

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский государственный аграрный университет»

Агрономический факультет

Кафедра «Растениеводство и плодоовоощеводство»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: «Усовершенствование технологии производства спирта в АО  
«Татспиртпром Мамадышский спиртзавод» Мамадышского района  
Республике Татарстан

Направление подготовки: 35.03.07 «Технология производства и переработки  
сельскохозяйственной продукции»

Направленность (профиль): «Технология производства и переработки  
продукции Растениеводство»

Студент: 145 группы Трескин Максим Анатоельвич  
Ф.И.О \_\_\_\_\_

подпись

Руководитель: Амиров М.Ф.  
Ф.И.О \_\_\_\_\_

д.с.-х.н., доцент  
ученое звание

подпись

Обсуждена на заседании кафедры и допущена к защите (протокол № 8 от 14  
июня 2018 г.)

Зав. кафедрой: Шайдуллин Р.Р. д.с.-х.н., доцент  
Ф.И.О \_\_\_\_\_

ученое звание

подпись

Казань – 2018 г.

## Содержание

Введение .....	3
1 Обзор литературы.....	5
1.1     Состояние и развитие спиртовой отрасли в России.....	5
1.2     Требования, предъявляемые к качеству зерна при производстве спирта.....	6
1.3     Характеристика и народнохозяйственное значение этилового спирта.....	11
1.4Теоретические основы производства этилового спирта.....	13
2 Собственные исследования.....	16
2.1 Материалы и методы исследований.....	16
2.2     Анализ производственно-экономической деятельности предприятия.....	20
2.3Результаты экспериментальных исследований.....	29
2.3.1 Технология возделывания пшеницы.....	29
2.3.2 Технология производства спирта-ректификата .....	31
2.3.2.1 Материальный баланс производства спирта-ректификата..	53
2.3.2.2 Контроль качества готовой продукции.....	59
2.3.3 Экспериментальная часть.....	63
2.3.4 Экономическая оценка экспериментальных исследований.....	67
3 Безопасность жизнедеятельности.....	70
4 Экологическая безопасность.....	77
Выводы.....	82
Предложения производству.....	84
Список использованной литературы.....	85
Приложение А.....	90
Приложение Б.....	91
Приложение В.....	93
Приложение Г.....	95

## Введение

Спиртовое производство представляет собой одну из крупных технически развитых отраслей тесно связанной со многими отраслями народного хозяйства, для которых спирт служит сырьем, основным и вспомогательным материалами.

Спиртовая промышленность – отрасль пищевой промышленности, специализирующаяся на производстве этилового спирта из пищевого сырья.

Этиловый спирт из пищевого сырья используется для производства алкогольных напитков, в медицинских целях, в качестве автомобильного топлива, для нужд радиоэлектроники. Этиловый спирт из непищевых растительных материалов изготавливается на гидролизных производствах с использованием различных химических методов [44].

В настоящее время спиртовая промышленность России переживает кризис, обусловленный неблагоприятным инвестиционным климатом и невозможностью эффективной ценовой конкуренции с теневыми производителями, что приводит к снижению объемов производимой продукции, приостановке работы значительной части предприятий. Одно из направлений, способствующих повышению эффективности функционирования спиртовых заводов – совершенствование технологии брагоректификации, являющейся наиболее энергоёмкой стадией получения пищевого этанола, во многом определяющей его качество [27].

Проблема интенсификации процессов брагоректификации является комплексной, её решение требует разработки новых способов идентификации примесных соединений и их применения на всех стадиях производства; математического моделирования отдельных аппаратов и технологических стадий БРУ; создания перспективных технологий с максимально возможной утилизацией вторичных материальных и энергетических ресурсов, позволяющих получить конкурентоспособную

продукцию с помощью современных способов выявления и выделения примесей [27, 44].

Целью выпускной квалификационной работы является совершенствование технологии производства спирта-ректификата в АО «Татспиртпром «Мамадышский спиртзавод» Мамадышского района РТ.

В соответствии целью работы были поставлены следующие задачи:

- изучить технологии возделывания пшеницы в ООО «АПК Продовольственная программа»;
- совершенствование технологии производства спирта-ректификата в условиях АО «Татспиртпром «Мамадышский спиртзавод»
- оценить и экономически обосновать эффективность производства спирта-ректификата по проектному предложению.

# 1      Обзор литературы

## 1.1 Состояние и развитие спиртовой отрасли в России

Современная спиртовая промышленность характеризуется высокой степенью автоматизации технологических процессов. Получают спирт: зернового сырья (ячмень, рожь, овес и другие зерновые), картофеля, сахарной мелассы и других отходов сахарного производства, плодов ягод (в основном виноград). Производится двумя способами, первый- перегонка, второй- ректификации. Российские предприятия спиртовой промышленности отличаются внедрением непрерывных процессов на всех технологических этапах [31].

На протяжении последних трех лет в России наблюдается подъем производства спирта этилового ректифицированного из пищевого сырья. В 2017 году в России было произведено 53 437,6 тыс. дал спирта этилового ректифицированного из пищевого сырья, что на 15,0% выше объема производства предыдущего года. Ключевая причина роста спроса на этиловый спирт в последние годы – увеличение выпуска алкогольных напитков в стране (без учета пива и пивных напитков).

Производство спирта этилового ректифицированного из пищевого сырья в декабре 2017 года уменьшилось на -15,1% к уровню декабря прошлого года и составило 4560,6 тыс. дал.

Так, в 2014 г их производство, по данным Федеральной службы государственной статистики, составило 1 661,5 млн л, в 2015 г оно увеличилось до 1 723,1 млн л, а в 2016 г – до 1 845,2 млн л. Таким образом, за 2014-2016 гг прирост выпуска алкогольных напитков (без учета пивной продукции) составил 11,1%. Причина роста выпуска алкогольных напитков в стране в последние годы кроется отчасти в экономической ситуации. Статистика свидетельствует, что экономические трудности вызывают рост потребления алкоголя в любой стране с европейской культурой [43].

В период 2014-2017 гг. средние цены производителей на спирт этиловый выросли на 23,1%, с 407,4 руб./дал. до 501,3 руб./дал. Наибольшее увеличение средних цен производителей произошло в 2016 году, тогда темп роста составил 15,9%.

Средняя цена производителей на спирт этиловый в 2017 году уменьшилась на -5,6% к уровню прошлого года и составила 501,3 руб./дал [43].

## 1.2 Требования, предъявляемые к качеству зерна при производстве спирта

Одной из наиболее важных задач, стоящих перед российскими производителями алкогольной продукции, является получение высококачественного этилового спирта. В соответствии с нормативными документами и государственными стандартами к качеству этилового спирта предъявляются высокие требования, которые касаются физико-химических и органолептических показателей [45].

К факторам, влияющим на органолептические показатели этилового спирта, относятся:

- сырье (виды зерна, его состояние, запах, условия хранения и т. д.);
- способ подработки (на складе, в производстве, степень помола);
- технологическая схема подготовки зерна к осахариванию (традиционная, механико-ферментативная);
- процесс гидролиза крахмала (осахаривающие материалы, их дозировка, состояние);
- внесение дрожжей (расы дрожжей);
- процесс сбраживания (нарастание кислотности, продолжительность брожения);
- вспомогательные материалы (дезинфицирующие и антисептические средства);

- санитарное состояние оборудования (трубопроводы, теплообменники, испарительная камера, передаточный чан).

Одним из основных факторов, влияющих на получение высококачественного спирта, является качество сырья. Положение с сырьем достаточно сложно, так как нет государственных поставок зерна, и основная часть поступает на предприятия по контрактам, заключаемым с разными поставщиками по договорной цене [34].

В соответствии со схемой технохимического контроля в зерне определяют влажность, сорность и крахмальность, не учитывая такие показатели, как стекловидность, наличие клейковины, кислотности и т. д. [34].

До настоящего времени отсутствует нормативно-техническая документация (нет государственного стандарта) на зерно, используемое для производства пищевого спирта. Однако определенные требования к сырью отражены в «Регламенте на производство спирта из крахмалосодержащего сырья», в частности – установления сорности, содержания токсичных примесей (сорняков, семян, проправителей и т. д.), зараженности вредителями хлебных злаков.

Качество зерна в первую очередь влияет на органолептические свойства вырабатываемого из него спирта. Одним из наиболее существенных показателей качества зерна является его запах. Зерна и семена всех культур способны поглощать (сорбировать) из окружающей среды пары различных веществ и газы, что объясняется капиллярно-пористой структурой каждого зерна и скважистостью зерновой массы. Зерно, зараженное амбарными вредителями, может быть заражено и продуктами их жизнедеятельности [30].

Так, при наличии в зерне клещей образуется специфически неприятный запах, ухудшающий вкус и цвет зерна. В результате повреждения оболочки зерна создаются условия для развития микроорганизмов, что может способствовать накоплению микотоксинов. Переработка такого зерна не

вызывает затруднений, однако наличие большого числа насекомых может отрицательно сказаться на органолептических показателях спирта.

Для получения спирта зачастую используют некачественное, дефектное зерно: свежеубранное и недозрелое; подвергнутое самосогреванию; поврежденное сушкой; пораженное головней и спорыней; пораженное фузариозом.

Переработка свежеубранного и недозрелого зерна без выдержки для дозревания часто происходит с нарушением технологии, которое выражается в интенсивном вспенивании бражки из-за повышенного содержания растворимых веществ (сахаров, аминокислот) и пониженного содержания крахмала и белков. Это часто приводит к затруднению бражки и, естественно, к снижению производительности бродильного отделения [8].

Кроме недозрелого, свежеубранного зерна, на переработку часто поступает зерно, поврежденное сушкой, зараженное вредными примесями и вредителями сельского хозяйства, пожелтевшее, перезимовавшее в поле, пораженное фузариозом и т. д.

Цвет эндосперма зерна, поврежденного сушкой, может измениться от кремового до светло-коричневого и черного. Зерна с черными эндоспермами при анализе сорности относят к сорной примеси, так как в горевшем зерне в поле или при хранении накапливается масляная и другие органические кислоты, отрицательно влияющие на качество дрожжей и спирта, который приобретает горечь и неприятный запах.

Очень часто на предприятия поступает зерно, пораженное головней, спорыней и другими вредными примесями, количество которых должно быть непременно ограничено, так как они отрицательно влияют на органолептические показатели – вкус, запах, особенно вкус, придавая спирту горечь, резкость и жгучесть [30].

Зерно, зараженное головней и спорыней, содержит токсичные алкалоиды (эрготамин, эргобозим, аргонин, корнутин), и само становится токсичным. Перерабатывать такое зерно можно только в смеси со здоровым

зерном (зараженного зерна должно быть не более 10%). Вредные примеси, содержащиеся в зерне и не утилизированные при переработке, крайне нежелательны, так как они придают спирту резкость, жгучесть и очень часто горечь.

Зерно, используемое для производства спирта, имеет в своем составе не только крахмал, содержание которого на абсолютно сухое вещество составляет 65-68%. Остальная часть сухих веществ включает белок, жиры, минеральные вещества, не крахмалистые полисахариды, свободные сахара, декстрины.

В приведены средние значения содержания составных частей зерна. Все указанные соединения участвуют в разнообразных биохимических реакциях на всех стадиях проведения технологического процесса получения спирта [3].

На первых стадиях производства происходят физико-химические превращения крахмала и его составных частей – набухание и клейстеризация. На всех последующих стадиях – тепловой обработке, осахаривании и брожении – осуществляются ферментативные процессы, приводящие к химическому изменению крахмала и всех составляющих частей зерна – сахаров, не крахмалистых полисахаридов, пектинов, азотистых и жировых веществ [41].

Следующим фактором, влияющим на органолептические свойства готовой продукции, являются осахаривающие материалы – солод и ферментные препараты культур микроорганизмов. Осахаривающие материалы могут также косвенно влиять на органолептические показатели спирта. Если на осахаривание поступают инфицированные ферментные препараты или с недостаточной ферментативной активностью (а эти обстоятельства не редкость), то это, как правило, приводит к инфицированному процессу сбраживания. В результате накапливаются нежелательные продукты жизнедеятельности дрожжей с субстратом,

приводящие к накоплению вторичных метаболитов, сопутствующих образованию этанола – органических кислот и непредельных соединений.

При закисании бродяющей жидкости окисляемость спирта снижается, и при этом ухудшается запах и вкус спирта. Это происходит в результате образования непредельных соединений (кротоновый альдегид, акролеин), а именно они влияют на показатель окисляемости. Их количество мало, но влияние на дегустационные качества спирта очень велико. Непредельные соединения в количестве 1,0-1,4 мг/л уже придают спирту горечь и неприятный запах [6].

Появление инфекции в зерне (в основном в виде молочно- и уксуснокислых бактерий) является одной из причин получения некачественного по органолептическим показателям спирта. При сбраживании инфицированного сусла в спирте накапливаются продукты жизнедеятельности инфицирующих микроорганизмов и автолиза дрожжей.

При закисании бражек образуется около 20 органических кислот (масляная, изомасляная, уксусная и т. д.), придающих спирту неприятный запах прогорклого масла, а также сложные эфиры, продукты окисления спирта и органических кислот. Помимо ухудшения запаха и вкуса спирта, появление инфекции ведет к потерям углеводов и снижению выхода спирта.

На качество спирта также оказывает влияние применение различных рас дрожжей. Правильность выбора рас дрожжей и параметров их сбраживания обеспечивает получение спирта с низким содержанием основных примесей (ацетальдегида, метилацетата, этилацетата, пропанола, изопропанола, изобутанола, бутанола, изоамилола).

Дрожжи вызывают специфический распад аминокислот, присутствующих в среде спиртового брожения, превращая их в первичные спирты:

- из лейцина — изоамиловый  $(\text{CH}_3)_2 \text{CHCH}_2 \text{CH}_2 \text{OH}$ ;
- из изолейцина — амиловый  $\text{C}_2 \text{H}_5 \text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2 \text{OH}$ ;
- из валина — изобутиловый  $(\text{CH}_3)_2 \text{CHCH}_2 \text{OH}$  [6].

Эти три спирта входят в состав сивушного масла и происходят из белков, которые обычно содержатся в сырье и подвергаются сбраживанию.

При производстве спирта очень важным компонентом является вода, поскольку она часть субстрата для приготовления сусла, и от чистоты используемой воды (т. е. от количества присутствующих в ней микроорганизмов, растворенных химических веществ и т. д.) зависит качество выпускаемой продукции. На некоторых заводах забор воды производится из водоемов, куда попадают сточные воды, в которых могут содержаться акролеин, пропиловый спирт, кротоновый альдегид. В связи с этим лучше использовать воду из артезианских источников. Исследования показали, что чем выше сухой остаток в спирте (а это чаще наблюдается при повышенном pH спирта – 7,8-9,0), тем хуже его органолептическая оценка. Сухой остаток при pH спирта 7,8-9,0 составляет от 0 до 24мг/дм<sup>3</sup> [36].

На качество и в первую очередь на органолептические показатели спирта могут влиять нетипичные примеси, пестициды, микробные и иные токсины и т. д.

### 1.3 Характеристика и народнохозяйственное значение этилового спирта

Области использования спиртов многочисленны и разнообразны, особенно учитывая широчайший спектр соединений, относящихся к этому классу. Вместе с тем, с промышленной точки зрения, только небольшой ряд спиртов вносит заметный вклад в глобальную мировую экономику.

Спиртами называются органические вещества, молекулы которых содержат одну или несколько функциональных гидроксильных групп, соединенных с углеводородным радикалом [22].

Этиловый спирт (этанол) – бесцветней жидкость, легко испаряющаяся. Спирт, содержащий 4-5% воды, называют ректификатом, а

содержащий только доли процента воды – абсолютным спиртом. Такой спирт получают химической обработкой в присутствии водоотнимающих средств.

Этиловый спирт – многотоннажный продукт химической промышленности. Получают его различными способами. Один из них – спиртовое брожение веществ, содержащих сахаристые вещества, в присутствии ферментов. Такой спирт называют пищевым или винным спиртом.

Этиловый спирт широко используют в различных областях промышленности и прежде всего в химической. Из него получают синтетический каучук, уксусную кислоту, красители, эссенции, фотопленку, порох, пластмассы. Спирт является хорошим растворителем и антисептиком. Поэтому он находит применение в медицине, парфюмерии. В больших количествах этиловый спирт идет для получения спиртоводочных изделий. Этиловый спирт – сильный наркотик. Попадая в организм, он быстро всасывается в кровь и приводит организм в возбужденное состояние, при котором человеку трудно контролировать свое поведение. Употребление спирта часто является основной причиной тяжелых дорожно-транспортных аварий, несчастных случаев на производстве и бытовых преступлений. Спирт вызывает тяжелые заболевания нервной и сердечно-сосудистой систем, а также желудочно-кишечного тракта. Спирт опасен в любой концентрации (водка, настойки, вино, пиво и т.д.) [32].

Этиловый спирт, применяемый для технических целей, специально загрязняют дурно пахнущими веществами. Такой спирт называют денатуратором (для этого спирт подкрашивают, чтобы отличить его от чистого спирта).

Как у всех кислородосодержащих соединений, химические свойства этилового спирта определяются, в первую очередь, функциональными группами и, в известной степени, строением радикала.

Характерной особенностью гидроксильной группы этилового спирта является подвижность атома водорода, что объясняется электронным

строением гидроксильной группы. Отсюда способность этилового спирта к некоторым реакциям замещения, например, щелочными металлами. С другой стороны, имеет значение и характер связи углерода с кислородом. Вследствие большой электроотрицательности кислорода по сравнению с углеродом, связь углерод-кислород также в некоторой степени поляризована с частичным положительным зарядом у атома углерода и отрицательным – у кислорода. Однако, эта поляризация не приводит к диссоциации на ионы, спирты не являются электролитами, а представляют собой нейтральные соединения, не изменяющие окраску индикаторов, но они имеют определенный электрический момент диполя.

Спирты являются амфотерными соединениями, то есть могут проявлять как свойства кислот, так и свойства оснований [24].

#### 1.4 Теоретические основы производства этилового спирта

Производство спирта состоит из нескольких этапов, выполнять которые нужно обязательно в последовательном порядке. Для получения чистого этилового спирта (более 40%), необходима перегонка и очистка исходного сырья.

Технология получения спирта включает в себя следующие этапы: подготовка сырья; разваривание зерна водой; охлаждение и осахаривание; сбраживание; отгонка спирта; ректификация.

В качестве зерна могут быть использованы ячмень, рожь, овес и другие зерновые. Не допускается затхлый и плесененный запахи. Строгой регламентации зерна, которое будет подвергнуто развариванию, не существует. Рекомендуется выбирать сырье с влажностью до 17% и небольшой засоренностью. Зерно очищают от пыли, земли, мелких камней, семян сорных растений и других посторонних примесей. Далее его отделяют на воздушно- ситовом сепараторе [37].

Мелкие металлические примеси подлежат удалению посредством магнитных сепараторов.

Разваривание зерна происходит с целью разрушения их клеточных стенок. В результате этого крахмал высвобождается и переходит в растворимую форму. В таком состоянии он намного легче осахаривается ферментами. Зерно обрабатывается паром при избыточном давлении 500 кПа. Когда разваренная масса выходит из варочного аппарата, сниженное давление приводит к образованию пара (из содержащейся в клетках воды).

Подобное увеличение в объеме разрывает клеточные стенки и превращает зерно в однородную массу. На сегодняшний день разваривание крахмалосодержащего сырья производят одним из трех способов: периодическим, полунепрерывным или непрерывным. Наибольшую популярность получил непрерывный метод. Температура разваривания составляет 172 °С, а продолжительность варки около 4 минут. Для получения более качественного результата исходное сырье рекомендуется измельчать.

Сам процесс разваривания включает операции: строгая дозировка зерна и воды; нагрев замеса до температуры варения; выдержка массы при заданной температуре.

Измельченное зерно следует смешать с водой в количестве 3 литра на 1 кг. зерна. Зерновой замес нагревается паром (75 °С) и подается насосом в контактное отверстие установки. Именно здесь происходит мгновенный нагрев кашицы до температуры 100 °С. После этого подогретый замес помещается в варочный аппарат [28].

В процессе осахаривания в охлажденную массу добавляют солодовое молоко для расщепления крахмала. Активное химическое взаимодействие приводит к тому, что продукт становится абсолютно пригодным для дальнейшего процесса сбраживания. В результате получается сусло, которое содержит 18% сухого сахара с кислотностью 0,3 град. Когда из массы делается проба на йод, то окрас сусла должен оставаться неизменным.

Сбраживание сусла начинается при введении в осахаренную массу производственных дрожжей. Мальтоза расщепляется до глюкозы, которая в свою очередь сбраживается в спирт и диоксид углерода. Также начинают образовываться вторичные продукты брожения (эфирные кислоты и т.д.). Данный процесс должен проходить в закрытой бродильной установке, которая предотвратит потери спирта и выделение диоксида углерода в производственный цех [28, 37].

Выделяющийся в процессе брожения диоксид углерода и пары спирта из бродильной установки поступают в специальные отсеки, где происходит отделение водно-спиртовой жидкости и диоксида углерода. Содержание этилового спирта в бражке должно равняться до 9,5 об.%.

Далее приступают к отгонке спирта из бражки и его ректификации. Спирт начинает выделяться из бражки в результате кипения при разных температурах. Сам механизм перегонки основан на следующей закономерности: спирту и воде свойственны разные температуры кипения (вода – 100 °C, спирт – 78 °C). Выделенный пар начинает конденсироваться и собираться в отдельную емкость. Очистку спирта от примесей производят на ректификационной установке.

При подогревании браги до 90 °C пары начинают подниматься по колоне в конденсатор, где они полностью охлаждаются. После этого чистый спирт поступает в специализированную колонну, имея крепость 50-55 об.% [28].

## 2 Собственные исследования

### 2.1 Материалы и методы исследований

Исследования были проведены на базах ООО «АПК Продовольственная программа» Мамадышского района РТ, спиртового завода АО «Татспиртпром «Мамадышский спиртзавод» Мамадышского района РТ, а так же на кафедре «Экономики, организации, менеджмента и информационных технологий» ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ им. Н.Э.Баумана в течение 2017-2018 годов. Была разработана схема проведения исследования, которая приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема проведения исследования

Объектом исследования является спирт-ректификат сорта «Альфа». Проводили оценку качества спирта по ГОСТ 5962-2013 «Спирт этиловый

ректифицированный из пищевого сырья. Технические условия». Оценку качества проводили по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям:

- внешний вид, цвет, вкус, запах по ГОСТ 33817-2016;
- объемная доля спирта этилового по ГОСТ 32095-2013;
- проба на чистоту спирта с серной кислотой по ГОСТ 32036-2013;
- проба на окисляемость по ГОСТ 32036-2013;
- массовая концентрация уксусного альдегида ГОСТ 32036-2013;
- массовая концентрация сивушного масла по ГОСТ 32036-2013;
- массовая концентрация сложных эфиров по ГОСТ 32036-2013;
- объемная доля метилового спирта по ГОСТ 32036-2013;
- массовая концентрация свободных кислот по ГОСТ 32036-2013;
- массовая концентрация сухого остатка по ГОСТ 31685-2012;
- массовая концентрация летучих азотистых оснований по ГОСТ 31810-2012.

Метод определения внешнего вида основан на визуальном определении прозрачности содержимого бутылки в проходящем свете, на световом экране.

Метод определения цвета основан на визуальном определении чистоты цвета (или оттенка) анализируемой продукции на белом фоне или в проходящем свете и степени его насыщенности.

Метод определения запаха и аромата основан на обонятельных ощущениях дегустатора, возбуждаемых летучими веществами, содержащимися в анализируемой продукции.

Определение вкуса этилового спирта основано на вкусовых ощущениях, вызываемых растворимыми компонентами, находящимися в анализируемой продукции [15].

Объемная доля этилового спирта: количество этилового спирта,  $\text{дм}^3$  (л), содержащегося в  $100 \text{ дм}^3$  (л) продукта при температуре  $20^\circ\text{C}$ , выраженное в процентах. Метод основан на определении объемной доли

этолового спирта продукта ареометром для спирта в дистилляте после предварительной перегонки [13].

Метод определения чистоты основан на реакции окисления посторонних примесей в спирте концентрированной серной кислотой [19].

Метод окисляемости основан на визуальном сравнении интенсивности окраски анализируемого раствора, полученной после реакции окисления посторонних органических примесей в спирте раствором марганцовокислого калия, со стандартным образцом – типовым реагентом [16].

Метод определения альдегидов основан на реакции присутствующих в анализируемом спирте альдегидов с фуксинсернистым реагентом I с образованием окрашенных продуктов реакции [16].

Метод определения сивушного масла основан на измерении интенсивности окраски анализируемого раствора после реакции присутствующего в спирте сивушного масла с салициловым альдегидом в присутствии концентрированной серной кислоты с применением фотоэлектроколориметра [16].

Газохроматографический метод определения массовой концентрации сложных эфиров. Метод основан на измерении интенсивности окраски продуктов реакции железа (III) – хлорида с гидроксамовой кислотой образующейся в результате взаимодействия сложных эфиров спирта с гидрок-силамином в щелочной среде с применением фотоэлектроколориметра.

Газохроматографический метод определения объемной доли метилового спирта. Метод основан на окислении метилового спирта в среде ортофосфорной кислоты марганцовокислым калием до формальдегида, который образует с динатриевой солью хромотроповой кислоты соединение сиреневой окраски, интенсивность которой измеряют на фотоэлектроколориметре [16].

Метод свободных кислот основан на определении массовой концентрации свободных кислот, содержащихся в анализируемом спирте, вычисляемых по количеству раствора гидроокиси натрия, израсходованного на титрование.

Сущность метода: часть объединенной пробы этилового ректифицированного спирта из пищевого сырья, высушивают при температуре 103 °C и определяют массовую концентрацию сухого остатка путем взвешивания [17].

Метод определения азотистых оснований основан на разделении ионов азотистых летучих оснований вследствие их различной электрофоретической подвижности в процессе миграции по кварцевому капилляру в электролите под воздействием электрического поля с последующей регистрацией кондуктометрическим детектором [18].

В настоящее время главным видом оборудования для выделения и очистки спирта в спиртовой промышленности являются брагоректификационные установки. Основные критерии оценки совершенства этих установок – технологические и теплотехнические показатели их работы. Необходимо учитывать также условия эксплуатации установок и их металлоемкость как основной параметр, определяющий стоимость установки.

Проектным предложением является внедрение современного оборудования БРУ-6000 косвенного действия взамен БРУ-3000 прямого действия.

Брагоректификационные установки косвенного действия, обеспечивающие выработку спирта высокого качества при высоком его выходе. Обычно в состав БРУ косвенного действия входят бражная, эпюрационная и ректификационная колонны с дефлегматорами, конденсаторами и вспомогательными элементами.

## 2.2 Анализ производственно-экономической деятельности предприятия

Филиал АО «Татспиртпром» «Мамадышский спиртзавод» – одно из крупнейших предприятий не только в нашем городе, но и в республике целом это единственное предприятие, которое вырабатывает спирт на солодовой основе, история его развития начинается с 1883 года. В настоящее время здесь работает 351 человек. Основателем является купец Щербаков. Завод занимает площадь 11,7 гектар, на территории плодоносят 380 деревьев, плоды и ягоды которых используются в ликероводочном производстве филиалов АО «Татспиртпром».

РТ «Мамадышский Спирт завод», ГУП зарегистрирована по адресу Республика Татарстан, г. Мамадыш, ул.Давыдова, д.97 Б, 422191. Директор организации Государственное Унитарное предприятие Республики Татарстан «Мамадышский Спирт завод» Захаров Николай Иванович. Организация насчитывает 2 дочерние компании.

Начало прибыльному предприятию заложил предпримчивый мамадышский купец второй гильдии Иван Иванович Щербаков (1791-1838), догадавшийся построить в 1835 году небольшую винокурню, чтобы не выбрасывать понапрасну испортившиеся в его огромных складах на берегу Вятки зерно ржи и пшеницы, которыми он торговал по всей России. Сам же завод, на том месте, где он стоит и поныне, был построен в 1883 году, купцом Щербаковым-младшим-Корнилием Никаноровичем и процветал вплоть до Октябрьской революции 1917 года. Сам заводчик жил, в основном, в Петербурге и Ницце. Он был близким другом Дмитрия Ивановича Менделеева и спирт завод был построен по проекту великого химика. Завод был оборудован вполне современно для тех лет, работал на зерне, картофеле и свёкле. Спирт, в количестве до 300 дал (400-500 ведер) в сутки производился в единственном спиртовом цехе. А вода подавалась

родниковая, с известного ключа «Святая чаша» по специальным деревянным желобам.

После Октябрьской революции завод был национализирован. Ветры гражданской войны не обошли его стороной: Щербаков – сын Владимир, воевавший в карательном отряде белогвардейцев армии Колчака в сентябре 1918 года, не желая оставлять красным выгодное производство, успел привести в негодность основное оборудование. Единственный в городе завод бездействовал до 1929 года. Возрождали его старейшие рабочие – ветераны М.Евдокимов, Завьялов, Шафран, Ахметшин.

В 1931 году удалось запустить сохранившееся и отлаженное оборудование, батарейный котел системы Шухова и первую паровую машину марки «Брамлей». Первая продукция – 300 дал спирта в сутки пошла.

Великое дело – трудовой энтузиазм. Страна строила социализм. Герои дня – стахановцы. Появилась первая стахановская бригада и на спиртзаводе: бригадир Владимир Соломин и его жена Прасковья, Александр Ложкин, Наталия Сафина, Мария Токмакова, Сахип Загидуллина. Бригада перекрывала нормы в 1,5-2 раза. Продолжались реконструкция и обновление производства. Основной проблемой оставалось обеспечение топливом: дрова перевозили с расстояния 30-40 км, заготавливали их даже в Лубянах, а торф – в лугах у Бессонихи.

Чудеса трудового героизма проявляли рабочие завода и в годы Великой Отечественной войны. Мужчин, ушедших на фронт заменили их жены и дети, старики… Имена этих людей на слуху и поныне: Т. Сычев, А. Лепёхин, А. Суханов, Н. Шишов, Т. Козлова, А. Шандренкова, Я. Вагапова, А. Пакшинцева, И.Митрофанова и многие-非常多的 другие. Из бригады первых стахановцев завода П.Соломина и С.Загидуллина и сегодня с особой теплотой и гордостью вспоминают те неимоверно тяжкие трудовые годы. Они сохраняли жизнь производства, они приближали Великую Победу!

Тысячи рублей заводчане вносили в строительство танковой колонны Татарстана, первыми раскупали военные займы. Завод, гордится своими фронтовиками – Г.Самитовым, А.Белоусовой, П.Музловым, Л.Есиным, Н.Чирковым, А.Белоусовой, П.Ежовым и другими. Их имена золотом вписаны в историю предприятия, но к сожалению, сегодня все они – лишь в нашей памяти.

В послевоенные годы первоочередными задачами производства явились обновление оборудования и совершенствование технологических процессов, улучшения условий труда. Директора М.Н. Харкевич, Г.И. Храмов умело организовывали коллектив в конце 40-50-е годы на решение этих задач. Заменялись паровые котлы, вместо деревянных бродильных чанов устанавливались металлические емкостью по 80 кубометров каждый. Осваивались новые методы по беспрерывной и быстрой переработке сырья, повышению качества продукции и снижению его себестоимости.

Именно эти годы служат толчком отсчёта, когда производство впервые «повернулось лицом» к человеку труда, заботясь о его жизни и быте. Проложена улица – новостройка для заводчан, которая и поныне называется Новозаводская. Здесь же работал детский сад. Те годы дали начало и многим трудовым династиям, которыми завод славится и поныне: Фроловых, Лепёхиных, Сычевых, Мануновых, Аглиуллиных, Чернышевых, Сошиных, Храмовых, Загидуллиных.

В 1957 году путём присоединения хозяйства «Пятилетка» спиртзавод был преобразован в спиртсовхоз – комбинат и наряду с производственными задачами решал проблемы подъёма сельского хозяйства. Таким образом и отходы производства – барда превращались в доходы. Спиртсовхоз – комбинат занимался выращиванием свиней, сдачей их государству вплоть до середины 60-х годов. Решение хозяйственно-производственных задач в комплексе позволило ускорить шаги модернизации производства.

Переход на отопление каменным углём, а в 1968 году – подсоединение к государственной электросети расширили возможности для облегчения

трудоёмких процессов. Суточное производство возросло до 1500 декалитров спирта в 900 декалитров водки.

Особенно ощутимое обновление технологического оборудования заводских цехов начинается с 1974 года, во время руководства коллективом К.З. Зиннатуллина. Полным ходом идет внедрение механизации и автоматизации технологических процессов. Новшества вводились на всех участках производства. В 1974 году строится пятиэтажное здание для брагоректификационного отделения.

В 1982 году производится полная реконструкция сливного отделения с увеличением емкостей и мерников для спирта. Строятся новые склады, появляется своё подсобное хозяйство. Производительность труда в многомросла за счёт рационализации и культуры производства. Десятки рабочих за самоотверженный труд были награждены орденами и медалями, среди них – кавалеры ордена «Знак Почёта». А. Черепова, З. Аглиуллина, Э. Кашеварова, кавалер ордена Трудовой Славы Т. Аглиуллин. Уголок Трудовой Славы завода и сейчас пополняется новыми именами.

Ширится в эти годы и жилищное строительство: строятся одноэтажные дома и 24-квартирный жилой дом, столовая на 24 посадочных места, Дом культуры на 360 посадочных мест.

1985 год. Согласно Указу Президиума Верховного Совета СССР «О сухом законе» поступают указания о безотлагательном сокращении производства, вплоть до сдачи оборудования на металлолом. В республике из 12 имевшихся спиртзаводов остались только 4. Благодаря смелости, мудрости и дальновидности руководителей района и завода старейшее производство удалось сохранить: был остановлен водочный цех (рабочих перевели на другие участки), но производство необходимого в медицине и других отраслях народного хозяйства (в качестве сырья) спирта продолжалось. Более двух лет завод работал убыточно.

Прошло время. И оно показало: решение было абсолютно верным. В 1987 году с введением в строй новой газовой котельной отпала

необходимость ежегодно сжигать более 20 тысяч тонн каменного угля. Несмотря на экономические сложности, уже с 1990 года производство стало прибыльным, во многом это результат того, что сохранен коллектив, костяк специалистов, освоивших за долгие годы секреты производства спирта. А в новых условиях рыночной экономики всё это имеет огромное значение.

Новый мощный рывок, вернее прорыв вперёд, завод получил с приходом в 1997 году энергичного, талантливого руководителя – Н.И.Захарова. За эти годы Николай Иванович провёл реконструкцию завода с внедрением передовой, энергосберегающей технологии, дальнейшей автоматизацией и механизацией технологических процессов, увеличением мощности производства. Для очистки спирта в брагоректификационном отделении завода установлены дополнительно 3 колонны и аппарат стал шестиколонный. Это дает возможность выпускать лучшие сорта спирта – «Альфа», «Люкс», во много раз превосходящие показатели ГОСТа. Самое главное – завод продолжает вековые традиции производства спирта по солодовой технологии. Входя тем самым в элитное число 9 спиртовых предприятий России, а по Татарстану – единственно работающее по технологиям даже не вчерашнего, а позавчерашнего дня, по старинке. Потому что – без ферментов. В том-то и «изюминка», высший класс производства.

Спирт Мамадышского спиртзавода тем и хорош, что он самобытен и неповторим, особо душист и даже «наварист». На производстве - идеальный симбиоз новейших технологий с вековыми традициями. Поэтому спирт Мамадышского спиртзавода по результатам дегустации в течении 2004 года шёл на первом месте по республике. Получают Мамадышский спирт российские, грузинские ликёро-водочные заводы. Построен водочный цех, в нём установлено оборудование немецкой фирмы «Кронэс», а вода по новому трубопроводу течёт все та же родниковая, из Святой Чаши, как и 200 лет назад. Прививать культуру питания – вот принцип, по которому работают сегодня руководство и специалисты предприятия. А это значит –

производить продукцию конкурентоспособную, «оттачивая» рецептуру, борясь против употребления суррогатов, а значит оздоровливать общество. За качество продукции в последние годы завод получил более 40 золотых, серебряных и бронзовых медалей различных степеней на республиканских и российских специализированных конкурсах и выставках. Широка их география: от Москвы и Санкт-Петербурга до Сочи и Тюмени, обширен диапазон – от сельскохозяйственных до международных. Отличное качество продукции подтверждают дипломы и высокие награды, где отмечается наряду с превосходными потребительскими качествами продукта и экологичность производства. На IV Республиканском конкурсе Всероссийской программы «100 лучших товаров России» водка особая «Козерог» удостоена Диплома II степени. За внедрение прогрессивного оборудования и технологии по производству пищевого этилового спирта Совет некоммерческой научно-технической ассоциации «Спиртпром» удостоил Мамадышский спиртзавод Диплома к отраслевому Знаку Прогресса. Внедрённые в производство совсем недавно новые наименования водок «Ваш праздник. Люкс», «Ваш праздник. Медовая», “Мега-люкс” на состоявшейся в Москве Всероссийской агропромышленной выставке «Золотая осень-2004» получили золотые медали и дипломы I степени. Директор завода Н.И.Захаров ещё в 2001 году был удостоен звания лауреата Российского конкурса «Менеджер года», а в январе 2005 – награждён Почётной грамотой Министерства сельского хозяйства Российской Федерации и серебряной медалью «За вклад в развитие агропромышленного комплекса России».

В планах заводчан – выпуск новой качественной продукции класса «Премиум» – водки «Русская валюта». С ней завод думает выйти на рынки России и за её пределы.

В республиканском смотре-конкурсе «Охрана и условия труда» в 2002 году за лучшую организацию работы по охране труда на предприятии Дипломов были удостоены и директор завода Н.И. Захаров, и само

предприятие. Здесь 100-процентная обеспеченность спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты. Обеспеченность санитарно-бытовыми помещениями тоже 100-процентная: во всех цехах есть гардеробные, душевые, умывальные, комнаты приёма пищи, где установлены холодильники и газовые плиты. На страже охраны здоровья вот уже 34-й год стоит медфельдшер высшей категории М.С. Маулиева. Организация профилактических осмотров рабочих, контроль за прохождением медицинских осмотров, оказание первой медицинской помощи и проведение необходимых процедур, физлечение, предрейсовый осмотр водителей и ещё множество других задач – со всеми медик-ветеран справляется на «отлично». Помимо заботы о работающих, здесь не забывают и о своих ветеранах-пенсионерах. Руководство завода в тесном контакте с советом ветеранов производства под председательством В.Г. Холкиной ведет большую работу по облегчению жизненно-бытовых условий пожилых людей. И это – залог производственного успеха. Так считает руководство завода. И не ошибается.

Технологический процесс на спиртзаводе сегодня экологически чистый (построены и введены в эксплуатацию в 2002 году очистные сооружения), и полностью безотходный, вернее отходы приносят доходы с введением в строй цеха сухих кормовых дрожжей (в 1999 году). До 20 тонн в сутки, каждый килограмм идёт в рост: дойная корова от килограмма дрожжей даёт 6-7 литров «лишнего» молока, свинья прибавляет в весе на 700-800 граммов в сутки, куры-несушки – 30-40 яиц. Продукция цеха пользуется спросом и за пределами республики, открывая новые горизонты сотрудничества, расширяя перспективы развития. Вот это и есть внедрение новейших технологий XXI века на предприятии, которое родилось 170 лет назад.

В 2011 г. на спиртовом производстве реконструирован брагоректификационный аппарат итальянского производства. В 2012 г. введен в эксплуатацию углекислотный цех. В 2014 г. завершены строительство нового отделения зерноподработки и реконструкция варочного и дрожжебродильного отделений. В первом квартале 2015 г.

завершена реконструкция цеха по производству сухих кормовых дрожжей, где установлена выпарная и сушильная установки общей стоимостью более 55 млн. рублей, что позволило увеличить выпуск готовой продукции в два раза. Общий объем капиталовложений на Мамадышском спиртзаводе за пять лет составил более 496 млн. рублей, и только в 2015 г. объемы капиталовложений составили 71 млн. 600 тысяч рублей.

Технические и инженерные возможности позволяют увеличить мощности с 4-х тысяч дал спирта в сутки до 6-ти тысяч, что в два раза превысит проектную мощность Мамадышского спиртзавода. Ввод новых мощностей позволит полностью обеспечить внутренние потребности ликероводочного производства по спирту, даст городу новые рабочие места, увеличит объемы налоговой базы, в целом повысит рентабельность производства.

В работе расширенного совещания по итогам года Мамадышского спиртзавода принял участие Глава Мамадышского района Анатолий Иванов. Глава района поблагодарил руководство АО «Татспиртпром» и трудовой коллектив завода за огромный вклад в финансово-экономическое благополучие района, рассказал о перспективах социально-экономического развития района, отметил, что АО «Татспиртпром» входит в тройку промышленных локомотивов, которые тянут бюджет Мамадышского района.

Завод в 2015 г. переработал почти 30 тысяч тонн высококачественного зерна и произвел 905 тысяч дал спирта-ректификата, где доля спирта категории «Люкс» составляет 70% и категории «Альфа» – 30%. На ликероводочные заводы отгружено за 11 месяцев текущего года 821 тысяча дал спирта, до конца года отгрузка составит 992 тысячи дал. Кроме основной продукции, Мамадышский спирт завод выпускает сухие кормовые дрожжи (СКД), объем производства которых, в 2015 г. увеличился по сравнению с 2014 г. на 188%, вся продукция реализуется сельхозпредприятиям Татарстана и соседних регионов.

Основные показатели финансово-хозяйственной деятельности перерабатывающего предприятия приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные показатели финансово-хозяйственной деятельности перерабатывающего предприятия

Показатель	2014 год	2015 год	2016 год
Производство валовой продукции, тыс. руб.	34051,8	40187,0	46914,4
Полная себестоимость реализованной продукции, тыс. руб.	27403,2	31664,6	36217,8
Выручка от реализации товарной продукции, тыс. руб.	33418,5	39228,6	45831,9
Прибыль, тыс. руб.	6015,3	7564,0	9614,1
Уровень рентабельности, %	22,0	23,9	26,5
Численность работников на предприятии, чел.	342	349	351
Произведено продукции на 1 работника, тыс. руб.	157,6	180,2	200,5
Среднемесячная зарплата 1 работника, руб.	18250,0	19907,5	21418,0

Предприятие интенсивно развивается и совершенствует материально-техническую базу. Валовая продукция предприятия в 2016 году увеличилась на 16,7%, товарная продукция на 16,8% по сравнению с 2015 годом. Прибыль АО «Татспиртпром «Мамадышский спиртзавод» в 2014 году с 6015,3 тыс. руб. до 9614,1 тыс. руб. в 2016 году. Рентабельность предприятия в 2016 году увеличилась на 10,9% и составила 26,5%. С увеличением производственной мощности на предприятие увеличивается и численность работников. Предприятие является эффективным, о чем и свидетельствуют производственно-экономические показатели.

Производство основных видов продукции на перерабатывающем предприятии приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Производство основных видов продукции на перерабатывающем предприятии

Показатель	2014 год	2015 год	2016 год
Спирт-ректификат сорт Альфа, дал	1000881,4	1097000,0	1134000,0
Спирт-ректификат сорт Люкс, дал	1330027,0	1582005,8	1864800,0
Сухие кормовые дрожжи, кг	680259,0	680259,0	730800,0
Двуокись, кг	4100,0	4127,0	4960,0

На предприятии производят спирт-ректификат двух сортов: Альфа и Люкс. Наибольший удельный вес приходится на спирт-ректификат сорта Люкс, который с каждым годом увеличивается и в 2016 году было произведено 1864800 дал. Так же производят сухие кормовые дрожжи и двуокись.

Организационное построение предприятия приведено в приложение А.

## 2.3 Результаты экспериментальных исследований

### 2.3.1 Технология возделывания яровой пшеницы

Технология возделывания пшеницы сорта «Экада 70» в ООО «АПК Продовольственная программа» состоит из следующих приемов: лущение стерни, внесение органического удобрения, вспашка зяби, снегозадержание, ранневесенне боронование, культивация с внесением минеральных удобрений, прикатывание почвы, посев, послепосевное прикатывание, боронование по всходам, обработка против вредителей, болезней и сорняков, уборка урожая и транспортировка.

Место в севообороте. Наилучшим предшественником являются чистые пары, кукуруза и зернобобовые. В хозяйстве предшественником является клевер луговой.

Обработка почвы. Наиболее важным приемом при обработке почвы является основная и предпосевная обработка почвы, способствующие накоплению и сохранению влаги, так же служит для уничтожения сорной растительности. Осеннюю обработку под яровую пшеницу проводят сразу же после уборки урожая предшественника [39].

Так при интенсивной технологии возделывания яровой пшеницы в зимний период проводят снегозадержание (при мощности снежного покрова до 40-45 см), соответственно в весенний период талые воды на таких полях лучше впитываются. Проводится снегозадержание снегопахом Axion. Снегозадержание необходимо начинать проводить при высоте снежного

покрова не менее 12-15 см (ноябрь-декабрь). При этом необходимым условием является наличие на поверхности снега уплотненного слоя толщиной 3-5 см, который был образован под действием морозов и ветров. Основным методом нарезки снежных волков является нарезка волков поперек господствующих ветров. Так же если поля имеют уклон, то необходимо волки нарезать непосредственно поперек склона. Расстояние от вершины одного волка до другого должно быть примерно 4-5 м.

В предпосевную обработку входят: ранневесенняя обработка и предпосевная. При наступлении физической спелости почвы проводят ранневесеннюю обработку. Цель которой выронить почву для последующей заделки семян зерновых культур и заделка сорных семян на глубину в частности семян овсянки. Боронование проводят при помощи БДТ-3 на глубину обработки 4-5 см. На тех полях, которые имеют кулисы, межкулисное пространство обрабатывается механически вдоль кулис, что бы избежать весеннее выдувание [39].

Проводят культивацию на глубину 10 см с помощью культиватора Lemken Smaragd. При культивации вносят комплексное удобрение нитроаммофос – 50 кг/га.

Подготовка семян. Для посева необходимо использовать семена первого и второго класса посевного стандарта. Повышению энергии прорастания лабораторной и полевой всхожести, защите семян и проростков молодых растений от поражения болезнями и вредителями способствует воздушно тепловой обогрев и протравливание семян. Необходимо проводить протравливание семян непосредственно за 15-30 дней перед посевом, что эффективно влияет на действие ядохимикатов. Для протравливания используют Раксил. Протравливание проводят при помощи машин ПСШ-5.

Посев. Его осуществляют рядовым способом. Норма высева составляет 2-2,5 млн. всхожих зерен на 1 га. Проводят сеялкой Хорш, которая агрегатируется трактором Нью Холланд. Так для получения более дружных и выровненных всходов большое значение имеет глубина заделки семян, при

этом семена должны заделываться во влажное и уплотненное ложе. Оптимальной глубиной заделки семян считается 5-8 см.

Уход за посевами. Так же при интенсивной технологии возделывания яровой пшеницы важную роль уделяют уходам за посевами, борьба с сорняками, болезнями и вредителями. Также проводят послепосевное прикатывание при помощи катка Lemken Variopacks 110.

Для уничтожения проростков овсянки, применяют обработку легкими боронами в два следа. Боронование осуществляют боронами БЗСС-1,0. Для обработки против вредителей применяют препарат Алтын 50 кг/га, против сорняков и болезней Секатор-Турбо 100 мл/га. Норма использования препарата строго соблюдается.

Уборка. Уборка является завершающим этапом при возделывании пшеницы. Убирать урожай необходимо своевременно и качественно исключая потери. Наилучшим способом уборки яровой пшеницы считается раздельный, проводимый в фазу восковой спелости.

В валки начинают скашивать пшеницу в фазе восковой спелости, когда зерно крепко держится в колосе и меньше осыпается.

При уборке пшеницы раздельным способом используют фронтальные жатки типа ЖВН-10. Для подборки валков используют комбайн Нью Холланд. При определении высоты срезы стеблестоя учитывают густоту растений и их засоренность сорняками. При раздельном способе уборки необходимо срез производить на высоту 15-20 см, что бы валки могли ложиться друг на друга под определенным углом, а не ложится на землю.

Затем зерно транспортируют при помощи КАМАЗа для дальнейшей переработки [39].

### 2.3.2 Технология производства спирта-ректификата

Технология производства – это научно-обоснованная последовательность технологических операций. Вся производимая

сельскохозяйственная продукция является сырьем для производства перерабатывающей промышленности.

Основным сырьем для производства спирта является зерно пшеницы, а так же используют дополнительное сырье – ферментные препараты, антисептики, дрожжи, серная кислота, вода, карбамид, пеногаситель, диаммоний фосфат, натр едкий. Используемое данное сырье проходит лабораторный контроль.

Объемы закупок сырья представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Объем закупок сырья

Наименование сырья	Год	
	2015	2016
За сутки, кг	87,3	95,8
За месяц, кг	2619,0	2874,0
За квартал, кг	7857,0	8622,0
Всего за год, кг	31428,0	34488,0

Анализируя данные таблицы 3, можно сказать, что за 2016 год объемы закупок сырья увеличились на 9,7%. Это связано с увеличением с производственной мощности предприятия. Объем закупок сырья за месяц в 2016 году составило 2874 кг, за квартал – 8622 кг, за год – 34488 кг.

Ассортимент выпускаемой продукции приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Ассортимент выпускаемой продукции

Наименование продукта	Разрешающие документы	Сорт	Количество в сутки	Количество в год, дал	Код ОКП
Спирт-ректификат	ГОСТ 5962-2013	Альфа	3150 дал	1134000,0	24 2101
Спирт-ректификат	ГОСТ 5962-2013	Люкс	5180 дал	1864800,0	24 2101
Сухие кормовые дрожжи	ГОСТ Р 55301-2012	Высший	2030 кг	730800,0	92 9002
Двуокись	ГОСТ 8050-85	Высший	52 кг	4960,0	17 6521

Основным продуктом, производимым на предприятии, является спирт-ректификат. Его производят наивысшего сорта Альфа, а так же сорт Люкс. Суточная производительность составляет сорта Альфа 3150 дал, а

сорта Люкс – 5180 дал. В качестве дополнительной продукции выпускают сухие кормовые дрожжи. Продукцию производят в соответствии с требованиями государственных стандартов. Основные покупатели (получатели) спирта, произведенного Мамадышским спиртзаводом – ликероводочные заводы ОАО «Татспиртпром». Сухие кормовые дрожжи покупают сельхозпредприятия РТ, РФ, ITIBUSINESSLLP. Двукись углерода Мамадышский спирт завод реализует организациям, осуществляющим сварочные работы и предприятиям, по производству газированных напитков – как республиканским, так и находящимся на других территориях РФ.

Расчет материального баланса проводят на 100 дал спирта-ректификата. Спирт производят из сырья, приведенного в таблице 5.

Таблица 5 – Рецептура производства

Наименование сырья	Расход сырья, кг	
	На 100 дал	На 3150 дал
Зерно пшеницы	3017,8	95060,7
Дрожжи	0,02	0,63
Л-Фера	1,3	41,0
Вискоферм	1,4	44,1
Дуозайм 2х	4,1	129,2
Лактрол	0,005	0,16
Бетасепт А	0,03	0,95
Пеногаситель	0,05	1,58
Серная кислота	13,5	425,3
Карбамид	2	63,0

Качество зерна пшеницы высшего сорта по ГОСТ Р 52554-2006 приведено в таблице 6 [14].

Таблица 6 – Качество зерна пшеницы высшего сорта

Показатель	Требования НТД		Результаты контроля
	1	2	
Органолептические показатели			
Цвет	Светло-янтарный. Допускается наличие обесцвеченных и мучнистых зерен в количестве, не нарушающем основного цвета		Светло-янтарный

Продолжение таблицы 6

1	2	3
Состояние	В здоровом, негреющемся состоянии	Соответствует
Запах	Свойственный здоровому зерну пшеницы, без плесневого, солодового, затхлого и других посторонних запахов	Соответствует
Физико-химические показатели		
Массовая доля белка, %, на сухое вещество, не менее	14,5	14,5
Массовая доля сырой клейковины, %, не менее	32,0	36,0
Качество сырой клейковины, единицы прибора ИДК, не ниже: I группы	45-75	52,0
Число падения, с, не менее	200,0	230,0
Стекловидность, %, не менее	60,0	64,0
Натура, г/л, не менее	750,0	771,0
Массовая доля влаги, %, не более	14,0	14,0
Сорная примесь, %, не более: в том числе	2,0	2,0
- минеральная примесь	0,3	0,3
в числе минеральной примеси: - галька	0,1	0,1
- испорченные зерна	1,0	1,0
- фузариозные зерна	1,0	1,0
- куколь	0,5	0,5
- трудноотделимая примесь (овсюг, татарская гречиха)	1,0	1,0
- вредная примесь	0,2	0,2
в числе вредной примеси: - спорынья и головня	0,05	0,05
- семена горчака ползучего, софоры лисохвостной, термопсиса ланцетного (по совокупности)	0,1	0,1
- семена вязеля разноцветного	0,1	0,1
- семена гелиотропа опущенноплодного	0,1	0,1
- семена триходесмы седой	Не допускается	Не допускается
Головневые, мараные, синегузочные зерна, %, не более	10,0	10,0
Зерновая примесь, %, не более	5,0	4,6
Зараженность вредителями	Не допускается, кроме зараженности клещом не выше II степени	Отсутствует

Качество питьевой воды должно соответствовать требованиям, приведенным в таблице 7 [35].

Таблица 7 – Качество питьевой воды

Показатель	Требования НТД	Результаты контроля
Органолептические показатели		
Запах при 20°C и при нагревании до 60°C, баллы, не более	2	2
Вкус и привкус при 20 °C, баллы, не более	2	2
Цветность, °C, не более	20	20
Мутность по стандартной шкале, мг/дм <sup>3</sup> , не более	1,5	1,5
Концентрация химических веществ		
Водородный показатель, pH	6,0-9,0	7,0
Жесткость, моль/м <sup>3</sup> , не более	7,0	6,4
Железо, мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,3	0,3
Марганец, мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,1	0,1
Медь, мг/дм <sup>3</sup> , не более	1,0	1,0
Полифосфаты остаточные, мг/дм <sup>3</sup> , не более	3,5	3,3
Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup> , не более	500,0	470,0
Хлориды, мг/дм <sup>3</sup> , не более	350,0	340,0
Цинк, мг/дм <sup>3</sup> , не более	5,0	5,0
Алюминий, мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,5	0,5
Молибден, мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,25	0,25
Мышьяк, мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,05	0,05
Нитраты, мг/дм <sup>3</sup> , не более	45,0	45,0
Селен, мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,01	0,01
Свинец, мг/дм <sup>3</sup> , не более	0,03	0,03
Фтор, мг/дм <sup>3</sup> , не более	1,2	1,2
Микробиологические показатели		
Число микроорганизмов на 1 см <sup>3</sup> воды, не более	100,0	100,0
Число бактерий группы кишечных палочек в 1 дм <sup>3</sup> воды (коли-индекс), не более	3,0	3,0

Серная кислота по ГОСТ 2184-2013 отвечает требованиям, представленным в таблице 8 [11].

Таблица 8 – Показатели качества серной кислоты

Показатель	Требования НТД	Результаты контроля
1	2	3
Органолептические показатели		
Прозрачность	Прозрачная без разбавления	Соответствует
Цвет, см <sup>3</sup> раствора сравнения	1	1

Продолжение таблицы 8

1	2	3
<b>Физико-химические показатели</b>		
Массовая доля моногидрата, %	92,5-94,0	93,0
Массовая доля железа, %, не более	0,006	0,006
Массовая доля остатка после прокаливания, %, не более	0,02	0,02
Массовая доля оксидов азота, %, не более	0,00005	0,00005
Массовая доля нитросоединений, %, не более	Не нормируется	Не нормируется
Массовая доля мышьяка, %, не более	0,00008	0,00008
Массовая доля хлористых соединений, %, не более	0,0001	0,0001
Массовая доля свинца, %, не более	0,001	0,001

Л-Фера – является термостабильной альфа-амилазой. Фермент гидролизует α-1,4гликозидные связи в амилозе и амилопектине до декстринов и олигосахаридов. Показатели качества приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Качество фермента Л-Фера

Показатель	Требования НТД	Результаты контроля
<b>Органолептические показатели</b>		
Внешний вид	Сиропообразная жидкость	Соответствует
Цвет	Коричневый	Коричневый
<b>Физико-химические показатели</b>		
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,25	1,25
Рабочие условия:		
- pH	4,5-7,0	4,5-7,0
- температура, °C*	50-95	50-95
*- сохраняет активность даже при температуре выше 95 °C и часть активности при температурах 100-110 °C		

Вискоферм представляет собой ферментный комплекс для снижения вязкости высококонцентрированного сусла, содержащего некрахмалистые полисахариды. Препарат содержит ксиланазу, целлюлазу и β-глюканазу.

Показатели качества приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Качество фермента Вискоферм

Показатель	Требования НТД	Результаты контроля
Органолептические показатели		
Внешний вид	Сиропообразная жидкость	Соответствует
Цвет	Коричневый	Коричневый
Физико-химические показатели		
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,1-1,2	1,2
Рабочие условия:		
- pH	5,5-6,5	5,5-6,5
- температура, °C	30-80	30-80

Дуозайм 2-х является комплексным ферментным препаратом альфа- и глюкоамилазы. Гидролизует  $\alpha$ -1,4-связи и  $\alpha$ -1,6-связи, как в амилозе и амилопектине, так и в декстринах.

Показатели качества приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Качество фермента Дуозайм

Показатель	Требования НТД	Результаты контроля
Органолептические показатели		
Внешний вид	Сиропообразная жидкость	Соответствует
Цвет	Коричневый	Коричневый
Физико-химические показатели		
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,1-1,2	1,2
Рабочие условия:		
- pH	4,0-6,0	4,0-6,0
- температура, °C	30-70	30-70

Активный компонент Лактрола антибиотик вирджиниамицин имеет выраженное специфическое действие в отношении широкого спектра грамположительных бактерий, относящихся к родам *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Sarcina*, *Clostridium*, *Bacillus*. Особенную высокую активность Лактрол проявляет в отношении представителей рода *Lactobacillus* – основных инфекционных контаминантов спиртового брожения.

Показатели качества антисептика Лактрола по ТИ РБ 190239501.5.532-2007 приведены в таблице 12 [38].

Таблица 12 – Качество антисептика Лактрол

Показатель	Требования НТД	Результаты контроля
Органолептические показатели		
Внешний вид	Порошкообразный	Порошкообразный
Цвет	Желтовато-коричневого	Желтовато-коричневого
Запах	Характерный запах	Соответствует
Физико-химические показатели		
Вирджиниамицин и декстроза, %	47,5-55,0	51,0
Растворимость в спирте	Хорошая	Хорошая
При смешивании с водой	Стойкая суспензия	Стойкая суспензия

Антисептик Бетасепт А отвечает требованиям ТУ 2381-001-92287788 приведены в таблице 13 [40].

Таблица 13 – Качество антисептика Бетасепт А

Показатель	Требования НТД	Результаты контроля
Органолептические показатели		
Внешний вид	Мелкокристаллический порошок	Мелкокристаллический порошок
Цвет	Белого или слегка желтоватого	Белого
Запах	Характерный запах	Соответствует
Физико-химические показатели		
Влажность, %	10,0	10,0
Растворимость в воде	Хорошая	Хорошая

Показатели качества карбамида по ГОСТ 2081-2010 приведены в таблице 14 [10].

Таблица 14 – Качество карбамида

Показатель	Требования НТД	Результаты контроля
1	2	3
Органолептические показатели		
Внешний вид	Кристаллический порошок	Соответствует
Запах	Характерный продукту	Соответствует
Физико-химические показатели		
Массовая доля азота в пересчете на сухое вещество, %, не менее	46,3	46,3
Массовая доля биурета, %, не более	0,6	0,6

Продолжение таблицы 14

1	2	3
Массовая доля свободного аммиака, %, не более, для карбамида	0,01	0,01
Массовая доля воды, %, не более: - гигроскопической - общей	0,3 0,6	0,3 0,6

Показатели качества пеногасителя приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Качество пеногасителя

Показатель	Требования НТД	Результаты контроля
Органолептические показатели		
Внешний вид	Низковязкая жидкость	Соответствует
Запах	Характерный продукту	Соответствует
Физико-химические показатели		
Вязкость при 25 °C, мПас	450-850	450-850
pH	6,5-9,0	6,5-9,0
Плотность, г/см <sup>2</sup>	1,006	1,006

Показатели качества натр едкого приведены в таблице 16 [12].

Таблица 16 – Качество натр едкого

Показатель	Требования НТД	Результаты контроля
Органолептические показатели		
Внешний вид	Бесцветная прозрачная жидкость	Соответствует
Физико-химические показатели		
Массовая доля гидроксида натрия, %, не менее	46,0	46,0
Массовая доля карбоната натрия, %, не более	0,6	0,6
Массовая доля хлорида натрия, %, не более	3,0	3,0
Массовая доля железа, %, не более	0,007	0,007
Массовая доля хлората натрия, %, не более	0,25	0,25

Показатели качества диаммония фосфата по ГОСТ 8515-75 приведены в таблице 17 [9].

Таблица 17 – Качество диаммония фосфата

Показатель	Требования НТД	Результаты контроля
Органолептические показатели		
Внешний вид	Кристаллы белого цвета	Соответствует
Физико-химические показатели		
Массовая доля общего оксида фосфора (V), %, не менее	52,0	52,0
Массовая доля аммиака, %, не менее	23,5	23,5
Массовая доля влаги, %, не более	4,0	4,0
Массовая доля мышьяка, %, не более	0,001	0,001
Массовая доля тяжелых металлов сероводородной группы (Pb), %, не более	0,002	0,002
Массовая доля фторидов, %, не более	0,01	0,01

Показатели качества дрожжей вида *Saccharomyces cerevisiae* приведены в таблице 18 [8].

Таблица 18 – Качество дрожжей вида *Saccharomyces cerevisiae*

Показатель	Требования НТД	Результаты контроля
Органолептические показатели		
Внешний вид	Колонии на сусло-агаре округлые, гладкие, тускло блестящие с ровным краем	Округлые, гладкие,
Цвет	От молочно-белого до кремового. Штрих на сусло-агаре влажный, матовый, гладкий, светло-кремового цвета	Молочно-белого цвета, Штрих на сусло-агаре влажный, матовый, гладкий, светло-кремового цвета
Физико-химические показатели		
Оптимальная температура роста, °C	28-30	28-30
Оптимальными значениями pH среды	4,5-5,5	4,5-5,5
Удельная скорость роста, ч <sup>-1</sup>	0,25-0,33	0,25-0,33
Размер клеток, мкм	3,5-10x4,5-7,0	3,5-10x4,5-7,0
Выдерживает концентрации гипохлорита кальция в среде, мг/л, не более	5,0	5,0
Накопление в дрожжегенераторе, млн. кл/мл	500-530	500-530

Как видно, из таблицы сырье полностью отвечает требованиям государственных стандартов и является безопасным для дальнейшей переработки.

Технология производства спирта-ректификата включает следующие операции: приемка сырья, очистка зерна, шелушение зерна, дробление зерна, приготовление зернового замеса, гидродинамическая и ферментативная обработка I ступени, гидродинамическая и ферментативная обработка II ступени, приготовление дрожжевой суспензии, охлаждение сусла, брожение, брагоректификация, очистка спирта, оценка качества спирта, розлив, хранение и реализация.

Блок схема производства спирта-ректификата приведена на рисунке 2.

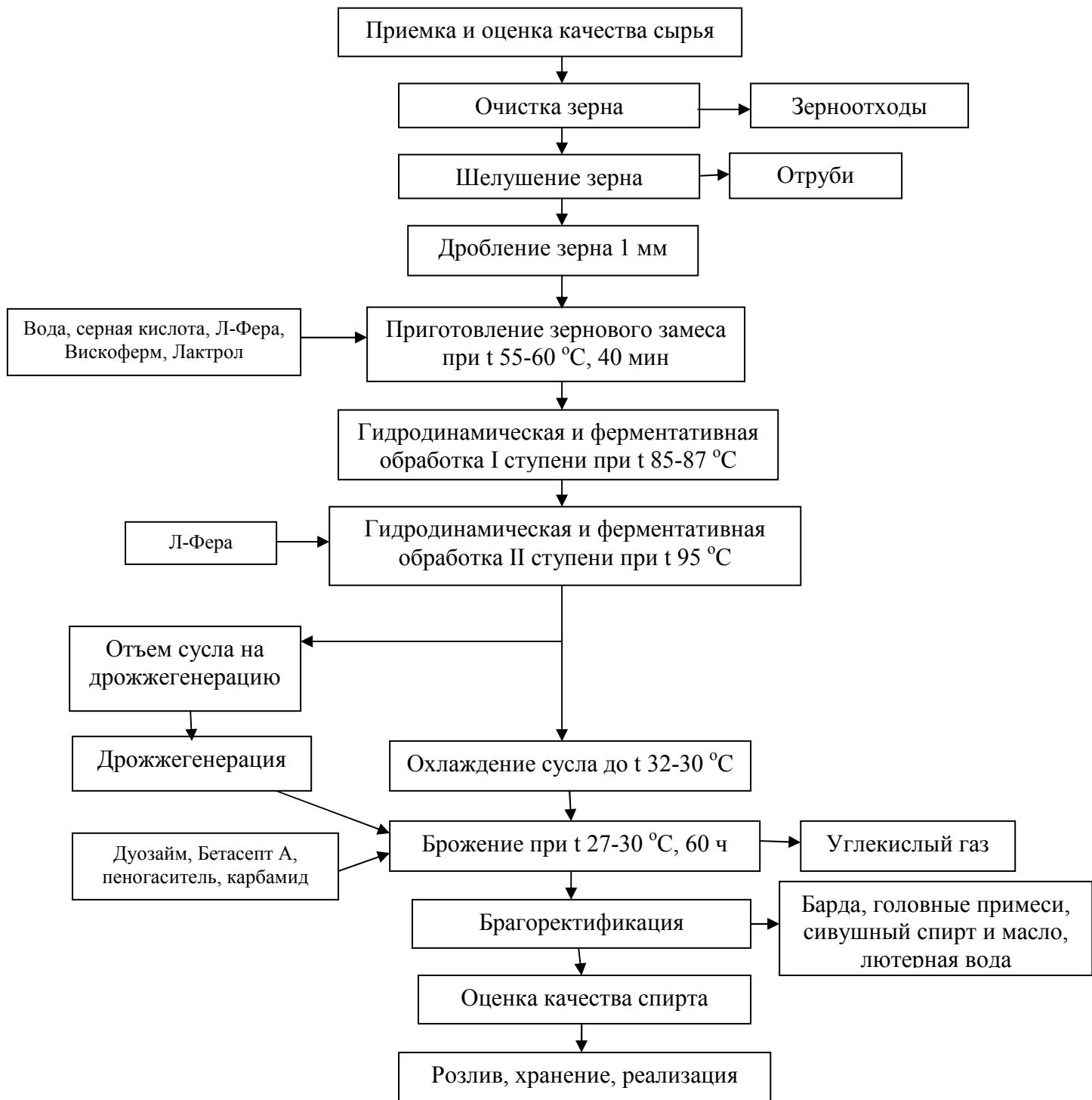


Рисунок 2 – Блок-схема производства спирта-ректификата

Зерно пшеницы от поставщиков и с зерноскладов завода поступает автомобильным транспортом и разгружается в завальню яму. Из завальной ямы зерно ковшовой норией HM50 подается в силос вместимостью 350 тонн. Этого объема достаточно для обеспечения непрерывной работы производства в течение 3-х суток. Из силоса зерно шнеком подается в отделение

подработки и размола зерна на ковшовую норию ЕТ1. Подача зерна в необходимом соотношении регулируется шлюзовым затвором, установленным после, при помощи частотного преобразователя.

С ковшовой нории ЕТ1 по самотечной трубе зерно поступает в магнитный сепаратор ТМС 15, где удаляются металломагнитные примеси. Затем зерно поступает на вибросепаратор S075-125, где из него удаляются примеси, которые отличаются от зерна геометрическими размерами: на верхнем сите удаляются крупные примеси (солома, комья земли, семена сорных трав и т.п.); на нижнем сите удаляются примеси, размеры которых меньше зерновок основной культуры [25].

Для удаления примесей, которые легче зерна (зерновой шелухи, пыли) в комплекте с вибросепаратором установлен аспирационный канал TV-75, удаляющий эти примеси при помощи восходящих потоков воздуха, создаваемых вентилятором через фильтр. Примеси отделяются в горизонтальном циклоне DO-300 и через шлюзовый питатель сбрасываются на шнек и далее в бункер отходов. Бункер отходов освобождается по мере заполнения. Отходы взвешиваются и вычитаются из массы поступившего на производство зерна.

Через аспирационный канал зерно самотеком подается в камнеотборник SG-90, в котором удаляются примеси, чей удельный вес больше чем у зерна (камни, стекла и т.п.). Машина приводится в движение двумя электродвигателями, обеспечивающими ей возвратно-поступательные движения с регулируемой амплитудой. Кроме этого, регулируется и наклон ситового короба машины. Загрязненный воздух из камнеотборника вытягивается вентилятором и направляется в фильтр низкого давления.

Из камнеотборника через магнитный сепаратор зерно поступает в шелушильную машину (декортинатор) Deco 420/8, в которой происходит отделение наружной оболочки зерна. Оболочки вытягиваются вентилятором и поступают в горизонтальный циклон, где они оседают в конусной части циклона и далее через шлюзовый питатель сбрасываются в шнек и далее в

бункер отходов. Бункер отходов освобождается по мере заполнения. Отруби взвешиваются и вычитаются из массы поступившего на производство зерна.

Все зерноочистительное оборудование (вибросепаратор, камнеотборник, аспирационный канал, декортикатор) и транспортное оборудование (шнеки, ковшовые нории) подключены к аспирационной сети. Запыленный воздух вытягивается вентилятором и направляется в рукавный фильтр, в котором воздух очищается от содержащейся пыли перед выбросом в атмосферу. Зерновая пыль скапливается в нижней части фильтра и через шлюзовый питатель поступает в шнек и далее в бункер отходов, а при необходимости через перекидной клапан в шнек [25].

После шелушильной машины зерно самотеком поступает на ковшовую норию и далее поступает в надвесовой бункер вместимостью 5 тонн, оборудованный датчиком верхнего уровня. Далее зерно взвешивается на весах электронных CSE 20 DS и через магнитный сепаратор поступает на вальцевый станок EV-8/125/25. Степень помола на вальцевом станке зависит от регулировки вальцов и может достигать 100%-ого прохода через сито с диаметром отверстий 1 мм. Мучка после вальцевого станка собирается в приемной воронке продуктов размола, из которой пневмотранспортом вытягивается на циклон, после которого подается в рассев. В рассеве происходит разделение на фракции: более мелкий помол уходит в шнек, а крупный сбрасывается на молотковую дробилку ММ 150-18. После дробления мучка вытягивается в циклон и подается в шнек.

Вальцевый станок, приемная воронка продуктов размола, молотковая дробилка, рассев и шнек подключены ко 2-ей системе аспирации, состоящей из фильтра низкого давления и вентилятора. Мука, которая скапливается в нижней части фильтра, через шлюзовый питатель возвращается в шнек обратно в процесс [42].

Мучка шнеком подаётся в предмеситель, где смешивается с горячей водой. Вода для приготовления замеса подается насосом Р210А/В из емкости технологической воды и подогревается в пароструйном подогревателе до

температуры 60 °С. Вода подается с таким расчетом, чтобы концентрация сухих веществ в замесе составляла 10-13%, а в сусле 22-24%. Непосредственно в воду перед подачей в предсмеситель дозируют серную кислоту для поддержания и корректировки требуемого pH среды 5,5-6,0.

Полученный зерновой замес поступает в смеситель. Температура в смесителе поддерживается 55-60 °С за счет подачи горячей воды. Время пребывания замеса в смесителе составляет около 40 минут. Перемешивание массы в смесителе осуществляется рамной мешалкой. В смеситель дозируются ферментные препараты: термостабильной  $\alpha$ -амилазы (Л-Фера), являющийся катализатором гидролиза  $\alpha$ -1,4-связей молекул крахмала, комплексный ферментный препарат, содержащий  $\beta$ -глюканазу, ксиланазуцеллюлазу (Вискоферм), являющиеся катализатором гидролиза некрахмальных полисахаридов. Ферментные препараты и реагенты находятся в стандартных пластиковых емкостях, откуда подаются на смешение посредством насосов-дозаторов. Для предотвращения размножения и развития инфекции подается антисептик Лактрол.

В предсмесителе и смесителе происходит клейстеризация и начальная стадия разжижения крахмала. За счет действия ферментных препаратов сохраняется нормальная текучесть массы.

Далее замес насосом Р151А/В подается на головку контактную, где замес подогревается острым паром до температуры 85-87 °С и поступает в аппарат ГДФО-1. Температура замеса после головки контактной поддерживается автоматически за счет подачи пара регулирующим клапаном VA-211 [42].

Коэффициент заполнения аппарата составляет 0,85-0,95. В аппарате ГДФО-1 под действием  $\alpha$ -амилазы происходит растворение сухих веществ зерна и декстринизация крахмала. Процесс ведется при постоянном перемешивании массы.

Далее из аппарата ГДФО-1 насосом Р201А/В разваренная масса подается на контактную паровую головку, где подогревается острым паром

до температуры 95 °С и поступает в аппарат ГДФО-2. Непосредственно перед аппаратом ГДФО-2 дозируется ферментный препарат  $\alpha$ -амилазы (Л-Фера) посредством насоса-дозатора. Процесс гидродинамической ферментативной обработки 2-й ступени ведется при постоянном перемешивании. В аппарате ГДФО-2 происходит разжижение крахмала. Контроль гидролиза проводят по одной пробе – фильтрат разжиженной массы на выходе из аппарата должен иметь устойчивое от светло-коричневого до темно-коричневого окрашивания, в нефильтрованной массе не допускается фиолетовое окрашивание. Время пребывания массы в аппаратах ГДФО-1 и ГДФО-2 составляет 3,2-3,5 часов.

Из аппарата ГДФО-2 насосом Р202А/В разваренная масса подается на охлаждение, которое происходит в 2 этапа. На первом этапе масса охлаждается с 95 °С до 75-70 °С в спиральном теплообменнике Е201; на втором этапе – до 32-30 °С в теплообменнике LS. Хладагентом служит оборотная вода с температурой 26 °С подаваемая из заводской системы оборотного водоснабжения. Охлажденная масса поступает в бродильное отделение.

Перед подачей в бродильные аппараты в продуктовую линию насосом-дозатором непрерывно дозируется ферментный препарат глюкоамилазы (Дуозайм 2х) и пеногаситель. Также для предотвращения развития инфекции в бродящей массе насосом-дозатором в продуктовый трубопровод подается раствор антисептика Бетасент А.

Для приготовления дрожжей сусло отбирается с температурой 95 °С из аппарата ГДФО-2 [21].

Приготовление производственных дрожжей. Стадия дрожжегенерации предназначена для подготовки и адаптации используемой дрожжевой культуры к процессу брожения.

Для эффективной работы дрожжевого отделения выбран полунепрерывный метод ведения дрожжей. Предлагаемый метод позволяет

обеспечить необходимое количество дрожжей для сбраживания основного сусла, ведя процесс дрожжегенерации всего в двух аппаратах – дрожжанках.

Данный метод является наиболее предпочтительным из-за нескольких факторов – отказа от ежедневной мойки и пропарки дрожжанок, сокращения времени подготовки производственных дрожжей. Однако этот метод требует высокой культуры производства, соблюдения микробиологической чистоты процесса.

Для сбраживания сусла на заводе применяют дрожжи, относящиеся к виду *Saccharomyces cerevisiae*.

Ежемесячно музей чистых культур пересевается микробиологом на соответствующие среды.

Разведение чистой культуры дрожжей осуществляют путем смыва материала из пробирок в колбы со стерильной питательной средой. В качестве питательной среды для выращивания дрожжей на лабораторной стадии используют профильтрованное сусло (концентрация растворенных сухих веществ 14-16%). Два литра инокулата передается в маточник.

Все операции на лабораторной стадии разведения чистой культуры проводят в стерильных условиях.

Сухие спиртовые дрожжи в количестве 0,5 кг перед началом процесса регидратируют в теплой (32-34 °C) воде в течение 20 минут до появления пены.

Сусло в маточнике приготавливают с более низким содержанием сухих веществ по сравнению с основным дрожжевым суслом (14-16%). При достижении уровня в маточнике 20% включают мешалку. Разбавление осуществляют технологической водой. Трубопровод воды врезан непосредственно в сусловой трубопровод. После разбавления водой сусло в маточнике выдерживают при температуре 95 °C в течение 30 минут.

Питательные соли – карбамид и диаммоний фосфат задают вручную через люк. Кислоту для корректировки pH на уровне 3,8-4,5 подают посредством дозирующего насоса из стандартной пластиковой емкости [42].

Для охлаждения сусла в конструкции маточника предусмотрена рубашка, куда подается охлаждающая вода из градирни.

После выдержки сусла в маточнике в течение 30 минут при температуре 95 °С начинают подачу охлаждающей воды в рубашку маточника и охлаждают сусло до температуры 60 °С. После чего задают в сусло дополнительное количество ферментного препарата глюкоамилазы, и антимикробный препарат. Продолжают процесс охлаждения сусла до температуры 32-33 °С.

При температуре 32-33 °С в маточник при работающей мешалке засевают чистую культуру дрожжей или регидратированные сухие дрожжи. Температуру дрожжегенерирования в маточнике контролируют, не допуская превышения 34 °С.

При достижении отбода на 1/3 от первоначального содержания сухих веществ подсчитывают число клеток в камере Горяева, их должно быть 140-200 млн/мл. После проведения микробиологического контроля засевные дрожжи самотеком передают на дрожжегенерацию в дрожжанки.

Засевные маточные дрожжи готовят по мере необходимости, но не реже 1 раза в три дня.

Процесс дрожжегенерации ведут в двух дрожжанках, оснащенных вертикальными мешалками. Для интенсификации процесса предусмотрена возможность аэрирования среды. Атмосферный воздух компрессором низкого давления подают через воздушный фильтр в нижнюю часть аппаратов [21].

Сусло для дрожжегенерирования приготавливают с более низким содержанием сухих веществ (14-16%) по сравнению с основным технологическим суслом (22-24%), для чего предусмотрен подвод подготовленной воды в продуктопроводы перед каждым аппаратом. В дрожжанку сначала подают расчетное количество сусла, а только затем производят его разбавление водой. При первом цикле дрожжегенерирования дрожжанку на 20% заполняют суслом, включают мешалку, спускают в нее

засевные дрожжи из маточника, не прекращая подачу сусла. Затем в дрожжанку подают технологическую воду для доведения концентрации сухих веществ в сусле до 14-16% [21].

Кислоту для корректировки pH на уровне 3,8-4,5 подают посредством дозирующего насоса из стандартной пластиковой емкости.

Необходимое количество раствора карбамида подают насосом-дозатором из сборника карбамида. Раствор карбамида приготавливают в емкости, оснащенной вертикальной мешалкой. Гранулированный карбамид в требуемом количестве засыпают из мешка через приемный люк и включают мешалку до полного растворения гранул.

Длительность процесса дрожжегенерирования в одной дрожжанке составляет ~12 часов.

Готовые производственные дрожжи центробежным насосом Р301А/В передают на брожение в бродильные аппараты, оставляя 20% в качестве засевных. Благодаря тому, что в дрожжанке оставляют большое количество засевных дрожжей, размножение клеток протекает очень быстро. Дрожжанку сразу после отдачи производственных дрожжей начинают заполнять суслом с температурой 30-32 °C. В ходе заполнения при перемешивании задают дополнительное количество осахаривающего ферментного препарата, минеральное питание, антисептик, серную кислоту для коррекции активной кислотности среды. Температуру складки не снижают, регулируют температуру главного брожения в зависимости от выбранной расы дрожжевой культуры, но не более 34 °C. Как и в маточнике в конструкции дрожжанок имеется рубашка, куда подается охлаждающая вода из градирни. Температура в дрожжанках регулируется автоматически.

При правильном ведении процесса в работе будет находиться одна дрожжанка, например, в течение 3 дней. Цикл ее работы составляет 12 часов. Таким образом, в сутки два раза получают готовые дрожжи и заливаются ими два бродильных чана. Через 3 дня разводят в маточнике новые засевные дрожжи, подготавливают дрожжанку и по такой же схеме работают

следующие 3 дня, затем готовят дрожжанку и т.д. После полного опорожнения дрожжанки моют (горячая вода и моющий раствор подаются из СИР-отделения). Для возможности стерилизации перед началом цикла работы дрожжанки предусмотрен подвод пара [21, 42].

**Брожение.** Охлажденное до 30-32 °С сусло направляют в бродильное отделение. Брожение ведут по периодическому способу, так как данный способ позволяет сократить риск инфицирования. Процесс проводят в пяти бродильных аппаратах. Время заполнения бродильного аппарата составляет 12-14 часов.

Бродильные аппараты оборудованы выносными пластинчатыми теплообменниками с циркуляционными насосами, образующие контура автоматического регулирования температуры процесса брожения. Для перемешивания дрожжей в бродильных аппаратах установлены боковые мешалки.

Процесс начинают с заполнения бродильного аппарата суслом температурой 30-32 °С. После создания «подушки» (уровень в бродильном чане ~20%) перекачивают производственные дрожжи ( $t = 30-32$  °С) из дрожжанки, не прекращая подачи сусла. Для перемешивания дрожжей и сусла включают боковую мешалку после того, как уровень заполнения бродильного составит 20%. При таком режиме заполнения стадия возбраживания протекает очень быстро, практически сразу начинается стадия главного брожения.

Для интенсификации и обеспечения полноты брожения предусмотрено постоянное дозирование в технологическое сусло раствора карбамида. Раствор карбамида подают насосом-дозатором из сборника непосредственно в сусловой трубопровод бродильного отделения.

Готовую бражку перекачивают центробежными насосами в передаточную емкость, которая является буфером между отделениями брожения и ректификации. Для предотвращения осаждения взвешенных веществ бражки передаточный чан оборудован боковой мешалкой.

Из передаточной емкости готовую бражку насосом Р500А/В перекачивают в отделение брагоректификации [21].

Углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ), образующийся в процессе брожения, направляется в спиртоловушку для улавливания паров спирта. Спиртоловушка представляет собой насадочный скруббер, где газы брожения и холодная вода движутся в противотоке. Спирт абсорбируется водой и полученная водно-спиртовая смесь (ВСЖ) сливается в накопительную емкость, откуда насосом перекачивается в передаточную емкость, а углекислый газ газовоздуховкой направляется на производство сжиженной углекислоты и сухого льда.

Ректифицированный спирт в настоящее время на спиртовых заводах получают непосредственно из бражки на брагоректификационных установках косвенного действия. В установку входят три колонны: бражная, эпюрационная и ректификационная. В бражной колонне из бражки выделяют этиловый спирт и летучие примеси, в эпюрационной отделяют головные примеси, в ректификационной получают ректифицированный спирт. В состав установки входят две дополнительные колонны – сивушная и окончательная. Сивушная колонна предназначена для выделения фракции высших спиртов (сивушное масло и спирт) и их концентрации, а окончательная колонна – для дополнительного освобождения этилового спирта от примесей.

На установке косвенного действия процесс ректификации осуществляется следующим образом. Бражку подогревают до 90 °C в бражном подогревателе и подают на верхнюю тарелку бражной колонны, в которую снизу поступает греющий пар. Пары, поднимающиеся из бражной колонны, поступают в конденсатор через бражный подогреватель, где отдают тепло поступающей в бражную колонну зрелой бражке. В конденсаторе пар полностью конденсируется и полученный конденсат крепостью 45-55 об.% поступает в эпюрационную колонну [21].

Готовый спирт подвергают оценки качества в соответствии с требованиями ГОСТ 5962-2013.

Розлив спирта. Этиловый ректифицированный спирт из пищевого сырья разливают в специально оборудованные и предназначенные для него цистерны, изготовленные из материалов, разрешенных для контакта с продуктом данного вида.

Цистерны и резервуары должны герметически закрываться крышками, иметь воздушники, оборудованные предохранительными клапанами. Для установления уровня спирта применяют поплавковые или другие безопасные указатели уровня. После этого наносится маркировка тары, а затем проводят опломбировку цистерны.

Этиловый ректифицированный спирт из пищевого сырья транспортируют всеми видами транспорта в соответствии с правилами перевозки опасных грузов, действующими на данном виде транспорта. Категорически запрещается отпуск спирта без наряда, оформленного в установленном порядке, сверх количества, указанного в нем, на давальческих началах для промпереработки, взаимообразно или в счет взаимных расчетов не по своим нарядам, а также частным лицам. Вывоз спирта со склада поставщика производится получателем по товарно-транспортной накладной, заменяющей пропуск на вывоз.

Спирт должен быть полностью вывезен со склада поставщика в тот же день, когда выписана товарно-транспортная накладная.

Спирт должен храниться в стальных резервуарах различной вместимости и формы с обязательным условием возможности измерения в них наличия спирта по объему. Срок годности этилового спирта не ограничен [21].

В таблице 19 представлено описание оборудования для выполнения технологических операций при производстве спирта-ректификата.

Таблица 19 – Оборудование для выполнения технологии производства спирта-ректификата

Наименование оборудования	Выполняемая работа	Марка	Производительность, т/ч	Продолжительность работы в смену, час	Количество, шт
Магнитный сепаратор	Для отделения металломагнитных примесей	ПСМ-15	15,0	0,3	1
Вибросепаратор	Для отделения минеральных примесей	S075-125	125,0	0,6	1
Циклон	Для улавливания пыли в системах пневмотранспорта	DO-300	300,0	2,6	1
Камнеотборник	Для очистки зерна от камней	SG-90	90,0	0,5	1
Шелушильная машина	Для шелушения зерна	Deco 420/8	8,0	0,4	1
Вальцевый станок	Для измельчения зерна	EV-8/125/25	25,0	0,7	1
Дробилка	Для дробления зерна	ММ-150	1,5	0,6	1
Смеситель	Для приготовления замеса	СВГ-3	300,0	0,8	1
Аппараты	Для гидродинамической и ферментативной обработке	ГДФО-1 и ГДФО-2	2000,0	4,0	1
Бродильный аппарат	Для брожения сусла	БА-3000	3000,0	12,0	1
Брагоректификационная установка	Для брагоректификации спирта	БРУ-3000	3000,0	1,2	1

Аппаратурно-технологическая схема производства спирта-ректификата приведена в приложении Б.

### 2.3.2.1 Материальный баланс производства спирта-ректификата

Расчет материального баланса производят на 100 дал спирта.

Расход крахмала определяют по формуле

$$P_k = \frac{100}{B} = \frac{100}{66,7} = 1499 \text{ кг}, \quad (1)$$

53

где В – выход спирта с 1 т крахмала, дал.

Потери крахмала при измельчении составляют 0,3% от содержания его в сырье. Следовательно, количество условного крахмала, содержащегося в очищенном зерне и поступающего на измельчение, должно составлять [2]

$$P_{kp} = \frac{1499 * 100}{100 - 0,3} = 1503,5 \text{ кг}, \quad (2)$$

где П – потери при измельчении, %.

Расход пшеницы. При крахмалистости пшеницы, равной 52%, для получения 100 дал спирта необходимо измельченной пшеницы на водно-тепловую обработку

$$P_n = \frac{1499 * 100}{52} = 2882,7 \text{ кг}, \quad (3)$$

где К – крахмалистость зерна, %.

В состав пшеницы входят сбраживаемые и несбраживаемые вещества, количество которых приведено в таблице 19.

Таблица 19 – Состав пшеницы

Вещества	Содержание, %	Количество, кг
Сбраживаемые вещества	52,0	1499,0
Несбраживаемые вещества	35,5	1023,3
Всего сухих веществ	85,5	2522,4
Вода	14,5	418,0
Итого	100	2882,7

При крахмалистости пшеницы, равной 52%, для получения 100 дал спирта необходимо очищенной пшеницы до измельчения [2]

$$P_{oc} = \frac{1503,5 * 100}{52} = 2891,3 \text{ кг}. \quad (4)$$

В процессе очистки зерна отходит 1,5% сорной и 2,5% зерновой примеси; количество зерна, поступающего на очистку, составит

$$P_{hz} = \frac{2891,3 * 100}{100 - 1,5 - 2,5} = 3011,8 \text{ кг}. \quad (5)$$

Потери зерна при разгрузке составляют 0,2%; следовательно, количество товарного зерна, поступающего на завод, составит

$$P_{T_3} = \frac{3011,8 * 100}{100 - 0,2} = 3017,8 \text{ кг.} \quad (6)$$

При влажности зерна 14,5% количество сухих веществ в очищенной пшенице составит:  $3011,8 * 85,5/100 = 2575,1$  кг. (7)

Расход теплой воды, поступающей на приготовление замеса в смеситель, составляет:  $P_v = 2882,7 * 2,5 = 7206,7$  кг. (8)

Общий объем замеса составит [35] (9)

$$B_3 = P_n + P_v + P_\phi + P_{sep} + P_{ah} = 2882,7 + 7206,7 + 2,2 + 0,005 + 13,5 = \\ = 10105,1 \text{ кг.}$$

На приготовление сусла для дрожжей из осахаривателя отбирается 5% сусла:  $8403,3 * 0,05 = 420,2$  кг. (10)

Количество сусла, подаваемого на охлаждение под вакуумом до температуры складки, составит:  $8403,3 - 420,2 = 7983,1$  кг. (11)

При брожении сусла выделяется диоксида углерода (12)

$$K = 789,27 * 1,208 = 953,8 \text{ кг,}$$

где 789,27 – масса 100 дал безводного спирта, кг;

0,955 – выход диоксида углерода по отношению к безводному спирту, кг/кг.

Материальный баланс на стадии приемки зерна приведен в таблице 20.

Таблица 20 – Приемка зерна

Приход	кг	%	Расход	кг	%
Зерно	3017,8	100,0	Зерно	3011,8	99,8
			Потери	6,0	0,2
Итого	3017,8	100,0	Итого	3017,8	100,0

Материальный баланс на стадии очистки зерна приведен в таблице 21.

Таблица 21 – Очистка зерна

Приход	кг	%	Расход	кг	%
--------	----	---	--------	----	---

1	2	3	4	5	6
Зерно	3011,8	100,0	Зерно очищенное	2910,7	96,6
			Зерновая примесь	64,7	2,1
			Сорная примесь	36,2	1,2

Продолжение таблицы 21

1	2	3	4	5	6
			Потери	0,2	0,1
Итого	3011,8	100,0	Итого	3011,8	100,0

Материальный баланс на стадии шелушения зерна приведен в таблице 22.

Таблица 22 – Шелушение зерна

Приход	кг	%	Расход	кг	%
Зерно очищенное	2910,7	100,0	Зерно	2891,3	99,3
			Отруби	19,0	0,7
			Потери	0,4	0,01
Итого	2910,7	100,0	Итого	2910,7	100,0

Материальный баланс на стадии размола зерна приведен в таблице 23.

Таблица 23 – Размол зерна

Приход	кг	%	Расход	кг	%
Зерно	2891,3	100,0	Крахмал	2882,7	99,7
			Потери	8,6	0,3
Итого	2891,3	100,0	Итого	2891,3	100,0

Материальный баланс на стадии замеса сусла приведен в таблице 24.

Таблица 24 – Замес сусла

Приход	кг	%	Расход	кг	%
Крахмал	2882,7	28,5	Сусло	9732,7	96,3
Вода	7206,7	71,3	Потери	372,4	3,7
Л-Фера	0,8	0,01			
Вискоферм	1,4	0,01			
Лактрол	0,005	0,001			

Серная кислота	13,5	0,2			
Итого	10105,1	100,0	Итого	10105,1	100,0

Материальный баланс на стадии гидродинамической и ферментативной обработки I ступени приведен в таблице 25.

Таблица 25 – Гидродинамическая и ферментативная обработка I ступени

Приход	кг	%	Расход	кг	%
Сусло	9732,7	100,0	Сусло	9121,5	93,7
			Потери	611,2	6,3
Итого	9732,7	100,0	Итого	9732,7	100,0

Материальный баланс на стадии гидродинамической и ферментативной обработки II ступени приведен в таблице 26.

Таблица 26 – Гидродинамическая и ферментативная обработка II ступени

Приход	кг	%	Расход	кг	%
Сусло	9121,5	99,9	Сусло	8403,3	92,1
Л-Фера	0,5	0,1	Потери	718,7	7,9
Итого	9122,0	100,0	Итого	9122,0	100,0

Материальный баланс на стадии охлаждения сусла приведен в таблице 27.

Таблица 27 – Охлаждение сусла

Приход	кг	%	Расход	кг	%
Сусло	7983,1	100,0	Сусло охлажденное	7888,3	98,8
			Потери	94,8	1,2
Итого	7983,1	100,0	Итого	7983,1	100,0

Материальный баланс на стадии брожения сусла приведен в таблице 28.

Таблица 28 – Брожение сусла

Приход	кг	%	Расход	кг	%
Сусло охлажденное	7888,3	95,1	Бражка	7257,5	87,5
Бетасепт А	0,03	0,0004	Углекислота	953,8	11,5
Дуозайм 2х	4,1	0,05	Потери	85,4	1,0
Карбамид	2,0	0,02			
Пеногаситель	0,05	0,0006			
Дрожжевая суспензия	402,2	4,8			
Итого	8296,7	100,0	Итого	8296,7	100,0

При расчете выхода барды составит 4600 кг. Головные примеси составляют 2,4%, сивушное масло – 0,3%, сивушный спирт – 2,5%, лютерная вода – 17,1%.

Материальный баланс на стадии брагоректификации приведен в таблице 29.

Таблица 29 – Брагоректификация

Приход	кг	%	Расход	кг	%
Бражка	7257,5	100,0	Спирт-ректификат	1022,8	14,0
			Барда	4600,0	63,4
			Головные примеси	174,2	2,4
			Сивушный спирт	181,4	2,5
			Сивушное масло	21,8	0,3
			Лютерная вода	1239,0	17,1
			Потери	18,3	0,3
Итого	7257,5	100,0	Итого	7257,5	100,0

Материальный баланс на стадии розлива и хранения приведен в таблице 30.

Таблица 30 – Розлив и хранение спирта

Приход	кг	%	Расход	кг	%
Спирт-ректификат	1022,8	100,0	Спирт-ректификат	1000,0	94,6
			Потери	22,8	5,4
Итого	1022,8	100,0	Итого	1022,8	100,0

Исходя из следующих данных: 1 дал = 10 л. Тогда, по пропорции переводим 1000 кг в дал: 1 дал – 10 л

$$X - 1000, \quad X = 100 \text{ дал.}$$

При расчете материального баланса на 100 дал спирта необходимо 3017,8 т зерна пшеницы крахмалистостью 52%. Выход крахмала составит 2882,7 кг. Все компоненты вносятся согласно рецептуре, масса замеса составила 10105,1 кг. При брожении образуется углекислота массой 953,8 кг. Выход барды составил 4600 кг. Сорная примесь равна 36,2 кг, а зерновая – 64,7 кг. Сумма потерь с учетом испарений составила 2041,9 кг.

Так как суточная производительность составила 3150 дал, ниже приведена сводная таблица (таблица 31).

Таблица 31 – Сводная таблица

Наименование показателя	Расход на 100 дал	Расход на 3150 дал
Зерно пшеницы	3017,8	95060,7
Сорная примесь	36,2	1140,3
Зерновая примесь	64,7	2038,1
Количество крахмала	2882,7	90805,1
Выход замеса	10105,1	318310,7
Выход углекислоты	953,8	30044,7
Выход бражки	7257,5	228611,3
Выход барды	4600,0	144900,0
Сивушный спирт	181,4	5714,1
Сивушное масло	21,8	686,7
Головные примеси	174,2	5487,3
Лютерная вода	1239,0	39028,5
Сумма потерь	1938,8	61072,2

На заводе производят спирт вида Альфа. Он является наиболее ценным и дорогим видом, производимого из зерна. Побочные продукты образующие при брагоректификации используют для технических целей и на переработку (барда). Сивушное масло используется в основном как сырьё для получения чистых высших спиртов (амилового, бутилового, пропилового), которые применяют в органическом синтезе, при изготовлении медицинских

препаратов и душистых веществ, как экстрагенты и поверхностно-активные вещества.

### 2.3.2.2 Контроль качества готовой продукции

Этиловый спирт ( $C_2H_5OH$ ) представляет собой бесцветную прозрачную жидкость с характерным запахом и жгучим вкусом; химически чистый спирт имеет нейтральную реакцию, а применяемый в пищевой промышленности (из-за содержащихся в нем органических кислот) – слабокислую реакцию.

Спирт «Альфа» является самым дорогим, но в то же время и качественным. Изготавливают его из зерен пшеницы и ржи самого высокого качества. При производстве жидкость проходит самую высокую степень очистки от примесей и сивушных масел. Стоит отметить, что такой спирт используют только самые известные бренды для производства дорогих сортов водки.

Непрерывный технологический процесс, который сегодня на заводе полностью автоматизирован. На всех стадиях производства ведется жесткий контроль качества, строго соблюдается технологическая дисциплина. Качество контролируют специалисты производственно-технологической лаборатории при помощи новейших контрольно-измерительных приборов – хроматографов, позволяющих не только проводить экспресс-анализ спиртов практически по всем микропримесям, но и делать их математическую обработку, сокращать длительность и погрешность анализов.

На предприятие производят оценку качества основного и дополнительного сырья, готовой продукции, а так же проводятся технохимический контроль производства спирта. Для этого на предприятие имеется лаборатория, где работают три лаборанта и определяют по органолептическим и физико-химическим показателям. А так же имеется микробиологическая лаборатория, где постоянно поддерживаются

стерильные условия. В этой лаборатории работают микробиолог и лаборант. Они оценивают продукцию по микробиологическим показателям, а так же занимаются производством дрожжевых культур для брожения сусла [23].

Контроль технологического процесса при производстве спирта-ректификата приведен в таблице 32.

Таблица 32 – Контроль технологического процесса при производстве спирта-ректификата

Показатель	Значение
Приемка сырья	
Органолептические, физико-химические и микробиологические показатели	Приведены в ГОСТ Р 52554-2006
Очистка зерна	
Содержание сорной примеси, %	2,0
Содержание зерновой примеси, %	4,6
Шелущение зерна	
Выход отрубей, %	0,7
Выход шелушенного зерна, %	99,3
Дробление зерна	
Выход крахмала, %	99,7
Приготовление зернового замеса	
Температура воды, °C	60
Концентрация сухих веществ в замесе, %	10-13
Определение pH	5,5-6,0
Гидродинамическая и ферментативная обработка I и II ступени	
Температура замеса I ступени, °C	85-87
Температура замеса II ступени, °C	95
Охлаждение сусла	
Температура сусла	32-30
Брожение сусла	
Определение pH дрожжевой суспензии	3,8-4,5
Температура сусла, °C, не более	30-32
Продолжительность брожения, ч	12-14
Выход углекислоты, %	11,5
Брагоректификация	
Температура бражки, °C	90
Оценка качества готового продукта	
Органолептические, физико-химические и микробиологические показатели	Приведены в ГОСТ 5962-2013

Технохимический контроль производства спирта-ректификата осуществляется производственная лаборатория. Контроль проводят на всех этапах производства, в результате готовый продукт имеет высокое качество.

Качество спирта оценивают по ГОСТ 5962-2013 «Спирт этиловый ректифицированный из пищевого сырья. Технические условия». Показатели качества приведены в таблице 33 [19].

Таблица 33 – Показатели качества спирта-ректификата

Показатель 1	Требования НТД 2	Результаты контроля 3
Внешний вид	Прозрачная жидкость без посторонних частиц	Прозрачная жидкость без посторонних частиц
Цвет	Бесцветная жидкость	Соответствует
Вкус и запах	Характерные для этилового ректифицированного спирта конкретного наименования, выработанного из соответствующего сырья, без привкуса и запаха посторонних веществ	Соответствует
Физико-химические показатели		
Объемная доля спирта этилового, %, не менее	96,3	96,3
Проба на чистоту с серной кислотой	Выдерживает	Выдерживает
Проба на окисляемость, мин, при 20 °C, не менее	20,0	20,0
Массовая концентрация уксусного альдегида в пересчете на безводный спирт, мг/дм <sup>3</sup> , не более	2,0	2,0
Массовая концентрация сивушного масла (1-пропанол, 2-пропанол, изобутиловый спирт, 1-бутанол и изоамиловый спирт) в пересчете на безводный спирт, мг/дм <sup>3</sup> , не более	5,0	5,0
Массовая концентрация сложных эфиров (метилацетат, этилацетат) в пересчете на безводный спирт, мг/дм <sup>3</sup> , не более	10,0	10,0
Объемная доля метилового	0,003	0,003

спирта в пересчете на безводный спирт, %, не более		
Массовая концентрация свободных кислот (без CO <sub>2</sub> ) в пересчете на безводный спирт, мг/дм <sup>3</sup> , не более	12,0	12,0
Массовая концентрация сухого остатка в пересчете на безводный спирт, мг/дм <sup>3</sup> , не более	Не нормируется	Не нормируется
Массовая концентрация летучих азотистых оснований, в пересчете на азот, в 1 дм <sup>3</sup> , безводного спирта, мг, не более	Не нормируется	Не нормируется

Продолжение таблицы 33

1	2	3
Наличие фурфулола в спирте не допускается		
Микробиологические показатели		
Количество мезофильных аэробных микроорганизмов, КОЕ/100 см <sup>3</sup> , не более	10,0	10,0
Бактерии группы кишечных палочек (БГКП), не допускаются в массе продукта (г/см <sup>3</sup> )	1,0	1,0
Дрожжи и плесени (в сумме), КОЕ/г (см <sup>3</sup> ), не более	100,0	100,0

Согласно данным, приведенным в таблице 33 показатели качества спирта-ректификата, отвечают требованиям ГОСТ 5962-2013. Исходя, из этого можно сделать вывод, что спирт-ректификат является безопасным сырьем для перерабатывающей промышленности.

На предприятие лаборатория полностью оснащена всеми необходимыми реактивами, лабораторной посудой и приборами. Контроль качества сырья и готового продукта осуществляется регулярно в соответствии с требованиями государственных стандартов.

### 2.3.3 Экспериментальная часть

Проектным предложением является внедрение современного оборудования БРУ-6000 косвенного действия взамен БРУ-3000 прямого действия в технологическую линию по производству спирта-ректификата.

Изобретение относится к автоматическому управлению процессом ректификации многоколонной брагоректификационной установки непрерывного действия и может быть использовано в спиртовом производстве. Способ характеризуется тем, что осуществляют регулирование расхода бражки, расхода пара, подаваемого в колонны в зависимости от давления в их нижних частях, и расхода воды, поступающей в дефлегматоры и конденсаторы установки. Осуществляют задание величины расхода пара, подаваемого в бражную колонну, в функции от рассогласования между заданной и текущей температурой верхней части бражной колонны. С помощью подачи гидроселекционной воды на одну из верхних тарелок колонны эпюрации осуществляют регулирование концентрации спирта в эпюрате на выходе из низа колонны эпюрации на основе прямого измерения его концентрации или определения ее с помощью температуры и давления низа колонны эпюрации. Осуществляют определение нагрузки колонны ректификации спиртом по потоку эпюрате на ее входе с учетом концентрации эпюрате и величины его расхода. Осуществляют выделение низкочастотной составляющей переменной нагрузки колонны ректификации по спирту и задание требуемой нагрузки установки по спирту. Осуществляют корректировку задания на расход бражки в бражную колонну в зависимости от разности низкочастотной составляющей текущей нагрузки колонны ректификации по спирту и требуемого значения нагрузки по спирту для установки брагоректификации. Осуществляют стабилизацию отбора спирта из колонны ректификации в функции от разности заданного и текущего значений концентрации этилового спирта или их косвенных оценок в виде текущей и заданной температур паров над контрольной тарелкой колонны ректификации с учетом скорости изменения концентрации (температуры), причем расход воды в конденсатор и дефлегматор колонны ректификации регулируют в функции от разности заданного и текущего значений температуры

флегмы на входе в колонну ректификации. Изобретение обеспечивает улучшение качества получаемого этилового спирта, повышение производительности установки и снижение удельных затрат греющего пара [4].

В трехколонной брагоректификационной установке косвенного действия БРУ-6000 французской фирмы «Speichim» бражка насосом подается в подогреватель (дефлегматор). В установках косвенного действия водно-спиртовые пары, поднимающиеся из бражной колонны, полностью концентрируются в дефлегматоре и конденсаторе, образуя бражной дистиллят, который поступает на эпюрацию в эпюрационную колонну с дефлегматором и конденсатором. Эпурат направляется в ректификационную колонну, снабженную дефлегматором и конденсатором, где выделяются промежуточные продукты, сивушное масло и спирт-ректификат. Данная установка принята как типовая из-за высоких эксплуатационных показателей.

Подогревание бражки происходит за счет конденсации паров, поступающих из бражной колонны. Пары проходят при этом через ловушку, где отделяются увличенные жидкие частицы.

Подогретая бражка поступает в сепаратор, где из нее выделяется диоксид углерода. Выделившийся в сепараторе газ поступает в конденсатор, где конденсируются увличенные газом пары спирта и примесей, а затем направляется в спиртовую ловушку.

Бражка поступает в бражную колонну с регулятором для выпуска барды. Из конденсаторов, подогревателя бражки и спиртовой ловушки конденсат водно-спиртовых паров направляется в эпюрационную колонну, которая имеет дефлегматор и конденсатор.

Головные продукты из конденсатора поступают в холодильник, а далее через ротаметр – в фонарь. Освобожденный от основной части головных примесей водно-спиртовой раствор (эпурат) направляется в ректификационную колонну. Эта колонна снабжена дефлегматором и конденсатором, из которого часть конденсата (нестандартный или

непастеризованный спирт) отводится в эпюрационную колонну. Количество его составляет около 3% от введенного в колонну безводного спирта. Другая часть конденсата присоединяется к флегме, поступающей из дефлегматора в ректификационную колонну [29].

Спирт-ректификат в жидким виде с 3, 4, 5, 6 и 7-й тарелок (считая сверху) ректификационной колонны поступает в холодильник, откуда через ротаметр направляется в фонарь. Сивушное масло поступает в виде паров через сепаратор в конденсатор. Конденсат направляется в маслоотделитель. Выделенное в нем сивушное масло направляется в хранилище, а водно-спиртовой раствор из этого маслоотделителя возвращается в ректификационную колонну через подогреватель. Греющей средой в этом подогревателе служит лутерная вода, отводимая из ректификационной колонны в сборник насосом. В ректификационной колонне также отбираются промежуточные продукты (сивушный спирт) и направляются в холодильник.

Для предохранения от смятия колонны снабжены вакуум-прерывателями. Пробный холодильник предназначен для конденсации паров, выделяемых бардой и лутерной водой. В конденсате этих паров также содержится спирт. Подача греющего пара в бражную и ректификационную колонну регулируется паровыми регуляторами. В эпюрационную колонну пар поступает из выварной части ректификационной колонны [29].

Сравнительная характеристика брагоректификационных установок приведена в таблице 34.

Таблица 34 – Сравнительная характеристика брагоректификационных установок

Наименование показателя	Значение	
	БРУ-3000	БРУ-6000
Производительность, дал/сут	3000,0	6000,0
Бражная колонна:		
- количество тарелок, шт	25,0	24,0
- диаметр, мм	1500,0	2000,0
Площадь поверхности бражного подогревателя, м <sup>2</sup>	114,0	160,0

Эпюрационная колонна:		
- количество тарелок, шт	37,0	35,0
- диаметр, мм	1200,0	2000,0
Площадь поверхности дефлегматора, м <sup>2</sup>	50,0	70,0
Ректификационная колонна:		
- количество тарелок, шт	70,0	70,0
- диаметр, мм	1600,0	2000,0
Площадь поверхности дефлегматора, м <sup>2</sup>	100,0	145,0
Сивушная колонна:		
- количество тарелок, шт	57,0	57,0
- диаметр, мм	700,0	900,0
Площадь поверхности дефлегматора, м <sup>2</sup>	20,0	20,0
Удельный расход пара, кг/дал	35-40	48-50
Удельный расход электроэнергии, кВт.ч/дал	300,0	350

Оснащение БРУ дополнительными колоннами в современных условиях неизбежно, но приводит к существенному увеличению потребления энергоресурсов, поэтому сокращение энергозатрат на перегонку и ректификацию за счёт создания и внедрения в производство установок с многократным использованием греющего пара является первостепенной задачей для спиртовой отрасли. Оборудование БРУ-6000 позволяет использовать многократно греющий пар, что позволяет сократить затраты на электроэнергию. Это происходит следующим образом. Под пониженным давлением работает ректификационная колонна и (или) эпюрационная колонны, обогреваемые за счет тепла пара из бражной колонны. Эксплуатация ректификационной колонны под разрежением более выгодна в энергетическом отношении, поскольку с понижением давления азеотропная точка системы этанол – вода сдвигается в сторону высоких концентраций спирта, что дает возможность получать готовую продукции регламентной крепости при меньшем удельном расходе пара.

Так же важным преимуществом данного оборудования является добавление дополнительных колонн для очистки и увеличение тарелок. Это позволит увеличить выход продукции и повысить его качество. И сравнительная характеристика показывает, что в БРУ-6000 имеет больше тарелок по сравнению с БРУ-3000. Применение нового оборудования

позволит наиболее тщательно очищать спирт от примесей, и тем самым повышая его качество.

### 2.3.4 Экономическая оценка экспериментальных исследований

Технологическая карта производства спирта-ректификата по сложившейся технологии приведена в приложение В, а в приложение Г приведена технология производства спирта-ректификата по рекомендуемой технологии.

Расчет себестоимости производства спирта-ректификата приведен в таблице 35.

Таблица 35 – Расчет себестоимости производства спирта-ректификата

Показатель	Технология		Эффект
	сложившаяся	рекомендуемая	
Произведено продукции за год, т	10395,0	10395,0	-
Стоимость сырья, тыс. руб.:	12753,6	12753,6	-
Эксплуатационные расходы, тыс. руб.:	1398,5	1316,3	+82,2
электроэнергия	379,1	285,7	+93,4
водоснабжение и водоотвод	13,5	13,5	-
амortизация	266,4	281,6	-15,2
текущий ремонт	133,2	140,8	-7,6
оплата труда с отчислениями, тыс. руб.	606,3	594,7	+11,6
Транспортные затраты, тыс. руб.	903,3	903,3	-
Итого прямых затрат, тыс. руб.	15055,4	14973,2	+82,2
Общехозяйственные и общепроизводственные расходы, тыс.руб.	2150,8	2150,8	-
Прочие затраты, тыс. руб.	716,9	716,9	-
Производственная себестоимость, тыс. руб.	17923,1	17840,9	+82,2

Экономическая эффективность производства спирта-ректификата по рекомендуемой технологии приведена в таблице 36.

Таблица 36 – Эффективность производства спирта-ректификата

Показатель	Технология		Эффект
	сложившаяся	рекомендуемая	
Произведено продукции за год, дал	10395,0	10395,0	-
Производственная себестоимость, руб./дал	1724,2	1716,3	+7,9
Оптовая цена, руб./дал	2104,0	2104,0	-
Денежная выручка, тыс.руб.	21871,1	21871,1	-
Прибыль, тыс.руб.	3948,0	4139,3	+191,3
Рентабельность, %	22,0	23,3	+1,3

Анализ эффективности производства спирта-ректификата по рекомендуемой технологии показал, что она является более эффективной и позволяет увеличить прибыль на 191,3 тыс. руб., при этом рентабельность производства составит 23,3%. Внедрение брагоректификационной установки БРУ-6000 позволяет сократить производственную себестоимость на 0,5%, а так же снижается эксплуатационные расходы на 82,2 тыс. руб. Следует отметить, что данная установка позволяет расходовать меньше пара, которая в дальнейшем отражается на сокращение затрат на электроэнергию.

При реализации рекомендуемого проекта срок окупаемости брагоректификационной установки БРУ-6000 составит около 2,8 лет (534,0 тыс. руб. : 191,3 тыс. руб. = 2,79).

### 3 Безопасность жизнедеятельности

Специфика спиртовой промышленности состоит в том, что основной ее компонент спирт – является горючей, легковоспламеняющейся жидкостью. Поэтому при его транспортировке, хранении и производстве необходимо строго соблюдать установленные правила техники безопасности.

При производстве спирта на работающих могут воздействовать следующие опасные и вредные производственные факторы: пониженная или повышенная температура воздуха рабочей зоны, на бортовом поле, при подаче картофеля гидротранспортером и при других наружных работах; повышенная влажность воздуха в моечном отделении; повышенная запыленность воздуха рабочей зоны при подаче и дроблении зерна; повышенные уровни шума и вибрации при очистке и дроблении зерна; выплески горячей массы при варке и осахаривании сырья и перегонке бражки; повышенная загазованность воздуха рабочей зоны углекислым газом (двуокисью углерода) в дрожжевом и бродильном отделениях, а также в дрожжевых и бродильных аппаратах; повышенная загазованность воздуха рабочей зоны парами спирта в брагоректификационном, сливном, спиртоприемном отделениях и в спиртохранилище; химические опасные и

вредные производственные факторы (кислоты, щелочи, формалин, хлорная известь и др.), раздражающие, токсические, канцерогенные [33].

Во всех производственных помещениях вновь проектируемых, реконструируемых и эксплуатируемых должны быть обеспечены метеорологические условия в соответствии с нормами. Температура воздуха в теплый период должна быть 22-25 °C, в холодный период – 20-23 °C. Относительная влажность воздуха 60-40%. Скорость движения воздуха 0,2 м/с.

В помещениях со значительным выделением влаги (отделение мойки сырья, отделение фильтрации барды, отделение фильтрации дрожжей) допускается на постоянных рабочих местах повышенная относительная влажность воздуха для теплого периода года, но не более 75%.

При этом температура воздуха в помещениях не должна превышать при легкой работе и работе средней тяжести 28 °C, при тяжелой работе 25 °C.

Работающие, занятые на работах с вредными и (или) опасными условиями труда проходят предварительные (при поступлении на работу), периодические (в течение трудовой деятельности), обязательные медицинские осмотры, внеочередные медицинские осмотры при ухудшении состояния здоровья. Периодические медосмотры осуществляются 1 раз в год.

Работающие, занятые на работах с повышенной опасностью, проходят предсменный (перед началом работы, смены) медицинский осмотр либо освидетельствование на предмет нахождения в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения [1].

На предприятие имеется инженер по охране и оборудованный кабинет для проведения инструктажей.

Основными задачами работы кабинета охраны труда являются:

- обучение, инструктаж и проверка знаний работников по охране труда;
- информирование работников об условиях и охране труда на рабочих местах,

- оказание методической помощи структурным подразделениям в организации работы по охране труда;
- организация консультаций, лекций, бесед, просмотра видео- и кинофильмов, выставок по охране труда;
- пропаганда передового опыта работы по охране труда;
- создание информационной базы данных нормативных правовых актов по охране труда.

Кабинет охраны труда должен быть оснащен: нормативными правовыми актами по охране труда; учебными программами, методическими, справочными и другими материалами; техническими средствами обучения; наглядными пособиями, схемами, макетами; образцами инструмента, защитных средств, видеофильмами; экспозиционным оборудованием.

Санитарно-бытовые помещения организации и их состав следует проектировать в соответствии с требованиями нормативных актов.

В составе бытовых помещений организации имеется комната для отдыха и приема пищи.

Все цехи, участки, производственные помещения, а также гардеробные, преддушевые обеспечены универсальными аптечками первой медицинской помощи.

Уборка санитарно-бытовых помещений организации производиться с использованием дезинфицирующих средств.

В организации предусмотрено место для хранения уборочного инвентаря, моющих средств, приготовления моющих составов.

Душевые кабины обеспечены резиновыми или полимерными ковриками. Душевые оснащены вешалками для одежды и полками для банных принадлежностей [1].

В производственных помещениях запрещается хранение личных вещей, пищевых продуктов. Запрещается проведение производственной гимнастики и курение на рабочих местах, для этого отведены специальные места.

Работники обеспечены спецодеждой и средствами индивидуальной защиты дыхательных путей. Спецодежду регулярно меняется [7].

Динамика производственного травматизма за последние три года приведены в таблице 37.

Таблица 37 – Динамика производственного травматизма за последние три года

Показатель	2014	2015	2016
1	2	3	4
Среднегодовое количество работающих	342	349	351

Продолжение таблицы 37

1	2	3	4
Число пострадавших при несчастных случаях на производстве с утратой трудоспособности на 1 рабочий день и более	-	-	-
Число пострадавших со смертельным исходом	-	-	-
Количество человеко-дней нетрудоспособности	-	-	-
Показатель частоты	-	-	-
Показатель тяжести	-	-	-
Показатель потерь	-	-	-
Израсходовано средств на мероприятия по охране труда, тыс. руб.	324,9	383,9	463,3
Израсходовано средств на одного работника, тыс. рублей	0,95	1,10	1,32

На предприятие за последние три года несчастных случаев не происходило, это говорит о высокой технике безопасности. Работодатель полностью выполняет все требования нормативных документов. Как видно из таблицы, количество израсходованных средств на мероприятия по охране труда увеличивается с 324,9 тыс. руб. в 2014 году до 463,3 тыс. руб. в 2016 году.

Перед началом работы следует надеть исправную чистую специальную (санитарную) одежду, специальную обувь и другие средства индивидуальной защиты: волосы подобрать под головной убор; одежда должна быть застегнута на все пуговицы (завязана) и не иметь свисающих концов; проверить оснащенность рабочего места необходимым для работы

оборудованием, инвентарем, приспособлениями и инструментом; получив задание на работу у непосредственного руководителя, следует осмотреть и подготовить рабочее место, освободить его от посторонних предметов; необходимо убедиться в исправности и комплектности производственного оборудования; обо всех неисправностях, обнаруженных при проверке, работник обязан сообщить своему непосредственному руководителю и до их устранения к работе не приступать; оборудование, приборы, аппараты, работающие от электрической сети, включают (выключают) сухими руками.

Применять необходимые для безопасной работы исправные приспособления, инструмент, специальную обувь и другие средства индивидуальной защиты. Использовать инструмент, приспособления, материалы, средства индивидуальной защиты только для тех работ, для которых они предназначены. Выполнять только ту работу, по которой допущен руководителем структурного подразделения (лицом, ответственным за безопасное выполнение работ). Соблюдать правила передвижения в помещении и на территории предприятия, пользоваться установленными проходами [5].

Осматривать, регулировать, устранять возникшую неисправность оборудования, устанавливать (снимать) рабочие органы, очищать используемое оборудование можно только после того, как оно отключено пусковым устройством, на котором выведен плакат «Не включать! Работают люди!», и после полной остановки вращающихся и подвижных частей.

Перед началом работы на предприятии получить противопожарный инструктаж, а в помещениях и на работе с повышенной пожароопасностью пройти пожарно-технический минимум.

Курить только в специально отведенных и оборудованных местах. При использовании в работе горючих и легковоспламеняющихся веществ убирать их в безопасное в пожарном отношении место. Не оставлять использованный обтирочный материал в помещении по окончании работы. Соблюдать действующие правила пожарной безопасности.

При обнаружении пожара или признаков горения (задымление, запах гари, повышение температуры и т.д.) необходимо:

- прекратить работу и отключить с помощью кнопки «стоп» (выключателя, рубильника, крана и т.п) используемое оборудование и электроприборы;
- немедленно сообщить об этом по телефону в пожарную охрану (при этом необходимо назвать адрес объекта, место возникновения пожара, а также сообщить свою фамилию);
- принять по возможности меры по эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей;
- принять меры по вызову к месту пожара администрации объекта и действовать в соответствии с полученными указаниями;
- уведомление администрации о случаях травмирования работника и неисправности оборудования, приспособлений и инструмента [5].
- о каждом несчастном случае на производстве пострадавший или очевидец немедленно должен сообщить непосредственно руководителю.

При возникновении поломок оборудования, угрожающих аварией на рабочем месте или в цехе, необходимо прекратить его эксплуатации, а также подачу к нему электроэнергии, газа, воды и т.п. Доложить о принятых мерах непосредственному руководителю (лицу, ответственному за безопасную эксплуатацию оборудования) и действовать в соответствии с полученными указаниями. В аварийной обстановке следует оповестить об опасности окружающих людей, доложить непосредственному руководителю о случившемся и действовать в соответствии с планом ликвидации аварии.

При обнаружении запаха газа в помещении, не имеющим установленного газового оборудования:

- предупредить людей, находящихся в помещении, о недопустимости пользования открытым огнем, курения, включения и выключения электрического освещения и электроприбором [7];
- открыть окна (форточки, фрамуги) и проветрить помещение;

- сообщить об этом администрации предприятия, а при необходимости
- вызвать работников аварийной службы.

В случае воспламенения топлива (бензина) не тушить огонь водой, песком или накрыть брезентом или углекислотный огнетушитель. Огонь засыпать землей, песком или другой плотной тканью.

При травмировании, отравлении и внезапном заболевании работника ему должна быть оказана первая (дворачебная) медицинская помощь. Действия по оказанию этой помощи осуществляют специально обученные лица или очевидцы несчастного случая в соответствии с действующими правилами оказания первой помощи.

Так же на предприятии имеются первичные средства пожаротушения: огнетушители, ящики с песком, пожарные краны и инструменты (ведра, лопата и т.д.).

Как первичные средства пожаротушения, так и противопожарный инвентарь должны быть размещены на специальных пожарных щитах, которые располагаются в производственных помещениях и на территории предприятия на свободном и видном месте с открытыми к нему подходами. Каждый пожарный щит должен быть также окрашен в красный цвет, как и противопожарный инвентарь. На каждом щите должен быть расположен следующий набор противопожарного инвентаря и первичных средств пожаротушения: пенные огнетушители, углекислотные огнетушители, ящик с сухим песком, ломы, багры, топоры, лопаты, асbestosовое или войлочное полотно, пожарные ведра. Места расположения и хранения всех имеющихся средств пожаротушения и противопожарного инвентаря согласовываются с местной пожарной охраной [20].

## 4 Экологическая безопасность

Промышленность вносит в окружающую среду большие загрязнения. В частности, производственная деятельность перерабатывающего предприятия связана с выбросом вредных, а иногда и опасных веществ – твердых, газообразных и жидких. Поэтому очень важно проводить экологический мониторинг почвы и природных вод, вести контроль за состоянием атмосферного воздуха.

Инвентаризация выбросов, загрязняющих атмосферу, периодически проводится на промышленных площадках перерабатывающих предприятий АПК. Результаты обследования, проведенного на спиртовом заводе, показали, что в атмосферу вредные вещества поступают из котельной, склада топлива, углекислотного цеха, мехмастерской, брагоперегонного и бродильного отделений, подработочного отделения, из столярной мастерской и химической лаборатории. В атмосферу выбрасываются вещества от первого класса опасности (например, аэрозоль свинца) до четвертого (например, ацетон, окись углерода). В частности, углекислотный цех – поставщик в атмосферу ацетона, бутанола, бутилоцетата, этилоцетата, этанола, толуола. Кроме того, в состав выбросов попадают пыль абразивная и

древесная, не включенные в классы опасности, но также вредные для окружающей среды [1].

В результате исследований было выявлено, что основными источниками выбросов такой продукции являются: котельная, работающая на мазуте топочном М-100 и поставляющая в атмосферу мазутный пепел с ванадием, сернистый ангидрид, окись углерода и диоксид азота.

Поэтому на предприятие в текущем году была выполнена работа по диагностике топочного режима и производственному контролю экологических показателей котлов предприятия с одновременной экспертизой предельно допустимых веществ.

Проведенные исследования позволили предпринять специальные меры для уменьшения загрязнения окружающей среды:

- контроль топочного режима газоанализатором;
- автоматизация загрузки дезинтегратора;
- монтаж установки по изменению схемы подачи мазута на котельную с мазутослива.

Для очистки выбросов вредных и опасных веществ из производственных цехов установлены очистительные сооружения: фильтры, аппараты для очистки. Применяют адсорбционный метод очистки выбросов, где происходит поглощение паров при помощи твердых веществ. В качестве адсорбентов применяют в основном активные угли, силикагели, цеолиты

Послеспиртовая барда – это основной отход спиртового производства, получаемый при изготовлении спирта. Количество данного отхода на конечной стадии производства превышает количество полученного спирта. Химический состав бард представляет собой водный раствор с растворенными в нем сухими питательными веществами. Утилизация этого отхода спиртового производства весьма непростая задача, вызванная его значительными объемами и таким его свойством, как брожение. На предприятии способ утилизации послеспиртовой барды это скармливание ее животным близ расположенных населенных пунктов и использование барды

как минеральное удобрение. Послеспиртовая барда хранится в специально отведенных отстойниках [26].

Спиртовые заводы являются мощными источниками загрязненных вод. Сточные воды спиртовых заводов делятся на четыре категории.

К первой категории относятся воды после теплообменников, ко второй категории – сточные воды от химводоочистки и продувки паровых котлов, к третьей – лятерная вода и конденсаты вторичного пара от упаривания барды, к четвертой – воды от промывки фильтр-прессов дрожжевых цехов, моечные воды и хозяйствственно-бытовые стоки.

Стоки первой и второй категорий называются условно-чистыми и сбрасываются в водоемы после предварительного охлаждения и насыщения кислородом. Стоки третьей и четвертой категорий подлежат обезвреживанию методами искусственной биологической очистки [26].

Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия представлены в таблице 38.

Таблица 38 – Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия

Компонент окружающей среды	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Земля и земельные ресурсы	Выбросы пыли, пепла и паров	Очистные сооружения, фильтры
Растительный мир	-	-
Вода и водные ресурсы	Сточные воды 4 категорий. К первой категории относятся воды после теплообменников, ко второй категории – сточные воды от химводоочистки и продувки паровых котлов, к третьей – лятерная вода и конденсаты вторичного пара от упаривания барды, к четвертой – воды от промывки фильтр-прессов дрожжевых цехов, моечные воды и хозяйствственно-бытовые стоки	Стоки первой и второй категорий называются условно-чистыми и сбрасываются в водоемы после предварительного охлаждения и насыщения кислородом. Стоки третьей и четвертой категорий подлежат обезвреживанию методами искусственной биологической очистки

Воздушный бассейн	Аэрозоль свинца, ацетон, окись углерода, ацетона, бутанола, бутилоцетата, этилоцетата, этанола, толуола. Кроме того, в состав выбросов попадают пыль абразивная и древесная, мазутный пепел с ванадием, сернистый ангидрид, окись углерода и диоксид азота	Для очистки выбросов вредных и опасных веществ из производственных цехов установлены очистительные сооружения: фильтры, аппараты для очистки. Применяют адсорбционный метод очистки выбросов, где происходит поглощение паров при помощи твердых веществ. В качестве адсорбентов применяют в основном активные угли, силикагели, цеолиты
-------------------	--	--

В АО «Татспиртпром «Мамадышский спиртзавод» соблюdenы все требования по предотвращению загрязнения окружающей среды. Предприятие отходы производства спирта перерабатывают и реализуют в качестве корма для животных. Для очистки выбросов в атмосферу применяют адсорбционный метод, который позволяет уловить вредные вещества. На территории предприятия имеются насаждения, которые также позволяют очищать воздушный бассейн. Так же важной задачей является очистка сточных вод, которая подразделяется на 4 категории. Сточные воды 1 и 2 категории после охлаждения и насыщения кислородом сбрасываются в водоем, а воды 3 и 4 категории обеззараживают методом искусственной биологической очистки.

Таким образом, на предприятии применяют все методы очистки выбросов в атмосферу и сточных вод, что позволяет предотвратить загрязнение окружающей среды.

Экологическая безопасность выпускаемой продукции регламентируется «Инструкцией по экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности», утвержденной Приказом Минприроды России 29.12.95 № 539. В соответствии с «Инструкцией», нормативные документы на продукцию (материалы и вещества), используемую и получаемую в процессе хозяйственной и иной деятельности, должны содержать следующие данные:

- по физическому и химическому составу материалов (в том числе указывается содержание токсичных компонентов в общей массе);
- перечень оказываемых воздействий на окружающую среду и методы контроля;
- санитарно-гигиеническую оценку материалов (по нормам и правилам, утвержденным Минздравом);
- характеристику условий использования, хранения, транспортировки и ликвидации материала;
- мероприятия по обеспечению экологической безопасности при использовании материала, его хранении и транспортировке;
- способы утилизации, переработки и уничтожения при истечении срока пользования (эксплуатации) или хранения материала.

На предприятие производится экологически чистая продукция, которая отвечает по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям нормативно-техническим документам. Для производства используют сырье высокого качества и предварительно прошедшего лабораторный контроль.

## Выводы

1. Предприятие ООО «АПК Продовольственная программа» Мамадышского района – это сельскохозяйственное предприятие, основным видом деятельности которого является производство продукции растениеводства и животноводства. В дальнейшем данная продукция служит сырьем для перерабатывающих предприятий.

2. Филиал АО «Татспиртпром «Мамадышский спиртзавод» – одно из крупнейших предприятий не только в нашем городе, но и в республике целом это единственное предприятие, которое вырабатывает спирт на солодовой основе, история его развития начинается с 1883 года. На предприятии производят спирт-ректификат сорта Альфа и Люкс, сухие кормовые дрожжи, двуокись.

Предприятие интенсивно развивается и совершенствует материально-техническую базу. Валовая продукция предприятия в 2016 году увеличилась на 16,7%, товарная продукция на 16,8% по сравнению с 2015 годом. Прибыль АО «Татспиртпром «Мамадышский спиртзавод» в 2014 году с 6015,3 тыс. руб. до 9614,1 тыс. руб. в 2016 году. Рентабельность предприятия в 2016 году увеличилась на 10,9% и составила 26,5%.

3. Производство спирта-ректификата сорта Альфа осуществляют в соответствии с требованиями ГОСТ 5962-2013 «Спирт этиловый ректифицированный из пищевого сырья. Технические условия». В качестве

основного сырья используют пшеницу высшего сорта по ГОСТ Р 52554-2006 «Пшеница. Технические условия». Дополнительно сырье включает дрожжи, Л-Фера, Вискоферм, Дуозайм 2-х, Лактрол, Бетасепт А, пеногаситель, серная кислота, карбамид, которое также отвечает всем требованиям государственных стандартов.

4. С целью увеличения эффективности производства спирта-ректификата и повышения его качества в технологическую линию производства спирта внедряют брагоректификационную установку БРУ-6000. Внедрение оборудования БРУ-6000 позволяет использовать многократно греющий пар, что позволяет сократить затраты на электроэнергию. Так же важным преимуществом данного оборудования является добавление дополнительных колонн для очистки и увеличение тарелок, это позволит увеличить выход продукции и повысить его качество.

Анализ эффективности производства спирта-ректификата по рекомендуемой технологии показал, что она является более эффективной и позволяет увеличить прибыль на 191,3 тыс. руб., при этом рентабельность производства составит 23,3%. Внедрение брагоректификационной установки БРУ-6000 позволяет сократить производственную себестоимость на 0,5%, а так же снижается эксплуатационные расходы на 82,2 тыс. руб. Следует отметить, что данная установка позволяет расходовать меньше пара, которая в дальнейшем отражается на сокращение затрат на электроэнергию. Срок окупаемости данного проекта составляет около 2,8 лет.

5. В АО «Татспиртпром «Мамадышский спиртзавод» соблюдает все требования по охране труда, приведенные в трудовом кодексе и санитарных правилах и нормах. Все работники проходят медицинское обследование, инструктажи по технике безопасности, обеспечены средствами индивидуальной защиты. За последние три года на предприятии несчастных случаев не происходило, о чем и свидетельствует соблюдение всех требований.

6. Одной из основных задач перерабатывающих предприятий – охрана окружающей среды. В спиртовой промышленности большое количество различных вредных выбросов в атмосферу, сточные воды, отходы. На предприятие применяют безотходное производство, что позволяет получать прибыль и не загрязнять окружающую среду. Для вредных выбросов и сточных вод предусмотрены очистные и обеззараживающие сооружения.

### Предложения производству

1. Проектным предложением является внедрение в технологическую линию производства спирта-ректификата сорта «Альфа» брагоректификационную установку БРУ-6000 с целью увеличения эффективности производства спирта и повышения качества.

## Список использованной литературы

1. Банников, А.Г. Основы экологии и охрана окружающей среды / А.Г. Банников, А.А. Вакулин, А.К. Рустамов. – М.: Колос, 2015. – 139 с.
2. Баракова, Н.В. Технологические расчеты при производстве спирта и крепких алкогольных напитков / Н.В. Баракова. – СПб.: УИТМО, ИХиБТ, 2015. – 94 с.
3. Белкина, Р.И. Продуктивность и качество зерна яровой мягкой пшеницы / Р.И. Белкина. – Тюмень: ТГАУ, 2017. – 188 с.
4. Брусов, В.Г. Патент RU 2534360 C2 Способ автоматического управления процессом брагоректификации. – М.: Пищевая промышленность, 2014. – 1 с.
5. Бурашников, Ю.М. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда на предприятиях пищевых производств / Ю.М. Бурашников. – СПб.: ГИОРД, 2014. – 215 с.
6. Василинец, И.М. Основы технологий пищевых продуктов из сырья растительного происхождения / И.М. Василинец. – СПб.: СПбГАХПТ, 2009. – 151 с.
7. Волынкина, Е.П. Природоохранная деятельность предприятия / Е.П. Волынкина. – Новокузнецк: СГИУ, 2009. – 48 с.

8. Воробьева, Г.И. Патент RU 2186846 С12 Штамм дрожжей *Saccharomyces Cerevisiae*, используемый для сбраживания мелассного сусла в производстве этилового спирта и хлебопекарных дрожжей. – М.: ГУП «ГосНИИсинтезбелок», 2012. – 1 с.

9. ГОСТ 8515-75 Диаммоний фосфат. Технические условия. Взамен ГОСТ 5.2229-74. Введ. 30.06.1977. – М. Государственный комитет СССР по стандартам, 1975. – 12 с.

10. ГОСТ 2081-2010 Карбамид. Технические условия. Взамен ГОСТ 2081-92. Введ. 01.03.2013. – М. Стандартинформ, 2010. – 13 с.

11. ГОСТ 2184-2013 Кислота серная техническая. Технические условия. Взамен ГОСТ 2184-77. Введ. 01.01.2015. – М. Стандартинформ, 2013. – 34 с.

12. ГОСТ Р 55064-2012 Натр едкий технический. Технические условия. Введ. 01.10.2013. – М. Стандартинформ, 2012. – 41 с.

13. ГОСТ 32095-2013 Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения объемной доли этилового спирта. Введ. 01.07.2014. – М. Стандартинформ, 2013. – 6 с.

14. ГОСТ Р 52554-2006 Пшеница. Технические условия. Введ. 30.06.2006. – М. Стандартинформ, 2006. – 30 с.

15. ГОСТ 33817-2016 Спирт этиловый из пищевого сырья, напитки спиртные. Методы органолептического анализа. Введ. 01.01.2018. – М. Стандартинформ, 2016. – 18 с.

16. ГОСТ 32036-2013 Спирт этиловый из пищевого сырья. Правила приемки и методы анализа. Введ. 01.07.2014. – М. Стандартинформ, 2013. – 8 с.

17. ГОСТ 31685-2012 Спирт этиловый ректифицированный из пищевого сырья. Метод определение массовой концентрации сухого остатка. Введ. 01.07.2013. – М. Стандартинформ, 2012. – 4 с.

18. ГОСТ 31810-2012 Спирт этиловый ректифицированный из пищевого сырья. Определение массовой концентрации азотистых летучих

оснований методом капиллярного электрофореза. Введ. 01.07.2013. – М. Стандартинформ, 2012. – 12 с.

19. ГОСТ 5962-2013 Спирт этиловый ректифицированный из пищевого сырья. Технические условия. Введ. 01.07.2014. – М. Стандартинформ, 2013. – 6 с.

20. Дубровцев, В.А. Безопасность жизнедеятельности / В.А. Дубровцев. – Киров: КирПИ, 2012. – 54 с.

21. Загкейм, И.Г. Производство этилового спирта / И.Г. Загкейм, А.В. Савинский. – М.: Госхимиздат, 2015. – 263 с.

22. Калужина, О.Ю. Технология спирта / О.Ю. Калужина, А.Н. Гусев. – Уфа: БГАУ, 2013. – 84 с.

23. Киселева, Т.Ф. Технохимический контроль спиртового, дрожжевого и ликероводочного производства / Т.Ф. Киселева. – Кемерово: КТИПП, 2014. – 105 с.

24. Кононова, Г.Н. Производство этилового спирта / Г.Н. Кононова. – М.: МИХТ им. М.В. Ломоносова, 2012. – 126 с.

25. Мальцев, П.М. Технология бродильных производств / П.М. Мальцев. – М.: Пищевая промышленность, 2014. – 154 с.

26. Мельников, А.А. Безопасность жизнедеятельности с основами экологии / А.А. Мельников. – М.: Изд-во МИИГАиК, 2013. – 137 с.

27. Моргунова, Е.М. Общая технология отрасли / Е.М. Моргунова, Н.А. Шелегова. – Могилев: УО МГУП, 2009. – 100 с.

28. Начетова, М.А. Разработка технологии этилового спирта из пшеницы / М.А. Начетова. – СПб.: НИУ ИТМО, 2014. – 106 с.

29. Никитина, С.Ю. Разработка и научное обеспечение ресурсосберегающих технологий ректификационной очистки пищевого этилового спирта / С.Ю. Никитина. – Воронеж: ВГУИТ, 2016. – 132 с.

30. Пасынкова, Е.Н. Агротехнические приемы регулирования урожайности и качества зерна пшеницы / Е.Н. Пасынкова. – М.: Государственное научное учреждение Зональный научно-исследовательский

институт сельского хозяйства Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого Российской академии сельскохозяйственных наук, 2014. – 49 с.

31. Поляков, В.А. Теоретические и практические аспекты развития спиртовой, ликероводочной, ферментной, дрожжевой и уксусной отраслей промышленности / В.А. Поляков. – М.: ВНИИПБТ, 2016. – 307 с.
32. Помозова, В.А. Технология спиртового и ликеро-водочного производства / В.А. Помозова. – Кемерово: КемТИПП, 2011. – 124 с.
33. ПОТ Р О-97300-07-95 Правила по охране труда при производстве спирта и ликеро-водочных изделий. – М.: ВНИИ, 1975. – 13 с.
34. Рожнов, Е.Д. Технология отрасли. Производство спирта и ликероводочных изделий / Е.Д. Рожнов. – Бийск: Изд-во АлтГТУ, 2013 – 162 с.
35. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения: утв. пост. Правительства Рос. Федерации 24.07.2000 № 554: ввод в действие с 26.09.01. – М.: ЭНАС, 2001. – 36 с.
36. Славская, И.Л. Технология отрасли. Часть 1. Технология спирта и хлебопекарных дрожжей / И.Л. Славская, С.Ю. Макаров. – М.: МГУТУ, 2012. – 75 с.
37. Смотраева, И.В. Технология продуктов из растительного сырья / И.В. Смотраева, П.Е. Баланов. – СПб.: НИУ ИТМО, ИХиБТ, 2014. – 78 с.
38. ТИ РБ 190239501.5.532-2007 Технологическая инструкция по производству спиртовой промышленности. – М.: ООО «Невасерт», 2007. – 31 с.
39. Тихонов, Н.И. Технология возделывания яровой пшеницы / Н.И. Тихонов. – Волгоград: ВГАУ, 2014. – 188 с.
40. ТУ 2381-001-92287788 Антисептики. Общие технические условия. – М.: ООО «Невасерт», 2011. – 4 с.

41. Фертман, Г.И. Химико-технологический контроль спиртового и ликеро-водочного производства / Г.И. Фертман. – М.: Пищевая промышленность, 2012. – 287 с.
42. Халаим, А.Ф. Технология спирта / А.Ф. Халаим. – М.: Колос, 2011. – 239 с.
43. Хоружая, Т.Г. Развитие спиртовой промышленности / Т.Г. Хоружая. Томск: СГХИ, 2010. – 241 с.
44. Ярмош, В.И. Перспективные направления научно-технического развития спиртовой промышленности / В.И. Ярмош. – М.: Пищевая промышленность, 2011. – 126 с.
45. Яровенко, В.Л. Справочник по производству спирта. Сырье, технология и техноконтроль / В.Л. Яровенко. – М.: Легкая промышленность, 2009. – 53 с.

