

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)



Факультет Технологический

Кафедра Технологии бродильных производств и консервирования

Направление (профиль) 190302 — Продукты питания из растительного сырья,
профиль- Технология бродильных производств и виноделие
(индекс, название)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации бакалавр

Обозначение документа ВТЦ 00. 00. 000 ПЗ

Тема Проект бродильно-лагерного отделения пивоваренного завода
производительностью 1,0 млн дал пива в год с использованием отдельного
способа брожения и дображивания

Специальная часть Характеристика способов сбраживания пивного сусла

Студент Лобачев Михаил Алексеевич
Фамилия, имя, отчество, подпись,

Руководитель квалификационной работы И.Ю. Сергеева
подпись, дата, инициалы, фамилия

Консультанты по разделам:

Технологическая часть И.Ю. Сергеева
краткое наименование раздела подпись, дата, инициалы, фамилия

Спецчасть И.Ю. Сергеева
краткое наименование раздела подпись, дата, инициалы, фамилия

Безопасность в производственных условиях И.Ю. Сергеева
краткое наименование раздела подпись, дата, инициалы, фамилия

Мероприятия по охране окружающей среды И.Ю. Сергеева
краткое наименование раздела подпись, дата, инициалы, фамилия

Экономическая часть Л.В. Менх
краткое наименование раздела подпись, дата, инициалы, фамилия

Нормоконтролер Е.А. Вечтомова
подпись, дата, инициалы, фамилия

Допустить к защите
Заведующий кафедрой В.А. Помозова
подпись, дата, инициалы, фамилия

Кемерово, 2016 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)



Кафедра Технологии бродильных производств и консервирования

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

Помозова В.А.

подпись, фамилия, инициалы, дата

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Студента группы РС- 221 Лобачева Михаила Алексеевича

номер группы, фамилия, имя, отчество

1.Тема Проект бродильно-лагерного отделения пивоваренного завода
производительностью 1,0 млн дал пива в год с использованием отдельного
способа брожения и дображивания

Специальная часть Характеристика способов сбраживания пивного сула

утверждена приказом по институту № _____ от _____

2.Срок представления работы к защите _____ года
дата

3.Исходные данные к выполнению работы: Производительность пива в год,
способ сбраживания и дображивания пива

4.Содержание текстового документа:

Введение Анализ производства пива в РФ и перспективы развития отрасли
краткое содержание

4.1.Технологическая часть Выбор ассортимента, обоснование выбора техноло-
гических режимов и оборудования, описание аппаратурно– технологической
схемы, расчет расхода сырья, полупродуктов, вспомогательных материалов и
отходов производства, расчет складов, подбор и расчет оборудования БЛО,
организация технико–химического и микробиологического контроля БЛО
наименование раздела краткое содержание

4.2. Спецчасть Характеристика способов сбраживания пивного сула, анализ
их преимуществ и недостатков
наименование раздела краткое содержание

4.3.Безопасность в производственных условиях Организация безопасной
работы в проектируемом бродильно–лагерном отделении пивоваренного завода
наименование раздела краткое содержание

4.4. Мероприятия по охране окружающей среды Рассмотрены мероприятия по
наименование раздела кратко содержание
снижению отрицательного воздействия на окружающую среду работы БЛО

4.5. Экономическая часть Основные экономические расчеты, подтверждающие
наименование раздела кратко содержание
целесообразность принятых решений при разработке проекта БЛО

5. Перечень графического материала с точным указанием чертежей:

5.1 Аппаратурно-технологическая схема пивоваренного завода

5.2 Компоновка бродильно-лагерного отделения пивоваренного завода с
расстановкой основного оборудования

5.3 Характеристика способов сбраживания пивного сусла

5.4 Технико-экономические показатели

6. Консультанты по разделам:

Технологическая часть И.Ю. Сергеева
краткое наименование раздела подпись, дата, инициалы, фамилия

Спецчасть И.Ю. Сергеева
краткое наименование раздела подпись, дата, инициалы, фамилия

Безопасность в производственных условиях И.Ю. Сергеева
краткое наименование раздела подпись, дата, инициалы, фамилия

Мероприятия по охране окружающей среды И.Ю. Сергеева
краткое наименование раздела подпись, дата, инициалы, фамилия

Экономическая часть Л.В. Менх
краткое наименование раздела подпись, дата, инициалы, фамилия

7. Руководитель выпускной квалификационной работы _____
И.Ю. Сергеева
подпись, дата, инициалы, фамилия

8. Дата выдачи задания _____

Задание принял к исполнению: _____
Лобачев М.А.
подпись, дата, инициалы, фамилия

В работе представлен проект бродильно–лагерного отделения пивоваренного завода производительностью 1 млн дал в год с использованием раздельного способа брожения и дображивания.

Произведен выбор, обоснование и описание аппаратурно–технологической схемы. Представлены результаты расчета расхода сырья, полупродуктов, вспомогательных материалов, отходов производства. Выполнен расчет складских помещений, также произведен расчет и подбор технологического оборудования бродильно–лагерного отделения.

В специальной части проекта отражена характеристика способов сбраживания пивного сусле. В разделе «Безопасность в производственных условиях» выявлены вредные и опасные факторы бродильно–лагерного отделения. Предложены схемы технико–химического и микробиологического контроля в проектируемом отделении. Рассмотрены мероприятия по охране окружающей среды. Экономическая часть содержит результаты расчетов технико–экономических показателей.

Содержание

	Введение	4
1	Выбор, обоснование и описание аппаратурно-технологической схемы	6
1.1	Выбор и обоснование ассортимента.....	6
1.2	Выбор и обоснование технологических режимов и оборудования	6
1.3	Описание аппаратурно–технологической схемы.....	23
2	Расчет расхода сырья, полупродуктов, вспомогательных материалов, отходов производства.....	26
3	Расчет складов бродинльно–лагерного отделения.....	38
4	Расчет и подбор технологического оборудования бродинльно–лагерного отделения.....	39
5	Специальная часть. Характеристика способов сбраживания пивного суслу.....	45
6	Безопасность в производственных условиях.....	62
7	Технохимический и микробиологический контроль производства бродинльно–лагерного отделения.....	69
8	Мероприятия по охране окружающей среды.....	74
9	Экономическая часть.....	77
	Заключение.....	85
	Список используемых источников.....	86

Подпись и дата	Изн. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	ВТЦ 00.00.000 ПЗ					
				<i>Проект бродинльно-лагерного отделения пивоваренного завода произ-водительностью 1,0 млн дал пива в год с использованием раз-дельного способа брожения и дображивания</i>					
Изн. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
	Разраб.	Лобачев М.А.						3	88
	Провер.	Сергеева И.Ю.							
	Т. контр.	Сергеева И.Ю.							
	Н. контр.	Вечтомова							
	Утв.	Помозова В.А.							
							КемТИПП, гр. РС-221		

ВВЕДЕНИЕ

Российская пивоваренная отрасль в настоящий момент – это более 500 пивоваренных предприятий различной мощности, производственные площади которых, расположены в 73 субъектах Российской Федерации; свыше 1500 торговых марок пивоваренной продукции, в число которой входят, как национальные бренды, так и популярные региональные марки; свыше 60 тыс. человек, работающих на предприятиях отрасли [1].

По объему производства современный российский рынок пива относится к крупнейшим в мире и является наиболее динамичным и емким сегментом продовольственной индустрии.

Рынок слабоалкогольных напитков включает: пиво, медовуху, пивные напитки с добавлением спирта и напитки на его основе, пиво различных видов, в т.ч. новые продукты на рынке - солодовые напитки, сидры, пуаре.

Ассортимент продукции и структура рынка постоянно изменяются, но общая тенденция, прослеживаемая в 2012-2015 годах, направлена на спад производства слабоалкогольной продукции, вследствие сокращения и внутреннего производства, и импорта.

В структуре рынка пива преобладает продукция российских предприятий. Экспортируется порядка 3% всего производства.

Согласно данным Росстата, производство пива в России по итогам 2015 года сократилось на 5,9% с 766 до 721 миллионов декалитров. Следует отметить, что с 2010 по 2015 годы включительно ежегодные объемы производства пива в РФ находились в диапазоне 721–1029 миллионов декалитров.

Объем поставок импортного пива на российский рынок в 2015 году снизился практически в два раза, спад во многом вызван ростом курса зарубежных валют. Лидирующей страной–импортером на рынке пива России в 2015 году стала Беларусь, далее по убыванию доли следуют Германия, Чехия и Бельгия [11].

К числу важных тенденций в отрасли можно отнести стремление к консолидации пивоваренного рынка путем осуществления крупномасштабных слияний. Главные причины этого – ощутимое повышение цен на основное сырье (пивоваренный ячмень, солод и хмель), также тароупаковочные материалы. В результате крупномасштабных слияний в России сейчас 5 компаний контролируют 84% рынка пива.

Лидерами рынка пива являются компании «Балтика» (Carlsberg) (38%), «САН ИнБев» (14%), «Хайнекен» (13%), «Эфес» (15%), «САБ Миллер» (7%), представляющие все влиятельные международные пивоваренные группы. Таким образом, крупные транснациональные корпорации ориентированы на размещение производственных мощностей в России, вследствие чего практически весь ассортимент продукции пивной промышленности, представленный в розничной торговле, изготавливается в России [1].

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
						4

Одним из основных факторов снижения оборота пива выступают регулярное повышение акцизных ставок, а также запрет на торговлю в ночное время и в объектах нестационарной розничной торговли.

Повышение акцизов привело к тому, что розничные цены на пиво значительно выросли, а его продажи сократились. Средняя цена на отечественное пиво за последние пять лет возросла в два раза и в середине 2015 года остановилась на отметке 95 руб за литр, а на импортное пиво возросла на четверть (212 руб). В период 2011-2014 гг. средние цены производителей на пиво выросли на 1,3% [1].

Одной из последних тенденций производителей пива стало уменьшение размеров его упаковки. Привычные для потребителей объемы 0,5; 1,5; 2,5 литра стали активно замещаться форматами 0,47, 1,42 и 2,37 литра, на которые сегодня приходится примерно пятая часть продаж пива. Малозаметное для потребителя уменьшение объема, позволило компаниям смягчить рост отпускных цен [11].

Учитывая вышесказанное, можно сделать вывод, что предприятия пивной отрасли России функционируют в сложных экономических условиях: общий спад покупательского спроса и налоговое давление ведут к снижению объемов производства. Однако, маркетологи считают, что ситуация на пивном рынке начнёт стабилизироваться. Одним из положительных для рынка факторов станет умеренный рост акцизов, которые уже утверждены правительством на 2016–2017 годы и прогнозируют рост объёма продаж в 2016–2018 годах в среднем на 0,8% в год [1].

Целью выполнения данной выпускной квалификационной работы является разработать проект бродильно–лагерного отделения пивоваренного завода производительностью 1,0 млн дал пива в год, оснащенного новым технически совершенным оборудованием с использованием классической технологической схемы производства, отвечающей требованием максимального использования сырья, сокращения числа и длительности операции, минимального расхода энергетических ресурсов, что позволит увеличить выход готовой продукции высокого качества при минимальных затратах материальных ресурсов, с учетом интенсивных и малоотходных технологий.

Изн. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Изн. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
						5

1 ВЫБОР, ОБОСНОВАНИЕ И ОПИСАНИЕ АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

1.1 Выбор и обоснование ассортимента

На проектируемом пивоваренном предприятии производительностью 1,0 млн. дал пива в год предполагается выпускать три сорта пива:

Светлое, с экстрактивностью начального сусла 11% масс.

Данный сорт пива пользуется наибольшим спросом среди покупателей, его планируется к выпуску 60% от всего объема производства.

Данное пиво имеет золотистый цвет, обладает тонким солодовым вкусом, но при этом достаточно насыщенным, и приятным, богатым и гармоничным хмелевым ароматом. Оно сохраняет свежесть и яркость вкуса настоящего пива благодаря присутствию в своем рецептуре не только традиционного для приготовления пива светлого солода (80%), но также ячменя в количестве 20% от общего состава зернопродуктов. Также ячмень применяется для снижения себестоимости продукции. Сорт производится по типу пива «Жигулевское».

Светлое, с экстрактивностью начального сусла 13 % масс, планируется производить на заводе в объеме 30% от всего объема производства. В свою рецептуру пиво помимо светлого солода включает еще 20% рисовой сечки. Рис придает такому пиву более свежий, более нейтральный характер, по сравнению с пивом, в производстве которого используется ячмень, вкус становится более мягкий. Кроме того, повышается коллоидная стойкость, цвет такого пива становится более светлый [17]. Сорт производится по типу пива «Московское».

Темное, с экстрактивностью начального сусла 13% масс. В свою рецептуру этот сорт включает солод светлый (50%), солод темный (40%) и солод карамельный (10%). Именно благодаря сочетанию этих компонентов такое пиво приобретает темно-коричневый цвет, яркий, приятный, солодовый аромат и запах, а также сладковатый, без горечи вкус. Объем выпуска данного сорта небольшой – 10%, что связано с тем, что любителей темных сортов пива немного. Кроме того, в связи с использованием более дорогостоящего сырья повышается и стоимость такой продукции, что приводит к снижению спроса на нее. Сорт производится по типу пива «Украинское».

1.2 Выбор и обоснование технологических режимов и оборудования

Технологический процесс производства пива состоит из следующих стадий: очистки и дробления солода и несоложенных материалов, получения пивного сусла, сбраживания пивного сусла, дображивания и созревания молодого пива, осветления и розлива пива.

Изн. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Изн. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
						6

Доставка и приемка зернопродуктов

В виду того, что проектируемое предприятие небольшой мощности, с точки зрения экономической обоснованности и удобства разгрузки зерновое сырье (светлый солод и ячмень) поступает автомобильным транспортом. Для контроля их массы применяются весы специальные автомобильные. Рисовая сечка, темный и карамельный солод также поступает на завод автомобильным транспортом, ввиду фасовки их в мешки и небольшого количества, применяемого для производства пива [3].

Существует два основных способа длительного хранения сырья: напольное и силосное. Амбарные зернохранилища, относящиеся к напольному способу, имеют ряд недостатков: затруднена механическая загрузка, выгрузка; повышенная влажность зерна в нижних слоях; неэффективность использования площади амбара и др. При напольном хранении на 1 тонну зерна требуется большая площадь 2,5–3,0 м² [20].

В данном проекте предусмотрено хранение светлого солода и ячменя в силосах, так как этот способ исключает доступ к сырью грызунов, упрощает борьбу с вредителями, изолирует зернопродукты от воздействия внешней среды. В силосах также механизированы процессы загрузки и выгрузки зернопродуктов. Существенным достоинством силосов является то, что они занимают гораздо меньшие площади по сравнению с амбарными зернохранилищами.

Солода разных производителей и с разными качественными характеристиками складываются в разные силоса. Рисовую сечку и карамельный солод хранят в мешках напольным способом в складах при температуре от 10 до 30 °С и относительной влажности воздуха 75% что позволяет обеспечивать более надежную защиту сырья от зерновых вредителей, доступа влаги и увеличивает их срок хранения [18].

Подработка сырья

В зерновом сырье нередко содержатся примеси, которые необходимо удалять. В противном случае, они при дальнейшей обработке попадают на рабочие органы машины, ускоряют их износ, что в конечном итоге может стать причиной поломки. Чтобы этого не случилось, в технологической схеме предусмотрено использование магнитных колонок и полировочной машины для очистки солода и воздушно-ситового сепаратора для ячменя.

Светлый солод проходит магнитную колонку, затем поступает на солодополировочную машину для удаления пыли и придания блеска. Ячмень также очищается на магнитной колонке, после чего поступает на воздушно-ситовой сепаратор для удаления пыли и мелких загрязнений. Карамельный солод очищается на магнитной колонке, рисовая сечка не подрабатывается [18].

Дробление зернопродуктов

Цель дробления – обеспечить извлечение из зернового сырья экстрактивных веществ.

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Изн. № дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	--------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
						7

При дроблении зернопродуктов важнейшим параметром является степень измельчения. Если помол слишком грубый, то это приводит к снижению выхода экстракта. Однако дробление не должно быть слишком тонким, так как будет сильно измельчаться оболочка, что ухудшает фильтрование заторов и усиливается экстрагирование из шелухи веществ, которые придают пиву неприятный вкус. Поэтому необходимо обеспечить определенный фракционный состав помола – оптимальное соотношение крупных и мелких фракций. Рекомендуемый состав помола представлен в таблице 1.1 [37].

Таблица 1.1 – Рекомендуемый фракционный состав помола солода

Фракция	Содержание, %	
	при использовании фильтр-чана	при использовании фильтр-пресса
1	2	3
Шелуха	15 – 18	9 – 12
Крупа	18 – 22	12 – 15
Крупка	30 – 35	30 – 35
Мука	25 – 35	40 – 45

На проектируемом предприятии предполагается фильтрование заторов на фильтр-чане, который входит в состав варочного агрегата, поэтому состав солода должен соответствовать требованиям для фильтр-чана (таблица 1.1).

Дробление солода влияет в дальнейшем на процесс приготовления суслу, в том числе на продолжительность осахаривания и фильтрования, а так же на выход экстракта.

Дробление можно производить различными способами:

- Измельчение на четырехвальцовой дробилке. Преимуществом является большой выход тонкой крупки. Однако на второй паре валцов нелегко отделить эндосперм от оболочки.
- Шестивальцовая дробилка обеспечивает наиболее совершенное измельчение солода и дает возможность получить максимальный выход экстракта. Благодаря последовательной и фракционированной обработке составных частей дробины удается получить высокое содержание мелкой крупы и сохранить шелуху для фильтрования. Многократное дробление обеспечивает удовлетворительные выходы экстракта даже при обработке плохо растворенного и стекловидного солода.
- Мокрое дробление. Перед дроблением зерно увлажняется, оболочка становится эластичной и при дроблении легко отделяется, оставаясь практически целой. Мокрый помол позволяет увеличить скорость фильтрования на 20%, так как слой дробины становится более рыхлым. Недостатком мокрого дробления является то, что если недостаточно удалена влага с поверхности зерна, происходит замазывание валцов, а если вода более глубоко проникла в зерно, то при дроблении оно сплющивается
- Сухое дробление с кондиционированием. Перед измельчением солод увлажняют 1–2 минуты в специальном кондиционирующем устройстве

Изн. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Изн. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
						8

водой температурой 30-35 °С, которая распыляется с помощью форсунок. При этом влажность оболочек зерна повышается на 2-2,5%, а эндосперм остается сухим. Основным плюсом этого метода это почти полное сохранение оболочек, благодаря чему ускоряется фильтрование заторов.

- Наиболее современным способом является дробление с замочным кондиционированием. Установка сочетает в себе конструктивные признаки дробилок для «мокрого» дробления с технологическими признаками сухого дробления с кондиционированием. Помимо вышеперечисленных преимуществ, при использовании такого типа дробилки, осуществляется принцип бескислородного дробления. Это способствует предотвращению образования в пиве карбониллов старения. Перед измельчением солода увлажняют 1–2 минуты в увлажняющей камере водой температурой 60-65 °С (используя 60 дм³ воды на 100 кг солода), которая распыляется с помощью форсунок. За это короткое время только оболочки солода успевают впитать воду. Влажность оболочек увеличивается до 18-20 % и при этом они приобретают эластичность. После измельчения в смесительную камеру подается вода, и на затирание, как и при «мокром» дроблении, поступает пульпа. В увлажняющую и смесительную камеру дробилки дозируется молочная кислота, за счет этого понижается рН до 5,1–5,2, что помогает блокировать фермент липоксигеназу [3].

В данном проекте для дробления светлого солода предусмотрена дробилка с замочным кондиционированием, для измельчения ячменя предусмотрен вальцовый станок, для карамельного солода четырехвальцовая дробилка. Дробления сечки рисовой не предусматривается, так как вполне удовлетворяет для процесса затирания степень её измельчения.

Приготовление затора

Целью затирания является перевод компонентов солода в растворенное состояние. При этом происходит расщепление крахмала до сахаров и растворимых декстринов. Так же идут физико-химические и ферментативные процессы расщепления белков и других веществ. От них зависит качество суслу и пива, физико-химические и органолептические показатели готовой продукции.

Приготовление суслу можно производить на различных варочных агрегатах. Они могут отличаться как по комплектации, так и по производительности.

По своему конструктивному исполнению аппараты также различны. Ранее они производились прямоугольной формы, что способствовало образованию в углах плохо перемешиваемых зон. Гораздо разнообразнее сейчас форм днищ заторных аппаратов, которые могут быть сферическими, эллиптическими, коническими, плоскими или составными из двух плоских половин соединенных между собой под углом.

Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

										Лист
										9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВТЦ 00.00.000 ПЗ					

У традиционных заторных аппаратов крышки обычно эллиптические, в то время как в современных конструкциях предпочтение отдают коническим крышкам с углом у основания конуса 25 °С. Прежние конструкции заторных аппаратов оснащали обычными рамными или якорными мешалками. Современные котлы оснащают более эффективными перемешивающими устройствами, которые установлены децентрализованно, лопасти которых выполнены с различными углами атаки [37].

Существует также такая форма конструкции и установки, как блочные варочные агрегаты – аппараты этих агрегатов устанавливаются непосредственно один над другим, что сокращает необходимую для их установки площадь и снижает потери тепла в окружающее пространство. При таком расположении аппаратов легче автоматизировать управление технологическими процессами. Однако обслуживание механизмов и ремонт аппаратов этих агрегатов затруднительны. Дно верхнего аппарата является крышкой нижнего. Такое расположение аппаратов также обеспечивает самотек и сокращение протяженности коммуникаций.

В автоматизированных варницах, монтируемых на одном этаже, сочетаются такие специальные инженерные приемы, как наклонное днище и децентрализованная мешалка, которые обеспечивают более полное проведение процесса приготовления пивного сусла. Помимо этого они управляются по заданной программе с помощью общей системы управления варочной установки.

В данном проекте, согласно заданию, приготовление сусла будет производиться на классическом шестиаппаратном варочном агрегате с единовременной засыпью 1,5 тонн.

В комплектацию этого агрегата входят два заторных котла, два фильтра-чана, два сусловарочных котла и гидроциклонный аппарат.

Основной задачей затириания являются перевод сухих веществ солода и несоложенных материалов в растворимое состояние под действием ферментов солода. По виду повышения температуры различают две группы способов: настойный (инфузионный) и отварочный (декоктонный) [18].

При настойном способе затор подвергается лишь ферментативному воздействию без применения кипячения. Кипячение способствует инактивации части ферментов. С другой стороны, кипячение затора способствует улучшению разваривания зернового сырья и повышению степени клейстеризации его крахмала. Настойные способы характеризуются полным использованием ферментативного потенциала зерна, получается сусло, богатое мальтозой и аминным азотом. Однако отсутствие кипячения густой части затора приводит к снижению выхода экстракта из-за отсутствия клейстеризации крахмала эндосперма кончиков зерна, практически не подвергнувшегося растворению в процессе солодоращения. Также этот способ применяется при переработке солода высокого качества. Это является основными недостатками настойных способов.

					ВТЦ 00.00.000 ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат			10

Отварочные способы наиболее распространены. Характеризуются тем, что часть затора подвергается кипячению с целью клейстеризации крахмала. Отбор и кипячение отварок оказывает следующее воздействие: из-за быстрого нагревания белки той части затора, которую кипятят, меньше расщепляются; происходит более сильное выщелачивание веществ, содержащихся в мякинных оболочках; образуется больше меланоидинов; усиленно испаряется диметилсульфид и происходит уменьшение содержания ферментов в объединенном заторе [18].

По количеству отварок различают одно-, двух-, трехотварочные способы. Современным способом затириания является затириание с кипячением густой части затора. Этот способ сочетает в себе плюсы настойного и отварочного способа. Т.е. разваривают густую часть затора, жидкую, богатую ферментами, снимают деконтатором.

В данном проекте предусмотрен именно такой режим затириания с использованием ферментного препарата Термамил. Он содержит термостабильную α -амилазу. Оптимальная температура для α -амилазы препарата 90-95 °С, pH = 6,0. Расход ферментного препарата 0,5-1 дм³/т несоложенного сырья (0,2-0,3 дм³/т солода). Ускоряет осахаривание, повышает выход экстракта. Вносят его в суловарочный котел. Режим проведения затириания представлен в таблице 1.2 [34].

Режимы затириания для остальных сортов представлены в технологической инструкции [34].

Для подкисления затора добавляют 40%-ю молочную кислоту.

Таблица 1.2 – Режим приготовления пивного сула с кипячением густой части затора

Наименование операции	Температура, °С	Продолжительность, мин
Выдержка	при 40	20
Подогрев	до 52	10
Выдержка	при 52	30
Подогрев	до 63	10
Выдержка	при 63	30-40
Откачка жидкой части		10
Подогрев гуци	до 70	10
Выдержка	при 70	10
Подогрев	до 100 (быстро)	
Кипячение		30
Объединение густой части затора с жидкой так, чтобы температура затора была	70	10
Выдержка	при 70	До 30
Подогрев	до 72-73	5
Выдержка	при 72-73	до полного осахаривания
Подогрев	до 76	перекачка на фильтрование

Фильтрация затора

Цель фильтрации – разделение затора на жидкую фазу (сусло) и твердую (дробину). Процесс фильтрации подразделяется на две стадии: фильтрация основного сусла и выщелачивание дробины. Фильтрация обычно проводят в фильтрационных аппаратах или фильтр-прессе.

При фильтрации на фильтр-прессе продолжительность фильтрации сокращается на 1 час, но существуют трудности при разборке и сборке плит, которые проводятся вручную, т. е. обслуживание фильтр-пресса более трудоемко, сопровождается необходимыми периодическими затратами на приобретение фильтровального полотна, но позволяет повысить выход экстракта вследствие мелкого дробления.

В фильтр-чане процесс фильтрации происходит через слой зернопродуктов. Крупные частицы задерживаются основным элементом фильтра (так называемым фильтрационным ситом чана). По мере образования фильтрующего слоя эти частицы будут задерживать в свою очередь частицы меньшего размера. При помощи этого разделяющего эффекта удаляется большая часть твердых частиц, но основная фракция, которая должна быть удалена, состоит из очень тонких частиц, слишком мелких, чтобы быть удаленными таким способом. Они оседают в слое дробины, проходя по образующимся тонким каналам [21].

В данном проекте фильтрация затора проводится в фильтр-чане.

Фильтрация происходит в две отдельные фазы, следующие друг за другом, а именно: сбор первого сусла и выщелачивание дробины путем вымывания задержанных в ней экстрактивных веществ (промывные воды).

Процесс сбора первого сусла начинается с перекачивания затора в течение 7-8 мин, во время которого и образуется фильтрующий слой. Продолжительность фильтрации первого сусла обычно составляет 75-105 мин, редко дольше. Выход экстракта с первым суслом при использовании фильтр-чанов составляет 40-50 %, и зависит от того, насколько полно удастся «стянуть» первое сусло.

В начале промывная вода должна иметь температуру около 75 °С и только когда слой воды над дробинкой достигнет примерно 5 см, температура воды можно повысить до 78 °С при более высокой температуре происходит экстрагирование горьких веществ из дробины, а более низкая может привести к помутнению промывных вод. Фильтрация промывных вод длится 90-120 мин. до содержания сухих веществ 0,5 % (но не более 1 %) [22].

Кипячение сусла с хмелем

Цель кипячения – извлечение из хмеля горьких, ароматических веществ, упаривание сусла до нужной плотности, инактивация ферментов, коагуляция белков, образования белково-дубильных комплексов, стерилизация сусла.

Для кипячения сусла с хмелем используются сусловарочные аппараты различных конструкций. В них может использоваться как обогрев с помощью паровой рубашки на наружной части аппарата, так и более современные способы кипячения с применением внутренних (перколяторов) и выносных кипятильников [26].

										Лист
										12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	

Для охмеления используют шишковой хмель, гранулированный или хмелевые экстракты. Способ охмеления шишковым хмелем несовершенен, так как используется только 20-30 % горьких веществ.

В зависимости от свойств отдельных сортов различают «ароматические» сорта и «горькие» сорта. Ароматические сорта обычно имеют более низкую горечь, а их состав фракций хмелевых масел и горьких веществ придают пиву приятный аромат и более деликатную горечь, а горькие сорта, как правило, вносят в сусло для получения определенной начальной степени горечи; они обладают более насыщенным, скорее резким ароматом. Специфические ароматические компоненты хмеля и состав горьких веществ в нем придают пиву широкий спектр оттенков горечи [35].

В данном проекте закладывается использование гранулированного горько-ароматического сорта хмеля, с внесением в несколько приемов.

Хмель для пива с экстрактивностью 11 % вносят в три приема:

1. первая порция (25 %) - через 10-15 мин от начала кипения;
2. вторая порция (50 %) - через 35-40 мин от начала кипения;
3. последняя порция (25 %) - за 30 мин до конца кипения. [34]

Для более плотных сортов с экстрактивностью 13 % и использованием 100 % гранулированного хмеля рекомендуется внесение его в четыре приема:

1. первая порция (25 %) - через 10-15 мин от начала кипения;
2. вторая порция (50 %) - через 35-40 мин от начала кипения;
3. третья порция (15 %) - за 30 мин до конца кипения.
4. последняя порция (10 %)- за 5-10 мин до конца кипения [34].

Об окончании процесса кипячения сусла с хмелем можно судить по прозрачности горячего сусла, свертыванию белково-дубильных веществ в крупные хлопья и, главное, массовой доли сухих веществ охмеленного сусла. Начальное сусло стараются готовить с запасом 0,2-0,3 % сухих веществ [18, 34].

Осветление и охлаждение сусла

Целью охлаждения и осветления сусла является понижение температуры до благоприятной для процессов брожения, удаление взвешенных частиц из сусла и насыщение сусла кислородом воздуха. Осветление проводят на сепараторе и гидроциклонном аппарате.

В сепараторе осветление происходит под действием центробежной силы. Преимуществом его является сокращение длительности процесса, снижение потерь экстракта с белковым отстоем, хорошая прозрачность сусла, стерильность. Недостатком – энергоемкость процесса.

В гидроциклонный аппарат сусло подают тангенциально, при этом оно закручивается, взвеси отбрасываются в центр и образуют конусообразный осадок. Плюсом является простота конструкции аппарата, простота обслуживания, стерильность процесса, потери сухих веществ в осадке снижаются приблизительно на 0,3 % [18].

Недостатками являются отсутствие насыщения кислородом воздуха; эффективность работы уменьшается, если сусло содержит много взвесей и при плохом качестве солода.

					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		13

Последующее охлаждение и осветление сусла может протекать в оросительном или пластинчатом теплообменниках. В оросительном теплообменнике сусло хорошо насыщается кислородом, но он требует отдельного помещения и велика опасность инфицирования. Поэтому в данном курсовом проекте предусмотрен пластинчатый теплообменник.

Горячее сусло из гидроциклонного аппарата при температуре 95-98 °С нагнетают насосом в первую секцию, в которой охлаждают его до 25 °С холодной водой, обычно имеющей температуру не выше 15 °С. Далее сусло направляют во вторую секцию, в которой дополнительно охлаждают раствором пропиленгликоля с температурой минус 5 °С, до 9-10 °С и выводят из аппарата [35].

Использование пластинчатого теплообменника максимально исключает возможность инфицирования, т.к. процесс охлаждения протекает быстро, конструкция предполагает быструю разборку и тщательную очистку всех элементов, позволяет легко изменять поверхность теплообменника за счет установки различного количества пластин.

Аэрация сусла, осуществляемая непосредственно перед подачей его в бродильные аппараты – единственная стадия в технологическом потоке, на который целенаправленно осуществляют взаимодействие технологической среды с воздухом. При аэрации сусла обеспечивают содержание кислорода не менее 6-8 мг/дм³, что оказывает благоприятное влияние на размножение дрожжей [35].

Из устройств для аэрации сусла применяются: свечи из керамики или спеченного металлического порошка, аэрационные устройства с трубками Вентури, аэрационные устройства с двух компонентными форсунками, аэрационные устройства со статическим смесителем и центробежный смеситель.

В данном проекте заложено использование аэрационного устройства с трубкой Вентури. В ней происходит сильное возрастание скорости потока в области сужения трубки, при этом воздух добавляется через форсунки и затем в турбулентном потоке в области расширения трубки воздух интенсивно перемешивается с суслом, при этом отсутствуют существенные потери давления [18].

Разведение ЧКД

ЧКД – это разводка дрожжевых клеток, приготовленная на стерильном охлажденном сусле из расы определенной маркировки, до количества, необходимое для внесения в бродильный аппарат.

В данном проекте заложено использование дрожжей расы Rh. Так как, эта раса является сильносбраживающей, устойчивой к этанольному и осмотическому стрессам. Для неё характерна высокая скорость сбраживания на протяжении всего процесса.

Процесс выращивания ЧКД состоит из двух стадий: лабораторной и производственной.

										Лист
										14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	

Лабораторная: из пробирки на косом сусле-агаре дрожжи переносят в специальных условиях на стерильное охмеленное сусло, а далее делают несколько пересевов, увеличивая каждый раз объем суслу в 5 раз. Лабораторная стадия завершается на колбе Карлсберга объемом 10 дм³. Продолжительность лабораторной стадии— две недели.

Производственное размножение дрожжей осуществляют в открытых или закрытых дрожжевых системах, в анаэробных и аэробных условиях, в периодическом и полунепрерывных режимах.

Производственная стадия проходит в специальном отделении - отделение ЧКД. Оно оборудуется установками для выращивания ЧКД. В отделении ЧКД можно использовать установки Грейнера, Ганзена, Линднера и др. Также для выращивания дрожжей применяют специальные аппараты — пропагаторы.

Существует несколько схем их комбинирования:

- пропагатор – стерилизатор (1 единица оборудования);
- пропагатор и стерилизатор;
- стерилизатор и несколько пропагаторов разных объемов.

В данном проекте для размножения ЧКД для классической схемы брожения предусмотрена установка Грейнера отечественного производства, состоящая из стерилизатора, бродильных цилиндров, число которых изменяется в зависимости от количества используемых рас дрожжей, сосудов для засевных дрожжей и резервуара предварительного брожения.

Брожение и дображивание пива

Брожение — сложный биохимический процесс, во время которого под действием ферментов пивных дрожжей сбраживается основное количество углеводов суслу с образованием спирта, углекислоты и побочных продуктов. Существуют верховое и низовое брожение. Они отличаются применяемыми расами дрожжей и температурным режимом.

Брожение и дображивание проводят несколькими способами:

- классическим периодическим;
- полунепрерывным;
- непрерывным;
- ускоренным периодическим.

Самым традиционным является классическое брожение с проведением отдельного брожения и дображивания. При проведении отдельного брожения и дображивания необходимы большие производственные площади, невозможно отделение дрожжей без съема пива, сроки процесса получения из суслу пива значительно больше, чем при использовании ЦКБА. Однако пиво полученное по классической схеме брожения хорошо осветляется, насыщается СО₂, а также формируется тонкий вкус и аромат[18].

Полунепрерывный способ, брожение проходит в батарее из вертикальных бродильных аппаратов, а дображивания — обычным способом.

Количество аппаратов определяется продолжительностью главного брожения. Обычно колонна состоит из 6 аппаратов. Первый аппарат батареи служит разбраживателем и снабжен мешалкой. Сюда подаются дрожжи, осуществляется приток свежего суслу и отвод забродившего, поэтому дрожжи находятся постоянно в логарифмической фазе роста.

						ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат			15

Следующие аппараты батареи являются рядовыми, и в них осуществляется брожение обычным классическим способом.

Сусло охлаждают до температуры 6-8 °С и подают в разбраживатель. В ток сусла вносят дрожжи в количестве 0,6-1,0 дм³/10 дал. После заполнения аппарата включают мешалку и перемешивают сусло 30 минут. Через сутки половину объема сбраживаемого сусла из разбраживателя перепускают в первый бродильный аппарат батареи и оба танка доливают свежим суслom до полного объема. Перед спуском сусла из разбраживателя и после его долива включают мешалку на 30-40 минут. Через сутки вновь спускают половину разбраживателя во второй танк, и таким образом вся батарея заполняется за 5 суток. За это время в первом бродильном аппарате завершается брожение. Оно протекает при избыточном давлении 0,02–0,04 МПа при максимальной температуре 9,5 °С. Молодое пиво перекачивают на дображивание, которое проводят обычным способом. Танк моют, дезинфицируют и вновь заполняют суслom из разбраживателя. В разбраживателе дрожжи поддерживают в логарифмической фазе роста 4–6 недель. Активность дрожжей, поступающих на брожение, велика, поэтому продолжительность главного брожения сокращается до 5 суток.

Этот способ менее трудоемок, т.к. отсутствует промывка и уход за дрожжами, уменьшается расход воды и дезрастворов на мойку оборудования, таким образом, снижается и объем сточных вод.

Непрерывные способы характеризуются обособленностью прохождения различных стадий брожения в отдельных аппаратах (в каждом аппарате своя стадия и свой режим), поддержанием на высоком уровне в течение длительного времени морфологических и физиологических показателей дрожжевой культуры. Большим недостатком является сложность перехода от одного ассортимента на другой.

Ускоренный (с использованием ЦКБА).

Существуют различные схемы сбраживания пивного сусла в ЦКБА: брожение и дображивание в одном аппарате, брожение и дображивание в разных цилиндрикоконических бродильных аппаратах, брожение в ЦКБА, а дображивание по классической схеме [18].

Брожение проходит за счет:

- конструкции аппарата, которая способствует значительному самопроизвольному перемешиванию сбраживаемой среды (в результате тепловой конвекции);
- повышенной температуры брожения (13-14 °С);
- повышенной нормой введения дрожжей (в среднем 1 дм³/гл сусла);
- аэрации сусла;
- искусственная промывка сусла СО₂ при дображивании для удаления побочных летучих продуктов, придающих пиву незрелый вкус;
- выдержки молодого пива при повышенной температуре для редукации диацетила.

В данном проекте предусмотрен классический периодический способ брожения и дображивания всех сортов пива.

									Лист
									16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат					

Дрожжевое отделение

В конце главного брожения снимают дрожжи. Дрожжевой осадок состоит из трех слоев.

В осадке дрожжей различают три слоя: верхний слой осадочных дрожжей, в котором хотя и присутствуют бродящие клетки, но имеется много примесей. Средний слой - семенные дрожжи, которые наиболее чисты в биологическом отношении, содержат меньше всего загрязнений. Нижний слой осадочных дрожжей – слой, в котором содержатся осадок взвесей и мертвые дрожжевые клетки [20].

Верхний и нижний слой собирают в емкость для избыточных дрожжей, а средний слой – «ядро» – используют в качестве семенных дрожжей. Если дрожжи соответствуют требованиям, предъявляемым к семенным дрожжам, то их подготавливают для последующего использования в производстве. В качестве семенных используют примерно 1/3 осадочных дрожжей. Остальные дрожжи являются избыточными. Из них извлекают пиво с помощью фильтр-пресса. Рекуперированное пиво фильтруют, пастеризуют и добавляют к суслу в количестве до 5 % объема. Отпрессованные дрожжи реализуют на корм скоту.

Каждый оборот дрожжей называется генерацией. Повторно используемые генерации дрожжей должны удовлетворять следующим требованиям: количество мертвых дрожжевых клеток должно быть не выше 5 %; наличие посторонних бактериальных клеток — не выше 0,5; упитанность дрожжевых клеток по гликогену — не ниже 70 %; наличие клеток диких дрожжей не допускается.

При использовании классических бродильных аппаратов: рабочие дрожжи после брожения насосом подают в вакуум-сборники и промывают чистой холодной водой температурой 1-2 °С. Хранят не более двух суток под слоем пива. От товарных дрожжей, в последствии, отделяют пиво на фильтр-прессе, и они идут на реализацию [7, 36].

Семенные дрожжи используются повторно до 8 генераций. При загрязнении дрожжей посторонними микроорганизмами их обрабатывают серной и фосфорной кислотами, пиросульфатом аммония.

Перед засевом рекомендуется активировать дрожжи различными способами. Возможно применение тепловой активации, обработки кислородом, использования дрожжевых подкормок, которые содержат минеральные вещества, витамины и аминокислоты

В данном проекте для активации дрожжей предусмотрено использование дрожжевых подкормок НУ-VIT [18,20].

Осветление пива

Цель осветления – удаление из пива твердых частиц для придания ему высокой прозрачности, биологической и белково–коллоидной стойкости без ухудшения вкуса, аромата и снижения пеностойкости. Проводится осветление двумя способами: фильтрацией и центрифугированием [19].

Осветление сепарированием основано на действии центробежной силы. Под ее действием дрожжи и частицы скоагулированных белков отбрасываются к стенкам барабана. Коллоидные частицы сепарированием не выделяются. Из-за трения пиво нагревается в сепараторе на 2-3 °С.

										Лист
										17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	

При увеличении температуры растворяются белково-дубильные вещества и понижается стойкость. При осветлении пива на сепараторе потери пива весьма незначительны. Сепараторы обладают невысокой эффективностью осветления: плохо выделяются частицы высокой степени дисперсности, поэтому сепарированное пиво не имеет блеска. При сепарировании хорошо выделяются дрожжи, поэтому его применяют для предварительного осветления пива при высоком содержании плохо флокулирующих дрожжевых клеток [35].

Наиболее эффективным является фильтрование. При фильтровании используются различные фильтры:

- Намывные фильтры. Фильтрование в таких фильтрах происходит через вспомогательное фильтрующее средство (чаще всего диатомит, кизельгур или перлит), намываемое на фильтровальные перегородки. Намывные фильтры бывают свечные, дисковые, листовые и рамные фильтр-прессы. Преимуществом данных фильтров является хорошее удаление дрожжевых клеток, белковых и полифенольных веществ, хмелевых смол, солей тяжелых металлов, а также различных микроорганизмов. Пиво получается прозрачным, качество его высокое, производительность регулируется в широких пределах, фильтры легко стерилизуются горячей водой или дезрастворами.
- Пластинчатый фильтр-пресс. Под пластинчатым фильтр-прессом понимают фильтр, который не имеет рам, а состоит из пластин. Между этими пластинами укладывают фильтр-картон, через который происходит фильтрация. Недостатки пластинчатого фильтр-пресса: фильтр-картон можно промывать только противотоком; фильтр занимает много места и трудоемок в обслуживании; работу фильтра нельзя автоматизировать; фильтр очень восприимчив к высокой бактериальной обсемененности и концентрации твердых веществ в фильтруемом пиве.
- Мембранные фильтры. Это фильтры, в которых пиво проходит сквозь мелкопористые мембраны. Мембранные фильтры делятся на фильтры с модульными элементами и мембранные свечные фильтры. Преимуществом данных фильтров является хорошее освобождение от микроорганизмов, а также от образующих муть веществ. Недостаток: перед фильтрованием на таких фильтрах нужно хорошее предварительное и основное осветление пива [7, 35].

Чаще всего используют диатомитовые порошки, которые намываются на различные виды поверхностей. Так фильтрование с помощью диатомита может производиться на рамном фильтр-прессе и намывном дисковом фильтре, которые располагают либо вертикально, либо горизонтально. Также используется щелевой фильтр со специальными фильтрующими элементами из навитой профильной проволоки или дисков, образующих благодаря выступам зазоры определенной ширины. Каждому фильтру необходим дозатор подачи кизельгура [22].

					Лист
					ВТЦ 00.00.000 ПЗ
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	18

В данном проекте используется классический способ брожения и дображивания пива, который обеспечивает достаточную степень осветления пива. Поэтому, для фильтрации пива, в данном курсовом проекте принята фильтрация на намывном диатомитовом и обеспложивающем фильтрах.

На опорный картон сначала намывается диатомит А – 600 г/м² (крупная фракция), затем диатомит Б – 700 г/м² (мелкая фракция), также в процессе фильтрования в ток пива дозируется диатомит Б в количестве 15-20 г/дал. По окончании фильтрации, когда давление достигнет 0,5 МПа в фильтр подается вода, которая вытесняет пиво. Разбавленное водой пиво собирается в сборник исправимого брака.

Для стерильной фильтрации используем обеспложивающий фильтр, где используем стерильный фильтр-картон для очистки пива от остаточных микроорганизмов [7].

Карбонизация пива

Содержание СО₂ в пиве в значительной степени зависит от давления и температуры процесса дображивания. При недостаточном содержании в пиве СО₂ его подвергают карбонизации – искусственному насыщению диоксидом углерода. Карбонизацию осуществляют при температуре 1-2 °С и давлении 0,5-1,2 МПа (в зависимости от типа карбонизаторов) до массовой доли СО₂ в пиве 0,5-0,6 %.

Раньше на многих заводах применялись колончатые карбонизаторы, в которых смесь пива с очищенной углекислотой поднималась по латунной колонке, заполненной стеклянными шариками. Перемешивание осуществлялось за счет прохождения смеси пива и СО₂ сквозь перфорированные перегородки.

В последнее время в пивоварении находят применение системы карбонизации без металлокерамических элементов или насадки, поскольку в них, несмотря на эффективное диспергирование диоксида углерода в пиве, достаточно сложнее обеспечить безупречную микробиологическую чистоту. По этой причине чаще всего пиво насыщают СО₂ в поточных карбонизаторах непрерывного действия различной конструкции.

В данном проекте предусматривается использование карбонизатора марки SCANDI BREW типа HP LF 51, который предназначен для непрерывной автоматической карбонизации пива [35].

СО₂ нагнетается непосредственно в продуктопровод, при этом не требуется использование пористого диска или керамического фильтра. Это означает, что безразборная мойка магистрали подачи СО₂ и продуктопровода может осуществляться без уменьшения пропускной способности.

Необходимое содержание СО₂ задается контролеру, который затем автоматически регулирует клапан управления подачи СО₂, поддерживая таким образом содержание СО₂ на необходимом уровне.

Карбонизированное пиво представляет собой жидкость, пересыщенную диоксидом углерода. Для восстановления прежнего равновесия, пиво перекачивают в сборники–мерники готового пива, где выдерживают 4–12 часов при избыточном давлении СО₂ не ниже 0,1 МПа и температуре 0–1 °С.

										Лист
										19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат						

При выдержке в форфасах происходит дополнительное растворение в пиве диоксида углерода. Для предотвращения окислительных процессов при наполнении и опорожнении сборников давление создается только с помощью CO_2 [16].

Розлив пива

Розлив пива - это сложный технологический процесс, включающий разнообразные операции: подготовку тары, розлив пива, укупорку, оформление, бракераж и хранение готовой продукции.

Пиво разливают в новые и оборотные бутылки вместимостью 0,5 и 0,33 дм^3 , изготовленные из прозрачного стекла оранжевого или зеленого цвета, способствующего сохранению качества пива; в новые полимерные бутылки вместимостью 0,5–2 дм^3 и в кеги. Бутылки должны быть стандартными, с гладкой поверхностью, со стенками равномерной толщины, термостойкими. Они должны выдерживать внутреннее давление не менее 0,08 МПа.

Пиво разливают в бутылки на автоматических линиях производительностью 3, 6, 12, 24 и 36 тыс. бут/ч.

Стеклянная бутылка – наиболее совершенный вид тары с точки зрения сохранения свойств пива, эстетического восприятия и экологии. Но существенный недостаток стеклянных бутылок – их большая масса и бой.

Розлив пива в стеклянные бутылки осуществляется на автоматической линии, которая состоит из автомата для извлечения бутылок из ящиков, бутылкомоечной машины, разливочно-укупорочного блока, инспекционных машин и этикетировочного автомата, счетчика бутылок и автомата по укладке бутылок в ящики.

Из посудотарного цеха ящики с бутылками поступают на автомат по выемке бутылок из ящиков. Далее бутылки поступают на мойку в бутылкомоечную машину, где они моются с помощью различных моющих средств: кальцинированной соды, едкого натра, тринатрийфосфата и метасиликата. Оптимальная температура мойки бутылок должна находиться в пределах 60-85 $^{\circ}\text{C}$, а концентрация щелочного раствора 1,0-2,5%, он обладает хорошими моющими и бактерицидными свойствами [17,37].

Мойка осуществляется по следующей схеме:

1. Подача бутылок на мойку;
2. Орошение теплой водой (25-30 $^{\circ}\text{C}$);
3. Щелочная ванна (60-65 $^{\circ}\text{C}$);
4. Шприцевание щелочным раствором;
5. Щелочная ванна (75-80 $^{\circ}\text{C}$);
6. Шприцевание водой (40-45 $^{\circ}\text{C}$);
7. Шприцевание водой (25-30 $^{\circ}\text{C}$);
8. Шприцевание холодной водой (10-15 $^{\circ}\text{C}$).

Чистота бутылок, выходящих из машины, контролируется просвечиванием. Крупные загрязнения или инородные тела определяются визуально и такие бутылки отбраковываются.

										Лист
										20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	

Во избежание потерь CO_2 используют изобарический принцип розлива. Противодействие в бутылках создается CO_2 .

Пиво разливается, и бутылки укупориваются кронен-пробками. Необходимо, чтобы бутылка прижимом кронен-пробки закрывалась без порчи горлышка или всей бутылки.

Затем укупоренные бутылки поступают на инспекционный автомат, где отбираются недостаточно налитые бутылки, плохо укупоренные, содержащие механические включения в пиве. Отбракованные бутылки откупоривают, пиво сливают и отправляют на вторичную обработку.

Для придания бутылке пива товарного вида ее направляют на этикетировочный автомат для наклеивания этикетки. На проектируемом предприятии предполагается наклеивать этикетки различной формы и размеров на разные участки поверхности бутылок. Наносят этикетку на цилиндрическую часть бутылки, контрэтикетку с обратной стороны бутылки и кольеретку на горлышко бутылки. Затем бутылки считаются и поступают на автомат по укладке бутылок в ящики.

Линия розлива пива в ПЭТ имеют следующие достоинства: отсутствие боя, незначительная масса, при розливе не создает шума. Недостатки: невозможность обработки при высоких температурах, газопроницаемость, способность впитывать ароматические компоненты, а позднее выделять их в продукт, также не решена проблема утилизации.

Для розлива пива в ПЭТ применяют полуавтоматические и автоматические линии, которые включают следующие машины: выдувную, ополаскивающую, фасовочно-укупорочную, этикетировочную, упаковочную.

Преформы из бункера для подачи преформ поступают в машину для выдува бутылок, где после нагрева и последующего воздействия сжатого воздуха, получается готовая бутылка. Транспортировка бутылок осуществляется механически с помощью конвейера, захватывающего бутылку за кольцо на горлышке. Таким образом, бутылки поступают в ополаскивающую машину, где происходит удаление водой вредных примесей с внутренней стороны бутылки. Далее бутылки поступают на фасовочно-укупорочный автомат. Розлив пива происходит в изобарических условиях. Укупорка бутылок производится винтовыми пробками. ПЭТ-бутылки этикетируются так же, как и стеклянные. После этого бутылки поступают в машину по упаковке ПЭТ-бутылок термоусадочной пленкой.

Для розлива пива в кеги часто используют автоматическую установку. Мойка ее осуществляется моющими головками. Установка оборудована также отстойной станцией, наполняющей головкой и двумя станциями ожидания на вводе и выводе.

Сначала кеги ополаскивают водой, моют щелочью, затем водой, кислотой, водой и пропаривают. Затем кеги подают на наполняющую головку, где создаются изобарические условия с помощью CO_2 и заполняют их пивом.

Стерильность мойки обеспечивается за счет использования метода пульсирующей подачи моющего раствора, щелочи или кислоты. Розлив пива в

										Лист
										21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат						

кеги производится с минимальными потерями благодаря оптимальному выбору параметров шпунтирования [18].

В качестве материала для кегов в настоящее время используют исключительно нержавеющую сталь.

В данном проекте предусмотрен розлив пива в стеклянную бутылку - 0,5дм³ и кеги – 50 дм³.

Щелочное отделение

Для приготовления щелочного раствора концентрированная щелочь из сборника через мерник поступает в бак, где разбавляется водой. В щелочном отделении предусмотрена регенерация отработанного щелочного раствора, поступающего от бутылкомоечной машины. Отработанная щелочь поступает в сборник, откуда насосом перекачивается в реактор, где происходит смешивание ее с реагентом. Осаждающий, коагулирующий или окисляющий реагент поступает из дозатора. Образующийся в результате реакции шлам выгружается в сборник и затем спускается в канализацию.

Стекающие через фильтр остатки щелочи поступают в реактор с неподвижным фильтрующим слоем. В нем отделяются еще оставшиеся загрязнения, а чисто отфильтрованный щелочной раствор насосом возвращается обратно в щелочную ванну бутылкомоечной машины или в бак разбавленного щелочного раствора.

Мойка CIP (безразборная автоматизированная мойка)

На заводе предполагается установка современной системы безразборной мойки CIP (cleaning in place). В каждом цехе предприятия предусмотрена автоматическая мойка.

Мойка CIP бывает пакетная, то есть после использования растворы сбрасываются в канализацию и рассеянная, когда после использования растворы собираются для коррекции и повторного использования.

В данном проекте предусмотрена рассеянная схема CIP.

Станция CIP включает в себя следующие емкости:

- танк для чистой воды;
- танк для оборотной воды;
- танк для дезинфицирующего раствора;
- танк для раствора кислоты;
- танк для щелочного раствора;
- циркулирующий насос;
- а также многочисленные вентили и трубопроводы и насосы.

Из этой системы танков при помощи автоматического управления потом сред под напором закачивается в емкости и трубопроводы циркуляционной системы.

Последовательность операций следующая:

- первичное ополаскивание водой, промывочной с предыдущего цикла;
- вытекание воды;
- мойка щелочным раствором при концентрации 1-2 %;
- вытекание раствора щелочи;
- мойка кислотой при концентрации 1-2 %;

					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		22

- вытекание раствора кислоты;
- промежуточное ополаскивание водой;
- промывка дезинфицирующим раствором;
- вытекание дезинфицирующего раствора;
- ополаскивание свежей водой.

Продолжительность, объем, и температура определяются на основе производственного опыта [18].

Утилизация отходов

Проектом предусмотрено приближение производства к безотходному.

Полировочные и аспирационные отходы представляют собой частицы измельченной оболочки, эндосперма, солодовую пыль. Их предполагается продавать на корм скоту. Допускается также повторное использование при затирании в количестве 5 % засыпи.

На корм скоту предполагается утилизировать и пивную дробину. Белковый отстой предусматривается возвращать на слой дробины (при этом улучшается процесс фильтрования) и утилизировать на корм скоту вместе с ней. Хмелевая же дробина является таким отходом, который пока не находит применения. Из-за слишком выраженного горького хмелевого вкуса ее нельзя использовать даже в качестве небольших добавок к кормам животных.

Остаточные пивные дрожжи, к которым относятся излишние семенные дрожжи, дрожжи, утратившие бродильную активность и дрожжи после дображивания можно использовать в питании человека, но они очень горькие. Можно готовить гидролизаты дрожжей. Дрожжи также сушат и добавляют к комбикормам, применяют дрожжи в фармацевтической промышленности для производства витаминных добавок.

Помимо этого заложена схема утилизации диоксида углерода, повторное использование щелочи.

Также утилизируются кизельгур, стеклобой и этикетки, которые в последнее время нашли применение в качестве выжигаемого материала при производстве кирпича.

1.3 Описание аппаратурно-технологической схемы

Доставка сырья на предприятие осуществляется автомобильным транспортом (1). С помощью специальных автомобильных весов (2) зернопродукты взвешиваются и поступают в приемный бункер (3). Далее ленточным транспортером (4), норией (5), шнеком (6) отправляются в силоса (7), откуда по мере надобности ленточным транспортером (8) поступают на норию (9), с помощью которой, зернопродукты поднимаются на верхний этаж подработочного отделения, где происходит их очистка. Перед очисткой зернопродукты взвешиваются на весах (10) и шнеком (11) распределяются по бункерам запаса светлого солода и ячменя (12, 18) соответственно.

Далее зернопродукты поступают на колонки магнитные (13,19) и далее светлый солод поступает на машину солодополировочную (14), а ячмень на воздушно-ситовой сепаратор (20).

						ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
							23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат			

После подработки светлый солод направляется в бункер полированного светлого солода (15), ячмень в бункер очищенного ячменя (22). Затем ячмень из бункера (22), с помощью нории (23) направляется на автоматические весы (24) и дробится на вальцовом станке (25). Дробленый ячмень самотеком поступает в бункер (26), а оттуда в заторный аппарат (40).

Отходы направляются в бункеры отходов (16, 21), металлические примеси собираются в бункере (17).

Светлый солод норией (27) поступает на весы автоматические (28) и затем на дробилку с замочным кондиционированием (29). Дробленый солод насосом (30) перекачиваются в заторный аппарат (40).

Рисовая сечка поступает на завод в мешках, взвешивается весами (31) и высыпается в бункер хранения (32), затем взвешивается автоматическими весами (33) и направляется в бункер суточного запаса (34). Далее рисовая сечка поступает сразу в заторный аппарат (42).

Карамельный солод поступает на завод в мешках, взвешивается на платформенных весах (35) и ссыпается в бункер запаса карамельного солода (36). Затем проходит через магнитную колонку (19) и поступает в бункер очищенного карамельного солода (38), затем взвешивается автоматическими весами (39), измельчается на четырехвальцовой дробилке (40) и направляется в бункер дробленого карамельного солода (41). Металлические примеси собираются в бункере (37).

В заторных котлах (42) происходит смешивание всех зернопродуктов с водой и непосредственно затирание.

После приготовления затора масса отправляется на фильтрование в фильтр-чан (44) с помощью насоса (43). Получившееся вначале фильтрование мутное сусло насосом (46) возвращают обратно в фильтр-чан.

Прозрачное сусло насосом (50) в суловарочный аппарат (51). Промытую солодовую дробину из фильтр-чана подают в бункер (45), откуда отправляется на реализацию. Промывная вода перекачивается в сборник промывных вод (48) и в дальнейшем используется при приготовлении нового затора.

В суловарочном котле (51) производится кипячение сусла с хмелем. По окончании охмеления сусло насосом (52) перекачивается в гидроциклонный аппарат (53), а белковый отстой собирается в сборник белкового отстоя (55). Осветленное сусло насосом (54) подается в двухсекционный теплообменник (56).

Далее сусло проходит аэрацию на аэраторе (57) и поступает в аппарат главного брожения (58), где подвергается сбраживанию.

Необходимые для брожения дрожжи подают в бродильный танк из резервуара предварительного брожения (80), либо из вакуум-сборников хранения семенных дрожжей (84), где непосредственно перед подачей в бродильный аппарат проводят их активацию стерильным сжатым воздухом с помощью насоса (86).

Дрожжи для сбраживания сусла разводят в аппарате Грейнера (80–83) Перед тем как отправить товарные дрожжи на реализацию, их отделяют от пива на фильтр-прессе для дрожжей (88), куда они подаются с помощью насоса (87).

						ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат			24

Дрожжи собираются в сборнике товарных дрожжей (90), а отделенное пиво - в сборнике пива (89), откуда отправляется на обработку.

По окончании дображивания пиво перекачивается насосом (60) для фильтрацию на намывном диатомитовом фильтре (61). Пиво после диатомитового фильтра проходит фильтрацию на обеспложивающем фильтре (62), затем охлаждается в односекционном теплообменнике (63), насыщается диоксидом углерода в карбонизаторе (64) и попадает в форфас (65) на хранение. Далее пиво перекачивается насосом (66) на розлив.

Образовавшийся CO_2 поступает в пеноловушку (67), откуда в газгольдер (68). Затем газ проходит в водяной скруббер (69), заполненный кольцами Рашига, где его отмывают водой, очищают от органических примесей и охлаждают. Из скруббера через водоотделитель (70) углекислый газ подается в первую ступень трехступенчатого компрессора (71), где компенсируется до 0,5 МПа и направляется в холодильник (72). Для очистки углекислого газа после холодильника установлен маслоотделитель (73). Далее газ очищают в адсорбере активированным углем (74), откуда он поступает во вторую ступень компрессора и компенсируется до 2,4–2,5 МПа, а затем из холодильника и маслоотделителя поступает в третью ступень компрессора. Газ, сжатый примерно до 7 МПа, проходит холодильник (72) и маслоотделитель (73) и окончательно отчищается и осушается в адсорберах с силикагелем и цеолитом (75 и 76). В конденсаторе (77) газ, отдавая тепло, конденсируется и таким образом сжижается. Жидкая углекислота заполняет ресивер высокого давления (78), откуда подается на розлив насосом (79).

Розлив пива в кеги осуществляется на разливочном автомате (92).

Ящики с пустыми бутылками разбираются пакеторасформирующим автоматом (93) и подаются к автомату (94), который извлекает бутылки из ящиков. Далее бутылки направляются к бутылмоечной машине (95). Вымытые бутылки проходят световой экран (96) и подаются на разливочно–укупорочный автомат (97). Бутылки с готовой продукцией проходят бракеражный автомат (98), затем этикетировочный автомат (101) и укладываются автоматом для укладки бутылок (102) в ящики, пакетоформирующим автоматом (103) штабелируются и отправляются на склад готовой продукции.

Бой стекла после бутылмоечной машины (95) собирается в бак стеклобоя (99) и отправляется на утилизацию. Исправимый брак после бракеражного автомата собирается в сборник (100) и отправляется на дображивание.

Отработанная щелочь из бутылмоечной машины (95) и установки для розлива пива в кеги (92) поступает в сборник отработанной щелочи (104). Концентрированная щелочь из сборника (105) отмеряется мерником (106) и идет в сборник раствора щелочи (107), в котором перемешивается с отработанной щелочью и водой. Раствор щелочи насосом (108) подается к бутылмоечной машине (95) и установке для розлива пива в кеги (92).

Для мойки и дезинфекции оборудования предусмотрена система СІР (91).

						Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	ВТЦ 00.00.000 ПЗ	

2 РАСЧЕТ РАСХОДА СЫРЬЯ, ПОЛУПРОДУКТОВ, ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

Согласно [6] проведен расчет сырья и полупродуктов для пива Жигулёвское с экстрактивностью начального сусла 11% масс., пива Московское с экстрактивностью начального сусла 13% масс., пива Украинское с экстрактивностью начального сусла 13% масс.

Характеристика розлива продукции, предполагаемой к выпуску на проектируемом заводе представлена в таблице 2.1

Таблица 2.1 - Характеристика розлива выпускаемой продукции

№	Наименование пива	Розлив в, %	
		стеклобутылка	КЕГ -бочка
1	2	3	4
1	Жигулёвское (11%)	40	60
3	Московское (13%)	100	-
3	Украинское (13%)	100	-

Исходные данные для расчета продуктов представлены в таблице 2.2

Таблица 2.2 - Исходные данные для расчета продуктов

Показатель	Обозначение, ед.изм.	Жигулевское	Московское	Украинское
1	2	3	4	5
Количество зернопродуктов	Шт.	2	2	3
<u>Потери:</u>				
1-й стадии (варочное отделение)	П ₀ ,%	6	6	6
2-й стадии (отделение брожения)	П ₁ ,%	2,3	2,3	2,3
3-й стадии (отделение дображивания и фильтрации)	П ₂ ,%	2,35	2,7	2,7
4-й стадии (цех розлива)	П ₃ ,%	1,1	2	2
5-й стадии (потери экстракта в пивной дробине)	П ₄ ,%	2,6	2,8	2,8
<u>Экстрактивность:</u>				
светлого солода	Эс.с.,%	76	76	76
темного солода	Эт.с.,%			74
карамельного солода	Эк.с.,%			72
ячмень	Эяч.,%	75,0		
риса	Эр.,%		85	
начального сусла для данного сорта пива	Эн.с.,%	11	13	13

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5
<u>Влажность:</u>				
светлого солода	Wс.с.,%	5,6	5,6	5,6
темного солода	Wт.с.,%			5
карамельного солода	Wк.с.,%			6
ячменя	Wяч.,%	15		
риса	Wр.,%		15	
<u>Норма расхода:</u>				
светлого солода	пс.с.,доля	0,8	0,8	0,5
темного солода	пт.с.,доля			0,4
карамельного солода	пк.с.,доля			0,1
ячменя	пяч.,доля	0,2		
риса	пр.,доля		0,2	
Относительная плотность пивного сула для данного сорта пива	d	1,04420	1,05260	1,05260
Действительная степень сбраживания данного сорта пива	D,доля	0,49	0,52	0,475
Производительность завода по данному сорту пива	L,дал	600000	300000	100000

Расчет потерь в цехе розлива, P_p , %:

$$P_p = y \cdot P_3, \quad (2.1)$$

где y – доля розлива данного сорта пива в стеклоты бутылку, кеги;
 P_3 – величина потерь при розливе в конкретный вид тары, %.

$$P_{pЖ} = 0,4 \cdot 2 + 0,6 \cdot 0,5 = 1,1;$$

$$P_{pМ} = 1,0 \cdot 2 = 2,0;$$

$$P_{pУкр} = 1,0 \cdot 2 = 2,0.$$

Выход товарного пива, V , %:

$$V = ((100 - P_0) \cdot (100 - P_1) \cdot (100 - P_2) \cdot (100 - P_3)) / 10^6; \quad (2.2)$$

где P_0 – величина потерь в варочном отделении, %;
 P_1 – величина потерь в отделении брожения, %;
 P_2 – величина потерь в отделении дображивания и фильтрации, %;
 P_3 – величина потерь при розливе в конкретный вид тары, %.

$$V_{ж} = ((100 - 6) \cdot (100 - 2,3) \cdot (100 - 2,35) \cdot (100 - 1,1)) / 10^6 = 88,69;$$

$$V_{м} = ((100 - 6) \cdot (100 - 2,3) \cdot (100 - 2,7) \cdot (100 - 2)) / 10^6 = 87,57;$$

$$V_{укр} = ((100 - 6) \cdot (100 - 2,3) \cdot (100 - 2,7) \cdot (100 - 2)) / 10^6 = 87,57.$$

Экстрактивность:

1) на воздушно-сухое вещество конкретного зернопродукта, E, %:

$$E = (\text{Э} \cdot (100 - W)) / 100; \quad (2.3)$$

где Э – экстрактивность конкретного зернопродукта, %;
W – массовая доля влаги конкретного зернопродукта, %.

$$E_{с.с} = (76 \cdot (100 - 5,6)) / 100 = 71,74;$$

$$E_{т.с} = (74 \cdot (100 - 5)) / 100 = 70,3;$$

$$E_{к.с} = (72 \cdot (100 - 6)) / 100 = 67,78;$$

$$E_{яч} = (75 \cdot (100 - 15)) / 100 = 63,75;$$

$$E_p = (85 \cdot (100 - 15)) / 100 = 72,25;$$

2) средневзвешенная зернопродуктов, E_{ср}, %:

$$E_{ср} = \sum(E \cdot n); \quad (2.4)$$

где E – экстрактивность на воздушно-сухое вещество конкретного зернопродукта, %;
n – массовая доля зернопродукта, %.

$$E_{ср.ж} = 71,74 \cdot 0,8 + 63,75 \cdot 0,2 = 70,14;$$

$$E_{ср.м} = 71,74 \cdot 0,8 + 72,25 \cdot 0,2 = 71,84;$$

$$E_{ср.укр} = 71,74 \cdot 0,5 + 70,3 \cdot 0,4 + 67,78 \cdot 0,1 = 70,77.$$

Норма расхода:

1) всего сырья на один дал пива, $\sum M$, кг:

$$\sum M = (960 \cdot \text{Э}_{н.с.} \cdot d) / ((E_{ср.} - \text{П}_4) \cdot B); \quad (2.5)$$

где Э_{н.с.} – экстрактивность начального сусла для конкретного сорта пива, %;
d – относительная плотность пивного сусла для конкретного сорта пива.
E_{ср.} – средневзвешенная зернопродуктов, %;
П₄ – потери экстракта в пивной дробине, %;
B – выход товарного пива, %.

$$\sum M_{ж} = (960 \cdot 11 \cdot 1,04420) / ((70,14 - 2,6) \cdot 88,69) = 1,84;$$

$$\sum M_{м} = (960 \cdot 13 \cdot 1,05260) / ((71,84 - 2,8) \cdot 87,57) = 2,17;$$

$$\sum M_{укр} = (960 \cdot 13 \cdot 1,05260) / ((70,77 - 2,8) \cdot 87,57) = 2,21.$$

										Лист
										28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат						

2) конкретного зернопродукта, М, кг:

$$M = \sum M \cdot n; \quad (2.6)$$

где $\sum M$ – норма расхода всего сырья на 1 дал конкретного сорта пива, кг;
n – массовая доля зернопродукта, %.

$$\begin{aligned} M_{с.с.ж} &= 1,84 \cdot 0,8 = 1,472; \\ M_{яч.ж} &= 1,84 \cdot 0,2 = 0,368; \\ M_{с.с.м} &= 2,17 \cdot 0,8 = 1,736; \\ M_{р.м} &= 2,17 \cdot 0,2 = 0,434; \\ M_{с.с.укр} &= 2,21 \cdot 0,5 = 1,11; \\ M_{т.с.укр} &= 2,21 \cdot 0,4 = 0,88; \\ M_{к.с.укр} &= 2,21 \cdot 0,1 = 0,22. \end{aligned}$$

3) конкретного зернопродукта на годовую производительность завода по данному сорту пива, $M_{г}$, кг:

$$M_{г} = M \cdot L; \quad (2.7)$$

где M – норма расхода зернопродукта на 1 дал конкретного сорта пива, кг;
L – годовая производительность завода по конкретному сорту пива, дал.

$$\begin{aligned} M_{с.с.г.ж} &= 1,472 \cdot 600000 = 883200; \\ M_{яч.г.ж} &= 0,368 \cdot 600000 = 220800; \\ M_{с.с.г.м} &= 1,736 \cdot 300000 = 520800; \\ M_{р.г.м} &= 0,434 \cdot 300000 = 130200; \\ M_{с.с.г.укр} &= 1,11 \cdot 100000 = 111000; \\ M_{т.с.г.укр} &= 0,88 \cdot 100000 = 88000; \\ M_{к.с.г.укр} &= 0,22 \cdot 100000 = 22000. \end{aligned}$$

4) всего сырья на годовую производительность завода по данному сорту пива, $\sum M_{г}$, кг:

$$\begin{aligned} \sum M_{г.ж} &= 883200 + 220800 = 1104000; \\ \sum M_{г.м} &= 520800 + 130200 = 651000 \text{ кг}; \\ \sum M_{г.укр} &= 111000 + 88000 + 22000 = 221000. \end{aligned}$$

Объем фильтрованного пива:

1) на 1 дал товарного пива, $V_{ф.п.}$, дал:

$$V_{ф.п.} = 100 / (100 - П_3); \quad (2.8)$$

где $П_3$ – величина потерь при розливе в конкретный вид тары, %.

						ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат			29

$$V_{\text{ф.п.ж}} = 100 / (100 - 1,1) = 1,01;$$

$$V_{\text{ф.п.м}} = 100 / (100 - 2,0) = 1,02;$$

$$V_{\text{ф.п.укр}} = 100 / (100 - 2,0) = 1,02.$$

2) на годовую производительность завода по данному сорту пива, $V_{\text{ф.п.г}}$, дал:

$$V_{\text{ф.п.г}} = V_{\text{ф.п.}} \cdot L; \quad (2.9)$$

где $V_{\text{ф.п.}}$ – объем фильтрованного пива, дал;
 L – годовая производительность завода по конкретному сорту пива, дал.

$$V_{\text{ф.п.г.ж}} = 1,01 \cdot 600000 = 606000;$$

$$V_{\text{ф.п.г.м}} = 1,02 \cdot 300000 = 306000;$$

$$V_{\text{ф.п.г.укр}} = 1,02 \cdot 100000 = 102000.$$

Объем молодого пива:

1) на 1 дал товарного пива, $V_{\text{м.п.}}$, дал:

$$V_{\text{м.п.}} = (100 \cdot V_{\text{ф.п.}}) / (100 - П_2); \quad (2.10)$$

где $V_{\text{ф.п.}}$ – объем фильтрованного пива, дал;
 $П_2$ – величина потерь в отделении дображивания и фильтрации, %.

$$V_{\text{м.п.ж}} = (100 \cdot 1,01) / (100 - 2,35) = 1,03;$$

$$V_{\text{м.п.м}} = (100 \cdot 1,02) / (100 - 2,7) = 1,05;$$

$$V_{\text{м.п.укр}} = (100 \cdot 1,02) / (100 - 2,7) = 1,05.$$

2) на годовую производительность завода по данному сорту пива, $V_{\text{м.п.г}}$, дал:

$$V_{\text{м.п.г}} = V_{\text{м.п.}} \cdot L; \quad (2.11)$$

где $V_{\text{м.п.}}$ – объем молодого пива, дал;
 L – годовая производительность завода по конкретному сорту пива, дал.

$$V_{\text{м.п.г.ж}} = 1,03 \cdot 600000 = 618000;$$

$$V_{\text{м.п.г.м}} = 1,05 \cdot 300000 = 315000;$$

$$V_{\text{м.п.г.укр}} = 1,05 \cdot 100000 = 105000.$$

Объем холодного сусла:

1) на 1 дал товарного пива, $V_{\text{х.с.}}$, дал:

$$V_{\text{х.с.}} = (100 \cdot V_{\text{м.п.}}) / (100 - П_1); \quad (2.12)$$

где $V_{\text{м.п.}}$ – объем молодого пива, дал;
 $П_1$ – величина потерь в отделении брожения, %.

$$V_{x.c.ж} = (100 \cdot 1,03) / (100 - 2,3) = 1,05;$$

$$V_{x.c.м} = (100 \cdot 1,05) / (100 - 2,3) = 1,07;$$

$$V_{x.c.укр} = (100 \cdot 1,05) / (100 - 2,3) = 1,07.$$

2) на годовую производительность завода по данному сорту пива, $V_{x.c.г}$, дал:

$$V_{x.c.г} = V_{x.c.} \cdot L; \quad (2.13)$$

где $V_{x.c.}$ – объем холодного сусла, дал;
 L – годовая производительность завода по конкретному сорту пива, дал.

$$V_{x.c.г.ж} = 1,05 \cdot 600000 = 630000;$$

$$V_{x.c.г.м} = 1,07 \cdot 300000 = 321000;$$

$$V_{x.c.г.укр} = 1,07 \cdot 100000 = 107000.$$

Объем горячего сусла:

1) на 1 дал товарного пива, $V_{г.с.}$, дал:

$$V_{г.с.} = (100 \cdot V_{x.c.}) / (100 - \Pi_0); \quad (2.14)$$

где $V_{x.c.}$ – объем холодного сусла, дал;
 Π_0 – величина потерь в варочном отделении, %.

$$V_{г.с.ж} = (100 \cdot 1,05) / (100 - 6) = 1,12;$$

$$V_{г.с.м} = (100 \cdot 1,07) / (100 - 6) = 1,14;$$

$$V_{г.с.укр} = (100 \cdot 1,07) / (100 - 6) = 1,14.$$

2) на годовую производительность завода по данному сорту пива, $V_{г.с.г}$, дал:

$$V_{г.с.г} = V_{г.с.} \cdot L; \quad (2.15)$$

где $V_{г.с.}$ – объем горячего сусла, дал;
 L – годовая производительность завода по конкретному сорту пива, дал.

$$V_{г.с.г.ж} = 1,12 \cdot 600000 = 672000;$$

$$V_{г.с.г.м} = 1,14 \cdot 300000 = 342000;$$

$$V_{г.с.г.укр} = 1,14 \cdot 100000 = 114000.$$

Масса дробины:

1) сухой, полученной за счет конкретного зернопродукта на 1 дал пива, $M_{1др.}$, кг:

$$M_{1др.} = M \cdot (((100 - W) / 100) - (E \cdot (100 - \Pi_4) / 10^4)); \quad (2.16)$$

										Лист
										31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат						

где M – норма расхода зернопродукта на 1 дал конкретного сорта пива, кг;
 W – массовая доля влаги конкретного зернопродукта, %.
 E – экстрактивность на воздушно-сухое вещество конкретного зернопродукта, %;
 Π_4 – величина потерь экстракта в пивной дробине, %.

$$M_{1\text{др.с.с.ж}} = 1,472 \cdot (((100 - 5,6) / 100) - (71,74 \cdot (100 - 2,6) / 10^4)) = 0,361;$$

$$M_{1\text{др.яч.ж}} = 0,368 \cdot (((100 - 15) / 100) - (63,75 \cdot (100 - 2,6) / 10^4)) = 0,084;$$

$$M_{1\text{др.с.с.м}} = 1,736 \cdot (((100 - 5,6) / 100) - (71,74 \cdot (100 - 2,8) / 10^4)) = 0,43;$$

$$M_{1\text{др.р.м}} = 0,434 \cdot (((100 - 15) / 100) - (72,25 \cdot (100 - 2,8) / 10^4)) = 0,064;$$

$$M_{1\text{др.с.с.укр}} = 1,11 \cdot (((100 - 5,6) / 100) - (71,74 \cdot (100 - 2,8) / 10^4)) = 0,274;$$

$$M_{1\text{др.т.с.укр}} = 0,88 \cdot (((100 - 5) / 100) - (70,3 \cdot (100 - 2,8) / 10^4)) = 0,23;$$

$$M_{1\text{др.к.с.укр}} = 0,22 \cdot (((100 - 6) / 100) - (67,78 \cdot (100 - 2,8) / 10^4)) = 0,06.$$

2) сухой, полученной за счет всех зернопродуктов, $\sum M_{1\text{др}}$, кг:

$$\sum M_{1\text{др.ж}} = 0,361 + 0,084 = 0,445;$$

$$\sum M_{1\text{др.м}} = 0,43 + 0,064 = 0,494;$$

$$\sum M_{1\text{др.укр}} = 0,274 + 0,23 + 0,06 = 0,564.$$

3) с влажностью 80% на 1 дал пива, $M_{2\text{др.}}$, кг:

$$M_{2\text{др.}} = \sum M_{1\text{др.}} \cdot 100 / (100 - 80); \quad (2.17)$$

где $\sum M_{1\text{др.}}$ – норма сухой дробины, полученной за счет всех зернопродуктов для конкретного сорта пива, кг

$$M_{2\text{др.ж}} = 0,445 \cdot 100 / (100 - 80) = 2,225;$$

$$M_{2\text{др.м}} = 0,494 \cdot 100 / (100 - 80) = 2,47;$$

$$M_{2\text{др.укр}} = 0,564 \cdot 100 / (100 - 80) = 2,82.$$

4) влажной на годовую производительность завода по данному сорту пива, $M_{2\text{др.г}}$, кг:

$$M_{2\text{др.г}} = M_{2\text{др.}} \cdot L; \quad (2.18)$$

где $M_{2\text{др.}}$ – норма дробины с влажностью 80% на 1 дал пива, кг;
 L – годовая производительность завода по конкретному сорту пива, дал.

$$M_{2\text{др.г.ж}} = 2,225 \cdot 600000 = 1335000;$$

$$M_{2\text{др.г.м}} = 2,47 \cdot 300000 = 741000;$$

$$M_{2\text{др.г.укр}} = 2,82 \cdot 100000 = 282000.$$

Определение количества экстракта:

1) масса 1 дал холодного сусла, $M_{х.с.}$, кг:

$$M_{х.с.} = 10 \cdot V_{х.с.} \cdot d; \quad (2.19)$$

где: 10 – коэффициент перевода дал в $дм^3$;

$V_{х.с.}$ – объем холодного сусла, дал;

d – относительная плотность пивного сусла для конкретного сорта пива.

$$M_{х.с.ж} = 10 \cdot 1,05 \cdot 1,0442 = 10,96;$$

$$M_{х.с.м} = 10 \cdot 1,07 \cdot 1,05260 = 11,26;$$

$$M_{х.с.укр} = 10 \cdot 1,07 \cdot 1,05260 = 11,26.$$

2) масса экстракта 1 дал сусла, $M_э$, кг:

$$M_э = 0,01 \cdot M_{х.с.} \cdot Э_{н.с.}; \quad (2.20)$$

где: 0,01 – перевод процентного содержания экстракта в доли;

$M_{х.с.}$ – масса 1 дал холодного сусла, кг;

$Э_{н.с.}$ – экстрактивность начального сусла для конкретного сорта пива, %.

$$M_{э.ж} = 0,01 \cdot 10,96 \cdot 11 = 1,21;$$

$$M_{э.м} = 0,01 \cdot 11,26 \cdot 13 = 1,46;$$

$$M_{э.укр} = 0,01 \cdot 11,26 \cdot 13 = 1,46.$$

3) масса сброженного экстракта 1 дал сусла, $M_{э.сб.}$, кг:

$$M_{э.сб.} = M_э \cdot D; \quad (2.21)$$

где: $M_э$ – масса экстракта 1 дал сусла, кг;

D – действительная степень сбраживания конкретного сорта пива, доля.

$$M_{э.сб.ж} = 1,21 \cdot 0,49 = 0,59;$$

$$M_{э.сб.м} = 1,46 \cdot 0,52 = 0,76;$$

$$M_{э.сб.укр} = 1,46 \cdot 0,475 = 0,69.$$

Масса углекислоты:

1) выделившейся на 1 дал сусла, $\sum M_{CO_2}$, кг:

$$\sum M_{CO_2} = 0,52 \cdot M_{э.сб.}; \quad (2.22)$$

где: $M_{э.сб.}$ – масса сброженного экстракта 1 дал сусла, кг.

						ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат			33

$$\begin{aligned}\sum M_{CO_2 \text{ ж}} &= 0,52 \cdot 0,59 = 0,31; \\ \sum M_{CO_2 \text{ м}} &= 0,52 \cdot 0,76 = 0,4; \\ \sum M_{CO_2 \text{ укр}} &= 0,52 \cdot 0,69 = 0,36.\end{aligned}$$

2) связанной на 1 дал сусла, M_{1CO_2} , кг:

$$M_{1CO_2} = 0,003 \cdot M_{x.c.}; \quad (2.23)$$

где $M_{x.c.}$ – масса 1 дал холодного сусла, кг.

$$\begin{aligned}M_{1CO_2 \text{ ж}} &= 0,003 \cdot 10,96 = 0,033; \\ M_{1CO_2 \text{ м}} &= 0,003 \cdot 11,26 = 0,034; \\ M_{1CO_2 \text{ укр}} &= 0,003 \cdot 11,26 = 0,34.\end{aligned}$$

3) свободной на 1 дал сусла, M_{2CO_2} , кг:

$$M_{2CO_2} = \sum M_{CO_2} - M_{1CO_2}; \quad (2.24)$$

где $\sum M_{CO_2}$ – масса углекислоты, выделившейся на 1 дал сусла, кг;
 M_{1CO_2} – масса углекислоты, связанной на 1 дал сусла, кг.

$$\begin{aligned}M_{2CO_2 \text{ ж}} &= 0,31 - 0,033 = 0,28; \\ M_{2CO_2 \text{ м}} &= 0,4 - 0,034 = 0,37; \\ M_{2CO_2 \text{ укр}} &= 0,36 - 0,034 = 0,33.\end{aligned}$$

4) свободной на годовую производительность завода до данному сорту пива, $M_{2CO_2 \text{ г}}$ кг:

$$M_{2CO_2 \text{ г}} = M_{2CO_2} \cdot L; \quad (2.25)$$

где M_{2CO_2} – масса свободной углекислоты на 1 дал сусла, кг;
 L – годовая производительность завода по конкретному сорту пива, дал.

$$\begin{aligned}M_{2CO_2 \text{ г. ж}} &= 0,28 \cdot 600000 = 168000; \\ M_{2CO_2 \text{ г. м}} &= 0,37 \cdot 300000 = 111000; \\ M_{2CO_2 \text{ г. укр}} &= 0,33 \cdot 100000 = 33000.\end{aligned}$$

Расчет воздушно-сухого гранулированного хмеля:

1) на 1 дал горячего сусла, $M_{1x.}$, г/дал:

$$M_{1x.} = (G_c \cdot 100 \cdot 100 \cdot 0,9) / (\alpha + 1) \cdot (100 - W_x), \quad (2.26)$$

где G_c – норма горьких веществ на 1 дал горячего сусла конкретного сорта пива, г;
 α – массовая доля α -кислот, % к массе сухих веществ, ($\alpha = 3,5\%$);
 W_x – массовая доля влаги в хмеле, % к массе сухих веществ, ($W_x = 6\%$).

$$M_{1x.ж} = (0,68 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 0,9) / ((3,5 + 1) \cdot (100 - 6)) = 14,5;$$

$$M_{1x.м} = (1,20 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 0,9) / ((3,5 + 1) \cdot (100 - 6)) = 25,5;$$

$$M_{1x.укр} = (0,57 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 0,9) / ((3,5 + 1) \cdot (100 - 6)) = 12,13.$$

2) на 1 дал пива, M_{2x} , г:

$$M_{2x} = M_{1x} \cdot 100 / B; \quad (2.27)$$

где M_{1x} – масса воздушно-сухого гранулированного хмеля на 1 дал горячего суслу конкретного сорта пива, г;
 B – выход товарного пива, %.

$$M_{2x.ж} = 14,5 \cdot 100 / 88,69 = 16,35;$$

$$M_{2x.м} = 25,5 \cdot 100 / 87,57 = 29,12;$$

$$M_{2x.укр} = 12,13 \cdot 100 / 87,57 = 13,85.$$

3) на годовую производительность по данному сорту пива, кг:

$$M_{x.г} = M_{2x} \cdot L; \quad (2.28)$$

где M_{2x} – масса воздушно-сухого гранулированного хмеля на 1 дал конкретного сорта пива, кг;
 L – годовая производительность завода по конкретному сорту пива, дал.

$$M_{x.г.ж} = 0,01635 \cdot 600000 = 9810;$$

$$M_{x.г.м} = 0,02912 \cdot 300000 = 8736;$$

$$M_{x.г.укр} = 0,01385 \cdot 100000 = 1385.$$

Определение количества дрожжей, $дм^3/год$:

По заданию сбраживание суслу для всех сортов пива (Жигулёвское, Московское, Украинское) осуществляется по классической схеме.

При классической схеме брожения выход дрожжей на 10 дал сбраживаемого суслу составляет $1,5 дм^3$, из них $0,5 дм^3$ используют как семенные дрожжи, $1 дм^3$ как товарные.

1) расчет количества семенных дрожжей, $V_{с.др.г}$, $дм^3/год$:

$$V_{с.др.г} = \sum V_{x.с.г} \cdot N_{с.др.} / 10; \quad (2.29)$$

где $\sum V_{x.с.г}$ – суммарный годовой объем холодного суслу по конкретному сорту пива, дал;
 $N_{с.др.}$ – нормативный выход семенных дрожжей с 10 дал суслу, $дм^3$.

$$V_{с.др.г.ж} = 630000 \cdot 0,5 / 10 = 31500;$$

$$V_{с.др.г.м} = 321000 \cdot 0,5 / 10 = 16050;$$

$$V_{с.др.г.укр} = 107000 \cdot 0,5 / 10 = 5350.$$

2) расчет количества товарных дрожжей, $V_{\text{т.др.г}}$, $\text{дм}^3/\text{год}$:

$$V_{\text{т.др.г}} = \sum V_{\text{х.с.г}} \cdot N_{\text{т.др.}} / 10; \quad (2.29)$$

где $\sum V_{\text{х.с.г}}$ – суммарный годовой объем холодного сусле по конкретному сорту пива, дал;

$N_{\text{т.др.}}$ – нормативный выход товарных дрожжей с 10 дал сусле, дм^3 .

$$V_{\text{т.др.г.ж}} = 630000 \cdot 1 / 10 = 63000;$$

$$V_{\text{т.др.г.м}} = 321000 \cdot 1 / 10 = 32100;$$

$$V_{\text{т.др.г.укр}} = 107000 \cdot 1 / 10 = 10700.$$

Расход ферментного препарата Термавил на годовую производительность, $M_{\text{фп.г}}$, дм^3 :

Дозировка Термавила составляет 0,5 дм^3 на 1 тонну несоложеного сырья.

$$M_{\text{фп.г}} = N_{\text{фп}} \cdot \sum M \cdot L / 100; \quad (2.30)$$

где $N_{\text{фп}}$ – норма расхода ферментного препарата в зависимости от количества несоложеного сырья, кг;

$\sum M$ – всего сырья на один дал для данного сорта пива, кг;

L – годовая производительность завода по конкретному сорту пива, дм^3 .

$$M_{\text{фп.г}} = 0,0005 \cdot 1,84 \cdot 6000000 / 100 = 55,2$$

Расход молочной кислоты на годовую производительность завода по конкретному виду пива, $M_{\text{м.к.}}$, кг/год:

$$M_{\text{м.к.}} = 0,08 \cdot \sum M_{\text{г}} / 100; \quad (2.31)$$

где 0,08 – расход молочной кислоты 100%-ной концентрации на 100 кг зернопродуктов, кг;

$\sum M_{\text{г}}$ – суммарный годовой расход зернопродуктов для данного сорта пива, кг.

$$M_{\text{м.к.}} = 0,08 \cdot 1104000 / 100 = 883,2.$$

Таблица 2.3 – Сводная таблица расчета продуктов и отходов пивоваренного производства

Сырьё и продукты	Наименование пива						На годовую производительность 100000 дал
	Жигулевское (11%)		Московское (13%)		Украинское (13%)		
	на 1 дал	на 600000 дал	на 1 дал	на 300000 дал	на 1 дал	на 100000 дал	
Сырьё зерновое, кг							
солод светлый	1,472	883200	1,736	520800	1,11	111000	1515000
солод темный	-	-	-	-	0,88	88000	88000
ячмень	0,368	220800	-	-	-	-	220800
солод карамельный	-	-	-	-	0,22	22000	22000
сечка рисовая	-	-	0,434	130200	-	-	130200
Всего	1,84	1104000	2,17	651000	2,21	221000	1976000
Полупродукты, дал							
сусло горячее	1,12	672000	1,14	342000	1,14	114000	1128000
сусло холодное	1,05	630000	1,07	321000	1,07	107000	1058000
пиво молодое	1,03	618000	1,05	315000	1,05	105000	1038000
пиво фильтрованное	1,01	606000	1,02	306000	1,02	102000	1014000
Другие виды сырья, кг							
хмель	0,01635	9810	0,02912	8736	0,01385	1385	19931
молочная кислота	-	883,2	-	-	-	-	883,2
дрожжи семенные, дм ³	-	31500	-	16050	-	5350	52900
ферментный препарат, дм ³	-	55,2	-	-	-	-	55,2
Отходы, кг							
дробина солодовая	2,225	1335000	2,47	741000	2,82	282000	2358000
СО ₂	0,28	168000	0,37	111000	0,33	33000	312000
дрожжи товарные, дм ³	-	63000	-	32100	-	10700	105800

3 РАСЧЕТ СКЛАДОВ

Исходными данными для расчета складов являются результаты расчета продуктов (таблица 2.3), нормативы потерь бутылок, нормы запаса сырья и отходов, посуды и готовой продукции [6].

Площадь склада для вспомогательных материалов (картона опорного, диатомита), S_1 , m^2 , рассчитываем по формуле:

$$S_1 = (M_{\Gamma} \cdot n_1 \cdot k_1) / (\tau_1 \cdot m_1), \quad (3.1)$$

где M_{Γ} – годовое количество сырья и материалов, кг (таблица 2.3);
 n_1 – норма запаса сырья (год, месяц) [4];
 k_1 – коэффициент, учитывающий площадь, необходимую для обслуживания и проезда [4];
 τ_1 – количество рабочих дней отделения главного брожения в год [4];
 m_1 – удельная нагрузка на $1 m^2$ площади, кг [4].

Годовое количество картона опорного, $M_{\Gamma.к.оп.}$, кг/дал, найдем по формуле:

$$M_{\Gamma.к.оп.} = 1,4 \cdot V_{\Gamma.м.п.}; \quad (3.2)$$

где $V_{\Gamma.м.п.}$ – годовой объем фильтрованного пива, дал.

$$M_{\Gamma.к.оп.} = 1,4 \cdot 1014000 = 1419600$$

Годовое количество диатомита, $M_{\Gamma.д.}$, г/дал, найдем по формуле:

$$M_{\Gamma.к.оп.} = 25 \cdot V_{\Gamma.м.п.}; \quad (3.3)$$

где $V_{\Gamma.м.п.}$ – годовой объем фильтрованного пива, дал.

$$M_{\Gamma.д.} = 25 \cdot 1014000 = 25350000$$

Площадь склада картона опорного, $S_{1к.оп.}$, m^2 :

$$S_{1к.оп.} = (1419,6 \cdot 365 \cdot 1,5) / (338 \cdot 1500) = 1,533$$

Площадь склада диатомита, $S_{1д.}$, m^2 :

$$S_{1д.} = (25350,0 \cdot 365 \cdot 1,5) / (338 \cdot 1500) = 27,375$$

Общую площадь склада вспомогательных материалов S_1 , m^2 , найдем суммируя площадь склада картона опорного и склада диатомита:

$$S_1 = 1,533 + 27,375 = 28,9$$

4 РАСЧЕТ И ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ

Расчет технологического оборудования производится согласно выбранной в проекте схеме, расчету сырья и продуктов (таблица 2.3) и с учетом режима работы завода [6].

Оборудование варочного цеха

Выбор варочного агрегата

Варочный агрегат подбирается по количеству зернопродуктов, перерабатываемых в сутки, $Q_{сут}$, т, в наиболее напряженный месяц:

$$Q_{сут} = (\sum M_{г} \cdot a) / n_{мес}; \quad (4.1)$$

где $\sum M_{г}$ – количество всех зернопродуктов, перерабатываемых в год;
 a – доля выпуска пива в наиболее напряженный месяц работы (0,1);
 $n_{мес}$ – число дней работы в месяц.

$$Q_{сут} = (1976,0 \cdot 0,1) / 28,5 = 6,93$$

Выбираем классический шестиаппаратный варочный агрегат с единовременной засыпью 1,5 тонн [6].

Уточненная единовременная засыпь, $Q_{ед}$, т, составит:

$$Q_{ед} = Q_{сут} / Z; \quad (4.2)$$

где $Q_{сут}$ – суточное количество зернопродуктов, т;
 Z – оборачиваемость варочного агрегата.

$$Q_{ед} = 6,93 / 5,4 = 1,28.$$

Недозагрузка агрегата составляет 14,67%.
Допускается отклонение засыпи $\pm 15\%$ [6].

Оборудование отделения брожения

Аппараты главного брожения

Объем сусла с одной варки определяем для каждого сорта пива по пропорции, $V_{сов}$, м³:

1,84 кг — 1,05 дал холодного сусла;

1280 кг — $V_{сов}$ дал холодного сусла;

$$V_{совж} = 1280 \cdot 1,05 / 1,84 = 730,43 \text{ дал} = 7,3 \text{ м}^3.$$

										Лист
										39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

2,17 кг — 1,07 дал холодного сусла;
1280 кг — $V_{\text{сов}}$ дал холодного сусла;

$$V_{\text{совм}} = 1280 \cdot 1,07/2,17 = 631,15 \text{ дал} = 6,3 \text{ м}^3.$$

2,21 кг — 1,07 дал холодного сусла;
1280 кг — $V_{\text{сов}}$ дал холодного сусла;

$$V_{\text{совук}} = 1280 \cdot 1,07/2,21 = 619,73 \text{ дал} = 6,2 \text{ м}^3.$$

Вместимость аппарата главного брожения с учетом коэффициента заполнения 0,9 для каждого сорта пива равна, $V_{\text{сов1}}$, м^3 :

$$V_{\text{совж1}} = 7,3/0,9 = 8,11;$$

$$V_{\text{совм1}} = 6,3/0,9 = 7,0;$$

$$V_{\text{совук1}} = 6,2/0,9 = 6,9.$$

Выбираем аппарат Б-604 вместимостью 10 м^3 .

Число аппаратов при условии напряженной работы завода, $n_{\text{бр}}$, шт :

$$n_{\text{бр}} = (V_{\text{х.с.г}} \cdot 0,1) / (V_{\text{бр}} \cdot K_1 \cdot Z_1); \quad (4.3)$$

где $V_{\text{х.с.г}}$ — годовой объем холодного сусла данного сорта пива, м^3 ;

$V_{\text{бр}}$ — вместимость выбранного стандартного аппарата, м ;

K_1 — коэффициент заполнения аппарата, 0,9;

Z_1 — оборачиваемость аппаратов в месяц для данного сорта пива [6].

$$n_{\text{брж}} = (6300,0 \cdot 0,1) / (10 \cdot 0,9 \cdot 3,8) = 18,42;$$

$$n_{\text{брм}} = (3210,0 \cdot 0,1) / (10 \cdot 0,9 \cdot 3,352) = 10,64;$$

$$n_{\text{брук}} = (1070,0 \cdot 0,1) / (10 \cdot 0,9 \cdot 3,352) = 3,55.$$

Всего аппаратов с учетом двух резервных найдем путем суммирования, $\sum_{\text{ап}}$, шт:

$$\sum_{\text{ап}} = 18,42 + 10,64 + 3,55 + 2 = 34,61.$$

Принимаем 35 аппаратов.

Аппараты для дображивания

Вместимость аппарата для дображивания должна быть кратна объему молодого пива из одного бродильного аппарата, с учетом коэффициента заполнения 0,98.

Объем молодого пива с одной варки определяем для каждого сорта пива по пропорции, $V_{\text{мп}}$, м^3 :

									Лист
									40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

1,84 кг — 1,03 дал молодого пива;
1280 кг — $V_{мпж}$ дал молодого пива;

$$V_{мпж} = 1280 \cdot 1,03 / 1,84 = 716,52 \text{ дал} = 7,2 \text{ м}^3.$$

2,17 кг — 1,05 дал молодого пива;
1280 кг — $V_{мрм}$ дал молодого пива;

$$V_{мрм} = 1280 \cdot 1,05 / 2,17 = 619,35 \text{ дал} = 6,2 \text{ м}^3.$$

2,21 кг — 1,05 дал молодого пива;
1280 кг — $V_{мпук}$ дал молодого пива;

$$V_{мпук} = 1280 \cdot 1,05 / 2,21 = 608,14 \text{ дал} = 6,1 \text{ м}^3.$$

Вместимость аппарата дображивания с учетом того, что он будет вмещать молодое пиво из двух бродильных аппаратов и коэффициента заполнения 0,98 для каждого сорта пива равна, $V_{добр}$, м^3 :

$$V_{добрж} = 7,2 \cdot 2 / 0,98 = 14,69;$$

$$V_{добрм} = 6,2 \cdot 2 / 0,98 = 12,65;$$

$$V_{добрук} = 6,1 \cdot 2 / 0,98 = 12,45.$$

Принимаем аппарат дображивания вместимостью 16 м^3 .

Число аппаратов дображивания, $n_{добр}$, шт:

$$n_{добр} = (V_{м.п.г} \cdot 0,1) / (V_{добр} \cdot K_1 \cdot Z_1); \quad (4.4)$$

где $V_{м.п.г}$ — годовой объем молодого пива данного сорта, м^3 ;

$V_{добр}$ — вместимость выбранного стандартного аппарата, м;

K_1 — коэффициент заполнения аппарата, 0,98;

Z_1 — оборачиваемость аппаратов в месяц для данного сорта пива [6].

$$n_{добрж} = (6180,0 \cdot 0,1) / (16 \cdot 0,98 \cdot 1,363) = 28,91;$$

$$n_{добрм} = (3150,0 \cdot 0,1) / (16 \cdot 0,98 \cdot 0,697) = 28,82;$$

$$n_{добрук} = (1050,0 \cdot 0,1) / (16 \cdot 0,98 \cdot 0,697) = 9,6.$$

Всего аппаратов дображивания с учетом двух резервных найдем путем суммирования, $\sum_{\text{апдобр}}$, шт:

$$\sum_{\text{апдобр}} = 28,91 + 28,82 + 9,6 + 2 = 69,33.$$

Принимаем 70 аппаратов.

									Лист
									41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Пивные насосы

Производительность насосов при напряженной работе завода, $P_{\text{нас}}$, $\text{м}^3/\text{час}$, найдем по формуле:

$$P_{\text{нас}} = \sum L \cdot k_1 \cdot 0,1 / (21 \cdot 2 \cdot 8), \quad (4.5)$$

где $\sum L$ – общая годовая производительность завода по всем сортам пива, м^3 ;
 k_1 – коэффициент пересчета товарного пива в нефильтованное, 1,0204;
21 – число рабочих дней в месяце;
2 – число смен;
8 – продолжительность смены, час.

$$P_{\text{нас}} = (10000000 \cdot 1,0204 \cdot 0,1) / (21 \cdot 2 \cdot 8) = 3,04.$$

Из насосных каталогов выбираем 2 поршневых насоса с подачей 4,1 $\text{м}^3/\text{час}$, один из которых резервный [23].

Оборудование дрожжевого отделения

При использовании классической схемы брожения и дображивания пива используют установки Грейнера. В данном проекте принята установка Грейнера отечественного производства в которой предусматривается один бродильный цилиндр, аппарат предварительного брожения, сосуд для засевных дрожжей, стерилизатор [6].

Отделение для хранения дрожжей

В дрожжевом отделении устанавливают сборники для хранения семенных и товарных дрожжей.

Количество сборников $n_{\text{сбдр}}$, шт, определяем по формуле:

$$n_{\text{сбдр}} = V_{\text{др.г}} \cdot m_1 \cdot m_2 / V_{\text{сб}} \cdot 338; \quad (4.6)$$

где $V_{\text{др.г}}$ – годовое количество семенных или товарных дрожжей, м^3 ;
 m_1 – запас дрожжей, сут;
 m_2 – коэффициент, учитывающий кратность разбавления дрожжей;
 $V_{\text{сб}}$ – объем стандартного сборника;
338 – число рабочих дней бродильного отделения [6].

При использовании классической схемы брожения применяют вертикальные вакуум-сборники вместимостью 1 м^3 .

$$n_{\text{сб.с.др.}} = 52,9 \cdot 2 \cdot 2 / 1 \cdot 338 = 0,63;$$

$$n_{\text{сб.тов.др.}} = 105,8 \cdot 2 \cdot 1,3 / 1 \cdot 338 = 0,81.$$

										Лист
										42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Принимаем 2 сборника (с учетом одного запасного) для хранения семенных дрожжей и 2 сборника (с учетом одного запасного) для хранения товарных дрожжей.

Для отделения пива от избыточных дрожжей устанавливаем дрожжевой рамный фильтр-пресс Ф1Р2-315/45К. Для создания вакуума в сборниках принимаем два вакуум-насоса КВН-4, производительностью 20 м³/ч. Для подачи дрожжей на фильтр-пресс принимаем плунжерный насос ПТ-1- 4,0/100, производительностью 4 м³/ч [6].

Так же примем сборник пива и сборник товарных дрожжей объемом 0,5 м³ и диаметром 0,75 м каждый, которые остаются после дрожжевого рамного фильтр-пресса.

Высота сборников, $H_{сб}$, м, определяем по формуле:

$$H_{сб} = V_{сб} \cdot 4 / \pi \cdot d^2 ; \quad (4.7)$$

$$H_{сб} = 0,5 \cdot 4 / 3,14 \cdot 0,75^2 = 1,15.$$

Оборудование фильтрационного отделения

Производительность фильтров, теплообменников и карбонизаторов равна производительности пивных насосов.

Выбираем для охлаждения пива перед фильтрацией пластинчатый теплообменник В01-У5 на 5 м³/час, диатомитовый фильтр РЗ-ВФД-4, производительностью 5 м³/час обеспложивающий фильтр Ш4-ВФС-50 производительностью 600 дал/час, карбонизатор марки SCANDI BREW типа HP LF 51, производительностью 5-10 м³/час.

Для хранения фильтрованного пива выбираем сборник вместимостью 16 м³.

Количество сборников, $n_{сбфп}$, шт, рассчитывается на суточный запас фильтрованного пива при коэффициенте заполнения сборников 0,9 по формуле:

$$n_{сбфп} = V_{ф.п.г.} / \tau_1 \cdot 16 \cdot 0,9; \quad (4.8)$$

где $V_{ф.п.г.}$ – годовой объем фильтрованного пива.

$$n_{сбфп} = 10140 / 238 \cdot 16 \cdot 0,9 = 2,96.$$

Всего к установке принимаем 5 сборников, с учетом двух запасных.

					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

Таблица 4.1 – Спецификация технологического оборудования бродильно-лагерного отделения

№ поз.	Наименование, тип, марка оборудования	Количество	Техническая характеристика: производительность, вместимость, габаритные размеры, мощность двигателя.
58	Танк главного брожения Б-604	35	$V=10\text{ м}^3$; 2000x3400 мм
59	Танк дображивания Д-604	70	$V=16\text{ м}^3$; 2000x3650 мм
60	Насос	2	$\Pi = 4,1 \text{ м}^3/\text{час}$
61	Фильтр намывной диатомитовый, РЗ-ВФД-4	1	$\Pi = 5\text{ м}^3/\text{час}$; $N_{\text{дв}} = 5,9 \text{ кВт}$; 4100x1000x1050 мм
62	Фильтр обеспложивающий Ш4- ВФС-50	1	$\Pi = 600 \text{ дал}/\text{час}$; $N_{\text{дв}} = 16,5 \text{ кВт}$; 5455x1214x1430 мм
63	Теплообменник двухсекционный, В01-У5	1	$\Pi = 5000 \text{ дм}^3/\text{час}$; 1870x700x1200 мм
64	Карбонизатор SCANDI BREW,	1	$\Pi = 5-10 \text{ м}^3/\text{час}$; 500x51 мм
65	Форфас	5	$V = 16 \text{ м}^3$; $d = 2,6 \text{ м}$; $H = 4,57 \text{ м}$
80	Аппарат Грейнера: резервуар предварительного брожения	1	$V=4000 \text{ дм}^3$; 2500x2050x3856 мм
81	бродильный цилиндр	1	$V = 360 \text{ дм}^3$; 850x850x2380 мм
82	сосуд для засевных дрожжей	1	$V=20 \text{ дм}^3$;
83	стерилизатор	1	$V=720 \text{ дм}^3$; 1700x1500x300 мм
84	Вакуум-сборник для хранения семенных дрожжей	2	$V = 1 \text{ м}^3$; 1200x1405 мм
85	Вакуум-сборник для хранения товарных дрожжей	2	$V = 1 \text{ м}^3$; 1200x1405 мм
86	Вакуум-насос, КВН-4	2	$\Pi = 20 \text{ м}^3/\text{час}$
87	Насос, ПТ-1-4,0/100	1	$\Pi = 4 \text{ м}^3/\text{час}$
88	Фильтр-пресс дрожжевой, Ф1Р2-315/45К	1	$\Pi = 4 \text{ м}^3/\text{час}$; 1750x1000x645 мм
89	Сборник пива	1	$V = 0,5 \text{ м}^3$; $d = 0,75 \text{ м}$; $H = 1,15 \text{ м}$
90	Сборник товарных дрожжей	1	$V = 0,5 \text{ м}^3$; $d = 0,75 \text{ м}$; $H = 1,15 \text{ м}$

5 ХАРАКТЕРИСТИКА СПОСОБОВ СБРАЖИВАНИЯ ПИВНОГО СУСЛА

Способы сбраживания пивного сусла достаточно различны, как по технологии, так и по используемому оборудованию.

Периодический способ предусматривает проведение главного брожения в одном аппарате при одновременном наполнении емкости суслом и введение дрожжей. Температуру регулируют подачей воды в змеевик бродильного аппарата. Практически, главное брожение считается законченным тогда, когда за сутки сбраживается 0,15-0,2% экстракта

Недостатки периодического способа:

- трудность обеспечения глубокого сбраживания экстрактивных веществ. это объясняется тем, что необходимо постепенно понижать температуру традиционного способа брожения, что приводит к уменьшению выделения диоксида углерода, а значит и к ослаблению механического перемешивания. это уменьшает бродильную активность дрожжей, а следовательно остаточный экстракт очень трудно сбраживается;
- дегенерация дрожжей. При низовом брожении используются дрожжи восьмой генерации, если они имеют высокую бродильную активность, нормальное физиологическое состояние и микробиологическую чистоту. Для получения такой дрожжевой разводки требуется дорогостоящее оборудование. Дрожжи после разведения обладают высокой бродильной активностью, и в получаемом пиве содержится больше сложных эфиров и высших спиртов и меньше остаточного экстракта, чем в пиве, изготовленном с использованием дрожжей восьмой генерации, бродильная активность которых самая низкая;
- сусло после главного брожения имеет ярко выраженный привкус молодого пива, который обусловлен присутствием диацетила, пентадиона, ацетальдегида, сероводорода, меркаптана, в процессе длительной выдержки этот привкус исчезает;
- продолжительность протекания процесса брожения.

Для того, чтобы устранить недостатки периодического способа брожения необходимо отрегулировать следующие факторы, имеющие главное значение при производстве пива:

- количество вводимых дрожжевых клеток и их физиологическое состояние;
- состав сбраживаемого сусла;
- степень насыщения сусла кислородом;
- температура;
- давление;
- использование сильносбраживающих штаммов дрожжей.

Полунепрерывный способ заключается в следующем, сусло сбраживается в закрытых вертикальных аппаратах, соединенных в отдельные бродильные линии. В каждую линию включен один аппарат для предварительного брожения и пять бродильных аппаратов. Основа линии – аппарат предварительного

					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

брожения, в котором непрерывно находятся дрожжи в логарифмической фазе роста, в течение одного бродильного цикла.

Для поддержания постоянной концентрации дрожжей на стадиях низких и высоких завитков, обеспечивают регулярный отток сброженного суслу и долив свежего. Очень важно вовремя удалить дрожжи из производства и заменить их свежими, из аппаратов для разведения чистых культур.

При полунепрерывном брожении холодное сусло вначале проходит через фильтр, где удаляются тонкие взвеси. а затем поступает в аэрационное устройство, для насыщения кислородом и, далее, в аппарат предварительного брожения, где поддерживается его температура 6–8 °С после этого через трубопровод для подачи суслу в аппарат вводится двукратная норма дрожжей (1л/гл) и включается мешалка на 30 минут. Через 24 часа после начала брожения половину содержимого аппарата предварительного брожения, направляют в первый от него бродильный аппарат и после установления уровня оба аппарата доливают свежим суслем, температурой 7–8 °С.

В бродильном аппарате протекает главное брожение при максимальной температуре около 9,5 °С и под избыточным давлением 0,02 – 0,04 МПа, через 24 часа опять очередную половину содержимого аппарата предварительного брожения перекачивают в следующий бродильный аппарат и снова оба аппарата доливают свежим суслем. Эта операция повторяется в течение 5 суток через каждые 24 часа, через 5 суток молодое пиво, температурой не выше 5 °С снимают с дрожжей и перекачивают в аппарат дображивания. Освободившийся аппарат моют и, дезинфицируют (3% р-ром перекиси) и вновь заливают сброживаемым суслем из аппарата предварительного брожения. Цикл полунепрерывного брожения по данной схеме продолжается 1 месяц.

Недостатками полунепрерывного способа являются:

- потери CO₂, т.к. пиво перемещают в пустой танк;
- потери пива, так как существуют потери при перекачивании;
- значительное рабочее время;
- затраты энергии.

Непрерывный способ предполагает брожение в батарее из семи или девяти ферментеров типа ЦКБА (цилиндроконический бродильный аппарат). Пивное сусло из сборника насосом подается непрерывно в первый ферментер. зрелое пиво из батареи поступает в сборник, затем на фильтр и в следующий сборник, после чего пиво подают на розлив. Общая продолжительность непрерывного брожения составляет 7 суток, производительность или съём пива с 1м³ ЦКБА увеличивается в 2 раза, по сравнению с периодическим способом [18, 22, 24, 39].

Брожение и созревание можно проводить в одном ЦКБА (однотанковый способ) или использовать для брожения традиционный аппарат и ЦКТА для холодной выдержки (двухтанковый способ).

Использование одного танка дает серьезные преимущества, а именно:

- уменьшаются затраты на мойку, так как мойке подвергается одна часть;
- уменьшаются потери CO₂, т.к. пиво не перемещают в пустой танк;
- уменьшаются потери пива, так как нет потерь при перекачивании;
- сокращается рабочее время;

						ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			46

- экономится энергия;
- не возникает опасности попадания кислорода.

Недостатком является менее эффективное использование объема танка в стадии дображивания.

По качеству пива заметного различия между этими двумя вариантами нет.

Ускоренные способы брожения и дображивания пива

Ускоренный способ получения пива

Эффективность работы ЦКБА в значительной степени зависит от конструктивных особенностей аппарата (высоты, диаметра, формы конуса, угла его наклона), состояния внутренней поверхности и способа охлаждения.

Одним из основных факторов, влияющих на скорость брожения, считают форму аппарата, так как от нее зависит скорость перемешивания сбраживаемого суслу. Отношение высоты аппарата к диаметру также играет важную роль в перемешивании среды с образованием восходящих ходящих и нисходящих потоков. Это способствует ускорению брожения. Однако при интенсивном перемешивании среды увеличивается накопление диацетила и ацетоина, что отрицательно влияет на вкус пива.

ЦКБА рекомендуется устанавливать на тех заводах, где имеется резерв мощности варочных цехов. Учитывая, что объем суслу одной варки с трехтонного агрегата составляет 175... 180 гл, ЦКБА вместимостью 100 м³ заполняют в несколько приемов.

Целесообразно заполнять аппараты в 2...3 приема в течение 12... 16 ч, но не более 36 ч. При этом производится аэрация стерильным воздухом каждой порции суслу с уменьшением расхода его к концу заполнения аппарата. В результате аэрации суслу улучшается жизнедеятельность дрожжей. Одновременно происходит флотация суслу с удалением в пену коллоидных взвесей и мертвых дрожжевых клеток.

При производстве пива в ЦКБА можно совместить в одном аппарате процессы главного брожения суслу, дображивания и созревания пива. Этот способ по сравнению с периодическим имеет следующие преимущества: исключаются перекачивание молодого пива и связанные с ним потери; благодаря конической части аппарата дрожжи можно удалять при заполненном аппарате; снижаются капитальные затраты на строительство здания на 30...35%.

Поскольку ЦКБА устанавливают вне зданий (за исключением нижней конической части); сокращаются сроки строительства и ввода мощностей на 30%; уменьшаются затраты труда, электроэнергии, моющих и дезинфицирующих средств; улучшается вкус пива и повышается его стойкость вследствие более высокой степени сбраживания.

Для выпуска пива хорошего качества при ускоренном способе главного брожения суслу и дображивания пива в ЦКБА рекомендуется следующее:

- промывать молодое пиво после удаления дрожжей диоксидом углерода для уноса избыточного содержания побочных продуктов брожения;
- вносить свежие дрожжи после удаления отработавших дрожжей для редукции диацетила при повышенных температурах (12 ..14 °С);

- производить карбонизацию пива перед розливом.

При использовании ЦКБА осуществляют следующие технологические операции: заполнение аппарата суслом при его аэрации; подачу в аппарат необходимого количества производственных дрожжей; проведение процесса брожения и дображивания; осветление пива за счет его резкого охлаждения; передачу готового пива на охлаждение, фильтрование и розлив; съем дрожжей; мойку и дезинфекцию аппарата.

Брожение в цилиндрических бродильных аппаратах проводят сильносбраживающими дрожжами, например штаммами 776,11, 8а (М) и т.п. Для получения первой генерации необходимо использовать чистую культуру дрожжей, получаемую в аппарате чистой культуры.

Сусло можно готовить из солода с несоложенными материалами. При добавлении ячменя выше 15% применяют ферментные препараты.

Технология производства пива в ЦКБА с массовой долей сухих веществ в начальном сусле 11% предусматривает вначале заполнение ЦКБА осветленным и охлажденным суслом температурой 7...9 °С, которое подают в коническую часть аппарата. Аппарат наполняют до 85% его геометрической емкости в течение суток [18, 22, 39].

Первая половина объема сусла, поступающая в аппарат, аэрируется стерильным воздухом до содержания растворенного кислорода 4...6 мг/л. После заполнения ЦКБА первой варкой сусла вводят все семенные дрожжи из расчета 0,5...0,7 г на 1 гл сусла.

В процессе сбраживания температура сусла в течение первых двух суток устанавливается 13... 14 °С и поддерживается в последующие три суток в тех же пределах. На 5—6-е сутки массовая доля сухих веществ в сбраживаемой среде снижается до 2,2...2,5%, т. е. до конечной степени сбраживания. Затем рекомендуется резко охладить коническую часть аппарата для понижения температуры пива до 0,5... 1,5 °С. Благодаря этой операции можно предотвратить автолиз дрожжей и их быстрое оседание.

В цилиндрической части аппарата следует поддерживать в течение 6...7 сут температуру пива 12... 14 °С, чтобы уменьшить содержание диацетила.

По окончании седьмых суток приступают к охлаждению всей массы в ЦКБА до 0,5... 1,5 °С. При этой температуре и избыточном шпунтовом давлении 0,05...0,07 МПа пиво выдерживают еще 6...7 сут. Через 10... 11 сут от начала брожения осуществляют первый съем дрожжей путем медленного спуска его из штуцера конической части аппарата. Второй съем дрожжей проводят перед осветлением пива. Снятые дрожжи можно повторно вводить в сусло 6... 8 раз. Общая продолжительность процесса брожения и дображивания 13...14 сут.

Технология производства пива в ЦКБА с массовой долей сухих веществ в начальном сусле 12 и 13% не отличается принципиально от технологии получения Жигулевского пива. Общая длительность процесса приготовления сортового пива с массовой долей сухих веществ в начальном сусле 12... 13% составляет 18...22 сут.

						ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			48

Ускоренный способ брожения и дображивания без доступа кислорода

Горячее сусло осветляют только в закрытых отстойных аппаратах, охлаждают также в закрытых пластинчатых холодильниках.

Главное брожение сусла ведут в закрытых бродильных аппаратах. Во избежание контакта с воздухом в момент поступления сусла в аппарат в него интенсивно вдувается диоксид углерода. Часть его растворяется в сусле, вспенивает его, создает пенистый покров над поверхностью и предохраняет от соприкосновения с воздухом.

Количество вносимых семенных дрожжей больше, чем при традиционном классическом способе, и составляет 0,7...1 л на 1 гл сусла. Эти дрожжи предварительно разбраживают в сусле в течение 2...6 ч, а затем подают в бродильный аппарат в момент его заполнения суслом, продувают диоксидом углерода в течение 10... 15 мин и перемешивают. Режим главного брожения следующий: температура в начале 5 °С, в процессе брожения 8...9 °С, в конце перед поступлением пива на дображивание 4...5 °С. Продолжительность главного брожения 5...6 сут.

После перекачивания молодого пива на дображивание из бродильных аппаратов сразу удаляют дрожжи. В момент перекачивания в поток пива вдувается диоксид углерода во избежание контакта с воздухом.

Заполненный пивом аппарат дображивания шпунтуют в первые сутки и поддерживают давление 0,04...0,05 МПа. Продолжительность дображивания не менее 11 сут. Перед фильтрованием доброженное пиво охлаждают до 1 °С для перевода диоксида углерода из пересыщенного состояния (при 4 °С) в насыщенное (при 1 °С).

Фильтрованное пиво поступает в сборники при температуре 1 °С, где его выдерживают 1...2 ч и подают на розлив. Этот способ не нашел широкого распространения на заводах [18, 22].

Способ ускоренного брожения сусла и созревания пива

Этот способ применяют за рубежом. Для проведения главного брожения температуру начального сусла повышают до 7...8 °С, а температуру брожения — до 12... 15 °С. Через 7 сут молодое пиво имеет степень сбраживания как у готового продукта, и поэтому исключается дображивание. Кроме того, за счет интенсивного выделения диоксида углерода во время брожения из молодого пива удаляются диацетил и ацетальдегид. Увеличивается содержание высших спиртов и эфиров. Затем охлаждают молодое пиво до минус 1 °С на пластинчатых теплообменниках и перекачивают его в аппарат, где оно в течение нескольких часов обрабатывается диоксидом углерода при прохождении через специальные свечи.

При минус 1 °С происходят выделение дрожжей, взвешенных веществ и стабилизация состава пива. После 2...12 сут пиво направляют на фильтрование и розлив [18].

Способ брожения и дображивания при различных температурных режимах

Сбраживание экстрактивных веществ сусла при повышенных температурах может привести к значительному увеличению побочных продуктов брожения, в

										Лист
										49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВТЦ 00.00.000 ПЗ					

частности жирных кислот, а также к ухудшению качества горечи и появление дрожжевого привкуса в пиве. Для устранения данных недостатков рекомендуется главное брожение проводить при холодном режиме, а дображивание — при теплом.

Главное брожение проводят при температуре 8...9 °С до тех пор, пока степень сбраживания не достигнет 50%. Затем прекращается охлаждение сбраживаемого суслу, в течение 24 ч температура поднимается до 13... 14 °С, и осуществляется интенсивное дображивание экстракта. Потом из пива удаляют дрожжи, и протекает процесс созревания в течение 3 сут.

Общая продолжительность процесса брожения суслу и дображивания пива 7...8 сут. После созревания пиво охлаждают до минус 1 °С, карбонизируют и вводят стабилизирующие средства. При охлаждении в аппарате дображивания пиво хранится в течение 3...4 сут. Пиво, приготовленное по данному способу, не содержит повышенного количества побочных продуктов и имеет хороший вкус [18,22,39].

На практике используем низовое брожение.

Режимы брожения и созревания для низового брожения, можно разделить на три группы:

1. холодное брожение – холодное созревание;
2. холодное брожение – теплое созревание;
3. теплое брожение – холодное созревание.

Холодное брожение – холодное созревание

Этот режим известен по традиционному брожению и созреванию.

Особенный прием — перекачка в лагерный танк с добавлением завитков. Под добавлением завитков понимают добавление молодого пива в стадии низких завитков, когда степень сбраживания равна 25%. Преимущество: добавление завитков обеспечивает получение хорошего по качеству пива, но при этом дрожжи главного брожения должны быть полностью удалены из пива, поскольку иначе они отрицательно повлияют на качество.

Холодное брожение с частичным созреванием в ЦКБА. В него вносят дрожжи и позволяют температуре вырасти, выдерживают паузу и перекачивают в ЦКБА. При перекачке вносят 10% завитков. Благодаря этому в пиво попадают активные, сильные дрожжи, которые до конца расщепляют имеющийся диацетил. Затем пиво охлаждают до 1 °С, и выдерживают неделю. Снимают все дрожжи. Продолжительность процесса 20 дней.

Холодное брожение — теплое созревание

При «холодном» брожении (8,5–10 °С) до достижения КСС спектр побочных продуктов брожения совершенно нормален. В конце сбраживания экстракта дрожжи отмучивают при существующей максимальной температуре (количество дрожжей в пиве должно составлять лишь 2–3 млн клеток/мл). Чтобы обеспечить такое низкое содержание дрожжей, желательно использовать центрифугу для молодого пива, с помощью которой количество дрожжевых клеток благодаря трубопроводу для смешивания (байпасу) поддерживается и не требуется дополнительного времени на седиментацию дрожжей. Затем пиво с

										Лист
										50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

помощью теплообменника нагревают до 15–20 °С и вносят свежие дрожжи в виде 12 % завитков (степень сбраживания 25-35 %, количество дрожжевых клеток 50 млн/мл). Дозирование завитков должно проходить равномерно во время перекачивания. Созревание при температуре 20 °С продолжается не более 2 сут, а при 15 °С — 4–5 сут. Более короткое, но в более теплых условиях созревание более предпочтительно. После восстановления 2-ацетолактата производится охлаждение (преимущественно с помощью того же теплообменника), причем благодаря сочетанию нагревания и охлаждения пива можно собрать часть необходимой для этого энергии. После теплообменника при температуре минус 1 °С устанавливается желаемое содержание CO₂. В ходе созревания дрожжи ежедневно отмучивают. Возможно также шпунтование на давление 0,8 бар. В первоначальной концепции данный метод основывался на применении танка для брожения/созревания и танка для холодного дображивания. Охлаждение можно также осуществлять в самом танке для созревания, где происходит и холодная выдержка, однако охлаждение с температуры 20 °С до минус 1 °С занимает 2–3 сут, причем, при переходе конвективного порога в 3 °С следует провести продувку CO₂, препятствующую образованию расслоения. При «трёхтанковом способе» такое охлаждение в танке для созревания в выходные дни требуется после завершения расщепления 2-ацетолактата, поскольку слишком продолжительное пребывание при повышенных температурах неблагоприятно для пива.

Холодная выдержка при температуре минус 1 °С должна продолжаться еще одну неделю. Пиво, полученное таким методом, благодаря сбраживанию завитков при повышенных температурах характеризуется незначительным повышением содержания высших алифатических спиртов и сложных эфиров, а также нормальными значениями содержания 2-фенилэтанола, жирных кислот и их эфиров. Подобное «программируемое» созревание снижает риск обычных для производства отклонений и гарантирует достижение одинакового качества продукта.

Тепловое брожение без давления - холодное созревание

Все проходящие при брожении и созревании реакции протекают быстро при повышенных температурах. Этим пользуются для ускорения брожения и созревания.

Данный метод может быть использован в традиционном бродильно-лагерном отделении. Этот способ имеет ряд преимуществ: – конечная степень сбраживания достигается очень быстро; – диацетил расщепляется быстро и полно; – пиво, изготовленное при таком температурном режиме, обладает хорошим качеством; – режим оправдывает себя и в случае брожения под давлением. Брожение под давлением. Предусматривает повышение температуры до 20оС, при этом образуется большое количество побочных продуктов брожения. Процесс возникновения диацетила протекает абсолютно неконтролируемо, если не сдерживать их образование давлением. Но это предполагает использование танков, способных выдерживать необходимое давление. Холодное брожение - теплое созревание. Теплое брожение не всегда приводит к возникновению большого количества побочных продуктов. Если

					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

брожение холодное, то образуется не так много побочных продуктов, которые, однако, могут хорошо расщепляться только при более теплом созревании.

Этот метод длится 20 дней и его можно реализовать и при традиционном освещении бродильно–лагерного отделения. Холодное главное брожение с запрограммированным созревaniem. Так называемый «метод 9/20» требует значительных затрат. Брожение длится около 20 дней и имеет следующие особенности: фаза созревания укорачивается до 2–3 дней; общее время созревания и холодной выдержки занимает 10–12 дней; очень важно полностью удалить дрожжи после созревания. Теплое главное брожение с нормальным или форсированным созреванием. При повышении температуры изменяется целый ряд факторов: – количество побочных продуктов увеличивается; – с увеличением температуры брожения пиво приобретает цветочно-дрожжевые тона; – пена и коллоидная стойкость пива, в общем ухудшаются. Преимущества способа заключаются в том, что брожение можно сократить до 4 дней, что существенно увеличивает мощности солода.

Интенсификация процессов брожения пивного сусла и дображивания пива

В условиях современного отечественного пивоваренного производства наиболее рациональными способами интенсификации процесса главного брожения, не связанными с перестройкой и переналадкой технологического оборудования, могут быть увеличение нормы введения дрожжей и применение физических методов воздействия на дрожжи при сохранении классических условий брожения и дображивания.

Применение повышенной нормы введения дрожжей

Потенциальные резервы ускорения брожения заложены в самой дрожжевой клетке. Известно, что возможности ферментных систем дрожжевых клеток практически не ограничены: при нормальной жизнедеятельности в клетке дрожжей происходит от 500 до 1000 различных реакций.

Наибольший интерес для пивоварения представляют те стороны обмена веществ дрожжевой клетки, которые влияют на скорость процесса брожения и качество готового пива, т.е. которые позволили бы получать в наиболее короткие сроки готовое пиво, не отличающееся по качественному составу от пива, изготовленного классическим способом.

С точки зрения интенсификации брожения и созревания пива интересны исследования, основанные на изучении изменения таких важных свойств дрожжей, как рост и размножение, углеводный и азотный обмен, синтез ферментов под влиянием различных физических и химических факторов. Различные способы воздействия на дрожжи позволяют активизировать их жизнедеятельность, в результате чего повышается бродильная активность дрожжей, активизируется процесс потребления ими субстратов питательной среды, интенсифицируются различные ферментные реакции и стадии технологического процесса.

								Лист
								52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				

В соответствии со сказанным ускорить сбраживание пивного сусла можно применением быстросбраживающих рас дрожжей; улучшением контакта субстрат—дрожжи благодаря движению броющей жидкости; изменением соотношения субстрат — число дрожжевых клеток; воздействием физических факторов на дрожжи.

Введение большого количества дрожжей в сусло ускоряет процесс брожения, но в то же время снижает бродильную активность дрожжей, так как уменьшается число молодых клеток. Например, увеличение количества засевных дрожжей с 20 до 180 млн клеток/см³ сокращает процесс брожения с 8 до 4 сут. Однако при этом к концу брожения наблюдается резкое падение прироста биомассы. Например, при вдвое увеличенной норме посевных дрожжей удельная скорость роста культуры снижается в 1,5—2 раза, а при увеличении в 3 раза эта величина снижается в 3—4 раза.

Кроме того, при использовании повышенной нормы введения дрожжей в процессе брожения резко падает способность дрожжей накапливать запасные вещества, например, содержание жира в клетках уменьшается в 2,7 раза. Это связано с тем, что при увеличении засева в 20 раз количество дрожжей в начальный момент брожения превышает их конечное накопление при обычных условиях ведения брожения, поэтому дрожжи не обеспечиваются в достаточной степени питательными веществами и прирост биомассы сокращается, обмен веществ нарушается.

Изменения в питании, росте и размножении дрожжей при повышенных начальных их количествах сказываются также на процессе образования при сбраживании высших спиртов — количество их заметно уменьшается. Но при длительном брожении содержание высших спиртов в сбраживаемой среде может быть очень высоким даже при малом приросте биомассы.

Эти изменения не столь значительны при увеличении начальной концентрации дрожжей в четыре раза. Дальнейшее увеличение количества вводимых в сусло дрожжей приводит к существенному снижению бродильной активности дрожжей.

Увеличение нормы введения дрожжей практически не влияет на содержание изогумулона в молодом пиве.

Увеличение засева дрожжей в 25 раз приводило к уменьшению в пиве общего азота. С возрастанием температуры от 6 до 20 °С содержание фракции А по Лундину в сброженном сусле уменьшалось на 15—17 %. При этом четких выразительных изменений фракций В и С по Лундину при сбраживании обнаружено не было, их абсолютные и относительные содержания при различных засевах были очень близкими. Поэтому введение в сусло такой нормы дрожжей может быть использовано при разработке ускоренных режимов для проведения главного брожения.

Повышенная норма засева дрожжей сокращает фазу образования диацетила, способствует получению его максимального количества и снижает конечное содержание этого вещества в готовом пиве.

При высокой норме введения дрожжи вначале полностью потребляют имеющуюся в сусле глюкозу и только затем начинают использовать мальтозу, в

									Лист
									53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВТЦ 00.00.000 ПЗ				

то время как при низкой норме введения дрожжи начинают использовать мальтозу еще до того, как вся имеющаяся в сусле глюкоза будет сброжена.

На практике высокую норму введения дрожжей в сусло рекомендуют выбирать при высокой концентрации сусла, холодном режиме, меньшей продолжительности брожения, недостаточной аэрации.

Проведены исследования о возможности дображивания пива на дрожжах, осаждающихся при главном брожении, и проанализированы изменения в составе пива, вызываемые автолизом повышенного количества осадочных дрожжей. В процессе автолиза дрожжей аминокислотный состав пива определяется, с одной стороны, усвоением аминокислот бродящими дрожжевыми клетками, а с другой — переходом в пиво аминокислот — продуктов автолиза дрожжей. Влияние автолиза на содержание аминокислот в пиве больше при увеличенной массе дрожжей в осадке.

Автолиз осадочных дрожжей в процессе дображивания пива несущественно влияет на содержание в нем аминокислотного азота. Незначительный прирост аминного азота зависит от продолжительности выдержки, т. е. времени контакта дрожжевых клеток с пивом, а не от присутствия в пиве дрожжей. Автолиз дрожжей обуславливается повышением активности в них инвертазы и протеазы, усиливающимся при более продолжительных сроках сбраживания. Автолиз дрожжей в условиях дображивания не вызывает в пиве неприятных вкусовых ощущений.

Результаты исследований показали, что в присутствии осадочных дрожжей процессы дображивания пива интенсифицируются. На основании этих данных определены сроки дображивания с применением повышенной нормы введения дрожжей.

Из применяемых до настоящего времени дрожжей наиболее оптимально для получения пива высокого качества и в более короткие сроки использовать пивоваренные дрожжи рас 11, 8a(M) [39].

Использование тепловой активации дрожжей

Повышение температуры на стадии брожения стимулирует метаболизм дрожжей, но понижает качество пива. Разработана технология сбраживания пивного сусла дрожжами, активированными кратковременным воздействием температуры на начальной стадии культивирования. Дрожжевая суспензия в пивном сусле (1:2) прогревается при 13–17 °С в течение 15–20 мин. В результате продолжительность лаг-фазы сбраживания сокращается на 35—80 % и бродильная активность увеличивается на 80—85 %, что стимулирует метаболизм дрожжей на последующих этапах брожения. Пивное сусло можно сбраживать активированными дрожжами по традиционному режиму, а также по тепловому режиму, когда в первые сутки поддерживают температуру 12 °С, в дальнейшем снижая ее до 6–7 °С. При этом длительность главного брожения сокращалась до 5–6 сут как в первом, так и во втором варианте.

Интенсификация процессов брожения с использованием тепловой активации дрожжей приводит к изменению количественного состава побочных продуктов. В начале главного брожения содержание диацетила, как и следовало ожидать, резко возрастает. В максимальном количестве он образуется в сусле на

										Лист
										54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВТЦ 00.00.000 ПЗ					

Особо следует отметить, что характер изменения активности внеклеточных протеаз соответствует динамике уменьшения содержания высокомолекулярных азотистых веществ при брожении, а именно максимальному значению активности внеклеточных ферментов соответствуют минимальные концентрации в сусле азотистых веществ фракции А. Более активные протеазы прогретых дрожжей ускоряют гидролиз белков.

Сохранение относительно высокой остаточной активности протеаз дрожжей к концу главного брожения способствует дальнейшему снижению содержания высокомолекулярных веществ в молодом и готовом пиве, особенно при использовании активированных дрожжей.

С учетом изложенного можно утверждать, что конвективный прогрев дрожжей перед сбраживанием ускоряет процессы их размножения и приводит к увеличению активности протеаз, синтезируемых клетками дрожжей. В результате этого в готовом пиве уменьшается количество высокомолекулярных азотистых веществ, что повышает коллоидную стойкость получаемого напитка [39].

Регулирование окислительно–восстановительного потенциала

Разработан способ интенсификации сбраживания пивного суслу созданием в среде благоприятного окислительно-восстановительного потенциала. Для рас 11, 776, 8а(М) при определенных значениях редокс-потенциала среды во время сбраживания сокращаются лаг-фаза, время генерации клеток, повышается их бродильная активность, в сброженной среде накапливается меньше летучих метаболитов окислительного обмена: содержание диацетила уменьшается на 31–42 %, ацетоина — на 22–28 %, ацетальдегида — на 23–26 %. При этом продолжительность главного брожения сокращается на 1,0–1,5 сут.

Суслу обрабатывали в катодной камере двухкамерного электродиализатора с катионитовой мембраной. В качестве анионита использовали водный раствор серной кислоты (0,15–0,20 моль/дм³); плотность тока в ходе обработки составляла 0,35–0,40 А/м, расход электроэнергии — 0,005–0,015 кВт · ч/м³. За 1–2 мин гН₂ суслу снижается на 45–90 % без существенных изменений других показателей его качества.

Отличительной особенностью такой обработки является то, что при этом можно быстро (за 10–15 мин) снизить концентрацию (на 65–70 %) диацетила, придающего пиву нежелательные оттенки вкуса. В условиях традиционной технологии такое снижение концентрации диацетила в пиве наблюдается через 15–17 сут дображивания.

Снижение окислительно–восстановительного потенциала молодого пива до 10–11 аналогичной обработкой приводит к интенсификации процессов, протекающих на стадии дображивания иива. В частности, ускоряются сбраживание остаточных сахаров и восстановление метаболитов окислительного обмена дрожжей, уменьшается содержание в пиве высокомолекулярных белков и полифенолов, сокращается стадия дображивания на 7–9 сут. При этом готовый продукт имеет высокое качество [39].

										Лист
										56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Использование иммобилизованных дрожжей

Достаточно эффективным способом интенсификации сбраживания, совмещающим достоинства многих ее направлений, является применение иммобилизованных дрожжей, использование которых позволяет легко управлять брожением как биокатализом.

Прежде всего иммобилизованные дрожжи позволяют получить большую биомассу с единицы объема среды, чем при периодическом и непрерывном процессе с использованием свободных клеток дрожжей. В результате значительно повышается выход продукта.

При применении иммобилизованных систем сохраняются и поддерживаются определенный рост дрожжевых клеток и соответствующая ему скорость разбавления. В связи с этим исключается необходимость удаления биомассы после каждого производственного цикла.

Применяя иммобилизованные дрожжи, можно эффективнее использовать каталитические свойства микроорганизмов, создать непрерывнодействующие стабильные процессы без затрат на очистку и выделение. При получении иммобилизованных дрожжей стабилизируется ферментативная активность клеток, расширяется диапазон оптимальных значений рН и температур, удлиняются сроки действия ферментов клетки. Высокая ферментативная активность микроорганизмов после иммобилизации сохраняется.

Для всех характеристик иммобилизованных дрожжей наибольшее технологическое значение имеют активность и стабильность препаратов. Изменение ферментных свойств клетки (например, рН, температурной зависимости и т.д.) существенно не влияет на технологическую эффективность получаемого катализатора иммобилизованных дрожжей.

Вносимый в субстрат носитель с микроорганизмами действует как на жизнедеятельность клетки, так и на сам процесс, поскольку, будучи равномерно распределенным по всему объему субстрата, он способствует равномерному распределению клеток, интенсифицирует процессы обмена и ускоряет выделение образующегося при брожении углекислого газа и т. д. Поэтому особый интерес иммобилизованные дрожжи имеют с точки зрения перехода к непрерывному брожению с интенсивным протоком суслу через аппарат.

При выборе носителя для иммобилизации дрожжей исходят из специфических требований технологии сбраживания, поэтому носитель должен обладать инертностью к продуктам жизнедеятельности клеток и к дезинфектантам; безвредностью, поскольку является продуктом прямого потребления; доступностью; невысокой стоимостью; возможностью регенерации носителя; прочностью удерживания в условиях непрерывного потока.

Таким требованиям удовлетворяют альгиновые кислоты и их соли, целлофан, производные целлюлозы, капрон, полиэтилен, полимеры на основе акриловой кислоты, поливиниловый спирт, природные цеолиты, кремнеземы, силикаты, макропористые стекла, силикагели, пористая керамика, гидратированные оксиды, гидроксиды некоторых металлов.

Иммобилизацию дрожжей проводят следующими методами: адсорбции путем хемосорбции, ионных и электростатических взаимодействий, ван-дер-

										Лист
										57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

одну и ту же операцию еще один или два раза. При этом концентрация побочных продуктов брожения опускается ниже порогового значения менее чем за 5 сут.

Эффект ускорения созревания пива можно объяснить повышенным контактом между взвешенными дрожжами и бродящей средой, в результате чего увеличивается скорость биохимического восстановления альдегидов и кетонов, редукция диацетила идет только в целой, неповрежденной клетке.

При применении дрожжей, иммобилизованных на керамических бусах, в концентрации 12–14 млн клеток/см³ для достижения требуемой степени сбраживания сусла (до массовой доли сухих веществ 4,2—4,3 %) требуется 52 ч, в то время как для свободных дрожжей — 65 ч. При начальной концентрации дрожжей 26—27 млн клеток/см³ для иммобилизованных дрожжей необходимо 44 ч и для свободных — 56 ч. Скорость сбраживания пивного сусла иммобилизованными дрожжами в 1,3 раза больше, чем свободными.

При более глубоком сбраживании сусла до массовой доли сухих веществ 2,8—3,0 % при начальной концентрации дрожжей 12–14 млн клеток/см³ для иммобилизованных дрожжей требовалось 57 ч, для свободных — 78 ч.

Скорость глубокого сбраживания иммобилизованными дрожжами в 1,4 раза больше по сравнению со скоростью сбраживания свободными дрожжами.

Это объясняется тем, что носители значительно влияют на жизнедеятельность иммобилизованной клетки:

- вблизи твердой поверхности носителя концентрируются питательные вещества, в том числе биологически активные вещества, содержащиеся в сбраживаемом субстрате;
- меняется проницаемость стенок клетки.

Прообразом современной технологии является так называемый «реактор с неподвижным слоем», в котором дрожжи с кизельгуром намываются на пластинчатый или сетчатый фильтр слоем толщиной 2,5–3,5 см. Сусло, очищенное от осадка взвесей охлажденного сусла на 60–70 %, сбраживается (в большинстве случаев полностью). Регулирование степени сбраживания осуществляют расходом, причем температура брожения поддерживается на уровне 10–15 °С. Значение рН, которое сначала существенно снижается, а затем вновь возрастает, регулируют подбором давления. Полученное таким способом «молодое пиво» характеризуется крайне незначительным выделением аминокислот (вследствие ограниченного размножения дрожжей) и низким содержанием побочных продуктов брожения, особенно высших алифатических спиртов и сложных эфиров. Это компенсируется предварительным сбраживанием до степени сбраживания около 20 %. Существует также возможность предварительно проводить сбраживание до желаемой степени сбраживания во флотационном танке или танке предварительного сбраживания. В центрифуге для молодого пива дрожжи в виде суспензии удаляются, после чего сброженное пиво после промежуточного хранения фильтруют через фильтр с упоминавшимся выше неподвижным слоем. Полученное пиво соответствует по своему составу степени зрелости, однако ресурс реактора с неподвижным слоем составляет всего около одной недели, так как дрожжевые клетки на выходе фильтра в течение этого срока теряют свою жизнеспособность. Это объясняется

										Лист
										59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

тем, что на стороне выхода дрожжам не хватает аминокислот, витаминов, фосфатов и т. д.

Реактор с вихревым слоем намного эффективнее. В него дрожжи вносят на гранулах из альгината, целлюлозы или спеченного пористого стекла в количестве 10 мг СВ/г носителя. Технология до стадии завитков остается прежней. Для поддержания циркуляции в вихревом слое пиво необходимо перекачивать со скоростью 1,7 мм/с. Реактор с вихревым слоем можно эксплуатировать в течение 3–4 мес. Изначально сильная абсорбция аминокислот со временем снижается и, следовательно, снижается содержание высших алифатических и ароматических спиртов (при примерно постоянном содержании сложных эфиров), в связи с чем для компенсации этих отклонений

целесообразно включать параллельно несколько реакторов (с ресурсом около 1, 2 и 3 мес). Так как содержание 2–ацетолактата при использовании этих двух типов реакторов является относительно высоким (0,5 мг/кг), то для его снижения ниже порога вкусового восприятия требуется фаза созревания (около 2 сут при температуре 30 °С с добавлением завитков). При этом из пива удаляются и другие букетообразователи молодого пива, а также достигается определенный баланс содержания высших спиртов и сложных эфиров. Затем для обеспечения физико–химической стабильности, а также требуемого качества пены пиво выдерживают еще 4–7 сут при температуре минус 1 °С.

В настоящее время на практике в дрожжевом реакторе созревает не «биореакторное пиво», а пиво, обычно сброженное в ЦКБА и осветленное в центрифуге для молодого пива до содержания 10 тыс. дрожжевых клеток/мл. Для пива, созревшего по такой технологии и характеризующегося по сравнению с нормальным пивом при нормальном содержании высших спиртов примерно вдвое меньшим содержанием сложных эфиров, уже не требуется дополнительной холодной выдержки. Для карбонизации пиво охлаждают до 1 °С и оставляют в буферном танке на 1–3 сут. Такой реактор можно эксплуатировать в течение 4–6 мес. с возможностью регенерации материала носителя. Подобное оборудование имеет особое значение для производства безалкогольного пива с приостановленным процессом брожения.

Разработан способ непрерывного брожения суслу в аппарате с кипящим слоем части носителя с иммобилизованными дрожжами. В качестве носителя служило обработанное стекло с открытыми порами. Время пребывания сбраживаемого суслу в аппарате составляло от 2 до 5 ч. При проведении опытов на пилотной установке иммобилизованные дрожжи оставались на указанном носителе в течение нескольких месяцев. Данный способ позволяет повысить производительность аппарата для сбраживания суслу в несколько раз.

Предложена схема с биореактором для иммобилизованных дрожжей, применяемых в производстве пива. Схема включает подготовку носителя из альгинатного геля, иммобилизацию дрожжей, брожение. Она состоит из участка приемки нефильтрованного суслу, станции для пастеризации и охлаждения суслу, окончательного брожения, фильтрования и розлива пива. Основная линия дополнена вспомогательной для подготовки дрожжей и оборудованием для охлаждения биореактора и санитарной обработки. Линия сокращает

										Лист
										60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ВТЦ 00.00.000 ПЗ

производственный цикл 10%-ного пива с 28 до 8 сут при соответствии продукта стандарту на качество.

Исследовано применение иммобилизованных дрожжей для непрерывного дображивания и созревания пива, при этом процесс дображивания и созревания пива может быть закончен в течение нескольких часов, учитывая, что уменьшение содержания диацетила в пиве является главным признаком его созревания. По окончании главного брожения дрожжи отделяют от молодого пива, остаточное количество дрожжей в пиве должно составлять не более 10^4 клеток/см³. Для полной и значительной конверсии содержащихся а-ацетолактатов молодое пиво подвергают тепловой обработке при температуре 50—90 °С в течение 20 мин. Обработанное пиво охлаждают до температуры 0—25 С и пропускают через колонну, заполненную иммобилизованными на диэтиламиноэтил-целлюлозе дрожжами при концентрации 10^5 — 10^6 клеток в 1 г носителя. Скорость потока пива через колонну составляет 0,1–0,2 объема колонны в час. После чего пиво охлаждают до 1,5 °С в течение 30 мин, фильтруют, разливают в бутылки, пастеризуют. Содержание диацетила в готовом пиве составляет 0,02 мг/дм³.

Таким образом, предложенные способы ускорения процесса брожения повышают продуктивность производственного процесса и экономическую эффективность пивоваренного производства [18,22,39].

					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

Условия труда

Организация и проведение технологических процессов производства пищевых продуктов должна соответствовать требованиям действующих технологических регламентов, технологических инструкций, норм технологического проектирования и иных нормативных актов, утвержденных в установленном порядке. Организация производственных процессов должна обеспечивать их безопасность и быть направлена на предупреждение аварий на производственных объектах и обеспечение готовности организации к локализации и ликвидации их последствий.

При планировке производственных помещений учитывается санитарная характеристика производственного оборудования и технологических процессов; нормы полезной площади, приходящиеся на одного работающего; нормативы площадей для размещения оборудования и минимальной ширины проходов, расстояний между смежным оборудованием, а также до стен помещения, обеспечивающих безопасное и удобное обслуживание.

Высота производственных помещений пищевых предприятий выбирается исходя из габаритов установленного технологического оборудования, избытков теплоты и влаговыделения, но должна быть не менее установленных общих нормативов – 4,8 м для производственных помещений и 3 м для помещений энергетического хозяйства. Объем производственного помещения на каждого рабочего должен составлять не менее 25 м³, а площадь – 4,5 м², согласно СН 44.13330.2011 «Административные и бытовые здания» [32].

Полы должны быть водонепроницаемыми, с гладкой, удобной для чистки и мытья поверхностью, нескользкие, с уклонами к трапам.

Согласно требованиям СП 2.21.1312-03 «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых предприятий» [31], характеристики проектируемого здания должны соответствовать нормам, приведенным в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Характеристика помещений проектируемого завода

Цех, отделение	Тип здания и этажность	Строительные размеры, м ²	Площадь и объем помещений на 1-го работающего				Периодичность уборки производственного помещения
			м ²		м ³		
			норма	факт	норма	факт	
1	2	3	4	5	6	7	8
БЛО	Каркасное, одноэтажное	786	4,5	393	25	1886,4	Не реже одного раза в смену
Отделение ЧКД и дрожжевое отделение	Каркасное, одноэтажное	80,5	4,5	40,25	25	193,2	Не реже одного раза в смену
Фильтрация, форфасы	Каркасное, одноэтажное	155,3	4,5	77,65	25	372,72	Не реже одного раза в смену

Полученная фактическая площадь и объем производственного помещения на одного работающего превышают нормативные требования, что обеспечивает безопасное и удобное обслуживание производственного оборудования.

Таблица 6.2 – Номенклатура и оборудование санитарно–бытовых помещений

Цех, отделение	Количество работающих в максимальной смену		Группа производственного процесса	Санитарно-бытовые помещения			Санитарно-технические устройства		
	жен	муж		наименование	площадь, м ²		наименование	количество	
					факт	норма		факт	норма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
БЛО	2	4	2г	уборная	2,8	1,2-0,8	устройство питьевого водоснабжения	1	
							напольные чаши (унитазы), писуары	1/1	1/1
							умывальники и электрополотенца в тамбурах	1/1	1/1
Дрожжевое и ЧКД	2	1	2г	уборная	2,8	1,2–0,8	устройство питьевого водоснабжения	1	
							напольные чаши (унитазы), писуары	1/1	1/1
							умывальники и электрополотенца в тамбурах	1/1	1/1
Фильтрационное	2	1	2в	уборная	2,8	1,2–0,8	устройство питьевого водоснабжения	1	
							напольные чаши (унитазы), писуары	1/1	1/1
				гардероб	3,2	-	душевая кабина	1	
							аптечка	1	

Согласно СН 44.13330.2011 «Административные и бытовые здания» [32] гардеробные для хранения одежды оборудуют скамьями шириной 0,3 м с расположением шкафов по всей длине. Уборные размещают так, чтобы расстояние от наиболее удаленного рабочего места до уборной было в зданиях не более 75 м, на территории предприятия – не более 150 м.

Предполагаемое предприятие находится в городе, который согласно СП 52.1330.2011 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования» [33] относится по ресурсам светового климата к административной группе № 5. Условия освещенности оказывают большое влияние на зрительную работоспособность, физическое и моральное состояние людей, производительность и качество труда, производственный травматизм.

Одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека является обеспечение нормальных микроклиматических условий в помещении, оказывающих существенное влияние на тепловое самочувствие человека и работоспособность, согласно СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [28]. Микроклиматические условия – это комплекс, включающий температуру воздуха, температуру поверхностей ограждающих конструкций и технологического оборудования, относительную влажность и скорость движения воздуха, интенсивность теплового (инфракрасного) излучения.

Таблица 6.3 – Параметры метеорологических условий

Период года	Категории работ	Темпер.воздуха		Темпер.поверхн.		Отн.влажн.,%		Скор.движен.возд.	
		опт.	доп. выше/ниже опт.	опт, %	доп., %	опт.	доп.	опт., м/с	доп.,м/с выше/ниже опт.
Холодный	1а	22-24	в.24,1-25,0 н.20,0-21,9	21-25	19-26	40-60	15-75	0,1	в.0,1 н.0,1
	2а	18-20	в. 21,1-23 н. 17-18,9	18-22	16-24				0,2
Теплый	1а	23-25	в.25,1-28 н.21,0-21,9	22-26	20-29	40-60	15-75	0,1	в.0,2 н.0,1
	2а	21-23	в. 22,1-27 н. 18-19,9	19-23	17-28				0,2

Для удаления загрязненного воздуха из помещения и подачи его на место свежего производственный цех имеет систему вентиляции. Используется приточная и вытяжная вентиляции. Кроме того, в теплое время года имеется естественная вентиляция. Согласно СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» [30] рекомендуемые системы вентиляции в производственных цехах представлены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Рекомендуемые системы вентиляции в производственном цехе

Цех, отделение	Основные выделяющиеся вредности	Системы вентиляции		
		вытяжная	приточная	
			в холодный период года	в теплый период года
БЛО, Дрожжевое отделение, отделение ЧКД	влаговыведение, газовыведение	Система с механическим побуждением тяги, в качестве побудителя тяги – центробежный вентилятор. Наличие аварийной вентиляции на случай большого выброса диоксида углерода.		
Фильтрационное	влаговыведение	местные отсосы	общеобменная канальная с механическим побуждением, воздушные души	

В производственных помещениях со значительными влаговыведениями должны применяться системы воздушного отопления, совмещенные с приточной вентиляцией, или системы водяного или парового отопления с радиаторами и ребристыми трубами.

В помещениях любого назначения с постоянным или длительным (более двух часов) пребыванием людей следует предусматривать соответствующую систему отопления для поддержания требуемых температур внутреннего воздуха в холодный период года.

Система отопления должна компенсировать потери тепла через ограждающие конструкции зданий и сооружений, за счет снижения температуры воздуха в помещениях в результате естественного испарения влаги с открытых водных поверхностей, а также идущие на нагревание поступающего снаружи воздуха.

Система отопления водяная с радиаторами и ребристыми трубами, теплоноситель вода. Установлено в соответствии со СНиП 41-01-2003 "Отопление, вентиляция кондиционирование воздуха". Отопление не предусматриваем в следующих цехах: БЛО, дрожжевое отделение и отделение ЧКД, отделение фильтрации, т.к. температура в этих помещениях близка к нулю.

Согласно СНиП 23-01-99 «Строительная климатология» [29] исходные данные для расчета отопления занесены в таблицу 6.5.

Таблица 6.5– Исходные данные для расчета отопления

Город	Температура холодной пятидневки, °С	Среднесуточная температура наружного воздуха в холодный период, °С	Продолжительность сезона, дни	Система отопления	Температура теплоносителя, °С
Кемерово	-23	-0,3	184	водяное	100

Годовой расход тепла на отопление производственных помещений, $Q_{\text{год}}$, кВт, рассчитываем по формуле:

$$Q_{\text{год}} = g_0 \cdot a \cdot (t_v - t_{\text{н}}^{\text{сп}}) \cdot V_{\text{от}} \cdot n \cdot \tau, \quad (6.1)$$

где g_0 – удельная тепловая характеристика здания, Вт/м³·°С;

a – поправочный коэффициент, ($a = 1$);

t_v – температура воздуха внутри помещения, °С;

$t_{\text{н}}^{\text{сп}}$ – температура воздуха средняя за отапливаемый период, °С;

$V_{\text{от}}$ – объем всех отапливаемых помещений, м³;

n – продолжительность отапливаемого периода, суток;

τ – число часов работы отопительной системы в сутки ($\tau = 24$ часа).

Годовой расход тепла на отопление производственных помещений составляет:

$$Q_{\text{год}} = 0,43 \cdot 1 \cdot [21 - (-0,3)] \cdot 2563,7 \cdot 184 \cdot 24 = 1,04 \cdot 10^8 \text{ кВт.}$$

									Лист
									65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Потенциальные опасности и вредности БЛО

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» для предотвращения механических разрушений необходимо своевременно проводить осмотр, ремонт.

Падения на скользком полу можно избежать, применяя спецобувь и располагая на полу настилы, коврики или решетки.

Полы в производственных помещениях должны быть водонепроницаемыми, с гладкой, легко моющейся поверхностью.

Все движущиеся узлы, приводы, передаточные механизмы оборудования, их части (шкивы, цепи, вращающие валы) должны располагаться в корпусе оборудования или заключаться в прочные и надежно укрепленные ограждения. Ременные, зубчатые и цепные передачи, независимо от размеров и высоты расположения, должны иметь сплошные ограждения.

Оборудование, зона обслуживания которого расположена на высоте от уровня пола (перекрытия), должно оборудоваться стационарными площадками с лестницами. Лестницы, переходные мостики, площадки обслуживания должны быть ограждены с обеих сторон перилами высотой не менее 1,1м со сплошной обшивкой внизу перил на высоте 0,15м и с дополнительной ограждающей планкой на высоте 0,5м от настила.

Для предотвращения электротравмы должно быть изоляция токоведущих частей, защитное заземление. Для управления работой и обеспечение безопасных условий эксплуатации сосуда, работающие под давлением должны быть оснащены запорной или запорно–регулирующей арматурой, приборами для измерения давления, прибор для измерения температуры, предохранительными устройствами.

Вредные производственные факторы представлены в таблице 6.6. Опасные производственные факторы и средства защиты представлены в таблице 6.7.

Таблица 6.6 – Вредные факторы, их воздействие на организм и средства защиты

Цех	Вредности	ПДУ, доза	Действие на организм человека	Средства защиты
БЛО	Вл	не >75%	Нарушение теплового баланса	Теплоизоляция, специальная обувь, перчатки
	Ш	не >80 дБа	Нарушение слуха, головная боль, раздражительность	Вентиляция, легкая одежда
	Вб	не >92 дБ	Изменения в периферической и ЦНС, опорно-двигательном аппарате, головнокружения, нарушение сердечно-сосудистой системы, ухудшение зрения, заболевание суставов	Специальная обувь, антивибрационные рукавицы

Таблица 6.7 – Опасные факторы, их воздействие на организм и средства защиты

Наименование оборудования	Опасности		Измерительные приборы и предохранительные устройства	Средства и способы защиты
	Локальные	Опасные аварии		
Танки брожения	Падение на скользком полу, механические травмы, Падение с высоты, термический и химический ожоги	Физический взрыв	Предохранительные клапаны, манометр, система блокировки	Рукавицы, перчатки, защитный кожух, резиновые коврики, спец. Обувь, заземления, предохранительная сигнализация

Безопасность производственного оборудования и технологических процессов

Общие требования безопасности к производственному оборудованию и процессам определены ГОСТ 12.2.003-91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности» [9].

Для предотвращения тепловых ожогов горячие поверхности оборудования должны быть покрыты теплоизоляцией, таким образом, чтобы температура на поверхности изоляции не превышала 45 °С, наружная поверхность изоляции должна быть гладкой, устойчивой к влаге и механическим повреждениям. При невозможности изолирования, поверхности ограждаются и снабжаются предупреждающими надписями.

Для предотвращения механических травм движущиеся части механизмов закрываются кожухами, окрашенными в специальный цвет. Все опасные зоны ограждаются. Если по конструкции недопустимо применение ограждений, то предусматриваются предупреждающие надписи, а также сигнализацию и средства аварийной остановки и отключения электроэнергии.

Как отдельные узлы, так и машины не должны создавать при работе шума выше допустимого уровня. В конструкции необходимо предусматривать максимальное использование материалов, не создающих шума при работе машин.

Для предотвращения падения с высоты все площадки и лестницы должны быть снабжены ограждениями. На высоте 0,5 м от пола должны быть предусмотрены перила высотой не менее 1 м. Настил площадок обслуживания и ступени лестниц должны исключать скольжение.

Для предотвращения возможности возникновения физического взрыва аппараты должны быть оборудованы системой взрывозащиты, предохранительными и обратными клапанами. Для контроля давления устанавливают манометры с красной чертой, указывающие предельное давление.

Оборудование, работающее под давлением подвергается техническому освидетельствованию в органах Ростехнадзора [9].

Электробезопасность

Нарушение правил электробезопасности при использовании технологического оборудования, электроустановок и непосредственное соприкосновение с токоведущими частями установок, находящихся под напряжением, создает опасность поражения электрическим током.

Состояние окружающей воздушной среды, а также окружающая обстановка могут существенным образом влиять на опасность поражения током. Сырость, токопроводящая пыль, едкие пары и газы, разрушающе действующие на изоляцию электроустановок, а также высокая температура окружающего воздуха, понижают электрическое сопротивление тела человека, что еще больше увеличивает опасность поражения электрическим током.

При работе с электроустановками должны соблюдаться следующие защитные меры: изоляция, ограждение, блокировка, пониженные напряжения, электрозащитные средства, сигнализация и плакаты [9].

					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

7 ТЕХНОХИМИЧЕСКИЙ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА БРОДИЛЬНО–ЛАГЕРНОГО ОТДЕЛЕНИЯ

Высокий технический уровень и сложность современной технологии солода и пива требуют организованного научного контроля производства.

Химико–технологический контроль осуществляется заводскими лабораториями, которые выполняют ряд функций. Прежде всего, они контролируют качество основного сырья и вспомогательных материалов, в которых весьма важно определить содержание ценных веществ и нежелательных примесей. Наряду с этим они контролируют соблюдение условий, обеспечивающих сохранность качества сырья и правильность его подработки, что является залогом получения продукта высокого качества. Осуществляемый заводскими лабораториями контроль качества промежуточных продуктов позволяет технологам регулировать и должным образом изменять ход технологических процессов. На основании проведенных анализов руководитель заводской лаборатории совместно с технологами разрабатывает и уточняет технологический режим на той или иной стадии производства, намечает пути устранения производственных потерь, предупреждает возможность выпуска продукта неудовлетворительного качества [38].

Весьма важной функцией заводской лаборатории является учет производства, на основе которого устанавливают расход сырья, выход готовой продукции и производственные потери.

На основании данных по варочному отделению составляют баланс использования экстрактивных веществ солода с установлением выхода и отдельных видов потерь, что позволяет сделать заключение о правильности проведения отдельных стадий приготовления пивного сусла.

Таким образом, лабораторный контроль сырья, полуфабрикатов и производственных процессов обеспечивает эффективность работы завода. Производственная лаборатория является составной частью и научным центром современного пивоваренного завода [14].

Задачей микробиологического контроля является возможность быстрого обнаружения и выявления путей проникновения микроорганизмов-вредителей в производство, очагов и степени их размножения на отдельных этапах технологического процесса, предотвращения развития посторонней микрофлоры путем выполнения различных профилактических мероприятий [15].

Схемы технологического и микробиологического контроля представлены в таблицах 7.1 и 7.2.

										Лист
										69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Таблица 7.1 – Схема технoхимического контроля в БЛЮ

Объект контроля	Контролируемые показатели	Периодичность контроля	Метод контроля
1	2	3	4
Аппараты главного брожения	Температура сбраживаемого сусла	Переодически, в каждом аппарате, ежесменно	ТИ 18-6-47-85
	Изменение видимого экстракта	Не реже 1 раза в сутки	Сахарометр, ГОСТ 18481-81
Молодое пиво	Органолептическая оценка	В каждом аппарате при передаче на дображивание	Органолептически
	Видимый экстракт		Сахарометр, ГОСТ 18481-81
	Степень осветления		В пробном стаканчике, визуальнo
Семенные дрожжи	Температура воды при промывке и хранении	Постоянно, в каждом аппарате	Термометр ТС-4 ТИ 18-6-47-85
Пиво в процессе дображивания	Шпунтовое давление	Не реже 1 раза в неделю	Шпунтаппарат
	Температура помещения		Термометр ТС-4 ТИ 18-6-47-85
Пиво в конце дображивания	Органолептические показатели	Ежедневно в средней пробе от каждой партии	Органолептически, ГОСТ Р 51174-2009
	Объемная доля спирта		ГОСТ 12787-81
	Действительный экстракт		ГОСТ 12787-81
	Экстрактивность начального сусла		ГОСТ 12787-81
	Действительная степень сбраживания		Расчетный, ГОСТ 12787-81
	Кислотность		ГОСТ 12788-87
	Цветность		ГОСТ 12789-87
Пиво в процессе фильтрования	Давление в аппарате дображивания и противодействие в сборниках фильтрованного пива	Постоянно, в процессе фильтрования	Манометр
	Температура помещения и пива		Термометр ТС-4
	Степень осветления пива		Визуальнo
Пиво в сборниках	Давление в сборниках	Один раз в смену в каждом сборнике	Манометр
	Температура помещения и пива		Термометр ТС-4
	Степень осветления		Визуальнo
	Вкус, прозрачность	Не реже одного раза в неделю в каждом аппарате	Органолептически
	Наличие посторонних включений		Визуальнo
	Объемная доля спирта	Не реже одного раза в неделю выборочно	ГОСТ 12787-81
	Экстрактивность начального сусла		Сахарометр, ГОСТ 18481-81

Таблица 7.2 – Схема микробиологического контроля при производстве пива

Объект контроля	Точка отбора пробы	Контролируемый показатель	Периодичность контроля	Метод анализа	Питательные среды	Объем высеваемого материала, см ³	Температура инкубации, °С	Время инкубации, ч	Допустимое число микроорганизмов в 1 см ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вода питьевая	Основные линии подачи воды в производственные помещения	Общее количество микроорганизмов	Раз в месяц	СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»					не более 50
		Общие колиформные бактерии, КОЕ/100 см ³	Раз в месяц						отсутствуют
Сусло	После теплообменника	КМАФАнМ	4 раза в месяц	Посев глубоинный	СПА или МПА	1,0	30±1	48	300
		Кислотообразующие бактерии	4 раза в месяц	Посев глубоинный	СА с моллом	1,0	30±1	72	отсутствуют
	Из стерилизатора после охлаждения	КМАФАнМ	После стерилизации и охлаждения	Посев глубоинный	СПА или МПА	1,0	30±1	48	отсутствуют
Дрожжи, чистая культура	Из цилиндров сбраживания	Бактерии	При передаче	Микроскопирование в капле 10% щелочи					отсутствуют
Дрожжи семенные	Монжю	Бактерии	Ежедневно в процессе хранения		СА	0,1	24±1	48	не более 0,5%
		Нежизнеспособные дрожжи							не более 5%
		Содержание гликогена							у 70-75% дрожжей
		Дикие дрожжи	При подозрении на дикие дрожжи	Поверхностный посев	СА с меллом	0,1	24±1	48	отсутствуют

ВТЦ 00.00.000 ПЗ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Да-

Продолжение таблицы 7.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Воздух отделения ЧКД	Воздух помещения	КМАФАНМ	В период разведения ЧКД	Экспозиция 5; 10; 15 мин	СА (СПА)		30±1	24-48	не более 500 в 1м³
	Для аэрации	КМАФАНМ	В период разведения ЧКД	Экспозиция 1 мин	СА или СПА		30±1	24-48	отсутствуют
Эффективность санитарной обработки оборудования (сливная вода)	Технологическое оборудование, коммуникации	КМАФАНМ	После каждой санитарной обработки	Глубинный посев	СА (СПА)	1,0	30±1	48	не более 100
		БГКП		Микроскопирование	Среда Кода (Кесслера)		36,5-37,5	24	не допускается

ВЦЦ 00.00.000 ПЗ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Да-

73

Лист

8 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

При производстве пива образуются отходы и вторичные продукты, которые должны быть удалены или утилизированы. К отходам главного брожения и дображивания относятся диоксид углерода, остаточные пивные дрожжи, кизельгуровый шлам, фильтр-картон и сточные воды [16].

Диоксид углерода

Диоксид углерода — продукт, который образуется в процессе сбраживания сахаров, содержащихся в сырье, идущем на приготовление пива. CO_2 после соответствующей обработки используется для сатурации напитков, карбонизации пива и другие технологические цели. Утилизацию CO_2 целесообразно проводить по следующим схемам:

- по схеме низкого давления (до 0,8 МПа) воздушными компрессорами, с заполнением в ресиверы в газообразном состоянии для временного хранения с последующим использованием на технологические нужды;
- по схеме высокого давления (до 7,0 МПа) в жидком состоянии, с заполнением в баллоны при давлении 6,5–7,0 МПа и температуре окружающей среды или с заполнением в изотермические резервуары при давлении 0,8–1,2 МПа и температуре $-35 \div 43$ °С.

В проекте предусмотрена схема утилизации и повторного использования диоксида углерода [7].

Предполагается использовать, выделяющийся при брожении CO_2 , для нейтрализации сточных вод. Утилизацию диоксида углерода будем проводить по схеме высокого давления, по которой после очистки на пеноловушке он будет накапливаться в газгольдере. Затем газ поступает в водяной скруббер, заполненный кольцами Рашига, где его промывают водой, очищают от органических примесей и охлаждают. Из скруббера через водоотделитель углекислый газ подается в первую ступень трехступенчатого компрессора, где компримируется до 0,5 МПа, и направляется в холодильник. Для очистки углекислого газа до и после холодильника установлены маслоотделители.

Далее газ очищают в адсорбере активированным углем, откуда он поступает на вторую ступень компрессора и компримируется до 2,4–2,5 МПа, а затем через холодильник и маслоотделитель поступает в третью ступень компрессора. Газ, сжатый примерно до 7 МПа, проходит холодильник и маслоотделитель и окончательно очищается и осушается в адсорберах с силикагелем и цеолитом. В конденсаторе газ, отдавая тепло, конденсируется и таким образом сжижается. Жидкая углекислота заполняет ресивер высокого давления, откуда подается на розлив в баллоны [18].

Остаточные пивные дрожжи и кизельгуровый шлам

Ценным отходом, обладающим питательными и лечебными свойствами, являются дрожжи, остающиеся после главного брожения.

										Лист
										74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Общий выход товарных дрожжей составляет 0,1 дм³ на 1 дал пива.

Остаточные пивные дрожжи, образующиеся при брожении, являются побочным продуктом производства. В состав их сухих веществ входят: экстрактивные вещества; аминокислоты; микроэлементы; биостимуляторы; ферменты и витамины; что делает целесообразным использование остаточных пивных дрожжей в процессе приготовления пивного сусла. При этом увеличивается выход экстракта в варочном цехе на 0,7–1,5%, возрастает содержание в сусле α λ -аминного азота, сокращается продолжительность процесса брожения, особенно при использовании сырья, улучшается качество пены, не отмечается никаких ухудшений вкусовых качеств готового пива, отпадает необходимость очистки сточных вод от дрожжей. Кроме того, использование пивных дрожжей ускоряет процесс затирания и осахаривания за счет действия амилолитических и протеолитических ферментов дрожжей, освобождающихся при автолизе. Поэтому часть остаточных дрожжей можно использовать при приготовлении пивного сусла. Остальные дрожжи предполагается реализовать фармакологическим предприятиям для производства сухих обесгорченных дрожжей и биологически активных препаратов или можно реализовать дрожжи вместе с пивной дробинкой на корм скоту [13].

Кизельгуровый шлам

После фильтрования на 1 гл пива остается около 500 г кизельгурового шлама. Отсюда на каждые 10000 гл продаваемого пива приходится 5 тонн кизельгурового шлама [16].

Возможная подготовка кизельгура для повторного применения очень трудоемка и дорога по сравнению с недопустимым сливом в канализацию вместе со стоками.

В сыпучем состоянии кизельгур разбрасывается на полях с помощью, имеющейся в сельском хозяйстве техники. Использованный кизельгур с содержащимися в нем дрожжевыми клетками представляет собой ценный, богатый азотом структурный материал и подкормку для растений. В последнее время отработанный кизельгур служит добавкой при производстве кирпича, асфальта и бетона [24].

На проектируемом заводе кизельгур может использоваться при фильтровании затора для разрыхления фильтрующего слоя, а так же добавляться к дробине, идущей на корм скоту, в количестве 5% к массе дробины.

Сточные воды

Пивоваренное производство связано с большим расходом воды, лишь незначительная часть которой остается в готовой продукции, а основная масса образует производственные стоки.

Состав сточных вод зависит от качества применяемого сырья, принятой технологии производства и ассортимента выпускаемой продукции.

					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

9 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Производственная программа предприятия

Проектируемое предприятие работает непрерывно, фонд времени работы оборудования, Φ , сут, определяем по формуле:

$$\Phi = (K - O_{\text{пл}}) \cdot C \cdot Д, \quad (9.1)$$

где K – календарный фонд времени (365 дней);
 $O_{\text{пл}}$ – плановые остановки оборудования за год (время на ремонт, на санитарную обработку, профилактику), сутки;
 C – количество смен в сутки;
 $Д$ – продолжительность смены, час [40].

$$\Phi = (365 - 42) \cdot 3 \cdot 8 = 7752 \text{ часа} = 323 \text{ сутки}$$

Расчеты по объему производства представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Производственная программа

Наименование продукции	Выработка продукции, дал/сут	Годовой фонд времени работы оборудования, сут	Годовой выпуск продукции, дал/год
1	2	3	4
<i>Жигулевское</i>	1857,6	323	600000
<i>Московское</i>	928,8	323	300000
<i>Украинское</i>	309,6	323	100000
Итого:			$\Sigma 1000000$

Расчет потребности и стоимости материальных ресурсов

Расчет потребности и стоимости сырья

Результаты расчета потребности и стоимости сырья приведены в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Расчет потребности и стоимости сырья и основных материалов для производства пива «Жигулевское», «Московское» и «Украинское»

Наименование продукции и видов сырья	Годовой выпуск продукции, дал/год	Расход сырья на ед. продукции, кг или дм^3	Потребность в сырье на весь объем, т	Оптовая цена ед. сырья, тыс. руб.	Стоимость сырья, тыс. руб.
1	2	3	4	5	6
<i>Жигулевское:</i>					
Солод светлый	600000	1,472	883,2	16	14131,2

Продолжение таблицы 9.2

1	2	3	4	5	6
Ячмень	600000	0,368	220,8	7,5	1656,0
Хмель гранулированный		0,01635	9,81	610	5984,1
Термамил		0,000092	0,0552	1500	82,8
Молочная кислота		0,001472	0,8832	66	58,3
Вода		38,7	23220	0,01115	258,9
Дрожжи		0,0525	31,5	200	6300,0
Итого			40,61	24366,25	2399,5
<i>Московское:</i>					
Солод светлый	300000	1,736	520,8	16	8332,8
Сечка рисовая		0,434	130,2	25	3255,0
Хмель гранулированный		0,02912	8,736	610	5328,96
Вода		38,7	11610	0,01115	129,45
Дрожжи		0,0535	16,05	200	3210,0
Итого			40,95	26141,67	851,01
<i>Украинское:</i>					
Солод светлый	100000	1,11	111,0	16	1776,0
Солод темный		0,88	88,0	23	2024,0
Карамельный солод		0,22	22,0	21	462,0
Хмель гранулированный		0,01385	1,385	610	844,85
Вода		38,7	3870	0,01115	43,15
Дрожжи		0,0535	5,35	200	1070,0
Итого			40,98	4097,74	870,01

Расчет потребности и стоимости тары и упаковочных материалов

Расчет потребности и стоимости вспомогательных материалов ведется методом прямого счета и представлен в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Расчет потребности и стоимости вспомогательных материалов для пива «Жигулевское», «Московское», «Украинское»

Наименование продукции, виды вспомогательных материалов	Годовой выпуск продукции, дал	Расход вспомогательных материалов на ед. продукции, шт/дал или г/дал	Потребность в вспомогательных материалах, шт/дал или кг/год	Цена за ед. материала, руб/кг, шт	Стоимость вспомогательных материалов, тыс. руб
1	2	3	4	5	6
<i>Жигулевское:</i>					
кег (50л)	360000	1шт/5дал	72000	600	43200,0

Продолжение таблицы 9.3

1	2	3	4	5	6
этикетка	360000	2шт/гл	72000	0,14	10,08
клей		5,5	1980	115	227,7
кизельгур		25	9000	43	387,0
бутылка стеклянная	240000	20	4800000	3,5	16800,0
кронен-пробка		20	4800000	0,35	1680,0
этикетка		20	4800000	0,12	576,0
декстрин		5,5	1320	0,86	1,135
ящики		1,087	260880	15	3913,2
кизельгур		25	6000	43	258,0
Итого:	600000				67053,12
<i>Московское:</i>					
бутылка стеклянная	300000	20шт	6000000	3,5	21000,0
кронен-пробка		20шт	6000000	0,35	2100,0
этикетка		20шт	6000000	0,12	720,0
декстрин		5,5	1650	0,86	1,419
ящики		1,087	326100	15	4891,5
кизельгур		25	7500	43	322,5
Итого:	300000				29035,42
<i>Украинское:</i>					
бутылка стеклянная	100000	20шт	2000000	3,5	7000,0
кронен-пробка		20шт	2000000	0,35	700,0
этикетка		20шт	2000000	0,12	240,0
декстрин		5,5	550	0,86	0,473
ящики		1,087	108700	15	1630,5
кизельгур		25	2500	43	107,5
Итого:	100000				9678,47

Расчет потребности и стоимости электроэнергии

Результаты расчета потребности и стоимости электроэнергии на технологические нужды приведен в таблице 9.4 [40].

Таблица 9.4 - Расчет потребности и стоимости электроэнергии

Показатели	Значение показателей
1. Годовой выпуск продукции, дал	1000000
2. Норма расхода энергии на 1 дал продукции, кВт/час	0,265
3. Потребность в электроэнергии на годовой выпуск, кВт/час	265000
4. Тариф за 1 кВт/час электроэнергии, руб.	1,4
5. Стоимость электроэнергии на годовой выпуск, руб.	371000
6. Затраты на электроэнергию на 1 дал продукции, руб.	0,371

Расчет численности производственных рабочих и фонда оплаты труда

На проектируемом предприятии предусмотрена непрерывная трехсменная работа по 8 часов в смену.

Непрерывная работа предприятия обеспечивает более полное использование основных фондов, увеличение выработки продукции без дополнительных капитальных вложений, снижение себестоимости продукции за счет относительного уменьшения условно-постоянных расходов. Введение такого графика работы обеспечивает увеличение объема пищевых продуктов, производственный процесс не прерывается, все рабочие места обслуживаются круглые сутки и без выходных дней. Дни отдыха отдельным группам рабочих при этом режиме рабочего времени предоставляются поочередно. В таблице 9.5 представлен режим работы пивоваренного завода [40].

Таблица 9.5 – Режим работы пивоваренного завода

Цех, отделение	Число смен работы в сутки	Число дней работы		Примечание
		в месяц	в год	
Варочный цех	3	28,5	323	За вычетом 36 ч в месяц на дезинфекцию и профилактический ремонт
Цех брожения-дображивания: - установка ЦКБА - работа по классической схеме: отделение главного брожения отделение дображивания и выдержки	3	29,8	338	С учетом задержки поступления суслу в период дезинфекции варочного агрегата, сулопроводов и холодильников
	3	29,8	338	
	3	30	340	
Цех розлива во все виды тары и отделение фильтрования	2	21	238	При пятидневной рабочей неделе
Итого:		11,33 мес.		

При составлении годового баланса рабочего времени определяют число дней (часов), которое должен отработать в среднем один рабочий в плановом году, число неявок на работу в днях (часах) [4].

При составлении баланса учитывают фонды времени: календарный, номинальный, эффективный. Плановый и фактический балансы рабочего времени одного рабочего за год представлены в таблице 9.6.

Таблица 9.6 – Плановый и фактический балансы рабочего времени одного рабочего за год

Показатели	По плану
1. Календарный фонд, дни	365
2. Выходные дни	104
3. Праздничные дни	-
4. Номинальный фонд рабочего времени, дни	261
5. Невыходы на работу по уважительным причинам, дни	31
5.1. по болезни	5
5.2. основные и дополнительные отпуска	22
5.3. отпуск по беременности и родам	3
5.4. выполнение гос. обязанностей	1
6. Плановый фонд раб. времени, дни	230
7. Средняя продолжительность смены, ч	8
8. Плановый фонд раб. времени, ч	1840

Расчет численности и фонда оплаты труда рабочих по обслуживанию производственного процесса представлен в таблице 9.7.

Среднемесячная заработная плата одного рабочего, участвующего в производственном процессе, $ЗП_{ср.мес}$, руб, рассчитывается по формуле :

$$ЗП_{ср.мес} = \Phi_{ОТ} / Ч_{раб} \cdot 12, \quad (9.2)$$

где $\Phi_{ОТ}$ – годовой фонд оплаты труда рабочих, тыс. руб;

$Ч_{раб}$. – списочная численность работников, входящих в состав бригады, чел.

$$ЗП_{ср.мес} = 6706,37 / 27,93 \cdot 12 = 20,01 \text{ тыс. руб.}$$

Расчет себестоимости, цены продукции и прибыли

Себестоимость рассчитывается калькуляционным методом по каждому наименованию продукции в расчете на единицу продукции и на годовой выпуск [40].

Расчет себестоимости продукции приведен в таблице 9.8.

Таблица 9.7 - Расчет численности и фонда оплаты труда производственных рабочих

Наименование профессии работника, (тарифный разряд)	Численность, чел.			Плано- вый фонд рабочего времени 1-го рабочего, час	Часо- вая тариф- ная ставка, руб.	Фонд оплаты труда, тыс. руб.							
	в смену	в сутки	списочная			по тарифным ставкам	за работу в ночное время премии	премии	праздничные дни	воскресные дни	итого оплата труда	районный коэффициент	годовой ФОТ с учетом районного коэффициента
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Оператор варочного цеха (6)	1	3	3,99	1840	44,5	326,7	114,35	326,7	16,335	49,01	833,1	124,96	958,1
Оператор БЛО (6)	1	3	3,99	1840	44,5	326,7	114,35	326,7	16,335	49,01	833,1	124,96	958,1
Оператор фильтрационного отделения (6)	2	6	7,98	1840	44,5	653,4	228,7	653,4	32,67	98,01	1666,18	249,93	1916,11
Оператор цеха розлива (6)	3	9	11,97	1840	44,5	980,1	343,035	980,1	49,01	147,02	2499,27	374,9	2874,17
Итого:	5	21	27,93			2286,9	800,44	2286,9	114,35	343,04	5831,63	874,74	6706,37

Таблица 9.8 – Расчет себестоимости и цены продукта

Статьи калькуляции	Жигулевское (кеги)		Жигулевское (ст. бутылка)		Московское(ст.бутылка)		Украинское (ст.бутылка)		Всего на 10000000 дал, тыс. руб.
	на 1 дал, руб.	на 360000 дал, тыс. руб.	на 1 дал, руб.	на 240000 дал, тыс. руб.	на 1 дал, руб.	на 300000 дал, тыс. руб.	на 1 дал, руб.	на 100000 дал, тыс. руб.	
1 Сырье и основные материалы	47,45	17082,78	47,45	11388,52	67,52	20256,21	62,2	6220,0	54947,51
2 Вспомогательные материалы	121,74	67053,12	96,78	23228,34	96,78	29035,42	96,78	9678,47	128995,35
3 Электроэнергия на технологические цели	0,371	133,56	0,371	89,04	0,371	111,3	0,371	37,1	371,0
4 Заработная плата производственных рабочих	6,7	2414,29	6,7	1609,53	6,7	2011,91	6,7	670,637	6706,37
5 Отчисления на социальные нужды	0,72	259,2	0,72	172,8	0,72	216,0	0,72	72,0	720,0
6 Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	1,05	378,0	1,05	252,0	1,05	315,0	1,05	105,0	1050,0
7 Цеховые расходы	1,68	604,8	1,68	403,2	1,68	504,0	1,68	168,0	1680,0
8 Общепроизводственные расходы	2,1	756,0	2,1	504,0	2,1	630,0	2,1	210,0	2100,0
9 Прочие производственные расходы	0,105	37,8	0,105	25,2	0,105	31,5	0,105	10,5	105,0
10 Производственная себестоимость	181,92	88719,55	156,96	37672,63	177,02	53111,34	171,7	17171,71	196675,23
11 Коммерческие расходы	18,19	8871,96	15,69	3767,26	17,7	5311,13	17,7	1717,17	19667,52
12 Полная себестоимость	200,1	97591,5	172,65	41439,89	194,73	58422,47	188,88	18888,88	216342,75
13 Рентабельность, %	20	20	20	20	20	20	20	20	20
14 Прибыль	40,02	19518,3	34,53	8287,98	38,95	11684,49	37,77	3777,78	43268,55
15 Оптовая цена предприятия	240,13	117109,8	207,18	49727,87	233,67	70106,97	226,66	22666,66	259611,3

Распределение прибыли предприятия

Полученная после реализации прибыль подлежит налогообложению и распределению [4, 40]. Распределение прибыли предприятия представлено в таблице 9.9.

Таблица 9.9 – Распределение прибыли предприятия

Показатели	Значение показателей	
	(%)	тыс.руб.
1. Балансовая прибыль		43268,55
2. Местные налоги	5%	2163,43
3. Прибыль на благотворительные цели	1%	432,69
4. Прибыль, подлежащая налогообложению		40672,43
5. Налог на прибыль	20%	8653,71
6. Чистая прибыль		32018,72
7. Фонд накопления	65%	20812,17
8. Фонд потребления	35%	11206,55
8.1. Материальное поощрение	60%	6723,93
8.2. Социальное развитие	40%	4482,62

Технико-экономические показатели

Технико-экономические показатели представлены в таблице 9.10.

Таблица 9.10 – Технико-экономические показатели

Показатели	Значение показателей
1. Выпуск продукции в натуральном выражении, дал	1000000
2. Выручка от реализации продукции, тыс.руб.	259611,3
3. Себестоимость реализованной продукции, тыс.руб.	216342,75
4. Затраты на 1 рубль товарной продукции, руб.	0,83
5. Прибыль от реализации продукции, тыс.руб.	43268,55
6. Чистая прибыль, тыс. руб.	31909,92
7. Численность производственных рабочих, чел.	21
8. Производительность труда на 1 рабочего, • дал/чел • тыс. руб./чел	47619,05 12362,4

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что строительство пивоваренного завода производительностью 1 млн дал в год экономически целесообразно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе данной работы был спроектирован бродильно–лагерный цех пивоваренного завода производительностью 1,0 млн. дал пива в год. Проект состоит из пояснительной записки и графической части, в состав которой входят:

- аппаратурно–технологической схема завода,
- компоновка бродильно–лагерного отделения,
- плакат с результатами обзора по теме спецчасти.
- плакат с результатами расчета технико–экономических показателей.

В пояснительной записке представлены выбор, обоснование и описание аппаратурно–технологической схемы; проведен расчет продуктов и вспомогательных материалов, складов, сделан расчет и подбор оборудования; проведен анализ способов сбраживания пивного сусле и их характеристики, рассмотрены вопросы безопасности в производственных условиях, организован химический и микробиологический контроль производства; разработаны мероприятия по охране окружающей среды, проведен расчет технико–экономических показателей.

При выборе схемы производства пива учитывалась возможность сокращения числа операций, прогрессивность способа осуществления операции или процесса, минимальный расход энергоресурсов, сокращение длительности операций, при этом продукция должна быть высокого качества, с низкой себестоимостью, отвечающая требованиям потребителей.

					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Агафонов В.П., Оболенский Н.В. Диагностика и перспективы развития российского рынка пива// Прикладные экономические исследования. – 2014. – № 3. – с. 8–14.
2. Балашов, В.Е. Дипломное проектирование предприятий по производству пива и безалкогольных напитков / В.Е. Балашов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 288 с.
3. Балашов, В.Е. Техника и технология производства пива и безалкогольных напитков / В.Е. Балашов, В.В. Рудольф. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 248 с.
4. Беляевский И.К. Маркетинговое исследование: информация, анализ, прогноз: учеб. Пособие для вузов.- М.: Финансы и статистика, 2002. – 319 с.
5. Бизнес-планирование: учебник для вузов/ Под ред. В.М. Попова, С.И. Ляпунова.- М.: Финансы и статистика, 2003. – 670 с.
6. Борисенко Т. Н. Технология отрасли. Технологические расчеты по производству пива: учебное пособие / Т.Н. Борисенко, Л.В. Пермякова; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности.– Кемерово, 2005.– 112 с.
7. Борисенко, Т.Н. Технология отрасли: технология пива: учеб. пособие / Т.Н. Борисенко; КемТИПП. – Кемерово, 2007. – 135 с.
8. Гинсбург, А.С. Теплофизические характеристики пищевых продуктов: справочник / А.С. Гинсбург, М.В. Громов и др. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 228 с.
9. ГОСТ 12.2.003-91. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. – Введ. 1992-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1992.
10. Дипломное проектирование заводов по производству пива и безалкогольных напитков / К.А. Калунянц, Р.А. Колчева, Л.А. Херсонова и др. – М.: Агропромиздат, 1987. – 272 с.
11. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). [Интернет ресурс]. – URL: <http://www.fedstat.ru/indicators/start.do>. (дата доступа 07.12.2015).
12. Ермолаева, Г. А. Способы дробления солода на современных пивзаводах / Г. А. Ермолаева // Пиво и напитки. – 2004. – № 4. – с. 14-17.
13. Жвирблянская А.Ю. Дрожжи в пивоварении / А.Ю. Жвирблянская, В.С. Исаева. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 247с.
14. Инструкция по теххимическому контролю пивоваренного производства: ИК 10-05031536-127-91: в 6 ч. – М.: АгроНИИТЭИПП, 1991. – 6 ч.
15. Инструкция санитарно-микробиологического контроля пивоваренного и безалкогольного производства: ИК 10-04-06-140-87. – М.: НПО Н и МВ, 1987. – 35 с.
16. Колпакчи, А.П. Вторичные материальные ресурсы пивоварения / А.П. Колпакчи, Н.В. Голикова, О.В. Андреева. – М.: Агропромиздат, 1986. – 160 с.

					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

17. Кретов И.Т. Технологическое оборудование предприятий броидильной промышленности / И.Т. Кретов, С.Т. Антипов. – Воронеж: Изд-во Воронежского государственного университета, 1997. – 624 с.
18. Кунце, В. Технология солода и пива: учебник / В. Кунце. – СПб.: «Профессия», 2001. - 912 с.
19. Мальцев, П.М. Технология солода и пива / П.М. Мальцев. – М.: Пищевая промышленность, 1964. – 858 с.
20. Меледина, Т.В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении / Т.В. Меледина. – СПб.: «Профессия», 2003. – 304 с.
21. Меледина, Т. В. Технология пивного сула: учебное пособие / Т. В. Меледина, А. Т. Дедегкаев, П. Е. Баланов. – Ростов-н/Д: Феникс, 2006. – 224 с.
22. Нарцисс, Л. Краткий курс пивоварения / Л. Нарцисс; при участии В. Бака; пер. с нем. А.А. Куреленкова. – СПб.: «Профессия», 2007. – 640с.
23. Николаев, Л.К. Насосы пищевой промышленности / Л.К. Николаев. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 96 с.
24. Новое в пивоварении/ под ред. Ч. Бэмфорта. – СПб.: Профессия, 2007. – 520 с.
25. Нормы технологического проектирования предприятий пивоваренной промышленности: ВНТП 10-85. – М.: ГПП–2, 1986. – 140 с.
26. Пермякова, Л. В. Выполнение курсового проекта по дисциплине «Технология отрасли». Методические указания для студентов специальности 270500 «Технология Броидильных производств и виноделие» направления подготовки дипломированного специалиста 655600 «Производство продуктов питания из растительного сырья» / Л. В, Пермякова; – Кем ТИПП, Кемерово, 2005. – 68 с.
27. Радченко, Т.А. Основы промышленного строительства: учеб. пособие / Т.А. Радченко; КемТИПП. – Кемерово, 2004. – 120 с.
28. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»
29. СНиП 23-01-99 «Строительная климатология». – Введ. 1998-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1998.
30. СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»
31. СП 2.21.1312-03 «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых предприятий»
32. СП 44 13330 2011 «Административные и бытовые здания» Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. – М.: Издательство стандартов, 2011.
33. СП 52 13330 2011 « Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования» Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. - М.: Издательство стандартов, 2011.
34. Технологическая инструкция по производству пива: ТУ -186-47-85. – М.: ЦНИИТЭИПищепром, 1985. – 144 с.
35. Технология солода, пива и безалкогольных напитков /К. А. Калунянц, В. Л. Яровенко, В. А, Домарецкий и др. – М.: Колос, 1992. – 446 с.

					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
						87
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

36. Тихомиров, В.Г. Технология пивоваренного и безалкогольной производств/В.Г. Тихомиров. – М.: Колос, 1998. – 447 с.

37. Федоренко, Б.Н. Пивоваренная инженерия: технологическое оборудование отрасли / Б.Н. Федоренко. – СПб.: «Профессия», 2009. – 1000с.

38. Химико–технологический контроль производства солода и пива / П.М. Мальцев, Е.И. Великая, М.В. Зазирная и др.; под ред. П.М. Мальцева. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 448 с.

39. Хорунжина С.И. Биохимические и физико-химические основы технологии солода и пива. М.: Колос,1999.–312 с.

40. Экономика предприятия: учебник для вузов/Под ред. Проф. В.Я. Горфинкеля. – М.: ЮНИТИ, 2000. – 742 с.

41. <http://www.beer-land.ru/obem-rossijskogo-ryinka-piva-v-2010-godu-sokratilsya-na-104>.

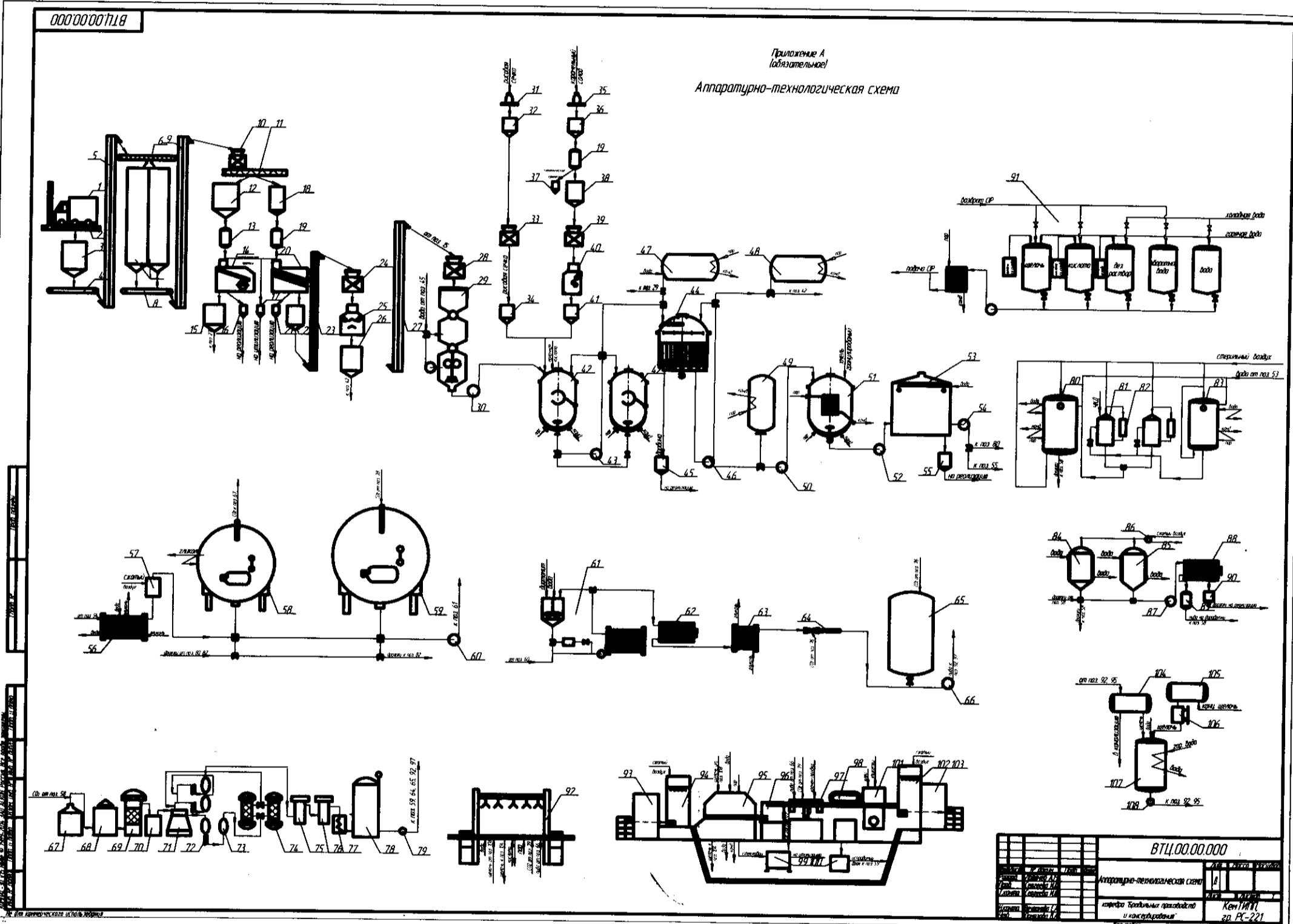
42. <http://lenta.ru/news/2011/11/22/samogon/>.

					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

ПРИЛОЖЕНИЯ

0000000118

Приложение А
(обязательное)
Аппаратурно-технологическая схема



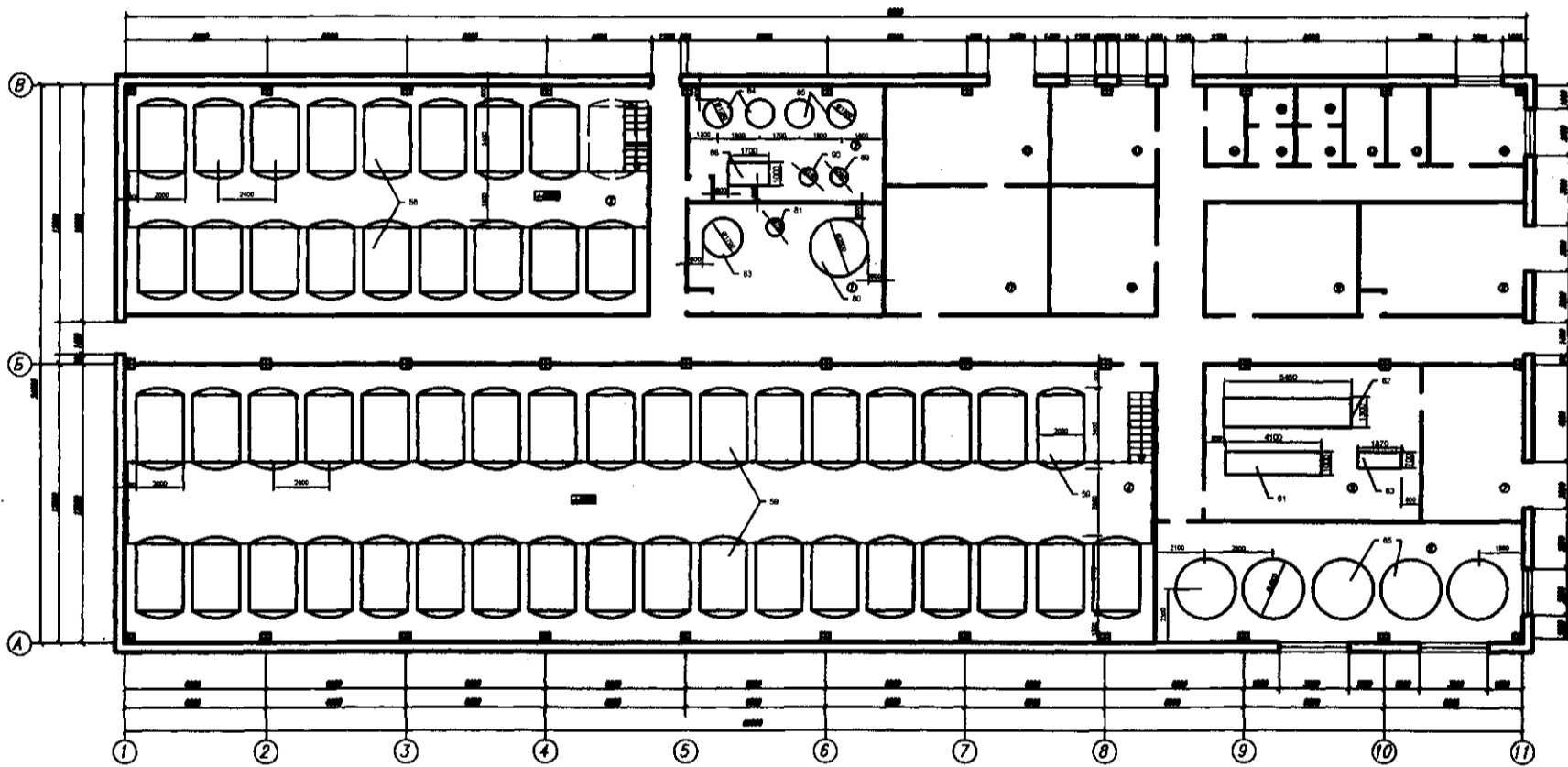
0000000000	
Аппаратурно-технологическая схема	
Конт. 11/11	
зр. РС-221	

Продолжение приложения А

Поз.	Наименование	Кол.	Примечание
26	Бункер дробленного ячменя	1	
27	Нория	1	
28	Весы автоматические	1	
29	Дробилка замочного кондиционирования	1	
30	Насос	1	
31	Весы платформенные	1	
32	Бункер хранения риса	1	
33	Весы автоматические	1	
34	Бункер запаса риса	1	
35	Весы платформенные	1	
36	Бункер запаса карамельного солода	1	
37	Бункер для металлических примесей	1	
38	Бункер очищенного карамельного солода	1	
39	Весы автоматические	1	
40	Дробилка четырехвальцовая для карамельного солода	1	
41	Бункер дробленного карамельного солода	1	
42	Аппарат заторный	1	
43	Насос заторный	1	
44	Фильтр-чан	1	
45	Бункер солодовой дробины	1	
46	Насос мутного сусла	1	
47	Сборник горячей воды	1	
48	Сборник промывных вод	1	
49	Сборник первого сусла	1	
50	Сусловой насос	1	
51	Суслварочный аппарат	1	
52	Насос горячего сусла	1	
53	Гидроциклонный аппарат	1	
54	Насос сусловой	1	
55	Сборник белкового отстоя	1	
			Лист
			3
Изм.	Лист	№ Докум	Подп.
			Дата

000.00.000 ВП.02.00.000

Приложение Б
(обязательное)
Компоновочное решение



№ по плану	Наименование	Площадь, м ²
1	Отделение ЧПУ	38,0
2	Дополнительное отделение	41,5
3	Отделение обработки бронзы	288
4	Отделение обработки алюминия	320
5	Фильтрочисточное отделение	80,7
6	Складские помещения	82,1
7	Остатки верстака и диалектика	28,0
8	Лаборатория	34,0
9	Кабинет начальника	31,2
10	Мастерская мастера	24,2
11	СЦ	38,5
12	Остатки мебели, средств	28,4
13	ВУЗ	18,9
14	Помещение обработки	5,9
15	Гараж	8,4
16	Дорожки	6,4
17	Склады	5,8
18	Кабинет начальника	13,8

ВП.02.00.000	
План на отметке 0.000	1:100
Листы "Техническое задание на проектирование и строительство"	КонтНПЗ, РС-221

Приложение В (обязательное)

Характеристика способов сбраживания пивного сусла

Способ сбраживания	Преимущества	Недостатки
<p><i>Периодический способ</i> предусматривает проведение главного брожения в одном аппарате при одновременном наполнении емкости суслим и введение дрожжей.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ пиво полученное по классической схеме брожения хорошо осветляется, насыщается CO₂, а также формируется тонкий вкус и аромат. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ трудность обеспечения глубокого сбраживания экстрактивных веществ; ▪ дегенерация дрожжей; ▪ суслим после главного брожения имеет ярко выраженный привкус молодого пива, который обусловлен присутствием диацетила, пентадиона, ацетальдегида, сероводорода, меркаптана, в процессе длительной выдержки этот привкус исчезает; ▪ продолжительность протекания процесса брожения.
<p><i>Полунепрерывный способ</i> заключается в следующем, суслим сбраживается в закрытых вертикальных аппаратах, соединенных в отдельные бродильные линии. В каждую линию включен один аппарат для предварительного брожения и пять бродильных аппаратов. Основа линии – аппарат предварительного брожения, в котором непрерывно находятся дрожжи в логарифмической фазе роста, в течение одного бродильного цикла.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ продолжительность главного брожения сокращается до 5 суток; ▪ способ менее трудоемок, т.к. отсутствует промывка и уход за дрожжами; ▪ уменьшается расход воды и дезрастворов на мойку оборудования; ▪ снижается и объем сточных вод. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ потери CO₂, т.к. пиво перемещают в пустой танк; ▪ потери пива, так как существуют потери при перекачивании; ▪ значительное рабочее время; ▪ затраты энергии.
<p><i>Непрерывный способ</i> предполагает брожение в батарее из семи или девяти ферментеров типа ЦКБА (цилиндрикоконический бродильный аппарат). Брожение и созревание можно проводить в одном ЦКБА (однотанковый способ) или использовать для брожения традиционный аппарат и ЦКБА для холодной выдержки (двухтанковый способ).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ уменьшаются затраты на мойку, так как мойке подвергается одна часть; ▪ уменьшаются потери CO₂, т.к. пиво не перемещают в пустой танк; ▪ уменьшаются потери пива, так как нет потерь при перекачивании; ▪ сокращается рабочее время; ▪ экономится энергия; ▪ не возникает опасности попадания кислорода. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ менее эффективное использование объема танка в стадии дображивания; ▪ сложность перехода от одного ассортимента на другой.

**Приложение Г
(обязательное)**

Расчет себестоимости, прибыли и цены продукта

Виды продукции	Статьи калькуляции							
	Производственная себестоимость		Полная себестоимость		Прибыль		Оптовая цена предприятия	
	на 1 дал, руб	на годовой выпуск, тыс. руб	на 1 дал, руб	на годовой выпуск, тыс. руб	на 1 дал, руб	на годовой выпуск, тыс. руб	на 1 дал, руб	на годовой выпуск, тыс. руб
Пиво Жигулевское (кеги)	181,92	88719,55	200,1	97591,5	40,02	19518,3	240,13	117109,8
Пиво Жигулевское (стеклянная бутылка)	156,96	37672,63	172,65	41439,89	34,53	8287,98	207,18	49727,87
Пиво Московское (стеклянная бутылка)	177,02	53111,34	194,72	58422,47	38,95	11684,49	233,67	70106,97
Пиво Украинское (стеклянная бутылка)	171,7	17171,71	188,88	18888,88	37,77	3777,78	226,66	22666,66

**Продолжение приложения Г
(обязательное)**

Таблица технико–экономических показателей

Показатели	Значение показателей
1. Выпуск продукции в натуральном выражении, дал	1000000
2. Выручка от реализации продукции, тыс.руб.	259611,3
3. Себестоимость реализованной продукции, тыс.руб.	216342,75
4. Затраты на 1 рубль товарной продукции, руб.	0,83
5. Прибыль от реализации продукции, тыс.руб.	43268,55
6. Чистая прибыль, тыс. руб.	31909,92
7. Численность производственных рабочих, чел.	21
8. Производительность труда на 1 рабочего, • дал/чел • тыс. руб./чел	47619,05 12362,4