**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

Факультет: Агрономический

Специальность: Производство, хранение и переработка продукции

растениеводства

Кафедра: Хранения и переработки продукции растениеводства

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

ТЕМА: «**ВЛИЯНИЕ КРАХМАЛИСТОСТИ СЫРЬЯ И СХЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ НА ВЫХОД СПИРТА НА РУП «КЛИМОВИЧСКИЙ ЛВЗ» КОСТЮКОВИЧСКОМ СПИРТЗАВОДЕ»**

Допустить к защите « » \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2010 г

**Зав. кафедрой** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ / Волков М.М./

(подпись)

**Научный руководитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /** Винникова Н. В./

(подпись)

**Консультанты**

**По экономической части**  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Тищенко Т. Н./

(подпись)

**По охране труда** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ / Разинкевич С. Н./

(подпись)

**Дипломник** Титова М. В. **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_** /Титова М. В.**/**

(подпись)

**ГОРКИ 2010 г**

**РЕФЕРАТ**

Работа 64 с., 5 разделов,11 таблиц, 2 рисунка, 2 приложения,33 литературных источника.

СПИРТ, ВЫХОД СПИРТА, РОЖЬ, СОРТА, КРАХМАЛИСТОСТЬ, СХЕМА ПЕРЕРАБОТКИ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ.

Объектом исследования являются зерно озимой ржи и схемы переработки.

Цель исследований - определение влияния крахмалистости зернового сырья и схемы переработки на выход спирта.

Исследования проводились на Костюковичском спиртзаводе в 2008-2009 годах. Была проанализирована технологическая схема производства спирта из зернового сырья на данном предприятии, объемы поставок зерна и его качество, изучалась эффективность производства спирта, в зависимости от содержания крахмала в сырье и схемы переработки.

Выход спирта напрямую зависит от содержания крахмала в тех или иных сортах ржи. Причем, при непрерывной схеме выход спирта больше, чем при полунепрерывной и периодической. По результатам испытаний, можно сделать вывод, что наибольший выход спирта был получен при непрерывной схеме разваривания и из сорта ржи с наивысшей крахмалистостью – ЗуброЎка. Следовательно, данный сорт и схему разваривания можно рекомендовать для применения на предприятиях спиртзавода Республики Беларусь.

Производительность завода значительно увеличилась, благодаря модернизации предприятия, снизились затраты энергоресурсов, а следовательно и себестоимость продукции, что влечет за собой увеличение рентабельности предприятия. Так, при отпускной цене 1 дал спирта 36230 рублей рентабельность производства составляет 52,1%. Производственная себестоимость 1 дал спирта на предприятии – 23817 рублей.

**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ

1.ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .5

1.1. Характеристика сырья и вспомогательных материалов для производства спирта . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 7

1.2. Технологический процесс производства спирта . . . . . . . . . . . . . . . . . 7

1.3. Характеристика схем брагоректификационной установки . . . . . . . . . 18

2. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПОЛУЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ПРОДУКЦИИ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .27

3. ОХРАНА ТРУДА. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .30

3.1. Анализ состояния охраны труда на Костюковичском спиртзаводе . 31

3.2. Анализ состояния охраны труда на Костюковичском спиртзаводе . 35

4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .38

4.1. Цели и задачи, методика проведения исследований . . . . . . . . . . . . . . 38

4.2. Характеристика предприятия . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .39

4.3. Технологическая схема производства спирта на РУП «Климовичский ЛВЗ» Костюковичском спиртзаводе . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 42

4.4. Анализ объемов и качества сырья, поступающего на РУП «Климовичский ЛВЗ» Костюковичский спиртзавод . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .49

4.5. Влияние крахмалистости зернового сырья и схемы переработки на выход этилового спирта . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .52

5.ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА СПИРТА НА КОСТЮКОВИЧСКОМ СПИРТЗАВОДЕ. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 57

ВЫВОДЫ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .61

СПИСОК ИСПОЛБЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .. 62

ПРИЛОЖЕНИЯ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 64

**ВВЕДЕНИЕ**

Спиртовая промышленность является одним из важнейших звеньев перерабатывающей промышленности. Перед спиртовыми предприятиями стоит первоочередная задача по приемке зернового сырья и получению высококачественного продукта – спирта [17].

Технологией спирта называется наука о методах и процессах переработки различных видов сырья в спирт. Основные процессы технологии – превращение крахмала в сахар и сахара в этиловый спирт – происходит под действием биологических катализаторов (ферментов), поэтому она по существу является биохимической. Так как сахар сбраживается в спирт дрожжами, ее относят также к технологии микробных продуктов. Наряду с этим, технология спирта неразрывно связана с осуществлением механических, тепловых и физико-химических процессов.

Этиловый спирт является одним из продуктов, который используется в пищевой промышленности. Спирт широко применяется в народно-хозяйственном производстве. Пищевая промышленность – его главный потребитель. Он широко используется при изготовлении ликеро-водочных изделий, плодово-ягодных вин, для крепления виноматериалов и купажирования виноградных вин, в производстве уксуса, пищевых ароматизаторов и парфюмерно-косметических изделий. В медицинской промышленности – для получения лекарственных средств [1].

В процессе выделения и очистки спирта получают побочные продукты: барду, лютерную воду, сивушное масло и сивушный спирт, эфироальдегидный концентрат.

Барду используют на корм животных в натуральном или высушенном состоянии. Зерновая барда содержит 7-8% сухих веществ. Эфироальдегидный концентрат используется для производства кормовых дрожжей. Из него получают уксусный альдегид, этилоацетатный растворитель. Сивушное масло используется как сырье для получения высших спиртов, которые применяются в органическом синтезе, при изготовлении душистых веществ. Сивушный спирт может использоваться для технических целей. Лютерная вода имеет кислую реакцию, и при сбрасывании ее в канализацию, необходима очистка. Она может использоваться для приготовления зерновых замесов. Углекислота применяется в пищевой промышленности при производстве напитков; на технические цели [32].

Таким образом, спиртовая промышленность тесно связана, с одной стороны, со многими отраслями народного хозяйства, для которых спирт служит сырьем, с другой – с сельским хозяйством, от которого получает растительное сырье и поставляет ему белковые витаминизированные корма. Она является единственной отраслью промышленности, способной превращать дефектное (порченое) зерно в доброкачественные продукты.

В Беларуси для производства спирта ежегодно используется около 300 тысяч тонн зерна. В 2008 году спиртзаводами было заготовлено 290 тысяч тонн, из них 85% составила озимая рожь, 12% - тритикале, 3% - фуражная пшеница, ячмень [28].

В Республике Беларусь ежегодно производится 1,3-1,7 млн. т зерна ржи, что составляет 30 % валового сбора и до 40% - в государственных заготовках зерна. Оно используется главным образом на продовольствие, для получения спирта и на фуражные цели в виде компонента комбикормов. Зерно озимой ржи, помимо продовольственного и кормового значения, представляет большую ценность как техническое сырье для крахмального и спиртового производства.

Весьма перспективным считается использование озимой ржи. Она имеет ряд существенных преимуществ как с позиции экономических затрат, так и с позиции требований к почвенно-климатическим условиям и агротехнике [6]. Рожь возделывается в Беларуси повсеместно, характеризуется высокими стабильными урожаями и неприхотливостью к природно-климатическим условиям. Ценность этой культуры заключается также в ее высокой продуктивности, полноценности продовольственных свойств зерна. Эта культура способна хорошо расти и формировать стабильные по годам урожаи и на легких почвах, оправдывать затраты на технологию ее возделывания [28].

В связи со сложившимися условиями возделывания зерновых культур, а именно, ухудшением погодных условий, травмированности во время уборки, ухудшается и качество получаемого зерна. Вследствие этого, изначально запланируемые объемы зерна на продовольственные цели, зачастую идут на технические цели. Основное техническое направление использования зерна – получение спирта.

Чтобы спирт удовлетворял всем качественным показателям, нужно для этого и соответствующее сырье. Перспективнее использовать зерно с высоким процентом крахмалистости. Известно, что выход спирта, во многом определяется от содержания крахмала в сырье. Следовательно, изучение влияния крахмалистости на выход спирта, является актуальной проблемой в настоящее время.

**1.ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

**1.1.Характеристика сырья и вспомогательных материалов для производства спирта**

Зерно – важнейший продукт сельского хозяйства. Оно служит основным источником питания человека, кормовой базой продуктивного животноводства и сырьем для технического производства.

На спирт перерабатывают любое зерно, в том числе и непригодное для пищевых и кормовых целей. Ежегодный объем переработки составляет(%): пшеницы 50, ячменя 20, ржи 12, кукурузы 8, овса 2. Для приготовления солода употребляют кондиционное высококачественное зерно[3].

В среднем зерно злаковых культур содержит 86% сухих веществ. Содержание крахмала в здоровых зрелых зернах злаковых культур составляет в среднем, %: у пшеницы – 48-57, ржи – 46-53, ячменя – 43-55, кукурузы – 58-71. В дефектном зерне количество крахмала снижается [9].

По химическому составу все зерновые культуры делят на три группы. К первой группе относится зерно, богатое крахмалом. Эта группа представлена хлебными (пшеница, рожь, ячмень, овес) и ложными (кукуруза, рис, просо и семейство гречишных) злаками. Во вторую группу входят культуры, богатые белком. К этой группе относится семейство бобовых. Третья группа объединяет масличные культуры, семена которых богаты жиром. Для производства спирта используются зерновые культуры, относящиеся к первой группе [22].

Химический состав зерна сильно зависит от культуры и сорта, почвенно-климатических условий, приемов агротехники, условий хранения и других факторов. В среднем зерно состоит из влаги (14%) и сухих веществ (86%).

В зерне и семенах всегда присутствует какое-то количество воды. В зерне содержание воды меньше, чем в клубнях картофеля, что придает зерну более прочную структуру. Влажность зерна зависит не только от его гигроскопических свойств, но и от зрелости и других условий [26].

Различают четыре состояния товарного зерна: сухое, средней сухости, влажное и сырое. Например, для ржи, пшеницы и ячменя эти состояния характеризуются следующими показателями содержания влаги (%) : сухое до 14, средней сухости от 14 до 15,5, влажное от 15,5 до 17 и сырое более17. В дефектном и подмоченном зерне влажность может достигать 30 % и выше.

В зерне в среднем 84% органических и 2% минеральных веществ, в том числе (%): крахмала 52, сахара 3, клетчатки 6, пентозанов и пектиновых веществ 9, азотистых веществ 11, жира 3 [13].

Сахара в здоровом зерне обычно от 0,6 до 7,0%. Он состоит в основном из сахарозы и небольших количеств три- и тетрасахаридов. В недозрелом, морозобойном и проросшем зерне сахара больше, Он состоит из редуцирующих сахаров.

Целлюлозы в зерне, свободном от цветочных пленок, немного – 1,5-2,5%. В зерне с неотделенными пленками содержание целлюлозы повышается.

Общее количество пентозанов в зерне 7-15%. Пентозаны – доминирующая составная часть слизей. Особенно много слизей в зерне ржи, что вызывает высокую вязкость разваренной массы, полученной из нее.

Азотистые вещества в здоровом зрелом зерне составляют главным образом белки. В зерне найдены альбумины – белки, растворимые в воде; глобулины – белки, растворимые в слабых (3-10%-ных) растворах нейтральных солей, а некоторые из них – в слабых (0,2%-ных) растворах кислот; проламины – белки, растворимые в 60-80%-ных растворах спиртов; глютелины – растворимые в слабых (0,2%-ных) растворах щелочей.

Жиры – триглицериды жирных кислот. Приблизительно 85% жира находится в зародыше, 12% - в алейроновом слое и 3% - в мучнистой части эндосперма.

Витамины зерна представлены жирорастворимыми витаминами – токоферолами и водорастворимыми – рибофлавин, никотиновая кислота, пиридоксин, биотин.

Минеральные вещества и кислоты составляют 1,5-3,0% от массы зерна. Они находятся в оболочках и цветочных пленках, в зародыше.

Кислоты зерна представлены фосфорной, щавелевой, яблочной и молочной. Общая кислотность зерна 1,5-2,5мл 1н. раствора гидроксида натрия на 100 г зерна [9].

**Пшеница.** В Республике Беларусь возделывают в основном два вида пшениц – мягкие и твердые. По срокам посева она может быть яровой и озимой.

У мягкой пшеницы зерно округлое, с хорошо заметной бородкой, с ярко выраженной глубокой бороздкой, проходящей вдоль зерновки. Цвет зерна мягкой краснозерной пшеницы красновато-коричневый, у белозерной – светло-желтый. Мягкую пшеницу по технологическим достоинствам делят на три группы – сильную, среднюю и слабую. Сильной называется пшеница определенных сортов, имеющая зерно с высоким содержанием белка (не менее 14%), со стекловидностью не ниже 60%. Слабой называется доброкачественная пшеница, отличающаяся малым содержанием белка (менее 11%), стекловидность – менее 40%. Средняя пшеница – наиболее распространенная пшеница, по своим свойствам занимает промежуточное положение между сильной и слабой [3, 26].

Твердая пшеница значительно отличается от мягкой: она гораздо лучше противостоит осыпанию, меньше полегает под действием ветров и дождей. Зерно твердой пшеницы более крупное, чем у мягкой, бородка развита слабо. Цвет зерновки желтый, стекловидность высокая (до 90-100%). Наиболее распространены яровые формы пшеницы.

Из всех злаковых культур пшеница отличается наиболее высоким содержанием белка (9,2-16,8%). Крахмала пшеница содержит 48-57%, крахмал труднее извлекается, чем из зерна ржи. Клейстеризуется при более высоких температурах - 65ºС. Содержание белка в яровой пшенице выше, а доля крахмала ниже, чем в озимой [6].

**Рожь.** Рожь является второй по значению зерновой культурой после пшеницы. Это в основном озимая культура, обладает ценными качествами: нетребовательна к почвенно-климатическим условиям, отличается высокой урожайностью и зимостойкостью. Крахмал ржи отличается более низкой температурой клейстерезации, поэтому крахмал ржи легче гидролизуется. Узкое и длинное зерно ржи отличается меньшей массой и большей удельной поверхностью, чем зерно пшеницы, поэтому доля оболочек, алейронового слоя, зародыша у него больше, а доля эндосперма меньше. Цвет зерна ржи чаще серо-зеленый, эндосперм мучнистый, реже стекловидный, общая стекловидность 30-40%. По сравнению с пшеницей, содержит меньше белка (в среднем 9-14,0%). В зерне ржи содержится в 2 раза больше сахаров, чем у пшеницы. Содержание крахмала – 46-54%. Крахмал клейстеризуется при сравнительно низкой температуре и легко осахаривается [28].

**Ячмень.** Ячмень может быть озимым и яровым, однако в основном выращивают яровые сорта, отличающиеся коротким вегетационным периодом. Зерно ячменя пленчатое, на долю пленок приходится 9-14% массы зерна. Под цветочными пленками находятся тонкие плодовые и семенные оболочки. Алейроновый слой состоит из 2-3 рядов крупных толстостенных клеток, что значительно повышает прочность зерна. Эндосперм зерна ячменя может быть мучнистым, полустекловидным и стекловидным. По содержанию белка (7-15%) и сахаров ячмень занимает промежуточное положение между пшеницей и рожью. Ячмень содержит 43-55% крахмала [9].

**Овес.** Овес отличается скороспелостью. Его зерно узкое и длинное, пленчатое, белого или желтого цвета, имеет опушение, покрывающее всю его поверхность. Цветочные пленки толстые. В состав овса входят клетчатка, пентозаны и минеральные вещества, содержание которых составляет 25-43% массы зерна. Эндосперм овса белого цвета, мучнистый, содержит много клетчатки. Очень мелкие крахмальные зерна овса соединены в более крупные образования. Содержание крахмала в зерне невелико (25-40%). Овес отличается высоким содержанием минеральных веществ, в основном соединений фосфора и жира (до 10%) [6].

**Тритикале.** Зерно этой культуры объединяет в себе достоинства пшеницы и ржи – высокую продуктивность, повышенное содержание белка, стойкость к низким температурам. По содержанию белка зерно тритикале превосходит не только зерно ржи, но и зерно пшеницы (16-18%). Содержание крахмала – 48-53% [7].

На все злаковые культуры утверждены соответствующие стандарты. На пшеницу установлен один ГОСТ 9353 «Пшеница. Технические условия», на рожь и ячмень – несколько стандартов в зависимости от требований, предъявляемых к зерну в соответствии с его назначением, на тритикале – ТУ РБ 00959441.155-94. Стандарт содержит правила приемки, транспортирования, хранения зерна и методы определения его качества.

При оценке качества зерна определяют органолептические (цвет, запах и вкус) и физико-химические (влажность, засоренность, количество испорченных и поврежденных зерен, стекловидность, натура, количество и качество клейковины) показатели [19, 27].

Для приготовления спирта используют высококачественные ячмень, рожь, овес, пшеницу, тритикале, которые должны удовлетворять требованиям, согласно ГОСТам. Цвет ячменя светло-желтый, допускается потемневший; овса – белый или желтый; ржи и тритикале – желтый и зеленый, разных оттенков; пшеницы – коричневый, с красным оттенком. Запах должен быть свойственный зерну, не допускается затхлый, солодовый, плесенный и другие посторонние запахи [12].

Зерно, идущее на разваривание, должно быть здоровое, в негреющемся состоянии, обладать высокой крахмалистостью (46-57%), влажностью (14-17%) взависимости от культуры. Натура зерна – от 420 до 700 г/л. Сорная примесь – не более 2,0%, в том числе минеральной примеси должно быть не более 0,2% Зерновая примесь – не более 3,0%. Содержание мелких зерен для ячменя – не более 5,0%, для ржи, овса и пшеницы этот показатель не нормируется. Зараженность вредителями хлебных запасов не допускается, кроме зараженности клещом, не выше первой ступени [3].

Вода – является средой, необходимой для разваривания и замачивания зерна. К воде для технологических целей предъявляют те же требования, что и к питьевой воде. Жесткость ее не должна превышать 7 мг экв/л. С большей жесткостью вода не желательна. При чрезмерно высокой временной жесткости воды, употребляемой для замачивания солодового зерна, задерживается его прорастание, а также снижается активность солодового молока. Используемая вода должна отвечать гигиеническим требованиям, предъявляемым к питьевой воде. Она должна быть прозрачной, бесцветной, не иметь запаха и постороннего привкуса, а кроме того, мягкой, с малым содержанием солей магния и кальция [20].

К вспомогательным материалам относятся источники дополнительного питания для дрожжей, биостимуляторы, ферментные препараты, кислоты для подкисления сусла, моющие и антимикробные средства, пеногасители.

С целью создания оптимальных условий для питания дрожжей в сусло добавляют фитофосфорную кислоту, сульфат аммония, карбамид, диаммоний фосфат.

Биостимуляторы (гиббереллин) в спиртовой промышленности применяют для ускорения проращивания зерна и повышения ферментативной активности солода.

Ферментные препараты – применяют для осахаривания крахмала разваренного сырья. Для этого используют такие ферменты, как Глюканол ГКс-60, Аминол АКС-50, Аминол АКс-70, Аминол АКс-100, Амилосубтилин ГЗх, Глюкавамарин ГЗх, Глюкавамарин Г18х.

Данные ферментные препараты поставляют в виде порощков или сиропов. Препараты хорошо растворимы в воде, легко дозируются, имеют высоую степень микробиологической чистоты. Оптимальное действие при рН=4,0-5,2; температуре 30-70ºС. Цвет препаратов: от светло-бежевого до коричневого. Амилосубтилин ГЗх применяют в качестве разжижающего препарата. Ферментные препараты Глюкавамарин ГЗх и Глюкавамарин Г18х предназначены для осахаривания частично расщепленных полимерных молекул крахмала и задают их на стадии осахаривания. Глюканол ГКс-60 используют как источник глюкоамилазы. Аминол АКс-60 применяют в качестве источника грибной амилазы, а Аминол АКс-70 – в качестве бактериальной амилазы. Каждый ферментный препарат разводят питьевой водой. Расход ферментов, необходимых для гидролиза рассчитывают согласно норме расхода ферментных препаратов в дм3 на одну тонну условного крахмала.

Серная кислота – используется для подкисления сусла, также для этой цели используют и соляную кислоту.

Формалин и антиформин – применяют как антимикробные средства.

Моющие и антимикробные средства используются для мойки оборудования и подавления микрофлоры.

Пеногасители применяются для гашения пены. К ним относятся, главным образом, жиры, масла и продукты их гидролитического расщепления [21].

**1.2. Технологический процесс производства спирта**

**Подготовка сырья к переработке.** Спирт получают из крахмалистого сырья – ячмень, рожь, тритикале, пшеница, кукуруза, овес. Подготовка сырья заключается в очистке зерна от примесей, измельчении сырья и разбавлении измельченной массы водой до заданного содержания сухих веществ. Чем выше степень измельчения сырья, тем оно быстрее разваривается при более мягком режиме. Все виды зерна, поступающего в производство, сначала очищают от посторонних примесей (пыли, земли, камней), в том числе сорных, на воздушно-ситовом сепараторе, а затем от металлических примесей на магнитном сепараторе. После очистки зерно измельчают. Степень измельчения контролируют ситовым анализом. При переработке зернового сырья по непрерывной схеме для снижения температуры и длительности разваривания, использовать тонкий или сверхтонкий помол. В первом случае помол через сито с размером отверстий 1 мм должен быть не менее 85-95%. Температура разваривания при этом понижается на 5-6ºС, а продолжительность варки уменьшается на 15-20 минут. В связи с тем, что специальных машин для тонкого измельчения зерна в промышленности фактически нет, зерно пропускают через две последовательно установленные измельчающие машины (молотковые, вальцовые). Между машинами устанавливают рассев для отбора фракций с размером частиц более 1 мм. Именно эти фракции и направляют на повторное измельчение [8].

В настоящее время получило распространение сверхтонкое измельчение сырья, позволяющее получать высокодисперсные помолы, содержащие 80-95% частиц размером менее 250 мкм. Сырье измельчают с помощью специальных установок, оборудованных измельчающей машиной-дезинтегратором и сепарирующим устройством. В основе использования данного способа лежат механические превращения полимеров сырья. Этот процесс сложный, многостадийный, и начинается он с механического деформирования сырья. Крахмал при данном способе измельчения превращается в сбраживаемые сахара (30-50% от исходного крахмала). Такие помолы содержат большое количество легко усвояемых дрожжами питательных веществ. Разваривание сырья, приготовленного из высокодисперсных помолов, проводят при пониженных температурах (95-110ºС), что обусловливает уменьшение потерь крахмала [1].

Измельченное зерно поступает в смеситель, в котором смешивают измельченную массу с водой. На 1 кг зерна добавляют 2,5-3,5 л воды. После перемешивания и подогрева зерновой замес направляют в аппараты для разваривания.

**Разваривание крахмалосодержащего сырья.** Основная цель водно-тепловой обработки – подготовка к осахариванию крахмала амилатическими ферментами солода или микробных препаратов. В процессе разваривания подваренный замес смешивается с паром в контактных устройствах и выдерживается в непрерывном потоке при определенной температуре.[6]

Основная цель разваривания – разрушение клеточной структуры и растворение крахмала сырья. В растворимом состоянии крахмал легко осахаривается ферментами. Зерно разваривают паром при избыточном давлении. При тепловой обработке происходят сложные структурно-механические, физико-химические и химические изменения сырья. При нагревании с водой белки набухают и денатурируют, крахмал клейстеризуется и переходит в коллоидный раствор. Набухание и клейстеризация обусловлены поглощением воды высокополимерными соединениями. Клейстеризация крахмала зерна начинается при температуре 55-60ºС и сопровождается вязкостью среды. С постепенным нарастанием температуры клейстеризованный крахмал разжижается и вязкость среды резко уменьшается. При выходе разваренной массы из варочного аппарата вследствие перепада давления от избыточного к атмосферному клеточная структура сырья разрушается, и оно превращается в однородную массу [12].

Наибольшее распространение получило непрерывное разваривание. Оно характеризуется стабильностью, процесс поддается оптимизации и автоматизации, отличается высокой удельной производительностью оборудования. Выход спирта из 1 т крахмала сырья увеличивается на 0,7-1,2 дал по сравнению с выходом при полунепрерывном методе разваривания. Уменьшаются расход пара и потери крахмала.

В качестве непрерывного разваривания применяют 2 типовые схемы: разваривание сырья при пониженной температуре (130-140ºС) и продолжительной выдержкой (50-60 мин); при повышенной температуре (165-172ºС) и прохождении массы через варочный аппарат за 2-4 мин.

**Непрерывное разваривание сырья при пониженной температуре.** Зерно, очищенное на сепараторах, элеватором подается в приемный бункер, оттуда поступает в молотковые дробилки. Дробленое зерно направляется в смеситель и смешивается с водой температурой 40-50ºС.

Далее зерно подогревают до 80-85ºС вторичным паром, поступающим из сепаратора. Хорошо разжиженный замес легко перекачивается насосом в контактную головку вторичного пара. Масса подогревается до температуры 80-85ºС в течение 15 мин и поступает в промежуточный сборник, а затем в контактную головку. Замес подогревают до температуры 132-134ºС острым паром.

Нагретая масса из контактной головки поступает в трубчатый разварник, обеспечивающий полную конденсацию пара, где выдерживается в течении 1-1,5 мин. Для окончательного доваривания массу направляют на охлаждение и последующее осахаривание [21].

**Периодическое разваривание сырья**. Разваривание осуществляется следующим образом: очищенное и взвешенное зерно поступает в предразварник. Перед этим в него из бака набирают необходимое количество горячей воды. Зерно подогревают 30-45 мин. Для подогревания используют пар, поступающий из выдерживателя по трубопроводу.

Сырье, подогретое до 50-90ºС, самотеком перегружается в разварники, где оно разваривается острым паром под давлением.

Для равномерного и быстрого разваривания массу в разварнике систематически перемешивают циркуляцией, путем сброса из него некоторого количества пара в выдерживатель.

К концу разваривания, когда отобранная из разварника проба имеет цвет, приближающийся к цвету готовой массы, ее выдувают из разварника в выдерживатель, где она доваривается в течение 40-45 мин при температуре 102-106ºС. Скорость выдувания массы из разварников должна быть такой, чтобы давление пара в выдерживателе не превышало 0,05 МПа и вторичный пар полностью использовался в предразварниках или на подогрев воды.

Готовая масса, выходящая из выдерживателя, должна быть темно-желтого цвета со светло-коричневым оттенком и не должна содержать несваренных частиц или целых зерен. Не допускается перевара массы, при которым она приобретает более темный цвет и специфический запах меланоидов [33].

**Охлаждение разваренной массы.** Разваренная масса поступает в паросепаратор-выдерживатель, откуда через конденсатор после охлаждения до температуры 58-60ºС благодаря создания вакуума направляется в осахариватель.

Осахаривание заключается в обработке охлажденной разваренной массы солодовым молоком или ферментными препаратами для гидролиза полисахаридов, белков и других веществ.

Осахаривание разваренной массы осуществляют непрерывным способом и лишь на некоторых заводах малой мощности – периодическим.

Любой процесс осахаривания складывается из следующих операций:

- охлаждение разваренной массы до определенной температуры, которая после смешивания массы с солодовым молоком понизится до заданной для осахаривания;

- смешивание разваренной массы с солодовым молоком (микробной культурой);

- осахаривание крахмала;

- охлаждение сусла до температуры «складки» - начальной температуры брожения сусла;

- перекачивание сусла в бродильное отделение и дрожжевое отделение завода.

Осахаривание разваренной массы непрерывным способом осуществляется при определенных условиях: температуре, кислотности среды, концентрации субстрата и осахаривающего материала. В ходе осахаривания около 67% крахмала превращается в мальтозу и 33% - в декстрины, которые при брожении доосахариваются ферментами среды в сбраживаемые сахара. Осахаренную массу называют суслом.

При осахаривании в одну ступень разваренная масса непрерывно поступает в осахариватель, где охлаждается до 57-58ºС в течение не менее 10 мин. Одновременно с охлаждением в аппарат задают 16-18% солодового молока от объема разваренной массы. Осахаренная масса непрерывно отводится из осахаривателя через теплообменник, в котором охлаждается до 20-24ºС, в бродильное отделение [12].

Двухступенчатое осахаривание от одноступенчатого отличается тем, что процесс ведут последовательно в двух аппаратах с различным количеством солодового молока и при разных температурах.

В. Л. Яровенко предложил для непрерывно-проточного способа брожения проводить двухступенчатое осахаривание. Сущность его заключается в том, что разваренную массу делят на два потока, в одном из них в осахаривателе гидролизуется 2/3 всего количества солодового молока, в другом – 1/3. Сусло из первого осахаривателя направляется в первый головной бак бродильной батареи, из второго – во второй головной бак батареи [33].

Периодическое осахаривание ведут в следующем порядке. В заторный аппарат набирают 5% общего количества солодового молока и столько холодной воды, чтобы покрылись лопасти мешалки. Затем при работающей мешалке быстро выдувают массу из разварников. Когда температура выдуваемой массы достигнет 75-80ºС, пускают в змеевики воду, продолжая выдувание и охлаждение. По окончании выдувания массу охлаждают до 62-63ºС, добавляют остальное количество молока, перемешивают 5 мин и в течение 15-20 мин осахаривают массу без перемешивания.

Сусло охлаждают до 30ºС, пропуская через змеевики воду и сливают в бродильный бак. Концентрация сусла, как и при непрерывном, должна находиться в пределах 16-18% по сахариметру [20].

**Сбраживание массы***.* В качестве возбудителей спиртового брожения используют культурные дрожжи из семейства сахаромицетов. Такие дрожжи должны обладать высокой бродильной активностью, иметь и сохранять анаэробный тип обмена, обладать стойкостью к продуктам обмена, посторонним микроорганизмам и к изменениям основного питательного субстрата [11].

Дрожжи должны быть устойчивыми к изменению состава среды, переносить большую концентрацию солей и сухих веществ, содержащихся в сусле [7].

В начале производственного сезона дрожжи получают из чистой культуры. Далее их культивируют по методу естественно-чистой культуры, при котором подбором температуры и кислотности среды создают условия, благоприятные для размножения дрожжей и неблагоприятные для жизнедеятельности бактерий. Дрожжи размножают в дрожжевых аппаратах, оборудованных мешалкой и змеевиком, на сусле концентрацией 17-18 мас. %. Сусло вначале пастеризуют при 70ºС в течение 20 мин, а затем охлаждают и подкисляют. В сусло задают 10% засевных дрожжей. Для размножения дрожжей экономически выгодно использовать часть бродящей массы, взятой из бродильного аппарата взятой из бродильного аппарата через 16-18 часов после начала брожения.

Количество примесей в зрелой бражке, и, следовательно количество спирта, в значительной степени зависит от условий сбраживания (температуры, степени аэрации, кислотности, концентрации сусла). Для получения спирта с высокими аналитическими и дегустационными показателями рекомендуется следующий режим сбраживания: температура30-31ºС, расход воздуха на дрожжегенерирование (аэрацию) 4,0 м3/м3×час, кислотность сусла 0,7º при концентрации 22-24% сухих веществ.

Для сокращения накопления примесей спирта заслуживает внимания опыт сбраживания по двухпоточной схеме с дробным внесением мелассной рассиропки [14].

Широкий способ распространения получил метод непрерывно-поточного брожения, предложенный В. Л. Яровенко. Процесс протекает в двух дрожжевых аппаратах, взбраживателе и батарее бродильных аппаратов, соединенных между собой переточными трубами. Применение этого метода позволяет увеличить пропускную способность бродильного отделения на20%, автоматизировать процесс и увеличить выход спирта на 0,3 дал из 1 т условного крахмала [33].

**Извлечение спирта из бражки и его очистка.** Зрелая бражка – полупродукт спиртового производства. Для получения 1 м3 спирта требуется около 12 м3 бражки.

Бражка – сложная многокомпонентная система, состоящая из трех фаз: жидкой, газообразной и твердой. Жидкая фаза представлена водой (82-90 мас.%) и этиловым спиртом 4,8-8,8 мас % (или 6-11 об. %) с легколетучими примесями [14].

Твердая фаза бражки представлена нерастворимыми частицами исходного сырья – шелухой и дробиной.

Газообразная фаза бражки представлена диоксидом углерода, который образуется при сбраживании сахаров.

Извлечение этилового спирта из бражки и его очистка осуществляется ректификацией. Ректификация – процесс разделения бинарной или многокомпонентной жидкой смеси на фракции, различающиеся между собой летучестью.

Получение ректификованного спирта непосредственно из бражки осуществляется на непрерывно-действующих брагоректификационных установках. Этот способ считается экономически более целесообразным.

Перегонка жидкостей основана на их летучести или способности переходить при нагревании в парообразное состояние, причем выделившиеся пары при охлаждении вновь сгущаются в жидкость, которая может быть собрана в особом приемнике [5].

В лабораторной практике для разделения летучих компонентов смеси прибегают к сложной повторной или дробной перегонке. Сущность ее заключается в том, что из жидкости отбирают ту часть фракции, которая наиболее богата нужным компонентом, и, подвергая ее новой перегонке, отбирают опять фракцию, наиболее им обогащенную. Остаток от второй перегонки соединяют с остатками первой фракции и подвергают их новой отгонке, обогащенные нужным веществом фракции соединяют вместе. Такую последовательную разгонку ведут до тех пор, пока перегоняемая жидкость по своим компонентам не покажет, что она представляет собой, безусловно, химически чистый продукт с присущей ему температурой кипения [25].

Существует несколько схем брагоректификационных аппаратов. Общим для большинства предложенных схем является эпюрация бражки, позволяющая более полно извлечь примеси, а также более экономно расходовать тепло и воду. Схемой предусматривается предварительная эпюрация бражки в брагоректификационной колонне [11].

В колонне концентрирования примесей осуществляется повторная эпюрация спиртовой фракции. Спиртоводный конденсат подвергается очистке в дополнительной колонне. Пониженная температура кипения бражки(65ºС) позволяет избежать разложения различных нестойких соединений, а также уменьшить образование сложных эфиров из спирта во время дистилляции и получить дистиллят с содержанием эфиров, альдегидов и кислот в 5-8 раз меньше, чем при обычной перегонке, что облегчает дальнейшую переработку такого дистиллята и повышает качество готового продукта [32].

Аппаратурно-технологическая схема для получения спирта: бражка, подогретая до 85-92ºС в бражном подогревателе направляется в сепаратор для удаления диоксида углерода и далее на верхнюю тарелку бражной колонны. В колонку снизу поступает пар. Пары, обогащенные спиртом, идут через пеноловушку в подогреватель, отдают свою теплоту бражке и поступают в конденсатор бражной колоны для конденсации. Бражный конденсат крепостью 45-55% поступает на питательную тарелку эпюрационной колонны, направляются как отходы на корм скоту.

Пары, обогащенные головными примесями, поступают в дефлегматор эпюрационной колонны для укрепления, а затем в конденсатор. Крепость этой фракции равна 95 об.%. В нижней части колонны поддерживают температуру 90ºС. Из этой зоны отводят жидкий продукт – эппюрат, крепостью 40-45об. %.

Снизу в спиртовую колонну поступает греющий пар. Спиртовые пары направляются в верхнюю часть колонны. Обедненная спиртом жидкость стекает вниз в виде лютерной воды, содержащей примеси этилового спирта, выводится из колонны при закрытом ее обогреве из расчета в среднем 20 л на 1 дал спирта [21].

Иногда с целью увеличения выхода ректификованного спирта уменьшают отбор головной фракции. Это возможно при переработке доброкачественной мелассы, наличии достаточной поверхности охлаждения в дефлегматоре эпюрационной колонны и соответствующего числа тарелок в ее концентрационной части, а также при работе аппарата без перегрузок.

Брагоректификационная установка косвенно-прямоточного действия: бражка температурой 30ºС, поступившая из бродильного отделения, подогревается в подогревателе до 70-75ºС. Далее она направляется сначала в сепаратор для удаления углекислого газа, а затем поступает на верхнюю тарелку эпюрирующей части бражной колонны. Водно-спиртовые пары проходят через подогреватель бражки и конденсатор бражной колонны. Эпюрированная бражка стекает вниз по тарелкам верхней части колонны и поступает на верхнюю тарелку бражной колонны, обогреваемой паром. Водно-спиртовой пар частично поступает в брагоэпюрационную часть для эпюрации бражки; другая его часть – для обогрева эпюрационной колонны. По технологическому режиму брагоректификационная установка косвенно-прямоточного действия не отличается от установок косвенного действия [5].

Длительное время в производстве этилового спирта использовали многоступенчатые колонные аппараты барботажного типа с колпачковыми, клапанными, решетчатыми тарелками.

Однако поскольку барботажные аппараты обладают низкой допустимой скоростью пара, это ведет к снижению их эффективности.

Важное значение приобретает применение нового типа прямоточно-вихревых аппаратов, пропускная способность которых выше, чем у аппаратов всех прочих типов. Контактные устройства этих аппаратов представляют собой цилиндрические патрубки, оснащенные завихрителем потока пара. Поток пара, поступающий в контактные устройства, приобретает вращательно-поступательное движение. Жидкость подается в центральную зону контактных устройств и дробится на капли вихревым потоком пара. Под действием центробежной, силы капли жидкости перемещаются к периферии контактных устройств и оседают на стенке, образуя пленку, которая на выходе отделяется от потока пара.

Сочетание прямоточного движения фаз в зоне контакта с центробежным отделением жидкости от потока пара позволяет исключить «захлебывание» прямоточно-вихревых аппаратов и проводить процесс при высоких скоростях пара, на порядок превышающих скорость в аппаратах барботажного типа [11, 33].

Цель процесса очистки спирта – освободить его от большинства сопутствующих примесей и получить спирт стандартной крепости. Очень важно наряду с очисткой спирта максимально сконцентрировать отбираемые примеси и максимально освободить их от этанола и воды.

Готовый продукт оценивается на качество. Определяется цвет, прозрачность, запах, чистота, наличие фурфурола, окисляемость, массовая концентрация альдегидов, сивушного масла, кислот, сложных эфиров, а также – объемная доля метилового спирта [20].

**1.3. Характеристика схем брагоректификационной установки**

В зависимости от способа включения бражной колонны в схему брагоректификационной установки различают установки прямого, непрямого (косвенного), косвенно-прямоточного действия, а также установки с дополнительными колоннами; установки, работающие под разряжением и установки с термокомпресссией [5].

**Брагоректификационные установки косвенного действия.** На спиртовых заводах в качестве типовых были приняты браго-ректификационные установки косвенного действия. Они обладают высокими эксплуатационными качествами: стабильны в работе, легки вуправлении и регулировке, обеспечивают выработку спирта высокого качества; примеси, выделенные из спирта, выводятся в концентрированном виде.

Наибольшее распространение получили трехколонные установки. На ряде крупных заводов в качестве дополнительной (4-, 5- или 6-й) применяют колонну для выделения спирта из головной фракции — разгонную колонну.

Бражная колонна имеет 21-28 одноколпачковых тарелок двойного кипячения, сетчатых, клапанных или чешуйчатых с межтарелочным расстоянием 280—550 мм.

По устройству и принципу действия эпюрационная и спиртовая колонны ничем не отличаются от установок для ректификации спирта-сырца непрерывного действия.

Колонны обогреваются открытым или закрытым паром. К каждой колонне подключенытеплообменники для конденсации пара, выходящего из колонн. Бражка насосом через обратный клапан подается в подогреватель, где нагревается до температуры 70-85°С, а затем в сепаратореосвобождается от выделившегося углекислого газа и других неконденсирующихся газов, после чего вводится в бражную колонну.

Вместе с неконденсирующимися газами уносится некоторое количество спирта. Для его улавливания предусмотрена установка конденсатора. Конденсат направляется в верхнюю часть эпюрационной колонны. Выходящий из бражной колонны спиртоводный пар проходит ловушку для улавливания пены и брызг. В некоторых конструкциях ее делают встроенной внутрь колонны, что является целесообразным [2, 33].

Конденсация спиртоводного пара бражной колонны частично (при­близительно на 50 %) осуществляется в подогревателе бражки. Остальная часть пара за счет отдачи теплоты водеконденсируется в основном в дополнительном конденсаторе. Конденсат спиртоводного пара — бражной дистиллят направляется на питание эпюрационной колонны.

В эпюрационной колонне спирт освобождается от головных и частично концевых примесей. Колонна оснащена дефлегматором и конденсатором, из которого через фонарь отводится головная фракция. В эпюрационной колонне устанавливают 39- 41 многоколпачковых тарелок с межтарелочным расстоянием 170 мм.

Освобожденный от головных и частично концевых примесей бражной дистиллят — эппюрат, поступает на питание спиртовой колонны. Спиртовая колонна оснащена дефлегматором, конденсатором и испарителем. Колонна имеет 71—74 многоколпачковых тарелок с межтарелочнымрасстоянием 170

мм

Ректификованный спирт может отбираться с 4—14-й тарелок, считая сверху спиртовой колонны, проходит холодильник и направляется в спиртоприемное отделение, предварительно пройдя фонарь и спиртоизмерительный аппарат для учета спирта. Через ротаметр из конденсатора отбирается непастеризованный спирт.

Промежуточные примеси выводятся из спиртовой колонны в виде двух продуктов: сивушной фракции, отбираемой в виде пара с 5-, 7-, 9- и 11-й тарелок, считая снизу колонны, и сивушного спирта.

Сивушная фракция после конденсации и охлаждения в холодильнике направляется в промывную батарею, а затем в экстрактор, где за счет водной экстракции освобождается от этанола. Освобожденная от этанола сивушная фракция — сивушное масло выводится как товарный побочный продукт. Промывная (подсивушная) вода из экстрактора сбрасывается на 12— 14-ю тарелку (считая снизу) спиртовой колонны.

Сивушный спирт выводится с 17-, 20- и 25-й тарелок в жидком или парообразном состоянии. При выводе в жидком состоянии он охлаждается и выводится как товарный продукт (крепкий сивушный технический спирт) либо направляется в бражку или в бражную колонну. Более целесообразно сивушный спирт отбирать в паровой фазе, конденсировать в одном из конденсаторов бражной или эпюрационной колонны, откуда он будет поступать в верхнюю часть эпюрационной колонны.

Лютерная вода из спиртовой колонны выводится через гидравлический затвор в сборник, откуда насосом выкачивается в сборник. Из сборника часть лютерной воды подается на промывку сивушного масла, а остальная сбрасывается в канализацию. При наличии в лютерной воде спирта она направляется в бражную колонну.

Каждая колонна снабжена верхним и нижним вакуум-прерывателями (гидроманометрами), регуляторами подачи пара и воды. Устанавливаются также регуляторы подачи бражки и отвода ректификованного спирта. Для установки термометров предусмотрены гильзы: на линии подачи нагретой бражки перед вводом в колонну, над верхней тарелкой и в кубе каждой колонны, а также на 8-й тарелке и на тарелке питания (16-й) спиртовой колонны. Имеются термометры и для измерения температуры воды, отходящей из основного конденсатора бражной колонны, дефлегматоров эпюрационной и спиртовой колонн.

Для непрерывного контроля за работой установок на линии подачи бражки и отбора головной фракции, непастеризованного, сивушного и ректификованного спирта, а также сивушной фракции, устанавливают расходомерные устройства.

Подогреватель бражки, дефлегматоры, конденсаторы, а зачастуюи холодильники выполняются в виде кожухотрубных теплообменников [2].

**Брагоректификационные установки прямого действия.** Особенностью установок прямого действия является двукратное использование всей теплоты греющего пара, поступающего в бражную колонну.

Бражная колонна имеет 16 одноколпачковых тарелок двойного ки­пячения с межтарелочным расстоянием 280-400 мм.

Эпюрационная колонна в отгонной части имеет 20-25 также од­ноколпачковых тарелок двойного кипячения, в концентрационной -15 многоколпачковых тарелок с межтарелочным расстоянием 170 мм. Между отгонной и концентрационной частью должно быть сепарационное пространство не менее 0,5-0,8 м.

Спиртовая колонна имеет только концентрационную часть с 55-58 многоколпачковыми тарелками.

Подогретая в дефлегматоре и теплообменнике бражка вводится в среднюю часть эпюрационной колонны, где подвергается эпюрации за счет пара, поступающего из бражной колонны.

Выделенные из бражки головные примеси концентрируются в верхней части эпюрационной колонны и выводятся через конденсатор в виде головной фракции.

Особенностью спиртовой колонны является питание ее спиртоводным паром, выходящим из бражной колонны. Эпюрированная бражка из эпюрационной колонны и флегма из спиртовой колонны поступают в верхнюючасть бражной колонны и после освобождения от спирта выходят из установки одним потоком (смесь барды и лютерной воды).

Греющий пар для всей установки вводится только в одну точку - в нижнюю часть бражной колонны. Эпюрационная и спиртовая колонны обогреваются спиртоводным паром, выходящим из бражной колонны. Чтобы исключить попадание частиц бражки в спиртовую колонну, на линии подачи пара между верхом бражной колонны и спиртовой колонной устанавливается пеноловушка. Значительная часть теплоты из дефлегматора спиртовой колонны отводится за счет бражки, остальное количество теплоты отводится водой.

В дефлегматорах бражка обычно нагревается всего до 60-65 °С. С целью уменьшения расхода пара на установку бражку перед вводом в эпюрационную колонну догревают до 80-85°С за счет теплоты барды в теплообменнике.

Сивушное масло в установке прямого действия концентрируется в двух зонах: в нижней части спиртовой колонны (на 2-...4-й тарелках, считая снизу) и на нижних тарелках (на 2- и 3-й, считая снизу) концентрационной части эпюрационной колонны. Отсюда оно выводится через холодильник в виде сивушной фракции и направляется в экстрактор сивушного масла.

Колонны снабжаются верхними и нижними вакуум-прерывателями, регуляторами подачи пара и воды. Бражная колонна снабжается гидрозатвором для отвода барды и пробным холодильником.

В установках прямого действия двукратное использование всей теплоты греющего пара дает возможность значительно (на 35-40 %) сократить удельный расход греющего пара и охлаждающей воды на брагоректификацию по сравнению с установками косвенного действия[2, 33].

**Брагоректификациониыс установки с дополнительными колоннами.** Любая брагоректификационная установка может быть оснащена до­полнительными колоннами: разгонной, окончательной очистки, сивушной.

Безводная часть головной фракции, отбираемой из конденсатора эпюрационной колонны, содержит 92—97 % этилового спирта и только 3—8 % головных примесей. Отбор головной фракции обычно составляет при переработке крахмалистого сырья 2—3 %, мелассы — 3-4 %,а на мелассных заводах, вырабатывающих наряду со спиртом пекарские дрожжи, отбор головной фракции доходит до 6 % от количества спирта, поступающего с бражкой (считая по безводному).

Установка разгонной колонны дает возможность выделить спирт из головной фракции, а головные примеси получить в концентрированном виде. Разгонная колонна обычно имеет 40—45 многоколпачковых тарелок с межтарелочным расстоянием 170 мм, снабжается дефлегматором и декантатором. Питание (головная фракция) подается на 24-ю тарелку, считая снизу, на верхнюю тарелку вводится горячая вода, а в нижнюю часть колонны — греющий пар. При вводе воды на верхнюю тарелку колонны концентрация спирта на тарелках снижается, а летучесть головных примесей увеличивается, в результате чего из головной фракции потоком пара извлекаются головные примеси. Освобожденный от примесей спирт в составе кубовой жидкости выходит из нижней части колонны и направляется в цикл брагоректификации. Воду в разгонную колонну подают с температурой 90-95 °С в таком количестве, чтобы концентрация спирта в кубовой жидкости была около 8 % об. Расход пара составляет 20—25 кг на 1 дал спирта, введенного в разгонную колонну.

Головные примеси концентрируются в верхней части колонны. После конденсации выходящего из колонны пара получается, как правило, гетерогенная смесь, состоящая в основном из эфиров, альдегидов и воды. Она направляется в декантатор, где расслаивается. Состоящий в основном из эфиров и альдегидов верхний слой представляет собой концентрат головной фракции с малым содержанием спирта. Он выводится из установки как побочный продукт ректификации в количестве 0,1—0,2 % от общего выхода спирта. Нижний, содержащий некоторое количество головных примесей и спирта водный слой направляется как флегма на орошение колонны.

Установка разгонной колонныдает возможность увеличить выход ректификованного спирта с 95—96 до 98—99,7 % от количества спирта, введенного с бражкой [25].

Для повышения выхода ректификованного спирта, улучшения его ка­чества и упрощения выделения сивушного масла в процессе ректификации разработана схема брагоректификационной установки, в которой предусматривается сброс в дополнительную разгонную колонну всех спиртсодержащих погонов,обогащенных примесями(погон из спиртоловушек, конденсаторов бражной, эпюрационной и спиртовой колонн, конденсатора, сепаратора углекислого газа, сивушная фракция и сивушный спирт) [23].

Введенные в разгонную колонну спиртсодержащие побочные примеси и полупродукты брагоректификации разделяются на два потока: верхний, в котором содержатся все головные и промежуточные примеси спирта,и нижний, содержащий спиртоводную смесь, свободную от головных и промежуточных примесей. Верхний продукт после конденсации в дефлегматоре поступает в декантатор, где расслаивается на сивушно-эфироальдегидный концентрат (СЭАК) и обогащенный водой нижний слой, который направляют на верхнюю тарелку разгонной колонны в виде флегмы. Процесс идет при подаче воды на верхнюю тарелку (гидроселекция). Хорошему расслаиванию фаз в декантаторе способствует то, что в верхнем слое практически отсутствует этиловый спирт. Выход СЭАК составляет около 0,4—0,5 % от объема, введенного в бражную колонну спирта.

Спиртоводная смесь, освобожденная от всех головных и промежу­точных примесей, выводится из нижней части разгонной колонны и направляется в бражку или на верхнюю тарелку бражной колонны.

Рассмотренная схема брагоректификации дает возможность практически полностью извлечь этиловый спирт из побочных примесей и получать последние в концентрированном виде. При этом исключается узел промывки и выделения сивушного масла водной экстракцией, отпадает необходимостьрешать вопрос об использовании крепкого сивушного спирта, улучшается качество спирта за счет увеличения отбора обогащенных примесями спиртсодержащих пагонов. Все побочные примеси выводятся в виде одного продукта, что упрощает их хранение и транспортировку [11].

Назначение колонны окончательной очистки состоит в выделении из ректификованного спирта остатков головных и концевых примесей за счет повторной эпюрации концентрированного спирта. Это дает возможность улучшить дегустационные показатели спирта, увеличить время окисляемости, понизить содержание кислот, эфиров, альдегидов, метанола.

Типовая колонна обычно изготавливалась с 30 многоколпачковыми тарелками (20 в отгонной и 10 в концентрационной части). Обогревается колонна обязательно закрытым паром. В настоящее время типовые колонны стали изготавливать с 40 тарелками.

Головные и концевые примеси, выделенные в нижней части колонны и сконцентрированные в верхней, выводятся из конденсатора в виде головной фракции в количестве 0,5—1 % от количества, введенного в колонну спирта. Головная фракция колонны окончательной очистки присоединяется к головной фракции эпюрационной колонны или ее направляют на одну из верхних тарелок эпюрационной колонны, а при наличии разгонной колонны головную фракцию направляют в нее.

Прошедший дополнительную очистку от головных и концевых при­месей ректификованный спирт выводится из нижней части колонны, после чего направляется на охлаждение.

При использовании колонны окончательнойочистки в режиме по­вторной эпюрации концентрация выходящего из колонны окончательной очистки спирта снижается на 0,01—0,05 % по сравнению с концентрацией введенного в колонну спирта.

Колонна окончательной очистки может работать и в режиме повторной ректификации спирта. В этом случае спирт освобождается в основном от остатка верхних промежуточных примесей и частично от головных и концевыхпримесей (за счет повторной пастеризации).

При том же числе тарелок питание в колонну подается на 4-ю тарелку (считая снизу), а спирт после окончательной очистки отбирается с 10-й тарелки (считая сверху) из жидкой фазы. Наряду с отбором головной фракции из конденсатораколонны в данном случае производится отбор фракции, обогащенной верхними промежуточными примесями, которая выводится из куба колонныокончательной очистки в количестве 2—3 *%* и направляется на тарелку питания спиртовой колонны.

Включение колонны окончательной очистки по режиму повторной ректификации повышает концентрацию спирта на 0,2—0,3%об по сравнению с концентрацией введенного в колонну спирта.

В сивушной колонне проводится дальнейшее концентрирование компонентов сивушного масла и других промежуточных примесей, начатое в спиртовой колонне. Сивушная колонна питается сивушной фракцией и сивушным спиртом, отбираемыми из спиртовой колонны в зоне концентрирования промежуточных примесей. В отгонной части колонны устанавливают 15-17, в концентрационной - 40 многоколпачковых тарелок при межтарелочном расстоянии 170 мм. Между отгонной и концентрационной частями устанавливается аккумулятор. В нем находится значительный объем спиртоводной жидкости, который обеспечивает равномерную работу колонны, и накапливаются компоненты сивушного масла.

Этиловый спирт и головные примеси концентрируются в верхней части колонны и выводятся обычно в эпюрационную колонну. Иногда этот спирт отбирается как низший сорт для технических целей. Снизу колонны отводится лютерная вода. Обогрев колонны может быть открытым или закрытым. Дополнительные колонны снабжаются верхними и нижними вакуум-прерывателями, регуляторами подачи пара и воды, гидрозатворами на линии отвода кубовой жидкости и лютера. Дополнительные колонны могут быть включены в схему любой брагоректификационной установки и любой непрерывнодействующей установки для ректификации спирта-сырца [2].

**Брагоректификационные установки, работающие под разрежением.** Одним из эффективных путей снижения энергозатрат является создание брагоректификационных установок, работающих под разрежением. В установках такого типа одна или несколько колонн работают под давлением ниже атмосферного. В этих условиях наиболее эффективно осуществляется многократное использование тепла.

Вакуумные установки позволяют снизить удельный расход пара и воды по сравнению с типовыми установками косвенного действия на 35-45%. Обычно они расходуют пар и воду в количестве соответственно 30-35 кг и 0,3-0,4 м3 на 1 дал спирта. Дополнительный расход электроэнергии на создание разрежения невелик—около 0,1-0,2 кВтч/дал.

Снижение расхода пара с понижением давления в спиртовой колонне более ощутимо, нежели в бражной. Это дает возможность при работе спиртовой колонны под разрежением с большей гарантией обеспечить ее отработавшим теплом бражной колонны.

В установке обогрев эпюрационной и спиртовой колонн осуществляется паром бражной колонны, в нижней части которой поддерживается давление 2,5-3 м вод. ст. Эпюрационная и спиртовая колонны работают под разрежением. В кубе эпюрационной колонны поддерживаются разрежение 3,5-4 м вод, ст. и температура 60-61 °С.

В кубе спиртовой колонны поддерживается разрежение в пределах 2,5-3 м вод. ст. и температура 88-90 °С; в верхней части разрежение 5-6 м вод, ст. и температура 60-61°С. Над 8-й тарелкой спиртовой колонны поддерживается температура 80-86 С, над 16-й - 72-74ºС.

Спиртоловушки эпюрационной и спиртовой колонн соединены с барометрическим конденсатором, в который подается охлаждающая вода; для отвода неконденсирующихся газов из барометрического конденсатора установлен вакуум-насос, который создает разрежение 5-6 м вод. ст.

Бражка предварительно подогревается в дефлегматоре до температуры 50-52 °С, догревается в теплообменнике, а затем в сепараторе углекислого газа до 80-85°С за счет ввода спиртового пара, выходящего из бражной колонны.

Основная масса спиртоводного пара из бражной колонны проходит через пленочный испаритель, вторичный пар из которого идет на обогрев спиртовой колонны. Оставшаяся часть пара конденсируется в испарителе эпюрационной колонны.

Конденсат спиртоводного пара из испарителей и поступает в сборник, откуда отсасывается на питательную тарелку эпюрационной колонны. Для стабилизации давления в кубе эпюрационной и спиртовой колонн предусмотрены дополнительные испарители, которые обогреваются греющим паром, или ввод пора через барботер.

Сивушная фракция из спиртовой колонны отводится с помощью эжектора и направляется в экстрактивно-ректификационную колонну.

Эта установка как по оборудованию, так и в эксплуатации значительно сложнее установок, работающих при атмосферном давлении; она требует более жесткой системы автоматизации и стабилизации процесса [5, 33].

**Ректификационные установки с термокомпресссией**. Ректификационные установки обладают большой энергоемкостью. Одним из путей снижения энергоемкости является применение термо­компрессии (тепловых насосов), которое может быть осуществлено в двух вариантах. По первому варианту тепло конденсации спиртового или спиртоводного пара, выходящего из верха колонны, используется для обогрева низа той же или смежной колонны; по второму предусматривается использование тепла отходящего горячего кубового остатка. Как в первом, так и во втором случае требуется повышение потенциала (температуры) теплоносителя.

Первый вариант может быть осуществлен, например, за счет установки турбокомпрессора или за счет теплового насоса, работающего по круговому процессу (цикл Карно) с использованием промежуточного теплоносителя. До настоящего времени в практике спиртовой промышленности такая схема не нашла применения. Второй вариант получил распространение на спиртовых заводах Украины под названием пароинжекционных установок. Он применяется для утилизации теплоты отходящей из бражной колонны барды и использования ее для обогрева той же колонны.

Барда, выходящая из бражной колонны, через гидрозатвор под действием разрежения поступает в испарительную камеру, где охлаждается за счет самоиспарения. Пар самоиспарения барды поступает в пароструйный компрессор, где происходит его сжатие паром более высокого потенциала (0,9—1,1МПа) до давления (температуры), необходимого для обогрева бражной колонны. Сжатый пар вводится в кубовую часть бражной колонны непосредственно под нижнюю тарелку. Барда из испарительной камеры выходит самотеком по барометрической трубе через гидрозатвор.

В барботер бражной колонны основной поток пара подводится в обычном порядке. Для контроля за работой парой пароинжекционной установки испарительная камера снабжается вакуумметром, термометром и предохранительным клапаном.

Пароинжекционная установка позволяет снизить расход пара на обогрев бражной колонны на 15-20 %.

Установка несложна в изготовлении и эксплуатации и может быть внедрена на любом заводе, имеющем пар с давлением выше 0,9 МПа. Наибольший эффект он дает при переработке слабоградусной бражки [2].

**Брагоректификационные установки косвенно-прямоточного (полупрямого) действия.** Отличительной особенностью установки является предварительная эпюрация бражки в открытой колонне и использование выходящего из бражной колонны спиртоводного пара для обогрева эпюрационной колонны. Типовая бражная колонна установки косвенного действия дополняется открытой (без орошения) брагоэпюрационной колонной с 8—10 тарелками.

Бражка, пройдя подогреватель и сепаратор углекислого газа, поступает на верхнюю тарелку брагоэпюрационной колонны, где подвергается эпюрации за счет поступившего из бражной колонны спиртоводного пара.

Эпюрированная (освобожденная от головных примесей) бражка из брагоэпюрационной колонны поступает на верхнюю тарелку бражной колонны, где освобождается от спирта и сопутствующих ему летучих примесей. Спиртованный пар из бражной колонны частично (около 50 %) направляется в брагоэпюрационную колонну для эпюрации бражки, другая часть, пройдя пеноловушку. поступает на обогрев эпюрационной колонны. Между верхом бражной колонны и подогревателем бражки установлен шибер, которым регулируется распределение парового потока между эпюрационной колонной и эпюрирующей частью бражной колонны. Питание эпюрационной колонны осуществляется бражным дистиллятом, поступающим из подогревателя бражки, основного и дополнительного конденсаторов.

Особенностью работы эпюрационной колонны является, с одной стороны, открытый обогрев спиртоводным паром, с другой — уменьшение примерно в 1,6 раза количества питания (бражного дистиллята).

В остальном установка косвенно-прямоточного действия как по уст­ройству, так и по режиму работы не отличается от установок косвенного действия. Установку рекомендуется дополнять сивушной колонной [11].

**2. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПОЛУЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ПРОДУКЦИИ**

Конец ХХ столетия характеризуется прогрессирующим ростом городов, развитием промышленности и сельскохозяйственного производства. В этих условиях под большим антропогенным воздействием находятся все основные структурные компоненты окружающей среды, загрязнение которой представляет большую опасность для растительности, животных и человека. О результатах антропогенного воздействия на природные экосистемы красноречиво говорит тот факт, что в следующем веке, по расчетам ученых, закончатся запасы всех основных жизненно важных ресурсов для человека. Ошибочным оказалось распространенное мнение о неисчерпаемости водных ресурсов, так как раньше не учитывался тот факт, что подземные воды на глубине 1,5-2 км являются солеными. Пригодная для использования вода составляет лишь 2% от общего объема гидросферы, 75% из которой также труднодоступна. Тревогу вызывает не только ограниченность запасов пресных вод, но и их качество, которое ухудшается главным образом в результате сброса бытовых и промышленных сточных вод. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха в городах являются предприятия теплоэнергетики, химической и нефтехимической промышленности, производства минеральных удобрений. Даже потребление кислорода превысит его выделение в атмосферу растительностью.

Загрязнение биосферы, исчерпание природных ресурсов, разрушение экосистем, потеря природной способности и их самовосстановление – все это опасные и сложные процессы, развитие которых вызвано хозяйственной деятельностью человека.

Наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий является полный переход к безотходным и малоотходным технологиям и производствам. Важными направлениями экологии промышленного производства следует считать: совершенствование технологических процессов и внедрение нового оборудования с меньшим уровнем выбросов примесей и отходов в окружающую среду; экологическую экспертизу всех видов производств и промышленной продукции; замену токсичных отходов на нетоксичные; замену неутилизируемых отходов на утилизируемые; широкое применение дополнительных методов и средств защиты окружающей среды [30].

Технологии в современном хозяйстве становятся все более наукоемкими, требующими привлечения самых последних достижений науки и практики для решения главной задачи – повышения производства экологически чистой и радиационно-безопасной продукции (кормов, продуктов питания и сырья для промышленности) в условиях все ухудшающейся экологической ситуации. Эта проблема становится особенно актуальной для Беларуси.

При разработке тактики и стратегии получения экологически чистой продукции следует учитывать пути поступления загрязнителей и их происхождение. Рост интенсификации производства в условиях бурного научно-технического прогресса и активного вовлечения природных ресурсов в хозяйственный оборот, увеличение численности населения, урбанизация и многие другие антропогенные факторы (выбросы автомобилей, промышленности и др.) оказывают все возрастающее влияние на состояние окружающей среды и вызывают экологическую опасность.

Под экологически чистой продукцией мы понимаем такую продукцию, которая соответствует всем санитарно-гигиеническим требованиям, в которой содержание ксенобиотиков (чужеродные химические вещества, в том числе радионуклиды и пестициды) не превышают предельно допустимых и максимально допустимых уровней. Конечно, экологически чистая продукция должна быть биологически полноценной по содержанию основных соединений, необходимых для нормальной жизнедеятельности человека и животных. Любые загрязнители ухудшают качество сельскохозяйственной продукции.

В этих условиях необходима разработка принципиально новой стратегии природопользования, перевода на качественно новый уровень, основу которых составляет биологическое нормирование антропогенных нагрузок на почвы, агроландшафты и агроэкосистемы с учетом их экологической буферности, самоочищающей способности, обеспечивающей их динамическое равновесие и устойчивое функционирование.

Проблема получения экологически чистой продукции растениеводства складывается из решения двух вопросов:

1. снижение содержания в ней ксеноанабиотиков;
2. повышение ее биологического качества.

Оба эти вопросы взаимосвязаны, а их решение возможно по трем направлениям:

1)подбор культур и сортов, особенно в условиях повышенного содержания в почве радионуклидов, обеспечивающих получение чистой продукции;

2)организация контурно-экологических севооборотов, которые позволяют наиболее полно учитывать почвенные условия для возделывания той или иной культуры, ее биологические особенности;

3)совершенствование технологии возделывания. Техническое развитие общества обостряет экологические проблемы, в то же время ставит актуальные задачи и дает возможность совершенствовать средства защиты природы и устранять негативные последствия антропогенного воздействия. В настоящее время изыскиваются технологические пути решения экологических проблем. Создаются безотходные ресурсосберегающие технологии с рециркуляцией сырьевых материалов на основе нового промышленного оборудования, не загрязняющего окружающую среду (с использованием воды и воздуха в замкнутых системах и т. д.). Разработка новых направлений исследований позволит качественно повысить уровень технического развития общества [30].

Получение в настоящее время экологически чистой, доброкачественной продукции зависят не только от работников агропромышленного комплекса, но и в целом от работников всех отраслей народного хозяйства. Так, по оценкам экспертов, в Беларуси загрязнители антропогенного происхождения образуются, прежде всего, от транспорта и электроэнергии (38%). На долю сельского хозяйства приходится 2% загрязнений.

Проблема получения экологически чистой продукции является актуальной, особенно с учетом последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС, когда загрязненной радионуклидами оказалось 23% территории республики. В результате выращенная продукция содержит токсины, которые при переработке остаются в полученном продукте. В готовом спирте содержание токсичных элементов не должно превышать допустимых уровней: свинца – 0,3 мг/ кг, мышьяка – 0,2 мг/ кг, кадмия – 0,03 мг/ кг, ртути – 0,005 мг/ кг.

При несоблюдении санитарно-гигиенических норм, производство спирта также может стать источником загрязнения окружающей среды. На заводе эта ситуация находится под постоянным контролем.

Образующиеся побочные продукты при переработки зерна в спирт, оказывают неблагоприятное воздействие на окружающую среду. Для очистки сточных вод от мелкодисперсных примесей применяют фильтры.

Остро также стоит вопрос о реализации отходов производства (барды). Перспективным в решении этого вопроса является внедрение и распространение на перерабатывающих предприятиях безотходного производства. К примеру, использование барды на корм животным. При получении спирта из зерна практически только крахмал, составляющий 52-54 % сухого вещества зерна, используется для биосинтеза спирта. Остальное выводится с бардой. Сухое вещество барды содержит примерно 28% сырого протеина, в котором до 40 % особо ценных для КРС белков. Поэтому зерновая барда спиртовых заводов является в принципе весьма ценным кормовым ресурсом.

Однако этот ресурс в настоящее время далеко не всегда эффективно используется. Для многих заводов это скорее проблема загрязнения окружающей среды, постоянно угрожающая остановкой производства. Для оптимального решения данной проблемы, необходимо вести строгий контроль технологического процесса на предприятии по производству спирта и при необходимости вводить штрафные санкции за нарушение правил хранения и утилизации побочных продуктов, каковым и является барда [16].

Таким образом, для выработки экологически безопасных пищевых продуктов требуется экологически безопасное сырье, которое можно получить только при условиях, обеспечивающих соответствующее состояние окружающей среды (почвы, воды, воздуха, флоры). Продукты должны быть биологически полноценными, то есть их химический и биологический состав должен обеспечивать нормальный веществ в организме человека.

**3. ОХРАНА ТРУДА**

Охрана труда - система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические, организационные, технические, психофизиологические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия и средства [10].

Подготовка специалистов перерабатывающих предприятий по вопросам безопасности труда имеет важное государственное значение. Травматизм и несчастные случаи со смертельным исходом в сельскохозяйственном производстве снижаются медленными темпами. За 2008 год в сельскохозяйственном производстве произошло 167 несчастных случаев с тяжелыми последствиями (на 8 больше, чем в 2007 году), в том числе: со смертельным исходом – 48 (на том же уровне); с тяжелым исходом – 119 (на 8 больше, чем в 2007 г.). Причем на перерабатывающих предприятиях случаи со смертельным исходом составили 33,3%, а с тяжелыми исходами – 22,7%. За 2009 год в сельскохозяйственном производстве произошло 184 несчастных случая с тяжелыми последствиями (на 15 больше, чем в 2008 году), в том числе: со смертельным исходом – 48 (на том же уровне); с тяжелым исходом – 136 (на 15 больше, чем в 2008 году). На перерабатывающих предприятиях случаи со смертельным исходом составили 22,9%, а случаи с тяжелыми последствиями – 23,5%.

Растут расходы на компенсацию последствий неблагоприятных условий труда на производстве. Многие руководители, выдвигают на первое место решение проблемы по производству и переработке сельскохозяйственной продукции, при этом не обращают внимания на условия и безопасность выполнения работ, в том числе и обучение охране труда. Поэтому каждый специалист перерабатывающих предприятий должен уметь анализировать состояние охраны труда на производстве, определять ущерб от неудовлетворительного состояния охраны труда, разрабатывать мероприятия по улучшению состояния охраны труда.

Основной целью охраны труда является обеспечение безопасности сохранения здоровья и работоспособности человека в процессе охраны труда.

Задачи охраны труда: предотвратить несчастные случаи на производстве; предотвратить заболевания, связанные с работой; обеспечить высокую производительность труда на предприятии.

Основная цель главы – разработка мероприятий по улучшению состояния охраны труда на производстве. В связи с поставленной целью, необходимо подобрать помещение, оборудование и наглядные пособия для кабинета охраны труда.

**3.1.Анализ состояния охраны труда на Костюковичском спиртзаводе**

На РУП «Климовичский ЛВЗ» Костюковичском спиртзаводе согласно приказа вопросами по охране труда занимается инженер, назначенный приказом от18.03.2006 года, который является ответственным за состояние охраны труда и производственной безопасности на предприятии. Он выполняет следующие задачи:

- организует работу по созданию здоровых и безопасных условий труда, предупреждению несчастных случаев и профессиональных заболеваний на производстве, аварий и пожаров в организации и в структурных подразделениях; подчиняется руководителю организации;

- внедряет достижения науки, техники и передового опыта, стандарты по безопасности труда и осуществляет контроль за их соблюдением

- участвует в проведении периодического, производственного и общественного контроля состояния условий труда на рабочих местах структурных подразделений и в целом в организации;

- оказывает помощь специалистам в разработке и пересмотре инструкций по охране труда, обеспечении ими рабочих мест, а также в проведении аттестации рабочих мест и паспортизации санитарно-технического состояния условий охраны труда в структурных подразделениях и в целом в организации;

- организует и проводит совместно со специалистами организации и общественными инспекторами обследование состояния условий труда на рабочих местах структурных подразделений организации;

- организует совместно с главными специалистами обучение, проверку знаний работников по вопросам охраны труда, транспортной, промышленной, пожарной безопасности и производственной санитарии;

- проводит вводный инструктаж по охране труда, транспортной, промышленной, пожарной безопасности и производственной санитарии со всеми работниками, прибывшими на работу или в командировку, с учащимися - на производственную практику;

- организует пропаганду безопасных методов труда, оборудование и укомплектование кабинетов и уголков по охране труда, обеспечивает организацию правовой, нормативной и технической документацией, плакатами и другими пособиями по охране труда, транспортной, промышленной, пожарной безопасности и производственной санитарии;

- проводит совместно с профсоюзной организацией дни охраны труда и организует смотр-конкурс по охране труда в организации;

- участвует в расследовании несчастных случаев;

- проверяет состояние охраны труда во всех подразделениях организации и составляет акты на устранение выявленных недостатков, выполнение которых обязательно для исполнения всеми специалистами и другими работниками и которые могут быть отменены только распоряжением руководителя организации;

- требует от руководителей структурных подразделений отстранения от работы лиц, не имеющих допуска к выполнению данной работы или грубо нарушающих требования правил, норм и инструкций по охране труда;

- получает от специалистов и руководителей участков материалы по вопросам охраны труда, требует письменные объяснения от лиц, допустивших нарушение правил, норм и инструкций по охране труда;

- привлекает по согласованию с руководством необходимых специалистов к проверке состояния охраны труда в отделениях, цехах, производственных участках и объектах;

- вносит руководству предложения о поощрении работников за высокопроизводительный труд без травм и аварий, о привлечении работников к ответственности за нарушение законодательных и нормативных актов, невыполнение приказов, распоряжений и указаний по охране труда;

- информирует работников о состоянии условий и охраны труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья и полагающихся средствах индивидуальной защиты, компенсациях по условиям труда [18].

Согласно требований законодательства об охране труда и промышленной безопасности (в т.ч. о режиме труда и отдыха) в коллективном договоре регламентированы часы отдыха, обеденный перерыв, начало и окончание работ. Непосредственно на рабочих местах, в производственной деятельности этот режим соблюдается. Исключение составляют уборочные периоды, когда на предприятие поступает зерно и приказом директора утверждается для определенных лиц новый дополнительный график работы.

Руководитель предприятия определяет потребность в обучении персонала вопросам охраны труда. Целью по обучению является обеспечение осведомленности и компетентности персонала в выполнении требований в области охраны труда.

Все лица при приеме на работу проходят вводный инструктаж. Затем на рабочем месте до начала работы проводится первичный инструктаж. Не реже одного раза в 6 месяцев проводится повторный инструктаж, а также предусмотрено прохождение внепланового и целевого инструктажей (в зависимости от вида работ). Обучение и проверка знаний руководителей и специалистов цехов предприятия и рабочих по вопросам охраны труда осуществляется в соответствии с «Инструкцией о порядке подготовки (обучения), переподготовки, стажировки, инструктажа, повышение квалификации и проверки знаний, работающих по вопросам охраны труда», утвержденной Постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 28.11.2008 года № 175.

Ежегодно в конце года составляется план мероприятий по охране труда на следующий год, в которые входят планы по проведению профилактико-оздоровительных мероприятий, ремонт и переоснащение производственных помещений, обеспечение спецодеждой, обучение и т.д. Затраты включаются в себестоимость продукции по статье «Организация производства и управления». Фактическое выделение средств на мероприятия по охране труда представлено в таблице 3.1.1

Таблица 3.1.1 – Выделение и использование средств на мероприятия по охране труда

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | 2007 г | | 2008 г | | 2009г | |
| план | факт | план | факт | план | факт |
| Всего затрат, млн.руб.,  в т.ч.: | 33,5 | 32,7 | 34,1 | 33,4 | 35,7 | 35,1 |
| на мероприятия, предусмотренные коллективным договором (соглашением по социальным вопросам и охране труда в СПК); | 10,1 | 9,8 | 9,9 | 9,6 | 9,3 | 9,0 |
| на средства индивидуальной защиты; | 7,2 | 7,1 | 7,2 | 7,5 | 9,2 | 9,2 |
| на лечебно-профилактическое питание и молоко. | 16,2 | 15,8 | 17,0 | 16,3 | 17,2 | 16,9 |
| Ассигновано на одного работающего, тыс. руб. | 250000 | 244030 | 254480 | 249250 | 266420 | 261940 |

Из таблицы 3.1.1 можно сделать следующие выводы, что всего фактических затрат млн. руб. на мероприятия по охране труда в 2009 году увеличилось по сравнению с 2007 годом на 2,4 млн. руб. Однако, если рассматривать затраты на каждое мероприятие в отдельности, то произошло следующее колебание: затраты на мероприятия, предусмотренные коллективным договором снизились на 800 тыс. руб. и в 2009 году они составили 9 млн. руб. А вот затраты на средства индивидуальной защиты возросли и в 2009 году они составили 9,2 млн. руб.; затраты на лечебно-профилактическое питание и молоко также возросли и в 2009 году составили 16,9 млн. Ассигнование на одного работника увеличилось и к 2009 году оно составило 261940 руб., а в 2007 году оно составляло 250000 руб.

Соблюдение правил техники безопасности – это обязательное и первоочередное правило при выполнении любых видов работ в процессе производственной деятельности. Здесь учитывается и применение средств индивидуальной защиты, и обучение безопасным методам выполнения работ, и проведение инструктажей на предприятии.

На заводе соблюдаются правила техники безопасности, что постоянно контролируется непосредственно руководителем цехов, инженерами по охране труда, органами госнадзора.

На предприятии можно отметить случаи производственного травматизма, имеющее место за последние три года деятельности (табл.3.1.2)

Таблица 3.1.2 – Показатели производственного травматизма

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Формулы и обозначения | 2007 г | 2008 г | 2009 г |
|  |  |
| Среднесписочное число работающих | Р | 134 | 136 | 135 |
| Число несчастных случаев в отчетный период | Т | 2 | 1 | 1 |
| Число дней нетрудоспособности | Д | 9 | 6 | 5 |
| Показатель частоты травматизма | Кч=. Т · 1000/Р | 14,9 | 7,3 | 7,4 |
| Показатель тяжести травматизма | Кт= Д/Т | 4,5 | 6 | 5 |
| Показатель потерь рабочего времени | Кп =Кч · Кт= Д · 1000/Р | 67,05 | 43,8 | 37 |

По результатам данной таблицы можно отметить, что среднесписочная численность работников колеблется в пределах 134 человек. Число нетрудоспособности в среднем составляет 7 дней. Также можно отметить, что на предприятии в среднем за год происходит один несчастный случай (без смертельных исходов).

В системе охраны труда на предприятии важную роль занимает соблюдение требований производственной санитарии. При этом, руководитель структурного подразделения несет ответственность за санитарное состояние производственных и бытовых помещений, прилегающей территории. Работающий персонал обязан поддерживать чистоту и порядок на рабочих местах. Один раз в неделю проводятся санитарные дни. Кроме того, количество санитарно-бытовых помещений должно соответствовать санитарно-гигиеническим нормам (на определенное количество человек рассчитывается количество душевых сеток, умывальников, гардеробных и т. д.).

После каждого разваривания зерновой массы производится дезинфекция оборудования. Также, после каждого процесса переработки, проводится дезинфекция бродильных чанов, осахаривателей, дозаторов. Администрация предприятия выдает рабочим спецодежду и средства индивидуальной защиты.

Один раз в год на предприятии организуется прохождение периодического медосмотра, прежде всего эту процедуру проходят те работники, деятельность которых связана с опасными и вредными факторами. Кроме того, предусматривается прохождение предварительного медосмотра при приеме на работу. Это контролируется руководителем подразделения. Все данные о состоянии здоровья человека заносятся в личную карточку, которая хранится в медучреждении.

Важная роль на предприятии отведена противопожарной безопасности. На заводе создана добровольная пожарная дружина. Ее члены периодически осматривают территорию и цеха с целью устранения причин, которые могут вызвать пожар. На предприятии в наличии один водоем, в каждом цехе установлены первичные средства пожаротушения.

**3.2. Мероприятия по улучшению условий и безопасности труда**

Планирование и разработка мероприятий по улучшению условий и безопасности труда в организации осуществляются руководителем или уполномоченным им представителем с участием профсоюза или иного представительного органа работников.

Проанализировав состояние охраны труда на предприятии, можно предложить к внедрению следующие мероприятия по улучшению условий и безопасности труда:

- обеспечить кабинет охраны труда законодательной и нормативной литературой, инструкциями, стандартами, техническими средствами обучения. Обеспечить уголки по охране труда новыми плакатами, учебно-наглядными пособиями (Типовое положение о кабинете охраны труда», утверждено Министерством труда 08.11.99 №144);

- требовать от работников регулярного прохождения медицинских осмотров предоставлением заключения о состоянии их здоровья, на основании «Порядка проведения обязательных медицинских осмотров работников» № 33 от 08.08.2000г., утвержденного постановлением Минздрава РБ;

- руководствуясь «Санитарными нормами микроклимата производственных помещений», отрегулировать температурный и воздушный режим производственных помещений, в первую очередь посредством ремонта вентиляций;

- улучшить процесс обучения охране труда и технике безопасности путем оснащения наглядными пособиями, плакатами, кинофильмами [2].

На каждом предприятии существует кабинет охраны труда. Кабинет охраны труда создается при численности работающих в организации 100 человек и более. На Костюковичском спиртзаводе численность работающих 134 человека, то есть на данном предприятии существует кабинет охраны труда.

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, существующем риске причинения вреда здоровью, полагающихся средствах индивидуальной защиты и компенсациях по условиям труда; 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 по охране труда; создание информационной базы данных нормативных правовых актов по охране труда [10].

Кабинет охраны труда оборудован по утвержденному нанимателем проекту, включающему разделы: учебный – организация обучения по охране труда; справочно-методический – подборка и тематическая систематизация необходимых нормативных материалов и справочной литературы по охране труда; иформационно-выставочный – отражение условий и состояния охраны труда на предприятии, обмен передовым опытом по охране труда организаций.

Кабинет охраны труда оснащен:

- нормативными правовыми актами по охране труда с учетом специфики деятельности данной организации, в том числе стандартами, правилами, инструкциями;

- учебными программами, методическими, справочными и другими материалами, необходимыми для проведения обучения, инструктажа и консультаций работников по вопросам охраны труда, противопожарной защиты, законодательства о труде Республики Беларусь;

- наглядными пособиями, в том числе плакатами, схемами, макетами, образцами инструмента, защитных средств, видеофильмами;

- экспозиционным оборудованием, включающим витрины, стеллажи, стенды.

Помещение кабинета охраны труда на Костюковичском спиртзаводе располагается в административной части предприятия. Кабинет имеет следующее оборудование и наглядные пособия: учебные столы и стулья аудиторного типа, стол для лектора; письменный стол для повседневной работы инженера по технике безопасности; застекленные шкафы и витрины с литературой, нормативно-техническую документацию, справочники и малоформатные пособия по охране труда, технике безопасности, пожарной безопасности и производственной санитарии; шкафы для хранения технических средств обучения и пропаганды; наглядные пособия, в том числе плакаты, альбомы, видеофильмы, кинофильмы; руководящие документы системы управления охраной труда; контрольно-измерительные приборы и приборы безопасности; медицинская аптечка; средства оргтехники и телефон [4].

Документация кабинета охраны труда: планы работы кабинета охраны труда; журнал регистрации вводного инструктажа; программы обучения и протоколы проверки знаний по вопросам охраны труда работников, в том числе руководителей, специалистов и рабочих; учебно-методическая и инструктивная литература по охране труда; нормативные правовые акты по охране труда, в том числе стандарты, правила, нормы, инструкции, документы по системе управления охраной труда; информационные материалы по авариям и несчастным случаям на производстве, профессиональным заболеваниям, происшедшим в организации; статистическая отчетность по охране труда; протоколы совещаний, семинаров, планы мероприятий и приказы по охране труда; коллективный договор, соглашение по охране труда; материалы аттестации рабочих мест по условиям труда; материалы по пропаганде передового опыта по охране труда.

В кабинете охраны труда привлекают внимание устаревшее оборудование, плакаты, поэтому их нужно обновить.

Практическую работу кабинета по охране труда организует инженер по охране труда. Он разрабатывает годовой и месячный планы работы кабинета, которые утверждает руководитель завода по согласованию с профсоюзным комитетом.

Организация, оформление, оборудование, техническое оснащение и вся проводимая работа кабинета охраны труда предприятия обеспечиваются за счет средств, выделяемых на мероприятия по охране труда [24].

**4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

**4.1. Цели и задачи, методика проведения исследований**

Целью данных исследований являлось изучение технологического процесса производства спирта и определение влияния крахмалистости зернового сырья и схемы переработки на выход спирта на РУП «Климовичский ЛВЗ» Костюковичском спиртзаводе. Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- изучить технологический процесс производства спирта на предприятии;

-провести анализ объемов и качества зерна, поступающего на Костюковичский спиртзавод;

- проанализировать крахмалистость поставляемого на завод зерна;

- проследить изменение выхода спирта в зависимости от содержания крахмала в сырье и схемы переработки;

- рассчитать экономическую эффективность производства спирта на предприятии.

Исследования по данной теме проводились на Костюковичском спиртзаводе в течение 2008-2009 гг. Отбор проб для оценки качества поступившего зерна осуществлялся по ГОСТу 13586.3-83. Методы определения качества зерна ржи и тритикале:

- определение запаха и цвета – по ГОСТ10967. 53;

- определение влажности - по ГОСТ 13586.5 для зерна ржи и по ГОСТ 3040 для зерна тритикале;

- определение натуры зерна - по ГОСТ 10840.

- определение сорной и зерновой примесей - по ГОСТ 30483 для зерна ржи и по ГОСТ 13585.2 для зерна тритикале;

- определение зараженности и поврежденности вредителями - по ГОСТ 13586.4.

По требованиям ГОСТов, влажность зерна должна быть 14,5% для пшеницы и 15,0% для тритикале. Натурная масса зерна тритикале – 700 г/л, зерна ржи – 680-700г/л. Зараженность вредителями – не допускается. Крахмалистость – 52-57%.

Крахмалистость зерна определялась при помощи поляриметра, в чистом зерне, очищенном от сорных примесей. Две навески размолотого зерна, массой 5,0 г, помещают в две сухие мерные колбы, вместимостью 100 см3. В каждую колбу наливают по 50 см3 1,124 %-го раствора соляной кислоты в два приема по 25 см3. После добавления первой порции кислоты содержимое колб взбалтывают до полного смачивания продукта. Следующими 25 см3 соляной кислоты смывают частицы пробы со стенок горлышка колб. Смесь осторожно перемешивают и помещают колбы на 15 минут в кипящую водяную баню. После извлекают и добавляют 20-30 см3 холодной дистиллированной воды, перемешивают и охлаждают. Для осаждения и осветления растворов в колбы приливают по 1 см3 30%-го раствора сернокислого цинка и после перемешивания добавляют по 1 см3 15%-го раствора железистосинеродистого калия и перемешивают. Объем жидкости в колбе доводят до отметки колбы дистиллированной водой при температуре 20ºС, перемешивают, фильтруют. Первые 20 см3 фильтрата удаляют, остальной фильтрат используют для анализа. Измерение проводят в поляризационной кювете, ее заполняют фильтратом и помещают в камеру поляриметра. В момент достижения однородности окраски поля, снимают отсчет показаний поляриметра. Определение проверяют на трех порциях фильтрата.

Качество готового спирта также должно соответствовать ГОСТам. Так, согласно ГОСТу 5964, объемная доля этилового спирта должна быть не менее 96,2-96,3%; массовая концентрация сивушного масла в получаемом спирте – не более 2-8 мг/дм3; массовая концентрация свободных кислот – не более 8-15 мг/дм3; наличие фурфурола – не допускается. По ГОСТу 51698: массовая концентрация альдегидов – не более 2-4 мг/дм3; массовая концентрация сложных эфиров – не более 10 мг/дм3. Содержание токсичных элементов в этиловом ректификованном спирте не должно превышать допустимых уровней: свинца – 0,3 мг/кг, мышьяка – 0,2 мг/кг, кадмия – 0,03 мг/кг, ртути – 0,005 мг/кг. Цвет спирта – чистый, прозрачный. Запах и вкус должен соответствовать данному продукту.

Для проведения исследований по изучению крахмалистости различных сортов озимой ржи использовались следующие сорта: Верасень, Зарница, ЗуброЎка, Калинка, Пуховчанка. Версень - тетраплоидный сорт, масса 1000 зерен – 33-50 г, содержание белка в зерне – 9,3 12,3%, крахмалистость – 52,6%. Зарница – диплоидный сорт, масса 1000 зерен – 30-35 г, содержание белка – 9,6-12,0%, крахмалистость – 57%. ЗуброЎка – диплоидный сорт, масса 1000 зерен – 27-35 г, содержание белка – 10,7-12,3%, крахмалистость – 58,1%. Калинка – диплоидный сорт, масса 1000 зерен – 35-40 г, содержание белка – 10,0-12,0%, крахмалистость – 56,4%. Пуховчанка – тетраплоидный сорт, масса 1000 зерен – 40-55 г, содержание белка – 9,8-12,0%, крахмалистость – 53,4%.

**4.2. Характеристика предприятия**

РУП «Климовичский ЛВЗ» Костюковичский спиртзавод это современное высокопроизводительное предприятие, которое занимается выработкой этилового спирта, а также переработкой спирта-сырца. Продукция, полученная на предприятии, направляется на Климовичский ликеро - водочный завод для производства водки и водочных изделий.

Предприятие специализируется на выпуске спирта - ректификата «Люкс», спирта высшей очистки и спирта «Экстра». Производственная мощность предприятия составляет 2000 дал/сутки. Побочной продукцией являются эфиры, углекислота, барда. Эфиры используются в медицине, углекислота – в пищевой промышленности и при производстве напитков, при газосварке; барда – на корм скоту.

Спиртзавод расположен в г. Костюковичи Могилевской области, вблизи реки Жадунька. Он имеет выгодное географическое месторасположение - находится за чертой города, недалеко от завода проходит трасса, что позволяет предприятию производить приемку зерна и перевозить полученный спирт при помощи автотранспорта. Расстояние до железнодорожной станции – 5 км, до областного центра – 160 км.

История завода начинается с 1872 года. Постепенно с каждым годом усовершенствовался процесс производства спирта, заменялось старое оборудование, которое закупалось из-за границы. В послевоенные годы начались работы по восстановлению предприятия и вскоре завод начал работать на полную мощность. Но возрастающий спрос на спирт для нужд народного хозяйства нашей страны и для экспорта требовал технического перевооружения и расширения ассортимента продукции. Началась реконструкция завода. Мощность его значительно возросла, все оборудование, которое когда-то было привезено из-за границы, заменено отечественным.

В настоящее время, в результате реконструкции завода, заменены все виды оборудования и, в результате этого, динамично увеличивается производство продукции, снижается ее себестоимость, растет производительность труда. Ежегодно предприятие получает сверхплановую прибыль.

Предприятие организует закупку зерна из близлежащих районов. Закупочная цена устанавливается государством. Ежегодно на предприятие поступает около 8000 тонн зерна.

Большое внимание уделяется качеству выпускаемой продукции. Реализуемый спирт должен соответствовать ГОСТам на данный вид продукции (приложение 1). На предприятии утвержден график проведений технологического контроля работы оборудования и выпускаемой продукции. В решении этих вопросов важную роль играют лаборатории, сотрудники которой несут непосредственную ответственность за соблюдение продукции завода требованиям ГОСТов.

На предприятии имеются две производственные лаборатории, которые занимаются анализом качества поступившего сырья и готовой продукции. Лаборатории полностью укомплектованы необходимым контрольно-измерительным оборудованием, что позволяет проводить оценку показателей качества поступившего зерна и получаемого спирта. Определение цвета, прозрачности, вкуса и запаха спирта определяют органолептически. В лаборатории для анализа качества спирта имеется фотоэлектроколориметр, который предназначен для определения окисляемости. В этой лаборатории также проводится определение наличия фурфурола, массовой концентрации альдегидов, сивушного масла и кислот, которые определяются визуально при помощи добавления специального раствора к готовому продукту и выдерживания при комнатной температуре в течение некоторого времени. В лаборатории для анализа поступившего зерна имеется такой прибор как литровая пурка, который предназначен для определения натурной массы зерна. Для определения влажности зерна в лаборатории расположен сушильный шкаф, а для определения условной крахмалистости – поляризационная кювета.

Основными зерновыми культурами, поступающими на спиртзавод, являются тритикале и рожь. Допускается переработка зерна морозобойного или суховейного, частично подгоревшего при огневой сушке, пораженного клопом-черепашкой. Желательно, чтобы увеличить выход спирта, зерно должно поступать с высоким процентом крахмалистости.

Работа завода организована в три смены. На предприятии занято 134 человека. Они работают на участках посменно. Высокий уровень автоматизации позволяет во многом исключить воздействие человеческого фактора на производственный процесс. Компьютерная техника контролирует все действия, совершаемые оператором, анализирует состояние технологического оборудования. Автоматизированная линия обладает большим преимуществом: обеспечивается отбор представительной пробы, определение качества проводится с большой точностью, повышается производительность, уменьшается ручной труд и так далее.

Автоматизация процесса производства спирта предусматривает автоматический контроль и регулирование основных параметров процесса разваривания. Автоматический контроль осуществляется электрическими приборами.

На заводе осуществляется регулирование и контроль: расхода воды, поступающей в смеситель-предразварник: температуры смеси в предразварнике; давления пара в коллекторе; температуры замеса в нижней части варочной колонны I ступени; температуры замеса, поступающего в колонну I ступени, с блокировкой по давлению вторичного пара в колонне (давление вторичного пара контролируется и сигнализируется). В средней части варочной колонны I ступени контролируется и сигнализируется температура замеса, а в колоннах II ступени контролируется давление вторичного пара.

Температура массы в осахаривателе регулируется термометром сопротивления и электронным мостом, импульс от которого поступает на запорный клапан; последний регулирует подачу холодной воды в осахариватель. Количество ферментных препаратов, подаваемых в осахариватель, регулируется плунжерным насосом. Верхний и нижний уровни препарата измеряются емкостными сигнализаторами уровня. Схемой автоматизации предусмотрено регулирование и контроль температуры сусла в дрожжевых чанах; температуры пара дрожжевого сусла и пастеризованного дрожжевого сусла после теплообменника; температуры во взбраживателях и бродильных чанах; уровня бражки в бродильных чанах и бражном резервуаре; количества газа и воды, поступающих в спиртоловушку. Автоматизация установок малой производительности осуществляется регуляторами давления и температуры прямого действия.

На технологические цели вода берется из артскважин, которые находятся на территории предприятия. Обеспечение завода электроэнергией осуществляется от городской энергосистемы. Холостые ходы оборудования практически исключены, так как технологические процессы непрерывные и требуют строгой ритмичности в работе оборудования.

В состав завода входят: производственные здания, спиртоприемное отделение, спиртохранилище, котельная, здание подработки, склад зернопродуктов и ферментных препаратов, бухгалтерия.

В производственных зданиях расположены следующие цеха:

- основные: варочный (осуществляется водно-тепловая обработка сырья и осахаривание затора), цех брожения (осуществляется разведение дрожжей и сбраживание сусла), цех брагоректификации (происходит выделение спирта из зрелой бражки).

- дополнительный: цех получения жидкого диоксида углерода.

На предприятии используется различное оборудование: сепараторы – предназначены для очистки зерна (воздушно-ситовые и магнитные); дробилки – для измельчения зерна (молотковые дробилки и вальцевые станки); развариватели – для разваривания массы зерна; осахариватели – в них происходит осахаривание с целью гидролиза крахмала до сбраживаемых сахаров; бродильные чаны – предназначены для брожения поступившей массы; брагоректификационные установки для перегонки бражки и получения спирта (приложение 2).

Таким образом, Костюковичский спиртзавод является современным предприятием по переработке зернового сырья. Предприятие оснащено необходимым оборудованием, которое позволяет получить высококачественный спирт.

**4.3. Технологический процесс производства спирта на РУП «Климовичский ЛВЗ» Костюковичском спиртзаводе**

Особенностью технологического процесса переработки зерна на Костюковичском спиртзаводе является то, что его разваривание может осуществляться по непрерывной, периодической и полунепрерывной схеме. От схемы переработки во многом зависит выход спирта. На предприятии для брагоректификации спирта используется установка косвенно-прямоточного действия.

В основу технологического процесса положены следующие этапы: дробление, разваривание, осахаривание, охлаждение, брожение, брагоректификация (рис.1).

Качество зерна, идущего на разваривание, не регламентируется. Но желательно иметь здоровое зерно с высокой крахмалистостью, влажностью 14-17% и небольшой засоренностью. Для предварительной оценки зерна пользуются органолептическими приемами.

Зерно поступает на завод автотранспортом. Его перевозят насыпью в крытых автомашинах типа ГАЗ- 53,ЗИЛ-130.

Во время разгрузки зерна отбирают специальным щупом пробы для определения влажности, засоренности, крахмалистости и натуры. Прием зерна оформляется документом, отражающим все определения и массу.

Зерно обязательно очищают от примесей, так как они могут засорить, испортить или ускорить износ оборудования. Особенно отрицательно на оборудование влияет наличие твердых примесей: металлические частицы, комья земли, камни, песок.

Зерно, предназначенное для разваривания, очищают на воздушно-ситовых и магнитных сепараторах. Количество сорных примесей не должно превышать 0,1%.

Приемка зерна

Станки вальцевые

Дробление Дробилки молотковые ДМ-10

Непрерывное

Разваривание зерна Периодическое

Полунепрерывное

Осахаривание

Охлаждение

Брожение Бродильные чаны

Брагоректификация Установка косвенно-

(перегонка спирта) прямоточного действия

Розлив

Реализация

Рис.1. Схема получения спирта этилового на Костюковичском спиртзаводе

**Дробление.** Для непрерывного разваривания нужно измельчение сырья. Измельчение зерна осуществляется на молотковой дробилке ДМ-10 и на вальцевом станке.

Степень измельчения контролируется путем просеивания навески измельченного зерна через специальный набор сит с отверстиями различного диаметра. Остаток измельченного зерна на сите с отверстием диаметра 3 мм не должно быть более 0,1-0,3% при дроблении на молотковой дробилке и 5-8% при дроблении на вальцевом станке. Проход через сито с отверстием диаметра 1 мм должен быть не менее 50%. При тонком измельчении сырья улучшаются условия гидролиза его составных частей.

**Разваривание.** Разваривание зерна на предприятии осуществляется по трем схемам: непрерывная, полунепрерывная и периодическая.

Водно-тепловая обработка по непрерывному способу по типовой Мичуринской схеме производится в агрегатах колонного типа, рассчитана на режим разваривания при понижении пара до 0,5 Мпа, что соответствует температуре 135-140 градусов. Непрерывно – действующий агрегат колонного типа состоит из:

- смесителя-предразварника, где осуществляется непрерывное смешивание измельченного сырья с водой и предварительный подогрев замеса вторичным паром из паросепаратора;

- смесителя-предразварника, состоящий из сдвоенного аппарата и контактной головки, подогревающий замес острым паром до температуры разваривания зерна 120-140 градусов;

- колонны первой ступени (без полок) с подачей массы в центральную трубу, а пара – в нижнюю часть колонны;

- колонны второй ступени, которая служит выдерживателем;

- колоны уровня, через который выдувают сваренную массу в сепаратор.

Измельченное зерно непрерывно поступает в смеситель-предразварник, куда одновременно подается подогретая вода с температурой 40-45 ºС. Для приготовления замеса на 1 кг размолотого зерна, берется 2,5-3 л воды, чтобы обеспечить концентрацию сусла 16-17 % по сахариметру.

Нагретый замес подают плунжерным насосом в контактную головку, где нагревается до 100-110 ºС, а затем в варочную колонну первой ступени. Основной процесс разваривания происходит в колоне первой ступени в противотоке пара с замесом. Подогретый замес поступает в колонну в верхней части через продуктовую трубу. Пар вводят в нижнюю часть под паровую перегородку. Проходя через колонну, пар перемешивает и нагревает развариваемое сырье, которое затем поступает в колонну второй ступени, предназначенную для доваривания сырья без подачи греющего пара. Развариваемое сырье поступает в нижнюю часть колонны и движется вверх в поплавковый регулятор уровня, через который происходит выдувание сваренной массы в выдерживатель. Вторичный пар используется для подогрева замеса и воды. Температура разваривания зерна 135-140ºС, продолжительность разваривания 45-50 минут.

Качество разваривания определяется визуально не менее 4-х раз в смену. Отбор проб производится из пробника, установленного на выдувной трубе. Цвет готовой разваренной массы зерна должен быть темно-желтым со светло-коричневым оттенком.

После разваривания из смесителя-предразварника замес полностью перекачивают в варочный аппарат и доваривают в нем, затем его ополаскивают, промывную воду из которого выкачивают в канализацию, а насос останавливают. Агрегат заполняют водой и при работающей мешалке подогревают воду до 85-90ºС. После освобождения от разваренной массы варочного агрегата и выдерживателя эту воду перекачивают через всю систему и все аппараты пропаривают острым паром 30 минут.

Полунепрерывное разваривание отличается от непрерывного тем, что разваривание происходит при повышенной температуре – 165-172ºС и прохождении массы через варочный аппарат за 2-4 минуты.

При периодическом разваривании зерно из приемного бункера загружают в разварник. В начале варки в течение 5-7 минут сырье прогревают при открытом циркуляционном вентиле для вытеснения воздуха. Температура разваривания 151-155ºС, продолжительность разваривания 75-90 минут.

При разваривании всех видов зернового сырья добавляется вода из бака горячей воды из расчета 1,6-2,0 л/кг сырья. Сырье из бункера загружается в разварник типа «Генце» СП 1163, вместимостью 5,3м3 из расчета 220 кг на 1 м3 емкости аппарата. Количество загрузки определяется пометкой, с таким расчетом, чтобы концентрация сухих веществ в осахаренном заторе была в пределах 12-18%.

Когда масса в разварнике станет равномерно разваренной и приобретет темно-желтый или светло-коричневый цвет, ее выдувают в выдерживатель, в котором масса доваривается до полной готовности при температуре 85-90ºС. Длительность выдувания 5-10 минут. Выделившийся из массы пар отводится в паросепаратор. Загрузку разварников производят через равные промежутки времени, как и выдувание.

Из выдерживателя сусло непрерывно подается в осахариватель. Не допускается перевар массы. Если перевар, то замедляется брожение, повышаются отброды, снижается выход спирта.

**Осахаривание разваренной массы.** Крахмал разваренного сырья осахаривают ферментами плесневых грибов. Осахаривание производится с целью гидролиза крахмала до сбраживаемых сахаров. Одновременно при участии протеолитических, осуществляется процесс гидролиза белков, содержащихся в разваренной массе.

Разваренная масса, получаемая непрерывным или полунепрерывным способом, из выдерживателя непрерывно поступает в осахариватель, куда одновременно подается осахаривающий материал. Ферментные препараты дозируются по объему пропорционально количеству разваренной массы, поступающей на осахаривание с учетом нормы расхода.

На заводе непрерывное осахаривание осуществляется в одну ступень. При осахаривании в одну ступень все необходимое количество осахаривающего материала подается в осахариватель. Для дозировки в осахариватель используется один из плунжеров суслового насоса. В осахаривателе поддерживают температуру массы 57-58ºС. Для осахаривания используют ферменты плесневых грибов, выращенных поверхностным способом, а также смесь ферментных препаратов. Из осахаривателя сусло непрерывно перекачивают насосом через теплообменник в бродильный чан. В теплообменнике сусло складывается до температуры складки – 22-24ºС. Концентрация сусла должна быть в пределах 16-17% по сахариметру.

Осахариватель, ловушка, теплообменник и трубопровод ежесуточно освобождается от массы. После освобождения от массы в осахариватель пускают теплую воду, нагревают ее до температуры 60-65ºС и при работающей мешалке насосом перекачивают в бродильное отделение, при этом сусло, находящееся в трубопроводе и теплообменнике, поступает в бродильный чан. Воду отводят в канализацию. После спуска всей промывной воды и очистки внутренней поверхности, оборудование пропаривают острым паром в течение 30 минут. Перед пропариванием следует освободить змеевики осахаривателя и рубашку теплообменника от воды, а также вынуть из гильз термометры.

После освобождения разварников в них набирают воду (60-70% по объему) и нагревают ее, подняв давление до 1,5-2,0 кгс/см2. Промывную воду из выдерживателя отводят в канализацию, затем открывают боковой лаз и холодной водой из шланга обмывают выдерживатель изнутри, охлаждая до такой степени, чтобы можно было работать внутри него. Затем рабочий тщательно счищает щеткой внутренние стенки от остатков массы, после чего закрывают люк и в выдерживатель выдувают остатки горячей воды из разварников. В промытый и очищенный осахариватель спускают воду, находящуюся в выдерживателе, добавляют хлорную известь и размешивают 15-20 минут.

**Охлаждение.** На заводе применяют двухступенчатое охлаждение. Первое охлаждение разваренной массы происходит в осахаривателе. В змеевик подают холодную воду и массу охлаждают до определенной температуры, в зависимости от культуры. После осахаривания с помощью насоса осахаренную массу перекачивают в бродильный чан через теплообменник. В теплообменнике типа «труба в трубе» сусло движется по внутренней трубе сверху вниз, а вода по кольцевому каналу между трубами снизу вверх. Масса охлаждается до температуры складки, то есть до 25-26ºС.

**Ведение процесса брожения и приготовления дрожжей**. Дрожжи для начала брожения подаются в головной чан. Залив дрожжей производится только в предварительно промытый и простерилизованный чан, туда же начинается приток сусла. Залив бродильного чана должен продолжаться не более 8 часов. Продолжительность брожения, считая о начала залива чана до начала перегонки зрелой бражки составляет 72 часа. Температура складки при 72-часовом брожении должна составлять 20-22ºС. Температура сбраживаемой массы во время главного брожения – 29-30ºС, при дображивании – 27-28ºС. Регулирование температуры при брожении производится подачей холодной воды в змеевики бродильных чанов.

При брожении должны применяться только герметизированные чаны. Количество спирта, уносимое с бродильных чанов с углекислым газом, зависит от скорости газа, крепости, температуры зрелой бражки и в среднем составляет 0,8%.

Для улавливания спирта из чанов брожения используют спиртоловушки. Углекислый газ поступает снизу под тарелки спиртоловушки, а вода движется сверху. Концентрация спирта в промывной воде составляет 1,5-2,0% объемных.

Нормативными показателями зрелой бражки являются нарастание кислотности, количество несброженных углеводов и содержание спирта. Нарастание кислотности в зрелой бражке при нормальных условиях производства не должно превышать 0,15-0,20%, содержание несброженных углеводов при отличной работе – 0,25 г/100 мл, при хорошей работе – 0,34 г/100 мл и 0,45 г/100 мл при удовлетворительной работе. Содержание спирта должно быть на уровне 8-9% объемных.

Объем засевных дрожжей, передаваемых в головной чан бродильной батареи, должен составлять не менее 50% от объема чана. К дрожжам предъявляются определенные требования. Они должны обладать высокой бродильной энергией, то есть быстро и полностью сбраживать сахар, иметь строго анаэробный тип дыхания, быть устойчивыми к продуктам, как своего обмена, так и посторонних микроорганизмов. На заводе используют дрожжи расы ХII T; активные сухие спиртовые дрожжи UVATERM СК.

Для приготовления дрожжей сусло отбирается в дрожжанку из осахаривателя. Отобранное сусло, имеющее концентрацию 14-16%, охлаждается до 30ºС, подкисляется серной кислотой до кислотности 0,6-0,7% при использовании зернового сусла, задают засевные дрожжи (10% от объема сусла), охлаждают до температуры складки 18-22ºС и оставляют на брожение, во время которого не допускается повышение температуры свыше 30ºС.

Продолжительность брожения – 12-18 часов. Температура бродящей массы поддерживают в пределах 29-30ºС. Когда концентрация сухих веществ в сбраживаемой среде составит 2/3 – 1/3 объема от их исходной концентрации, отбираются маточные дрожжи в маточник, остальные дрожжи передаются в бродильный чан, при этом должна быть соблюдена чистота брожения, нарастание кислотности не допускается. Содержание мертвых клеток должна быть не более 1%, упитанность (по окраске с йодом) – удовлетворительной.

**Брагоректификация спирта на установке косвенно-прямоточного действия.** Технологический процесс в брагоректификационных установках косвенно-прямоточного действия основан на последовательности перетока жидкостного потока от колонны к колонне и сопровождается следующими операциями:

- в бражной колонне – перегонка бражки и получение спирта-сырца (бражного дистиллята);

- в эппюрационной колонне – эпюрация спирта-сырца, концентрирование и выделение из него головных примесей;

- в ректификационной колонне – укрепление и пастеризация спирта, выход высших спиртов из зон их концентрирования.

Бражку насосом через смотровой фонарь подают в подогреватель и нагревают в нем водно-спиртовым паром из брагоэппюрационной колоны до 60-65ºС. Из подогревателя бражку отводят в сепаратор. Отсепарированную от диоксида углерода бражку из сепаратора отводят на тарелку брагоэппюрационной колонны, состоящей из отгонной части и эпюрирующей части. Выделенный в процессе эпюрации бражки водно-спиртовой пар с примесями отводят последовательно в подогреватель и конденсаторы для конденсации. Конденсат спиртового пара (бражной дистиллят) собирает коллектор и направляет на тарелку питания эпюрационной колонны. Несконденсировавшийся водно-спиртовой пар направляется в конденсатор-спиртоловушку. Бражка, освобожденная от части спирта и примесей, протекает в отгонную часть брагоэппюрационной колонны, в которой производится полная отгонка спирта. Эпюрированный водно-спиртовой пар из верха отгонной части колонны через пеноловушку направляют в выварную камеру эпюрационной колонны.

Эппюрационная колонна снабжена дефлегматором и конденсатором. В выделенные в процессе эпюрации бражного дистиллята примеси конденсируются в верхней части колонны - дефлегматоре и конденсаторе, из которых отбирают головную фракцию. Фракцию охлаждают в холодильнике и через ротаметр и фонарь отводят в спиртоприемное отделение. С нижних тарелок колонны из паровой фазы производят отбор пара сивушного масла, который отводят в конденсатор. Дистиллят направляют в смеситель, где смешивают с лютерной водой. Контроль за потерями спирта с бардой и лютерной водой осуществляется в пробах, отобранных из пробных холодильников.

Этиловый ректификованный спирт разливают в специально оборудованные цистерны или резервуары, изготовленные из материалов, разрешенных Министерством здравоохранения Республики Беларусь для контакта с продуктом данного вида. Тара со спиртом должна быть опечатана или опломбирована. Транспортирование спирта происходит всеми видами транспорта в соответствии с правилами перевозки опасных грузов. Спирт поступает на Климовичский ликеро-водочный завод. Срок хранения этилового спирта не ограничен.

Таким образом, технологическая схема производства спирта является общепринятой. Для переработки сырья имеется все необходимое оборудование.

**4.4. Анализ объемов и качества сырья, поступающего на РУП «Климовичский ЛВЗ» Костюковичский спиртзавод**

Костюковичский спиртзавод занимается производством этилового спирта, а также переработкой спирта-сырца. Для производства спирта используется любое зерно: кормовое или непригодное для кормовых целей, непригодное для переработки в крупу, муку. Зерно на спиртзавод обычно поступает автотранспортом более или менее равномерно в течение всего года.

Спиртзавод принимает продукцию непосредственно от сдатчиков в количествах, установленных договором поставки. Порядок установления качества поступающего зерна определяется «Инструкцией по заготовке, приемке и отпуску на производство зерна».

Наиболее часто для производства спирта используют рожь и тритикале. Ежегодно на предприятие поступает около 8000 тонн зернового сырья. Причем основной объем из поступившего на завод зерна - зерно ржи (около 6000 тонн), остальной объем – это зерно тритикале. Данные об объемах поступившего зерна на Костюковичский спиртзавод за последние два года представлены в таблице 4.4.1

Таблица 4.4.1 - Объемы поступившего зернового сырья на предприятии

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Годы | Всего, тонн | В том числе | |
| Рожь | Тритикале |
| 2008 | 7800 | 5900 | 1900 |
| 2009 | 8100 | 6200 | 1900 |

Анализируя данную таблицу, можно отметить, что рожь занимает ведущее место в объеме поступления зерна, по сравнению с тритикале. Объемы поступившей ржи на предприятие за два года составили 76%, а тритикале – 24%. В 2009 году объемы поступившей ржи увеличились, в то время как объемы тритикале остались на том же уровне.

Зерно на предприятие поступает по заключению государственных контрактов из районов Могилевской области: Костюковичского, Мстиславского, Кричевского, Климовичского, Славгородского, Чериковского, Горецкого, Краснопольского и поставляется согласно договорам по закупочным ценам. Объемы поставки зерна из этих районов, представлены в табл. 4.4.2

Таблица 4.4.2- Объемы поставок зерна на предприятие

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Районы заготовки | Объемы поступления, тонн | |
| 2008 г | 2009 г |
| Горецкий | 800 | 1000 |
| Климовичский | 600 | 600 |
| Костюковичский | 1500 | 1500 |
| Краснопольский | 1300 | 1800 |
| Кричевский | 1000 | 500 |
| Мстиславский | 1200 | 1200 |
| Славгородский | 800 | 1000 |
| Чериковский | 600 | 500 |
| Итого: | 7800 | 8100 |

Анализируя данные таблицы 4.4.2, можно отметить, что в 2009 году, в связи со сложившимися погодными условиями, на предприятие поступило зерно в больших объемах, чем в предыдущем году.

Зерно поступает на Костюковичский спиртзавод как из близлежащих, так и удаленных районов, причем самые высокие объемы поставок от хозяйств Костюковичского и Краснопольского районов. Естественно, что это результат влияния степени удаленности хозяйств от завода. С увеличением расстояния до предприятия, растут издержки на транспортировку зерна, что сдерживает производителей отдаленных районов пользоваться услугами Костюковичского спиртзавода.

По этой причине, по объемам поставок зерна предприятию, лидируют хозяйства Костюковичского и Краснопольского районов, от которых поставлено 3000 и 3100 тонн зернового сырья за последние два года. В общем объеме поставки из этих районов составляют 19,3% по Костюковичскому району за 2008 год и 18,5% за 2009 год; 16,7% по Краснопольскому району за 2008 год и 22,2% за 2009 год.

Мстиславский район по объемам поставок зерна на завод занимает второе место. Объемы поставок зерна с хозяйств этого района составляют 15,4% по 2008 году и 14,8% по2009 году.

Горецкий и Славгородский районы в 2008 и 2009 годах по объемам поставки зерна занимают третье место. Доля поставок с этих районов составляет 10,2% за 2008 год и 12,3% за 2009 год.

Поставки зерна из Кричевского района составляют 12,8% за 2008 год и 6,2% за 2009 год.

Из Чериковского района на предприятие поступило зерно в малых объемах – 600 тонн (7,7%) за 2008год и 500 тонн (6,2%) за 2009 год, так как хозяйство этого района ориентировано на выращивании плодоовощной продукции.

Из Климовичского района также поступило по 600 тонн зерна за последние два года. Это 7,7% от общего объема поступившего зерна за 2008 и 7,5% за 2009 год. Поступление зерна из этого района снижено, так как в этом районе имеется мукомольное предприятие, и большая часть зерна из хозяйств этого района поступает именно на это предприятие.

Качество поступившего зерна ржи и тритикале определяли по нормативно-техническим документам.

Заготовляемая и поставляемая рожь и тритикале должны быть в здоровом, негреющемся состоянии. Зерно должно иметь запах, свойственный зерну ржи и тритикале (без затхлого, плесневого и без постороннего запахов) и остаточные количества пестицидов не более максимально допустимых уровней, утвержденных Минздравом РБ.

Зерно размещают, транспортируют и хранят в чистых, сухих, без постороннего запаха, не зараженных вредителями хлебных запасов транспортных средствах и временных площадках в соответствии с правилами перевозок, действующими на данном виде транспорта, санитарными правилами и условиями хранения, утвержденными в установленном порядке.

При размещении, транспортировании и хранении зерна тритикале и ржи учитывались следующие состояния по влажности: сухое – не более 14%, средней сухости – 14,1-15,5%, влажное – 15,6-17,0%, сырое 17,1 и более.

При определении степени дефектности зерна руководствовались следующими правилами, действующими в системе зернопродуктов:

- к первой степени дефектности относятся партии зерна, вышедшие из стадии покоя и проявляющие усиленные физиологические процессы дыхания, имеющие солодовый запах;

- вторая степень – зерно с плесенно-затхлым запахом;

- третья – зерно с гнилостно-затхлым запахом;

- четвертая – зерно, подвергшееся сильному самосогреванию.

Качество озимой ржи оценивалось по ГОСТу 16990-88. Фактическое качество поступившего зерна за последние два года отражено в табл.4.4.5

Таблица 4.4.3 – Качество зерна озимой ржи, заготовляемого Костюковичским спиртзаводом (2008-2009 гг)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показатель качества | Норма по ГОСТу | Фактическое качество |
| Влажность,% | 15,0 | 14,2-14,8 |
| Натура, г/л | 680-700 | 695-726 |
| Сорная примесь, % | 1,0 | 0,8-1,0 |
| Зерновая примесь,% | 1,0 | 0,7-1,0 |
| Зараженность вредителями хлебных запасов | Не допускается | - |

Данные таблицы 4.4.3свидетельствуют о том, что качество зерна озимой ржи соответствовало требованиям ГОСТ. Так, натурная масса зерна, поступившего на завод, в среднем колебалась от 695 до 726 г/л. Партии зерна ржи находились в здоровом, негреющемся состоянии, имели цвет, свойственный нормальному цвету зерна, запах – характерный для ржи.

Качество зерна тритикале, поступаемой на Костюковичский спиртзаводв 2008-2009 годах, также соответствовало нормативно-техническим документам. Максимальный натуральный вес зерна тритикале за последние годы составил 721 г/л, остальные показатели не превышали качества по нормам ТУ РБ 00959441. 155-94 (табл.4.4.4). Зерно находилось в здоровом, негреющемся состоянии, имело цвет, свойственный нормальному цвету зерна, запах – характерный для тритикале.

Таблица 4.4.4 – Качество зерна тритикале, поступаемого на Костюковичский спиртзавод в 2008-2009 гг

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показатель качества | Норма по ГОСТу | Фактическое качество |
| Натура, г/л | 700 | 705-721 |
| Влажность,% | 15,0 | 14,3-14,8 |
| Сорная примесь,% | 1,0 | 0,7-1,0 |
| Зерновая примесь, % | 2,0 | 0,6-1,7 |
| Зараженность вредителями | Не допускается | - |

Таким образом, анализ объемов зерна, поступающего на Костюковичский спиртзавод показал, что ведущее место в объеме поступления зерна занимала озимая рожь. Самые высокие объемы поставок зерна были отмечены от хозяйств Костюковичского и Краснопольского районов. Анализ сырья показал, что качество поступившего зерна соответствовало требованиям нормативных документов.

**4.5. Влияние крахмалистости зернового сырья и схемы переработки на выход этилового спирта**

Важным показателем перерабатываемого зерна в спиртовом производстве является крахмалистость. Крахмалистость – это суммарное содержание в перерабатывающем зерне крахмала и сахаров. В зависимости от вида культур, колеблется и процент содержания крахмала. Также у разных партий зерна различная и крахмалистость. Известно, что на крахмалистость зерна в первую очередь влияют его сортовые особенности, а затем – климатические и почвенные условия. Установлено, что выход спирта из зерна крупной фракции разных сортов зерна на 0,3-1,9% больше, чем из зерна мелкой фракции [28]. Поэтому, желательно использовать зерно крупной фракции для увеличения выхода спирта.

Основная ценность зернового крахмалосодержащего сырья заключается в высоком содержании в нем крахмала (70% и даже больше), а также сахаров (2-6%). С целью получения высокого выхода спирта, стремятся использовать зерно с высокой крахмалистостью.

Самая высокая крахмалистость из зерновых у кукурузы, следовательно, выход спирта из этой культуры больший, чем из остальных культур, но ее переработка более трудоемка и требует больше времени.

После кукурузы на втором месте стоит зерно пшеницы. В спиртовом производстве, с точки зрения технологии, использование пшеницы является предпочтительным: расчетный выход из 1 тонны условного крахмала при переработке ее по непрерывной схеме составляет 35,48 декалитров. Однако, с точки зрения экономики, использование пшеницы в отрасли ограничивается достаточно высокой ее стоимостью: повышение выхода спирта не оправдывает более высоких затрат на ее покупку. Основную ценность пшеницы как культуры определяет не высокое содержание крахмала (в среднем лишь на 10% выше, чем у других культур), а ценность белковой части. Поэтому пшеницу целесообразнее использовать в мукомольной и крупяной промышленностях.

Овес и ячмень относится к пленчатым культурам. Переработка пленчатого зерна вызывает затруднения. Поэтому, из зерновых культур, наиболее эффективно при переработки в спирт использовать рожь .

Рожь и тритикале – важное сырье для спиртовой промышленности. Но по причине низких закупочных цен на зерно ржи, оно является экономически выгодной культурой при производстве спирта, по сравнению с тритикале.

На Костюковичском спиртзаводе спирт получают в основном из зерна ржи и тритикале. Каждая партия зерна поступает с различной крахмалистостью. Это связано с разными почвенно-климатическими условиями и сортовыми особенностями. Крахмалистость ржи и тритикале, поступающие на переработку в 2008 и 2009 году представлены в табл. 4.5.1

Таблица 4.5.1 – Крахмалистость зернового сырья, поступающего на переработку (2008-2009гг)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Культура | Крахмалистость,% | | | | | Средняя крахмалистость,% |
| Партии зерна | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2008 г | | | | | | |
| Тритикале | 56,2 | 55,3 | 52,1 | 54,2 | 52,2 | 54,0 |
| Рожь | 50,8 | 54,1 | 50.2 | 55,0 | 54,9 | 53,0 |
| 2009 | | | | | | |
| Тритикале | 52,3 | 54,2 | 54,0 | 55,8 | 53,7 | 54,0 |
| Рожь | 51,2 | 55,3 | 52,7 | 54,2 | 56,6 | 54,0 |

Согласно данным таблицы 4.5.1, в 2008 году средняя крахмалистость зерна тритикале составила 54,0%, крахмалистость ржи – 53,0%. В 2009 году крахмалистость ржи и тритикале составила 54,0%. То есть, содержание крахмала в зерне ржи и тритикале варьирует в одинаковых пределах. Однако на завод зерно ржи поступает в больших количествах, чем тритикале, так как в связи с меньшей закупочной ценой предприятию экономически выгоднее использовать рожь для переработки на спирт.

В 2008-2009 годах на Костюковичском спиртзаводе проводились исследования, в ходе которых изучалось влияние крахмалистости различных сортов зерна ржи на выход спирта. Известно, что выход спирта напрямую зависит от количества крахмала в зерне. Для анализа были выбраны такие сорта, как Пуховчанка, Зарница, ЗуброЎка, Верасень и Калинка. Содержание крахмала в зерне данных сортов ржи представлены в табл. 4.5.2

Таблица 4.5.2 - Крахмалистость зерна сортов озимой ржи(2008-2009гг)

|  |  |
| --- | --- |
| Сорт | Содержание крахмала,% |
| Пуховчанка | 53,4 |
| Зарница | 57,0 |
| Верасень | 52,6 |
| Калинка | 56,4 |
| ЗуброЎка | 58,1 |

Как видно из данной таблицы, содержание крахмала в сортах диплоидной ржи (Калинка, ЗуброЎка, Зарница) составило в среднем 57,2%, в то время как у тетраплоидных (Пуховчанка, Верасень) – 53,0%. Сорт ЗуброЎка содержит больший процент крахмала, чем другие сорта – 58,1%. Самый низкий процент крахмала у сорта Верасень – 52,6%. Следовательно, и выход спирта из зерна с высшим содержанием крахмала больше, чем из сортов с меньшим содержанием крахмала.

Выход спирта из 1 тонны сырья является важным показателем качества работы спиртовых заводов. Чем он выше, тем меньше потери в производстве. Увеличение выхода спирта дает возможность снизить расход сырья на 1 дал спирта, следовательно, оказывает значительное влияние на снижение себестоимости спирта. Выход спирта зависит не только от содержания крахмала в зерне, но и от схемы переработки. Так, при различных способах разваривания зерна изменяется объем выхода спирта. Схемы разваривания, применяемые на Костюковичском спиртзаводе, существенно различаются между собой.

Схема непрерывного разваривания характеризуется стабильностью, процесс поддается оптимизации и автоматизации, отличается высокой удельной производительностью оборудования. Зерно, поступающее на разваривание, должно быть измельчено. Выход спирта из одной тонны крахмала зерна увеличивается на 0,4-0,7 дал по сравнению с выходом при полунепрерывном методе разваривания. При этом способе уменьшаются расход пара и потери крахмала.

Полунепрерывный метод разваривания отличается от непрерывного повышением температуры разваривания, вследствие этого сокращается время нахождения массы в разваривателе.

При периодическом разваривании зерно не измельчают, его моют и загружают в разварник. При этом, увеличивают продолжительность разваривания (75-90 минут) и повышают температуру до 150-155ºС.

Выход спирта в зависимости от содержания крахмала и схемы разваривания представлены в табл.4.5.3

Таблица 4.5.3 – Выход спирта в зависимости от схемы переработки

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Сорта | Крахмалистость,% | Выход спирта из тонны сырья, взятого на варку, дал | | |
| При непрерывной схеме | При полунепрерывной схеме | При периодической схеме |
| Верасень | 52,6 | 34,45 | 34,03 | 33,87 |
| Пуховчанка | 53,4 | 34,97 | 34,50 | 34,32 |
| Калинка | 56,4 | 36,93 | 36,51 | 36,35 |
| Зарница | 57,0 | 37,32 | 36,99 | 36,82 |
| ЗуброЎка | 58,1 | 38,04 | 37,64 | 37,49 |

Согласно результатам таблицы 4.5.3, можно отметить, что выход спирта напрямую зависит от содержания крахмала в тех или иных сортах ржи. Причем, при непрерывной схеме выход спирта больше, чем при полунепрерывной и периодической. Сорт ЗуброЎка имеет самую большую крахмалистость – 58,1%, следовательно, выход спирта при использовании этого сорта из одной тонны сырья также увеличился. При периодической схеме выход спирта составил 37,49 дал, при полунепрерывной – 37,64 дал, при непрерывной – 38,04 дал. Сорт Верасень содержит меньше крахмала среди остальных – 52,6%. Выход спирта из одной тонны зерна этого сорта снизился до 33,87; 34,03; 34,45 дал в зависимости от схемы переработки. Динамика изменения выхода спирта в зависимости от содержания крахмала и схемы переработки показана на рис.2

В результате проведенных исследований, установлено влияние крахмалистости на выход спирта. В виду полученных результатов исследований, деятельность предприятия должна быть направлена на закупку зерна ржи с высоким содержанием крахмала и использования при переработки зерна схемы непрерывного разваривания. Это будет способствовать получению больших объемов спирта, а, следовательно, увеличится и рентабельность предприятия.

Таким образом, на предприятии Костюковичского спиртзавода перспективнее использовать непрерывную схему разваривания зерна, так как при этом способе расходуется меньше времени и увеличивается выход спирта.

Рис. 2 Выход спирта в зависимости от крахмалистости сырья и схемы разваривании

В результате проведенных исследований, установлено влияние крахмалистости на выход спирта. В виду полученных результатов исследований, деятельность предприятия должна быть направлена на закупку зерна ржи с высоким содержанием крахмала и использования при переработки зерна схемы непрерывного разваривания. Это будет способствовать получению больших объемов спирта, а, следовательно, увеличится и рентабельность предприятия.

Таким образом, на предприятии Костюковичского спиртзавода перспективнее использовать непрерывную схему разваривания зерна, так как при этом способе расходуется меньше времени и увеличивается выход спирта.

**5.ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА СПИРТА НА КОСТЮКОВИЧСКОМ СПИРТЗАВОДЕ**

Экономическая эффективность промышленного производства зависит от улучшения использования капитальных вложений и производственных фондов. Снижение удельных капитальных затрат, фондоемкости, материалоемкости и трудоемкости продукции обуславливает повышение уровня эффективности общественного производства.

Рост эффективности общественного производства предполагает всемирную его интенсификацию, улучшение использования основных и оборотных производственных фондов и занятых в производстве работников.

Одним из главных направлений повышения эффективности производства, является снижение материалоемкости продукции, всестороннее использование всех видов предметов труда.

Важнейшим направлением снижения материалоемкости продукции в промышленности являются: научно-технический прогресс, особенно совершенствование технологических процессов; уменьшение веса оборудований и конструкций с одновременным улучшением их качества и надежности; первичная подготовка сырья, его комплексное использование; резервы повышения эффективности [29].

Экономическая эффективность производства зависит также и от совершенствования методов хозяйственного руководства промышленным производством, в особенности от научных методов планирования и управления отдельными звеньями производства, от квалификации работников, занятых в сфере управления производственно-хозяйственной деятельностью.

Важнейшими факторами, оказывающими влияние на повышение эффективности производства, являются:

- ускорение темпов научно-технического прогресса;

- совершенствование форм организации общественного производства, таких как концентрация, специализация, кооперирование и комбинирование, а также рациональное размещение производства на территории страны;

- улучшение использования капитальных вложений и производственных фондов;

- совершенствование методов хозяйственного руководства промышленным производством.

Среди факторов, влияющих на повышение эффективности общественного производства, особую значимость имеет ускорение темпов научно-технического прогресса, благодаря чему, прежде всего, достигается значительная экономия общественного труда. Особая роль этого фактора заключается в том, что от степени использования достижений науки и техники в общественном производстве зависят все другие факторы, влияющие на повышение эффективности.

Важнейшим мероприятием в области повышения эффективности нового оборудования является экономическое стимулирование научно-технического прогресса. Это, прежде всего ценообразование на средства нового оборудования, материальное поощрение предприятий, создающих и осваивающих новые средства, кредит, хозяйственный расчет организаций, в которых разрабатывается новое оборудование.

Себестоимость промышленной продукции – это выраженные в денежной форме текущие затраты предприятий на ее производство и сбыт. Затраты на производство образуют производственную себестоимость.

Себестоимость складывается из затрат, связанных с использованием в процессе производства промышленной продукции основных фондов, сырья, материалов, топлива, труда, а также других затрат на ее производство.

Себестоимость продукции как показатель сравнительной экономической эффективности представляет совокупность текущих затрат на предприятии для производства определенного вида продукции.

Одним из основных показателей деятельности производства является его прибыль. Прибыль – это разность между объемом реализованной продукции и общими затратами на ее производство. Получение прибыли предприятием является результативной целью работы предприятия

Затраты на производство продукции играют также немаловажную роль, так как от суммы затрат зависит производственная себестоимость на предприятии [31].

Сумма затрат на 1 дал спирта на Костюковичском спиртзаводе представлена в табл. 5.1

Таблица 5.1 – Сумма затрат на 1 дал спирта на Костюковичском спиртзаводе

|  |  |
| --- | --- |
| Статья затрат | Сумма затрат на 1 дал (рублей) |
| 1 | 2 |
| Сырье | 15764 |
| Переработка  в том числе: | 8053 |
| Вспомогательные материалы | 42 |
| Топливо | 3160 |
| Электроэнергия | 550 |
| Заработная плата | 346 |
| Отчисления | 119 |
| Общепроизводственные расходы | 898 |
| Общехозяйственные расходы | 1837 |
| Прочие расходы | 1101 |
| Производственная себестоимость | 23817 |

Таким образом, судя по результатам таблицы 5.1, производственная себестоимость на 1 дал спирта составила 23817 рублей. Самые большие затраты приходятся на сырье – 66,2%, следовательно зерно на переработку должно поступать с высокой крахмалистостью, что позволит получить больший выход спирта и снизить затраты на единицу продукции. Переработка включает 33,2% затрат, причем большая часть затрат приходится на топливо – 39%.

Экономическая эффективность использования схемы переработки зерна ржи представлена в табл.5.2

Таблица 5.2 – Экономическая эффективность производства спирта, в зависимости от схемы переработки

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Сорта | Вы-ход спирта, дал | Производ-ственная себестои-  мость, руб | Стоимость, руб | Прибыль, руб |
| Верасень  1.Непрерывная схема  2.Полунепрерывная схема  3.Периодическая схема | 34,45  34,03  33,87 | 820496  810492  806682 | 1248123  1232907  1227110 | 427627  422415  420428 |
| Пуховчанка  1.Непрерывная схема  2.Полунепрерывная схема  3.Периодическая схема | 34,97  34,50  34,32 | 832880  821686  817399 | 1266963  1249935  1243414 | 434083  428249  426015 |
| Калинка  1.Непрерывная схема  2.Полунепрерывная схема  3.Периодическая схема | 36,93  36,51  36,35 | 879562  869559  865748 | 1337974  1322757  1316960 | 458412  453198  451212 |
| Зарница  1.Непрерывная схема  2.Полунепрерывная схема  3.Периодическая схема | 37,32  36,99  36,82 | 888850  880991  876942 | 1352104  1340148  1333989 | 463254  459157  457047 |
| ЗуброЎка  1.Непрерывная схема  2.Полунепрерывная схема  3.Периодическая схема | 38,04  37,64  37,49 | 905999  896472  892899 | 1378189  1363697  1358263 | 472190  467225  465364 |

Исходя из таблицы 5.2, можно сделать вывод, что при увеличении производственной себестоимости спирта увеличивается и его стоимость, растет прибыль предприятия. Самая большая прибыль на предприятии – 472190 рублей получена при переработке зерна озимой ржи сорта ЗуброЎка за счет использования непрерывной схемы разваривания. Производство спирта на предприятии является рентабельным. Рентабельность производства спирта во всех вариантах опытов составила 52,1% вследствие единой отпускной цены 1дал спирта - 36230 рублей.

**ВЫВОДЫ**

1. Изучение технологической схемы производства спирта на РУП «Климовичский ЛВЗ» Костюковичском спиртзаводе показало, что спирт производится из зернового сырья по классической схеме. Разваривание сырья осуществляется по непрерывной, полунепрерывной и периодической схемам. На предприятии для брагоректификации спирта используется установка косвенно-прямоточного действия.

2.Анализ объемов сырья, используемого для производства спирта показал, что за последние два года 76% в структуре заготовляемого зерна занимает озимая рожь и 24% - тритикале. Зерно на Костюковичский спиртзавод поступает из восьми районов. По объемам поставок зерна лидирующее место за два последние года занимали хозяйства Костюковичского и Краснопольского районов. В общем объеме поставки из этих районов составляли в среднем 18,9% по Костюковичскому району и 19,4% по Краснопольскому району. Качественные показатели зерна озимой ржи и тритикале, поступающего на переработку, соответствовали требованиям стандартов.

2. При определении крахмалистости сырья, было установлено, что содержание крахмала в зерне ржи и тритикале варьирует в одинаковых пределах – 53,5%. Однако на завод зерно ржи поступает в больших количествах, чем тритикале, так как в связи с меньшей закупочной ценой предприятию экономически выгоднее использовать рожь для переработки на спирт. На содержание крахмала значительное влияние оказывают сортовые особенности зерна ржи. Содержание крахмала в сортах диплоидной ржи (Калинка, ЗуброЎка, Зарница) составило в среднем 57,2%, в то время как у тетраплоидных (Пуховчанка, Верасень) – 52,3%. Сорт ЗуброЎка имеет самую большую крахмалистость – 58,1%.

3. Согласно применяемых на предприятии схем переработки сырья, установлено, что при непрерывной схеме выход спирта больше, чем при полунепрерывной и периодической. При этом способе уменьшаются расход пара и потери. Сорт ЗуброЎка имеет самую большую крахмалистость – 58,1%, следовательно, выход спирта при использовании этого сорта из одной тонны сырья также увеличился. При периодической схеме выход спирта составил 37,49 дал, при полунепрерывной – 37,64 дал, при непрерывной – 38,04 дал. Сорт Верасень содержит меньше крахмала среди остальных – 52,6%. Выход спирта из одной тонны зерна этого сорта снизился до 33,87; 34,03; 34,45 дал в зависимости от схемы переработки.

4. Расчет экономической эффективности производства спирта на Костюковичском спиртзаводе показал, что при увеличении производственной себестоимости спирта увеличивается, соответственно, и его стоимость, растет прибыль предприятия. Самая большая прибыль на предприятии – 472190 рублей получена при переработке зерна озимой ржи сорта ЗуброЎка за счет использования непрерывной схемы разваривания. Рентабельность производства спирта во всех вариантов опытов составила 52,1% вследствие единой отпускной цены 1дал спирта - 36230 рублей.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Андреев, Н. Р. Основы производства нативных крахмалов / Н. Р. Андреев. – 1-е изд. – Москва: Пищепромиздат, 2001. – 168 с.

2. Бачурин П. Я. Оборудование для производства спирта и спиртопродуктов / П. Я. Бачурин, Б. А. Устинников; под ред. П. Я. Бачурина. – Москва: Агропромиздат, 1985, - 343 с.

3. Богомолов А. В. Переработка продукции растительного и животного происхождения / А. В. Богомолов, Ф. В. Перцевой; под ред. А. В. Богомолова, А.В. Перцевого. – СПб ГИОРД, 2001. – 336 с.

4. Гарбар В. А. Справочник по охране труда в колхозах и совхозах / В. А. Гарбар, Н. М. Королев. – Минск: Ураджай, 1990. – 344с.

5. Грацианов Н. Н. Перегонка и ректификация этилового спирта / Н.Н. Грацианов, В. Е. Семевская. – Москва: 1985. – 58 с.

6. Гулюк, Н. Г. Крахмал и крахмалопродукты / Г. Н. Гулюк; под ред. Г. Н. Гулюка. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 240 с.

7. Жолик Г. А. Технология переработки растительного сырья: учеб. пособие / Г. А. Жолик, Н. А. Козлов. – Горки: Беларусская государственная сельскохозяйственная академия, - Ч. 1. – 2004. – 140 с.

8. Заяц, Ю. А. Совершенствование перерабатывающих процессов в перерабатывающей промышленности / Ю. А. Заяц, А.Н. Прохоров, В.Л. Яров; под ред. Ю. А. Заяц. – Киев: Урожай, 1991. – 91 с.

9. Казаков Е. Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки: учеб. пособие / Е. Д. Казаков, В. Л. Кретович. – 2-е изд. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 368 с.

10. Канареев, Ф. М. Охрана труда / Ф. М. Канареев, М. А. Пережогин, Г. Н. Гряник. – Москва: Колос, 1952. – 223 с.

11. Круглов И. А. Технология и оборудование бродильных производств:

учеб. пособие / И. А. Круглов, А. Г. Жданов; под ред. И. А. Круглова. – Самара: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 1999. – 110 с.

12. Личко, Н. М. Технология переработки продукции растениеводства: учеб. пособие / Н. М. Личко. – Москва: Колос, 2008. – 616 с.

13. Маленький, Б. Е. Технология приемки, хранения и переработки зерна / Б. Е. Маленький, В. Б. Лебедев, Г. А. Винников; под ред. Б. Е. Маленького. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 367с.

14. Мальцев, Г. М. Технология бродильных производств / Г. М. Мальцев; под ред. Г. М. Мальцева. – Москва: Пищевая промышленность, 1980. – 559 с.

15. Некоторые аспекты крахмалосодержащего сырья / Н. Р. Андреев [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. - № 7. – С. 38-40.

16. Охрана окружающей среды: учеб. пособие для спец. вузов / А. Ф. Барбинов [и др.]; под общ. ред. С. В. Белова. – 2-е изд. – Москва: Высшая школа, 1991. – 319 с.

17. Панфилов, В. А. Диалектика пищевых технологий / В. А. Панфилов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2004. – С. 14-15.

18. Положение о планировании и разработке мероприятий по охране труда, утвержденное постановлением Министерства труда и социальной защиты РБ от 23 октября 2000 г. № 136.

19. Рожь. Требования при заготовках и поставках: ГОСТ 16990-88. – введ. 31. 03. 88. – Издательство стандартов, 1988. – 8 с.

20. Справочник по производству спирта. Сырье, технология и технохимический контроль / В. Л. Яровенко [и др.]; под общ. ред. В. П. Яровенко. – Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 335с.

21. Технология пищевых производств: учеб. пособие для вузов / Л. П. Ковальская [ и др.]; под общ. ред. Л.П. Ковальской. – Москва: Колос, 1997. – 752 с.

22. Технология производства и качество продовольственного зерна / Э. М. Мухаметов [и др.]; под общ. ред. Э.М. Мухаметова. – Минск: ДизайнПРО, 1994. – 256 с.

23. Терновский, Н. С. Ресурсосберегательная технология в производстве спирта / Н. С. Терновский; под ред. Н. С. Терновского. – Москва: Пищевая промышленность, 1994. – 168 с.

24. Типовое положение о кабинете охраны труда, утвержденное постановлением Министерства труда и социальной защиты РБ от 8 ноября 1999 г. № 144.

25. Тихомиров, В. Г. Технология пивоваренного и безалкогольного производств: учеб. пособие / В. Г. Тихомиров. – Москва: Колос, 1998. – 448 с.

26. Трисвятский, Л. А. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов / Л. А. Трисвятский, Б. В. Лесик, В.Н. Курдина; под ред. Л. А. Трисвятского. – Москва: Агропромиздат, 1991. – 415 с.

27. Тритикале. Требования при заготовках и поставках: ТУ РБ 00959441. 155-94. – введ. 20.06.94. – Издательство стандартов, 1994. – 8 с.

28. Урбан, Э. П. Озимая рожь в Беларуси: селекция, семеноводство, технология возделывания / Э. П. Урбан. – Минск: Беларуская навука, 2009. – 269 с.

29. Фишер, С. З. Экономика / С.З. Фишер, Р. Р. Дорнбуш, Р. В. Шмалензи; под ред. С. З. Фишер. – Москва: Колос, 1993. – 653 с.

30. Цыганов А. П. Агроэкологические основы производства чистой продукции: учеб. пособие / А. П. Цыганов, Н. И. Протасов. - Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, - Ч. 1. – 1998. – 128 с.

31. Экономическая теория: пособие для преподавателей, аспирантов и стажеров / Н. И. Базылев [и др.]; под общ. ред. Н. И. Базылева, С. П. Гурко. – Минск: Интерпрессервис, 2001. – 637 с.

32. Эффективность дифференцированного способа переработки зерна для получения спирта / Л. Н. Крикунова [и др.] // Производство спирта и ликеро-водочных изделий. – 2002. - № 1. – С. 51-54.

33. Яровенко, В. Л. Технология спирта / В. Л. Яровенко, В. А. Маринченко, В. А. Смирнов; под ред. В. Л. Яровенко. – Москва: Колос, «Колос-Пресс», 2002. – 650 с.

Приложения

Приложение 1

Стандартные нормы показателей на получаемый спирт

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование показателя | Норма для спирта | | | Техническая документация |
| Высшей очистки | «Экстра» | «Люкс» |
| Объемная доля этилового спирта, %, не менее: | 96,2 | 96,3 | 96,3 | По ГОСТ 5964 |
| Проба на кислоту (с серной кислотой) | Выдерживает | | | По ГОСТ 5964 |
| Массовая концентрация альдегидов в пересчете на уксусный в безводном спирте, мг/дм3, не более: | 4 | 2 | 2 | По СТБ 51698 |
| Проба на окисляемость, мин., при 20ºС, не менее: | 15 | 20 | 20 | По ГОСТ 5964 |
| Массовая концентрация сивушного масла:  - в пересчете на безводный спирт, мг/дм3, не более:  - в пересчете на смесь изоамилового и изобутилового спиртов в безводном спирте, мг/дм3, не более: | 8  4 | 6  3 | 6  2 | По СТБ ГОСТ р 51698  По ГОСТ 5964 |
| Массовая концентрация сложных эфиров в пересчете на уксусно-этиловый эфир в безводном спирте, мг/дм3, не более: | 10 | 10 | 10 | По ГОСТ 5964 |
| Объемная доля метилового спирта, мг/дм3, не более: | 15 | 12 | 8 | По ГОСТ 5964 |
| Наличие фурфурола | Не допускается | | | |

Приложение 2 Схема основного оборудования на Костюковичском спиртзаводе

Весы

Приемный бункер

Нория

Промежуточный бункер

( бункер-накопитель)

Дробилка

Смеситель-предразварник

Контактная головка

Варочные колонны 1 и 2 ступени

Регулятор массы

Выдерживатель

Осахариватель

Дрожжанка Теплообменник

Отстойник

Бродильные чаны

Завальная яма

Передаточная емкость

Подогреватель бражки

Сепаратор углекислоты

Конденсатор

Бражная колонна

Эпюрационная колонна

Ректификационная колонна

Спиртоприемник