

**Министерство образования и науки РФ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)**



Факультет Технологический

Кафедра «Технология бродильных производств и консервирования»

Направление 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья

(индекс, название)

Профиль Технология бродильных производств и виноделия

(название)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

на соискание квалификации бакалавр

Обозначение документа ВТЦ 00.00.000 ПЗ

Тема Проект бродильно-лагерного отделения пивоваренного завода производительностью 1,2 млн дал пива в год со сбраживанием сусла по классической схеме

Специальная часть Новые расы дрожжей, применяемые в пивоварении

Студент Варфоломеева Анастасия Игоревна

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

Специальная часть

И.Ю.Сергеева

краткое наименование раздела

Подпись, дата, инициалы, фамилия

Безопасность производства

И.Ю.Сергеева

краткое наименование раздела

Подпись, дата, инициалы, фамилия

Экономическая часть

И.Ю.Сергеева

краткое наименование раздела

Подпись, дата, инициалы, фамилия

Нормоконтролер Е.А.Вечтомова

Е.А.Вечтомова

Подпись, дата, инициалы, фамилия

Допустить к защите

Заведующий кафедрой В.А. Помозова

В.А. Помозова

Подпись, дата, инициалы, фамилия

Кемерово, 2016г.

**Министерство образования и науки РФ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)**Кафедра «Технология броидильных производств и консервирования»

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

В.А. Помозова

подпись, фамилия, инициалы, дата

**ЗАДАНИЕ**

на выполнение выпускной квалификационной работы

Студенту группы РС-221 Варфоломеевой Анастасии Игоревны  
номер группы, фамилия, имя, отчество1. Тема Проект броидильно-лагерного отделения пивоваренного завода  
производительностью 1,2 млн дал пива в год со сбраживанием сусла по классической  
схемеСпециальная часть Новые расы дрожжей применяемые в пивоваренииутверждена приказом по институту № 429 от 04.06.2016  
дата2. Срок представления работы к защите 28.06.2016  
дата3. Исходные данные к выполнению работы: Ассортимент выпускаемой продукции: светлое  
11 % - 60 % от общего выпуска, светлое 12 % - 30 % и темное 14,5 % - 10 % от общего  
выпуска. Классический варочный агрегат, классические аппараты брожения и  
дображивания.

4. Содержание текстового документа:

Введение Отразить современное состояние пивоваренной отрасли  
краткое содержание4.1. Технологическая часть - Выполнить расчет расхода сырья, полупродуктов,  
вспомогательных материалов, отходов производства, складов. Сделать выбор,  
обоснование и описание аппаратурно-технологической схемы. Произвести расчет и  
подбор технологического оборудования броидильно- лагерного отделения..  
наименование раздела краткое содержание4.2. Специальная часть – Новые расы дрожжей применяемые в пивоварении  
наименование раздела краткое содержание4.3. Безопасность производства – Проанализировать вредные и опасные факторы  
производства и мероприятия по технике безопасности  
наименование раздела краткое содержание4.4. Экономическая часть - представить результаты исследования торгового предложения  
пива темного сорта на примере Ленинского и Центрального района города Кемерово  
наименование раздела краткое содержание

5. Перечень графического материала с точным указанием чертежей:

5.1 Аппаратурно – технологическая схема пивоваренного завода - 1 лист

5.2 Компоновочное решение бродильно-лагерного отделения пивоваренного завода –

1 лист

5.3 Специальная часть – 1 лист

5.4 Экономическая часть – 1 лист

6. **Консультанты по разделам:**

<u>Технологическая часть.</u>	<u>И.Ю. Сергеева</u>
краткое наименование раздела	подпись, дата, инициалы, фамилия
<u>Специальная часть.</u>	<u>И.Ю. Сергеева</u>
краткое наименование раздела	подпись, дата, инициалы, фамилия
<u>Безопасность производства.</u>	<u>И.Ю. Сергеева</u>
краткое наименование раздела	подпись, дата, инициалы, фамилия
<u>Экономическая часть</u>	<u>И.Ю. Сергеева</u>
краткое наименование раздела	подпись, дата, инициалы, фамилия

7. **Руководитель выпускной квалификационной работы** \_\_\_\_\_

И.Ю.Сергеева

подпись, дата, инициалы, фамилия

8. **Дата выдачи задания** 16.05.2016

**Задание принял к исполнению:** А.И. Варфоломеева

подпись, дата, инициалы, фамилия

Представлен проект пивоваренного завода производительностью 1,2 млн дал пива в год. В пояснительной записке представлен - выбор, обоснование и описание аппаратурно-технологической схемы. Произведен расчет расхода сырья, полупродуктов, вспомогательных материалов, отходов производства, складов. На основании выполненных расчетов произведен расчет и подбор технологического оборудования бродильно- лагерного отделения. Представлена схема теххимического и микробиологического контроля производства бродильно-лагерного отделения. Предложены мероприятия по охране окружающей среды в бродильно-лагерном отделении. Выполнен анализ вредных и опасных факторов проектируемого отделения. В специальной части проекта представлена характеристика новых рас дрожжей в пивоваренном производстве. В экономической части представлен результат исследования торгового предложения пива темного сорта на примере Ленинского и Центрального района города Кемерово.

## Содержание

Введение.....	2	2
1 Выбор, обоснование и описание аппаратурно-технологической схемы.....	3	
1.1 Выбор и обоснование ассортимента .....	4	
1.2 Выбор и обоснование технологических режимов и оборудования.....	5	
1.3 Описание аппаратурно-технологической схемы .....	13	
2 Расчет расхода сырья, полупродуктов, вспомогательных материалов, отходов производства.....	16	
3 Расчет складов.....	26	
4 Расчет и подбор технологического оборудования бродильно- лагерного отделения.....	27	
4.1 Выбор варочного агрегата .....	27	
4.2 Оборудование цеха брожения и дображивания .....	27	
4.3 Оборудование дрожжевого отделения .....	30	
4.4 Оборудование фильтрационного отделения .....	30	
5 Технохимический и микробиологический контроль производства бродильно-лагерного отделения .....	34	
6 Мероприятия по охране окружающей среды в бродильно-лагерном отделении.....	39	
7 Безопасность в производственных условиях в бродильно-лагерном отделении.....	44	
8 Специальная часть. Новые расы дрожжей в пивоварении .....	53	
9 Экономическая часть.....	61	
Заключение.....	70	
Список использованной литературы.....	71	

Ине. № подл.	Подп. и дата					Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	ВТЦ 00.00.000 «Проект бродильно-лагерного отделения пивоваренного завода производительностью 1,2 млн. дал пива в год. Со сбраживанием суслу по классической схеме»						
		Ли	Изм.	№ докум.	Подп.				Дата						
Ине. № подл.	Подп. и дата	Разраб.	Варфоломеева			Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Пояснительная записка			Лит	Лист	Листов	
		Пров.	Сергеева И.Ю.											2	
		Т. контр.	.												
		Н. контр.	Вечтомова												
		Утв.	Помозова В.А.												
ТФ КемТИПП гр. РС-221															

## Введение

За последние 15 лет пивоваренная промышленность России полностью технически реконструирована, построено много новых крупных заводов, технологические процессы механизированы и автоматизированы. Вместе с тем сырьевая слаборазвитая база пивоварения сдерживает её развитие. Наиболее слабое обеспечение отрасли солодом и хмелем.

Душевое потребление его увеличилось в среднем до 80 л в год. Практически Россия приблизилась к мировому индексу потребления пива. В то же время в таких традиционно “пивных” странах, как Чехия, Германия, потребляется соответственно 160 л и 130 л пива в год на человека.[6]

Мощности по производству пива в целом по России используются на 77% .

Производители пива в настоящее время ориентируются на следующие прогрессивные направления усовершенствования технологии и техники:

- использование дробилок с замочным кондиционированием;
- в варочном отделении – автоматизированные варницы, высокотемпературное затирание, биологическое подкисление затора;
- при кипячении суслу с хмелем – применение хмелевых препаратов, использование котлов с погружным перколятором;
- двойное осветление суслу;
- применение для брожения и дображивания ЦКБА;
- использование высокосбраживающих рас дрожжей, применение сухих дрожжей, а также иммобилизованных;
- фильтрация пива на диатомитовом фильтре [7].

					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

# 1 Выбор, обоснование и описание аппаратурно-технологической схемы

## 1.1 Выбор и обоснование ассортимента

В настоящий момент на рынке представлено изобилие различных сортов пива, и их количество постоянно растет. В основном они различаются друг от друга содержанием спирта и экстрактивных веществ, цветом, кислотностью, интенсивностью горечи.

На заводе, производительностью 1,2 млн. дал пива в год, планируется выпускать 3 сорта пива: 2 светлых и 1 темное с экстрактивностью начального сусла (ЭНС): «Львовское» (12%), «Сенчу» (11%) и «Мартовское» (14,5%). «Сенчу» (светлое) с экстрактивностью начального сусла 11% масс.. Сорта пива с низкой экстрактивностью являются массовыми сортами, т.е. на предприятии выпуск именно этих сортов является максимальным (60% от всего объема продукции). В свою рецептуру данный сорт включает: солод светлый-100%. По органолептическим показателям пиво отличается мягким хмелевым вкусом, хорошим жаждоутоляющим действием, соломенным цветом и традиционным ароматом.

«Львовское» – светлое пиво с экстрактивностью начального сусла 12% масс.. Его выпуск составляет 30%. В рецептуру пива входит 89,5% светлого солода, 10% рисовой сечки и 0,5% карамельного солода. Напиток получается золотистого цвета со слабым привкусом солода и выразительным вкусом и ароматом хмеля. Благодаря добавлению риса вкус пива становится более мягким, кроме этого пиво становится более стойким.

«Мартовское» - темное 14,5% пиво предполагается выпускать в количестве 10% от общего объёма выпускаемой продукции, в производстве которого используется 50% - солод светлый, 40% - солод темный, 10% - солод карамельный. Питательная ценность тёмных сортов пива выше, чем светлых. Получается такое пиво с полным солодовым вкусом, с привкусом карамельного солода. Небольшой выпуск данного сорта пива связан с тем, что любителей темных сортов пива меньше, чем светлых.

					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

## 1.2 Выбор и обоснование технологических режимов и оборудования

### *Доставка и хранение зернопродуктов*

В проекте предусматривается использование светлого солода, который доставляется насыпью, а карамельный солод и рис - в мешках, железнодорожным транспортом. Этот вид транспорта наиболее предпочтителен при перевозке больших партий зерна на дальние расстояния. Для контроля массы светлого солода и ячменя установлены весы платформенные вагонные, для карамельного солода и риса - весы ковшовые.

Перемещение зернового сырья может осуществляется при помощи норий, шнеков, ленточных транспортеров, пневмотранспорта [2]. Последние благоприятно сказываются на качестве сырья, поскольку происходит проветривание зерна, но при использовании ленты создается запыленность помещения, а пневмотранспорт требует много электроэнергии. На данном заводе применяются нории, шнеки и используется принцип самотека, что позволяет сократить энергорасходы.

Для хранения зернопродуктов существуют зернохранилища механизированные (силосное хранение) и немеханизированные (напольное и закромное хранение). Немеханизированные зернохранилища требуют больших площадей, затрат ручного труда, сырье подвержено воздействию внешней среды. На проектируемом заводе зерно хранится в силосах, поскольку здесь все операции механизированы, снижено отрицательное влияние окружающей среды, птиц, грызунов. Для снижения влажности хранимого сырья установлены подсилосные вентиляторы.

Поскольку на заводе используются небольшие партии карамельного солода и риса их хранение будет осуществляться напольным способом в складах вблизи варочного цеха как основного потребителя этого сырья [3].

### *Подработка зернопродуктов*

После транспортировки и хранения солод может содержать различные примеси, в том числе и металлические, которые, попадая в полировочную машину, а затем и на вальцы дробилки, могут их повредить. Также это может привести к возгоранию пыли и взрыву от электрической искры. Поэтому на проектируемом заводе предполагается установить магнитные колонки для солода.

Светлый солод обрабатывается на полировочной машине для отделения пыли и посторонних примесей.

Подработка карамельного солода и риса не предусмотрена.

### *Дробление зернопродуктов*

Солод после хранения при поступлении в варочный цех взвешивают,

очищают от пыли и остатков ростков на полировочной машине

металломагнитных примесей на магнитной вальце. 00.000 ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Иуст
					5



После того как зернопродукты прошли стадию очистки, их взвешивают на автоматических весах. Использование принятого оборудования обеспечивает эффективную подработку солода [4].

Дробление солода является важной технологической операцией, влияющей в дальнейшем на процесс приготовления суслу, в том числе на продолжительность осахаривания и фильтрования, а также на выход экстракта. При размоле зерна оболочка должна быть, по возможности, сохранена, так как она служит фильтрующим слоем при отделении суслу от дробины.

Раньше при дроблении солода использовали 4-х и 6-ти вальцовые дробилки, но на данный момент от их применения отказались в пользу «мокрого» дробления. Это обусловлено тем, что дробление увлажненного солода позволяет сохранить оболочку зерна, а эндосперм измельчить более тонко. При этом следует коррелировать режимы замачивания солода в зависимости от его качества. Использование дробилок для увлажненного солода позволяет устранить потери на распыл, характерные для дробления сухого солода, увеличить выход экстракта на 2,5-3,0 % и сократить продолжительность фильтрования затора на 20-25 % [3].

Солод дробят на дробилках мокрого помола, используют сухое дробление с кондиционированием, но самым современным является дробление солода на дробилках с замочным кондиционированием. Помимо вышеперечисленных преимуществ при использовании такого типа дробилки, осуществляется принцип бескислородного дробления. Это способствует предотвращению образования в пиве карбонилов старения. Для этих целей с помощью внесения молочной кислоты в увлажняющую и смесительную камеру дробилки понижают рН до 5,1-5,2, что блокирует фермент липоксигеназу.

#### *Приготовление затора*

Основными аппаратами для приготовления пивного суслу являются заторные котлы, фильтрационный аппарат и сусловарочный котел. Эти аппараты соединяются трубопроводами в единую систему, называемую варочным агрегатом. При каждом варочном агрегате имеются насосы для перекачивания заторной массы, мутного суслу и горячего охмеленного суслу, приборы для контроля и управления процессами приготовления суслу[5].

Процесс можно осуществлять в классических, блочных и автоматизированных варочных агрегатах [5].

Классические варочные агрегаты различают с двумя, четырьмя и шестью аппаратами.

Двухаппаратные агрегаты состоят из заторно-сусловарочного и заторно-фильтрационного аппаратов. Единовременная засыпь 0,5 т; 1 т. В состав четырехаппаратного агрегата входят два заторных котла, сусловарочный и фильтрационный аппарат. Выпускают четырехаппаратные агрегаты с единовременной засыпью 1,0 т; 3,0 т; 5,5 т; 8,5 т; 10,0 т.

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

Объединяя два четырехаппаратных агрегата, получают шестиаппаратный агрегат. Выбираем шестиаппаратный варочный агрегат.

Затор готовят двумя способами: настойным и отварочным.

Настойные способы позволяют сократить продолжительность затирания и снизить энергозатраты и полностью использовать ферментативный потенциал зернопродуктов. Но они требуют только хорошо растворенного солода с высокой ферментативной активностью, т.к. без кипячения не происходит разваривание зернопродуктов и соответственно затрудняется клейстеризация, что приводит к уменьшению выхода экстракта [6,7].

Отварочные способы характеризуются тем, что часть затора подвергается кипячению с целью клейстеризации крахмала, что облегчает воздействие на него ферментов и увеличивает выход экстракта. Но они являются более длительными, энергоемкими способами, происходит частичная инактивация ферментов при отварках [6].

Самым современным способом затирания является затирание с кипячением густой части затора. Этот способ сочетает в себе достоинства настойного и отварочного способа. Характеризуется тем, что разваривают густую часть затора, а жидкую, богатую ферментами, снимают деконтатором [7].

Именно такой способ принят в данном проекте. Затирание проводится по следующему режиму:

Солод смешивается с водой, температура которой 43-45 °С, и начинается процесс затирания по графику:

40 °С / 30 мин → 50-52 °С / 30 мин → 62-63 °С / 30 мин.

По достижении этой температуры затор выдерживают 40 мин для расслаивания, причем мешалка работает первые 10 мин, по окончании расслаивания затора декантируют жидкую часть и направляют её во второй заторный котел, а густую часть затирают по графику:

70-72 °С / 20 мин → быстро до 100 °С / 30-40 мин.

Отварку расхоложивают до 80-85 °С и объединяют обе части, причем густую часть присоединяют к жидкой. В результате температура затора становится 70-72 °С. Далее проводят осахаривающую паузу, подогревают затор до 78 °С, выдерживают при этой температуре 5-10 мин и отправляют затор на фильтрацию.

Практически на всех предприятиях в настоящее время проводят подкисление затора. Подкисление затора способствует переходу экстрактивных веществ зернового сырья в сусло и повышает вкусовые свойства пива, а также улучшает коагуляцию белков при кипячении.

Подкисление затора имеет большое значение при получении светлых сортов пива, так как сусло после подкисления становится светлее.

										Лист
										7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Наиболее распространенный и простой способ - подкисление затора молочной кислотой из расчета 0,06-0,09 % к затираемому сырью в пересчете на 100 %-ную кислоту. Такой способ подкисления затора заложен в данном проекте, поскольку молочная кислота является не дорогим сырьем, а технология её использования давно стала традиционной [3].

#### *Фильтрация затора*

Фильтрация – это разделение затора на жидкую фазу – это сусло, и твердую – дробина. Проводится фильтрация в фильтрационном аппарате или в фильтр-прессе. В фильтрационном аппарате процесс зависит от качества солода. Если солод хорошо растворен, то он дает рыхлый фильтрующий слой, состоит из шелухи и размолотого эндосперма невысокой плотности. Если солод плохо растворен, то измельчается на мелкие частицы с остатками эндосперма – такой солод дает много крупки и тяжелых частиц, слой дробины компактный, но менее проницаем. При использовании неотлежавшегося солода или с низкой влажностью образуется много муки, она закупоривает каналы в фильтрующем слое и затрудняет фильтрацию. Продолжительность фильтрации 5-6 часов.

При фильтрации в фильтр-прессе продолжительность 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.

В проекте предусматривается фильтр-чан, который входит в состав варочного агрегата.

#### *Кипячение сусла с хмелем*

Отфильтрованное сусло и промывные воды собирают в сусловарочный котел, где и кипятят с хмелем 1,5 часа.

Для интенсификации процесса можно подкислять сусло молочной кислотой. Несмотря на то, что с увеличением рН увеличивается растворимость и изомеризация  $\alpha$ -кислот, кипячение предпочтительно проводить при пониженных значениях рН 5,2 сусла [6,7].

Для того, что бы процесс кипячения проходил бурно сегодня используют разнообразные дополнительные устройства к сусловарочному котлу. К ним можно отнести выносные кипятильники, перколяторы и т.д. Для повышения эффективности процесса осветления можно применять при кипячении белковые осадители. Но как показывает практика, при строгом соблюдении технологического режима при кипячении и эффективной работе гидроциклонного аппарата необходимость в этом отпадает [6].

Для охмеления используется шишковой хмель, гранулированный хмель, реже – хмелевые экстракты. В проекте предусмотрено использование гранулированного хмеля. При приготовлении пива «Сенчу» хмель вносится в три приема:

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

- 25 % - через 10-15 мин от начала кипячения;
- 50 % - через 35-40 мин от начала кипячения;
- 25 % - за 30 мин до конца кипячения.

При приготовлении более плотных сортов, хмель вносят в четыре приема:

- 25 % - через 10-15 мин от начала кипячения;
- 50 % - через 35-40 мин от начала кипячения;
- 15 % - за 30 мин до конца кипячения;
- 5 % - за 5-10 мин до конца кипячения [7].

#### *Охлаждение и осветление сусла*

Цель стадии охлаждения и осветления сусла — понизить температуру до благоприятной для процессов брожения, удалить взвешенные частицы из сусла и насытить его кислородом воздуха.

Осуществляется процесс осветления может на разнообразном оборудовании: на отстойных чанах, сепараторах, гидроциклонных аппаратах. В данном проекте был выбран диатомитовый фильтр. Это обусловлено простотой конструкции, долговечностью металлических плит, высокой эффективностью, легкостью обслуживания.

Для охлаждения сусла выбран двухсекционный пластинчатый теплообменник. Другие виды теплообменников: оросительный, «труба в трубе», являются менее эффективными и провоцируют образование посторонней микрофлоры [7].

#### *Брожение и дображивание пива*

Брожение - сложный биохимический процесс, во время которого под действием ферментов пивных дрожжей сбраживается основное количество углеводов сусла. Существует верховое и низовое брожение. Они отличаются применяемыми расами дрожжей и температурным режимом.

Брожение и дображивание проводят несколькими способами:

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

Самым традиционным является классическое брожение с проведением отдельного брожения и дображивания. Но от этого способа большинство заводов отказывается, так как при проведении отдельного брожения и дображивания необходимы большие производственные площади, невозможно отделение дрожжей без съема пива, сроки процесса получения из сусла пива значительно больше, чем при использовании других методов. Однако, проведение сбраживания сусла этим методом позволяет получать пиво без посторонних привкусов, т.к. в аппаратах такой конструкции пиво самоосветляется, взвеси выпадают в осадок, формируется вкус и аромат пива.

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

Полунепрерывный способ: брожение проходит в батарее из вертикальных бродильных аппаратов, а дображивание обычным способом. Процесс брожения сокращается, по сравнению с классическим способом на 1-1,5 суток. Этот способ менее трудоемок, так как отсутствует промывка и уход за ж дрожжами, уменьшается расход воды и дезрастворов на мойку оборудования, таким образом снижается и объем сточных вод.

Непрерывные способы характеризуются поддержанием на высоком уровне в течение длительного времени морфологических и физиологических показателей дрожжевой культуры. Большим недостатком является сложность перехода с одного ассортимента на другой.

Современным и эффективным способом является проведения брожения в ЦКБА. Его работа полностью автоматизирована. Процесс брожения ускоряется за счет следующих факторов:

- 1) конструкции аппарата, которая способствует значительному самопроизвольному перемешиванию сбраживаемой среды (в результате тепловой конвекции);
- 2) повышенной температуры брожения (13-14 °С);
- 3) повышенной нормы введения дрожжей (в среднем 1дм<sup>3</sup>/100дм<sup>3</sup> сусла);
- 4) аэрация сусла;
- 5) искусственной промывке бродящей среды СО<sub>2</sub> при дображивании для удаления побочных летучих продуктов, придающих пиву незрелый вкус;
- 6) выдержки молодого пива при повышенной температуре для редукции диацетила [7,11]

В данном проекте сбраживание происходит по классической схеме.

#### *Разведение ЧКД*

Под разведением ЧКД понимают увеличение массы расы до количества, необходимое для внесения в бродильный аппарат. Процесс разведения ЧКД состоит из 2 стадии: лабораторной и производственной. Начальная стадия размножения дрожжей - лабораторная, продолжительность две недели. При сбраживании в ЦКБА, а также для сбраживания плотного сусла применяют сильносбраживающие штаммы, устойчивые к осмотическому и этанольному стрессу.

В данном проекте предполагается использовать расу 776. Это раса считается особенно пригодными для сбраживания сусла, приготовленного с добавкой несоложенных материалов или из солода, полученного проращиванием ячменя с невысокой степенью проращаемости. Культура дрожжей расы 776 обладает конечной степенью сбраживания сусла 75-77%, время главного брожения 6-8 сут – для всех сортов пива.

Производственная стадия разведения чистой культуры дрожжей осуществляется в установках: Грейнера, или пропагаторах [7].

Установка Грейнера состоит из стерилизатора, бродильных цилиндров, сосудов для засевных дрожжей и резервуара предварительного брожения.

										Лист
										10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Бродильные цилиндры предназначены для первой стадии размножения чистых культур дрожжей, подготовленных в лабораторных условиях. Они снабжены небольшими сосудами (емкостью 10 л) для хранения чистой культуры дрожжей. Бродильные цилиндры имеют коммуникации для стерильного воздуха, стерильного суслу, чистой культуры дрожжей и для передачи стерильного сброженного суслу в аппарат для предварительного брожения. На крышке цилиндра имеются два смотровых стекла и два крана со штуцерами: один для посева чистой культуры, другой для присоединения трубопровода, подводящего сусло.

Бродильный цилиндр снабжен последовательно соединенным двойным фильтром для фильтрации поступающего воздуха; этот воздух предназначен для вытеснения дрожжей в аппарат для предварительного брожения и в сосуд для хранения маточных дрожжей. Емкость цилиндра для сбраживания 350 л.

В данном проекте предполагается использовать установку Грейнера.

#### *Хранение дрожжей*

В конце главного брожения снимают дрожжи и в зависимости от их качества направляют их либо на хранение и повторное использование, либо на реализацию.

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 диких клеток дрожжей не допускается.

Дрожжи после брожения направляются в дрожжевое отделение. В данном проекте принята механизированная схема хранения дрожжей. Из бродильного аппарата дрожжи передаются в монжю семенных или товарных дрожжей соответственно. От товарных дрожжей в последствии отделяют пиво на фильтр-прессе, и они идут на реализацию. Семенные дрожжи перед использованием подвергают активации путем аэрации.

#### *Осветление готового пива*

Созревшее, выдержанное лагерное пиво является сложной полидисперсной системой.

Цель осветления - удаление из пива твердых частиц для придания ему высокой прозрачности, биологической и белково-коллоидной стойкости [6,7].

Осветлять пиво можно путем сепарирования и фильтрации на массовых и диатомитовых фильтрах. В данном проекте принято осветление пива с фильтрацией на намывном диатомитовом фильтре, так как классический способ сбраживания и дображивания способствует хорошему осветлению пива.

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

Для фильтрации предусмотрен намывной диатомитовый фильтр. Применение именно намывного диатомитового фильтра обеспечивает хорошее фильтрование и высокую производительность даже при содержании дрожжевых клеток 0,15 – 0,3 млн. в 1 см<sup>3</sup> нефильтрованного пива [7].

Принятая схема осветления пива должна способствовать продукта с хорошей биологической и коллоидной стойкостью.

#### *Карбонизация пива*

Пиво, профильтрованное любым из описанных выше способов, перед розливом недостаточно насыщено углекислотой. В этом случае его подвергают карбонизации – искусственному дополнительному насыщению диоксидом углерода. Перед карбонизацией пиво охлаждают до 1 °С. Ранее широко использовались колончатые карбонизаторы, но их вытеснили установки непрерывной карбонизации. Принцип их действия основан на прохождении смеси пива и диоксида углерода через перфорированные перегородки, либо шнек или изогнутую трубу [7].

В данном проекте предусмотрен карбонизатор пива в потоке. После этой операции готовое пиво направляется в форфасы и выдерживается около 12-ти часов при 0,1 МПа, что способствует дополнительному растворению диоксида углерода в пиве.

#### *Розлив пива в тару*

Розлив пива - это 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<sup>3</sup>, изготовленные из прозрачного стекла оранжевого или зеленого цвета, способствующего сохранению качества пива; в новые полимерные бутылки вместимостью 0,5—2 дм<sup>3</sup>; в бочки, кеги. Во избежание потерь СО<sub>2</sub> используют изобарический принцип розлива [6].

ПЭТ-бутылки изготавливают из полимерных материалов полиэтилентерефталата (ПЭТ). Достоинства: небольшая масса; более прочная, чем стекло; при розливе не создает шума. Недостатки: - газопроницаемость, т. е. пиво в ПЭТ-бутылке со временем теряет давление СО<sub>2</sub> (газ улетучивается через стенки бутылки).

Окружающий воздух также стремится проникнуть внутрь бутылки, и это означает, что содержание кислорода в пиве постепенно повышается со всеми негативными последствиями; способность впитывать ароматические компоненты, а позднее выделять их в продукт; не решена проблема утилизации.

Кеги изготавливают из нержавеющей стали. Материал для кегов должен удовлетворять следующим условиям: он не должен влиять на вкус пива; должен быть прочным и с трудом поддаваться деформации; должен быть стойким относительно давления; должен быть легким в обработке; масса должна быть как можно меньше, а цена – приемлемой.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						11

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.

Из тарного 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 °С, а концентрация щелочного раствора 1,0-2,5%, он обладает хорошими моющими и бактерицидными свойствами.

Мойка осуществляется по следующей схеме:

В данном проекте предусмотрен розлив пива в стеклянную бутылку - 0,5 дм<sup>3</sup>, кеги – 50 дм<sup>3</sup>, в ПЭТ бутылки – 1,5 дм<sup>3</sup>

#### *Безразборная автоматизированная мойка (CIP)*

На заводе предполагается установка современной системы безразборной мойки.

В каждом цехе предприятия предусмотрена автоматическая мойка.

На заводе предполагается установка современной системы безразборной мойки CIP (cleaning in place). Мойка CIP - пакетная, то есть после использования растворы сбрасываются в канализацию, а не собираются для коррекции и повторного использования, как при рассеянной мойке. Способ пакетной мойки характеризуется тем, что соответствующий моющий, дезинфицирующий или споласкивающий раствор циркулирует в трубопроводе, смонтированном внутри определенного технологического аппарата. При этом внутренние поверхности крупногабаритного оборудования споласкивают с помощью стационарно установленных разбрызгивающих форсунок. Удобство этого способа заключается в том, что работа осуществляется при низком давлении до 3,5•10<sup>5</sup> Па.

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



### 1.3 Описание аппаратурно – технологической схемы

Железнодорожные вагоны (2) при поступлении на завод взвешиваются на специальных вагонных весах (1). После взвешивания зернопродукты ссыпаются в приемный бункер (3), откуда с помощью ленточного конвейера (4) подаются на норию (5). Норией они поднимаются вверх и шнеком (6) распределяются по силосам (7).

При поступлении зернопродуктов на обработку они с помощью ленточного конвейера (4) и нории (5) подаются на автоматические весы (8). После взвешивания зернопродукты шнеком (6) распределяются по бункерам соответственно: бункер запаса светлого солода (9). Далее зернопродукты поступают на солодополировочную машину (14). После обработки зернопродукты направляются в бункера очищенных зернопродуктов соответственно: бункер очищенного солода (6). Отходы направляются в бункер отходов (18).

Рис поступает на завод в мешках виде сечки, взвешивается на платформенных весах и ссыпается в бункер запаса рисовой сечки (10).

Карамельный солод поступает на завод в мешках, взвешивается на платформенных весах и ссыпается в бункер запаса карамельного солода (11). Затем взвешивается автоматическими весами, измельчается на четырехвальцовый солододробилке (12) и направляется в бункер дробленого карамельного солода (13).

Образовавшаяся пульпа насосом (21) перекачивается в заторные котлы (22). Рис и карамельный солод из бункеров (10,13) самотеком направляются в заторный котел (22). Затем в заторные аппараты (22) засыпается уже дробленный солод, туда же набирается вода с определенной температурой и выдерживается несколько пауз характерных для каждого сорта пива. После затирания затор насосом (21) перекачивается во второй заторный чан (23) на фильтрацию, где первое мутное сусло возвращается в аппарат насосом (25), а пивная дробина - сгружается в бункер солодовой дробины (24), откуда отправляется на реализацию; промывные воды собираются в сборник промывных вод (29) и в дальнейшем используются при приготовлении нового затора. Далее сусло насосом (27) отправляется в сусловарочный котел (26). После охмеления сусло перекачивается насосом (27), а белковый отстой собирается в сборник белкового отстоя (30). После осветления сусло насосом (27) поступает в вирпул, а затем отправляется на охлаждение в двухсекционный теплообменник (31).

Далее сусло проходит аэрацию на аэраторе (32) и попадает в аппарат главного брожения (33) где подвергается сбраживанию. Необходимые для брожения дрожжи поступают из резервуара предварительного брожения (45) или монжю для хранения семенных дрожжей (46).

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					13

ЧКД выращивается непосредственно резервуара предварительного брожения (45) на стерильном охмеленном сусле. Стерилизация сусли осуществляется в стерилизаторе (43). Перед тем как отправить товарные дрожжи на реализацию, их отделяют от пива на фильтр-прессе для дрожжей (49), куда они подаются с помощью насоса (48).

Дрожжи собираются в сборнике товарных дрожжей (51), а отделенное пиво – в сборнике пива (50), откуда отправляется на обработку.

По окончании дображивания пиво перекачивается насосом (42) и осветляется на фильтре(39). Далее пиво проходит охлаждение на диатомитовом фильтре (36). Пиво насыщается диоксидом углерода в карбонизаторе (40) и попадает в форфас (41) на хранение.

Далее пиво перекачивается насосом (42) на розлив. Розлив пива в кеги осуществляется на автоматической установке (52).

Розлив пива в стеклянную бутылку осуществляется на линии розлива пива в стекло: со склада пустой тары поддоны с ящиками подаются к пакеторасформовывающей машине (63), после которой бутылки в ящиках подаются в автомат для извлечения бутылок из ящиков (64); бутылки моются и дезинфицируются на бутылкомоечной машине (65) и направляются к световому экрану (66); затем бутылки поступают в розливочно-укупорочный агрегат (67); на бутылку наклеивается этикетка с помощью этикетировочной машины (71); далее бутылки составляются в ящики с помощью автоматов для укладки бутылок в ящики (72) и, пройдя через пакетоформирующий автомат (73), отправляются на склад готовой продукции. Образующийся при розливе стеклобой собирается в баке стеклобоя (69) и отправляется на реализацию. Брак пива собирается в сборнике исправимого брака пива (70), откуда отправляется на дображивание.

Из аппарата главного брожения CO<sub>2</sub> поступает в пеноловушку (74), откуда в газгольдер (75). Затем газ проходит в водяной скруббер (76), заполненный кольцами Рашига, где его отмывают водой, очищают от органических примесей и охлаждают. Из скруббера через водоотделитель (77) CO<sub>2</sub> подается в первую ступень трехступенчатого компрессора (78), где компенсируется до 0,5МПа и направляется в холодильник (79). Для очистки CO<sub>2</sub> до и после холодильника установлены маслоотделители (80). Далее газ очищают в адсорбере активированным углем (81), 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 (79) и адсорбер с активным углем (81) и окончательно очищается и осушается в адсорберах с силикагелем и цеолитом (82 и 83). В конденсаторе (84) газ, отдавая тепло, конденсируется и таким образом сжижается.

Жидкая углекислота заполняет ресиверы высокого давления (85), откуда подается насосом (86) в баллон.

Отработанная щелочь поступает в сборник (87). Концентрированная щелочь поступает в сборник (98) и далее в мерник концентрированной щелочи (89). Далее концентрированная щелочь и отработанная смешиваются в сборнике раствора щелочи (90). Перекачивается раствор щелочи с помощью насоса (91).

Для мойки и дезинфекции оборудования предусмотрена система СІР (92).

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

## 2 Расчет расхода сырья, полупродуктов, вспомогательных материалов, отходов производства

Расчет продуктов выполнен на основании норм технологического проектирования, согласно указаний, изложенных в [1,9].

Исходные данные для расчета представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Исходные данные для расчета продуктов

Показатель	Обозначение, ед.изм.	«Сенчу»	«Львовское»	«Мартовское»
1	2	3	4	5
Количество зернопродуктов	Шт.	2	2	3
<u>Потери:</u>				
1-й стадии (варочное отделение)	П <sub>0</sub> ,%	6,0	6,0	6,0
2-й стадии (отделение брожения)	П <sub>1</sub> ,%	2,3	2,3	2,3
3-й стадии (отделение дображивания и фильтрации)	П <sub>2</sub> ,%	2,7	2,7	2,7
4-й стадии (цех розлива)	П <sub>3</sub> ,%	1	1,5	1,4
5-й стадии (потери экстракта в пивной дробине)	П <sub>4</sub> ,%	2,7	2,7	2,7
<u>Экстрактивность:</u>				
светлого солода	Эс.с.,%	76	76	76
темного солода	Эт.с.,%			74
карамельного солода	Эк.с.,%	-	72	72
риса	Эр.,%	-	82	-
начального сусла для данного сорта пива	Эн.с.,%	11	12	14,5

Продолжение табл. 2.1

<u>Влажность:</u> светлого солода	Wс.с.,%	5,6	5,6	5,6
темного солода	Wт.с.,%	-	-	5,0
карамельного солода	Wк.с.,%	-	6,0	6,0
риса	Wр.,%		15,0	
1	2	3	4	5
Нормы расхода: светлого солода	пс.с.,доля	1	0,895	0,5
темного солода	пт.с.,доля			0,4
карамельного солода	пк.с.,доля		0,05	0,1
риса	пр.,доля		0,1	
Относительная плотность пивного сусла для данного сорта пива	D	1,0442	1,04840	1,0590
Действительная степень сбраживания данного сорта пива	D,доля	0,505	0,563	0,5
Производительность завода по данному сорту пива	L,дал	720000	360000	120000

Расчет расхода сырья, полупродуктов, вспомогательных материалов, отходов производства произведен по методике, изложенной в [1].

Расчет потерь в цехе розлива, ( $P_p$ , %)

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

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

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

$$\begin{aligned} \Pi_{pC} &= 0,5 \cdot 0,5 + 0,5 \cdot 1,5 = 1; \\ \Pi_{pЛ} &= 0,4 \cdot 2 + 0,2 \cdot 0,5 + 0,4 \cdot 1,5 = 1,5; \\ \Pi_{pМар} &= 0,4 \cdot 2 + 0,3 \cdot 0,5 + 0,3 \cdot 1,5 = 1,4; \end{aligned}$$

Выход товарного пива, (В, %):

$$B = ((100 - \Pi_0) \cdot (100 - \Pi_1) \cdot (100 - \Pi_2) \cdot (100 - \Pi_3)) / 10^6; \quad (2.2)$$

$$\begin{aligned} B_c &= ((100 - 6) \cdot (100 - 2,3) \cdot (100 - 2,7) \cdot (100 - 1)) / 10^6 = 88,46; \\ B_{л} &= ((100 - 6) \cdot (100 - 2,3) \cdot (100 - 2,7) \cdot (100 - 1,5)) / 10^6 = 88,01; \\ B_{мар} &= ((100 - 6) \cdot (100 - 2,3) \cdot (100 - 2,7) \cdot (100 - 1,4)) / 10^6 = 88,1. \end{aligned}$$

Экстрактивность, (Е, %):

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

$$E = (\Xi \cdot (100 - W)) / 100; \quad (2.3)$$

$$\begin{aligned} E_{c.c.} &= (76 \cdot (100 - 5,6)) / 100 = 71,74; \\ E_{т.c.} &= (74 \cdot (100 - 5)) / 100 = 70,3; \\ E_{к.c.} &= (72 \cdot (100 - 6)) / 100 = 67,68; \\ E_{р.} &= (82 \cdot (100 - 15)) / 100 = 69,7; \end{aligned}$$

2) средневзвешенная зернопродуктов, (Е<sub>ср</sub>, %):

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

$$\begin{aligned} E_{ср.c} &= 71,74 \cdot 1 = 71,74; \\ E_{ср.л} &= 71,74 \cdot 0,895 + 67,68 \cdot 0,05 + 69,7 \cdot 0,1 = 74,561; \\ E_{ср.мар} &= 71,74 \cdot 0,5 + 70,3 \cdot 0,4 + 67,68 \cdot 0,1 = 70,75. \end{aligned}$$

Норма расхода:

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

$$\sum M = (960 \cdot \Xi_{н.c.} \cdot d) / ((E_{ср.} - \Pi_4) \cdot B); \quad (2.5)$$

$$\begin{aligned} \sum M_c &= (960 \cdot 11 \cdot 1,0442) / ((71,74 - 2,7) \cdot 88,46) = 1,805; \\ \sum M_{л} &= (960 \cdot 12 \cdot 1,0484) / ((74,651 - 2,7) \cdot 88,01) = 1,9096; \\ \sum M_{у} &= (960 \cdot 14,5 \cdot 1,05900) / ((70,75 - 2,7) \cdot 88,11) = 2,46; \end{aligned}$$

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

2) конкретного зернопродукта,( M, кг):

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

$M_{с.с.с} = 1,805 \cdot 1 = 1,805$  ;  
 $M_{с.с.мар} = 2,46 \cdot 0,5 = 1,23$  ;  
 $M_{т.с.мар} = 2,46 \cdot 0,4 = 0,98$  ;  
 $M_{к.с.мар} = 2,46 \cdot 0,1 = 0,25$  ;  
 $M_{с.с.л} = 1,9096 \cdot 0,895 = 1,709$  ;  
 $M_{к.с.л} = 1,9086 \cdot 0,05 = 0,0951$  ;  
 $M_{р.с.л} = 1,9086 \cdot 0,01 = 0,192$

3) конкретного зернопродукта на годовую производительность завода по данному сорту пива,(Mг, кг):

$$M_{г} = M \cdot L; \quad (2.7)$$

$M_{с.с.г.с} = 1,805 \cdot 720000 = 1,296 \cdot 10^6$  ;  
 $M_{с.с.г.л} = 1,709 \cdot 360000 = 0,615 \cdot 10^6$  ;  
 $M_{р.к.с.л} = 0,0955 \cdot 360000 = 0,0343 \cdot 10^6$  ;  
 $M_{р.с.л} = 0,191 \cdot 360000 = 0,0687 \cdot 10^6$  ;  
 $M_{с.с.г.мар} = 1,23 \cdot 120000 = 0,147 \cdot 10^6$  ;  
 $M_{т.с.г.мар} = 0,98 \cdot 120000 = 0,117 \cdot 10^6$  ;  
 $M_{к.с.г.мар} = 0,25 \cdot 120000 = 0,030 \cdot 10^6$  ;

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

$\sum M_{г.с} = 1,296 \cdot 10^6$  кг;  
 $\sum M_{г.л} = 0,615 \cdot 10^6 + 0,0343 \cdot 10^6 + 0,0687 \cdot 10^6 = 0,713 \cdot 10^6$  кг;  
 $\sum M_{г.мар} = 0,147 \cdot 10^6 + 0,117 \cdot 10^6 + 0,030 \cdot 10^6 = 0,295 \cdot 10^6$  кг.

Объем фильтрованного пива:

1) на 1 дал товарного пива,(Vф.п., дал):

$$V_{ф.п.} = 100 / (100 - \Pi_3); \quad (2.8)$$

$V_{ф.п.с} = 100 / (100 - 1) = 1,01$  ;  
 $V_{ф.п.л} = 100 / (100 - 1,5) = 1,015$  ;  
 $V_{ф.п.мар} = 100 / (100 - 1,4) = 1,014$  ;

2) на годовую производительность завода по данному сорту пива,(Vф.п.г., дал):

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

					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

$$V_{\text{ф.п.г.с}} = 1,01 \cdot 720000 = 0,7272 \cdot 10^6;$$

$$V_{\text{ф.п.г.л}} = 1,015 \cdot 360000 = 0,3654 \cdot 10^6;$$

$$V_{\text{ф.п.г.у}} = 1,014 \cdot 120000 = 0,12168 \cdot 10^6.$$

Объем молодого пива:

1) на 1 дал товарного пива, дал:

$$V_{\text{м.п.}} = (100 \cdot V_{\text{ф.п.}}) / (100 - \Pi_2); \quad (2.10)$$

$$V_{\text{м.п.с}} = (100 \cdot 1,01) / (100 - 2,7) = 1,03;$$

$$V_{\text{м.п.л}} = (100 \cdot 1,015) / (100 - 2,7) = 1,043;$$

$$V_{\text{м.п.мар}} = (100 \cdot 1,014) / (100 - 2,7) = 1,042;$$

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

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

$$V_{\text{м.п.г.с}} = 1,03 \cdot 720000 = 0,7416 \cdot 10^6;$$

$$V_{\text{м.п.г.л}} = 1,043 \cdot 360000 = 0,37548 \cdot 10^6;$$

$$V_{\text{м.п.г.мар}} = 1,042 \cdot 120000 = 0,12504 \cdot 10^6.$$

Объем холодного сусли:

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

$$V_{\text{х.с.}} = (100 \cdot V_{\text{м.п.}}) / (100 - \Pi_1); \quad (2.12)$$

$$V_{\text{х.с.с}} = (100 \cdot 1,03) / (100 - 2,3) = 1,054;$$

$$V_{\text{х.с.л}} = (100 \cdot 1,043) / (100 - 2,3) = 1,067;$$

$$V_{\text{х.с.мар}} = (100 \cdot 1,042) / (100 - 2,3) = 1,067;$$

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

$$V_{\text{х.с.г}} = V_{\text{х.с.}} \cdot L; \quad (2.13)$$

$$V_{\text{х.с.г.с}} = 1,054 \cdot 720000 = 0,7416 \cdot 10^6;$$

$$V_{\text{х.с.г.л}} = 1,067 \cdot 360000 = 0,38412 \cdot 10^6;$$

$$V_{\text{х.с.г.мар}} = 1,067 \cdot 120000 = 0,12804 \cdot 10^6.$$

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



Объем горячего сусла:

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

$$V_{Г.с.} = (100 \cdot V_{Х.с.}) / (100 - \Pi_0); \quad (2.14)$$

$$V_{Г.с.с} = (100 \cdot 1,054) / (100 - 6) = 1,12 ;$$

$$V_{Г.с.л} = (100 \cdot 1,067) / (100 - 6) = 1,135 ;$$

$$V_{Г.с.мар} = (100 \cdot 1,067) / (100 - 6) = 1,135 ;$$

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

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

$$V_{Г.с.г.с} = 1,12 \cdot 720000 = 0,8064 \cdot 10^6 ;$$

$$V_{Г.с.г.л} = 1,35 \cdot 360000 = 0,4086 \cdot 10^6 ;$$

$$V_{Г.с.г.мар} = 1,14 \cdot 120000 = 0,1362 \cdot 10^6 .$$

Масса дробины:

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

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

$$M_{1др.с.с.с} = 1,805 \cdot (((100 - 5,6) / 100) - (71,74 \cdot (100 - 2,7) / 10^4)) = 0,444 ;$$

$$M_{1др.с.с.л} = 1,709 \cdot (((100 - 5,6) / 100) - (71,744 \cdot (100 - 2,7) / 10^4)) = 0,420 ;$$

$$M_{1др.к.с.л} = 0,0955 \cdot (((100 - 16) / 100) - (67,68 \cdot (100 - 2,7) / 10^4)) = 0,027 ;$$

$$M_{1др.р.с.л} = 0,191 \cdot (((100 - 15) / 100) - (69,7 \cdot (100 - 2,7) / 10^4)) = 0,050 ;$$

$$M_{1др.с.с.мар} = 1,23 \cdot (((100 - 5,6) / 100) - (71,744 \cdot (100 - 2,7) / 10^4)) = 0,303 ;$$

$$M_{1др.т.с.мар} = 0,98 \cdot (((100 - 5) / 100) - (70,3 \cdot (100 - 2,7) / 10^4)) = 0,265 ;$$

$$M_{1др.к.с.у} = 0,25 \cdot (((100 - 6) / 100) - (67,68 \cdot (100 - 2,7) / 10^4)) = 0,07 ;$$

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

$$\sum M_{1др.с} = 0,444 ;$$

$$\sum M_{1др.м} = 0,420 + 0,027 + 0,05 = 0,497 ;$$

$$\sum M_{1др.мар} = 0,303 + 0,265 + 0,07 = 0,638 ;$$

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

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

					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

$$M_{2\text{др.с}} = 0,444 \cdot 100 / (100-80) = 2,22 ;$$

$$M_{2\text{др.л}} = 0,497 \cdot 100 / (100-80) = 2,485 ;$$

$$M_{2\text{др.мар}} = 0,638 \cdot 100 / (100-80) = 3,19 ;$$

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

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

$$M_{2\text{др.г.с}} = 2,22 \cdot 720000 = 1,598 \cdot 10^6 ;$$

$$M_{2\text{др.г.л}} = 2,485 \cdot 360000 = 0,8946 \cdot 10^6 ;$$

$$M_{2\text{др.г.мар}} = 3,19 \cdot 120000 = 0,3828 \cdot 10^6 .$$

Определение количества экстракта:

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

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

где: 10 – перевод дал в  $\text{дм}^3$ .

$$M_{\text{х.с.с}} = 10 \cdot 1,054 \cdot 1,0442 = 11,005;$$

$$M_{\text{х.с.мл}} = 10 \cdot 1,067 \cdot 1,0484 = 11,186;$$

$$M_{\text{х.с.мар}} = 10 \cdot 1,067 \cdot 1,0590 = 11,299;$$

2) масса экстракта 1 дал сусла, ( $M_{\text{э.}}$ , кг):

$$M_{\text{э}} = 0,01 \cdot M_{\text{х.с.}} \cdot \text{Эн.с.}, \quad (2.20)$$

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

$$M_{\text{э.с}} = 0,01 \cdot 11,005 \cdot 11 = 1,21 ;$$

$$M_{\text{э.л}} = 0,01 \cdot 11,186 \cdot 12 = 1,34 ;$$

$$M_{\text{э.мар}} = 0,01 \cdot 11,299 \cdot 14,5 = 1,638 ;$$

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

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

$$M_{\text{э.сб.с}} = 1,21 \cdot 0,505 = 0,611 ;$$

$$M_{\text{э.сб.л}} = 1,34 \cdot 0,563 = 0,754 ;$$

$$M_{\text{э.сб.мар}} = 1,638 \cdot 0,5 = 0,819 .$$

Масса углекислоты:

1) выделившейся на 1 дал сусла, ( $\sum M_{\text{со}_2}$ , кг):

$$\sum M_{\text{со}_2} = 0,52 \cdot M_{\text{э.сб.}} \text{ ВТЦ 00.00.000 ПЗ} \quad (2.22)$$

									Лист
									22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$$\begin{aligned}\sum M_{CO_2 c} &= 0,52 \cdot 0,611 = 0,317 ; \\ \sum M_{CO_2 л} &= 0,52 \cdot 0,754 = 0,392 ; \\ \sum M_{CO_2 мар} &= 0,52 \cdot 0,819 = 0,426 ;\end{aligned}$$

2) связанной на 1 дал сусла, ( $M1_{CO_2}$ , кг):

$$M1_{CO_2} = 0,003 \cdot M_{х.с.}; \quad (2.23)$$

$$\begin{aligned}M1_{CO_2 c} &= 0,003 \cdot 11,005 = 0,033 ; \\ M1_{CO_2 л} &= 0,003 \cdot 11,186 = 0,033 ; \\ M1_{CO_2 мар} &= 0,003 \cdot 11,29 = 0,0339 \text{ кг};\end{aligned}$$

3) свободной на 1 дал сусла, ( $M2_{CO_2}$ , кг):

$$M2_{CO_2} = \sum M_{CO_2} - M1_{CO_2}; \quad (2.24)$$

$$\begin{aligned}M2_{CO_2 c} &= 0,317 - 0,033 = 0,284 \text{ кг}; \\ M2_{CO_2 л} &= 0,392 - 0,033 = 0,359 \text{ кг}; \\ M2_{CO_2 мар} &= 0,426 - 0,0339 = 0,3921 \text{ кг};\end{aligned}$$

4) свободной на годовую производительность завода до данному сорту пива, ( $M2_{CO_2}$ , кг):

$$M2_{CO_2 Г} = M2_{CO_2} \cdot L; \quad (2.25)$$

$$\begin{aligned}M2_{CO_2 Г.с} &= 0,284 \cdot 720000 = 0,204 \cdot 10^6 \text{ кг}; \\ M2_{CO_2 Г.л} &= 0,359 \cdot 360000 = 0,12924 \cdot 10^6 \text{ кг}; \\ M2_{CO_2 Г.мар} &= 0,3921 \cdot 120000 = 0,47052 \cdot 10^6 \text{ кг}.\end{aligned}$$

Определение количества дрожжей, ( $V_{с.др.г.}$ ,  $dm^3$ /год):

1) расчет количества семенных дрожжей,  $dm^3$ /год:

$$V_{с.др.г} = \sum V_{х.с.г} \cdot N_{др.} / 10, \quad (2.26)$$

где  $\sum V_{х.с.г}$  – суммарный годовой объем холодного сусла по всем сортам пива, дал;

$N_{др.}$  – нормативный выход семенных (товарных) дрожжей с 10 дал сусла,  $dm^3$ .

$$\begin{aligned}V_{с.др.г.с} &= 806400 \cdot 0,5 / 10 = 40320 \text{ } dm^3/\text{год}; \\ V_{с.др.г.л} &= 384120 \cdot 0,5 / 10 = 19206 \text{ } dm^3/\text{год}; \\ V_{с.др.г.мар} &= 128040 \cdot 0,5 / 10 = 6402 \text{ } dm^3/\text{год};\end{aligned}$$

											Лист
											23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							

ВТЦ 00.00.000 ПЗ

2) расчет количества товарных дрожжей, дм<sup>3</sup>/год:

$$V_{т.др.г.с} = 806400 \cdot 1 / 10 = 80640 \text{ дм}^3/\text{год};$$

$$V_{т.др.г.л} = 384120 \cdot 1 / 10 = 38412 \text{ дм}^3/\text{год};$$

$$V_{т.др.г.мар} = 128040 \cdot 1 / 10 = 12804 \text{ дм}^3/\text{год};$$

Расчет воздушно-сухого гранулированного хмеля:

1) на 1 дал горячего сула,(M1х., г):

$$M1х. = (Гс \cdot 100 \cdot 100 \cdot 0,9) / (\alpha + 1) \cdot (100 - Wх), \quad (2.27)$$

где Гс – норма горьких веществ на 1 дал горячего сула конкретного сорта пива, г;

$\alpha$  - массовая доля  $\alpha$ -кислот, % к массе сухих веществ, ( $\alpha = 3,5\%$ );

Wх – массовая доля влаги в хмеле, % к массе сухих веществ, ( $Wх = 6\%$ ).

$$M1х.с = (0,73 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 0,9) / ((3,5 + 1) \cdot (100 - 6)) = 15,5 \text{ г/дал};$$

$$M1х.л = (0,73 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 0,9) / ((3,5 + 1) \cdot (100 - 6)) = 15,5 \text{ г/дал};$$

$$M1х.мар = (0,73 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 0,9) / ((3,5 + 1) \cdot (100 - 6)) = 15,5 \text{ г/дал};$$

2) на 1 дал пива,(M2х., г):

$$M2х. = M1х. \cdot 100 / В; \quad (2.28)$$

$$M2х.с = 15,5 \cdot 100 / 88,46 = 17,52 \text{ г/дал};$$

$$M2х.л = 15,53 \cdot 100 / 88,01 = 17,61 \text{ г/дал};$$

$$M2х.мар = 15,53 \cdot 100 / 88,1 = 17,59 \text{ г/дал};$$

3) на годовую производительность по данному сорту пива, (Mх.г., кг):

$$Mх.г = M2х. \cdot L; \quad (2.29)$$

$$Mх.г.с = 0,01752 \cdot 720000 = 0,012614 \cdot 10^6 \text{ кг};$$

$$Mх.г.л = 0,01761 \cdot 360000 = 0,06339 \cdot 10^6 \text{ кг};$$

$$Mх.г.мар = 0,01759 \cdot 120000 = 0,00211 \cdot 10^6 \text{ кг}.$$

Расход молочной кислоты на годовую производительность завода, (Mм.к.,кг):

$$Mм.к. = 0,08 \cdot \sum Mг / 100, \quad (2.30)$$

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

$\sum Mг$  – суммарный годовой расход зернопродуктов для данного сорта пива,

	кг									Лист
										24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ВТЦ 00.00.000 ПЗ

$M_{м.к.с} = 0,08 \cdot 2,062440 \cdot 10^6 / 100 = 1649$  кг/год;  
 $M_{м.к.л} = 0,08 \cdot 0,11176 \cdot 10^6 / 100 = 89,42$  кг/год;  
 $M_{м.к.мар} = 0,08 \cdot 0,06438 \cdot 10^6 / 100 = 51,5$  кг/год.

Таблица 2.2 – Результаты расчета продуктов, отходов, вспомогательных мате-

Сырье и продукты	Сенчу		Львовское		Мартовское		На годовую производительность 1500000
	На 1 дал пива	На 720000 дал	На 1 дал пива	На 360000 дал	На 1 дал пива	На 120000 дал	
<u>Зерновое сырье, кг:</u>							
солод светлый	1,805	1299600	1,709	615240	1,23	147600	2062440
солод темный	-	-	-	-	0,98	117600	117600
солод карамельный	-	-	0,0955	34380	0,25	30000	64380
рис	-	-	0,191	68760	-	-	68760
Всего:	1,805	1299600	1,9955	718380	2,46	295200	2313180
<u>Полупродукты, дал:</u>							
сусло горячее	1,12	806400	1,135	408600	1,135	136200	1351200
сусло холодное	1,054	758880	1,067	384120	1,067	128040	1271040
пиво молодое	1,03	741600	1,043	375480	1,042	125040	1242120
пиво фильтрованное	1,01	727200	1,015	365400	1,014	121680	1214280
<u>Другие виды сырья, кг:</u>							
хмель	0,01752	126144	0,01761	6339,6	0,01759	2110,8	21064,8
молочная кислота, кг	-	1649	-	89,42	-	51,5	1789,92
дрожжи семенные, дм <sup>3</sup> :	0,5	40320	0,5	19206	0,5	6402	65928
<u>Отходы, кг:</u>							
дробина солодовая	2,22	1598400	2,185	894600	3,19	382800	2875800
СО <sub>2</sub>	0,284	204480	0,359	129240	0,3921	47052	380772
дрожжи товарные, дм <sup>3</sup>	1	80640	1	38412	1	12804	131856

### 3 Расчет складов

Годовое количество картона опорного (кг):

$$M_r = 1,4 \times V_{\text{ф.п.г.}}, \quad (2.31)$$

где 1,4 – норма картона опорного, г/дал

$V_{\text{ф.п.г.}}$  – объем фильтрованного пива в год

$$M_r = 1,4 \times 1214280 = 169992 \text{ г} = 1700 \text{ кг}$$

Годовое количество кизельгура (кг):

$$M_r = 25 \times V_{\text{ф.п.г.}}, \quad (2.32)$$

где 25 – норма кизельгура, г/дал

$V_{\text{ф.п.г.}}$  – объем фильтрованного пива в год

$$M_r = 25 \times 1214280 = 30357000 \text{ г} = 30357 \text{ кг}$$

Площадь склада для картона опорного ( $\text{м}^2$ ):

$$S_{\text{к.о.}} = (M_r \times n_1 \times k_1) / (t_1 \times m_1), \quad (2.33)$$

где  $M_r$  – годовое количество опорного картона.

$n_1$  – норма запаса сырья

$k_1$  – коэффициент, учитывающий площадь, необходимую для обслуживания и проезда ( $k_1 = 1,5$ )

$t_1$  – количество месяцев работы пивоваренного завода в год

$m_1$  – удельная нагрузка на  $1 \text{ м}^2$  площади, кг

$$S_{\text{к.о.}} = 1700 \times 365 \times 1,5 / 338 \times 1500 = 1,8 \text{ м}^2$$

Площадь склада для диатомита ( $\text{м}^2$ ):

$$S_{\text{к.о.}} = (M_r \times n_1 \times k_1) / (t_1 \times m_1), \quad (2.34)$$

где  $M_r$  – годовое количество диатомита.

$n_1$  – норма запаса сырья

$k_1$  – коэффициент, учитывающий площадь, необходимую для обслуживания и проезда ( $k_1 = 1,5$ )

$t_1$  – количество месяцев работы пивоваренного завода в год

$m_1$  – удельная нагрузка на  $1 \text{ м}^2$  площади, кг

$$S_{\text{к.о.}} = 30357 \times 365 \times 1,5 / 338 \times 1500 = 32,8 \text{ м}^2$$

									Лист
									26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

## 4 Расчет и подбор технологического оборудования

### 4.1 Выбор варочного агрегата

Варочный агрегат подбирается по количеству зернопродуктов, перерабатываемых в сутки в наиболее напряженный месяц:

$$Q_{\text{сут}} = \sum M_{\Gamma} * a / n_{\text{мес}}, \quad (2.33)$$

где  $\sum M_{\Gamma}$  – количество всех зернопродуктов, перерабатываемых в год  
а- доля выпуска пива наиболее напряженный месяц работы  
 $n_{\text{мес}}$  – число дней работы в месяц

$$Q_{\text{сут}} = 2313 * 0,1 / 28,5 = 8,11 \text{ т}$$

Переработку 1,5 т в сутки может обеспечить шестиаппаратный отечественный классический варочный агрегат с единовременной засыпью 1,5 т [1].

Уточненная единовременная засыпь составит:

$$Q_{\text{ед}} = Q_{\text{сут}} / Z, \quad (2.34)$$

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

$$Q_{\text{ед}} = 8,11 / 5,4 = 1,5 \text{ т [1]}$$

### 4.2 Оборудование для цеха брожения и дображивания

Вместимость аппарата для главного брожения подбирается по объему холодного сусла с одной варки с учетом коэффициента заполнения 0,9.

1,805 кг – 1,054 дал

1500 кг - X дал

Для пива Сенчу:

$$X_c = 1500 * 1,06 / 1,805 = 880,88 \text{ дал} = 8,80 \text{ м}^3$$

Для пива Львовского:

$$X_{\text{л}} = 1500 * 1,067 / 1,9955 = 802,054 \text{ дал} = 8,02 \text{ м}^3$$

					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Для пива Мартовского:

$$X_{\text{мар}} = 1500 * 1,067 / 2,46 = 650,6 \text{ дал} = 6,5 \text{ м}^3$$

Вместимость аппарата

Для пива Сенчу:

$$V_{\text{бр.с}} = 8,80 / 0,9 = 9,78 \text{ м}^3$$

Для пива Львовского:

$$V_{\text{бр.л.}} = 8,02 / 0,9 = 8,91 \text{ м}^3$$

Для пива Мартовского:

$$V_{\text{бр.мар}} = 6,5 / 0,9 = 7,22 \text{ м}^3$$

Принимаем бродильный аппарат Б-604 вместимостью 10 м<sup>3</sup>. [1]

Число аппаратов при условии напряженной работы завода:

$$N_{\text{бр}} = V_{\text{х.с.г.}} * 0,1 / V_{\text{бр}} * K_1 * Z_1, \quad (2.35)$$

$V_{\text{х.с.г.}}$  – годовой объем холодного сула данного сорта пива, м<sup>3</sup>;

$V_{\text{бр}}$  – вместимость выбранного стандартного аппарата, м<sup>3</sup>;

$K_1$  – коэффициент заполнения аппарата главного брожения, 0,9;

$Z_1$  – оборачиваемость аппарата главного брожения в месяц для данного сорта пива.

Для пива Сенчу:

$$N_{\text{бр.с}} = 7588,80 * 0,1 / 10 * 0,9 * 3,8 = 22,18$$

Для пива Мартовского:

$$N_{\text{бр.л.}} = 3841,2 * 0,1 / 10 * 0,9 * 3,352 = 12,73$$

Для пива Мартовского:

$$N_{\text{бр.мар}} = 1280,4 * 0,1 / 10 * 0,9 * 2,143 = 6,64$$

Всего аппаратов с учетом двух запасных: 22,18 + 12,7 + 6,64 + 2 = 43,55

Принимаем 44 аппарата. [1]

					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28



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

$$1,805 - 1,03$$

$$1500 - X$$

$$X = 1500 \cdot 1,03 / 1,805 = 855,95 \text{ дал} = 8,55 \text{ м}^3 [1].$$

Вместимость аппарата для дображивания с учетом того, что он будет вмещать молодое пиво из двух аппаратов главного брожения, составит:

$$V_{\text{добр}} = 8,55 \cdot 2 / 0,98 = 17,44 \text{ м}^3 [1].$$

Принимаем аппарат вместимостью 20 м<sup>3</sup>.

Число аппаратов для дображивания:

$$n_{\text{добр.}} = V_{\text{м.п.г.}} \times 0,1 / V_{\text{добр.}} \times K_2 \times Z_2, \quad (2.36)$$

$V_{\text{м.п.г.}}$  – годовой объем молодого пива данного сорта пива

$V_{\text{добр.}}$  – вместимость выбранного аппарата, м<sup>3</sup>;

$K_2$  – коэффициент заполнения аппарата, 0,98;

$Z_2$  – оборачиваемость аппаратов дображивания в месяц для данного сорта пива.

Для Сенчу пива :

$$n_{\text{добр.ж.}} = 7416 \times 0,1 / 20 \times 0,98 \times 1,363 = 27,76 \approx 28$$

Для Львовского пива:

$$n_{\text{добр.л.}} = 3754,8 \times 0,1 / 20 \times 0,98 \times 0,697 = 27,48 \approx 28$$

Для Мартовского пива:

$$n_{\text{добр.м.}} = 1250,4 \times 0,1 / 20 \times 0,98 \times 0,697 = 9$$

Всего аппаратов с учетом двух резервных: 28+28+9+2 = 67 [1]

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

### 4.3 Оборудование дрожжевого отделения

Отделение ЧКД. Для получения ЧКД на заводах с классической схемой сбраживания применяют установку Грейнера. Число бродильных цилиндров устанавливают от 1-го до 4-х в зависимости от количества размножаемых рас.

Для завода производительностью 1,2 млн. дал пива в год принимаем одну установку отечественного производства.

Отделение для хранения дрожжей. В дрожжевом отделении устанавливаем сборники для хранения семенных и товарных дрожжей. Для отделения от избыточных дрожжей пива устанавливают дрожжевой фильтр – пресс. Для данного проекта [1].

При использовании классической схемы применяем вертикальные монжу вместимостью 1 м<sup>3</sup> (1200×1405).

Количество сборников:

$$N_{\text{сб.дрож.}} = V_{\text{др.г}} \times m_1 \times m_2 / V_{\text{сб}} \times 338, \quad (2.37)$$

где  $V_{\text{др.г}}$  – годовое количество семенных или товарных дрожжей, м<sup>3</sup>;

$m_1$  – запас дрожжей, сут ;

$m_2$  - коэффициент, учитывающий кратность разбавления дрожжей водой;

$V_{\text{сб}}$  – объем стандартного сборника, м<sup>3</sup>;

338 – число рабочих дней бродильного отделения.

$$N_{\text{сб.с.др.}} = 65 \times 2 \times 2 / 2,5 \times 0,7 \times 338 = 0,439;$$

$$N_{\text{сб.т.др.}} = 131 \times 2 \times 1,3 / 2,5 \times 0,7 \times 338 = 0,575.$$

Всего сборников с учетом двух запасных  $0,439 + 0,575 + 2 = 3, 014$ . Принимаем 3 сборника.

Для отделения пива от избыточных дрожжей устанавливаем дрожжевой рамный фильтр-пресс Ф1Р2-315/45К. Для создания вакуума в сборниках принимаем вакуум-насос КВН-4 производительностью 20м<sup>3</sup>/час. Для подачи дрожжей на фильтр-пресс принимаем плунжерный насос ПТ-1-4,0/100 производительностью 4м<sup>3</sup>/час.

### 4.4 Оборудование фильтрационного отделения

Производительность пивного завода:

$$P_{\text{нас.}} = \sum L \times k_1 \times 0,1 / 21 \times 2 \times 8, \quad (2.38)$$

где  $\sum L$  – общая годовая производительность завода по всем сортам пива, м<sup>3</sup>

					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

$k_1$  – коэффициент пересчета товарного пива в нефильтованное, 1,0204;  
21 – число рабочих дней в месяце;  
2 – число смен;  
8 – продолжительность смены, час.

$$P_{\text{нас}} = 1200000 \times 1,0204 \times 0,1 / 21 \times 2 \times 8 = 364,42 \text{ дал/ч} = 3,6 \text{ м}^3/\text{ч} [1].$$

Из таблицы 3.27 [1] принимаем диатомитовый фильтр РЗ-ВФД-4 производительностью 500 дал/час. Габаритные размеры, мм (4010×1000×1050)[1]

Для охлаждения пива принимаем 1 пластичный теплообменник ВО1-У5 производительностью 500 дал/час [1].

Для насыщения пива диоксидом углерода принимаем карбонизатор пива в потоке Ш4-ВКП-12 производительностью 1200 дал/час [1].

Для хранения фильтрованного пива применяем сборники – мерники вместимостью 10 м<sup>3</sup> (2200×3825) [1]. Количество сборников рассчитываем на суточный запас фильтрованного пива при коэффициенте заполнения сборников 0,9.

$$N_{\text{сб.ф.п}} = 12142 / 238 \times 10 \times 0,9 = 5,66$$

С учетом двух запасных принимаем 8 сборников [1].

					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

Спецификация технологического оборудования представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Спецификация технологического оборудования

№ позиции	Наименование, тип, марка оборудования	Количество	Техническая характеристика: производительность, вместимость, габаритные размеры, мощность двигателя.
1	2	3	4
33	Бродильный аппарат Б-604	44	$V=10 \text{ м}^3$ , $d=2000 \text{ мм}$ , $a=3400 \text{ мм}$ , $m=562 \text{ кг}$
35	Аппарат дображивания	67	$V=20 \text{ м}^3$ , $d=2400 \text{ мм}$ , $a=4550 \text{ мм}$ , $m=991,5 \text{ кг}$
43	Стерилизатор суслу	1	$a=1700 \text{ мм}$ , $b=1500 \text{ мм}$ , $h=300 \text{ мм}$
44	Бродильный цилиндр	2	$a=850 \text{ мм}$ , $b=850 \text{ мм}$ , $h=2380 \text{ мм}$
45	Аппарат предварительного брожения	1	$a=2500 \text{ мм}$ , $b=2050 \text{ мм}$ , $h=3856 \text{ мм}$
50	Вакуум-сборник	4	$V=1000 \text{ дм}^3$ , $d=1200 \text{ мм}$ , высота 1405 мм
49	Фильтр-пресс дрожжевой Ф1Р2-315/45К	1	$a=1750 \text{ мм}$ , $b=1000 \text{ мм}$ , $h=645 \text{ мм}$
47	Вакуум-насос КВН-4	1	$\Pi = 20 \text{ м}^3/\text{час}$
48	Плунжерный насос ПТ-1-4,0/100	1	$\Pi = 4 \text{ м}^3/\text{час}$

Продолжение табл. 3

1	2	3	4
37	Диатомитовый фильтр РЗ-ВФД-4	1	N= 5,9 кВт, a=4010 мм, b=1000 мм, h=1050 мм, m=2210 кг
36	Пластинчатый теплообменник ВО1-У2,5	1	П=2500 дм <sup>3</sup> /час, a=1650 мм, b=700 мм, h=1200 мм, m=357 кг
40	Карбонизатор пива Ш4-ВКП-12	1	П=1200 дал/час
41	Форфасы	8	V=10 м <sup>3</sup> , a=2200 мм, b=3825 мм

5 Техничко-химический и микробиологический контроль производства в бродильно-лагерном отделении.

Техничко-химический контроль является основным средством наблюдения за правильностью проведения технологических производств приготовления пива. Правильно организованный и поставленный контроль производства обеспечит выпуск продукции, отвечающей действующим стандартам [8].

В таблице 4.1 приведена схема технохимического контроля [8].

Таблица 4.1 – Схема технохимического контроля

Объект контроля	Контролируемый показатель	Периодичность контроля, место отбора пробы	Метод контроля
1	2	3	4
<b>Цех брожения и дображивания</b>			
Молодое пиво	Массовая доля сухих веществ	В каждом бродильном танке	Сахаромер
	Температура	В каждом бродильном танке	Термометр ТС-4
	Температура воды в дрожжанке	В каждой ванночке с дрожжами	Термометр ТС-4
	Видимый экстракт	В каждом бродильном чане	Сахаромер
	Видимая степень сбраживания	В каждом бродильном чане	Расчетный
Пиво в танках	Шпунтовое давление	Постоянно	Манометр
Пиво, предназначенное к выпуску	Органолептические показатели	Ежедневно в средней пробе от каждой партии, предназначенной к выпуску	ГОСТ 31711-2012
	Содержание спирта	Ежедневно в средней пробе от каждой партии, предназначенной к выпуску	ГОСТ 12787-81

Продолжение табл. 4.1

1	2	3	4
	Действительный экстракт	Ежедневно в средней пробе от каждой партии, предназначенной к выпуску	ГОСТ 12787-81
	Массовая доля сухих веществ	Ежедневно в средней пробе от каждой партии, предназначенной к выпуску	ГОСТ 12787-81
	Действительная степень сбраживания	Ежедневно в средней пробе от каждой партии, предназначенной к выпуску	
	Цветность	Ежедневно в средней пробе от каждой партии, предназначенной к выпуску Постоянно	ГОСТ 12788-87
<b>Дрожжевое отделение</b>			
Дрожжи, чистая культура	Бактерии, нежизнеспособные	При передаче	Из размножителя
	Дрожжи, дикие дрожжи		
Дрожжи семенные	Нежизнеспособные дрожжи,	Монжю	Ежедневно после промывки дрожжей
	Содержание гликогена,		
	Дикие дрожжи		
<b>Отделение дображивания</b>			
Пиво в конце срока дображивания	Из лагерных танков	Стойкость при 20°C	Из каждого танка за 7 дней до конца созревания

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 [8].

Схема микробиологического контроля представлена в таблице 4.2.

					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36



Таблица 4.2 – Схема микробиологического контроля при производстве пива.

Объект контроля	Точка отбора пробы	Контролируемый показатель	Периодичность контроля	Метод анализа	Питательные среды	Объем высеваемого материала, см <sup>3</sup>	Температура инкубации, °С	Время инкубации, ч	Допустимое число микроорганизмов в 1 см <sup>3</sup>
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 <sup>3</sup>	Раз в месяц						отсутствуют
Сусло	После Теплообменника	КМАФАнМ	4 раза в месяц	Посев глубокий	СПА или МПА	1,0	30±1	48	300
		Кислотообразующие бактерии	4 раза в месяц	Посев глубокий	СА с молоком	1,0	30±1	72	отсутствуют
	Из стерилизатора после охлаждения	КМАФАнМ	После стерилизации и охлаждения	Посев глубокий	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 сменные	Монжю	Бактерии	Ежедневно в процессе хранения	Микроскопирование в капле 10% щелочи					не более 0,5%
		Нежизнеспособные дрожжи			СА	0,1	24±1	48	не более 5%
		Содержание гликогена							у 70-75% дрожжей
		Дикие дрожжи	При подозрении на дикие дрожжи	Поверхностный посев	СА с мелом	0,1	24±1	48	отсутствуют

Продолжение табл. 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Воздух отделения ЧКД	Воздух помещения	КМАФА нМ	В период разведения ЧКД	Экспозиция 5; 10; 15 мин	СА (СПА)		30±1	24-48	не более 500 в 1м³
	Для аэрации	КМАФА нМ	В период разведения ЧКД	Экспозиция 1 мин	СА или СПА		30±1	24-48	отсутствуют
Эффективность санитарной обработки и оборудования (сливная вода)	Технологическое оборудование, коммуникации	КМАФА нМ	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

## 6 Мероприятия по охране окружающей среды.

При производстве пива образуются отходы и вторичные продукты, которые должны быть удалены или утилизированы. Отходы, образующиеся в бродильно-лагерном отделении:

- кизельгуровый шлам
- углекислый газ
- дрожжи товарные
- остаточные пивные дрожжи
- сточные воды

### *Кизельгуровый шлам*

После фильтрования на 1 гл пива остается около 500 г кизельгурового шлама. Отсюда на каждые 10 000 гл продаваемого пива приходится 5 тонн кизельгурового шлама.

Возможная в принципе подготовка кизельгура для повторного применения очень трудоемка и дорога по сравнению с недопустимым сливом в канализацию вместе со стоками. Термическая регенерация кизельгура путем обработки шлама методом Тремониса (Tremonis) связана с большими вынужденными затратами, но благодаря ей становится возможным повторно применять до 50% материала, сократив тем самым потребность в новом кизельгуре.

Многим пивоваренным предприятиям остается только вывозить кизельгур на свалку. При этом многие свалки во избежание оползней отвалов принимают только пастообразный кизельгур с низким влажосодержанием. В отстойном бассейне или в канализационном трубопроводе кизельгур со временем может так затвердеть, что осадок по прочности не уступает цементу и удаляется с огромным трудом.

По этой причине и с учетом все возрастающих затрат на удаление кизельгурового шлама следует пытаться искать возможности его удаления по приемлемым ценам. Одной из возможностей для этого является обезвоживание кизельгурового шлама путем прессования до влажности ниже 50%, чтобы получить сыпучую структуру. В качестве прессов для кизельгура предлагаются ленточный фильтр или камерные фильтр-прессы.

						Лист
					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### *Углекислый газ*

Двуокись углерода выделяется в процессе спиртового брожения пивного сусла и является побочным продуктом. Около 75 % двуокиси углерода, получаемой при главном брожении, используется для технологических нужд производства пива, остальная часть может быть использована в виде товарного углекислого газа для приготовления безалкогольных напитков или для других целей. По нормам технологического проектирования пивзаводов выход утилизируемого углекислого газа главного брожения составляет 218 г на 1 дал пива.

На крупных пивоваренных заводах (мощностью свыше 5 млн. дал пива в год) утилизация углекислого газа из бродильных баков главного брожения достигает 98 %. На пивоваренных заводах средней мощности (от 1 млн. до 5 млн. дал пива в год) утилизация углекислого газа брожения осуществляется только частично.

Все новостроящиеся и введенные в последнее время в эксплуатацию крупные заводы оборудованы установками по утилизации CO<sub>2</sub> брожения. Утилизируемый углекислый газ используют на технологические нужды, а также для бестарной транспортировки пива, а на ряде заводов и производстве безалкогольных напитков.

Действующие на пивоваренных заводах углекислотные цехи оснащены отечественными и зарубежными углекислотными компрессорами, предназначенными для утилизации и сжижения углекислого газа: ЗУГМ, 2УП производительностью 220 кг/ч, ПРКЗ — производства Чехословакии и АК-100 — производства ГДР.

В данном проекте предусмотрен углекислотный компрессор.

### *Товарные дрожжи*

Товарные дрожжи - это готовый к использованию продукт, отвечающий требованиям соответствующего стандарта. Товарные дрожжи получают при размножении маточных дрожжей в подготовленной питательной среде в дрожжерастильных аппаратах и являются побочным продуктом при производстве пива. Товарные дрожжи выращивают в одну или две стадии. В двухстадийных схемах первую стадию называют генерацией Б или стадией дрожжей, вторую – генерацией В или товарной стадией.

Из отходов товарных дрожжей можно получить кормовую добавку. Дрожжи плохо перевариваются в связи с высокой устойчивостью их клеточных стенок к действию пищеварительных ферментов.

Обработка отходов дрожжей в электромагнитном аппарате кипящего слоя в течение 2-15 мин. при различной напряженности электромагнитного поля позволяет разрушить оболочки дрожжевых клеток. Это способствует увеличению сроков хранения продукта, а также увеличивает кормовую эффективность за счет облегчения их усвоения.

					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Получаемый продукт – гидролизат дрожжевой сертифицирован и соответствует техническим условиям ТУ-9154-002-84050842-2010. Товарный продукт может храниться в течение длительного времени (до 1 года при температуре не выше 100 С) и используется в качестве белково-витаминной добавки в кормовые рационы животных и птицы. В случае гибели дрожжевых клеток в отработанных пивных дрожжах при термической или других видах специальной обработки они теряют кормовую ценность [8].

В работе В.Е. Куцакова был рассмотрен вопрос переработки остаточных пивных дрожжей, так как они являются наиболее ценным отходом пивоварения. Состав пивных дрожжей уникален: витамины группы D, E, F, K и важные микроэлементы, находящиеся в биоусвояемой форме.

В больших количествах в пивных дрожжах содержится трипептид глутатион, имеющий в своем составе глицин, глютаминовую кислоту и цистеин. В дрожжах глутатион находится как в окисленной, так и в восстановительной форме. Глутатион – биохимически важный активатор некоторых ферментов, природный антиоксидант, обладающий противораковыми свойствами.

Качество белка ОПД определяется содержанием в нем всех аминокислот: лизина, гистидина, тирозина, треонина. Разнообразный химический состав биомассы пивных дрожжей делает этот вид отходов весьма перспективным сырьем для производства ценного белково-витаминного ингредиента, используемого в хлебопекарной промышленности.

Количество остаточных пивных дрожжей напрямую связано с количеством выпускаемого пива и составляет примерно 1,2 % объема пива. При пересчете на абсолютно сухое вещество годовые объемы отработанных пивных дрожжей в России могут составить 1,0-1,3 млн т. Однако большая часть отработанных пивных дрожжей оказывается невостребованной.

Основными факторами, препятствующими широкому использованию отработанных, деактивированных пивных дрожжей в пищевой промышленности, являются сильно выраженная горечь и большое количество нуклеиновых кислот, содержащихся в остаточных пивных дрожжах, при расщеплении которых образуются мочевая кислота, что приводит к мочекаменной болезни. Горечь остаточных пивных дрожжей обусловлена образовавшимися из хмеля в процессе производства пива изо-альфа-кислотами. Они в значительном количестве содержатся как в жидкой фазе в остатках молодого пива, так и в адсорбированном состоянии на поверхности дрожжевых клеток. Кроме того, следует отметить, что, несмотря на то, что белок мяса, он плохо переваривается из-за высокой устойчивости полисахаридных клеточных стенок дрожжей к действию пищеварительных ферментов.

					Лист
					41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВТЦ 00.00.000 ПЗ

Существуют способы переработки остаточных пивных дрожжей путем термолиза, автолиза, плазмолиза и цитолиза являются длительными, энергоемкими и сложными для практического применения. При этом готовый продукт имеет недостаточно высокое качество.

Задачей этого исследования было получение белкового ингредиента на основе остаточных пивных дрожжей с повышенной пищевой ценностью за счет увеличения переваримости дрожжевых белков и удаления нуклеиновых кислот.

Технология получения белкового ингредиента из ОПД заключается в том, что остаточные пивные дрожжи разбавляют водой в соотношении 1:1 и концентрируют центрифугированием. Полученный осадок гомогенизируют при перепаде давлений, далее полученную суспензию обрабатывают гидроксидом натрия в течение 10 мин, после чего нейтрализуют соляной кислотой и сушат.

В результате исследования содержание нуклеиновых кислот в готовом продукте, показало, что образцы полученного аппарата из остаточных пивных дрожжей содержат следовые количества РНК, содержание ДНК в образцах менее 0,1%. Такое содержание нуклеиновых кислот увеличивает пищевую ценность получаемого продукта за счет уменьшения риска накопления мочевой кислоты, образующейся в организме из пуринов в составе ДНК и РНК.

Кроме того следует отметить, что переваримость протеина необработанных остаточных сухих пивных дрожжей составляет 40-45%. Таким образом использование данной технологии обработки остаточных пивных дрожжей позволяет увеличить процент переваримости до 92%, что подтверждает результатами исследования содержания сырого и переваримого протеина в образцах полученного белкового препарата: среднее содержание переваримого протеина по ГОСТ51432-99 – 42-43%, тогда как средняя переваримость протеина в образцах полученного белкового препарата – 91-92% [12].

Таким образом, предусмотренные в данном проекте бродильно-лагерного отделения мероприятия позволяют снизить негативное влияние на окружающую среду.

#### *Сточные воды*

Пивоваренное производство связано с большим расходом воды. Большая ее часть образует производственные стоки.

Сточные воды загрязнены веществами исходного сырья, полуфабрикатов. Состав сточных вод зависит от качества применяемого сырья, принятой технологии производства, ассортимента выпускаемой продукции.

Основная часть загрязнений сточных вод пивоваренного производства имеет органическую природу и находится в них в виде растворов, взвесей и коллоидов.

					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Основными показателями, по которым оценивается загрязненность сточных вод, являются цвет, запах, реакция среды (рН), сухой остаток, содержание взвешенных частиц, биохимическое потребление кислорода (БПК), химическое потребление кислорода (ХПК).

Биохимическое потребление кислорода – это количество кислорода (в мг), расходуемое для разложения содержащихся в 1 дм<sup>3</sup> сточных вод органических веществ путем биохимического окисления, которое происходит в результате развития микроорганизмов

На практике определяют потребление кислорода за 5 суток (БПК<sub>5</sub>) и за 20 сут (БПК<sub>20</sub>). Полному окислению органических соединений соответствует БПК<sub>5</sub> = 2 мг О<sub>2</sub> / дм<sup>3</sup>.

Химическое потребление кислорода (ХПК) – количество кислорода (в мг), расходуемое на химическое окисление органических соединений, содержащихся в 1 л сточной воды, бихроматом калия. Определяется путем реакции сильного окислителя с окисляющимися органическими и неорганическими веществами сточной воды. Значения ХПК превышают значения БПК<sub>5</sub>, так как химическому окислению подвергается большее количество органических соединений.

Среднее количество взвешенных частиц в общих сточных водах пивоваренного завода составляет 350 мг О<sub>2</sub> / дм<sup>3</sup>.

Для очистки стоков в данном проекте предусматривается механический способ очистки. Для этого сточные воды пропускают через решетки, песколовушки и отстойники для удаления из них нерастворимых, грубодисперсных примесей. Затем происходит их сброс в городскую канализационную сеть, где осуществляется их дальнейшая очистка.

Таким образом, предусмотренные в данном проекте варочного отделения мероприятия позволяют снизить негативное влияние на окружающую среду.

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

## 7 Безопасность в производственных условиях

### Условия труда

Согласно требованиям санитарно-эпидемиологических правил СП 56.13300.2011 «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий площадь и объем производственного помещения на одного работающего для проектируемого бродильно-лагерного отделения представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Характеристика помещения проектируемого цеха

Цех, отделение	Тип здания и этажность	Строительные размеры, м	Площадь и объем производственного помещения на одного работающего				Периодичность уборки производственного помещения
			м <sup>2</sup>		м <sup>3</sup>		
			норма	факт	норма	факт	
БЛО	Из железобетонных конструкций, одноэтажное	49х24х24,8	4,5	117,6	25	2916,5	2 раз в смену

В бродильно-лагерном отделении в смену работает 2 человека.

Проведенный анализ производственного помещения показал, что площадь и объем, приходящиеся на одного работающего, соответствуют требованиям СП 56.13300.2011 «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий».

Для создания благоприятных условий для рабочих необходимо предусмотреть санитарно-бытовые помещения.

Предусмотренных санитарно-бытовых помещений достаточно и их площади соответствуют требованиям СП 44.13330.11 «Административные и бытовые здания».

В помещении проектируемого цеха предусмотрено искусственное освещение. Нормирование освещения помещений промышленных предприятий производится по СП 52.13300.2011

Ине. № подл.	Подпись и дата
Взам. ине. №	Подпись и дата
Ине. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					44



Таблица 5.2 – Освещенность производственных помещений

Цех, отделение	Группа административного района	Разряд и подразряд зрительно-работы	Искусственное освещение					Тип лампы и исполнение светильников	Естественное освещение, %		Совмещенное освещение, %	
			Освещенность, лк		Общее	Коэффициенты			При верхнем	При боковом	При верхнем	При боковом
			Комбинированное освещение			Ослеплённость	Пульсации, %					
			всего	в т.ч. общего								
БЛО	г. Кемерово 1	Va	400 0	400	200	20	10	Светильник с люминесцентной лампой	-	-	-	-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Оптимальные и допустимые микроклиматические условия выполнены в соответствии с требованиями СанПиН 2.2.4.548 – 96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Данные представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Параметры метеорологических условий.

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С		Температура поверхности, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая
			Выше/ Ниже оптимальной						
Тёплый	Па	20-22	22,1-27,0 18,0-19,9	19-23	17-28	40-60	15-75	0,2	0,1/ 0,4
Холодный	Па	19-21	21,1-23,0 17,0-18,9	18-22	16-24	40-60	15-75	0,2	0,1/ 0,3

В ходе технологического процесса в рабочую зону производственных помещений выделяется влага. Поэтому, для удаления вредных веществ и подачи чистого воздуха в проектируемом цехе предусмотрены вентиляционные системы: вытяжная - для удаления загрязненного воздуха и приточная - для подачи чистого воздуха. Основные системы вентиляции для проектируемых отделений выбраны на основании СП 60.13330.2012 «Вентиляция и кондиционирование воздуха» представлены в таблице 5.4.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					46

Таблица 5.4 - Рекомендуемые системы вентиляции в производственных помещениях

Цех, отделение	Основные выделяющиеся вредности	Система вентиляции		
		Вытяжная	Приточная	
			В холодный период года	В теплый период года
БЛО	Влаговыведение Газовыведения	Принудительная вытяжная вентиляция	Воздушно-тепловые завесы	Воздушный душ

В зависимости от вида теплоносителя системы отопления могут быть: водяные, паровые, воздушные, газовые, электрические.

В бродильно-лагерном отделении существуют следующие опасности: тепло-, влаговыведение, вибрация, шум, повышенная загазованность воздуха рабочей зоны. К вредным факторам относятся механические травмы, электротравмы, падение с высоты, падение на скользком полу, механические разрушения, термические ожоги, статическое электричество.

Име. № подл.	Подпись и дата
Взам. име. №	Име. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					47

Вредные и опасные производственные факторы приведены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Вредные и опасные производственные факторы

№ поз.	Наименование, тип, марка оборудования	Основные выделяющиеся вредности	Опасности	
			Локальные	Опасные аварии
1	2	3	4	5
31	Теплообменник двухсекционный	Вл	Мт	
32	Аэратор	Вл	Мт	
33	Танк брожения	Вл, Г	Мт, Эт, Пв	Фв, Пож
34	Насос пивной	Вл, Вб	Мт, Эт	
35	Танк дображивания	Вл, Г	Мт, Эт, Пв	Фв, Пож
36	Теплообменник односекционный	Вл	Мт	
37	Фильтр диатомитовый	Вл	Мт	
38	Насос	Вл, Вб	Мт	
39	Фильтр обеспложивающий	Вл	Мт	
40	Карбонизатор	Вл	Мт	
41	Форфасы	Вл	Мт	
42	Насос пивной	Вл, Вб	Мт, Эт	
43	Стерилизатор суслу	Вл	Мт	
44	Цилиндр для брожения	Вл	Мт	
45	Аппарат предварительного брожения	Вл	Мт	
46	Можню для хранения дрожжей	Вл		
47	Вакуум-насос	Вб	Мт, Эт	
49	Фильтр-пресс дрожжевой	Вл, Вб	Мт	
50	Сборник пива	Вл	Мт	
51	Сборник товарных дрожжей	Вл		

Условными обозначениями указаны выявленные вредности и опасности.

Вредности: Вб – вибрация; Вл – влаговыделение;

Опасности: Эт – электротравмы; Мт – механические травмы; Пв – падение с высоты, Фв – физический взрыв, Пож – пожар;

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

Технологическая схема бродильно-лагерного отделения с отображением вредных и опасных факторов приведена на рисунке 2.

Инв. № подл.											Лист 49
Подпись и дата											
Взам. инв. №											
Инв. № дубл.											
Подпись и дата											

При проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации предприятий по производству пива, разработке новых технологических процессов и видов оборудования должны быть предусмотрены меры, исключаящие или уменьшающие до допустимых пределов воздействие на работников следующих возможных опасных и вредных производственных факторов (по ГОСТ 12.0.003):

а) физические факторы:

- движущиеся транспортные средства, машины, механизмы;
- повышенная загазованность воздуха рабочей зоны (диоксид углерода в цехах брожения и дображивания, аммиак в холодильно-компрессорных станциях, помещениях, охлаждаемых непосредственным испарением аммиака);
- пониженная температура воздуха рабочей зоны (цехи брожения, дображивания);
- повышенная влажность воздуха (цехи брожения и дображивания);
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- повышенный уровень статического электричества;
- отсутствие или недостаток естественного освещения;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола);

б) химические факторы:

- токсическое и раздражающее воздействие аммиака, моющих и дезинфицирующих средств на органы дыхания, кожные покровы и слизистые оболочки;

в) психофизиологические факторы:

- физические перегрузки;
- нервно-психические перегрузки (монотонность труда).

Для обеспечения безопасных условий труда при производстве должны выполняться следующие организационно-технические мероприятия :

- обучение работников безопасным приемам работы и инструктирование их по вопросам охраны труда, использованию средств коллективной и индивидуальной защиты и осуществление контроля за их правильным применением;
- повышение уровня механизации и автоматизации технологических процессов, использование дистанционного управления;
- обеспечение работников надежными средствами коллективной и индивидуальной защиты;
- устранение непосредственных контактов работающих с исходными материалами и отходами производства, оказывающими вредное воздействие, обеспечение надлежащей герметизации производственного оборудования;

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

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

- оформление письменного распоряжения на проведение работ, которые должны выполняться по наряду-допуску, и организация надзора за проведением этих работ;

- применение рациональных режимов труда и отдыха с целью снижения воздействия на работающих физических и психофизиологических опасных и вредных производственных факторов.

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

Эксплуатация машин и оборудование включает в себя выполнение совокупности мероприятий по уходу, надзору и всем видам ремонта, транспортировки, монтажу и хранению. Производственное оборудование в процессе эксплуатации не должно загрязнять окружающую среду выбросами вредных веществ выше установленных норм.

Для предотвращения механических травм движущиеся части механизмов закрываются кожухами, окрашенными в специальный цвет. Кожухи предусмотрены также для исключения попадания посторонних предметов во вращающиеся детали. Все опасные зоны ограждают (передаточные, приводные, исполнительные механизмы). Ограждение должно быть легким, прочным, надежно закрепленным, легко сниматься во время ремонта, осмотра и чистки оборудования. Если по конструкции недопустимо применение ограждений, то предусматривают предупреждающие надписи, а также средства аварийной остановки, сигнализацию и отключения электроэнергии.

Для предотвращения падения с высоты предусматриваются ограждения. На высоте 0,5 м от пола должны быть предусмотрены перила высотой не менее 1 м со сплошной обивкой снизу не менее 0,15 м. Настил площадок обслуживания и ступени лестниц должны исключать скольжение, что достигается использованием ребренного листа.

Оборудование, работающее под давлением, подвергается техническому освидетельствованию в органах Ростехнадзора периодически и в следующие сроки: внутренние и периодические осмотры перед пуском и периодически каждые 4 года; гидравлические испытания не реже 1 раза в 8 лет.

Качество сварных швов и толщины стенок аппаратов должно проверяться методом неразрушающей дефектоскопии.

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. име. №	Име. № дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	--------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					52

## 8 Специальная часть. Новые расы дрожжей в пивоварении

Русское слово «дрожжи» имеет общий корень со словами «дрожать», «дрожь», они применялись при описании вспенивания жидкости, зачастую сопровождающего брожение, осуществляемое дрожжами. Английское слово «yeast» (дрожжи) происходит от староанглийского «gist», «gyst» что означает «кипеть, пена, выделять газ». Дрожжи - одни из наиболее древних «домашних организмов». Тысячи лет люди использовали их для выпечки и ферментации. Археологи в древнеегипетских городах нашли среди руин пекарни и жернова, а также изображение пивоваров и пекарей. Предполагается, что египтяне начали варить пиво за 6000 лет до н. э., а к 1200 году до н. э. овладели технологией выпечки дрожжевого хлеба наряду с выпечкой пресного хлеба. Для начала сбраживания нового субстрата люди использовали остатки старого. В результате в различных хозяйствах столетиями происходила селекция дрожжей, и сформировались новые физиологические расы, которые не встречались в природе, многие из них изначально были описаны как отдельные виды. Дрожжи такие же продукты человеческой деятельности, как сорта культурных растений.

В 1680 году голландский натуралист Антони ван Левенгук впервые увидел дрожжи в оптический микроскоп, однако не смог их распознать из-за отсутствия движения в них живых организмов. И только в 1857 году французский микробиолог Луи Пастер смог доказать, что спиртовое брожение – это не просто химическая реакция, как считали ранее, а биологический процесс, производимый дрожжами.

В 1881 году Эмиль Христиан Хансен, работник лаборатории датской компании Carlsberg, открыл чистую культуру дрожжей, а в 1883 году впервые вместо нестабильных заквасок использовал её для получения пива. В конце XIX века при его участии создаётся первая в мире классификация дрожжей, в начале XX века появляются коллекции и определители дрожжевых культур.

До середины XX века учёные наблюдали только половой цикл аскомицетных дрожжей и рассматривали их всех как обособленную таксономическую группу сумчатых грибов. Японскому микологу Исао Банно в 1969 году удалось индуцировать половой цикл размножения у *Rhodotorula glutinis*, которая является базидиомицетом.

Современные молекулярно-биологические исследования показали, что дрожжи сформировались независимо среди аскомицетных и базидиомицетных грибов и представляют собой не единый таксон, а скорее жизненную форму.

24 апреля 1996 года было объявлено, что *Saccharomyces cerevisiae* стал первым эукариотическим организмом, чей геном (12 млн пар оснований) был полностью секвенирован. Секвенирование заняло 7 лет, и в нем принимали участие более 100 лабораторий [14].

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. име. №	Име. № дубл.	Подпись и дата						Лист
					Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	53



### *Традиционные расы дрожжей.*

В данный момент в пивоваренной промышленности пользуются такими расами, как: 11,776,41, S и P (львовская раса), а также штаммы 8а (М) и Ф-2.

Штамм 8а (М) выведен методом селекции из пивных дрожжей расы S (львовская) и предназначен для использования при низовом брожении. Эти дрожжи имеют следующие показатели: взрослые клетки односуточной культуры, выращенной на жидком охмелённом сусле с массовой долей сухих веществ 11%, имеют размеры 6,5-7,1 мкм; бродильная активность 2,04 г. CO<sub>2</sub> на 100 мл. сусла за 7 суток при температуре 7°C; флокуляционная способность хорошая; вкус и аромат приятные. В лабораторных условиях штамм хранят на скошенном сусле - агаре при температуре 6-7°C. Пересев производят один раз в 2-3 месяца вначале на охмелённое сусло, а затем на сусло – агар. Длительность пользования дрожжей не более 5-8 генераций. При их использовании интенсифицируется процесс брожения и улучшается качество пива.

Штамм Ф-2 получен гибридизацией пивных дрожжей расы 44 и отличается от существующих штаммов пивных дрожжей способностью сбраживать углеводы сусла, состоящие из четырёх остатков моносахаров. Эти дрожжи предназначенные для проведения низового брожения, имеют размер клеток 10\*4,5-6,5 мкм, бродильная активность 2,40 г. CO<sub>2</sub> на 100 мл. сусла за 7 суток при температуре 7°C. При использовании этого штамма получают глубоковыброженное пиво с повышенной стойкостью.

Из других дрожжей на пивоваренных заводах применяются расы 11, 41, 44, S-Львовская и другие, различающиеся по бродильной энергии, способности к осаждению и энергии роста.

Дрожжи расы 11 – сильносбраживающие, с хорошей способностью к осветлению. Пиво, полученное с применением дрожжей расы 11, имеет хороший вкус. Эта раса получила широкое распространение на пивоваренных заводах.

Дрожжи расы 41 – среднесбраживающие, с хорошей способностью к осаждению. При сбраживании сусла расой 41 получается мягкое пиво с чистым вкусом.

Дрожжи расы 44 – среднесбраживающие. Способность к осаждению хорошая. Сообщают пиву полноту вкуса и дают хорошие результаты при применении в производстве воды с повышенной жесткостью.

Дрожжи расы S – среднесбраживающие. Способность к осаждению хорошая. Дают пиво с мягким чистым вкусом.

Дрожжи расы P – среднесбраживающие, хорошо осветляют пиво и обуславливают приятный чистый вкус.

Дрожжи расы F характеризуются хорошей способностью к осветлению и сообщают пиву приятный аромат. Раса устойчива к действию посторонних микроорганизмов.

Дрожжи расы А (выделены на рижском пивоваренном заводе «Алдарис») сбраживают сусло за 7-8 суток, хорошо осветляют пиво и устойчивы к инфекции [17].

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

### Новые расы дрожжей в пивоварении

Пивоваренные дрожжи "*Saccharomyces cerevisiae*" как верховые, так и низовые широко используются для сбраживания солодового сусла и получения пива. В производственных условиях штаммы дрожжей "*Saccharomyces cerevisiae*" культивируются при температуре 25-30°C и оптимальном значении рН 4,6-5,5, по своим физико-биохимическим особенностям сбраживают глюкозу, сахарозу, мальтозу, рафинозу, и слабо галактозу, при выращивании усваивают следующие источники углерода: глюкозу, галактозу, сахарозу, мальтозу, рафинозу, мелицитозу, этанол, молочную кислоту и слабо трегалозу и а-метил-д-глюкозид. Нитраты не ассимилирует. Способ, условия и состав среды для хранения и размножения используется стандартный, то есть разбавленное пивное сусло, температура 25-30°C и рН 4,5-5,5. Хранение на твердом сусло-агаре, размножение на жидком разбавленном сусле, пересевы при хранении 1-2 раза в год при условии хранения культуры в холодильнике.

Известны различные штаммы дрожжей "*Saccharomyces cerevisiae*", в которых наблюдается индивидуальная изменчивость внутри вида, что приводит к получению пива с различными оттенками вкуса.

Известны, например, дрожжи "*Saccharomyces cerevisiae*" расы Пильзенская, расы 776 типа Фроберга, способные сбраживать охмеленное пивное сусло с получением пива светлых сортов.

Дрожжи расы 776 считаются особенно пригодными для сбраживания сусла, приготовленного с добавкой несоложенных материалов или из солода, полученного проращиванием ячменя с невысокой степенью прорастаемости. Культура дрожжей расы 776 обладает конечной степенью сбраживания сусла 75-77%, время главного брожения 6-8 сут.

Известно применение низовых дрожжей "*Saccharomyces cerevisiae*" расы 308 для получения пива светлых сортов хороших вкусовых качеств. Процесс главного брожения составляет 7-10 суток. При брожении дрожжи собираются хлопьями и оседают на дно бродильного чана, образуя плотный осадок. Конечная степень сбраживания сусла составляет 82-83%.

Штамм "*Saccharomyces cerevisiae*" Д-202 депонирован во Всероссийском научно-исследовательском институте сельскохозяйственной микробиологии Российской академии сельскохозяйственных наук под номером 11, хранится в коллекции культур микроорганизмов. Штамм характеризуется следующими культурально-морфологическими признаками. Односуточная культура дрожжей на жидком сусле представляет собой одиночные округло-овальные и вытянутые клетки с почками размерами (5,0-7,0), (7,5-10,0) мкм. На дне пробирки образуется плотный осадок.

На сусло-агаре образует гладкие выпуклые конусовидные колонии беловато-кремового цвета пастообразной консистенции с ровным краем. На ацетатной среде на четвертый день образует сумки со спорами.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					55

Рост на безвитаминой среде отсутствует. Штамм Д-202 является ауксотрофом по биотину. Штамм сохраняется методом пересевов на слегка скошенном солодовом сусле - агаре с 7% сухих веществ (рН 5,0-5,5), разлитом высоким слоем (по 10 мл) в пробирки. Пересевы на свежие среды проводят один раз в 2-3 мес. Пробирки с посевами помещают на два дня в термостат при 25-30°C. После этого пробирки закрывают пергаментными колпачками и ставят в холодильник при 5оС с пересевами 1-2 раза в год. Клетки штамма сбраживают солодовое охмеленное сусло с массовой долей сухих веществ от 10 до 20% при рН 4,4 при 14-18оС. Коэффициент размножения дрожжей 1:5. Конечная степень сбраживания сусла 88,5%. Время главного брожения 3-8 сут (в зависимости от плотности сусла). Способность к оседанию хорошая. Качество получаемого пива соответствует требованиям технических условий [19].

### *Влияние химических факторов на жизнедеятельность дрожжей*

Сегодня из наиболее интенсивно развивающихся направлений научной и технической мысли являются нанотехнологии. Соответственно, расширяются перечень отраслей промышленности, в которых используются наночастицы и нанопрепараты, и спектр технологических задач, которые могут быть решены за счет их применения. Наноконпоненты влеходят в состав продукции самого разного типа: пищевых продуктов и средств для их упаковки, спорттоваров, одежды, косметики, лаков, продукции военного назначения.

Почти неизбежное следствие такого положения дел – это накопление наночастиц, обладающих исключительно высокой проникающей способностью в окружающей среде, прежде всего, в почвах, грунтовых и поверхностных водах. Это может привести к тому, что в составе сырья наночастицы различных типов будут во все больших и больших количествах поступать в технологические циклы различных, в том числе, пищевых производств. Даже при том, что концентрации наночастиц в технологических средах, вероятно, будут невысоки, их присутствие может вызывать различные, в том числе, негативные воздействия на производственные процессы, особенно базирующиеся на использовании биологических объектов различных уровней сложности.

Такое предположение основывается на мнении о токсичности наноматериалов, высказываемом целым рядом авторов. Проведенные исследования продемонстрировали выраженный негативный эффект, оказываемый даже малыми концентрациями наночастиц серебра и, в меньшей степени, других металлов, на амилолитическую активность микробных ферментных препаратов, способность прорастания пиваренного ячменя, развитие дрожжевых популяций на стадии главного брожения, эффективность процессов, протекающих при приготовлении затворов в пивоваренных производствах.

Ине. № подл.	Подпись и дата
Взам. ине. №	Подпись и дата
Ине. № дубл.	Подпись и дата
Подпись и дата	

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

Все это, делает целесообразным изучение влияния на качество сырья, полупродуктов и готовой продукции пищевых, в частности, бродильных производств как можно более широкого перечня наночастиц и наноматериалов и, в случае выявления их негативного воздействия, разработку способов устранения последнего, в том числе, и с помощью ранее разработанных способов.

В работе Карпенко Д.В исследовали влияние нанопрепарата оксида цинка на развитие популяций пивных дрожжей низового брожения. Причины такого выбора следующие:

- различные нанопрепараты оксида цинка используются или предложены для применения в производстве различной продукции, следовательно, существует вероятность их присутствия в окружающей среде и попадания в технологические среды пивоварения.

- изучалось влияние того же нанопрепарата на другие виды сырья пивоваренного производства

В экспериментах факторы использовали сухие низовые дрожжи Weihenstephan. Использование сухих дрожжей без предварительного разбраживания было обусловлено желанием сохранять в экспериментах как можно более близкие стартовые условия, в том числе, и состояние засевных дрожжей, и количество дрожжевых клеток в питательной среде использовали не суло, состав которого в большой или меньшей степени меняется от партии к партии, а 5 % раствор сахарозы, который стерилизовали несколькими последовательными кипячениями. Культивирование дрожжевых популяций вели при температуре 21-24 °С в течение 3 суток без принудительного перемешивания. Сразу после засева питательной среды, а так же после окончания культивирования определяли общее количество клеток и массу емкости со средой. Кроме того, после культивирования подсчитывали количество мертвых клеток дрожжей. Эксперименты серии проводились последовательно, а не параллельно.

Таким образом, контролируемые показатели были:

- общее количество клеток
- мертвые клетки
- убыль массы

В опытных вариантах в питательную среду непосредственно после засева дрожжами добавляли нанопрепарат оксида цинка в таких количествах, чтобы обеспечить значение их концентраций. В качестве контрольного использовали вариант, в котором наноксид цинка не добавляли. Для удобства сравнения результатов различных экспериментов значения любого из определяемых показателей в опытных вариантах выражали в процентах к значению того же показателя в контроле этой серии.

В условиях эксперимента нанопрепарата цинка продемонстрировали сложное и разнонаправленное воздействие на все контролируемые показатели, из них в меньшей степени – на убыль массы.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

Не находит адекватного объяснения тот факт, что самая низкая из применявшихся в эксперименте концентрация наноцинка –  $0,001 \text{ мг/см}^3$  - вызвала существенное ингибирование накопления дрожжевых клеток. Десятикратное увеличение концентрации препарата также привело к негативным последствиям, однако при содержании наночастиц оксида цинка  $0,025 \text{ мг/см}^3$  зафиксировано существенное возрастание общего титра – почти в 2,5 раза по сравнению с контролем. Наихудшим образом дрожжевая популяция развивалась при самой высокой из рассмотренных концентраций наноцинка ( $0,05 \text{ мг/см}^3$ ).

Авторы отметили, что во всем диапазоне нанопрепарата оксида цинка оказывал очень слабое влияние на убыль массы питательной среды, причем последняя была минимальна именно в варианте, в котором наблюдался наибольший прирост дрожжевых клеток.

В целом можно заключить, что результаты первой серии экспериментов достаточно противоречиво, не все они находят адекватное объяснение. Поэтому рассмотренную серию авторы решили повторить в тех же условиях, за исключением того, что культивирование проводили при постоянном перемешивании, для чего колбы помещали в установку для выращивания микроорганизмов «УВМТ-12-250»

При концентрации препарата  $0,001 \text{ мг/см}^3$  наблюдали очень существенное ингибирование прироста дрожжевых клеток. Результаты других опытных образцов заметно отличались от полученных ранее. Так, концентрация нанооксида цинка, равная  $0,01 \text{ мг/см}^3$ , обусловила увеличение общего титра клеток дрожжей на 28% по сравнению с контролем, однако при этом и доля мертвых клеток возросла почти на 70%. В данном эксперименте нанопрепарат цинка практически не оказал влияние на развитие дрожжевой популяции, присутствуя в питательной среде в концентрации  $0,025 \text{ мг/см}^3$ , тогда как ее двукратное увеличение обеспечило увеличение почти в 2 раза общего титра клеток по сравнению с контролем. При этом еще более существенно, что более чем в 3,5 раза возрос и процент мертвых клеток.

В результате, полученные результаты не носят случайного характера – в исследованиях влияния того же нанопрепарата оксида цинка на активность протеолитического ферментного препарата, проводившихся параллельно, был выявлен сходный тип зависимости.

В результате авторы выявили, что нанопрепарат оксида цинка, по крайней мере в условиях эксперимента, может оказывать разнонаправленное воздействие на дрожжевую популяцию: в зависимости от концентрации может наблюдаться как активация, так и подавление развития микробных клеток. Таким образом, исследования в выбранном направлении целесообразно продолжать [16,18].

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

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

*Применение наночастиц серебра для обеспечения безопасности дрожжей рода Saccharomyces.*

Работа Г.В. Баландин посвящена изучению способов ингибирования роста микроорганизмов, являющихся источниками контаминации в бродильных производствах. Целью этой работы было изучение возможности регулирования микробиологических процессов, проходящих при культивировании дрожжевых клеток с применением коллоидных растворов наночастиц серебра различной концентрации.

Наночастицы применялись для ограничения роста грамположительных неспорообразующих (*Micrococcus varians*), грамположительных спорообразующих (*Bacillus cereus*) и грамотрицательных бактерий (*Escherichia coli*). Коллоидные растворы наносеребра были синтезированы с использованием пищевых солибулизаторов на основе полисахарида – гуммиарабика.

В процессе эксперимента дрожжи выращивали в жидких питательных средах в присутствии наночастиц серебра с внесением бактериальных клеток. Авторами показано селективное воздействие наночастиц на смешанные культуры бактерий и пивных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. В ходе исследований установлено, что за 48ч культивирования дрожжей в питательной среде, контаминированной бактериальными микроорганизмами, в образцах, обработанных наночастицами серебра, накапливается на 30% больше биомассы, по сравнению с образцами, не подвергшимися обработке. Выявлена минимальная концентрация частиц серебра в жидкой среде, угнетающая развитие контаминирующих микроорганизмов и не оказывающая видимого влияния на популяции дрожжей. Установлено, что при концентрации наночастиц в питательной среде до 0,01 г/дм<sup>3</sup> содержание мертвых дрожжевых клеток к моменту окончания эксперимента не превышало 2%. Авторы исследований предполагают, что использование коллоидных растворов наночастиц серебра на стадии культивирования дрожжей поможет предотвратить появление бактериальных инфекций, и окажет положительное влияние на рост и развитие дрожжевых клеток [20].

*Сравнительный анализ морфологических особенностей дрожжей Saccharomyces.*

В работе Э.А. Исламмагомедовой и Э.А. Халилова было проведено сравнительное исследование влияния геотермальной воды фенольного класса на морфологические особенности дрожжей *S. Cervisia Y-503* и *S. Oviformis M-12X*, динамику содержания некоторых свободных органических кислот в мелассных питательных средах и сброженных субстратах в процессе синтеза этанола.

Объектами исследования служили штаммы *S. Cervisia Y-503* и *S. Oviformis M-12X* из коллекции дрожжевых культур Прикаспийского института биологических ресурсов ДНЦ РАН.

Ине. № подл.	Подпись и дата
Взам. ине. №	Ине. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

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

Дрожжи выращивали на лабораторной установке глубинным методом в периодическом режиме по известной технологической схеме на мелассных питательных средах с геотермальной водой фенольного класса из скважины №7-Т Кизлярского месторождения.

Морфологические исследования проводили на световом микроскопе СХ-21. Исследования содержания свободных органических кислот в питательных средах и сброженных субстратах осуществлялось методом капиллярного электрофареза.

В результате проведенной работы обнаружили, что содержание исследуемых свободных органических кислот в сброженных субстратах зависит не только от условий культивирования, но и от свойств различных штаммов. По-видимому, это явление можно объяснить различной сбалансированностью метаболических процессов в клетках исследуемых дрожжей. Как показали исследования, наличие геотермальной воды фенольного класса в составе среды культивирования *S. Cervisiae* Y-503 и *S. Oviformis* M-12X оказывает влияние на морфологические и физиологические особенности клеток, в том числе и на обмен исследуемых органических кислот, что в конечном итоге способствует активации процесса спиртового брожения [21].

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. ине. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

## 9 Экономическая часть

### *Анализ рынка темного пива города Кемерово*

На первом этапе исследования был проведен маркетинговый анализ рынка темного пива города Кемерово в Центральном и Ленинском районе.

Представляло интерес выявить наиболее популярные виды темного пива; определить, знают ли покупатели полезных свойствах темного пива; хотели бы потребители видеть на прилавках магазинов больше темного пива, чем светлого.

Исследование проводилось в крупных торговых залах (Лента, Народная Палата, Кора) города Кемерово методом наблюдения и систематизации полученной информации.

В ходе исследования выяснилось, что ассортимент темного пива, намного меньше, чем светлого. Ассортимент представлен на витрине, в специальных холодильных витринах, без стекол, либо на обычных витринах, чтобы покупатель мог спокойно изучить и выбрать продукт, который ему подходит.

Основной ассортимент темного пива, реализуемый в Центральном и Ленинском районе города Кемерово представлен в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Ассортимент темного пива

Наименование	Отличительные особенности	Плотность	Содержание алкоголя	Тара	Объем
1	2	3	4	5	6
Velkopoprovick y Kozel	артезианская вода и несколько видов хмеля.	9,75 %	4 %	Стеклобутылка	0,5 л
Praga	насыщенный карамельный цвет, классический сладковатый вкус солода и минимум горечи.		4,7 %	Стеклобутылка	0,5 л
Dunek Lowenbraw	Использование исключительно ячменного солода	12%	4 %	Стеклобутылка	0,5 л
Балтика №6 Портер	Традиционная рецептура	16%	7 %	Стеклобутылка	0,5 л
Zatecky Gus Cerny	Использование жатецкого хмеля	9,5 %	3,5 %	Стеклобутылка	0,5 л
Tuborg Black	Пиво очень темного цвета с выраженным вкусом	11%	4,8 %	Стеклобутылка	0,5 л

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

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61



Продолжение табл. 6.1

1	2	3	4	5	6
Балтика №4 Оригинальное	При изготовлении которого используется ржаной солод, что придает вкусу оттенок хлеба и легкую горчинку	14,5%	5,6 %	Стеклобутылка	0,5 л
Бархатное Мягкое Фирменное	Сварено по ГОСТу с использованием темного карамельного и ржаного солода	11,7 %	4,6 %	Стеклобутылка ПЭТ	0,47 л 1,42 л
Dunkel	Карамельный аромат	12,3 %	5,2 %	Стеклобутылка	0,5 л
Охота Тёмное	Обладает высокой плотностью и полным бархатистым вкусом, но с повышенным содержанием алкоголя 6,2%	13,4 %	6 %	Стеклобутылка ПЭТ	0,5 л 1,5 л

Из данных таблицы, приведенной выше, видно, что ассортимент темного пива недостаточно емкий. На настоящий момент рынок не заполнен большими объемами товаров разных производителей, особенно отечественных. Покупатель стал очень осведомленным в области качества товаров по средствам доступности и разнообразия продуктов, за счет рекламы, и естественно, продавцу очень трудно быть на плаву, и поэтому ему приходится постоянно следить за полнотой, широтой и новизной ассортимента.

В магазинах нет консультации для покупателя, продавец в лучшем случае может дать информацию покупателю о производителе только по этикетке. Новые товары, как установлено, приводит к тому, что покупатель затрудняется в его выборе. В результате можно сделать вывод, что необходима реклама, чтобы быть на уровне с уже известными брендами темного пива.

*Выявление вкусовых предпочтений населения города Кемерово*

Производителю необходимо знать, какими потребительскими свойствами должен обладать продукт, чтобы он был востребован на рынке или, иными словами, чем руководствуется потребитель, предпочтение к конкретному продукту?

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

Очевидно, первое, что приходит в голову при ответе на поставленный вопрос — это цена. Однако помимо ценового фактора существуют и другие – не ценовые, основанные на качестве продуктов, рекламе, условиях продажи. При этом стоит отметить, что перечисленные факторы имеют не одинаковую степень (коэффициент) весомости для различных слоев населения. Исходя из того, что изготавливается темное пиво на основе темного солода, следует оценить его ценовую принадлежность в зависимости от производителя и сделать вывод, где выгоднее закупать сырье.

Характеристика ценовой категории темного пива г. Кемерово представлена в таблице – 6.2

Таблица 6.2 – Характеристика ценовой категории темного пива

Магазин	Ассортимент	Производитель	Цена, руб
1	2	3	4
Лента	Velkoropovicky Kozel	ООО «Эфес», Новосибирская область	77 за 0,5 л
	Praga	"Будеёвицкий Мештянский Пивовар», Чехия	182 за 0,5 л
	Балтика №6 Портер	ООО «Балтика-Новосибирск»	64 за 0,5 л
Кора	Tuborg Black	ООО «Балтика-Новосибирск»	44 за 0,5 л
	Балтика №4 Оригинальное	ООО «Балтика-Новосибирск»	62 за 0,5 л
	Охота Темное	ООО «HEINEKEN – Новосибирск»	38 за 0,5 л
Палата	Praga	"Будеёвицкий Мештянский Пивовар», Чехия	182 за 0,5 л
	Балтика №6 Портер	ООО «Балтика-Новосибирск»	64 за 0,5 л
	Zatecky Gus Cerny	ООО «Балтика-Новосибирск»	89 за 0,5 л
	Балтика №4 Оригинальное	ООО «Балтика-Новосибирск»	62 за 0,5 л
	Охота Тёмное	ООО «HEINEKEN – Новосибирск»	38 за 0,5 л
Палата	Velkoropovicky Kozel	ООО «Эфес», Новосибирская область	77 за 0,5 л
	Dunkek Lowenbraw	ОАО "САН ИнБев", г.Омск	53 за 0,5 л

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

1	2	3	4
	Балтика №6 Портер	ООО «Балтика-Новосибирск»	62 за 0,5 л
	Zatecky Gus Cerny	ООО «Балтика-Новосибирск»	86 за 0,5 л
	Tuborg Black Бархатное	ООО «Балтика-Новосибирск»	44 за 0,5 л
	Бархатное Мягкое Фирменное	ООО «Балтика-Новосибирск»	52 за 0,47 л 142 за 1,42 л
	Dunkel	ОАО "САН ИнБев", г.Омск	54 за 0,5 л

### Анкетирование

Была разработана анкета, включающая 8 вопросов по исследованию потребительских предпочтений (Приложение А) для опроса покупателей, состоящая из информационных блоков, направленных на решении следующих задач:

- составление социально-демографического портрета потребителя (возраст, образование).
- выявление желания потребителей на рынке темного пива видеть отечественного производителя;
- выявление наиболее популярного темного пива;

В городе Кемерово проводился уличный опрос респондентов в режиме интервью. Количество опрошенных – 25 человек, из них 13 мужчин и 12 женщин.

Одним из наиболее важных признаков покупателя является возраст. Он во много определяет привычки и образ жизни человека. В соответствии с возрастом можно определить, на каком жизненном цикле находится человек и его семья. Распределение респондентов по возрасту представлено на рисунке 1.

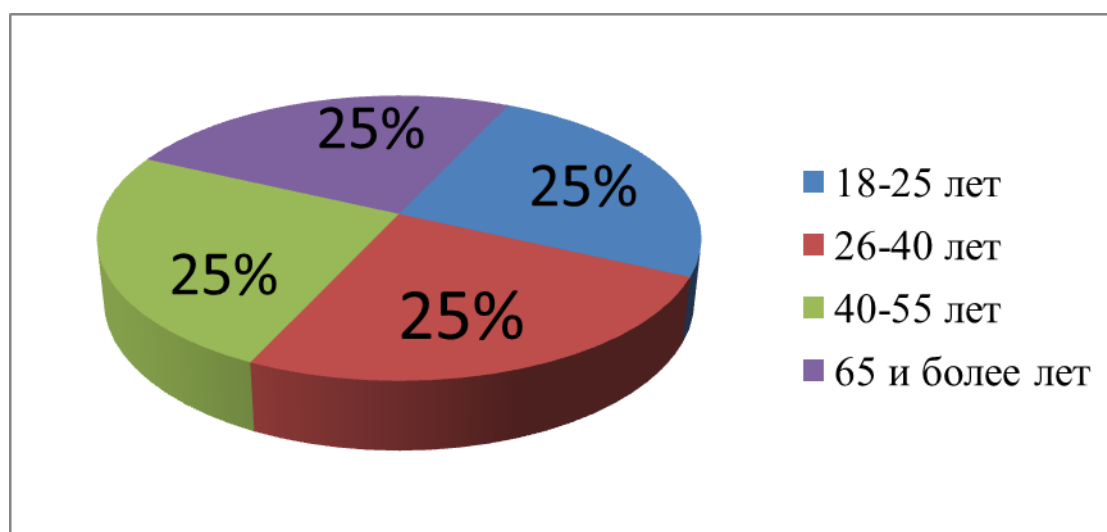


Рисунок 1- Распределение респондентов по возрастной категории

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

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

Из диаграммы следует, что намеренно было опрошено одинаковое количество человек из каждой возрастной группы, чтобы в полной мере оценить по каким признакам делают выбор люди разных возрастов.

Образование во многом определяет культурный уровень человека, а, следовательно, не может не влиять на его привычки и предпочтения. В связи с этим является интересным рассмотреть состав потребителей темного пива по образованию (Рисунок 1.2)

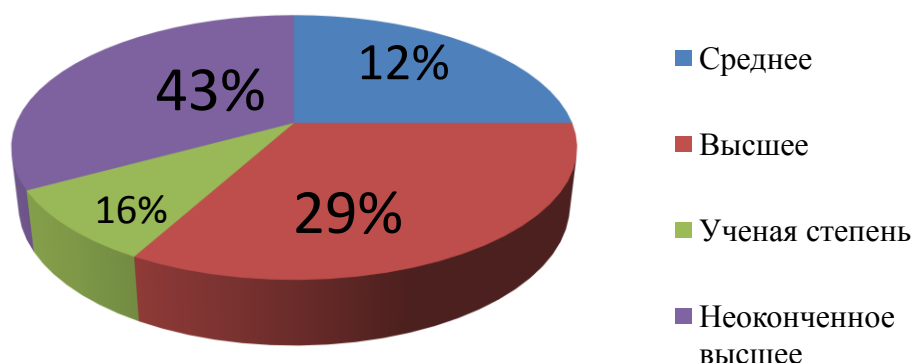


Рисунок 1.2 - Распределение респондентов по категории «образование»

Полученные данные свидетельствуют о том, что основными покупателями темного пива являются люди, с высшим образованием (29%) и с неоконченным высшим образованием (43%).

В анкете был сформулирован вопрос о предпочтениях при выборе темного пива. По результатам опроса построена диаграмма (Рисунок 1.3).

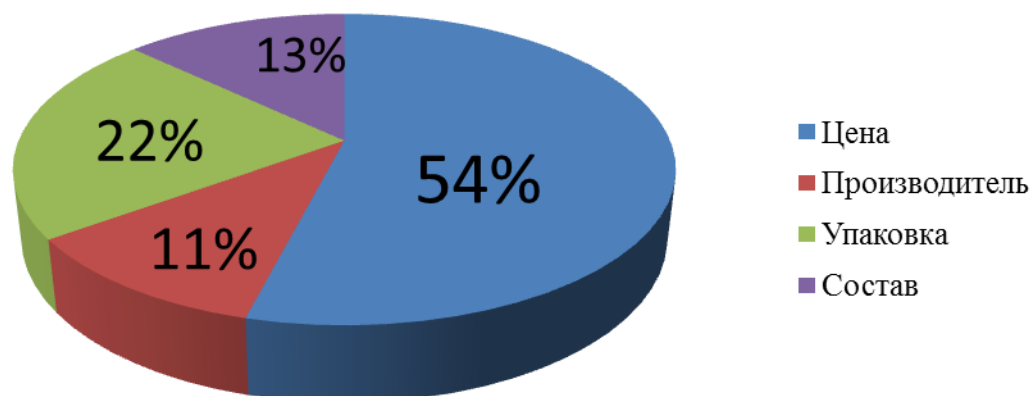


Рисунок 1.3- Распределение респондентов по основным предпочтениям

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

Таким образом, из диаграммы следует, что большинство потребителей (54%) обращают внимание на цену при выборе пива. На втором месте – это внешний вид, т.е. этикетка, стеклотылука, ПЭТ или обычная алюминиевая банка. Последнее место занимает производитель, это объясняется тем, что потребителя мало интересует, где был произведен данный вид пива.

Решив конкретизировать продукт, который нас интересует, в анкету был включен вопрос о частоте употребления темного пива. Распределение предпочтений по данному вопросу представлено на рисунке 1.4.

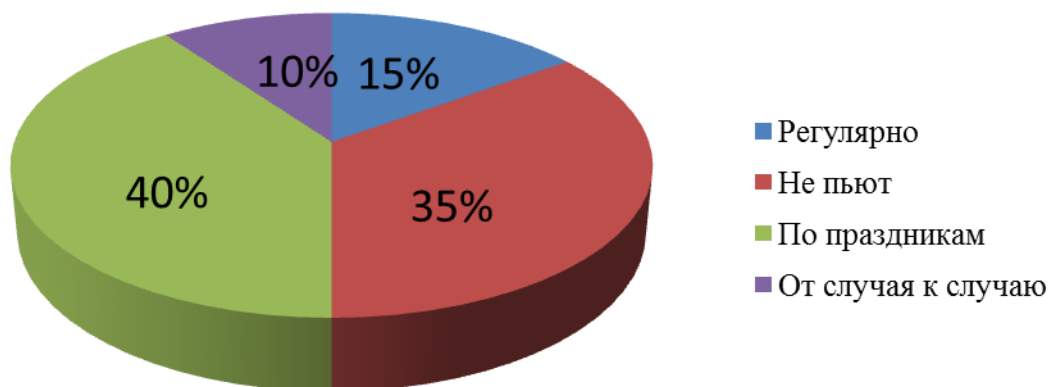


Рисунок 1.4 - Распределение респондентов по частоте употребления темного пива

Таким образом, 40% респондентов употребляют пиво по праздникам в кругу друзей или родных; 35% потребителей вовсе не пьют темное пиво, объяснив это тем, что в пиве нет ничего полезного, а только ухудшает состояние здоровья; 15% употребляют пиво регулярно, но в умеренных количествах.

Для составления полной картины о покупательских предпочтениях потребителей необходимо узнать, какой вид темного пива они любят больше всего. Распределение предпочтений по данному вопросу представлено на рисунке 1.5.

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

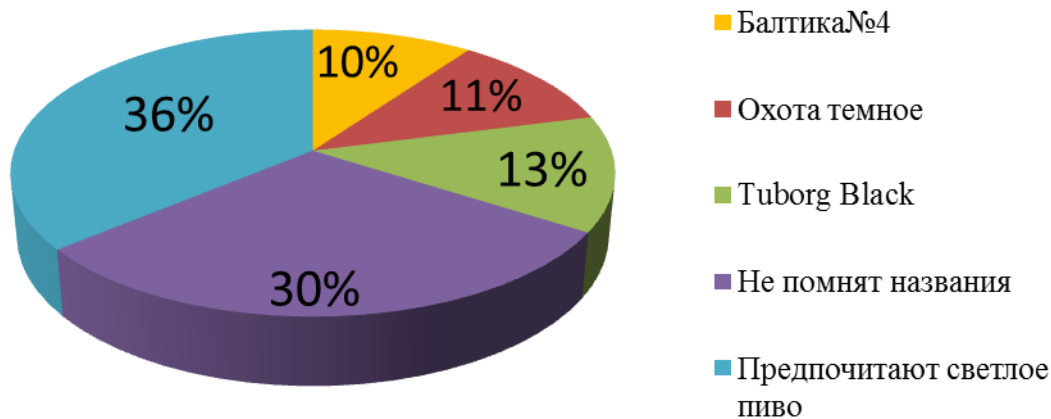


Рисунок 1.5 - Распределение респондентов по брендовому предпочтению темного пива

Большинство потребителей (36%) предпочитают светлое пиво, чем темное. 30% не помнят название темного пива, которое они предпочитают. Остальные респонденты из всего ассортимента пива больше все выбрали Балтика№4 (10%), Охота темное (11%), Tuborg Black (13%).

Чтобы убедиться, важно ли покупателям полезность продукта, который они употребляют, вопрос об этом был включен в анкету. Результаты представлены на рисунке 1.6.

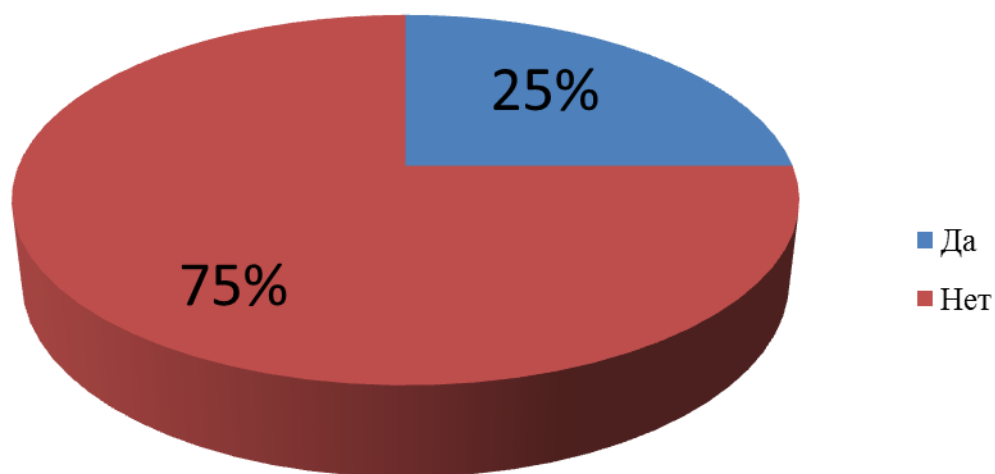


Рисунок-1.6 Распределение респондентов по полезности пива

Большая часть респондентов (75%) считают, что пиво – это не полезный напиток, который приносит вред здоровью. И лишь небольшая часть опрошенных (25%) знает о полезных свойствах пива.

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

Не мало важным показателем является производитель, особенно если стоит выбор перед российским и зарубежным. Сейчас на рынке представлены в основном российские бренды темного пива. Стало интересным, хотят ли потребители видеть темное пиво больше отечественного производства или зарубежного. Результат этого исследования представлен на рисунке 1.7.

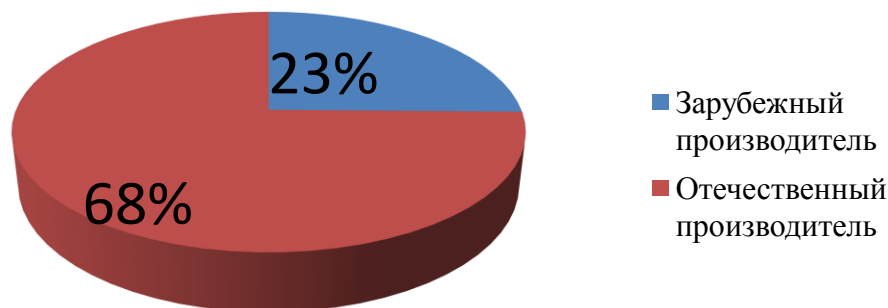


Рисунок-1.7. Распределение респондентов по зарубежному или отечественному производителю.

Большинство потребителей (68%) хотят потреблять пиво отечественного производителя, так как считают, что это дешевле. Остальная часть респондентов (23%) предпочитают пиво зарубежного производителя, потому что используется более качественное сырье для производства пива.

Цена – это очень важный показатель любого товара или услуги. Нельзя начать производство чего-либо, если нет уверенности, что это будут покупать. Именно поэтому необходимо узнать, какие цены приемлемы для потребителей на темное пиво. Результаты отражены на рисунке 1.8

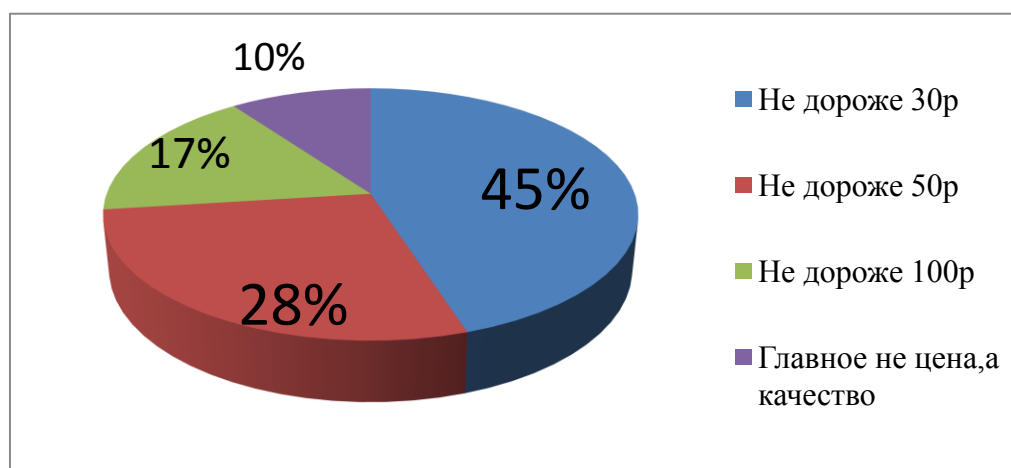


Рисунок-1.8 Распределение респондентов по ценовым предпочтениям к темному пиву

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					68

Данные диаграммы показывают, что большая часть потребителей не готовы особо тратить на покупку темного пива (45%), следовательно, необходимо экономить на всех стадиях производства, чтобы снизить себестоимость товара, но это не значит, что нужно экономить на качестве. Товар должен быть вкусным, полезным и достаточно недорогим.

Исходя из проведенного выявления вкусовых предпочтений темного пива населения города Кемерово сделаны следующие выводы:

- Для покупателя самым главным фактором при покупке темного пива является цена, а не состав покупаемого продукта.
- Практически все потребители ничего не знают о полезности темного пива.
- Потребители больше предпочитают светлое пиво, чем темное, а те, кто делает выбор в пользу второго, едва могут вспомнить название.
- Большинство покупателей хотели бы видеть на прилавках пиво отечественного производителя, так как это дешевле.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе данной работы разработана технологическая схема пивоваренного завода производительностью 1,2 млн. дал пива в год., имеющие следующие особенности:

- Классический агрегат;
- Классический способ сбраживания и дображивания

Выполнены:

1) графическая часть, состоящая из двух листов: аппаратурно-технологической схемы и компоновочного плана завода.

2) пояснительная записка, в которую вошли следующие разделы: введение; выбор, обоснование и описание аппаратурно-технологической схемы; продуктовый расчет; расчет и подбор оборудования, расчет складов, специальная часть, экономическая часть.

					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

## Список используемой литературы

1. Борисенко, Т.Н. Технология отрасли. Технологические расчеты по производству пива / Т.Н.Борисенко, Л.В. Пермякова. – КемТИПП. – Кемерово, 2005. – 112 с.
2. Кунце, В. Технология солода и пива / В.Кунце. - С.-Петербург: Изд-во Профессия, 2009. - 912с.
3. Киселева, Т.Ф. Технология солода: учеб.пособие / Т.Ф.Киселева. – Кемерово: КемТИПП, 2005. – 131с.
4. Кретов, И.Т. Технологическое оборудование предприятий бродильной промышленности: ученик / И.Т Кретов, В.Н. Стабников, В.К. Предченский – изд. перераб. и доп. – М: Легкая и пищевая промышленность, 1983 - 464с.
5. Балашов, В.Е. Дипломное проектирование предприятий по производству пива и безалкогольных напитков / В.Е.Балашев. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 288с.
6. Фараджева, Е.Д. Общая технология бродильных производств: учеб. пособие для студентов вузов / Е.Д.Фараджева, В.А.Федоров. – М.: Колос, 2002. – 408 с.
7. Федоренко Б.Н, Пивоваренная инженерия: технологическое оборудование отрасли: учеб. Пособие / Б.Н. Федоренко – Спб: 2009. – 1000 с.
8. Мальцев, П.М. Химико-технологический контроль производства солода и пива / П.М. Мальцев, Е.И. Великая, М.В. Зазирная. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 447 с.
9. Пермякова, Л. В. Выполнение курсового проекта по дисциплине «Технология отрасли». Методические указания для студентов специальности 270500 «Технология Бродильных производств и виноделие» направления подготовки дипломированного специалиста 655600 «Производство продуктов питания из растительного сырья» / Л. В, Пермякова; – Кем ТИПП, Кемерово, 2005. – 68 с.
10. Тихомиров, В.Г. Технология пивоваренного и безалкогольного производств/В.Г. Тихомиров.-М.: Колос,2002. - 447 с.
11. Технология солода, пива и безалкогольных напитков /К. А. Калунянц, В. Л. Яровенко, В. А. Домарецкий и др. – М.: Колос, 2004. – 446 с.

					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

12. Куцакова, В.Е. Технология переработки остаточных пивных дрожжей /В.Е. Куцакова, Т.В. Шкотова, С.В. Ефимова, Т.В. Чичина // Пиво и Напитки. – 2014. – С. 28-31.

13. Айзельт Ж. Ежемесячный журнал пивоваренной науки Ж.Айзельт // Журнал пивоваренной науки. - 2003.- № 7.-С. 256-258

14. Беличенко А.М. Российская пивоваренная промышленность сегодня / А.М Беличенко // Пиво и напитки. - 2008. - № 4. - С. 5-6.

15. Вербина Н.М. Азотистый и витаминный состав пивных дрожжей различных генераций и их физиологическая активность / Н.М. Вербина, Г.И. Фертман // Микробиология.- 2004. - № 2. - С. 292-298

16. Карпенко Д.В. Влияние наночастиц цинка на пивные дрожжи / Д.В. Карпенко // Пиво и напитки. – 2015. - №6. – С.22-23

17. Колчева Р.А. Производство пива и безалкогольных напитков / Р.А. Колчева., Г.А. Еромолаева - М: Агропромиздат, 2005. - 263с.

18. Подкопаев, Д.О. Особенности применения наночастиц в пищевой промышленности / Д.О. Подкопаев [и др.]// Российские технологии.- 2013.- Т.8. № 11-12.-С. 123-126

19. Халилова Э.А. Сравнительный анализ пивоваренных дрожжей / Э.А. Халилова // Пиво и напитки – 2014. - № 2.- С. 32-33

20. Баландин Г.В.. Применение наночастиц серебра для обеспечения безопасности дрожжей рода *Saccharomyces* / Г.В. Баландин // Пиво и напитки. – 2015. -№5. – С.20-24

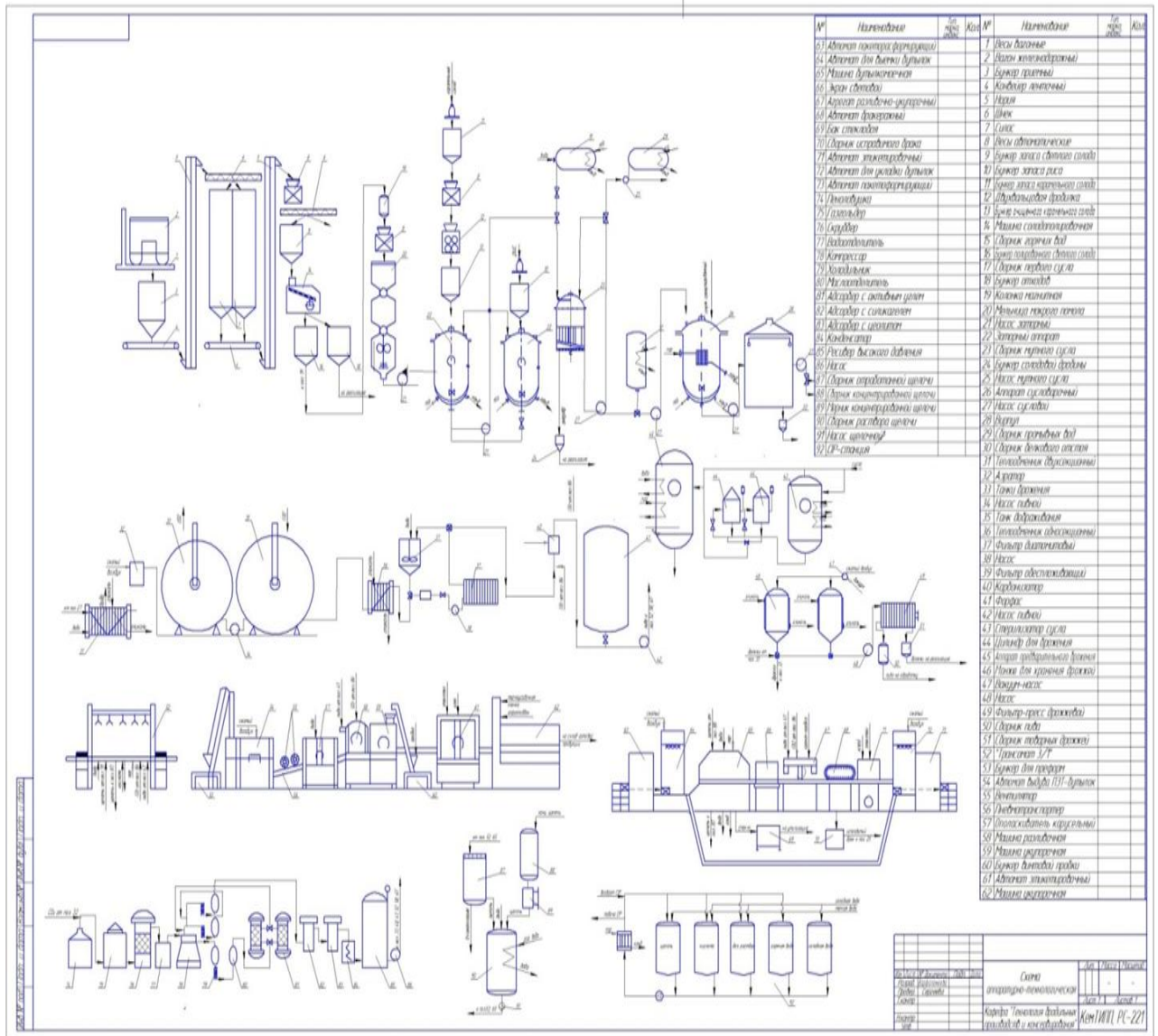
21. Исламмагомедова Э.А. Сравнительный анализ морфофизиологических особенностей дрожжей *Saccharomyces* / Э.А. Исламмагомедова, Э.А. Халилова // Пиво и напитки. – 2014. - №2. – С.32-34

					ВТЦ 00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

# Приложение А

(обязательно)

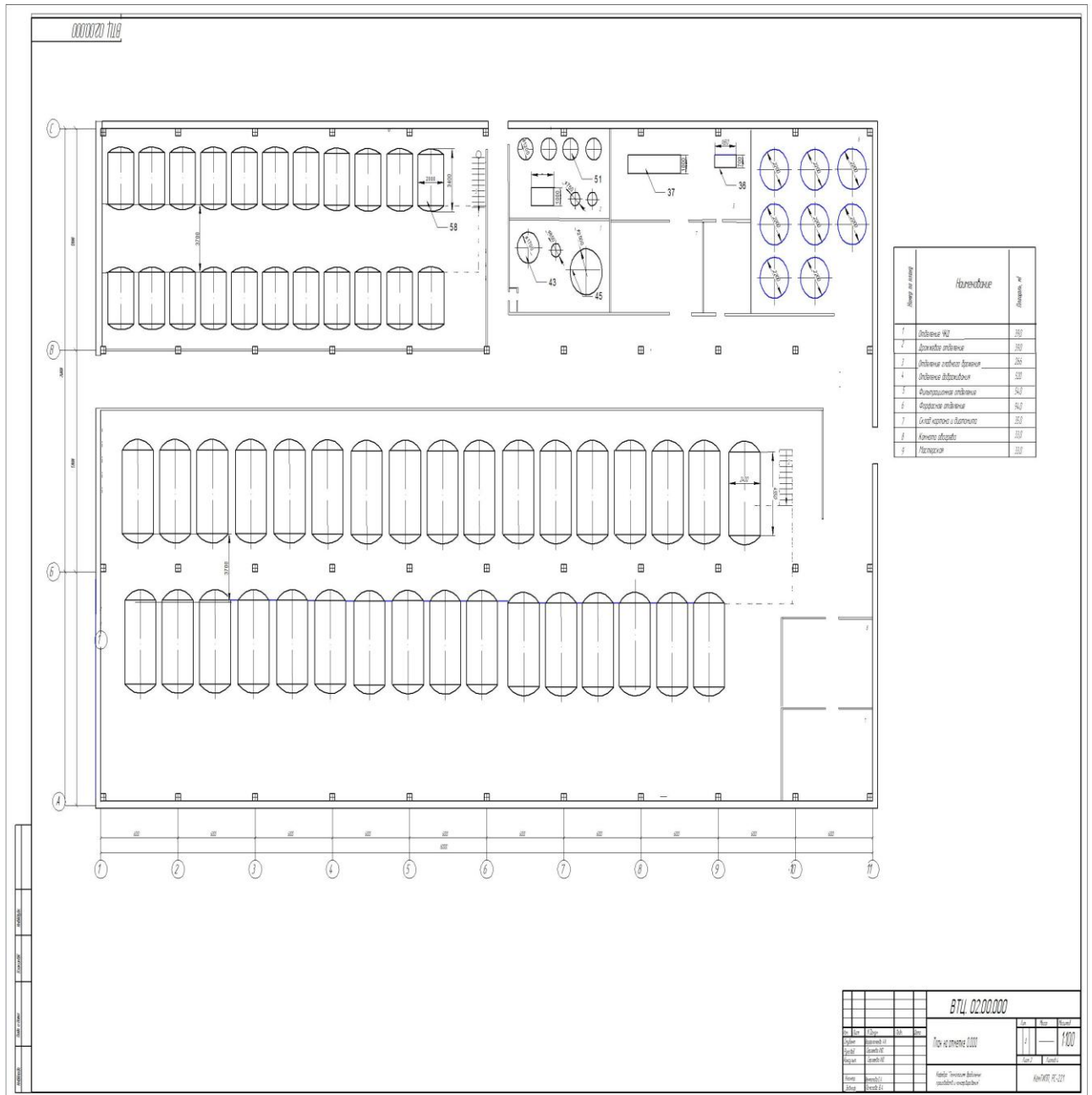
## Схема аппаратурно-технологическая



# Приложение Б

(обязательное)

## План на отметке 0.000



Приложение В  
(обязательное)  
Специальная часть

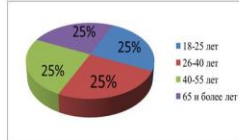
Раса дрожжей	Описание
Раса Пильзенская	Способные сбраживать охмеленное пивное сусло с получением пива светлых сортов
раса 776 типа Фроберга	Считаются особенно пригодными для сбраживания сусла, приготовленного с добавкой несоложенных материалов или из солода, полученного проращиванием ячменя с невысокой степенью прорастаемости
Раса 308	Для получения пива светлых сортов хороших вкусовых качеств . Процесс главного брожения составляет 7-10 суток
Штамм Д-202	Клетки штамма сбраживают солодовое охмеленное сусло с массовой долей сухих веществ от 10 до 20% . Конечная степень сбраживания сусла 88,5% . Время главного брожения 3-8 сут

				ВТУ 0200.000	
№ п/п	Имя	Фамилия	Подпись	Дата	Время
1					
				Специальная часть	
				Имя: Тимонин Александр Фамилия: Александрович	
				Код: 001	

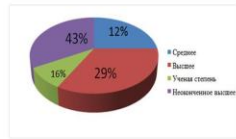
# Приложение Г (обязательное) Экономическая часть

00000020.1119

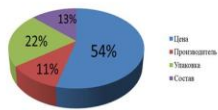
Распределение респондентов по возрастной категории



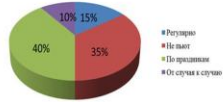
Распределение респондентов по категории «образование»



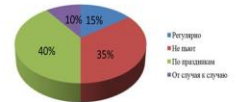
Распределение респондентов по основным предпочтениям



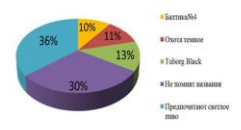
Распределение респондентов по частоте употребления темного пива



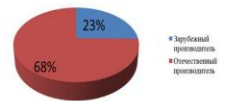
Распределение респондентов по частоте употребления темного пива



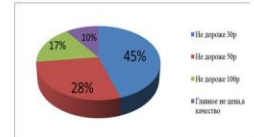
Распределение респондентов по брендовому предпочтению темного пива



Распределение респондентов по зарубежному или отечественному производителю



Распределение респондентов по ценовым предпочтениям к темному пиву



00000020.1119

				ВТЛ 02.00.000	
№	Вид	Удостоверения	№	Вид	№
01	Средств	допускаемых к	01	Средств	допускаемых к
02	Средств	допускаемых к	02	Средств	допускаемых к
03	Средств	допускаемых к	03	Средств	допускаемых к
Итого: 03.00.000			Итого: 03.00.000		
Итого: 03.00.000			Итого: 03.00.000		
Итого: 03.00.000			Итого: 03.00.000		

