

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт Машиностроения

Кафедра «Управление пожарной безопасностью»

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Управление пожарной безопасностью

(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему Исследование пожарной опасности производственных процессов и
разработка организационно-технических приемов по ее уменьшению (на примере
предприятия пищевой промышленности г.о. Златоуст)

Студент

Д.А. Воронин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

А.В. Щипанов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультант

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель программы к.т.н., доцент И.И. Ращоян

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.п.н., профессор Л.Н. Горина

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ г.

Тольятти 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Анализ состояния пожарной безопасности на предприятии пищевой промышленности Златоустовский ЛВЗ	11
1.1 Нормативно-правовое обеспечение пожарной безопасности при производстве ЛВЗ	11
1.2 Анализ пожарной опасности на Златоустовском ЛВЗ	24
1.3 Методы организации производства на Златоустовском ЛВЗ	34
2 Исследование и внедрение системы организационно-технических приемов по уменьшению пожарной опасности на Златоустовском ЛВЗ	52
2.1 Критерии оценки состояния системы пожарной безопасности на Златоустовском ЛВЗ.....	52
2.2 Методы разработки организационно-технических приемов по уменьшению пожарной опасности на Златоустовском ЛВЗ5	55
3 Опытно-экспериментальная апробация организационно-технических приемов по уменьшению пожарной опасности на Златоустовском ЛВЗ	63
Заключение	83
Список используемых источников.....	86

ВВЕДЕНИЕ

Водка является исконно русским алкогольным напитком. Еще в глубокой древности было известно о производстве алкогольсодержащих напитков, что подтверждают летописи.

В последнее время, российский рынок алкогольных напитков характеризуется спадом производства. Например, в период 2010 года объем производства водки в РФ составлял 994 миллиона декалитров, а к 2015 году объем сократился и стал составлять 805 миллионов декалитров.

Согласно статистическим данным по ликероводочным заводам, большинство аварий и пожаров является следствием ряда последовательных, взаимно связанных ошибочных действий людей в процессе производства и недостатков в конструкции оборудования и лишь небольшое число их зависит от случайности [31].

Например, 67 % аварий, происшедших в различное время на предприятиях хранения легковоспламеняющихся жидкостей в нашей стране и за рубежом, было вызвано неисправностью оборудования, контрольно-измерительных приборов и систем автоматического управления процессами, а 17 % аварий обусловлено отсутствием систем предотвращения пожаров и противопожарной защиты, т. е. 84 % взрывов и пожаров можно было предотвратить [31].

Рассмотрим обобщенные статистические данные о пожарах в России. Ежегодно происходит 160-180 тыс. пожаров (по данным за 2011-2013 гг.). Число крупных пожаров не превышает 200, но ущерб от них достигает 10 % от общего ущерба. На пожарах гибнет 11-14 тыс. человек в год. На производственных объектах происходит около 6-7 % всех пожаров, из них по технологическим причинам возникает 3-4 % пожаров [31].

По местам возникновения пожары на производственных предприятиях распределялись следующим образом (в %) [31]:

- основные производственные помещения	39%
- вспомогательные производственные помещения	18%
- наружные технологические установки	10%
- материальные склады	4%
- административно-бытовые помещения	5%
- прочие объекты	24%

На тех же объектах были отмечены следующие причины возникновения пожаров (в %) [31]:

- неисправности технологического оборудования и нарушения технологического процесса	25%
- неисправности электрооборудования	23%
- неосторожное обращение с огнем	20%
- огневые ремонтные работы	13%
- прочие (в т. ч. не установленные) причины	19%

Вероятность появления источников зажигания.

Разряды атмосферного электричества	10,4%
Разряды статического электричества	10,4%
Фрикционные искры	34,55%
Открытое пламя и искры	34,55%
Самовозгорание пирофорных отложений	10,1%

Характер взаимодействия, выходящего из разрушившегося резервуара потока жидкости с защитной стеной или обвалованием таков, что в 64 % случаев поток разрушал стену или размывал обвалование, в 28 % случаев - перехлестывал через них и только в 8 % случаев, когда истечение происходило из частично

заполненных резервуаров, обвалование выполнило свои защитные функции. В 37 % случаев поток разливающейся жидкости или сдвигающийся в результате отдачи раскрывшийся корпус резервуара разрушал или повреждал соседние резервуары.

Представленные статистические данные свидетельствуют не только о высокой опасности разрушения вертикального стального резервуара, но и о необходимости разработки защитных мероприятий, адекватных рассматриваемому явлению.

Статистический анализ на объектах производственного, сельскохозяйственного и складского назначения в зависимости от стоящих перед исследователем целей можно проводить по различным признакам: по видам технологического оборудования, местам возникновения взрывов и пожаров, обращающимся на производствах веществам и т. д. [31].

Такой анализ позволяет выявить истинные причины и места возникновения пожаров, обоснованно применять системы пожарной безопасности, а также разрабатывать новые способы, установки и устройства, направленные на обеспечение пожарной безопасности технологических операций, процессов и оборудования, установок, агрегатов, линий, цехов и производств в целом [31].

Таким образом, технологические процессы, связанные с изготовлением и розливом ликероводочных изделий связан с высокой вероятностью возникновения пожаров на производстве [7].

На сегодняшний день Златоустовский ликероводочный завод - это мощное современное предприятие, оснащенное по последнему слову техники, на котором постоянно ведется работа по техническому перевооружению и поиску новых разработок.

Златоустовский ликероводочный завод занимает площадь 18,6 тыс. м². находится в западной части города рядом с одной из самых оживлённых улиц

города. На предприятии работает более двухсот человек, в том числе управление завода. На территории завода находятся 11 основных объектов [32]:

- здание газовой котельной: нежилое одноэтажное здание общей площадью 714,5 м².

- главный корпус завода: нежилое двухэтажное здание с примыкающим к нему тоннелем общей площадью 3066,4 м², подземная этажность 1.

- здание спиртохранилища, водоподготовки, квасного цеха: нежилое одноэтажное здание площадью 720 м² в том числе помещение спиртохранилища площадью 278,8 м².

- промышленное здание безалкогольного цеха, посудного цеха общей площадью 2100 м².

- гараж - 530 м².

- здание заводоуправления, проходная: нежилое 3-х этажное здание с подвалом, столярным цехом и пристроенной проходной, общая площадь здания 2909,5 м².

- здание магазина: одноэтажное здание площадью 180 м².

- гараж - 135 м².

- здание трансформаторной подстанции - 70 м².

- пристрой гаража - 130 м².

Рассмотрим более подробно спиртоприёмное отделение и спиртохранилище, как наиболее пожаровзрывоопасные участки производства.

Поставка этилового спирта на предприятие осуществляется автомобильным транспортом. Приемка этилового спирта осуществляется через спиртоприемное отделение, отгороженное от спиртохранилища капитальной стеной. Окна расположены на высоте 4-х метров от уровня земли [32].

Пол имеет уклон в сторону, противоположную двери, с приямком. Имеется молниезащита, по периметру здания проложен контур заземления. Освещение выполнено во взрывозащищённом исполнении. Установлена аварийная вентиляция, обеспечивающая 8-кратный воздухообмен. Имеются первичные средства пожаротушения [32].

Спиртоприемное отделение разделено на два уровня металлической платформой. На первом уровне расположено насосное отделение, где установлены три центробежных насоса во взрывобезопасном исполнении СНВ 80. Приемка спирта производится двумя стационарными мерниками 1-го класса [32].

Стационарные мерники оборудованы кранами для отбора проб на 3-х уровнях, смотровыми стёклами, поверенными термометрами. В мерниках имеется труба для донного налива и сливной патрубков.

Мерники снабжены отвесом для правильной установки измерительного цилиндра и горловины. Смотровые стекла, укрепленные шкальными пластинами, и крышки мерников опломбированы госпроверителем.

Мерники обвязаны между собой стационарными коммуникациями из нержавеющей стали. Корпуса мерников и трубопроводы имеют заземление.

Актуальность темы исследования.

Златоустовский ликероводочный завод - это мощное современное предприятие, оснащенное по последнему слову техники, на котором постоянно ведется работа по техническому перевооружению и поиску новых разработок.

Согласно статистическим данным по ликероводочным заводам, большинство аварий и пожаров является следствием ряда последовательных, взаимно связанных ошибочных действий людей в процессе производства и недостатков в конструкции оборудования и лишь небольшое число их зависит от случайности [31].

Технологические процессы, связанные с изготовлением и розливом ликероводочных изделий связан с высокой вероятностью возникновения пожаров на производстве. Поэтому работа будет являться актуальной.

Целью диссертационной работы проекта является снижения уровня пожарной опасности технологического процесса хранения этилового спирта.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

- произвести анализ пожарной безопасности объекта (спиртохранилища);
- осуществить оценку степени выполнения на объекте требований нормативных документов по пожарной безопасности;
- разработать мероприятия направленные на повышение надежности производственного оборудования;
- предложить технические решения, направленные на снижение последствий аварийной ситуации, связанной с розливом и возникновением пожара в помещениях спиртохранилища.

Объект исследования - система производственной и промышленной безопасности.

Теоретическая и методологическая база исследования.

Теоретические основы системы производственной и промышленной безопасности заложены в трудах ряда исследователей.

Ими являются: М. Вебера, Э. Дюркгейма, Р. Мертона, Б. Скиннера, П. Сорокина, Дж. Хоманса и других.

Эмпирической базой исследования явились:

- нормативно правовые акты Российской Федерации, связанные с производственной и промышленной безопасностью;

Научная новизна исследования.

Состоит в разработке и внедрения новых эффективных мероприятий по улучшению пожарной безопасности на предприятии.

Теоретическая и практическая значимость диссертации заключается в следующем:

- анализ пожарной опасности технологического процесса Златоустовского ликёроводочного завода;
- проведен анализ соответствия нормативным документам;
- проведен анализ обеспечения аварийными установками пожарной автоматики;
- расчетное обоснование мероприятий, направленных на обеспечение пожарной безопасности технологического процесса Златоустовского ликёроводочного завода.

Положения, выносимые на защиту.

1. Актуальность проблемы обеспечения пожарной безопасности.
2. Для приведения объекта в соответствие требований пожарной безопасности были предложены пожарно-технические мероприятия, такие как:
 - установка автоматической установки пожарной сигнализации;
 - расширение оконных проёмов для увеличения площади легкобрасываемых конструкций;
 - установка противопожарной двери для разделения на 2 пожарных отсека;
 - проектирование системы аварийного слива при пожаре.

Степень достоверности и апробация результатов.

Положения выносимые на защиту исследования были расписаны в статьях автора.

Список работ, опубликованных автором по теме диссертации.

По теме диссертации, автором опубликовано две статьи, которые были опубликованы в интернете.

Структура работы.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка использованных источников.

Основная часть исследования изложена на 92 страницах, текст иллюстрирован 15 таблицами, 5 рисунками.

1 Анализ состояния пожарной безопасности на предприятии пищевой промышленности Златоустовский ЛВЗ

1.1 Нормативно-правовое обеспечение пожарной безопасности при производстве ЛВЗ

Основными документами, предназначенным для руководства при производстве водок на филиале ОАО «Росспиртпром» «Златоустовский ликероводочный завод» (г. Златоуст, ул. Октябрьская, д. 20), являются:

- ГОСТ Р 51355-99;
- ГОСТ Р 52192-2003;
- ГОСТ Р 51232-98
- СанПиН 2.1.4.1074-01
- Производственный технологический регламент № 10-16133-01
- Типовой регламент ПТР 10-12292-99

Принципиальная технологическая схема производства водок и ликероводочных изделий, представлена на рисунке 1 [2].

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА ВОДОК

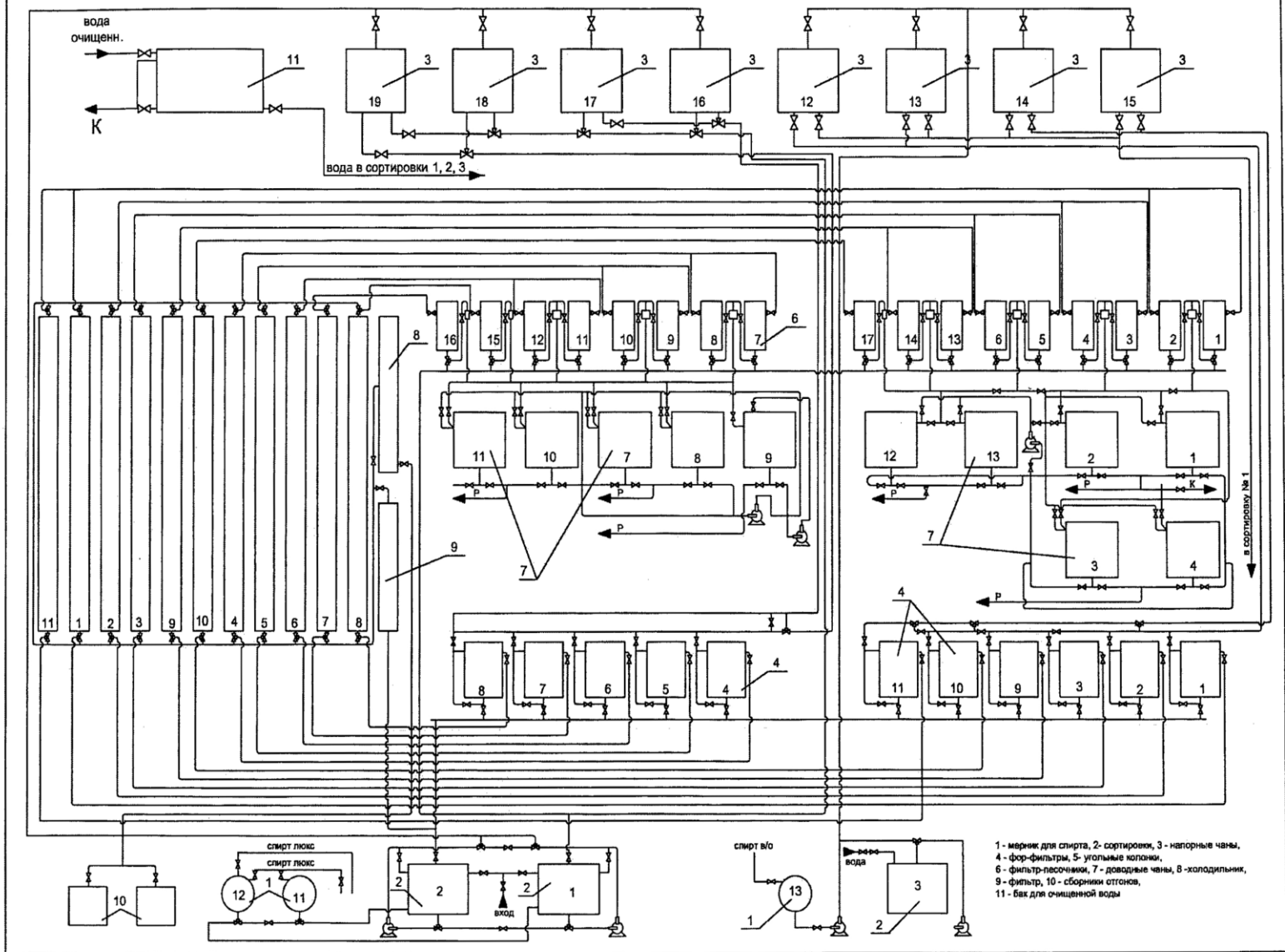


Рисунок 1 - Принципиальная технологическая схема производства водок и ликероводочных изделий

Характеристика спиртохранилища и процесса хранения этилового спирта.

Спирт из мерников центробежными насосами по магистральной трубе перекачивается в спиртохранилище закрытого типа, расположенное в отдельном одноэтажном здании с легко сбрасываемой крышей и обустроенное вторым эвакуационным выходом наружу, оконные проёмы в количестве 4-х штук расположены на высоте более 6 метров и оборудованы металлическими решётками [32].

Спиртохранилище оборудовано приемком, насосом и коммуникацией для сбора спирта в случае пролива [32].

Полы и стены имеют контур заземления. Корпуса емкостей для хранения спирта, трубопроводы так же заземлены [32].

Электропроводка, выключатели и предохранители установлены на наружной стене. Светильники выполнены во взрывозащищенном исполнении [32].

Здание оборудовано молниезащитой, пожарной и пожарно-охранной сигнализацией с выводом тревожной кнопки на контрольно-пропускной пункт, установками автоматического аэрозольного пожаротушения «Пурга П-5» в количестве 10 штук [32].

В спиртохранилище установлена приточно-вытяжная вентиляция, обеспечивающая 8-кратный воздухообмен с учётом постоянно действующей механической приточно-вытяжной вентиляции [32].

Имеются поверенные газоанализаторы, при повышении концентрации паров этилового спирта в воздушной среде срабатывает аварийная вытяжная вентиляция [32].

В спиртохранилище имеются первичные средства пожаротушения: огнетушители, ящик с песком, кошма, пожарный щит [32].

В спиртохранилище установлено 5 емкостей, обвязанных стационарными трубопроводами:

- 2 емкости - по 3,1 тыс. дал каждая;

- 3 емкости - по 7,5 тыс. дал каждая.

Единовременная мощность хранения спирта составляет 28,7 тыс. дал. Емкости для хранения спирта установлены на прочном фундаменте, с прокладкой под днище, во избежание прогиба, деревянных брусьев, обработанных огнезащитным составом методом глубокой пропитки [32].

К каждой емкости подведены стационарные трубопроводы, выполненные из нержавеющей, стали. Для разных сортов спирта смонтированы отдельные магистральные трубопроводы [32].

Емкости оборудованы наружными лестницами, люками для очистки, лючками для опускания рулетки и отбора проб, сигнализаторами предельного уровня со звуковым сигналом, дыхательными клапанами [32].

Крышки люков установлены на резиновой прокладке и плотно закрыты, у лючков имеется направляющая труба до 1 метра с разрезом по длине. К каждой емкости имеется свободный доступ для осмотра. На спусковом отверстии каждой емкости установлен предохранительный (запорный) клапан, управляемый снаружи [32].

В соответствии с категориями помещений и зданий необходимо установить удовлетворяют ли противопожарным требованиям те мероприятия, которые существуют при производстве водоустойчивой гранулированной аммиачной селитры [3].

Обоснование ассортимента выпускаемой продукции.

При разработке технологической схемы для завода производительностью 1 млн. дал водки в год предполагается выпускать следующий ассортимент продукции: водка «Московская особая», «Посольская», «Новая».

Водку «Новая» готовят на спирте, этиловом ректифицированном высшей очистки (крепость 96,2 %), а на спирте, этиловом ректифицированном «Экстра» (крепость 96,3 %) производят водки: «Московская особая» и «Посольская».

Предполагается выпускать 60 % водки от общего объема на спирте, этиловом ректифицированном «Экстра». Несмотря на то, что стоимость готового напитка несколько выше, спрос на данную продукцию будет, так как спирт «Экстра» является более очищенным, по сравнению со спиртом высшей очистки.

Для расширения ассортимента и удовлетворения спроса любителей особых водок предполагается выпуск водки «Новая», который составит 30 % от общей производительности. Для придания особого вкуса и аромата в водку добавляется сахарный сироп и ароматный спирт тмина.

Предлагаемые к выпуску водки имеют одинаковую крепость 40 %, представляют собой прозрачную бесцветную жидкость с характерным водочным ароматом, но также у каждой из них есть свои особенности в составе, что влияет на органолептические и физико-химические показатели готового напитка.

Выбор и обоснование аппаратурно-технологических режимов.

Доставка, приемка, хранение ректифицированного спирта.

Технологический процесс производства водки состоит из следующих стадий [32]:

- доставка, приемка и хранения ректифицированного спирта из пищевого сырья;
- приготовление исправленной воды;
- приготовление водно-спиртовых растворов (сортировок);
- предварительное фильтрование через форфилтры;
- обработка активным углем;
- повторное фильтрование через песочные фильтры;

- ввод ингредиентов, корректировка крепости и перемешивание;
- тонкое фильтрование;
- розлив водок в бутылки и оформление с учетом торговых и акцизных требований.

Доставка. Спирт этиловый ректифицированный поступает на ЛВЗ в ж/д или автомобильных цистернах по ГОСТ Р 51659-2000 «Вагоны-цистерны» магистральных железных дорог колеи 1520 мм. Общие технические условия».

Слив спирта из автоцистерны производится через нижний патрубок по резиновому шлангу с помощью насоса. Если не удастся полностью слить спирт, то изъятие его из цистерны проводится вручную рабочими, предварительно проинструктированными по технике безопасности [32].

Спирт сливают в бочки, отстаивают, измеряют количество, крепость и используют вместе с другими спиртосодержащими отходами.

Способы приготовления водно-спиртовых растворов (сортировок) Сортировка - это водно-спиртовой раствор необходимой крепости, который получают смешиванием подготовленной воды и спирта. Сортировки приготавливают периодическим и непрерывным способом [15].

Стремление к непрерывным способам получения сортировок обусловлено их большей производительностью, экономией производственных площадей, возможностью перехода на «безлюдные» технологии, особенно при стремительном развитии технологий и оборудования для реализации АСУ ТП [15].

Существует непрерывный способ приготовления сортировки, внедренный на Московском и бывшем Ленинградском ликероводочных заводах, заключается в специальном элементе установки - кольцевом смесителе. В нем происходит смешивание воды и спирта, объемы регулируются ротаметром.

Благодаря полной герметизации установки снижаются потери спирта, качество водки является стабильным. На Полтавском ликероводочном заводе разработан способ приготовления сортировки с использованием инъекционного смесителя. Производительность установки 1800 дал/ч [15].

Периодический способ приготовления сортировок распространен из-за своей простоты.

Сортировку готовят в сортировочных чанах из нержавеющей стали. Последовательно вносят сначала спирт из мерника, расположенного выше сортировочного чана, затем умягченную воду также из мерника.

В зависимости от качества исходной воды подготовка может включать ряд стадий (индивидуально или в комплексе):

- очистка воды от взвешенных частиц;
- обезжелезивание;
- удаление органических соединений (осветление, дезодорация);
- умягчение;
- обессоливание;
- удаление биологических загрязнений (обеззараживание).

В таблице 1 представлены показатели качества воды, используемой для приготовления водок и ликероводочных изделий.

Таблица 1 - Показатели качества воды, используемой для приготовления водок и ликероводочных изделий

Нормируемые показатели	Для питьевой воды с исходной жесткостью,	
	Свыше 1 мг экв/дм ³	> 1 мг экв/дм ³
	После тех. обработки (максимально-допустимая величина)	
Жесткость, мг экв/дм ³	0,2	1,0
Щёлочность, объем соляной кислоты концентрацией 0,1 моль/дм ³ , израсходованный на титрование 100 см ³ воды, см ³	4,0	1,0
Окисляемость, O ₂ /дм ³	5,0	6,0
Сухой остаток, мг/дм ³	500	100
Водородный показатель (рН)	не выше 7,0	не выше 7,0
Массовая концентрация, мг/дм ³		
кальция	1,3	7,0
магния	1,3	7,0
железа	0,15	0,10
сульфатов	100,0	20,0
хлоридов	80,0	25,0
силикатов	7,0	3,0
гидрокарбонатов	244,0	61,0
натрия + калия	100,0	15,0
марганца	0,1	0,1
алюминия	0,10	0,10
меди	0,10	0,10
фосфатов	0,10	0,10

В таблице 2 представлены нормы водопотребления.

Таблица 2 - Нормы водопотребления

Тип воды	№ п/п	Участок (потребитель)	Цель использования	Расход м ³ /сут	
Исходная вода из городского водоканала	1	Хозяйственно-бытовые нужды	Горячая вода (столовая, личная гигиена)	12,0	
	Итого на хозяйственно-бытовые нужды			12,0	
	2	Участок водоподготовки	Фильтр осветлительный (регенерация)	0	
			Песочный фильтр (регенерация)	3	
			Катионообменный фильтр (регенерация)	3,5	
Итого на нужды ХВО (регенерация фильтров)			6,5		
Умягченная вода	Хозяйственно-бытовые нужды		Холодная вода (столовая, личная гигиена)	12,7	
	Технологические участки		Мойка оборудования и трубопроводов	1,0	
	Итого на хозяйственно-бытовые нужды и технические цели			13,7	
Исправленная вода (пермеат)	1	Технологические участки	Участок сахарного сиропа и колера	Приготовление сиропа	0,0
	2		Приготовление колера	0,0	
	3		Участок ароматного спирта	Приготовление исходного раствора	0,000
	4		Участок морсов и настоев	Приготовление исходного раствора	0,101
Исправленная вода (пармеат)	5	Участок приготовления сортировки	Приготовление водно-спиртового раствора	33,9	
	6	Участок доводной	Доводка крепости (компенсация крепости настоя)	0,01	
	7	Участок купажный	Доводка крепости (0,01 м ³ /сутки - учтено на участках приготовления сортировки)	0,00	

Продолжение таблицы 2

		Потребление исправленной воды (продукт)			34,01
8	Котельная	Паровой котел	Регенерация активированного угля (водяной пар)	0,194	
			Сироповарки, растворение меда, аламбик, выпарная установка (отходы)	0,27	
		Итого, потребление исправленной воды с учетом технич. нужд			34,5
Концентрат	Технологические участки	Выпарная установка	Охлаждение выпарного аппарата (отгон из мезги)	0,43	
		Выпарная установка	Охлаждение выпарного аппарата (концентрирование спиртосодержащих отходов)	0,22	
		Участок обработки сортировки на угольных колонках	Регенерация активированного угля (охлаждение)	0,74	
		4	Хозяйственно бытовые нужды	Мытье полов	5,0
			Итого потребление концентрата		
		Всего концентрата			11,5

С учетом непредвиденных нужд потребность в воде может превышать указанные в данной таблице значения на величину до 25%.

В таблице 3 представлены показатели качества воды, используемой для приготовления водок и ликероводочных изделий.

Таблица 3 - Показатели качества воды, используемой для приготовления водок и ликероводочных изделий

Нормируемые показатели	Для питьевой воды с исходной жесткостью,	
	Свыше 1 мг экв/дм ³	До 1 мг экв/дм ³
	После технологической обработки (максимально-допустимая величина)	
Жесткость, мг экв/дм ³	0,2	1,0
Щёлочность, объем соляной кислоты концентрацией 0,1 моль/дм ³ , израсходованный на титрование 100 см ³ воды, см ³	4,0	1,0
Окисляемость, O ₂ /дм ³	5,0	6,0
Сухой остаток, мг/дм ³	500	100
Водородный показатель (рН)	не выше 7,0	не выше 7,0
Массовая концентрация, мг/дм ³		
кальция	1,3	7,0
магния	1,3	7,0
железа	0,15	0,10
сульфатов	100,0	20,0
хлоридов	80,0	25,0
силикатов	7,0	3,0
гидрокарбонатов	244,0	61,0
натрия + калия	100,0	15,0
марганца	0,1	0,1
алюминия	0,10	0,10
меди	0,10	0,10
фосфатов	0,10	0,10

В таблице 4 представлена общая технологическая потребность производства в энергоресурсах.

Таблица 4 - Общая технологическая потребность производства в энергоресурсах

Наименование (с указанием единицы измерения)	Количество		
	год	сутки (среднегодо-вой расход)	час (мгновенный макс. расход)
Электроэнергия: установленная мощность технологического оборудования, кВт	239,2		
Производственный пар, кг	128 544	412	180,0
Сжатый воздух, куб.м	380 160	1 440	60
Охлаждающая вода, куб.м	500	1,6	1,4

Наиболее рациональные способы водоподготовки изложены в «Нормах технологического проектирования предприятий ликероводочной промышленности» ВНТП 35-93 [4].

Очистка воды от взвешенных частиц осуществляется с помощью гравийно-песочных фильтров. С их помощью задерживаются грубые взвеси диаметром 5-15 мкм. Они имеют простую конструкцию и удобны в эксплуатации.

Гравий (диаметр частиц 10-12 мм) засыпают на решетку слоем 10-12 см. Используют кварцевый песок мелкой фракции с диаметром частиц 0,8-1,2 мм и крупной фракции с диаметром частиц 1,25-2,3 мм. Общая высота слоя кварцевого песка может составлять 2 м.

Чтобы удалить из воды железо применяют специальные методы обезжелезивания, например, аэрацию. Для извлечения растворенного в воде железа его необходимо окислить и перевести в нерастворимую форму. Для окисления используют кислород воздуха, озон, хлор, перманганат калия. Частицы окисленного железа в виде гидроокисей отфильтровываются на гранулированной

загрузке. Для удаления органических соединений из воды используют методы осветления и дезодорации.

Аэрацию воды осуществляют в открытых градирнях или закрытых дефферизаторах (цилиндрических резервуарах, в которые подается сжатый воздух). В обоих случаях осадок отделяют фильтрованием через слой песка [31].

Для удаления сернокислого железа (FeSO_4) воздух подвергают известкованию в специальных установках.

Для обеззараживания воды применяют способы хлорирования, озонирования, обработку ультрафиолетовыми лучами.

Чтобы умягчить воду (удалить соли жесткости Ca^{2+} и Mg^{2+}) используется Na-катионирование, Na-Cl-ионирование, H-катионирование.

Na-катионирование. Из воды извлекаются катионы Ca^{2+} и Mg^{2+} , и замещаются в растворе Na^+ . Солесодержание воды при этом практически не изменяется.

Раствор остается практически нейтральным. В качестве регенерирующего агента используется 6-10%-й раствор поваренной соли. При одноступенчатой очистке достигается жесткость не ниже $0,05^\circ\text{C}$. Если требуется большее умягчение, последовательно устанавливают колонну второй ступени умягчения [5].

H-катионирование позволяет полностью удалить жесткость и щелочность с одновременным снижением солесодержания. Во время очистки в воду выделяются ионы водорода, снижается pH до 4,0-2,5.

Преимущество способов умягчения заключается в том, что воду с высокой жесткостью можно исправить до низкой жесткости. Недостаток при Na-катионировании в том, что при обработке воды повышается щелочность, а при H-катионировании щелочность понижается [31].

Обессоливание воды проводят с помощью электродиализного способа.

Обессоливание происходит за счет разделения положительных и отрицательных ионов с помощью ионитовых мембран. Щелочность и жесткость снижаются в три раза, рН на 1-1,5 единиц.

Электродиализный способ требует высокого расхода электроэнергии, и имеет низкую механическую прочность мембран.

Для умягчения, обессоливания и удаления органических веществ из воды применяют установки обратного осмоса.

Фильтрация воды происходит через полупроницаемые мембраны под давлением, которое превышает осмотическое.

1.2 Анализ пожарной опасности на Златоустовском ЛВЗ

Проведем экспертизу соответствия требуемых противопожарных мероприятий и мероприятий, которые применены на предприятии.

Анализ соответствия степени огнестойкости здания и класса конструктивной пожарной опасности [32].

Проведем проверку соответствия корпуса литеры АЗ - спиртохранилища и приёмного отделения спирта [32].

Вывод: сопоставив данные из нормативно - технической литературы и фактические данные по производству можно сделать вывод о соответствии корпуса литеры АЗ - спиртохранилища и приёмного отделения спирта [32].

Анализ соответствия объемно-планировочных решений и размещения противопожарных преград [32].

Анализ соответствия объёмно-планировочных решений и размещения противопожарных преград проводим согласно СНиП 31 - 03 - 2001 [32].

Отсутствует противопожарная дверь между помещениями спиртохранилища [32].

Данные перегородки имеются в местах соединения спиртохранилища с водоподготовительным цехом, цехом по производству заквасок. Перекрытия соответствуют требованиям СНиП 31 - 03 - 2001 [32].

Площадь легкобрасываемых конструкций определяется расчетом в зависимости от объема помещения в соответствии с требованиями СНиП 2.09.02-85 "Производственные здания" [32].

Расчет легкобрасываемых конструкций.

Объем спиртохранилища ($V = 22,5$ тыс. дал):

$$V = 17,9 \cdot 6,5 \cdot 6 = 568,8 \text{ м}^3.$$

Площадь легкобрасываемых конструкций требуемая:

$$S_{\text{тр}} = 0,05 \cdot 568,8 = 28,44 \text{ м}^2.$$

Площадь существующих легкобрасываемых конструкций: $S_{\text{сущ}} = 98,3 \text{ м}^2$

Объем спиртохранилища ($V=6$ тыс. дал):

$$V = 7,3 \cdot 5,7 \cdot 6 = 247,8 \text{ м}^3.$$

Площадь легкобрасываемых конструкций требуемая:

$$S_{\text{тр}} = 0,05 \cdot 247,8 = 12,39 \text{ м}^2.$$

Площадь существующих легкобрасываемых конструкций: $S_{\text{сущ}} = 11,4 \text{ м}^2$.

Проведя проверку соответствия производственного корпуса литеры АЗ можно сделать вывод о соответствии объёмно - планировочных решений за исключением: легкобрасываемых конструкций в помещении спиртохранилища с двумя резервуарами по 3000 дал, отсутствует противопожарная дверь с доводчиком между помещением 1 и помещением 2 [32].

Анализ решений по обеспечению эвакуации людей из здания при пожаре.

Анализ мероприятий, направленных на обеспечение эвакуации людей из здания при пожаре проводим в соответствии с главой 6 СНИП 21 - 01 - 97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» и главой 6 СНИП 31 - 03 - 2001 «Производственные здания» [6].

Согласно требований СНИП 21-01-97 п 6.9. помещения спиртохранилища должны быть оборудованы 1 эвакуационным выходом наружу, эвакуационный путь через помещение 1 из помещения 2 так же допускается согласно п 6.9. (в).

Проверив конструктивное выполнение мероприятий направленных на эвакуацию людей из помещений спиртохранилища можно сделать вывод о их соответствии.

Анализ обеспеченности установками пожарной автоматики.

Анализ обеспеченности установками пожарной автоматики проведем путем сопоставления имеющихся средств защиты от пожара с нормативными показателями минимума средств оповещения и предотвращения пожара согласно НПБ 104-03 «СОУЭ» [32].

Исходя из анализа обеспеченности установками пожаротушения, делаем вывод о том, что система автоматической пожарной сигнализации помещения корпуса литеры АЗ - компрессорная не соответствует требованиям нормативных документов [32].

Система оповещения и управления эвакуацией, установленная на предприятии - соответствует нормативным показателям [32].

Системы вентиляции и противодымной защиты.

Анализ системы вентиляции и противодымной защиты проводим в соответствии с главами 6,7 СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» [32].

Вентиляция, установленная в помещениях спиртохранилища обеспечивает 8-ми кратный воздухообмен с учётом постоянно действующей механической приточно-вытяжной вентиляции. Так же установлена аварийная вытяжная вентиляция, которая запускается при срабатывании газоанализаторов [32].

Проверив конструктивное выполнение мероприятий можно сделать вывод о их соответствии.

Внутренний и наружный противопожарный водопровод.

Анализ системы внутреннего и наружного водопровода проводим в соответствии с СНиП 2.11.03-93 «Склады нефти и нефтепродуктов» и ВСН 13-94 «Инструкции по проектированию взрывопожароопасных производств спиртовых, ликероводочных и коньячных предприятий пищевой промышленности» [32].

Проверив конструктивное выполнение мероприятий по противопожарному водопроводу можно сделать вывод о их соответствии, т.к. помещения спиртохранилища оборудованы автоматической установкой аэрозольного пожаротушения «Пурга П-5» в количестве 10 штук [32].

Анализ устройства молниезащиты спиртохранилища.

Анализ устройства молниезащиты проводим в соответствии с РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений» показал, что защита спиртохранилища, отнесенного к классу В-Ia согласно ПУЭ, должна обеспечиваться молниезащитой II категории [32].

Проверив конструктивное выполнение молниезащиты, которое выполнено в виде металлической кровли, можно сделать вывод о её соответствии нормативным документам.

Анализ соответствия системы аварийного слива спирта.

Проведя анализ системы аварийного в случае разлива этилового спирта установлено, что согласно ВСН 13-94 емкости с ЛВЖ на Златоустовском ликероводочном заводе данные резервуары отсутствуют [7].

Анализ организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

Организационно - технические мероприятия играют немаловажную роль в обеспечении пожарной безопасности производственного объекта [32].

Выполнение мероприятий, направленных на снижение пожарной опасности позволяет повысить безопасность персонала, работающего на предприятии.

Необходимо чтобы на предприятии были организованы следующие мероприятия [32]:

- предприятие должно быть обеспечено штатом сотрудников, установленным требованиям;
- к работе должны допускаться только лица с соответствующими квалификационными требованиями;
- обеспечивать проведение подготовки и аттестации работников;
- необходимо наличие нормативно - правовых актов, устанавливающих правила ведения работ на производственном объекте;
- организовывать и осуществлять производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности;

- обеспечивать наличие и функционирование необходимых приборов и систем контроля за производственными процессами в соответствии с установленными требованиями;
- предотвращать проникновение посторонних лиц на территорию предприятия;
- исполнять предписания органов надзорной деятельности точно и в срок;
- обеспечивать мероприятия направленные на защиту жизни и здоровья сотрудников предприятия.

Безопасность в производственных условиях.

Безопасность жизнедеятельности необходимая и важная составляющая любого производства. Это наука о взаимодействии человека со средой обитания в комфортных и травмобезопасных условиях [32].

Для обеспечения таких условий необходимо соблюдать правила и все предполагаемые для конкретной работы меры безопасности.

При проектировании водочного цеха завода необходимо предусматривать комплекс мероприятий по охране труда, технике безопасности, промсанитарии, взрывопожаробезопасности, молниезащите зданий и сооружений в соответствии с правилами по охране труда при производстве спирта и ликероводочных изделий [13].

При осуществлении производственной деятельности в цехе должны быть предусмотрены меры, исключаящие или уменьшающие до допустимых пределов воздействие на работников опасных и вредных физических, химических, психофизиологических факторов [32].

К физическим факторам относятся [24]:

- движущиеся механизмы, машины, транспортные средства;
- подвижные части производственного оборудования;

- повышенная загазованность воздуха рабочей зоны (пары спирта);
- повышенная температура воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень вибрации от насосного оборудования;
- повышенный уровень статического электричества;
- отсутствие или недостаток естественного освещения;
- расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли.

К химическим факторам относятся все токсические и раздражающие воздействия паров спирта на органы дыхания, кожные покровы и слизистые оболочки [24].

К психофизиологическим факторам относятся [24].

- физические перегрузки;
- монотонность труда.

Требования к средствам индивидуальной защиты.

Средствами индивидуальной защиты (СИЗ) должен быть снабжен каждый работающий при выполнении своих обязанностей на рабочем месте.

Выдаваемые средства должны быть исправными, отвечать требованиям безопасности при работе в производственных помещениях [9].

Требования к строительному проектированию зданий, расстановке и обслуживанию оборудования. Оборудование установлено и размещено так, чтобы были обеспечены безопасность, устойчивость, удобство обслуживания и ремонта, соблюдения последовательности технологического потока. Обеспечена герметичность аппаратов, оборудования, коммуникаций, арматуры, установленных во взрывопожароопасных помещениях категорий «А», «Б», «В» [32].

Так отделение приготовления ароматного спирта тмина относится к категории «А», что является очень взрывопожароопасным.

Технологическое и электротехническое оборудование соответствует требованиям «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ).

Требования к пожарной безопасности помещений.

Согласно требованиям ППБ 01-03 на каждом объекте установлен противопожарный режим, соответствующий их пожарной опасности. То есть оборудованы и определены места для курения, вспомогательных материалов; установлен порядок уборки горючих отходов, пыли; определен порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня [8].

Разработаны инструкции о мерах пожарной безопасности, чтобы обеспечить безопасность людей при пожаре.

Помещения оснащены первичными средствами пожаротушения.

Все отделения, входящие в состав водочного цеха подразделяются на категории по взрывопожарной и пожарной опасности в соответствии с НПБ 105-03 [1].

Помимо паров спирта горючим материалом является и перманганат калия. Перманганат калия, используемый для регенерации угольных колонок в фильтрационном отделении, является токсичным, также относится к опасным веществам [32].

При увеличении его концентрации в воздухе рабочей зоны более чем на $0,3 \text{ мг/м}^3$ может привести к необратимым воздействиям на центральную нервную систему человека. При работе с ним применяются средства индивидуальной защиты, соблюдать правила личной гигиены и не допускать попадания препарата внутрь организма [32].

В помещениях, где производится работа с перманганата калия, установлена непрерывно действующая приточно-вытяжная вентиляция.

Мероприятия по охране окружающей среды.

Охрана окружающей среды - это комплекс мер по защите природы от отрицательного влияния человеческой деятельности на нее.

Любое работающее предприятие является потенциальным «загрязнителем» атмосферы. Это не обходит стороной и ликероводочные заводы, где необходимо правильно утилизировать отходы производства.

Для устранения негативного воздействия на природу нужно соблюдать меры и требования по охране окружающей среды, чтобы не происходило загрязнение атмосферы и гидросферы выбросами от производства [32].

Отходами производства являются:

- отработанный сульфуголь;
- отработанный активный уголь БАУ-А;
- спиртовые отгоны;
- отходы сахара;
- отработанное пряно-ароматическое и растительное сырье;
- сточные воды.

Отработанный сульфуголь.

Образуется в процессе умягчения воды. Происходит его разрушение (истирание). Замену сульфуголя производят 1-2 раза год. Сульфуголь, не подлежит возврату в производство. Его выгружают из фильтра и вывозят на свалку [31].

Отработанный активный уголь БАУ-А.

Образуется в процессе очистки сортировок после извлечения из него. Его можно использовать для удаления органических примесей из питьевой воды перед ее умягчением.

Также его можно регенерировать при температуре 180 °С или использовать в сельском хозяйстве в качестве удобрения для почвы [10].

Спиртовые отгоны.

Образуются при регенерации водяным паром отработанного активного угля после пропуска через него определенного количества водки; при выпарке спирта из отработавшего сырья, фильтр-картона; при перегонке неисправимого брака.

Насыщение угля спиртом составляет до 1 дм³ безводного спирта на 1 кг угля.

При отгонке спирта получают начальные отгоны - 20 % от общего количества крепостью до 35 %, средние отгоны - 60 % с содержанием спирта от 45 % до 75 % и конечные - 20 % крепостью 5 % и ниже (до полного удаления спирта). Средняя крепость отгонов при регенерации - 50-60 %.

Крепость отгонов, получаемых на выпарном аппарате - 20-35 %. Отгоны имеют резкий неприятный запах и вкус; непригодны для выработки водочной продукции и используются в производстве денатурата после предварительного укрепления да 70-80 % или отгружают на спиртзаводы для повторной переработки [11].

Отходы сахара.

Сахар, который остается в мешках, извлекают встряхиванием, получая сахарную пудру в количестве 0,3 кг с каждого мешка.

Пена, образующаяся при варке сахарного сиропа с массовой концентрацией сахара 65,8 %, используется при приготовлении колера, как и сахарная пудра.

Пряно-ароматическое сырье.

В данном проекте используются плоды тмина для получения ароматного спирта. После обработки сырье поступает в выпарной аппарат для извлечения из него спирта и полезных веществ водно-спиртовым раствором. Отработанное сырье передают на корм скоту или утилизируют на свалку.

Сточные воды.

Необходимо соблюдать правила по выбросам сточных вод в близлежащие водные объекты.

Сточные воды образуются в результате использования воды на производстве для технологических целей, для мойки оборудования, производственных и вспомогательных помещений.

Для более экономичного использования водных ресурсов, возможно, их повторное использование на предприятии. Например, первичная мойка тары отработанной водой со стадии водоподготовки.

1.3 Методы организации производства на Златоустовском ЛВЗ

Описание аппаратурно-технологической схемы.

Спирт поступает на предприятие автоцистерной, насосом перекачивается в блок металлических мерников, состоящий из двух конических и одного цилиндрического мерника [25].

Из мерников спирт самотеком сливается в передаточную емкость откуда насосом перекачивается в спиртохранилище. Из спиртохранилища с помощью насоса спирт подается в конический и цилиндрический мерники, также в напорный чан для спирта. Спирт из напорного чана самотеком проходит конический и цилиндрический мерники [25].

Вода из системы городского водоснабжения подается в сборник неисправленной воды. С помощью насоса она перекачивается в песочный фильтр для очистки от грубых примесей, также в солерастворитель для приготовления

солевого раствора. В солерастворитель задается, помимо воды, соль. Первые порции отработанной воды из песочного фильтра спускаются в канализацию.

Вода, прошедшая стадию очистки на песочном фильтре, направляется на Na-катионитовую установку для умягчения.

Предусмотрена промежуточная емкость отработанной солевой воды. Из этой емкости вода расходуется на регенерацию Na-катионитовой установки. А отработанная промывная вода с установки сливается в канализацию и частично в сборник.

Умягченная вода поступает в промежуточную емкость, откуда с помощью насоса на установку обратного осмоса для дополнительного умягчения и обессоливания. Через расходомер отработанные первые порции воды сливаются в канализацию, а умягченная вода направляется в промежуточную емкость. Далее насосом она перекачивается в напорный чан исправленной воды откуда в мерник.

Предусмотрен сборник-мерник для исправимого брака, образующегося на песочных и угольных фильтрах, а также на бракеражном автомате. Сборник гидрокарбоната натрия, куда задается умягченная вода из емкости и сборник уксусной кислоты и сборник-мерник сахарного сиропа [25].

В рецептуру водки «Посольской» входит сухое обезжиренное молоко, которое готовится в сборнике с помощью перемешивания механической мешалкой.

Ингредиенты из мерников-сборников поступают в сортировочный чан, спирт из мерников спирта и вода из мерника для приготовления сортировки. Происходит перемешивание с помощью механической мешалки или сжатого воздуха [25].

Готовая сортировка из сортировочного чана насосом перекачивается в напорный чан, также на фильтр-пресс и далее в напорный чан.

С напорного чана сортировка самотеком подается на песочные фильтры предварительной фильтрации, а затем на угольные колонки для очистки от примесей и становления водки.

Предусмотрена регенерация угольных колонок паром. Неисправимый брак проходит через холодильник и попадает в сборник отгонов, которые идут на денатурацию.

Водка направляется на песочные фильтры для очистки от остатков угля с угольных колонок, а затем в доводной чан, где происходит корректировка ее крепости спиртом и исправленной водой. Также сюда задается ароматный спирт тмина из сборника [25].

Из доводного чана готовый напиток проходит стадию полирующего фильтрования на мембранном фильтре мешочного типа. Отфильтрованная водка направляется в напорный чан, откуда на розлив к разливному автомату.

Новые бутылки приходят на склад в пакетах, которые разбирает пакеторазборочная машина. Автомат по выемке бутылок из ящиков вынимает бутылки, которые направляются к бутылкомоечной машине [25].

В нее для мойки бутылок задается вода горячая и холодная из сборника и раствор щелочи из емкости, пар для обогрева. Отводится конденсат, отработанная вода в канализацию. Отработанный щелочной раствор идет на сетчатый фильтр и в емкость для регенерации [25].

Стеклобой с бутылкомоечной машины направляется в сборник, а оттуда на реализацию.

Вымытые бутылки проходят через инспекционный автомат, где происходит их осмотр на качество мойки. Далее бутылки поступают к разливному автомату, где в них идет розлив готовой водки, а образовавшийся неисправимый брак

поступает в сборник. Далее бутылки направляются к укупорочному автомату, куда задаются пробки.

Разлитый напиток проходит бракеражный автомат, где проверяется качество укупорки и прозрачность напитка, а исправимый брак поступает в сборник. Затем на бутылку с водкой наклеиваются этикетки, кольеретки, контрэтикетки и акцизные марки на четырехпозиционном этикетировочном автомате [25].

Готовые к реализации бутылки поступают к автомату по укладке бутылок в ящики и затем к пакетосборочному автомату.

Поступившие на предприятие плоды тмина взвешиваются на весах и задаются в перегонный аппарат. В него также поступает водно-спиртовой раствор, крепостью 60 % об. Подогрев смеси в кубе производится глухим паром, подаваемым в змеевик. Образующиеся пары поступают в смотровой фонарь, а затем в дефлегматор, где частично конденсируются охлаждающей водой. Флегма возвращается в куб аппарата, а оставшиеся пары поступают в сборник отгонов, полностью конденсируются и через контрольный фонарь в сборники ароматного спирта. Головные и концевые фракции поступают в сборник, а затем на денатурацию. Средняя часть погона поступает в сборник [25].

Сахар привозят автомобильным транспортом в мешках. Автопогрузчик грузит мешки и складывает на поддон. Сахар взвешивают на весах и задают в сироповарочный котел. Сироповарочный котел оснащен механической мешалкой и паровой рубашкой, куда задается пар и отводится конденсат.

Готовый сахарный сироп проходит через сетчатый фильтр для очистки и направляется в сборник для охлаждения водой.

Концентрированная щелочь поступает в сборник, затем в мерник и в сборник для приготовления щелочного раствора. В сборнике установлен змеевик,

куда задается горячая вода для подогрева раствора. Щелочной раствор перекачивается насосом 68 в бутылкомоечную машину.

Сборник горячей воды также оснащен змеевиком, куда задается пар и отводится конденсат. С помощью насоса вода горячая в бутылкомоечной машине.

Современные марки углей, используемые в водочном производстве.

Характеристика структуры и состав активных углей.

Процесс производства водочной продукции не так уж и прост. Для получения готового напитка с характерным вкусом и ароматом водки нужно пройти различные стадии подготовки.

Важной стадией приготовления водки является проведение ее обработки с помощью активного угля. Происходит связывание таких вредных примесей, как альдегиды и эфиры. В процессе выполнения этой стадии производства формируются органолептические показатели алкогольного напитка [25].

Для производства древесных активированных углей используют углеродсодержащее сырье. В основном твердые породы древесины (дуб, береза, бук и другие). Помимо древесных углей, также широко используются косточковые. Получают их на основе косточек плодов (персика, вишни, абрикоса, кокоса и других).

Структура активированных углей - это пористая сильно развитая удельная поверхность, на которой протекают очень сложные реакции при очистке водно-спиртовых смесей. Происходят как физическое фильтрование, так и адсорбция, каталитическое окисление спирта и примесей на угле [25].

Каркас древесных углей состоит из очень мелких кристаллитов, сложенных в тонкие пленки, с графитовой решеткой. Пограничные атомы кристаллов имеют свободные валентности, которые способны насыщаться кислородом.

Производство активного угля включает две важных стадии:

- образование уголь-сырца (карбонизация);
- воздействие окислителем для активации при высокой температуре.

Активацию производят водяным паром. Происходит окисление карбонизованных продуктов до газообразных. Начинается развитие пористости и удельной поверхности, уменьшается масса твердого вещества «обгар».

Состоят угли в основном из углерода, водорода, азота, серы. Также входят минеральные вещества (калий, железо, алюминий, кальций, кремний).

Пористость улей характеризуется наличием развитой системы пор, которые классифицируются по размерам на субмикропоры, микропоры, мезопоры, макропоры.

Субмикропоры имеют размеры менее 0,2 нм.

Микропоры имеют размеры, соизмеримые с размерами адсорбируемых молекул. Они играют важную роль в удалении примесей водно-спиртовой жидкости.

Мезопоры и макропоры в процессе адсорбции из-за их большой поверхности роли не играют.

Таким образом, эффективность действия активного угля зависит от размеров его частиц, т. е. от диаметра и длины пор, от активной поверхности. От диаметра пор зависит возможность проникновения в них разных по размерам молекул примесей водки. Эффективность действия угля тем больше, чем больше доступная активная поверхность угля и чем меньше длина его пор [25].

Различают два основных типа сорбционных процессов: физическая адсорбция и хемосорбция.

Физическая адсорбция идет за счет межмолекулярных сил и идет в микропорах активного угля.

В процессе обработки сортировки активным углем происходит диффузионный процесс адсорбирования микропримесей, состоящий из адсорбции на наружной поверхности угля (внешняя диффузия) и адсорбции на внутренней поверхности пор (внутренняя диффузия). Процесс внутренней диффузии протекает медленно (неподвижная среда), а второй процесс быстрее (движущаяся среда) [25].

Явление хемосорбции связано с тем, что происходит взаимодействие воды с окислами основного характера и образование оснований. В результате лучше сорбируются смешанности кисшего характера [12].

Окислительно-восстановительные реакции на угле исходят вопреки присутствию связанного и молекулярного кислорода. Катализаторами таких реакций могут служить окислы металлов, входящих в состав угля [25].

В процессе обработки происходит окисление непредельных соединений и спиртов, образование сложных соединений.

Типичные реакции, протекающие на поверхности активного угля:

- окисление этилового спирта до уксусного альдегида и воды, а уксусного альдегида до уксусной кислоты;
- этерификация: этанол при взаимодействии с уксусной кислотой дает этилацетат и воду;
- омыление: взаимодействие этилацетата с водой и получение этанола и уксусной кислоты.

В результате данных процессов водно-спиртовые составы приобретают характерный спиртовой (водочный) вкус и запах.

Особенности использования древесных углей в водочном производстве.

В настоящее время наиболее часто для очистки сортировки используют древесные активные угли БАУ (березовый активный уголь) исходя из их сорбционной способности и с точки зрения дешевизны.

Качество углей зависит от материала исходной древесины березы, ее карбонизата (древесного угля) и на технологию активации, параметры при производстве активного угля [25].

Удельная поверхность может достигать для березовых активных углей 500-800 м² /г.

Обесцвечивающие угли типа О (марки ОУА- щелочной и ОУ- кислый), применяемые для выделения различных веществ из растворов с целью обесцвечивания последних.

Первые два типа углей характеризуются преимущественно мелкопористой структурой. Обесцвечивающие угли имеют более крупные микропоры.

Гранулированные активные угли имеют размер частиц 0,07-7 мм и могут самопроизвольно отделяться от воды и регенерирующей среды.

В зависимости от размеров пор ГАУ с успехом используют для извлечения из воды загрязнений с различным размером молекул, грубодисперсных примесей и смесей полидисперсного состава (бытовые сточные воды).

К порошкообразным активным углям относятся углеродные сорбенты с размером частиц менее 0,07-0,12 мм.

Основные преимущества ПАУ - относительно низкая стоимость и хорошая кинетика сорбции, а значительная площадь внешней поверхности ПАУ обуславливает эффективную сорбцию микромолекул красителей, белков, жиров.

Существует несколько схем обработки сортировки активными углями.

В последнее время ряд ликероводочных заводов применяет схему очистки с использованием порошкообразного активного угля.

На заводах с малой производительностью сортировку обрабатывают также периодическим контактным способом. Выбор схемы обработки, и тип применяемого активного угля зависит от объемов производства [13].

Динамический способ получил наибольшее распространение в ликероводочном производстве, поскольку при использовании дробленного угля в данной схеме обработки достигается наиболее наилучшее соотношение между сорбционными и каталитическими процессами, совершающимися на поверхности активного угля, что обеспечивает значительное улучшение органолептических свойств обработанной сортировки [25].

В технологии получения активных углей предусматривается использование древесного угля марки А (ГОСТ 7657-84), получаемого при гидролизе древесины пород первой группы - березы, бука, дуба, ясеня, граба, ильма, вяза, клена (ГОСТ 24260-80).

Однако, как показали исследования, за последние 10-15 лет лесохимические заводы для производства древесного угля марки А используют не только эти породы деревьев, но и породы второй группы - осины, липы, тополя и др. В результате получается активный уголь низкого качества. Он малопрочный и с малоразвитой микропористой структурой.

Древесный активный уголь (БАУ) получают путем карбонизации исходной древесины березы и последующей активации водяным паром при высоких температурах (выше 800 °С).

Производимый таким образом активный уголь обладает некоторыми свойствами, приводящими к тому, что при запуске колонны с активным углем, при обработке сортировки, существует период вывода колонны на режим, в основном связанный с повышенным альдегидообразованием. В перечень этих свойств входят:

- высокая щелочность поверхности активного угля, обычно рН после парогазовой активации составляет 9-11 единиц;

- наличие минеральных примесей в структуре активного угля (содержание зольных элементов) и в особенности содержание водорастворимой золы, которое у древесных активных углей колеблется в диапазоне 0,5-0,7 % масс.;

- присутствие пылевидных частиц активного угля, образующихся при дроблении и расसेве готового активного угля (частиц размером менее 1,0 мм).

На качество водок, связанное с использованием активных углей, влияют технические (зола, содержание пыли, прочность и др.), сорбционные (активность по йоду) и каталитические (адсорбция уксусной кислоты) характеристики активных углей.

ГОСТ 6217-74 устанавливает технические характеристики активного угля марки БАУ-А.

Применение диапазонов значений по сорбционным и каталитическим показателям активных углей, а также ужесточение ряда технических показателей позволят производителям водочной продукции стабильно работать и улучшать качество своей продукции [25].

Применение новых активных углей на основе растительного сырья в производстве высокосортных водок.

В данное время, в области использования активных углей в водочном производстве, помимо угля БАУ используют также: новые марки активных углей из скорлупы кокосового и грецкого орехов, фруктовых косточек.

При употреблении новейших марок активных углей, получаемых из фруктовых косточек или скорлупы кокосового и грецкого орехов, основной задачей является отработка и подбор лучших технологических порядков

обработки сортировки, т.к. эти режимы существенно отличаются от порядков применения древесных активных углей БАУ [25].

Для усиления каталитической составляющей процесса обработки сортировки на активные угли наносят добавки, которые ускоряют проходящие химические реакции и являются катализаторами данного процесса.

К таковым можно отнести активные угли, импрегнированные серебром. Их применение началось в 2001 году.

Во многих странах для производства активных углей используют косточки плодовых фруктов и скорлупу кокосовых орехов.

В настоящее время на ликероводочных заводах очистка сортировок проводится на установках «серебряной фильтрации» с патронными сорбционно-фильтрующими элементами, загруженными гранулированным обеззоленным углем из скорлупы кокосового ореха, импрегнированным серебром [25].

На поверхность угля наносят импрегнированное серебро. Уголь помещают в патронные картриджи.

Процесс окисления и эфиروобразования усиливается, увеличивается скорость фильтрации. Прочность такого угля высокая (более 97 %).

Показана эффективность обработки сортировки активными углями марки NoritGCN 830 PLUS и NoritPK 1-3 (компания NoritActivatedCarbon), изготовленных из особых сортов кокосовой скорлупы, обладающих сильно развитой микропористой структурой, высокими адсорбционными и каталитическими свойствами [25].

Исследования по обработке водно-спиртовой жидкости активными углями серии MeKC (Болгария), приготовленными на основе косточек абрикоса и персика, показали, что в водно-спиртовой жидкости после обработки этими углями снижается оптическая плотность, увеличивается окисляемость на 2,5- 3,75

мин и органолептические показатели на 0,28-0,31 балла, что свидетельствует об эффективности обработки.

Насыпная плотность углей МеКС в 2,4-2,45 раза больше, прочность выше в 1,8-19 раза, а содержание золы в углях в 1,8-2,1 раза меньше, чем в активном угле БАУ-А.

Суммарный объем пор больше, чем в два раза, но содержание микропор, ответственных за адсорбцию не желаемых примесей, несколько ниже, чем в угле БАУ-А.

Активность углей по адсорбции йода несколько выше, чем у БАУ-А, по адсорбции уксусной кислоты она значительно ниже, особенно, для угля марки МеКС 900, что, вероятно, объясняется их «нейтральными», а не «щелочными» свойствами [25].

Проведены исследования по обработке сортировок новыми угольными адсорбентами, разработанными ОАО «ЭНПО «Неорганика (г. Электросталь, Московская обл.).

Данное предприятие является единственным научным центром Российской Федерации по разработке активных углей для любых типов адсорбционных технологий.

О значимости разработок ОАО «ЭНПО «Неорганика» применительно к водочному производству говорит факт использования уже на двенадцати заводах отрасли активного угля названием ВСК [25].

Зерненные активные угли для обрабатывания сортировок должны обладать:

- губчатой структурой, обеспечивающей извлечение из сортировки органических примесей, ухудшающих дегустационные свойства водок;

- необходимый объем пор с определенным сочетанием показателей размера микропор и состава поверхностных оксидов, способствующих изменению качественно-количественного соотношения органических примесей;

- малой зольностью с наименьшим содержанием водорастворимой золы, пропускающей большую альдегидообразующую способность адсорбента;

- высокой механической прочностью.

Последний показатель служит значительной причиной внимания производителей водки к активным углям новейших марок.

Низкая механическая крепость традиционно используемого для обработки сортировки активного угля подвергает к двум негативным последствиям:

- из-за износа его зерен при транспортировании и загрузке существенно возрастает время подготовки угольных колонок к работе;

- такой уголь можно использовать лишь однократно, так как при его регенерации происходит значительное разрушение гранул.

Однако плотный кокосовый уголь имеет высокий удельный объем микропор ($0,20 \text{ см}^3 / \text{см}^3$), чем у БАУ-А ($0,05 \text{ см}^3 / \text{см}^3$), следовательно, обработка сортировки будет производиться с большей скоростью.

Проводились лабораторные исследования по влиянию кокосового активного угля марки БАУ-А на водки, произведенные на разных предприятиях.

В последние годы на Опытном заводе ОАО «ЭНПО «Неорганика» освоено производство активных углей на основе полимерного сырья с высокой прочностью, низким содержанием золы и развитым объемом сорбирующих пор.

Активный уголь сферической формы ФАС уже нашел широкое применение в различных областях.

Сам фурфурол как исходное сырье изготавливают путем сернокислотного гидролиза растительных остатков сельскохозяйственных структур (кукурузной кочерыжки, лузги подсолнечника, хлопкового лигнина и т. д.).

Активный уголь ФАД (фурфурольный активный дробленый) изготавливается из фурфуrolа по аналогичной с ФАС технологии с тем лишь отличием, что он имеет дробленую, а не сферическую, как ФАС форму.

Активный уголь ПФТ (полимерный фенолформальдегидный текстолитовый) изготавливается на основе текстолита с хлопковой тканью в качестве наполнителя.

После проведения процесса активации он обеззоливается соляной кислотой с последующей отмывкой водой

Новый шаг в развитии технологии производства водок могут дать активные угли на основе соломы зерновых культур: пшеницы, ржи, ячменя.

Такие активные угли получают классическим методом парогазовой активации, измельченной на куски 3-5 см и спрессованной в брикеты соломы.

В лабораторных условиях проводили фильтрацию водно-спиртовой смеси через угли марки МеКС, ВСК, ФАС, ФАД, ПФТ.

По результатам исследований видно, что после обработки углями марки МеКС щелочность повышалась на величину 0,5-0,9 см³ и величина рН на 2,0 (наибольшее повышение отмечено для угля МеКС 900), но снижалось содержание сульфатов, хлоридов и силикатов.

Отмечено увеличение содержания уксусного альдегида на 1,9-1,95 мг/дм³ в 1 дм³ безводного спирта.

В сортировке после фильтрации увеличивалась окисляемость. Разность в дегустационной оценке составила 0,03 балла, что свидетельствует об эффективности обработки углями серии МеКС.

По результатам фильтрования сортировки через уголь ВСК повышалась величина щелочности, а величина рН понижалась на 0,02. Снижалось содержание сульфатов, хлоридов и силикатов.

Отмечено увеличение содержания уксусного альдегида.

В сортировке после фильтрования увеличивалась окисляемость. Дегустационная оценка стала немного выше, что свидетельствует об эффективности обработки углями серии ВСК [25].

Исследования по обработке сорбентами ФАС и ФАД показали, что величина рН повышалась на 1,0, незначительно увеличилась щелочность, массовая концентрация сульфатов, силикатов и хлоридов не изменилась.

После фильтрования через адсорбент ПФТ, имеющий «кислые» свойства, в сортировке появилась кислотность, величина рН снижалась на 4,4; содержание хлоридов возросло в 13,7 раза, что, вероятно, объясняется присутствием в адсорбенте соляной кислоты [25].

Лучшие результаты отмечены для сортировки, профильтрованной на адсорбенте ФАС, которая и получила наибольшую органолептическую оценку.

Таким образом, проведенные исследования показали эффективность обработки углями серии МеКС (Болгария), приготовленными на основе косточек абрикоса и персика (улучшение органических показателей и возрастание окисляемости) [25].

Испытания, проведенные на ряде заводов отрасли по обработке сортировок активным углем марки ВСК, показали перспективность его использования, поскольку примерно в 2,5 раза увеличился объем профильтрованной сортировки по сравнению с углем БАУ-А и в большинстве случаев улучшились органолептические показатели [25].

Водки, обработанные активным углем марки ВСК, как по классической, так и по периодической схеме, по физико-химическим показателям соответствовали ГОСТ 12712-2013 «Водки и водки особые. Общие технические условия».

Обработка водно-спиртовой смеси активными углями на основе полимерного сырья с высокой прочностью, низким содержанием золы и развитым объемом сорбирующих пор показала эффективность их использования.

Эффективность обработки подтвердилась снижением величины оптической плотности и повышением окисляемости, что свидетельствует об удалении из растворов органических микропримесей.

Лучшие результаты отмечены для сортировки, профильтрованной на фурфурольном активном сферическом адсорбенте, получившей наибольшую органолептическую оценку.

Тем самым, при обработке сортировки нужно сделать правильный выбор активного угля для бесперебойной и стабильной работы завода и выпуска качественной водки.

Такой выбор должен оправдывать затраты на производство с точки зрения экономики. В данном проекте выбрано использование угля марки БАУ-А, как очень зарекомендовавшего себя активного угля для обработки сортировок.

В сортировке после фильтрования увеличивалась окисляемость. Разность в дегустационной оценке составила 0,03 балла, что свидетельствует об эффективности обработки углями серии МеКС.

По результатам фильтрования сортировки через уголь ВСК повышалась величина щелочности, а величина рН понижалась на 0,02. Снижалось содержание сульфатов, хлоридов и силикатов.

Отмечено увеличение содержания уксусного альдегида.

В сортировке после фильтрования увеличивалась окисляемость. Дегустационная оценка стала немного выше, что свидетельствует об эффективности обработки углями серии ВСК.

Исследования по обработке сорбентами ФАС и ФАД показали, что величина рН повышалась на 1,0, незначительно увеличилась щелочность, массовая концентрация сульфатов, силикатов и хлоридов не изменилась.

После фильтрования через адсорбент ПФТ, имеющий «кислые» свойства, в сортировке появилась кислотность, величина рН снижалась на 4,4; содержание хлоридов возросло в 13,7 раза, что, вероятно, объясняется присутствием в адсорбенте соляной кислоты.

Лучшие результаты отмечены для сортировки, профильтрованной на адсорбенте ФАС, которая и получила наибольшую органолептическую оценку.

Таким образом, проведенные исследования показали эффективность обработки углями серии МеКС (Болгария), приготовленными на основе косточек абрикоса и персика (улучшение органических показателей и возрастание окисляемости).

Испытания, проведенные на ряде заводов отрасли по обработке сортировок активным углем марки ВСК, показали перспективность его использования, поскольку примерно в 2,5 раза увеличился объем профильтрованной сортировки по сравнению с углем БАУ-А и в большинстве случаев улучшились органолептические показатели [25].

В связи с получением активных углей, для обработки водно-спиртовой жидкости, не соответствующих требованиям для бесперебойной работы, поиск новых современных адсорбентов с целью интенсификации технологии производства водок и повышения качества готовой продукции весьма актуален.

Вывод: систему управления данного объекта необходимо разрабатывать на основе принципов инновационных технологий, противопожарных мероприятий, выявлены следующие недостатки:

- в помещении спиртохранилища с двумя резервуарами по 3000 дал площадь легкобрасываемых конструкций не соответствует требованиям нормативных документов;

- отсутствует противопожарная дверь с доводчиком между помещением 1 и помещением 2;

- система автоматической пожарной сигнализации помещения корпуса литеры А3;

- компрессорная не соответствует требованиям нормативных документов;

- система аварийного слива не соответствует требованиям нормативных документов.

2 Исследование и внедрение системы организационно-технических приемов по уменьшению пожарной опасности на Златоустовском ЛВЗ

2.1 Критерии оценки состояния системы пожарной безопасности на Златоустовском ЛВЗ

В таблице 5 представлены проверки соответствия корпуса литеры АЗ.

Таблица 5 - Таблица проверки соответствия корпуса литеры АЗ

Что проверяется	Принято в проекте	Требуется по нормам	Ссылка на нормативный документ	Вывод
Степень огнестойкости	I	I,II	Табл.5, СНИП 31-03-2001	Соответствует
Класс конструктивной пожарной опасности	C0	C0	Табл.5, СНИП 31-03-2001	Соответствует
Площадь этажа в пределах пожарного отсека	911,5 м ²	Не огран.	Табл.5, СНИП 31-03-2001	Соответствует
Высота здания	8,25 м	36 м	Табл.5, СНИП 31-03-2001	Соответствует

В таблице 6 представлены проверки соответствия установками пожарной автоматики.

Таблица 6 - Таблица проверки соответствия установками пожарной автоматики

Помещение	Площадь (объем) помещения	Категория помещения	Тип предус. установки АПЗ	Требуется по нормам	Вывод о соответствии
Помещение спиртохранилища	568,8 м ³	А	АУПТ	АУПТ	Соответствует
Помещение спиртоприёмного отделения	247,8 м ³	А	АУПТ	АУПТ	Соответствует
Помещения квасного цеха	273,6 м ²	ВЗ	АУПС	АУПС	Соответствует
Складское помещение	277,2 м ³	Д	Отсутствует	Не требуется	Соответствует
Помещения компрессорной	28м ²	ВЗ	Отсутствует	АУПС	Не соответствует

В таблице 7 представлены проверки соответствия вентиляции.

Таблица 7 - Таблица проверки соответствия вентиляции

Помещение	Площадь (объем) помещения	Категория помещения	Тип предус. вентиляции	Требуется по нормам	Вывод о соответствии
Помещение спиртохранилища	568,8 м ³	А	приточно-вытяжная	приточно-вытяжная	Соответствует
Помещение спиртоприёмного отделения	247,8 м ³	А	приточно-вытяжная	приточно-вытяжная	Соответствует

Пожарная опасность этилового спирта [32].

- легковоспламеняющаяся бесцветная жидкость;
- давление насыщенного пара, кПа: $\lg p = 7.81158 - 1918.508 / (252.125 + t)$ при температуре от -31 до 78°C;
- теплота сгорания - 1408 кДж/моль;
- теплота образования - 239,4 кДж/моль;
- температура вспышки 13°C (в закрытом тигле), 16°C (в открытом тигле);
- температура воспламенения 18°C; температура самовоспламенения 400°C;
- концентрационные пределы распространения пламени 3,6 - 17,7 % объема;
- температурные пределы распространения пламени: нижний 11°C, верхний 41°C;
- наименьшая флегматизирующая концентрация, процент объема: CO₂ - 29.5, H₂O - 35.7, N₂ - 46;
- наибольшее давление взрыва 593 кПа;
- максимальная скорость возрастания давления 15,8 МПа/с;
- скорость выгорания 0,037 кг/(м²/с);
- максимальная нормальная скорость распространения пламени - 0,556 м/с;
- минимальная энергия зажигания - 0,246 МДж;
- минимальное взрывоопасное содержание кислорода 11,1% объема.

В таблице 8 представлены характеристики спиртосодержащих жидкостей.

Таблица 8 - Характеристики спиртосодержащих жидкостей

Наименование жидкостей	Крепость % об.	Температура, °С			Температурные пределы воспламенения паров		Группа горючести по ОСТ 78 2-73	Основание для определения показателей (справочник П ч. 1990 г. протокол испытаний ПТС)**
		вспышки	воспламенение	самовоспламенение	нижний (НТП °С)	верхний (ВТП °С)		
1. Спирт этиловый	96,2	13/11,5*	14	467	12	36	ЛВЖ	Пр. от 20.5.74 № 25/9/436

2.2 Методы разработки организационно-технических приемов по уменьшению пожарной опасности на Златоустовском ЛВЗ

Определяем давление насыщенных паров:

$$P_n = 0,133 \cdot 10^5 \cdot \exp \left(- \left(\frac{B}{t_{жс}} + C_A \right) \right), \quad (2.1)$$

где P_n - давление насыщенных паров, кПа;

$t_{жс} = 27^\circ\text{C}$ - рабочая температура;

Константы уравнения Антуана: $A = 8.22777$;

$B = 1660.454$;

$C_A = 245.818$.

$$P_n = 20,13 \text{ кПа}$$

$$\phi_{раб} = P_n / P_o = 20,13 / 101,3 = 0,199 \quad (2.2)$$

$$0,40 > 0,199$$

Вероятные причины повреждения технологического оборудования описаны в таблице 9.

Таблица 9 - Возможные причины повреждений

Причины повреждения технологического оборудования	Наименование оборудования										
	Вентилаторный центральный	Подогреватель	Адсорбер угольный	Линия выброса воздуха	Линия подвода пара	Конденсатор кожухотрубчатый	Сепаратор-отстойник	Насос растворителя	Ёмкость для растворителя	Адсорбер угольный	Линия подача ПВС
Гидравлические удары	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-
Опасные вибрации	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
Нарушение материального баланса	-	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+
Коррозия	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Появление температурных напряжений стенок аппарата	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+

Разбор причин проявления источников зажигания, как от открытого огня и нагретых поверхностей, так и искр, и раскаленных продуктов сгорания указаны в таблице 10.

Таблица 10 - Источники зажигания в горючей среде

Источник зажигания	номер на схеме /Технологическое оборудование										
	Вентилятор	Подогреватель	Адсорбер угольный	Линия выброса	Линия подачи	Конденсатор	Сепаратор	Насос растворителя	Ёмкость для	Адсорбер угольный	Линия подачи ПВС
От открытого огня, искр и нагретых поверхностей											
сварочные и другие огневые ремонтные работы	-	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+
От теплового проявления механической энергии											
перегрев подшипников	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
при появлении искр механического происхождения, высекаемых при ударах подвижных частей об их неподвижные части	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
при применении искрообразующего инструмента в период проведения ремонтных работ	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+
От теплового появления химической энергии											
Теплота хим. реакций	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-
От теплового появления электрической энергии											
перегрузка электрических сетей	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
переходные сопротивления в местах плохого контакта соединения проводов и кабелей	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
разряды статического электричества	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
разряды атмосферного электричества	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-

Определение вероятности распространения пожара в технологическом процессе.

Определение пожароопасной категории помещения спиртохранилища.

Определение количества вещества, попавшего в помещение.

$$m = (V_a \cdot \varepsilon + q_n \cdot \tau + 1_{II} \cdot \pi + 10 \cdot \pi) \cdot \rho_{ж}, \quad (2.3)$$

$$m = (0,84 \cdot 1,08 + 3,6 \cdot 300 + 14,4 \cdot 3,14 \cdot 0,032 / 4 + 12 \cdot 3,14 \cdot 0,0482 / 4) \cdot 868,5 = 938795,58$$

Устанавливаем площадь разлива:

$$F_p = m / \rho_{ж} \cdot 1000, \quad (2.4)$$

$$F_p = 938795,598 / 868,5 \cdot 1000 = 1080939,08 \text{ м}^2$$

Принимаем $S_p = S_{ном} = 116,35 \text{ м}^2$

Устанавливаем площадь испарения:

$$S_{исп} = S_{ном} = 116,35 \text{ м}^2$$

Установим интенсивность испарения:

$$W = 10 - 6 \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_p \quad (2.5)$$

где P_p - плотность нагретых паров.

$$P_s = 0,133 \cdot 10 = 10,4573 \text{ кПа} \quad (2.6)$$

Для определения η находим скорость движения воздуха в помещении:

$$U = AB \cdot L / 3600 , \quad (2.7)$$

$$U = 4,8 \cdot 12 / 3600 = 0,016 \text{ м/с}$$

Узнаем $\eta = 1,0$:

$$W = 10 - 6 \cdot 1 \cdot \sqrt{78,11 \cdot 10,4573} = 0,000092 \text{ кг/см}^2$$

Установим время совершенного испарения ЛВЖ:

$$938795,589 / 0,000092 \cdot 100,8 = 1028593427947,83 \text{ см}^2 \quad (2.8)$$

Установим расчетное время испарения: > 3600 с, потому получаем $= 3600$ с.

Установим массу ЛВЖ, улетучившуюся с поверхности разлива:

$$m_{uf} = W \cdot F = 0,000092 \cdot 100,8 \cdot 3600 = 33,38496 \text{ кг} \quad (2.9)$$

Установим массу испарения жидкости с учетом функционирующей вентиляции:

$$m^* = m_{uf} / (1 + (AB / 3600)), \quad (2.10)$$

$$m^* = 33,38496 / (1 + (4,8 \cdot 3600 / 3600)) = 5,756 \text{ кг}$$

Установим посредственную рабочую концентрацию вещества в помещении:

$$J_p = 100 \cdot m^* / (p_m \cdot V_{CB}), \quad (2.11)$$

$$J_p = 100 \cdot 5,756 / (3,31424 \cdot 483,84) = 0,35895$$

Коэффициент паров спирта в распаде 0,3.

Установим избыточное давление взрыва:

$$J^{CT} 100 / (1 + 4,84 \cdot \beta), \quad (2.12)$$

$$J^{CT} 100 / (1 + 4,84 \cdot 4) = 4,91$$

Предоставленное помещение причисляется к категории А.

Вывод: разработанные организационно-технические приемы по уменьшению пожарной опасности на Златоустовском ЛВЗ позволяют повысить пожарную безопасность объекта в соответствии с требованиями нормативных документов.

Согласно проведенного анализа противопожарных мероприятий в помещении спиртохранилища с двумя резервуарами по 3000 дал площадь легкобрасываемых конструкций не соответствует требованиям нормативных документов [25].

Исходя из расчетов, проведенных в п 3.2. дипломной работы, установил, что фактическая площадь легкобрасываемых конструкций в помещении 2 спиртохранилища меньше требуемой площади на 0,89 м.

Для устранения данного недостатка предлагаю увеличить ширину четырёх оконных проёмов на 30 мм.

Согласно проведённого анализа соответствия нормативным документам выявил, что между помещением 1 и помещением 2 отсутствует противопожарная дверь с доводчиком.

Требуется установить противопожарную дверь с пределом огнестойкости EI60 между помещениями спиртохранилища. Предлагаемая мною дверь фирмы НПО «Импульс» [32].

Согласно проведенного анализа обеспечения аварийными установками пожарной автоматики выявлено несоответствие требованиям нормативных документов, а именно в помещении корпуса литера А3 - компрессорная отсутствует система автоматической пожарной сигнализации.

Согласно СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические» производственные помещения категории В3 должны обеспечиваться автоматической установкой пожарной сигнализации.

Исходя из технологического процесса, выбираем тепловые точечные пожарные извещатели ИП-101-1А-А3 фирмы «Сибирский арсенал» в количестве 4-х штук.

Ручные пожарные извещатели ИПР-3СУМ фирмы «Сибирский арсенал» в количестве 2-х штук.

Приёмно-контрольный прибор фирмы «Кварц» совместимый с данными извещателями.

Одношлейфный приемно-контрольный прибор "Кварц" используется для автономной и централизованной охраны. Прибор может работать в качестве охранной или пожарной сигнализации, с токопотребляющими извещателями с напряжением питания 10-25 В. Для питания извещателей есть отдельный выход 12 В, защищённый от короткого замыкания. Извещения на пульт центральной охраны (ПЦН) передаются по двум линиям [32].

Для выполнения мероприятий, связанных с аварийным сливом, потребуется 2 резервуара РГСР-100 м³ фирмы «Жилкомснаб».

Исходя из проведённого анализа соответствия требованиям нормативных документов, установил, что на производстве отсутствует система аварийного слива при пожаре.

Предлагаю выполнить систему аварийного слива в подземные горизонтальные резервуары, слив будет осуществляться путём подачи негорючего инертного газа в объёмы резервуаров со спиртом, что позволит ускорить процесс аварийного слива, а также поможет флегматезировать взрывоопасную среду внутри резервуаров, в качестве инертного газа предлагаю использовать диоксид углерода, слив будет производиться в подземные горизонтальные резервуары общим объёмом 200 м³ [32].

Диоксид углерода (углекислый газ, двуокись углерода, оксид углерода (IV), угольный ангидрид) - прозрачный газ (в оптимальных условиях), без запаха, со немного кислым вкусом.

Для выполнения мероприятий, связанных с аварийным сливом, потребуется 2 резервуара РГСП-100 м³ фирмы «Жилкомснаб».

3 Опытнo-экспериментальная апробация организационно-технических приемов по уменьшению пожарной опасности на Златоустовском ЛВЗ

Мероприятия по устранению замечаний, связанных с нарушением площади легкобрасываемых конструкций.

Согласно проведенного анализа противопожарных мероприятий в помещении спиртохранилища с двумя резервуарами по 3000 дал площадь легкобрасываемых конструкций не соответствует требованиям нормативных документов.

Исходя из расчетов дипломной работы, установил, что фактическая площадь легкобрасываемых конструкций в помещении 2 спиртохранилища меньше требуемой площади на 0,89 м.

Для устранения данного недостатка предлагаю увеличить ширину четырёх оконных проёмов на 30 мм.

Объем спиртохранилища ($V = 6$ тыс. дал):

$$V = 7,3 \cdot 5,7 \cdot 6 = 247,8 \text{ м}^2$$

Площадь легкобрасываемых конструкций требуемая: условие выполняется [24].

Мероприятия по устранению замечаний связанных с нарушением объемно-планировочных решений.

Согласно проведённого анализа соответствия нормативным документам выявил, что между помещением 1 и помещением 2 отсутствует противопожарная дверь с доводчиком.

Требуется установить противопожарную дверь с пределом огнестойкости EI60 между помещениями спиртохранилища. Предлагаемая мною дверь фирмы НПО «Импульс»:



Рисунок 2 - Противопожарная дверь с пределом огнестойкости EI60

Технические характеристики:

Предел огнестойкости, минуты - 60;

Инерционность срабатывания, сек., не более - 15;

Усилие открывания двери в начальный период, кгс, не более - 30;

Тип привода закрывания - местный;

Тип привода открывания - ручной.

Мероприятия по устранению замечаний связанных с нарушением требований к системе аварийной пожарной сигнализации.

Согласно проведенного анализа обеспечения аварийными установками пожарной автоматики выявлено несоответствие требованиям нормативных документов, а именно в помещении корпуса литера А3 - компрессорная отсутствует система автоматической пожарной сигнализации.

Согласно СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические» производственные помещения категории В3 должны обеспечиваться автоматической установкой пожарной сигнализации [32].

Исходя из технологического процесса, выбираем тепловые точечные пожарные извещатели ИП-101-1А-А3 фирмы «Сибирский арсенал» в количестве 4-х штук [37].



Рисунок 3 - Тепловой точечный пожарный извещатель ИП-101-1А-А3

В таблице 11 приведены технические характеристики теплового точечного пожарного извещателя ИП-101-1А-А3 [41].

Таблица 11 - технические характеристики теплового точечного пожарного извещателя ИП-101-1А-А3

Технические характеристики	ИП101-1А-А3
Полярность питающего напряжения	произвольная
Номинальная температура срабатывания	+64...+76 °С
Время срабатывания при повышении температуры со скоростью 3 °С/мин*	770 ±190 с
Интервал между измерениями температуры	6...8 с
Время возврата в дежурный режим после снятия напряжения питания, не менее	2 с
Напряжение питания шлейфа	10...25 В
Допустимый ток замыкания шлейфа в беспокойном режиме, не >	20 мА
Допустимый ток в дежурном режиме, не >	85 мкА
Остаточное напряжение в режиме "Пожар" (между клеммами 1 и 2), не более	8,5 В
Степень защиты оболочки	IP30
Диапазон рабочих температур	минус 10...+76 °С
Средняя наработка на отказ	70000 часов
Срок службы, не менее	10 лет

Ручные пожарные извещатели ИПР-3СУМ фирмы «Сибирский арсенал» в количестве 2-х штук [39].



Рисунок 4 - Ручной пожарный извещатель ИПР-3СУМ

В таблице 12 приведены характеристики ручного пожарного извещателя ИПР-3СУМ [43].

Таблица 12 - характеристики ручного пожарного извещателя ИПР-3СУМ

Потребляемый ток в дежурном режиме, мкА, не более	100
Напряжение питания, В	9 x 28
Габаритные размеры, мм	95 x 87 x 40
Диапазон рабочих температур, °С	- 40 ...+ 55

Приёмно-контрольный прибор фирмы «Кварц» совместимый с данными извещателями.



Рисунок 5 - Приёмно-контрольный прибор фирмы «Кварц»

Одношлейфный приемно-контрольный прибор "Кварц" используется для автономной и централизованной охраны. Прибор может работать в качестве охранной или пожарной сигнализации, с токопотребляющими извещателями с напряжением питания 10-25 В. Для питания извещателей есть отдельный выход 12 В, защищённый от короткого замыкания. Извещения на пульт центральной охраны (ПЦН) передаются по двум линиям [32].

В таблице 13 представлены характеристики приёмно-контрольного прибора фирмы «Кварц» [45].

Таблица 13 - Характеристики приёмно-контрольного прибора фирмы «Кварц»

Технические характеристики	ПКП Кварц
Информационная ёмкость (количество шлейфов)	1
Информативность (количество видов извещений)	8 (9)
Количество используемых электронных ключей до	7
Начальная токовая нагрузка в шлейфах в дежурном режиме, не >	1,5 мА
Ток потребления по вводу 12 В для питания извещателей, не >	100 (150) мА
Фиксируются нарушения шлейфа продолжительностью более	70 (350) мс
Не фиксируются нарушения шлейфа продолжительностью менее	50 (250) мс
Диапазон нормальных температур	-30:+50°С
Напряжение питания от резервного источника постоянного тока	12 В
Мощность, производимая от сети, не >	8 ВА
Ток потребления от аккумулятора в дежурном режиме, не более	60 (50) мА
Номинальная ёмкость встроенного аккумулятора	1,2 Ач
Срок службы, не менее	10 лет

Мероприятия по устранению замечаний, связанных с нарушением системы аварийного слива в случае пожара или аварии.

Исходя из проведённого анализа соответствия требованиям нормативных документов, установил, что на производстве отсутствует система аварийного слива при пожаре.

Предлагаю выполнить систему аварийного слива в подземные горизонтальные резервуары, слив будет осуществляться путём подачи негорючего

инертного газа в объёмы резервуаров со спиртом, что позволит ускорить процесс аварийного слива, а также поможет флегматизировать взрывоопасную среду внутри резервуаров, в качестве инертного газа предлагаю использовать диоксид углерода, слив будет производиться в подземные горизонтальные резервуары общим объёмом 200 м³.

Диоксидуглерода (углекислый газ, двуокисьуглерода, оксидуглерода (IV), угольныйангидрид) - прозрачный газ (в оптимальных условиях), без запаха, со немного кислым вкусом.

Требуемое количество 40-литровых баллонов CO₂ [51].

Углекислота (по ГОСТ 8050-85 «Двуокись углерода газообразная и жидкая») применяется как защитный газ для электросварочных работ.

Состав смеси: CO₂; Ar + CO₂; Ar + CO₂ + O₂. Еще производители могут маркировать ее как смесь MIX1 - MIX5.

Параметры и размеры баллонов для ацетилен можно посмотреть по ГОСТ 949-73 «Баллоны стальные малого и среднего для газов на Pp ≤ 19,7МПа».

Наиболее популярными являются баллоны объемами 5, 10 и 40 литров.

При рабочем давлении углекислоты в баллоне 14,7 МПа (150 кгс/см²) коэффициент заполнения: 0,60 кг/л; при 9,8 МПа (100 кгс/см²) - 0,29 кг/л; при 12,25 МПа (125кгс/см²) - 0,47 кг/л.

Объемный вес углекислоты в газообразном состоянии равен 1.98 кг/м³, при нормальных условиях.

Посчитаем вес углекислоты в самом распространенном баллоне в строительстве: объемом 40л с рабочим давлением 14,7 МПа (150 кгс/см²).

$$40л \cdot 0,6 = 24кг$$

Посчитаем объем углекислоты в газообразном состоянии:

$$24\text{кг} / 1,98\text{кг} / \text{м}^3 = 12,12\text{м}^3$$

Вывод (для рассматриваемого случая): 1 баллон = 40л = 24кг = 12,12м³.

Объем одного резервуара составляет 75 м³ отсюда следует что: 75 / 12,12 = 6,18. Для вытеснения этилового спирта и заполнения 3-х резервуаров потребуется 19 баллонов с двуокисью углерода. Для выполнения мероприятий, связанных с аварийным сливом, потребуется 2 резервуара РГСП-100 м³ фирмы «Жилкомснаб».

В таблице 14 представлены технические характеристики резервуара подземного горизонтального стального РГСП-100 м³ [27].

Таблица 14 - Технические характеристики резервуара подземного горизонтального стального РГСП-100 м³

Наименование параметра		РГСП-100
Рабочее давление, МПа		налив
Трудовое давление в подогревателе, МПа		0,4
Трудовая температура, °С		От 0 до 90*
Возможная наименьшая стенка резервуара, °С	Ст3пс4	Минус 40
	09Г2С-8	Минус 60
Внешний диаметр резервуара, Дв, мм		3000
Краткость резервуара, L, мм		14400
Дистанция между опорами, L1, мм		5100
Дистанция до опоры, L2, мм		3550
Краткость цилиндрической части резервуара, L3, мм		13500
Дистанция до пробки, К, L4, мм		-
Тонкость корпуса резервуара, мм		4,4
Узость резервуара, В, мм		3440
Узость опоры, В1, мм		3440
Вышина резервуара, Н, мм		4485

Продолжение таблицы 14

Вышина резервуара при перевозке, Н1, мм	3650
Площадь поверхности теплообмена, м ²	14
Выявленный срок службы, лет	10
Сейсмичность по 12 балльной шкале, балл	Не более 8
Группа резервуаров по ОСТ 26 291-94	5а

Применение основных огнетушащих веществ при обеспечении пожарной безопасности спиртосодержащих производств.

Правильный выбор огнетушащего вещества - задача очень непростая, но одна из самых главных при проектировании установок автоматического пожаротушения. При выборе огнетушащего вещества нужно учитывать размеры защищаемого объекта, его назначение, место, где он расположен, расчетное критическое время развития пожара, горючего вещества и т.п.

Вариантов тушения масса: вода, пена, газ, водяной пар, порошок, аэрозоль, тонкораспылённая вода, путем защиты за счет уменьшения концентрации кислорода в воздушной среде, путем нагнетания в помещение азота и т.д [32].

В действительности же, у нас в стране, традиционно предпочитают водяное пожаротушение. Ну, оно и не удивительно. Мы с детства все знаем, что огонь нужно тушить водой.

Вывод - вода, как средство тушения пожара далеко не универсальное!

Многие из этих недостатков решаются применением инновационных технологий, добавлением смачивателей для повышения проникающей способности воды, пенообразователей и т.п.

Применение пены не решает вопроса строительства капитальных инженерных сооружений. К материальному ущербу, который оказывается таким же, как и в случае применении воды, добавляется еще и проблема утилизации отходов продукта пожаротушения [32].

Широкое применение находят также газовое, аэрозольное и порошковое пожаротушение. Эти вещества могут справиться с различными типами пожаров.

Генераторы огнетушащего аэрозоля предназначены для локализации или ликвидации пожаров объёмным способом в зданиях, строениях и помещениях.

Установки газового пожаротушения предназначены для тушения объёмным способом или локального пожаротушения по объёму [1].

Установки порошкового типа по способу тушения бывают: установки пожаротушения объёмным способом; установки пожаротушения поверхностным способом; установки локального пожаротушения объёмным способом; установки локального пожаротушения поверхностным способом. Т.е. имеют более широкий круг применения [32].

В принципе, порошок - это название большого класса огнетушащих веществ. Ведь порошки бывают разного состава и как следствие разного назначения, разной огнетушащей способности, разного действия.

Безусловно, порошок - эффективное и универсальное средство тушения, способное сбить пламя в течение нескольких секунд.

Действие огнетушащих порошков на пламя заключается в торможении (ингибировании) цепных реакций горения. Однако порошок не обладает высокими охлаждающими свойствами.

Его применение при тушении резервуаров с ЛВЖ и ГЖ целесообразно совместно с водяными установками, которые будут использоваться для охлаждения ёмкостей с ЛВЖ и ГЖ [32].

Выбор типа установки - вопрос очень непростой. Когда доходит дело до его осуществления, нужно руководствоваться требованиями нормативных документов, мнением специалистов и, разумеется, здравым рассудком.

К сожалению, универсальных средств пожаротушения не существует.

Нужно учитывать не только разовые, но и эксплуатационные затраты на создание систем пожаротушения, а также возможности и надежность систем. Давно известно, что скупой платит дважды.

Попробуем разобраться на реальном примере производства спиртосодержащих продуктов - коньяков, ликероводочных изделий.

Количество заводов по производству спиртосодержащих продуктов достаточно весомо, мы все-таки аграрно-промышленная страна. Ну и любим эти самые спиртосодержащие продукты употреблять, так сказать, для аппетита.

Этиловый и коньячный спирты, а также коньяки, ликероводочные изделия и другие спиртосодержащие растворы относятся к горючим и легковоспламеняющимся жидкостям и имеют специфические особенности и характеристики взрывопожароопасности [32].

Нормативных документов, норм, правил, стандартов по этой причине достаточно много.

В производственных зданиях и помещениях, в зависимости от имеющихся горючих веществ и материалов и возможных вариантов развития пожара, рекомендуется применять воздушно-механическую пену, огнетушащие порошки, инертные газы и хладоны [32].

Для получения пены рекомендуется применять давно снятый с производства пенообразователь «ПО-1С», рекомендуется также огнетушащий порошок «ПСБ-3», который, насколько нам известно, сейчас не производится [32].

Не секрет также, что хладоны (фреоны), широко применявшиеся 20-30 лет назад, оказались озоноразрушающими [28].

В настоящее время оборудование (в том числе противопожарное) большинства этих предприятий существенно изношено.

Финансирование противопожарных мероприятий ограничено.

По этим причинам как технологическое оборудование, так и резервуары для хранения спирта и жидкостей, которые содержат его, представляют существенную пожарную опасность.

Статистические данные о пожарах на подобных объектах говорят о том, что они случаются редко, однако могут сопровождаться многими опасными явлениями, в том числе взрывами, а их тушение связано с большими трудностями [32].

Руководствуясь при выборе здравым смыслом обеспечить пожарную безопасность можно.

Естественно, нужно учитывать объемы производства, специфику. Тонкораспыленная вода средство очень хорошее, но дорогостоящее.

Сложности тушения пеной состоят в том, что во время контакта пенных плёнок с полярной водорастворимой жидкостью происходит быстрая десорбция поверхностно-активных веществ (ПАВ), которая сопровождается активным разрушением пены.

Также пенные установки - это сложности с монтажом, тем более на предприятиях, которые проводят переоснастку систем АУПТ.

Сварочные работы на таких производствах проводить нельзя, использование быстрых соединений существенно влияет на стоимость.

Правильный выбор огнетушащего вещества - задача очень непростая, но одна из самых главных при проектировании установок автоматического пожаротушения.

При выборе огнетушащего вещества нужно учитывать размеры защищаемого объекта, его назначение, место, где он расположен, расчетное критическое время развития пожара, горючего вещества и т.п.

Вариантов тушения масса: вода, пена, газ, водяной пар, порошок, аэрозоль, тонкораспылённая вода, путем защиты за счет уменьшения концентрации кислорода в воздушной среде, путем нагнетания в помещение азота и т.д.

В действительности же, у нас в стране, традиционно предпочитают водяное пожаротушение. Ну, оно и не удивительно. Мы с детства все знаем, что огонь нужно тушить водой [32].

Вывод - вода, как средство тушения пожара далеко не универсальное!

Многие из этих недостатков решаются применением инновационных технологий, добавлением смачивателей для повышения проникающей способности воды, пенообразователей и т.п.

Применение пены не решает вопроса строительства капитальных инженерных сооружений.

К материальному ущербу, который оказывается таким же, как и в случае применении воды, добавляется еще и проблема утилизации отходов продукта пожаротушения.

Экономическое обоснование предложенных мероприятий.

Стоимость затрат на оборудование, монтаж и общестроительные работы.

Стоимость ликероводочного завода с 1 линией производства и 4-мя цехами - 123,2 млн. рублей.

Технологический процесс характеризуется повышенной пожарной опасностью, что связано с хранением и распределением этилового спирта.

Капитальные затраты на противопожарную защиту содержат расходы на:

- покупку оснастки, инструмента, инвентаря;
- строительно-монтажные работы;
- научно-исследовательские и проектно-изыскательские работы;
- другие капитальные труды и расходы.

Размеры капитальных затрат на ППЗ устанавливается путем составления сметы.

$$K_c = K_{П.З.} + K_{П.Р.} + K_{Н.Р.}, \quad (3.1)$$

$$K_c = 150720 + 586923 + 189324 = 926967 \text{ руб}$$

где $K_{П.З.}$ - истинные затраты, руб.;

$K_{Н.Р.}$ - накладные расходы, руб.;

$K_{П.Р.}$ - сметная прибыль, руб.

Истинные затраты ($K_{П.З.}$) содержат:

- заработную плату главных рабочих ($З_{П.Р.}$);
- стоимость физических ресурсов (М);
- затраты на эксплуатацию строительных машин и другие затраты, непринужденно связанные с производством некоторых видов строительного-монтажных работ ($P_{Э.М.}$).

$$K_{П.З.} = З_{П.Р.} + М + P_{Э.М.}, \quad (3.2)$$

$$K_{П.З.} = 150720 \text{ руб}$$

где $З_{П.Р.}$ - заработная плата главных рабочих, руб.;

М - расходы на сырье, материалы и т.д., руб.;

$P_{Э.М.}$ - затраты на эксплуатацию строительных машин и оборудования, руб.

$$K_{Н.Р.} = (K_{П.З.} \cdot H_{Н.Р.}) \div 100, \quad (3.3)$$

$$K_{Н.Р.} = 189324 \text{ руб}$$

где $H_{н.р.}$ - норма накладных затрат, %.

Свободная смета на ППЗ какого-нибудь объекта охватывает итоги расчетов по сметам на покупку противопожарного оборудования, монтаж оборудования и на общестроительные работы:

$$K = \eta \cdot (K_o + K_M + K_C), \quad (3.4)$$

$$K = 926967 + 150720 + 123612 = 1201299 \text{ руб}$$

где K - общая цена капитальных вкладов на ППЗ, руб.;

η - сметная цена приобретения пожарного оборудования, руб.;

K_o - сметная цена монтажа оборудования, в т.ч. пожарного, руб.;

K_M - сметная цена общестроительных работ, руб.;

K_C - коэффициент, учитывающий цену других затрат.

Расчет среднегодового ущерба.

Таблица 15 - Настоящий ущерб устанавливаем на основании динамических данных о пожарах за 4 года

Годы T_i	Число пожаров, n_i	Ущерб Y_i , руб
2017	1	1462564
2013	1	1349624
2015	2	2924271
2011	1	1623919

$$Y_{пл} = (1462544 + 1349624 + 2924271 + 1623919) \div 4 \cdot 10 = 184009_{руб} \quad (3.5)$$

где Y_i - ущерб от i -го пожара, руб.;

T_i - i -ый год.

Устанавливаем косвенный ущерб от пожара:

$$K_K = Y_{y-п.р.} + Y_{y.п.} + Y_{п.э.}, \quad (3.6)$$

$$K_K = 696000 + 1740000 + 139099,45 = 2577099,45$$

где $Y_{y-п.р.}$ - утраты от условно-постоянных расходов, которые несет ликероводочный при преходящем простое;

$Y_{y.п.}$ - упущенная прибыль из-за недоотпуска продукции за время простоя;

$Y_{п.э.}$ - потеря результативности основных капитальных вложений, отвлекаемых на восстановление основных фондов, уничтоженных и поврежденных пожаром.

Потери от условно-постоянных расходов, которые понесет фирма при простое производства, определяют следующим образом:

$$Y_{y-п.р.} = \sum_{i=1}^n Q_i C_i \tau_{пр} \cdot K_{y-п.р.}, \quad (3.7)$$

$$Y_{y-п.р.} = 12000 \cdot 14,5 \cdot 20 \cdot 0,2 = 696000 \text{ руб}$$

$$K_{y-п.р.} = 1/100 \cdot (H_{AM} + 0,5H_{3П}), \quad (3.8)$$

$$K_{y-п.р.} = 1/100 \cdot (10,4 + 6,1 + 3,7) = 0,2$$

где Q_i - производительность ликёроводочного завода;

C_i - себестоимость единицы продукции 140.5 руб.,

$\tau_{пр}$ - время простоя суток;

$\tau_{пж}$ - время пожара суток;

$\tau_{лпп}$ - время ликвидации последствий пожара, подготовку и пуск завода.

Статистика показывает, что ликёроводочный завод простаивает 120 дней, то есть $\tau_{\text{пр}} = 120$ суток;

$K_{\text{у.п.р.}}$ - коэффициент, учитывающий условно-постоянные затраты и заработную плату в себестоимости продукции;

$N_{\text{ам}}$ - процент амортизации в себестоимости продукции;

$N_{\text{зп}}$ - процент заработной платы в себестоимости продукции;

$N_{\text{пз}}$ - процент прочих затрат в себестоимости продукции.

Упущенная прибыль из-за недовыпуска продукции за время простоя ($\tau_{\text{пр}} = 120$ суток):

$$Y_{\text{в.п.}} = \sum_{i=1}^n Q_i C_i \tau_{\text{пр}} \cdot (R/100), \quad (3.9)$$

$$Y_{\text{в.п.}} = 12000 \cdot 14,5 \cdot 20 \cdot (50/100) = 1740000 \text{ руб}$$

где R_c - рентабельность продукции в процентах к ее себестоимости;

$R_c = 50\%$;

C_i - себестоимость единицы продукции 140,5 руб.;

$\tau_{\text{пр}}$ - время простоя суток; Q_i - производительность ликёро-водочного завода.

Потери эффективности дополнительных капитальных вложений, отвлекаемых на восстановление уничтоженных пожаром основных фондов, определяем исходя из их степени повреждения:

$$Y_{\text{п.э.}} = E_H^{\text{II}} K_{\text{СК}} + E_H^{\text{A}} K_{\text{ОБ}}, \quad (3.10)$$

$$Y_{\text{п.э.}} = 0,12 \cdot 254430 + 0,15 \cdot 723783 = 139099,45 \text{ руб}$$

где $E_H^П, E_H^A$ - соответственно нормативные коэффициенты экономической эффективности капитальных вложений в пассивные и активные фонды;

$$E_H^П = 0,12 \text{ 1/год};$$

$$E_H^A = 0,15 \text{ 1/год};$$

$K_{ск}, K_{об}$ - соответственно средние значения ущерба от одного пожара по строительным конструкциям и оборудованию, руб.

Из анализа значений прямого ущерба установлено, что средний ущерб от одного пожара по строительным конструкциям составляет 254430 рублей, а по оборудованию 7360376 рублей.

Число пожаров за четыре года равно 5.

Отсюда следует, что в год в среднем происходит 1 пожар, т.е. частота (вероятность) пожара будет равна:

$$\lambda_{П} = n / N = 1 / 20 = 0,1, \quad (3.11)$$

$$\lambda_{П} = 1 / 20 = 0,1$$

где N - число однородных объектов; n - среднее количество пожаров в год на однородных объектах.

Тогда среднегодовой ущерб составит:

$$Y_{\kappa} = Y_{\kappa}^1 \cdot \lambda_{П} = 2577099,45 \cdot 0,1 = 257709,945 \text{ руб}, \quad (3.12)$$

$$Y_{\kappa} = 2577099,45 \cdot 0,1 = 257709,945 \text{ руб}$$

Общий среднегодовой ущерб составит:

$$Y_{cp} = Y_{пл} + Y_{к}^1 = 184009 + 2577090,945 = 3216160,545 \text{ руб} , \quad (3.13)$$

$$Y_{cp} = 184009 + 2577090,945 = 3216160,545 \text{ руб}$$

Вывод: Предложенные организационно-технические приемы позволяют снизить пожарную опасность производственных процессов на предприятии пищевой промышленности Златоустовский ЛВЗ.

По этим причинам как технологическое оборудование, так и резервуары для хранения спирта и жидкостей, которые содержат его, представляют существенную пожарную опасность [25].

Статистические данные о пожарах на подобных объектах говорят о том, что они случаются редко, однако могут сопровождаться многими опасными явлениями, в том числе взрывами, а их тушение связано с большими трудностями.

Руководствуясь при выборе здравым смыслом обеспечить пожарную безопасность можно.

Естественно, нужно учитывать объемы производства, специфику. Тонкораспыленная вода средство очень хорошее, но дорогостоящее.

Сложности тушения пеной состоят в том, что во время контакта пенных плёнок с полярной водорастворимой жидкостью происходит быстрая десорбция поверхностно-активных веществ (ПАВ), которая сопровождается активным разрушением пены [32].

Также пенные установки - это сложности с монтажом, тем более на предприятиях, которые проводят переоснастку систем АУПТ.

Сварочные работы на таких производствах проводить нельзя, использование быстрых соединений существенно влияет на стоимость.

Правильный выбор огнетушащего вещества - задача очень непростая, но одна из самых главных при проектировании установок автоматического пожаротушения.

При выборе огнетушащего вещества нужно учитывать размеры защищаемого объекта, его назначение, место, где он расположен, расчетное критическое время развития пожара, горючего вещества и т.п.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ряд процессов производства спирта пожаро - и взрывоопасны:

- перегонка бражки;
- ректификация;
- хранение спирта;
- процессы хранения зерновых культур;
- сушения дрожжей.

Эти процессы и определяют повышенную пожарную и техногенную опасность спиртовых заводов, где много причин и условий для возникновения и развития пожаров и аварий [25].

Таким образом, на объекте возможны аварии, связанные со взрывом емкостей со спиртом, разливом спирта или водочных изделий в помещении и на открытой площадке.

Такие аварии могут сопровождаться загазованностью территории, взрывом, пожаром.

Анализ опасностей технологического объекта состоял из исследования опасности и опасных ситуаций относительно определенных технологических блоков, анализа и оценки последствий аварий.

Для выбранных опасных событий проводилась качественная и количественная оценка возможных последствий.

Пожаровзрывоопасные свойства этилового спирта обуславливают существование взрывоопасной паровоздушной смеси в оборудовании со спиртом.

Установлено, что, согласно проекту, все емкости спиртохранилища и производства связаны между собой системой «дыхание».

Но на линиях этой системы не установлена огнезащита, роль которой - задержать пламя, если оно возникнет, в пределах определенного участка.

Такое положение опасно тем, что, если в какой-нибудь емкости или на участке трубопровода возникнет пламя, оно распространится по всему оборудованию и трубопроводам, которые содержат взрывоопасную паровоздушную смесь [31].

Никакое оборудование спиртохранилища и производства не рассчитаны на давление, соответствующее давлению взрыва. Поэтому вероятность разрушения оборудования в таком случае очень высока.

Разлив спирта на большой площади содействует возникновению взрывоопасной зоны, дальность распространения которой при некоторых условиях может достигать 40 м, свободный разлив такой жидкости может привести к тяжелым последствиям.

В целом, параметры технологического процесса и производственных операций, которые выполняются на ликероводочном заводе, оснащение контрольно-измерительными приборами, системами предотвращения возникновения аварийных ситуаций, системами противоаварийной защиты содействуют созданию безопасных условий работы [31].

Рассмотренные в ходе анализа виды аварий могут быть вызваны, в первую очередь, отказом контрольно-измерительных приборов, систем защиты и системы управления процессом, или ошибочными действиями персонала.

Задачи, поставленные в диссертационной работе, выполнены в полном объеме.

Цель диссертационной работы достигнута.

В ходе диссертационной работы был проведен:

- анализ пожарной опасности технологического процесса Златоустовского ликёроводочного завода;
- анализ соответствия нормативным документам;

- расчетное определение категории взрывопожароопасного помещения;
- расчетное обоснование мероприятий, направленных на обеспечение пожарной безопасности технологического процесса Златоустовского ликёроводочного завода.

Были выявлены нарушения требований пожарной безопасности.

Для приведения объекта в соответствие требований пожарной безопасности были предложены пожарно-технические мероприятия, такие как:

- установка автоматической установки пожарной сигнализации;
- расширение оконных проёмов для увеличения площади легкобрасываемых конструкций;
- установка противопожарной двери для разделения на 2 пожарных отсека;
- проектирование системы аварийного слива при пожаре.

Из анализа эффективности пожарной опасности предложенных мероприятий, видна их эффективность и целесообразность.

Экономический эффект предлагаемых мероприятий за 10 лет составит 124,5 млн. руб.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2001 № 197 (ред. от 05.02.2018). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ (дата обращения: 12.03.2018).
- 2 Федеральный закон "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.07.1997 № 116 (ред. от 07.03.2017, с изм. от 25.03.2017). URL: http://www.consultant.ru/document/Cons_doc_LAW_15234/ (дата обращения: 15.03.2018).
- 3 Федеральный закон "О техническом регулировании" [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 27.12.2002 № 184 (ред. от 29.07.2017). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241/ (дата обращения: 11.04.2018).
- 4 Приказ Ростехнадзора "Об утверждении Порядка проведения технического расследования причин аварий и инцидентов на объектах, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору" [Электронный ресурс] : Приказ Ростехнадзора от 23.04.2008 № 261. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77213/ (дата обращения: 07.03.2018).
- 5 Приказ Госгортехнадзора РФ "Об утверждении и введении в действие "Методических рекомендаций по классификации аварий и инцидентов на опасных производственных объектах металлургических и коксохимических производств" [Электронный ресурс] : Приказ Госгортехнадзора РФ от 30.05.2001 № 73. URL:

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_239750/ (дата обращения: 05.03.2018).

- 6 Приказ Госгортехнадзора РФ "Об утверждении и введении в действие Методических рекомендаций по организации производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах" [Электронный ресурс] : Приказ Госгортехнадзора РФ от 26.04.2000 № 49 (ред. от 09.02.2004). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_27287/ (дата обращения: 03.02.2018).
- 7 Постановление Правительства РФ "Об организации и осуществлении производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте" [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 10.03.1999 № 263 (ред. от 10.12.2016). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22260/ (дата обращения: 13.04.2018).
- 8 Постановление Минтруда России "Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций" [Электронный ресурс] : Постановление Минтруда России от 13.01.2003 № 1/29 (ред. от 30.11.2016). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40987/ (дата обращения: 26.03.2018).
- 9 Постановление Госгортехнадзора РФ "Об утверждении Общих правил взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств" [Электронный ресурс] : Постановление Госгортехнадзора РФ от 05.05.2003 № 29. URL:

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_42332/ (дата обращения: 14.02.2018).

10 Постановление Госгортехнадзора РФ "Об утверждении "Методических указаний по проведению анализа риска опасных производственных объектов" [Электронный ресурс] : Постановление Госгортехнадзора РФ от 10.07.2001 № 30. URL:

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33271/ (дата обращения: 01.03.2018).

11 Постановление Госгортехнадзора РФ "Об утверждении правил промышленной безопасности нефтебаз и складов нефтепродуктов" [Электронный ресурс] : Постановление Госгортехнадзора РФ от 20.05.2003 № 33 Режим доступа

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_42669/ (дата обращения: 11.02.2018).

12 Постановление Госгортехнадзора РФ "Об утверждении "Общих правил безопасности для металлургических и коксохимических предприятий и производств" [Электронный ресурс] : Постановление Госгортехнадзора РФ от 21.06.2002 № 35. URL:

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_38709/ (дата обращения: 15.04.2018).

13 Постановление Госгортехнадзора РФ "Об утверждении общих правил промышленной безопасности для организаций, осуществляющих деятельность в области промышленной безопасности опасных производственных объектов" [Электронный ресурс] : Постановление Госгортехнадзора РФ от 18.10.2002 N 61-А (ред. от 14.11.2013). URL:

- http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_39826/ (дата обращения: 22.02.2018).
- 14 Межотраслевые правила по охране труда при газоплазменной обработке материалов [Электронный ресурс] : ПОТ Р М-023-2002 от 01.10.2002. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_38460/ (дата обращения: 26.01.2018).
- 15 Межотраслевые правила по охране труда при производстве ацетилена, кислорода, процессе напыления и газопламенной обработке металлов [Электронный ресурс] : ПОТ Р М-019-2002 от 01.07.2002. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_36724/ (дата обращения: 22.04.2018).
- 16 Межотраслевые правила по охране труда при нанесении металлопокрытий [Электронный ресурс] : ПОТ Р М-018-2001 от 01.10.2001. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_79764/ (дата обращения: 12.03.2018).
- 17 Межотраслевые правила по охране труда при холодной обработке металлов [Электронный ресурс] : ПОТ РМ 006-97 от 01.08.1998. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_80024/ (дата обращения: 06.02.2018).
- 18 Межотраслевые правила по охране труда при проведении работ по пайке и лужению изделий [Электронный ресурс] : Межотраслевые правила по охране труда при проведении работ по пайке и лужению изделий от 01.10.2002. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37883/ (дата обращения: 16.02.2018).
- 19 Правила по охране труда при работе с инструментом и приспособлениями, [Электронный ресурс] : Правила по охране труда при работе с инструментом

- и приспособлениями от 08.01.2016. URL:
http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_187102/ (дата обращения:
15.03.2018).
- 20 Правила по охране труда при термической обработке металлов
[Электронный ресурс] : ПОТ Р М 005-97 от 01.08.1998. URL:
http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_134802/ (дата обращения:
11.01.2018).
- 21 Правила по охране труда при выполнении кузнечно-прессовых работ
[Электронный ресурс] : ПОТ Р М-003-97 от 01.01.1998. URL:
http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_187302/ (дата обращения:
13.02.2018).
- 22 Правила по охране труда при размещении, монтаже, техническом
обслуживании и ремонте технологического оборудования [Электронный
ресурс] : Правила по охране труда при размещении, монтаже, техническом
обслуживании и ремонте технологического оборудования от 19.10.2016.
URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_125402/ (дата
обращения: 19.03.2018).
- 23 Письмо Роструда "Об ответственности работодателя за нарушения
требований охраны труда". [Электронный ресурс] : Письмо Роструда от
28.11.2016 № ПГ/31983-03-3. URL:
http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_127462/ (дата обращения:
18.02.2018).
- 24 Васильев, А.Д. Охрана и безопасность труда. [Текст] / А.Д. Васильев ; - М. :
Лаборатория книги, 2012. - 199 с.

- 25 Горбунова, Л.Н., Васильев, С.И. Основы промышленной безопасности. [Текст] : учебное пособие: в 2-х ч., Ч. 1. / Л.Н. Горбунова ; - М. : Директ-Медиа, 2012. - 502 с.
- 26 Михайлов, Ю.М. Корпоративная система охраны труда: функционирование, аттестация, сертификация, экспертиза. [Текст] : практическое пособие / Ю.М. Михайлов ; М. : Директ-Медиа, 2014. - 200 с.
- 27 Русака, О.Н. Охрана труда: организация и управление. [Текст] : Учеб. пособие / О.Н. Михайлов ; СПб. : Профессия, 2002. - 68 с.
- 28 Российская энциклопедия по охране труда. [Текст] / В 2 т. М. : НЦ ЭНАС, 2004. - 142 с.
- 29 Семехин, Ю. Г., Бондин, В. И. Безопасность жизнедеятельности. [Текст] : учебное пособие / Ю. Г. Семехин ; М. : Директ-Медиа, 2015 год. - 412 с.
- 30 Фомин, А. Д. Руководство по охране труда. [Текст] / А. Д. Фомин ; М. : НЦ ЭНАС, 2015. - 64 с.
- 31 «Дни науки» факультета социотехнических систем КНИТУ. [Текст] : сборник статей и сообщений конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Вып. 3. / М. : КНИТУ, 2014 год. - 453 с.
- 32 План тушения пожара «Златоустовский ликероводочный завод» / Златоуст, 2015 год. - 42 с.
- 33 Butler, R. J., John D. W. Claims Reporting and Risk Bearing Moral Hazard in Workers' Compensation. [Text] / R. J. Butler, D. W. John. // Journal of Risk and Insurance. 1991. - V. 58 (2) - P. 191 - 204.
- 34 Coenen, Wilfried and Karlheinz Meffert. The Preventive Approaches of the Statutory Accident Insurance System and Their Effectiveness. [Text] / Coenen, Wilfried and Karlheinz Meffert International. // Journal of Occupational Safety and Ergonomics. 1995. - V. 56 (2) - P. 72 - 79.

- 35 Dorman, Peter. Internalizing the Costs of Occupational Injuries and Illnesses. [Text] / Dorman, Peter. // Presented at the European Conference on the Costs and Benefits of Occupational Safety and Health, The Hague, May and Paul Hagstrom. 1998. - P. 26.
- 36 Wage Compensation for Dangerous Work Revisited. [Text] / Industrial and Labor Relations Review. 2002. - V. 52 (1) - P. 16 - 35.
- 37 Duncan, Greg J. and Bertil Holmlund. Was Adam Smith Right after All? [Text] / Duncan, Greg J. and Bertil Holmlund. // Another Test of the Theory of Compensating Wage Differentials. Journal of Labor Economics. 1983. - P. 366 - 379.
- 38 European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions. [Text] / An Innovative Economic Incentive Model for the Improvement of the Working Environment in Europe. 1995. - P. 156.
- 39 Catalogue of Economic Incentive Systems for the Improvement of the Working Environment. [Text] / Hopkins, Andrew. 1995. - P. 128.
- 40 Making Safety Work: Getting Management Commitment to Occupational Safety and Health. [Text] / Sydney. Allen & Unwin. Leigh. 1995. - P. 82.
- 41 Compensating Wages, Value of a Statistical Life, and Inter-Industry Differentials. [Text] / Journal of Environmental Economics and Management. Steven Markowitz, Marianne Fahs, Chonggak Shin, and Philip Landrigan. 1996. - P. 83 - 97.