой 100–110 см и шириной 150–160 см. По обе стороны длины стола прикрепляют доски, изготовленные из твердого дерева. Доски должны быть шириной 30 см, толщиной 5–6 см; не должны иметь заусениц. Каждый обвальщик и жиловщик должен иметь не менее двух ножей и мусат. Ножи и мусаты необходимо хранить в ножнах. Для обвалки используют ножи, имеющие лезвия длиной 9–12 см. Рукоятка обвалочного ножа несколько увеличена и превышает длину лезвия. Нож для жиловки имеет значительно большую длину лезвия по сравнению с рукояткой.

Рабочее место должно быть организовано так, чтобы при обвалке и жиловке рабочий меньше утомлялся. На одного обвальщика отводится 1,5 м длины стола, для жиловщика – 1 м. В помещении с каменными, плиточными или бетонными полами на постоянных рабочих местах оборудуют настилы, стеллажи для предохранения ног от охлаждения.

Для сбора костей в удобном месте устанавливают специальную тару.

Каждый обвальщик должен уметь затачивать, и править ножи. Заточку ножей производят на точиле или бруске, обильно смоченным водой. Оттачивают фаски лезвия сначала на одной стороне, затем на другой, и с обеих сторон доводят фаски до одинаковых размеров. При точке ширина фаски должна быть для крупных ножей 4–8 мм, для мелких 3–5 мм. После этого на мелкозернистом камне, смоченным водой, оттачивают нож (также по фаске), не ставя нож круто.

Правят нож на графитном бруске, смоченным водой, при этом нужно держать нож так же, как при точке на мелкозернистом камне.

Окончательную правку ножа производят на мусате. Править ножи на мусате рекомендуется тогда, когда нож не режет, т.е. приходится прикладывать дополнительные усилия.

Не разрешается носить ножи за голенищем сапог, за поясом, в карманах, руках, вонзать ножи в доски и держать ножи на столе.

Во избежания заболевания рук не разрешается подавать на обвалку мясо, имеющее температуру в толще у кости ниже 5°C.

К началу смены рабочее место обвальщика, стол, обвалочные доски и тара для костей должны быть чистыми, находиться в исправном состоянии.

Волчок предназначен для измельчения кускового бескостного жилованного мяса при производстве фаршей для колбасных и других мясных изделий [5].

Волчок AD-114 «Seydelmann» (Германия) выполнен из нержавеющей стали. Главный привод рабочего шнека – мощный двухскоростной двигатель. Широкий конусообразный подающий шнек имеет свой привод также с двумя скоростями. Скорости подающего и рабочих шнеков переключаются независимо друг от друга. Подающий шнек, диаметром до 200 мм, захватывает большие куски мяса и подает их к рабочему шнеку не допуская зависания. Режущий комплект состоит из 2 ножей, 1 подрезателя, и 3-х режущих решеток с диаметром отверстий по 3, 8 и 13 мм. Загрузочная воронка снабжена защитной решеткой.

Куттер К 90 DC-8 «Seydelmann» (Германия) выполнен из нержавеющей стали. Предназначен для тонкого измельчения мясного сырья и приготовления фарша в процессе производства колбасных изделий.

Снабжен:

- балансируемой ножевой головкой;
- электронным управлением;
- тормозом для ножа;
- основной звукоизолирующей крышкой из нержавеющей стали;
- фаршевыталкивателем;
- вакуумной шумопоглощающей крышкой из специальной пластмассы;
- вакуумным водокольцевым насосом различной производительности (в зависимости от производительности кулера) с электродвигателем;
- дополнительным паровым оборудованием, давление пара составляет до 0,5 бар (без парогенератора);
- обогреваемой паром чашей.

Системе вакуумирования и варки позволяет уменьшить время переработки, увеличить выход продукции, а также непосредственно в куттере приготовить некоторые виды готовых изделий (паштеты, ливерные колбасы и т.п.). Имеют 8 бесступенчато программируемых скоростей ножей (6 – переднего хода, 2 – обратного хода) и 2 скорости чаши. Комплектуются микропроцессорным пультом управления с клавиатурой для программирования, а также с цифровой индикацией числа оборотов от нуля до максимума. Все модели могут дополнительно комплектоваться гидравлическими загрузочными устройствами, как отдельно стоящими, так и вмонтированными в единую конструкцию с куттером.

Автоматическая линия для производства сосисок и колбас выполнена из нержавеющей стали. Предназначена для производства всех сортов сосисок и колбас в полностью автоматическом режиме.

Включает порционирование, перекручивание и навешивание без вмешательства человека. Режим работы задаются микропроцессором. Можно задать несколько независимых программ для разных типов продукции. Цифровой дисплей выдает все значения параметров на контрольную панель и гарантирует точное выполнение операций для получения сосисок и колбас заданной длины и веса.

Термокамера М 2003 «Mauting» (Чехия) предназначена для горячего копчения и варки всех видов изделий, например: мяса, птицы, рыбы, колбасных изделий. Возможна варка изделий в вакуумной упаковке.

Принцип действия. Технологический процесс термообработки управляется с помощью микропроцессора на основе выбранной программы, в том числе с возможностью составления потребителем собственных программ. В случае необходимости потребитель может в любой момент остановить программу и изменить рабочий режим. Коптильная камера поставляется в виде открытой систем с отведением продуктов горения в дымовую трубу. В экологическом варианте поставляется с катализатором. Коптильная камера имеет циркуляционную систему, которая обеспечивает равномерное распределение температуры и дыма в камере. Влажность можно регулировать, она измеряется психометрическими датчиками. Пар возникает при набрызгивании воды на отопительный элемент (ТЭН). Камера изготовлена из нержавеющей хромоникелевой стали. Камера абсолютно герметична. Уплотнение двери изготовлено из силиконовой резины. По желанию заказчика дверь может открываться в любую сторону. Клапаны в

трубопроводах открываются и закрываются автоматически в зависимости от работающей программы. Камера по заявке потребителя может оснащаться автоматической установкой очистки. Термокамеры изготавливаются с 1, 2, 3 или 4 тележками.

Льдогенератор Icematic SF1000 производит мелкозернистый лед с температурой 0°C – -1°C. Лед такой структуры идеально подходит для процесса куттерования при производстве колбасных изделий.

По результатам проделанной работы составляется сводная таблица технических характеристик выбранного оборудования.

При выборе оборудования обращают внимание на коэффициенты его использования по времени и загрузке.

Коэффициент использования по времени ( $K_v$ ) определяют по формуле:

$$K_v = t/T, \quad (5.40)$$

где  $t$  – продолжительность работы машины (аппарата) в смену, ч;

$T$  – продолжительность смены, ч.

$$K_v = 2/8 = 0,25. \quad (5.41)$$

Коэффициент использования по загрузке ( $K_z$ ) вычисляют по формуле:

$$K_z = Q_1/Q_2, \quad (5.42)$$

где  $Q_1$  – количество продукта, одновременно загружаемого в машину, кг;

$Q_2$  – количество теоретически возможной загрузки, кг.

$$K_{\text{волчка}} = 100/120 = 0,83;$$

$$K_{\text{куттера}} = 90/90 = 1;$$

$$K_{\text{шприца}} = 90/3000 = 0,03;$$

$$K_{\text{термокамеры}} = 250/250 = 1.$$

Количество единиц оборудования рассчитывают по количеству сырья или продукции, поступающих на переработку, с учетом режима работы оборудования и его пропускной способности.

Длину столов обвалки и жиловки ( $L$ , м) находят по формуле:

$$L = l * п / K + 2,5, \quad (5.43)$$

где  $l$  – норма длины стола на одно рабочее место, м (1,5 м);

$п$  – число рабочих, занятых на обвалке и жиловке;

$K$  – коэффициент, учитывающий одностороннюю ( $K=1$ ) или двустороннюю ( $K=2$ ) работу;

2,5 – резервный запас длины стола, м.

$$L = 1,5 * 2/1 + 2,5 = 5,5. \quad (5.44)$$

В универсальных термокамерах продолжительность термической обработки колбасных изделий значительно сокращаются, снижаются потери, уменьшаются трудовые затраты в результате сокращения транспортных операций. Управление работой камер автоматизировано и осуществляется с пульта.

Количество камер ( $N$ ) рассчитывают по формуле:

$$N = A * t / (g_n * T), \quad (5.45)$$

где  $A$  – количество вырабатываемой продукции в смену, кг

$t$  – продолжительность термической обработки, мин;

$g_n$  – вместимость одной секции, кг;

$T$  – продолжительность смены, мин.

$$N = 1200 * 60 / (84 * 3 * 480) = 1. \quad (5.46)$$

### **Контрольные вопросы**

1. Какова классификация линий по производству мясопродуктов?
2. Методика выполнения продуктового расчета.
3. Как производится расчет и подбор технологического оборудования в линии по производству мясопродуктов?
4. Что необходимо учитывать при подборе оборудования?
5. Как определяется длина столов для различных операций в зависимости от сменной производительности цеха?



## ТЕСТЫ

по дисциплине «Проектирование линий по производству продуктов питания животного происхождения»

### Вопрос 1

Совершенствования технологических процессов при производстве продуктов питания животного происхождения не базируется на...

- а) Основе применения инновационных научных достижений при производстве продуктов питания животного происхождения;
- б) Использовании современного оборудования производстве продуктов питания животного происхождения;
- в) Проектировании новых линий с использованием безотходных технологий;
- г) Месторасположении предприятия по производству продуктов питания животного происхождения.

### Вопрос 2

Что характеризует уровень совершенства технологической линии?:

- а) Производительность оборудования;
- б) Частота простоев оборудования;
- в) Простой последнего участка линии;
- г) Коэффициент использования линии.

### Вопрос 3

К характерным чертам поточного производства не относится...

- а) Закрепление одного или ограниченного числа изделий деталей за определенным оборудованием или группой оборудования;
- б) Выполнение на каждом рабочем месте одной или небольшого числа операций, в результате чего обеспечивается узкая специализация рабочего места;
- в) Расстановка оборудования строго по ходу технологического цикла, что обеспечивает непрерывность механического процесса при взаимной согласованности рабочих мест и высокой степени ритмичности выполнения операций;
- г) Одновременно обрабатывается большое количество разнообразных предметов, что повышает производительность труда.

#### Вопрос 4

Совокупность взаимосвязанных процессов труда и естественных процессов, в результате которых исходные материалы превращаются в готовые изделия – это:

- а) Производственный цикл;
- б) Производственный процесс;
- в) Производственная операция;
- г) Производственный участок.

#### Вопрос 5

Какие стадии выделяют в структуре технологической линии?:

- а) Подготовительную, основную и заключительную;
- б) Начальную, основную и конечную;
- в) Физическую, технологическую и экономическую;
- г) Техническую, технологическую и эксплуатационную.

#### Вопрос 6

Как называется часть процесса проектирования, включающая в себя формирование всех необходимых описаний объекта?

- а) Сегмент проектирования;
- б) Проектная процедура;
- в) Раздел проектирования;
- г) Этап проектирования.

#### Вопрос 7

Какой метод производства позволяет обеспечивать согласованность и непрерывность производственного процесса?

- а) Единичный;
- б) Поточный;
- в) Серийный;
- г) Штучный.

#### Вопрос 8

Чем в основном определяется вместимость бункера участка?

- а) Производительностью предыдущего участка;
- б) Производительностью последующего участка;
- в) Наличием регулирующих устройств;
- г) Суммой производительностей соседних участков.

Вопрос 9

Основные положения проектирования линий технологического процесса.

Вопрос 10

Требования, предъявляемые к технологическим линиям.

Вопрос 11

Этапы проектирования технологических линий.

Вопрос 12

Унификация технологической линии.

Вопрос 13

Основные принципы компоновки оборудования.

Вопрос 14

Автоматизация технологических процессов.

Вопрос 15

По каким признакам классифицируются технологические линии?

Вопрос 16

Как подразделяются линии по степени механизации и автоматизации?

Вопрос 17

Выбор технологических схем по производству продуктов питания животного происхождения.

Вопрос 18

В чем отличие технологического процесса от операции?

Вопрос 19

Совершенствование качества продуктов питания животного происхождения не основывается на...

а) Использовании современных методов исследований качества продуктов питания животного происхождения;

- б) Применении безотходных технологий, с учётом затрат на их производство;
- в) Внедрении нового ассортимента продукции с использованием защиты интеллектуальной собственности и патентования;
- г) Данных изменения погодных условий.

#### Вопрос 20

К каким аспектам, которые необходимо принимать во внимание при проектировании технологической линии, относятся: сырьё, его обработка и качество конечного продукта?:

- а) Сырьевым;
- б) Технологическим;
- в) Экономическим;
- г) Юридическим

#### Вопрос 21

Что не будет влиять на выбор технологии производства при проектировании технологической линии?

- а) Ассортимент продукции и вид сырья;
- б) Качество сырья;
- в) Использование сырья;
- г) Уровень цен на сырьё.

#### Вопрос 22

Что не относится к проектированию технологической линии?:

- а) Техническое предложение;
- б) Эскизный проект;
- в) Технический проект;
- г) Место расположения технологической линии.

#### Вопрос 23

Основной классификационный признак классификации технологических линий?:

- а) Назначение;
- б) Ритм работы;
- в) Номенклатура изделий;
- г) Степень механизации.

#### Вопрос 24

Что не входит в задачи и содержание предпроектных изысканий при проектировании технологической линии:

- а) Анализ научно-технической информации, чтобы изучить состояние вопроса в исследуемой области технологии и техники;
- б) Техничко-экономическое обоснование создания линии нового поколения;
- в) Технологические исследования, чтобы определить оптимальные параметры технологического процесса;
- г) Профессиональный уровень обслуживающего персонала.

#### Вопрос 25

Что не относится к показателям технологической линии:

- а) Производительность;
- б) Потребление энергоресурсов;
- в) Материалоемкость;
- г) Температура окружающей среды.

#### Вопрос 26

Какой показатель не учитывается при расчете потребности технологической линии в воде:

- а) Годовой объем работ;
- б) Численность производственных рабочих;
- в) Часовой расход воды;
- г) Годовой фонд времени работы оборудования.

#### Вопрос 27

Что является основой составления технологической схемы производства?

#### Вопрос 28

Как рассчитывается количество машин в линии?

#### Вопрос 29

Что не будет влиять на выбор технологии производства при проектировании технологической линии?

#### Вопрос 30

Классификация конвейеров технологических линий по производству продуктов питания животного происхождения.

### Вопрос 31

Показатели технологической линии по производству продуктов питания животного происхождения.

### Вопрос 32

Технологическое проектирование линий для производства продуктов питания животного происхождения.

### Вопрос 33

Принципы построения технологических линий для производства продуктов питания животного происхождения.

### Вопрос 34

Требования, предъявляемые к линиям для производства продуктов питания животного происхождения.

### Вопрос 35

Особенности проектирования линий для производства продуктов питания животного происхождения.

### Вопрос 36

Разработка инновационных продуктов питания из водных биоресурсов, объектов аквакультуры и сырья животного происхождения целесообразна на...

- а) малых предприятиях;
- б) предприятиях с использованием ручного труда;
- в) предприятиях, расположенных вдали от городов;
- г) на автоматизированных технологических линиях на основе новых технологий.

### Вопрос 37

Что не относится к принципам биотехнологии нового поколения бифидогенных продуктов:

- а) Соответствие всей продукции мировым стандартам качества;
- б) Получение максимальной прибыли;
- в) Получение экологически чистой продукции;
- г) Комплексная переработка молочного белково-углеводного сырья как способ предотвращения загрязнения окружающей среды

### Вопрос 38

В мероприятия по совершенствованию созданию новых видов мясопродуктов не входит:

- а) Улучшение пищевой ценности продуктов при одновременном снижении калорийности;
- б) Обогащение ассортимента продуктами с длительным сроком хранения, имеющим рациональную упаковку и при необходимости фортифицированных;
- в) Создание продуктов, предназначенных для различных групп населения;
- г) Поиск новых рынков сбыта.

### Вопрос 39

В чем не заключается проектное решение?:

- а) Выбор схем и конструкций объектов проектирования, определяющих их устройство и функционирование под заданные цели;
- б) Решение, обеспечивающее наивыгоднейшее свойство объектов проектирования;
- в) Выбор систем управления и других характеристик объектов проектирования, определяющих их устройство и функционирование;
- г) Описание проектных процедур и операций.

### Вопрос 40

Какова основная цель разработки технического задания?

- а) Осуществление разработки, изготовления и испытания макетов изделия;
- б) Определение требований, предъявляемых к конструкции потребителем;
- в) Рассмотрение, согласование и утверждение документов технического проекта;
- г) Обоснование потребности в новой продукции.

### Вопрос 41

Какие аспекты необходимо принимать во внимание при проектировании технологической линии, чтобы полные издержки производства товара требуемого качества были минимальными?

- а) Сырьевые;
- б) Технологические;
- в) Экономические;

г) Юридические.

Вопрос 42

Принципы выбора и обоснования технологических схем.

Вопрос 43

Методика технологического проектирования линии по производству питьевого молока на основе новых технологий.

Вопрос 44

Методика технологического проектирования линии по производству сливочного масла на основе новых технологий.

Вопрос 45

Методика технологического проектирования линии по производству сыра на основе новых технологий.

Вопрос 46

Методика технологического проектирования линии по производству вареных колбас на основе новых технологий.

Вопрос 47

Методика технологического проектирования линии по производству полукопченых колбас на основе новых технологий.

### Ответы на тесты

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ	С	С	Д	С	С	В	А	С	С	Д
Вопрос	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ответ	С	А	А	С	В	А	Д	С	С	А
Вопрос	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Ответ	Д	С	С	В	С	В	А	С	Б	С
Вопрос	31	32	33	34	35	36	37			
Ответ	А	Д	С	Д	С	Б	А			



## ГЛОССАРИЙ

**Операция** – часть производственного процесса, которая, как правило, выполняется на одном рабочем месте без переналадки и одними или несколькими рабочими (бригадой).

**Принципы организации производственного процесса** – это исходные положения, на основе которых осуществляются построения, функционирование и развитие производственных процессов.

**Технологический процесс** – совокупность физических, механических, химических, биологических воздействий на объект с помощью машин и механизмов, обеспечивающих изменение состояния объекта, получение промежуточного продукта или полуфабриката.

**Производственный процесс** – совокупность всех действий работников и орудий производства, необходимых для изготовления или ремонта выпускаемых изделий.

**Нормативная документация** – документация, устанавливающая комплекс норм, правил, положений, требований, обязательных при проектировании, инженерных изысканиях и строительстве, реконструкции, капитальном ремонте зданий и сооружений, расширении и техническом перевооружении предприятий, а также при изготовлении строительных конструкций, изделий и материалов.

**Площадка строительная** – земельный участок, отведенный в установленном порядке, для постоянного размещения объектов строительства, а также складирования материалов и конструкций, размещения машин, временных зданий и сооружений на период строительства.

**Проектная организация** – организация, выполняющая проектно- изыскательские работы.

**Производственная документация** – совокупность документов, отражающих ход производства строительно-монтажных работ и техническое состояние объекта строительства (исполнительные схемы и чертежи, рабочие графики, акты приемки и ведомости выполненных объемов работ, общие и специальные журналы работ и др.).

**Рабочий проект (РП)** – (Рабочая документация – (РД) – совокупность текстовых и графических документов, обеспечивающих реализацию принятых в утвержденной проектной документации технических решений объекта капитального строительства, необходимых для производства строительных и монтажных работ, обеспечения строительства оборудованием, изделиями и материалами и/или изготовление строительных изделий. (Примечание: в состав рабочей

документации входят основные комплекты рабочих чертежей, спецификации оборудования, изделий и материалов, сметы, другие прилагаемые документы, разработанные в дополнение к рабочим чертежам основного комплекта).

**Техническое задание (ТЗ)** – устанавливает основное назначение разрабатываемого объекта, его технические и тактико-технические характеристики, показатели качества, технико-экономические требования, предписание по выполнению необходимых стадий создания документации и её состав, а также специальные требования к объекту.

**Техническое предложение (ТП)** – совокупность документов, содержащих техническое и технико-экономическое обоснование (ТЭО) для целесообразности разработки проекта. Такое заключение дается на основании анализа ТЗ заказчика и различных вариантов возможных решений, их сравнительной оценки с учётом особенностей разрабатываемого объекта. Согласованное и утвержденное в установленном порядке ТП является основанием для разработки Эскизного проекта.

**Техническая документация** – комплект документов, включающий систему графических, расчетных и текстовых материалов, используемых при строительстве, реконструкции, техническом перевооружении и капитальном ремонте, а также в процессе эксплуатации зданий и сооружений.

**Технические документы** – документы, в соответствии с которыми осуществляются изготовление, хранение, перевозки и реализация пищевых продуктов, материалов и изделий (технические условия, технологические инструкции, рецептуры и другие);

**Эскизный проект (ЭП)** – совокупность документов, содержащих принципиальные решения и дающих общее представление об объекте, а также данные, определяющие его назначение, основные планировочные параметры и габаритные размеры

## ЛИТЕРАТУРА

1. Антипов С.Т. Проектирование технологий и техники будущего пищевых производств: учебник для вузов / С.Т. Антипов, В.А. Панфилов, С.В. Шахов; Под редакцией академика Российской академии наук В.А. Панфилова. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 480 с. – ISBN 978-5-8114-9362-3. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/233243> (дата обращения: 25.09.2024). – Режим доступа: для авто-риз. пользователей.

2. Антипова Л.В. Проектирование предприятий мясной отрасли с основами САПР (теория и практика): учебное пособие / Л.В. Антипова, Н.М. Ильина. – Воронеж: ВГУИТ, 2010. – 75 с. – ISBN 978-5-89448-778-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/5827> (дата обращения: 25.09.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Зимняков В.М. Сооружения и оборудование для хранения сельскохозяйственной продукции / В.М. Зимняков. – Пенза: РИО ПГСХА, 2016. – 228 с. – URL: <https://rucont.ru/efd/541077> (дата обращения: 25.09.2024).

4. Зимняков В.В. Сооружения и оборудование для хранения сельскохозяйственной продукции: учебное пособие / В.В. Зимняков, Ю.В. Полывяный. – Пенза: ПГАУ, 2018. – 211 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/131078> (дата обращения: 25.09.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

Таблица 1 – Рекомендуемые нормы расхода молока на производство одной тонны масла, вырабатываемого методом преобразования ВЖС (фасование в транспортную упаковку)

Массовая доля жира в молоке, %	Расход молока на 1 тонну масла, т		
	1 т масла, т		
	Традиционного	Любительского	Крестьянского
3,0	28,39	27,56	25,00
3,5	24,27	23,56	21,38
4,0	21,20	20,58	18,67
4,5	18,82	18,27	16,58
5,0	16,92	16,42	14,90

\*Примечание: при фасовании масла из транспортной в потребительскую упаковку нормы потерь составляют 0,05% к массе исходного масла.

Таблица 2 – Рекомендуемые нормы расхода молока на производство одной тонны масла, вырабатываемого методом непрерывного сбивания

Мас- совая доля жира в мо- локе	Расход молока на 1 тонну масла, т					
	Традиционного		Любительского		Крестьянского	
	Транс- портная упа- ковка	Потреби- тельская упаковка	Транс- портная упа- ковка	Потреби- тельская упаковка	Транс- портная упа- ковка	По- тре- би- тель- ская упа- ковка
3,0	28,54	28,56	27,74	27,76	25,20	25,22
3,5	24,40	24,42	23,72	23,74	21,54	21,56
4,0	21,31	21,33	20,71	20,73	18,82	18,83
4,5	18,92	18,93	18,39	18,40	16,70	16,72
5,0	17,01	17,02	16,53	16,54	15,01	15,03

Таблица 3 – Рекомендуемые нормы расхода молока на производство одной тонны масла, вырабатываемого методом периодического сбивания (фасование в транспортную упаковку)\*

Массовая доля жира в молоке, %	Расход молока на 1 т масла, т		
	Традиционного	Любительского	Крестьянского
3,0	28,45	27,7	25,14
3,5	24,32	23,69	21,49
4,0	21,25	20,69	18,77
4,5	18,86	18,36	16,66
5,0	16,95	16,51	14,98

\*Примечание: при фасовании масла из транспортной в потребительскую упаковку нормы потерь составляют 0,05 % к массе исходного масла.

Таблица 4 – Норма расхода мяса на кости на 1 т, т

Продукция	Общая	В том числе говядины	Продукция	Общая	В том числе говядины
Колбасы вареные	1,11	0,61	Пельмени.	0,567	—
Сосиски	1,1	0,6	Котлеты (на 1000 шт)	0,04	—
Сардельки	1,05	0,6	Суповой набор	0,7	—
Колбасы			Рагу	0,6	—
Полукопченые	1,61	0,9	Фрикадельки Останкинские	1,041	—
Варено-копченые	1,95	1,15	Киевские	0,803	—
Сырокопченые	2,1	1,2	Фарш мясной из говядины	1,36	1,35
Свинокопчености	1,48	—	Из свинины	1,2	—
Полуфабрикаты:					
мелкокусковые и порционные (мякотные) (на 1000 порций)	0,154	—			
крупнокусковые					
из говядины	1,36	1,36			
из свинины	1,2				

Таблица 5 – Норма расхода жлованного мяса и прочего сырья для выработки колбас, кг на 100 кг готовой продукции

Вид сырья	Варенные колбасы	Сосиски и сардельки	Полукопченые колбасы	Сырокопченые колбасы
Говядина жилованная				
высший сорт	13,5			
1-й сорт	15,8	34,3	12,2	
2-й сорт	12,4	20,8	49,4	
Итого	41,7	55,1	61,6	
Свинина жилованная				
нежирная	12,4			
полужирная	22,5		33,1	
жирная				81,9
Итого	34,9		33,1	81,9
Всего жилованного мяса	76,6	79,1	94,7	122,9
Шпик	12,2			
Грудинка			30,3	
Жир-сырец говяжий, свиной		8,6		
Молоко сухое	0,335			
Яйца или меланж	0,308			

**Владимир Михайлович Зимняков**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИНИЙ ПО  
ПРОИЗВОДСТВУ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ  
ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

Корректор А.Н. Каменская  
Компьютерная верстка Т.В. Масловой

---

Подписано в печать  
Бумага Докакопи  
Тираж 100 экз.

Формат 60×84 1/16  
Уч.-изд. лист. 4,79  
Заказ №

---

РИО ПГАУ  
440014, г. Пенза, ул. Ботаническая