

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Пожарная безопасность

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Обеспечение пожарной безопасности цеха промышленного
предприятия

Обучающийся

П.В. Настис

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

к.э.н., доцент Т.Ю. Фрезе

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

Аннотация

ВКР на тему: «Обеспечение пожарной безопасности цеха промышленного предприятия» состоит из пояснительной записки на 84 стр. печатного текста и графической части, содержащей 11 листов формата А1.

Цех промышленного предприятия, пожарная безопасность, технологический процесс, нормативные требования, пожарная сигнализация, средства оповещения, система пожаротушения, охрана труда и окружающей среды, оценка эффективности мероприятий.

В качестве объекта для разработки мероприятий по обеспечению пожарной безопасности выбрано предприятие ООО «ЛадаВтор», занимающееся производством гранулированных полимеров (полипропилен, полиэтилен) и композиционных материалов на его основе.

В результате выполнения ВКР произведен анализ пожарной опасности в производственном цехе ООО «ЛадаВтор» и пожаровзрывоопасных свойств веществ, выполнены расчеты необходимых средств пожаротушения, составлены карты пожарной опасности на предприятии.

Разработан комплекс мероприятий по обеспечению пожаровзрывобезопасности на предприятии, заключающийся в обосновании и проектировании автоматической системы пожаротушения.

Термины и определения

Автоматическая установка пожаротушения – это комплекс оборудования, который активизируется при срабатывании сигнальных датчиков и обеспечивает устранение возгорания без прямого участия человека.

Автоматическая установка пожарной сигнализации – это совокупность технических средств, установленных на объекте защиты для обнаружения пожара, обработки, представления в заданном виде извещения о пожаре, специальной информации и выдачи команд на включение АУП, систем приточно-вытяжной противодымной вентиляции, систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, инженерного и технологического оборудования, и др. технических устройств.

Автоматическая пожарная сигнализация – это комплекс технических мер, направленных на: выявление источников возгорания; обработку данных пожарных извещателей; выдачу сигнала для включения автоматических установок пожаротушения; предупреждение людей об опасности.

Классификация технологических сред по пожаровзрывоопасности и пожарной опасности – это классификация возможности возникновения и (или) развития взрыва и пожара, обусловленная физико-химическими свойствами и параметрами сырьевых веществ и материалов, полупродуктов и продуктов, обращающихся в технологической аппаратуре (технологической системе).

Локальная установка пожаротушения – установка для пожаротушения поверхностным или объёмным способом в части пространства или пола помещения в месте расположения защищаемого технологического объекта.

Огнетушащие вещества – это вещества и материалы, которые обладают физико-химическими свойствами, позволяющими создать условия для прекращения горения.

Пожар – это неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства.

Пожарно-техническая экспертиза технологических процессов – это определение соответствия рассматриваемых технологических процессов требованиям пожарной безопасности.

Противопожарная безопасность – это набор практических мер и правил, направленных на: предотвращение возникновения случайного или преднамеренного пожара; ограничение его распространения в случае возникновения; минимизацию последствий, включая возможные потери, до приемлемого уровня.

Профессиональный риск – вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов при исполнении работником обязанностей по трудовому договору или в иных случаях, установленных Трудовым Кодексом, другими федеральными законами.

Система местных отсосов – это часть вентиляционно-технологической системы, позволяющая удалять вредные вещества из помещений.

Технологический процесс – это совокупность отдельных операций по обработке/переработке изделий различного типа.

Узел управления – это совокупность устройств, которые расположены между подводящим и питающим трубопроводами спринклерных и дренчерных установок водяного и пенного пожаротушения.

Обозначения и сокращения

АУП (АУПТ) – автоматическая установка пожаротушения;

АУПС – автоматическая установка пожарной сигнализации;

АПС – автоматическая пожарная сигнализация;

ВКР – выпускная квалификационная работа;

ГПН – государственный пожарный надзор;

МЧС – Министерство чрезвычайных ситуаций;

ООО – общество с ограниченной ответственностью;

ПБ – правила безопасности

ППБ – противопожарная безопасность;

ПО – полиолефины (полиэтилены);

ПЭВП – полиэтилен, имеющий высокую степень плотности;

ПЭНП – полиэтилен, имеющий низкую степень плотности;

СОУЭ – система оповещения и управления эвакуацией;

УУ – узел управления;

ФГБУ ВНИИПО – Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны».

Содержание

Введение.....	6
1 Анализ нормативных требований по обеспечению пожарной безопасности промышленных предприятий.....	9
2 Анализ существующей системы пожарной безопасности цеха предприятия.....	25
3 Разработка методов и способов снижения пожарной опасности объекта.....	41
Охрана труда.....	64
Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	71
Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	77
Заключение.....	84
Список используемых источников.....	87

Введение

Существует комплекс определенных критериев, которые непосредственным образом оказывают воздействие на безопасность процессов производства. Прежде всего, стоит отметить правильность подбора самого технологического процесса. Важными будут режимы и приемы работы, правила обслуживания техники и так далее. Наконец, не последнюю роль здесь играет площадка для ведения производства, помещения, оборудование и способ его монтажа. Пожалуй, самый главный фактор – это человек, разделение производственных функций между сотрудниками ради достижения максимальной степени продуктивности.

В конечном итоге производственные процессы не должны угрожать безопасности человека, природы. Приоритетные вопросы – обеспечение взрывобезопасности, пожаробезопасности производства.

Чтобы обеспечить безопасность производства необходимо осуществлять подбор исключительно высококвалифицированного персонала, который обладает навыками безопасного производства, научен грамотно и эффективно пользоваться средствами защиты.

Представленные требования к процессам производства, как правило, закладываются еще в момент организации работы предприятия, а реализуются – в момент исполнения технологических процессов на практике.

Среди распространенных мероприятий, которые призваны обеспечить пожарную безопасность производственного цеха, являются:

- отказ от периодических процессов в пользу непрерывных;
- существенное понижение численности стадий в рамках производственного процесса;
- начало работы по многотоннажным процессам;
- минимизация и дальнейшее устранение контакта производственных сотрудников с исходными полуфабрикатами, материалами, в том

- числе – с готовой продукцией, которая может негативным образом отражаться на здоровье человека;
- устранение операций, а также всевозможных технологических процессов, которые сопряжены с развитием вредных опасных факторов производства. Вместо них стоит совершить переход на такие операции, которые не угрожают человеку, природе или несут минимальный для них вред;
 - использование не пожароопасных, не вредных веществ;
 - тотальная автоматизация, механизация производственных процессов с применением технологий автоматизированного управления операциями, которые в процессе исполнения вредят или могут навредить здоровью человека;
 - помещение технологического оборудования в герметичные оболочки;
 - использование контрольных приборов, средств для управления технологическим процессом, благодаря которым оказываются защищенными сотрудники предприятия;
 - использование максимально безопасных способов нагревания поверхностей, деталей и веществ;
 - оперативное информирование относительно появления на производстве вредных факторов;
 - переход на работу по системе коллективной защиты персонала;
 - грамотная организация отдыха и труда для профилактики гиподинамии, монотонности;
 - своевременное избавление от вредных, опасных производственных факторов.

Темой ВКР является «Обеспечение пожарной безопасности цеха промышленного предприятия».

Целью ВКР является разработка мероприятий, обеспечивающих пожарную безопасность цеха повторной переработки полиэтилена.

Производственным объектом является ООО «ЛадаВтор», занимающееся повторной переработкой полиэтилена.

В ВКР на основе анализа пожарной опасности производства разрабатывается комплекс противопожарных мероприятий, направленный на повышение пожарной безопасности цеха, и предлагаются инженерно-технические решения, обеспечивающие снижение пожарной опасности процесса повторной переработки полиэтилена.

Положения, изложенные в ВКР, основаны на:

- обобщении практического опыта противопожарной защиты зданий и сооружений;
- изучении эффективности и надежности средств противопожарной защиты;
- анализе развития и распространения опасных факторов пожара на основе расчетных методик, изложенных в ГОСТах.

Для достижения поставленной цели необходимо решить основные задачи ВКР:

- произвести анализ нормативных требований пожарной безопасности на объекте проектирования;
- произвести анализ пожарной безопасности на рассматриваемом объекте;
- разработать мероприятия, направленные на обеспечение пожарной безопасности предприятия;
- предложить мероприятия по охране труда и окружающей среды;
- выполнить оценку эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности на предприятии.

Решение данных задач позволит обеспечить не только пожарную безопасность технологического процесса, но и обеспечит безопасные условия труда работников, охрану окружающей среды и повысит безопасность производства в целом.

1 Анализ нормативных требований по обеспечению пожарной безопасности промышленных предприятий

Общие положения. В настоящее время человечество практически не может существовать без такого материала, как пластмасса. Это продукция химической сферы, которая изготавливается на базе длиннодисперсных, высокомолекулярных полимерных компонентов. Каждый год в мире производство пластмасс наращивается в среднем на 6%. Статистика гласит о том, что такими темпами к 2030 году на планете ежегодно будет выпускаться до 250 миллионов тонн данной продукции. Кроме прочего, если анализировать развитые в индустриальном плане державы, то можно отметить тенденцию, согласно которой потребление пластика на душу населения только растет. К счастью или сожалению, в конце 2030 года эта цифра вырастет примерно на 50% [17].

Последние данные гласят о том, что существует примерно 150 разновидностей пластика. Более 30% с этого количества на рынке представлено в виде полимеров, всевозможных смесей. Чтобы получить определенные качества пластика в виде готового изделия, на стадии полимеризации продукции добавляются химикаты. Известно о том, что большая их часть – это токсичные соединения, которые наносят непоправимый вред человеку и окружающей природе, в целом. При этом ежегодно появляются все новые и новые присадки. На 2000 год существовало порядка 4000 тонн таких веществ, а уже спустя 20 лет – стало 7500 тонн. Очевидным является тот факт, что данные цифры также будут расти стремительными темпами.

Упаковка – это одно из самых популярных, быстро развивающихся направлений в производстве пластмасс во всем мире.

Минимальная стоимость и безопасность, высокая эстетическая составляющая – все это удобства, которые вызывают глобальное наращивание производства пластиков, в частности, для целей упаковки. Это существенное

подспорье при выборе между такими материалами, как стекло или металл. Так, чтобы произвести стеклянные бутылки, нужно использовать на 21% энергетических ресурсов больше, чем при аналогичных объемах производства изделий из пластика.

Но есть и обратная сторона медали. Дело в том, что пластиковые отходы нужно куда-то утилизировать. С учетом того, сколько существует разновидностей изделий из пластика, данная проблема – более, чем просто актуальность наших дней.

Среди термопластов одним из самых многотоннажных считается полиолефин. Сегодня их применяют на транспорте, в сельском хозяйстве, а также многих других сферах народного хозяйства. Полиолефины или ПО – это полиэтилены, которые имеют высокую и низкую степень плотности (ПЭВП и ПЭНП соответственно). Доказано давно, что самый эффективный, надежный и продуктивный способ утилизации любых ПО – это применение их в повторном производстве. Стоит подчеркнуть, что у изделий после такой переработки появляется ряд новых направлений применения. В частности, лишь в 2015 году потреблен отходами ПЭНП порядка 2 миллионов тонн. Итак, за счет вторичного использования термопластов можно увеличить спрос на них без вреда окружающей среде на 20%.

Если говорить о том, как же перерабатываются ПО, то нужно отметить марку того или иного полимера, способ первичного ее производства. Проще всего работать с отходами, которые имеют технологичную природу происхождения. Другими словами, это такие отходы, которые не были под постоянным воздействием УФ лучей. Также не нужно никаких сложных методов переработки с ПП и ПЭВП, так как изделия подобного класса имеют прочную конструкцию, а потому не претерпевают особых нагрузок, повреждений (тара с толстыми стенками, фурнитура, прочее). Наконец, нельзя забывать о том, что исходные полимеры особенно не подвергаются особому воздействию атмосферных осадков. Однако отходы с ПЭВП можно применять только после предварительной их грануляции, после тщательного

измельчения [22].

Технология переработки вторичного полиолефинового сырья в гранулят.

Практически, чтобы с отходов пластика получить сырье, которое можно будет повторно применять в производстве новых изделий, нужно специально переработать изделия. Подбор того или иного способа в существенной степени зависит от источника отходов, а также от загрязненности, которая, непременно, присутствует. Например, если говорить об отходах однородных, о переработке их в виде ПЭНП, то все работы выполняются на месте образования. Соответственно, в таком случае весь процесс может ограничиться лишь дроблением и получением гранулята.

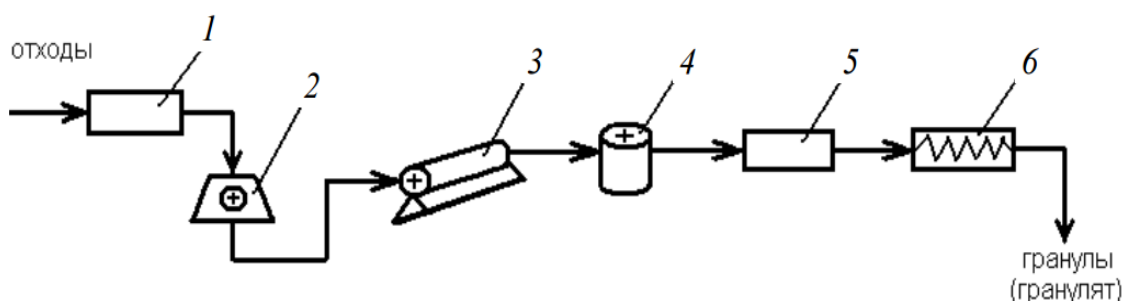
Все остальные отходы с пластика на этапе переработки предусматривают использование более сложных технологий. Так, чаще всего приходится перерабатывать мешки от удобрений, смешанные отходы полиэтиленовую пленку и многое другое. В данном случае предпринимается несколько этапов в последовательности: сортировка – измельчение – распределение отходов – чистка и высушивание. Далее можно приступать к производству грануляции.

Если разбираться в сущности того или иного этапа, то сортировка на предварительной стадии знаменует собой грубое разделение отходов по таким параметрам, как габариты, цвет, форма. Обычно сортировку выполняют вручную, на столах или специальных конвейерах. За время сортировки также удаляется определенная масса включений, посторонних предметов.

Далее наступает момент разделения отходов из пластика по видам. Для этого используются такие способы, как воздушная сепарация, обмывание в тяжелых средах, флотация, химические методы и так далее [25]. Практика показывает, что одним из самых распространенных способов на сегодняшний день выступает именно флотация. Данный прием позволяет разделить ПП, ПЭ, ПС, ПВХ. Процесс предусматривает введение в воду ПАВ, которые могут избирательным способом менять гидрофильные качества отходов.

В других случаях, как не менее эффективный способ разделения полимерных отходов, выступает способ растворения в растворителях. Через обработку паром можно выделить ПС, ПВХ, а также полиолефины. Примечательно, что частота последних на выходе составляет 96% и выше.

Что касается полиэтиленовых отходов, которые не могут быть подвержены эксплуатации и переработке в будущем, то они составляют около 5% со всего склада (рисунок 1). Соответственно, подобное сырье направляется на сортировочный узел 1, где удаляются выбракованные части. После сортировки полученный материал дробят в устройстве 2 до рыхлой массы. Получается фракция 2-9 мм [26].



1 – узел сортировки отходов; 2 – дробилка; 3 – моечная машина; 4 – центрифуга; 5 – сушильная установка; 6 – гранулятор (инородные включения)

Рисунок 1 – Схема вторичной переработки полиолефинов в гранулы

Когда говорят о производительности агрегата для измельчения пластика, то принимают во внимание не только конструкционные особенности, количество и размеры ножей, частоту вращения рабочих деталей, но и разновидность перерабатываемых отходов. Минимальная производительность фиксируется при переработке пенопластов. Они не только занимают большой объем, но и проблематично загружаются в устройство. Зато волокна с пластика, пленки и изделия выдувного типа перерабатываются проще.

Так или иначе, режим работы ножевой дробилки характеризуется сильным уровнем шума, что обуславливается самим процессом переработки. Чтобы понизить уровень шума, двигатель, вентилятор и ножевой блок

помещаются в шумоизоляционный кожух. Как правило, его выполняют со специальными заслонками, окнами для загрузки материалов.

Этап измельчения пластика – это один из самых важных процессов по подготовке к переработке. Ведь от того, каким будет уровень измельчения, определяют сыпучесть и плотность в объемном выражении частиц. На современных устройствах можно регулировать степень измельчения пластика, а значит – процесс переработки становится механизированным; растет качество материала, вещь сокращаются технологические процедуры, длительность и их сложность.

Еще один распространенный способ измельчения пластиковых изделий – криогенная обработка. Она обеспечивается внесением порошков с отходов, у которых степень дисперсности составляет 0,5-2,0 миллиметра. За счет практического применения порошковой технологии [19] удалось достичь существенного прогресса на производстве. Итак, продолжительность смещения сокращается; тратится меньше времени, сил и энергии на обслуживание смесителей; компоненты в смеси распределяются оптимально; прочее.

Среди самых известных способов, позволяющих получить полимерные порошкообразные материалы, нужно выделить способ механического измельчения. Для этого есть 2 варианта действий:

- криогенный метод – происходит измельчение пластика в жидком азоте или прочем хладагенте;
- при нормальной температуре в среде дезагломерации компонентов (менее энергоемкий процесс).

Наконец, материалы в измельченном виде направляются в мойку 3. Там осуществляется несколько приемов с добавлением моющих средств. В центрифуге 4 после отжима выходит масса с влажностью 10-15%. Ее направляют в сушильную установку 5, где влаги остается не более 0,2%. Далее – гранулятор 6.

Современные установки имеют разные способы высушивания

гранулята: ленточные и полочные, с «кипящим» слоем, вихревого типа, ковшовые и так далее.

На Западе выпускаются такие установки, в которых сразу имеется блок чистки и сушки; производительность таких агрегатов достигает 0,5 т/ч. Здесь отходы в измельченном виде погружаются в ванну с моющим раствором. Образованная смесь перемешивается лопастью, а загрязнения отправляются на дно. Чистые материалы поднимаются на поверхность. Удаление влаги, окончательная сушка выполняется на вибрационном сите, а также в вихревом разделителе. Получается продукция с влажностью не более 1 десятой доли процента.

Конечная стадия подготовки вторсырья – это полученная грануляция, которая направляется на дальнейшую переработку. Особенно это важно при работе с ВПЭНП, так как материал имеет минимальную насыпную плотность, трудность в плане перевозки. При гранулировании материал слеживается, облегчается переработка. Для дальнейшей работы с сырьем применяется стандартизированное оборудование.

Чистые, дробленные отходы пластифицируются на одночервячных экструдерах, длина которых составляет (25...30) D. Подобные устройства имеют фильтр постоянного действия (предусматривается зона выведения газов). Такой экструдер дает возможность максимально эффективно переработать почти все разновидности термопластов, у которых насыпная плотность в измельченной фракции составляет от 50 до 300 килограмм на кубометр. Но для того, чтобы переработать смешанные, грязные отходы, нужно подключить червячный пресс, который имеет многозаходные червяки длиной (3,5...5,0) D; в зоне выдавливания там стоит насадка цилиндрической формы.

Центральный блок рассматриваемой машины – это экструдер. У него имеется привод, мощность которого составляет 90 киловатт, а диаметр шнека – 253 мм, отношение $L / D = 3,75$. В выходной части экструдера смонтирована гофрированная насадка, диаметр которой составляет 420 мм. Так как при

трении, а также под воздействием сдвига полимеров выделяется температура, расплав очень быстро гомогенизируется. Оператор может менять зазор между кожухом и конусной насадкой, что позволяет регулировать усилие сдвига, а также силу трения, с учетом изменения режима переработки сырья. С учетом того, что оно расплавляется за считанные минуты, отсутствует такая стадия, как термическое разрушение полимеров. Особого внимания заслуживает узел, который отвечает за отведение газов. Это важное условие, которое обеспечивает переработку вторсырья на производстве.

Гранулят получают согласно последовательности процессов резки и охлаждения. Предусматривается 2 способа: грануляция на головке, а также подводное гранулирование. Только свойства отправляемых на переработку термопластов и вязкость дальнейших их расплавов определяют способ гранулирования.

Например, если применяется грануляция на головке, то полимерный расплав подается в форме цилиндрических жгутов через отверстия. Далее нити режут специальными ножами. Полученные гранулы сбрасываются и охлаждаются. Резка и охлаждение могут осуществляться в воздушной или водной среде. Охлаждение проводится только в воде. Если рассматривать такие полиэтилены, которые обладают максимальной адгезией к металлу, а также характеризуются сильным слипанием, то охлаждать их нужно водой.

Для техники, которая работает в рамках единичной мощности, целесообразно применять подводное гранулирование. Принимая во внимание такой способ, расплав выдавливают через отверстия на головке непосредственно в водную среду. Потом происходит резка нитей. Вода постоянно поддерживается в рамках 60-70 градусов Цельсия, что позволяет активно испаряться остаткам влаги с гранул. На 1 тонну гранулята затрачивается примерно 35 кубометров воды.

Большинство современных грануляторов оснащаются лентами или стренгами, грануляция происходит после охлаждения в водной ванне. Получаются гранулы 2-5 миллиметров в диаметре. Важно осуществлять

процедуру охлаждения в оптимальном режиме, чтобы не было деформации и слипания конечного сырья. Разумеется, стоит задача – по максимуму вывести влагу.

Особое воздействие на процесс распределения гранул по размерам оказывает температура головки. Чтобы температура плавления была равномерной, между выходом головки и экструдером ставятся решетки. В головке имеется 20-300 отверстий.

При определении производительности процесса гранулирования нужно учитывать вид вторичного сырья, а также реологические его особенности [5].

Проводимые экспертами аналитические исследования с гранулятом ВПЭ показывают, что вязкие, текучие его свойства почти такие же, как и у первичного полиэтилена. Соответственно, ВПЭ допускается направлять на переработку при аналогичных режимах экструзии, литья с давлением, как и ПЭ. Но на выходе будут получены изделия с минимальной долговечностью и невысоким качеством.

В дальнейшем гранулят применяется в качестве сырья для изготовления упаковок бытовой химии, деталей строительного предназначения, для сельскохозяйственного инвентаря и так далее. Все эти изделия изготавливают сегодня с вторсырья. Но целесообразнее и выгоднее всего добавлять вторсырье в количестве 20-30% в первичное сырье. Так, при введении композиции пластификаторов в полимеры дает возможности увеличить содержание вторсырья в готовом изделии до 50%. Соответственно, растут химические, механические параметра продукции, но долговечность имеет коэффициент 0,7 от изделий с чистого, первичного полимера.

Не менее эффективным способом считается модификация вторичных полимеров, создание высоконаполненных вторичных материалов из них.

Общая характеристика предприятия.

ООО «ЛадаВтор» расположено по адресу: г. Тольятти, ул. Вокзальная, д. 26а, промзона Автозаводского района, в районе рыбокомбината «Парус» (рисунок 2).

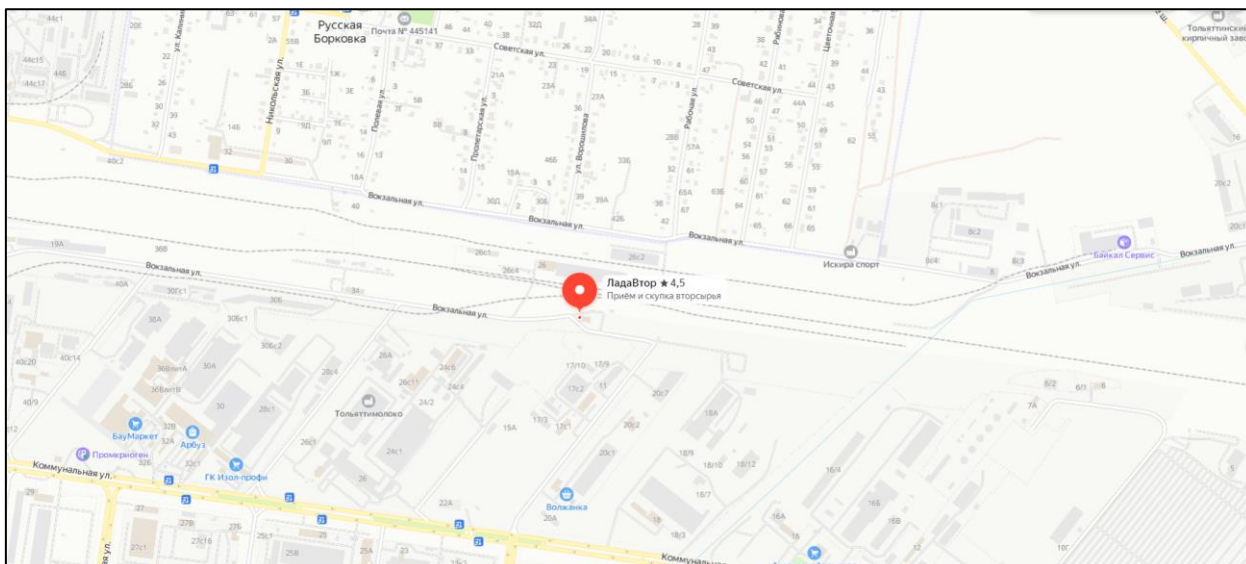


Рисунок 2 – Месторасположение ООО «ЛадаВтор»

Годом основания общества с ограниченной ответственностью «ЛадаВтор» считается 2004 г. Среди главных видов деятельности выделим:

- выпуск и реализация полимеров гранулированных (ПП, ПЭТ);
- изготовление композиционных материалов, полиолефинов тальконаполненных, морозостойкой пластмассы;
- переработка пластмассовых отходов вторичная;
- услуги по дроблению, грануляции полимеров;
- поставка иностранной техники для переработки пластмасс.

ООО «ЛадаВтор» располагает собственной производственной площадкой и перерабатывает до 5 тыс. т полимеров ежегодно. Технологический процесс обеспечивает высококвалифицированный персонал на высокопроизводительном оборудовании (ZERMA, Erema, Reifenhauer, VESPA и пр.), что позволяет получать регранулят безупречного качества и гарантировать стабильность поставок предлагаемого сырья. Современные высокотехнологичные линии грануляции обеспечивают высокую гомогенизацию и пластификацию перерабатываемого сырья, а высокие скорости переработки позволяют избежать деструкции исходной матрицы полимера.

Описание технологического процесса.

Полиэтилен поступает в цех с открытой площадки в мешках весом 500 кг. В мешках находятся брикетированные отходы полиэтилена размерами до 500 мм. По ленточному конвейеру, брикеты полиэтилена поступает в шредер фирмы «Zerma ZXS-1500» снабжённый ротором с 76 роторными ножами. Статор снабжен 4 ножами. Скорость вращения ротора 45 об./мин. и сеткой размером ячейки 15 мм. Из шредера дробленый полиэтилен по пневмотранспортеру поступает в сетчатый барабан, где происходит очистка полиэтилена от посторонних предметов и пыли. Отходы собираются в поддон откуда удаляются по окончании смены. Очищенная крошка полиэтилена по пневмотранспорту поступает в бункер циклона. Из бункера циклона полиэтиленовая крошка загружается в мешки по 500 кг. После чего транспортируется к напольному бункеру, откуда пневмотранспортом перебрасывается в бункер экструдера. Захват крошки из полиэтилена осуществляется шнеком в процессе вращения. Диаметр этого блока составляет 200 мм. Потом смесь направляется продольно оси материального цилиндра экструдера через винтовой канал. Полиэтилен здесь разогревается теплом, которое подводится от нагревателей на цилиндре, а также теплом, что выделяется в процессе трения (температура расплава составляет 280 градусов, а давление – 16 бар).

В загрузочной зоне цилиндра экструдера имеется вставная нарезная втулка, предназначенная для улучшения захвата гранул шнеком. В зону загрузки направляется вода для охлаждения, чтобы полимер не плавился раньше времени и не налипал на шнек. Последний сжимает и перемешивает состав, выдавливает его с пакетом фильтрующих сеток через специальную решетку. Не допускается попадание в формовочную головку сетки крупных загрязнений, непроплавленных гранул. Пакет фильтрующих сеток меняется при увеличении давления расплава перед фильтром до 320 бар. Чтобы провести замену, пресс нужно остановить.

На рисунке 3 представлена схема переработки полиэтилена на ООО «ЛадаВтор».

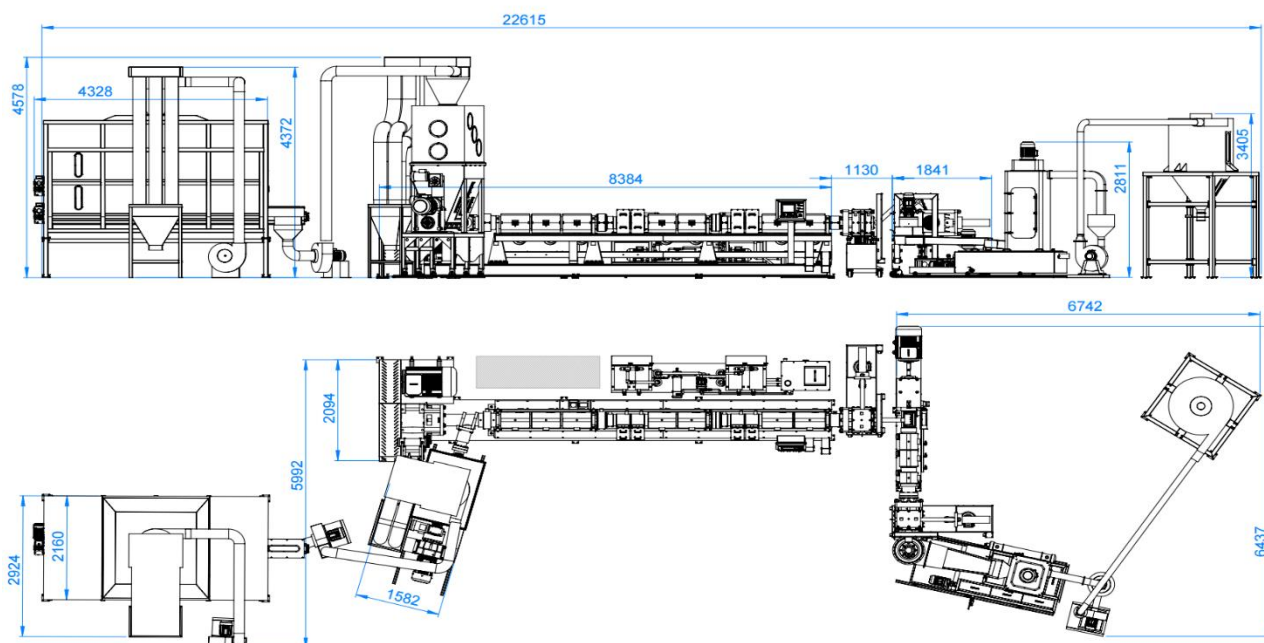


Рисунок 3 – Схема переработки полиэтилена на ООО «ЛадаВтор»

Расправ с формирующей головки поступает в камеру водной формовки, где происходит формирование круглых гранул диаметром 5 мм. После чего охлаждается в водяной ванне от куда поступает в сушильный шкаф. В сушильном шкафу при помощи горячего воздуха температурой 50°C происходит сушка гранул. И сушильного шкафа полиэтиленовые гранулы пневмотранспортом накапливается в бункере циклона откуда фасуются в пластиковые мешки весом 25 кг. После чего транспортируются на склад.

На рисунке 4 представлен общий вид измельчителя полиэтилена – шредер модели ZXS-1500. А на рисунке 5 – его габаритные размеры.



Рисунок 4 – Общий вид шредер ZXS-1500

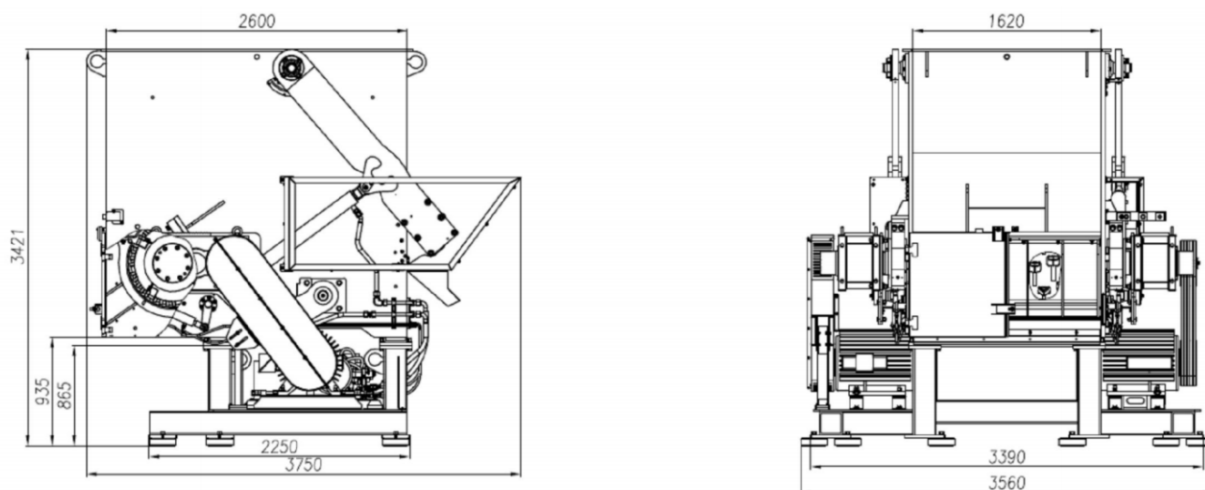


Рисунок 5 – Габаритные размеры shredder ZXS-1500

Анализ пожарной безопасности на предприятии.

Существует классификация, по которой определяются опасные факторы пожара. Все они негативно влияют на имущество, а также на человека.

Перечислим такие факторы:

- искры и пламя;
- поток тепла;
- высокая температура окружающей среды;
- высокие концентрации токсинов от продуктов термораспада, горения;
- сильное снижение кислородной концентрации;
- пониженная видимость в условиях задымления.

Вместе с тем, принято выделять сопутствующие факторы пожара:

- части зданий, которые разрушаются и осколки; детали транспортных средств, рабочих агрегатов, изделий;
- токсичные, а также радиоактивные материалы, которые выбрасываются в окружающую среду с технологических агрегатов, установок;
- попадание высокого напряжения на токопроводящие части оборудования и установок, машин, на прочие поверхности;
- влияние веществ, которые применяются при тушении пожара.

Принимая во внимание свойства применяемых материалов, здание

относится к категории В (подробный расчет приведен во втором разделе настоящей работы). Категории помещений – сырьевой склад – В1; склад с готовой продукцией, производственное помещение – В3.

С учетом правил по устройству электроустановок (далее – ПУЭ), помещения являются зонами «П-Па».

К производственному цеху обязательно прилегает определенная территория. Ее все время нужно чистить, вовремя вывозить накопившийся со специальных площадок мусор, а также вырезать сорные растения.

В зоне видимости выставляются таблички, на которых акцентируется внимание на запрет пользования открытым огнем, а также курение. Аналогичная ситуация касается помещений, в которых непосредственно протекают процессы производства: регулярная чистка, уборка, отсутствие перегрузки сырьем и оборудованием, готовой продукцией. Важно, чтобы на площадке не хранилось сырья больше, чем установлено нормой для суточной выработки.

Все выходы, а также проходы не стоит баррикадировать, загромождать посторонними предметами. Не оставляют в цехах горючие и легковоспламеняющиеся жидкости, сгораемые отходы производства.

Как техники, так и инженерный штат в обязательном порядке должен знать, исполнять правила эксплуатации оборудования. Работа всей техники строго должна отвечать параметрам, которые установлены производственным процессом, а также паспортными данными самого эксплуатируемого устройства.

Как оборудование, так и помещения, в которых оно расположено, нужно изредка выносить россыпи полимеров, прочий мусор; с пола и различных поверхностей вытираются масляные пятна.

Материалы для обтирки после работы сносятся в металлическую емкость, закрываются крышками, и выносятся после смены с цеха. Для специальной одежды персонала выделяются помещения – бытовки, закрытые от производства. Спецодежда, на которую попало масло, хранится только в

развернутом виде. Не разрешается хранить по карманам тряпки в масле.

Если на пол будет пролито масло, то его засыпают опилками или песком, после чего тщательно снимается с поверхности. Стены и пол в цеху выполняются с негорючих материалов.

На производстве имеются системы вентиляции, а также кондиционирования. При их работе категорически запрещено:

- оставлять камеры, двери вентиляции открытыми;
- закрывать отверстия и вентиляционные каналы;
- подключать приборы отопления на газу к системам вентиляции;
- выпаливать жировые отложения и пыль с воздуховодов.

Циклоны, вентиляционные камеры и воздуховоды от горючих материалов чистят согласно акту не реже, чем 1 раз в год. Для этого задействуют безопасные способы.

В цеху установлена сеть внутреннего, а также наружного водопровода для тушения пожаров. Проверки на работоспособность такого оборудования проводятся не реже, чем 2 раза в году, после чего составляется специальная документация о проделанной работе.

На внутренних пожарных кранах стоят специальные рукава, пожарные вентили и стволы. Перекатывать пожарные рукава нужно как минимум 1 раз в год.

Пожарные шкафы вывешиваются на стенах; дверцы в таких шкафах обязательно должны открываться на 90 градусов.

Извещатели о пожаре, знаки пожарной безопасности, пути эвакуации – все это должно быть исправно. Освещение для целей эвакуации включается автоматически, как только прекращается питание электричеством рабочего освещения. Запрещено в цеху применять нагревательные электрические приборы, которые не принимают никакого участия в технологическом процессе.

Следуя предписаниям, а также правилам пожарной безопасности, категорически запрещается:

- нагружать током кабели, электрические провода, которые имеют нарушенную внешнюю оболочку;
- работать с рубильниками и розетками, которые имеют повреждения;
- заворачивать осветительные приборы в ткань или бумагу, использовать их без колпаков, которые предусматриваются конструктивными особенностями приспособления;
- использовать электрические плиты, утюги, чайники и прочие приборы нагрева от электричества, если они не оснащены терморегуляторами;
- использовать самодельные электроприборы для обогрева;
- оставлять в рабочем состоянии без присмотра нагреватели, прочие бытовые приборы в режиме ожидания, кроме той техники, которая должна работать по правилам круглосуточно;
- устанавливать в электрические щиты или возле них, около электродвигателей горючие материалы, вещества;
- пользоваться удлинителями, временной проводкой для питания той техники, которая используется во временных работах.

Без письменного разрешения нельзя осуществлять на производстве огневые работы.

Когда осуществляется подготовка к соответствующим работам, необходимо:

- аккуратно подготовить к работе место, унести в сторону горючие предметы, по мере потребности – выставить защиту;
- облить водой места, на которые могут попасть искры;
- приготовить инвентарь для тушения потенциального пожара;
- получить у ответственного лица за проведение соответствующих работ разрешение.

Когда осуществляются огневые работы:

- назначить дежурного сотрудника, который будет отслеживать возникновение очагов возгорания и сможет вовремя их устранить;

- нужно отслеживать состояние кабелей для сварки, не работать с поврежденными проводниками;
- в конце работы нужно облить по мере потребности опасные места водой.

Когда огневые работы будут завершены, спустя 3 часа нужно проверить место работы на предмет наличия тлений, возгораний. Хозяйственными средствами и инвентарем для тушения огня пользоваться на производстве запрещено.

Техника, которая не применяется в работе, обесточивается. Экструдер, а также вспомогательная техника работают практически круглосуточно. Если требуется по той или иной причине остановка, технику обесточивают, а цех охраняется. Административные помещения и склады охраняются также после завершения там работ.

Для помещений, которые имеют рабочие места для 10 человек и больше, нужно ставить планы эвакуаций на случай пожара. В производственных, складских, административных, а также в общественных помещениях, в местах открытого хранения материалов обязательно нужно размещать таблицы, на которых указан номер вызова службы пожарной охраны.

В ночное время дежурный работник охраны должен знать количество людей в смене.

Действия при пожаре.

Если сотрудник выявил пожар, возгорание, то он обязан:

- стуком или громким голосом предупредить сотрудников;
- прекратить работу – выключить технику, вентиляцию;
- вызвать пожарную службу, сообщить об инциденте на проходной дежурному;
- вывести с помещения лиц, которые в пожаротушении не участвуют;
- по мере потребности вызвать медпомощь и оказать первичную помощь пострадавшим лицам;
- известить о пожаре администрацию предприятия.

2 Анализ существующей системы пожарной безопасности цеха предприятия

С помощью методики, на основании которой анализируется взрывоопасная и пожароопасная ситуация при технологическом процессе можно:

- проанализировать технологию производства, а также работу, принцип устройства той или иной техники, принципы ее дислокации;
- разместить материалы и горючие вещества, которые активно применяются в процессе производства;
- определить количество техники, места и участки, где стоят горючие материалы, кислоты; определяется потенциал образования взрывоопасных воздушных смесей;
- детально анализируется возможность образования горючей смеси в тот или иной момент времени технологического процесса;
- исследуется потенциал образования взрывоопасных зон, на установках – в том числе;
- исследовать причины, которые влекут за собой вытекание горючих смесей с техники;
- исследуется ряд условий, а также причин, по которым развивается пожар, пути распространения огня;
- расчетами определяются категории зданий и помещений по степени пожарной и взрывоопасной стадии;
- предусмотреть, обосновать в рамках точных расчетов способы, посредством которых обеспечивается пожарная безопасность.

Далее определяются мероприятия организационного характера, технические решения, которые будут комплексно направлены на понижение степени взрывоопасности, пожароопасности на производстве.

Анализ пожаровзрывоопасных свойств веществ, обращающихся в технологическом процессе.

В производстве по переработке полиэтилена обращаются в основном материалы: полиэтиленовые плёнки, полипропиленовые и полиэтиленовые изделия. Все они являются горючими материалами. Полиэтилен склонен к тепловому самовозгоранию. Для развития процесса самовозгорания решающим является возможность накопления в материале тепла, выделяющегося в процессе окисления.

Таблица 1 – Пожароопасные свойства веществ и материалов, обращающихся в технологическом процессе

Наименование веществ	Агрегатное состояние	Горючесть	T _{вспл} , °C	T _{воспл} , °C	T _{с.воспл} , °C	Концентрационные пределы воспламенения		Другие свойства веществ
						НКПВ	ВКПВ	
1 Полипропилен марки 21060 по ГОСТ 26996-86	твёрдые пластины, гранулы 5 мм	горючий полимер	-	325	345	для аэрогеля 40 г/м ³	-	-
2 Полиэтилен низкого давления марки 273-71			-	365	415	для аэрогеля 20 г/м ³	-	-

Чем лучше условия аккумуляции тепла в полиэтилене, тем при более низкой температуре начинается его самовозгорание и на развитие процесса затрачивается меньше времени. Пыль, образующаяся в производстве при выполнении ряда технологических операций, горюча, а ее пылевоздушные смеси при определённых условиях становятся взрывоопасными. Пожароопасные свойства пыли, в основном, зависят от химического состава материалов, из которых они образуются. Взрывоопасные свойства горючей пыли зависят от дисперсного состава, влажности, концентрации пылевоздушной смеси и т.д.

Вывод: в результате изучения пожароопасных свойств обращающихся веществ, можно сказать, что наиболее опасное вещество – полиэтилен. Следовательно, дальнейшее изучение процесса экстрадиции полипропилена.

Изучение технологического процесса.

Принципиальная технологическая схема вторичной переработки полиэтилена представлена на рисунке 6.

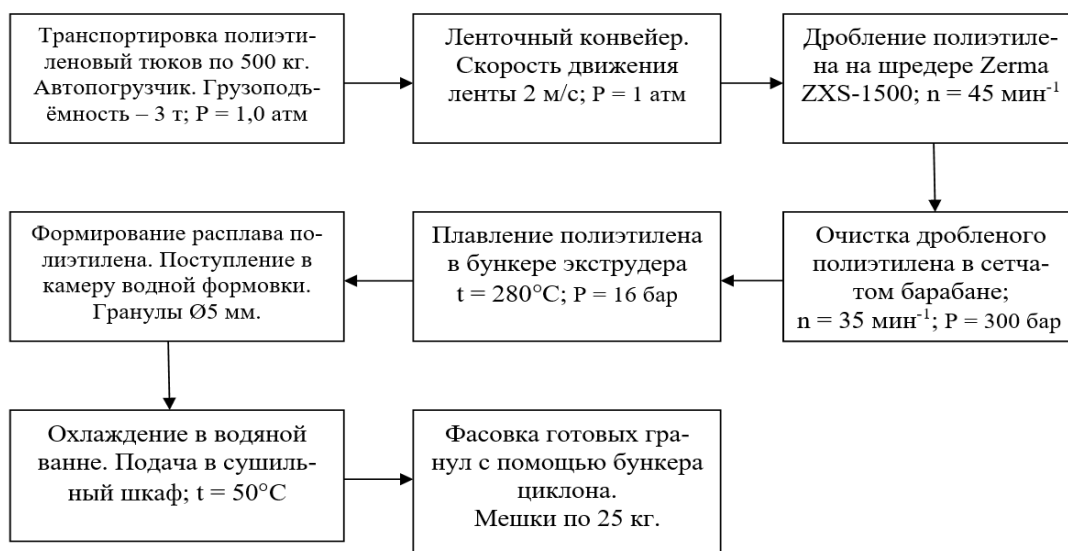


Рисунок 6 – Принципиальная технологическая схема вторичной переработки полиэтилена

В рамках представленной выше схемы можно определить последовательность операций, которые будут направлены на превращение сырья в готовые изделия, места ввода в процесс, как основного сырья, так и вспомогательных веществ. Определяются места под хранение полуфабрикатов, готовых изделий.

Было установлено, что принципиальная схема построена посредством упрощения реальной технологической схемы, которая задана проектом.

Анализ возможности образования горючей среды внутри и снаружи технологического оборудования. Результаты анализа представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Свойства горючей среды внутри аппаратов

№	Наименование операции (режима работы), № аппарата, обращающиеся вещества	Пожароопасные свойства веществ		Технологические параметры		Наличие ПВП	Условие образов. ВОС	Вывод о наличии ВОС	Примечание
		НТПР (НКПР)	ВТПР (ВКПР)	T_p , (C _p)	P_p				
1	Дробление полиэтилена	345°C	415°C	50°C	1,0 атм	нет	$T_p \geq T_{восп}$	нет	-
2	Плавление полиэтилена	345°C	415°C	280°C	16 бар	нет	$T_p \geq T_{восп}$	нет	-
3	Формовка гранул	345°C	415°C	50°C	300 бар	нет	$T_p \geq T_{восп}$	нет	-

Технологические параметры процесса принимаются по технологическому регламенту производства.

Таким образом, возможности воспламенения полиэтилена внутри рабочих аппаратов не наблюдается. Пожарная опасность помещения, возникает ввиду превышения концентрации полиэтиленовой пыли в воздухе.

Опыт эксплуатации показывает, что содержание пыли в рабочей зоне машин колеблется в широких пределах. Большой разброс показателя задымлённости воздуха в различных зонах линии является результатом изменений скоростей турбулентных потоков воздуха. В объёме линий циркулируют воздушные потоки с различным содержанием пыли, причём в большинстве случаев концентрация оказывается выше минимальных уровней воспламенения. Другой характерной особенностью производства является образование на стадии дробления брикетов полиэтилена большого количества полиэтиленовой пыли.

Анализ возможности образования источников зажигания в горючей среде.

Из-за отсутствия конструкций местных отсосов аспирационных пневмотранспортных установок пыль выделяется в помещение и находится во взвешенном состоянии. Образовывается взрывоопасная концентрация пылевоздушной смеси. По данным литературы вторичные взрывы пыли составляют около 17% всех взрывов пыли и сопровождаются значительным материальным ущербом. Кроме того, осевшая пыль способствует быстрому распространению пожара. Источниками зажигания пылевоздушной смеси и отложений пыли могут являться:

- искры при ударах металла или других твердых предметов о металл;
- теплота при перегреве трущихся поверхностей;
- теплота при самовозгорании волокна и отходов;
- искры, образующиеся при проведении сварочных работ;
- разряды статического электричества;
- искрение электрооборудования, которое не соответствует классу

взрывоопасных зон П-Па [27];

- нагретые поверхности электрооборудования, температура которых превышает температуру возгорания пыли.

Определенную пожарную опасность при эксплуатации технологического оборудования создает неравномерность поступления материала в рабочие органы машин. При этом образуются забивание отходами рабочих органов, и как следствие этого, перегрузка электродвигателей и пробуксовка клиноременных передач.

Итак, одна металлическая поверхность может удариться о другую такую же поверхность в случае попадания в машины с быстро обращающимися механизмами определенных металлических частиц, камней. Неверная регулировка барабанов, прочих частей машин, деформация на валах – все это часто становится причиной ударов, при которых высекается искра.

При перегревах на трущихся поверхностях, особенно на подшипниках скольжения, выделяется высокая температура. Также она выделяется при трении ремней по шкиву, об ограждения. Как правило, подшипники перегреваются при деформации вала, а также при перегрузке машин изделиями; вместе с тем, факторами перегрева подшипников выступают загрязнения и мусор, песок, низкокачественное масло.

Известны и другие причины образования источников зажигания: применение открытого огня в цехах; неисправность электропроводки, следствием чего является короткое замыкание; установка открытой электроарматуры.

Анализ возможных путей распространения пожара.

В большинстве случаев цех, в котором осуществляется механическая обработка полипропилена, характеризуется наличием большого количества транспортных путей снабжения. Транспортные коммуникации, а также агрегаты порождают высокую опасность распространения пожара, причем на значительной территории. Главная горючая смесь в цехе – это пыль, ее отложения, которые пребывают в аэрозольном состоянии. Начавшийся пожар

может быстро развиваться, принять большие масштабы и причинить значительный ущерб только в том случае, если будут соответствующие условия.

После того, как пожар начался, существует ряд условий, которые только поддерживают его распространение:

- скопление высокого количества горючих материалов, а также различных веществ на складах, на производственных участках;
- наличие путей, которые распространяют пламя, смежные помещения, участки;
- моментальное появление при пожаре таких факторов, которые только ускоряют его протекание и распространение.

Одной из возможных причин быстрого распространения пожара может быть наличие в помещениях большого количества горючей пыли. Внешний признак начала самовоспламенения пыли – появление дыма.

Другой причиной быстрого развития пожара является наличие в производственных помещениях, на складах различных технологических коммуникаций без противопожарных преград. В этом случае огонь беспрепятственно распространяется по производственному помещению.

Анализ возможных причин повреждений аппаратов.

Как правило, трубопроводы и связанные с ними агрегаты повреждаются в результате комплексных химических, физических процессов. Зачастую повреждение носит постепенный характер, является следствием воздействия химикатов, механических факторов воздействия.

Указанные выше повреждения могут быть локальными (свищи, трещины, прогары поверхностей теплообмена), а также тотальными, когда разрушается вся установка. В первом случае под давлением продукты в виде струй, газов, паров вытекают наружу постепенно. Во втором случае все продукты моментально вытекают в помещение.

Чтобы определить характерный способ повреждений для нашего производства, с каких аппаратов вытекания будут самыми опасными в случае

разрушения, нужно основываться на итогах анализа потенциальных причин аварий, а также повреждений.

При проведении анализа возможных повреждений технологических аппаратов при повторной переработке полиэтилена выяснилось следующее:

- возможность нарушения материального баланса для аппаратов, причины его возникновения и последствия;
- возможность образования в оборудовании полимерных пробок при нарушении технологического процесса плавления полиэтилена;
- возможность возникновения динамических воздействий на оборудование при выходе из строя шредера и других механических частей линии переработки;
- возможность повреждения оборудования от воздействия высокого давления при формировании гранул полиэтилена.

Если анализировать карту пожарной безопасности, то можно отметить, что она выступает в качестве специально разработанного плана помещений, на который наносятся условными знаками данные о пожарных нагрузках, источниках возгорания, о конструкциях и технике; указывается категория того или иного помещения. Известно о том, что в составе карты пожарной опасности собраны сведения о пожарных опасностях, а значит, всегда есть возможность оценивания реальной опасности пожара, взрыва, и так далее. Чтобы унифицировать форму карты пожарной опасности, а также по минимуму разгрузить поля карты, рекомендуется пользоваться условными обозначениями, которые распространены в противопожарной службе, в строительстве.

Соответственно, нужно наносить на карту план помещения, этажа определенного объекта. Тут указываются их площадь, высота и объем, категория пожарной, взрывной опасности. Внутреннее поле помещения нужно заполнить квадратами; также указывается энергетический потенциал, заполняемый красным цветом. Блоки с опасностью взрыва – красные; с пожарной опасностью – желтые. Вместе с тем, на карту наносят точки

потенциальных взрывов – кругами синего цвета в технологическом блоке с указанием центра распространения смеси взрыва.

Когда карта пожарной опасности будет заполнена, ее проверяют. Суть проверки состоит в следующих нюансах:

- определение круга, который ограничивает взрывоопасную зону, и этот круг не должен иметь красных флажков, которые указывают источники возгорания;
- удельный размер энергетического потенциала блока, который располагается в помещении категории В, Д, в МДж на кубометр объема не должен быть более 5. Иначе проверяется правильность назначения категории помещения;
- когда на карте помещение имеет категорию А или Б, нужно указать знак – ромб, что показывает установку для тушения пожара, которая запускается автоматически;
- на карте огнетушители показаны треугольниками; их нужно размещать неподалеку от блоков, помеченных желтым и красным цветом;
- прямоугольник обозначает пожарную сигнализацию, которая должна располагаться на пути эвакуации; сигнализация, которая работает посредством газоанализаторов – располагается возле блока красного цвета;
- на трубопроводе вентиляции, по которой отводятся горючие пары или газы, ставят автоматические клапаны.

Расчётное определение категории помещения по взрывопожарной и пожарной опасности.

Если максимально ответственно подойти к выбору категории зданий, если учесть производственные помещения по взрывоопасной, а также по пожарной опасности, то практически удастся выстроить сочетание производственной безопасности с капитальными расходами на проектирование, собственно, построение и эксплуатацию.

На основании установленной категории можно начать определение нормативных требований, которые непосредственным образом касаются обеспечения взрывоопасной, пожарной безопасности производства – относительно количества этажей, застройки, расположения помещений и так далее. Соответственно точности при определении категории зданий по взрывоопасной и пожарной ситуации – это центральный вопрос. Как правило, его решение делегируется Государственному пожарному надзору.

Категория помещений и зданий устанавливается в технологической части проекта вновь строящегося или реконструируемого объекта в соответствии с нормами Государственной противопожарной службы «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» (НПБ 105-03) [16], главой СП 56.13330.2021 «Производственные здания» [23] или специальными перечнями, утвержденными в установленном порядке.

Производственное помещение цеха по переработке полиэтилена не будет относиться к категории Б, так как процесс не связан с образованием мелкодисперсной пыли. Определим принадлежность помещения к категориям В1-В4.

Практика показывает, что установление пожароопасной категории конкретного помещения проводится на основании сравнения максимального показателя по удельно временной пожарной нагрузки на том или ином участке, с размером пожарной нагрузки, в целом.

Обычно в составе пожарной нагрузки выделяются разные комплексы материалов, веществ в рамках пожароопасного участка. Определить пожарную нагрузку можно по следующей формуле:

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i \cdot Q_{\text{ни}}^p \quad (1)$$

где G_i – количество i -го материала пожарной нагрузки, кг;

$Q_{\text{ни}}^p$ – низшая теплота сгорания i -го материала пожарной нагрузки,

МДж/кг.

Удельная пожарная нагрузка $МДж/м^2$, определяется из соотношения:

$$q = \frac{Q}{S} \quad (2)$$

где S – производственная площадь, на которую размещают горючие материалы, $м^2$.

Для цеха по переработке полиэтилена количество материала пожарной нагрузки – полиэтилена – 20000 кг.

$$Q = 20000 \cdot 25 = 500000 \text{ МДж}$$

$$q = \frac{500000}{1008} = 496 \text{ МДж/м}^2$$

Согласно табл. 4 НПБ 105-03 [16] помещение цеха по переработке полиэтилена относится к категории В3.

Если при определении категорий В2 или В3 количество пожарной нагрузки Q отвечает неравенству

$$Q \geq 0,64 \cdot g_T \cdot H^2, \quad (3)$$

то помещение будет относиться к категориям В1 или В2 соответственно.

Проведем данную проверку (принимаем $g_T = 2000 \text{ МДж/м}^2$):

$$Q = 500000 \text{ МДж} \geq 0,64 \cdot 2000 \cdot 6,0^2 = 46080 \text{ МДж}$$

Условие выполняется, таким образом данное помещение будет относиться к категории «В2».

Класс зоны по ПУЭ «П-Па» (п. 7.4.5 [8]).

Помещение класса «В2». В данном случае анализируются помещения, в которых можно выделить горючие волокна, пыль, что способны перейти во взвешенное состояние. Причем концентрация их должна достигать такого количества, при котором с воздухом образуется взрывоопасная смесь, при

оптимальном рабочем режиме (допустим, когда осуществляется загрузка или разгрузка технологического оборудования).

Характерные признаки пожара: слабое возгорание и появление синего пламени (появление дыма), повышение температуры, переходящее в пламенное горение.

По степени развития пожара здание относится к 5 группе [18, прил. 1]. Способ включения установки – автоматический. Метод тушения пламени – орошение. Класс взрывопожароопасности по ПУЭ – «П-ПА».

Пожароопасные свойства полипропилена марки 21060 по ГОСТ 26996-86 [17, стр. 324]:

- физико-химические свойства: белый порошок; плотность – 900...910 кг/м³; температура плавления – 165°C; теплота сгорания – 44000 кДж/кг;
- пожароопасные свойства: горючее вещество; температура воспламенения аэрогеля – 325°C; температура самовоспламенения аэрогеля – 345°C; минимальная концентрация распространения пламени – 40 г/м³; максимальное давление взрыва – 590 кПа; скорость нарастания давления – 39 МПа/с; минимальная энергия зажигания – 3,4 мДж; коэффициент испарения – 17,5% объема; минимальное взрывоопасное содержание кислорода – 9,5% объема;
- средства тушения: распыленная вода со смачивателями, воздушно-механическая пена.

Пожароопасные свойства полиэтилен низкого давления марки 273-71 [17, стр. 330]:

- физико-химические свойства: черный порошок; плотность – 954 кг/м³; содержание сажи – 2,5% массы;
- пожароопасные свойства: горючее вещество; температура воспламенения – 365°C; температура самовоспламенения – 415°C; минимальная энергия зажигания – 25 мДж; минимальное взрывоопасное содержание кислорода – 11,0% объема;

– средства тушения: распыленная вода со смачивателями.

Классификация технологических сред по пожаровзрывоопасности и пожарной опасности.

С учетом статьи 16 [18], стоит подчеркнуть, что по пожароопасности, а также по взрывоопасности технологические среды разделяются на некоторые группы:

- взрывоопасные;
- пожароопасные и взрывоопасные;
- пожаробезопасные;
- пожароопасные.

Известно о том, что среда считается в том случае пожароопасной, если практически может появиться горючая среда. Разумеется, что также должен быть источник зажигания, который получит такую мощность, что приведет к пожару.

В то же время пожаровзрывоопасная среда считается таковой в том случае, если образуются смеси газа и окислителя, пары жидкостей, которые без особых проблем воспламеняются; аэрозоли и горючая пыль, при которых источник пламени вызовет взрыв или же пожар.

Под взрывоопасной принято рассматривать такую среду, при которой образуется смесь горючих газов в сочетании с воздухом пары легко воспламеняющихся жидкостей и пыль, горючие волокна. Как только они достигают определенной концентрации, при наличии источника огня наступает взрыв.

Пожаробезопасные среды – это такие пространства, где нет окислителя и горючей среды, как таковой.

По итогам анализа процесса вторичной переработки ПЭТ среда в производстве всегда – пожаровзрывоопасная.

Пожарно-техническая экспертиза технологических процессов.

Здание построено в 2003 году. Площадь помещения цеха равна 1008 м². Высота до низа несущих конструкций покрытия – 5,2 м.

Наружные стены – из силикатного кирпича толщиной 250 мм.

Балки – железобетонные.

Плиты покрытия – ребристые размером 1,5×6,0 м.

Покрытие – утеплённое, совмещённое.

Кровля – рубероидная.

Полы – бетонные.

Двери и ворота – железные откатные.

Оконные проёмы – заполнены деревянными переплётами.

Степень огнестойкости здания – IV.

Проведем проверку объемно-планировочных решений на соответствие требованиям нормативных документов. Исходные данные:

- категория производственного помещения – В2;
- высота здания – 6,0 м;
- число этажей – 2;
- площадь помещения – 1008 м².

В соответствии с п. 7.1 [23] степень огнестойкости IV и класс конструктивной пожарной опасности здания – С0, С1.

В соответствии с п. 5.21 [22] класс функциональной пожарной опасности здания – Ф5.1.

В таблице 3 проводится анализ соответствия пожарно-технических характеристик строительных конструкций требованиям норм.

Таблица 3 – Пожарно-технические характеристики строительных конструкций

Наименование строительных конструкций	Предел огнестойкости и		Ссылка на нормы	Класс пожарной опасности		Ссылка на нормы	Вывод
	ПО _ф	ПО _{тр}		К _ф	К _{тр}		
Наружные стены из силикатного кирпича толщиной 250 мм	330 мин.	R15	п. 2.30 табл. 10 [14]; п. 5.18 табл. 4 [9]	К0	К0	п. 5.19 табл. 5 [9]	соответствует
Колонны из силикатного кирпича толщиной 250×250 мм	210 мин.	R15	п. 2.30 табл. 10 [14]; п. 5.18 табл. 4 [9]	К0	К0	п. 5.19 табл. 5 [9]	
Покрытия многопустотные ЖБ плиты: - плотность бетона $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; - толщина плиты $t = 100 \text{ мм}$ - расстояние до оси арматуры $\alpha = 35 \text{ мм}$	90 мин.	RE15	п. 2.32 табл. 10 [14]; п. 5.18 табл. 4 [9]	К0	К0	п. 5.19 табл. 5 [9]	

Оценка огнестойкости реконструируемого помещения позволит рассмотреть общее условие противопожарной защиты объекта по показателю огнестойкость с учетом специфики влияния на этот показатель условий эксплуатации объекта. Условия соответствия строительных конструкций нормам:

$$ПО_{\text{ф}} \geq ПО_{\text{тр}} \quad (4)$$

$$K_{\text{ф}} \approx K_{\text{тр}} \quad (5)$$

где $ПО_{\text{ф}}$ и $ПО_{\text{тр}}$ – соответственно фактический и требуемый предел огнестойкости строительных конструкций, мин.;

$K_{\text{ф}}$ и $K_{\text{тр}}$ – класс пожарной опасности строительных конструкций соответственно фактический и требуемый.

Если условия выполняются, то огнестойкость реконструируемого помещения обеспечена. Анализ пожарно-технические характеристики строительных конструкций показал, что строительные конструкции соответствуют требованиям норм.

У помещения цеха повторной переработки полиэтилена имеются двое распашных ворот с калитками в случае пожара они могут служить эвакуационными выходами согласно п. 6 СП 56.13330.2021.

Противодымная защита здания.

Практически установлено, что имеющиеся на данный момент способы, посредством которых осуществляется защита этажей и смежных помещений от задымления, в большинстве случаев обуславливается экономическими, комплексом технических показателей. Каждая их пожароопасных технологических операций условно может быть отграничена с помощью ограждений, которые не пропускают дым, и при этом такие конструкции, ограждения имеют высокую огнестойкость. Совершенно очевидным является тот факт, что герметизация помещения с достижением идеальных условий не может быть обеспечена без особых конструкций. Вот почему в качестве

дополнения применяется прием дымоудаления. И так, продукты горения могут быть удалены посредством специальных устройств, а также оконных проемов. Что касается последнего решения, то оно – более целесообразное не только в экономическом плане, но и относительно пожарной ситуации.

Производственное помещение второго этажа имеет оконные проемы и в коридоре, и в цехах, поэтому согласно п. 8.3 [26] размещение специальных устройств дымоудаления не требуется.

Экспертиза объемно-планировочных решений показала, что дополнительных конструктивных решений по защите производственного помещения не требуется.

Существующая система противопожарной защиты зданий и сооружений.

Автоматическая пожарная сигнализация. Известно о том, что в цехе, в котором осуществляется множество технологических операций, в целях выявления пожара применяется адресно-аналоговая АПС. Это извещатели о пожаре, о пламени (термический кабель) - PHSC-280-EPN. Работа устройства построена по тому принципу, при котором срабатывание наступает в случае увеличения температуры до критических значений. Далее изоляция проводника разрушается, сигнал направляется на контрольный пункт С2000М, который интегрирован в адресную систему пожарной, охранной сигнализации. К слову сказать, с этого же пункта осуществляется управление всем противопожарным оборудованием, которое установлено в цеху.

Системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией.

По проектной документации было установлено, что производственный корпус оборудован оповещателями пожара – световыми указателями «Блик-С12», на которых имеется надпись «ВЫХОД». Такие устройства стоят над каждым эвакуационным выходом в лестничных клетках каждого корпуса. Вместе с тем, есть оповещатели с надписями ПЕНА, УХОДИ». Они стоят в помещениях с повышенной взрывоопасностью; «ПЕНА НЕ ВХОДИ» – стоят над дверями тамбуров перед взрывоопасными помещениями, по всем

корпусам. Есть снаружи каждого корпуса звуковой оповещатель под названием «Свирель-2». Они помогают упростить ориентацию пожарников, а также персонала предприятия при уточнении мест расположения включения извещателя, который работает в ручном режиме.

Противопожарное водоснабжение.

Система внешнего пожаротушения располагается недалеко от ближайших пожарных гидрантов ПГ-117, ПГ-99, ПГ-100, ПГ-116. Добавим, что последние установлены на внешнем хозяйственном противопожарном водопроводе; расход ПГ составляет 20 литров в секунду, а расстояние до корпусов не больше 150 метров. Тушить пожар можно, как минимум, от 4 гидрантов одновременно. Монтаж пожарных кранов осуществляется в производственном корпусе на высоте 135 см от пола. Длина пожарных рукавов составляет 20 метров, а количество их – 17. Диаметр водопровода составляет 50 мм.

Системы связи.

Сейчас на предприятии в цеху, в котором осуществляется вторичная переработка полиэтилена, установлена система связи – ручной пожарный извещатель типа «ПКИЛ-9». Это устройство, которое подает сигнал «Пожар» сразу после нажатия на специальную кнопку. Далее подача сигнала осуществляется скачкообразным снижением сопротивления в шлейф пожарной сигнализации до отметки не больше 500 Ом; включается параллельно с тем индикатор, выпадает цветной флажок. Это сигнал, который подтверждает, что извещатель активирован. Вернуть кнопку в начальное положение – означает вернуть флажок в первоначальную точку.

Конструкция ручного пожарного извещателя предусматривает наличие корпуса, основания, а также крышки защиты. Чтобы вызвать пожарную бригаду, разбивается стекло и нажимается кнопка. В ответ поступает гудок. Сразу после того работники выходят к машинам пожарной части, чтобы указать на очаги возгорания. Кроме пожарных извещателей имеется несколько стационарных телефонов, которые помещены во взрывозащитном корпусе.

3 Разработка методов и способов снижения пожарной опасности объекта

Обоснование необходимости устройства системы местных отсосов.

Как было отмечено в предыдущих разделах технологический процесс вторичной переработки полиэтилена связан с выделением большого количества горючей пыли. В соответствии с РД 1.2-138-2005 для удаления пожаровзрывоопасных отходов (пыли, частей горючего вещества) в технологическом оборудовании должны быть предусмотрены местные отсосы. На данном предприятии оборудование не оснащено данными устройствами. В связи с этим в производственном помещении наблюдается большое скопление пыли и отходов, что способствует быстрому распространению огня.

В целях устранения данного нарушения предлагается оборудовать систему местных отсосов. Правильно рассчитанная, сконструированная и смонтированная система обеспечит почти полное удаление пыли и отходов. Основными элементами установки являются:

- пылевой вентилятор с электродвигателем;
- воздушно-транспортная сеть;
- приемники для отходов и пыли;
- циклон с бункером.

Приемники местных отсосов устанавливаются непосредственно на станках в местах образования отходов полиэтилена так, чтобы исключалась возможность выделения пыли в помещение. Воздух, смешанный с мелкими отходами полиэтилена, засасывается в приемники, установленные непосредственно у шредера, затем, увлекаясь воздушным потоком по разветвленным трубопроводам воздушно-транспортной сети, поступает в ступенчато-расширяющийся магистральный трубопровод, ведущий к циклону, а далее – в бункера.

Оборудование системы местных отсосов должно соответствовать

требованиям СП 62.13330.2011, ППБ 01-03, ППБО 157-2005:

1. Принимая во внимание пункт 7.8.3 [26], техника для систем локальных отсосов по взрывоопасным смесям должна предусматривать такую конструкцию, которая бы защитила от взрыва.

2. На основании пункта 7.9.15 [26] обустройство систем локальных отсосов смесей, которые могут взрываться, не стоит ставить недалеко от техники прочих систем, в одном помещении для вентиляции.

3. По пункту 7.1.13 [26] в системах местных отсосов концентрация удаляемых горючих газов, паров, аэрозолей и пыли в воздухе не должна превышать 50% НКПРП при температуре удаляемой смеси.

4. Согласно п. 7.2.4 [26] системы локальных отсосов вредных веществ, которые относятся к первому и второму классу опасности, нужно оборудовать с запасным вентилятором, если в случае остановки вентилятора нет возможности для остановки технологического оборудования или же концентрация вредных веществ выше ПДК за 1 рабочую смену.

5. Ссылаясь на пункт 7.2.12 [26], отметим, что системы местных отсосов от технологического оборудования целесообразно устанавливать отдельно под вещества, которые в соединении формируют взрывоопасную смесь. Как вариант – могут быть образованы вредные опасные вещества.

6. Для качественной очистки взрывоопасной, пылевоздушной смеси от горючих примесей, применяются фильтры, а также пылеуловители:

- если будет проводиться сухая очистка, то устройства представлены во взрывозащитном исполнении, в паре с агрегатами, которые постоянно улавливают и удаляют пыль;
- в случае пенной или мокрой очистки – во взрывоопасном исполнении; при техническом обосновании допускается применение классического варианта устройств (п. 7.8.5 [26]).

7. Устройства, которые улавливают пыль, а также фильтры для сухой очистки пылевоздушной смеси, которая может спровоцировать взрыв, уместно ставить перед вентиляторами (п. 7.9.5 [26]).

8. В том случае, если пылеуловители применяются в целях сухой очистки, то устройства располагаются за пределами строения, на расстоянии 10 метров от стен и дальше, как правило – парно с вентиляторами (п. 7.9.6 [26]).

9. Что касается помещений производственного типа, то допускается осуществлять монтаж фильтров для чистки пожароопасных смесей от горючей пыли, если концентрация в воздухе ее не выше 30% от ПДК вредных веществ (п. 7.9.7 [26]).

10. Бункеры под измельченные частицы древесины, а также формовочные машины нужно оснащать аспирационной системой, которая может поддерживать в емкости разряжение; с датчиками, которые указывают на заполнение емкостей (п. 217 [21]).

11. Системы, которые обеспечивают перевозку пылевых, стружечных материалов, обязательно должны оборудоваться устройствами, которые не допускают распространения огня; важно наличие люков на случай пожара (п. 220 [21]).

12. Резервуары под сбор взрывоопасной, полиэтиленовой пыли от пневмотранспортных, аспирационных систем – оборудуются противовзрывными устройствами, работоспособность которых контролируется регулярно (п. 221 [21]).

Обоснование решений по наружному противопожарному водоснабжению

В соответствии с п. 7.1 [24] все предприятия, их подразделения должны иметь противопожарное водоснабжение в соответствии с действующими правилами и нормами. На предприятии отсутствует система наружного пожаротушения.

Предлагается принять в соответствии с п. 2.11 [24] наружное противопожарное водоснабжение из емкостей (резервуаров). Пожарный объем воды надлежит предусматривать в случаях, когда получение необходимого количества воды для тушения пожара непосредственно из

источника водоснабжения технически невозможно или экономически нецелесообразно (п. 9.3 [24]).

Принимая во внимание тот факт, что объем здания составляет более 1000 кубометров, то для обустройства резервуаров нужно получить разрешение от Государственных органов пожарного надзора.

В пожарных резервуарах запасы воды должны обеспечить потребность тушения открытого огня в течение трех часов, с учетом максимального расхода – то есть, 10 литров в секунду (п. 7.7, п. 2.14 [24]).

Требуемый запас воды для тушения пожара составляет:

$$\sum V_{\text{резервуаров}} = 3600 \text{ с} \cdot 3 \text{ ч} \cdot 10 \text{ л/с} = 108000 \text{ л} \approx 108 \text{ м}^3 \quad (6)$$

Количество пожарных резервуаров должно быть не менее двух, а объем каждого – не менее 150 м³. При этом должна учитываться возможность вымерзания и поверхностного испарения запасов воды (п. 7.9 [24]).

Пожарные водоемы и резервуары следует устраивать с наветренной стороны по отношению к производственным помещениям и другим пожароопасным объектам (п. 7.10 [24]).

Резервуары, а также оборудование, которое помогает их обслуживать, должны быть защищены от промерзания (п. 9.9 [24]).

Соответственно, лучше всего размещать резервуары с условия обслуживания тех зданий, которые расположены неподалеку:

- если есть автомобильные насосы – 200 метров;
- если есть мотопомпы – 100-150 метров, согласно их типу.

Чтобы нарастить радиус обслуживания, допускается укладка от водоемов или резервуаров тупиковых трубопроводов, длина которых не должна превышать 200 метров (п. 9.32 [24]).

Дистанция от точки водозабора до здания четвертой степени огнестойкости – не меньше 30 метров (п. 9.30 [24]).

Чтобы заполнить пожарные резервуары, с водоема вода подается

пожарными рукавами, длина которых достигает 250 метров, а если согласовать этот процесс с Государственными органами пожарного надзора, то можно увеличить протяженность магистрали до 500 метров (п. 9.31 [24]).

Когда отбор воды с резервуара, с пожарного водоема осуществляется мотопомпами, автомобильными насосами осложняется, то строятся приемные колодцы. Часто их объем составляет 3-5 кубических метров. Водоем или резервуар с приемным колодцем соединяют с трубопроводом таким диаметром, который отвечает условиям пропуска, с учетом расхода воды. Однако минимальный диаметр труб не может быть меньше 200 мм. На трубопровод перед приемным колодцем ставится задвижка, а ее штурвал выводят под крышку люка. На соединительных трубах устанавливается решетка (п. 9.32 [24]).

Отметим, что пожарные резервуары или водоемы не имеют спусковых, а также переливных трубопроводов (п. 9.33 [24]).

В том случае, если на территории предприятия или не далее 200 метров от него есть естественный или искусственный водоем, то дополнительно к ним строят подъезды, площадки, которые оборудуются твердым покрытием для автомобилей пожарной бригады. Разумеется, должна обеспечиваться возможность забора воды вне зависимости от времени года (п. 94 [21], п. 14.6 [24]).

У мест расположения пожарных резервуаров и водоемов должны быть предусмотрены указатели по ГОСТ 12.4.009-83 (п. 9.28 [24]).

Обоснование необходимости применения автоматической пожарной защиты объекта

Сегодня существует четыре причины, которые определяют потребность в монтаже системы противопожарной автоматической защиты:

- осуществляется реконструкция промышленных предприятий, строят новые производства, увеличивается энергетическая их насыщенность, что опережает возможности ГПС по степени эффективности защиты от пожара;
- государство регулярно внедряет новые реформы. Например,

появляются новые технологические процессы с высокими показателями пожароопасности, взрывоопасности; в строительстве осваивается высотное строительство, объекты могут оказываться заблокированными на значительных площадях;

– повсеместно внедряется автоматизация технологических процессов, снижается количество времени для работы персонала; не всегда вовремя удается идентифицировать пожар, не эффективно ведется борьба с ним;

– быстро развивается транспорт, что осложняет прибытие на место пожара бригады спасателей.

Руководствуясь сводом правил СП 484.1311500.2020 цех по переработке полиэтилена должен быть оборудован автоматической установкой пожаротушения (АУП), спринклерной установкой пожаротушения, пожарной сигнализацией и датчиками обнаружения пожара. Потребность в такой системе обуславливается тем, что пожар всегда несет колоссальный материальный ущерб.

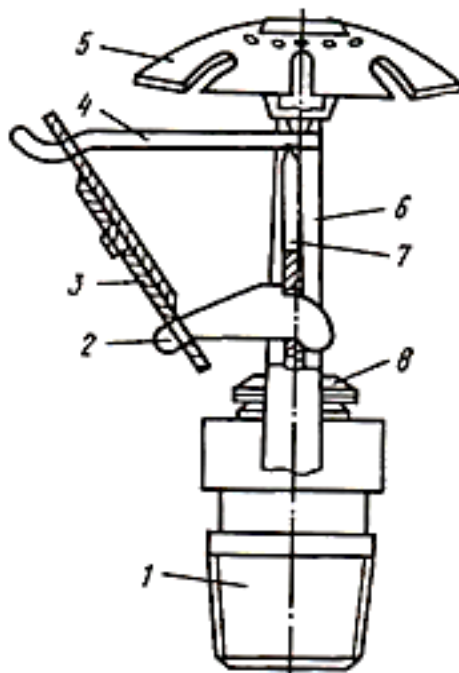
Обоснование и выбор типа автоматической установки пожаротушения (АУП)

Выбираем спринклерную водозаполнительную установку пожаротушения, то есть локальное пожаротушение по объему. Помещение более 300 м² по [18, прил. 3] выбираем автоматическую установку пожаротушения (АУПТ). Площадь тушения принимается из НПБ 88-01 или по СП 484.1311500.2020 (табл. 5.1), равной 180 м², т.е. срабатывания 20 оросителей. Инерционность установки: подача воды производится сразу после разрушения термозамка (порога срабатывания чувствительного элемента). Побудительной системой является клапан, находящийся в узле управления. Он открывается при падении равновесия в давлениях между питающим и подводящим трубопроводом.

Спринклерной установкой называется автоматическое устройство для тушения пожара. Имеется сеть, которая все время заполнена огнетушащим жидким составом; трубопровод с насадками – спринклерами или закрытыми

оросителями. Такие устройства специально созданы для локального тушения или ограничения очага возгорания внутри помещения.

Спринклерная установка имеет источник воды, насосы, сигнально-контрольный клапан, распределительные, а также магистральные трубопроводы (рисунок 7).



1 – насадок; 2, 4, 7 – рычаги; 3 – легкоплавкий элемент; 5 – розетка; 6 – дуга; 8 – клапан

Рисунок 7 – Спринклер

Как только появляется пожар, внутри помещения растет температура. Легкоплавкий замок спринклера открывается, выбрасывается огнетушащее средство; оно распыляется розеткой, попадая в очаг. Спринклеры ставятся на распределительных трубопроводах соответствующих установок под потолками (1 спринклер предназначен для орошения 9-12 квадратных метров).

Сегодня распространены следующие виды спринклерных установок:

- водяные агрегаты (в течение всего года в помещении температура не должна снижаться до 4 и меньше градусов);
- воздушные агрегаты – ставятся в тех помещениях, где температура может опускаться ниже 4 градусов Цельсия;

– воздушно-водяные агрегаты – монтируются в неотапливаемых помещениях, где в течение 8 месяцев в год температура поддерживается на уровне 4 градусов.

Вместо воды часто применяется для тушения раствор пенообразователя. Соответственно, спринклерная установка оборудуется пенными спринклерами.

Выбор вида огнетушащего средства и его удельного расхода (интенсивность подачи).

Средства тушения полиэтилена: вода со смачивателями, раствор пенообразователя.

По степени развития пожара здание относится к 5 группе [18, прил. 1] (таблица 4).

Таблица 4 – Параметры системы пожаротушения для рассматриваемого здания предприятия

Группа помещений	Интенсивность орошения, л/с·м ² , не менее	Максимальная площадь, контролируемая одним спринклерным оросителем или тепловым замком побудительной системы, м ²	Площадь для расчета расхода воды, раствора пенообразователя, м ²	Продолжительность работы установок водяного пожаротушения, мин.	Максимальное расстояние между спринклерными оросителями или легкоплавкими замками, м
	раствором пенообразователя				
5	0,16	9	180	60	3

Гидравлический расчет локальной установки пожаротушения

Под защищаемым помещением принято рассматривать цех, в котором перерабатывается ПЭТ. Площадь такого помещения составляет 42 и 24 метра, а высота – 6 метров. От насосной станции до места введения питающего трубопровода расстояние составляет около 70 метров.

Для целей расчета подбираются параметры:

– группа помещения согласно опасности развития пожара – 5;

- орошение проводится с интенсивностью $I = 0,16$ л/с·м²;
- площадь для расчета расхода воды: $F_P = 180$ м² (см. табл. 3) [18, прил. 1];
- площадь, защищаемая одним спринклерным оросителем $F_C = 9,0$ м² (см. табл. 3.1) [2, прил. 1].

Число оросителей, участвующих в гидравлическом расчете:

$$N = \frac{F_P}{F_C} = \frac{180}{9} = 20 \text{ шт.} \quad (7)$$

Общее число оросителей на все помещение:

$$N = \frac{F_{Ц}}{F_C} = \frac{1008}{9} = 112 \text{ шт.} \quad (8)$$

Выбор диаметра оросителя

Для цеха принимается диаметр выпускного отверстия оросителя $D = 15$ мм ($K = 0,71$; $H_{\text{мин}} = 10$ м.).

Определяется необходимый напор на «диктующем» оросителе. Выбирается ороситель СВН-10. Напор на «диктующем» оросителе принимается по формуле:

$$H_1 = \left(\frac{I_H \cdot F_C}{k} \right)^2 \quad (9)$$

где I_H – нормативная интенсивность орошения, л/(с·м²) (по табл. 1, 2 СП 484.1311500.2020);

F_C – проектная площадь орошения спринклером, м² (паспортная, по табл. 1 СП 484.1311500.2020);

k – коэффициент производительности оросителя, л/(с·м²);

$H_{\text{мин}}$ – минимальный напор у спринклера, м.

$$H_1 = \left(\frac{0,16 \cdot 9}{0,71} \right)^2 = 4,11 \text{ м}$$

$$H_{\text{мин}} = 10,0 \text{ м} \geq H_1 = 4,11 \text{ м}$$

Условие выполняется. Следовательно, ороситель СВН-10 удовлетворяет требованиям.

Определяем расход воды через «диктующий» спринклер:

$$Q_1 = k \cdot \sqrt{H} \quad (10)$$
$$Q_1 = k \cdot \sqrt{H} = 0,71 \cdot \sqrt{4,11} = 1,44 \text{ л/с}$$

Определяем напор у любого последующего спринклера:

$$H_{\text{ПОСЛ.}} = H_{\text{ПРЕД.}} + \frac{l_{\text{УЧ.}} \cdot Q_{\text{УЧ.}}^2}{k_T} \quad (11)$$

где $H_{\text{ПРЕД.}}$ – напор у предыдущего спринклера, м;

$l_{\text{УЧ.}}$ – длина рассматриваемого участка, м;

$Q_{\text{УЧ.}}$ – расход на рассматриваемом участке, л/с;

k_T – характеристика трения трубопровода по СП 484.1311500.2020 [2, прил. 10], л²/с²; принимаемая в зависимости от диаметра трубы, который может быть определен по формуле:

$$d_{\text{ТР}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{УЧ.}}^2}{\pi \cdot V}} \quad (12)$$

где V – скорость движения воды по трубопроводу на рассматриваемом участке (принимают равной 3...5 м/с).

Таким образом, напор на «диктующем» (первом) оросителе равен:

$$H_{\text{ДИКТ.}} = H_1 = 4,11 \text{ м}$$

$$Q_{\text{ДИКТ.}} = Q_1 = 1,44 \text{ л/с}$$

Определение диаметра условного прохода трубопроводов

Максимально ориентировочный расход воды по ряду:

$$Q = 4 \cdot Q_1 = 4 \cdot 1,44 = 5,76 \text{ л/с} \quad (13)$$

Принимаем скорость движения воды по трубопроводу $V = 5 \text{ м/с}$, тогда:

$$d_{\text{ТР}} = 35,6 \cdot \sqrt{\frac{5,76}{5}} \approx 38,21 \text{ мм}$$

С учетом [2, прил. 10], НПБ 88-2001 принимаем: $d_k = 40 \text{ мм}$; $k_T = 28,7$.

$$H_{\text{дикт.}} = H_1 = 4,11 \text{ м}$$

$$Q_{\text{дикт.}} = Q_1 = 1,44 \text{ л/с}$$

$$Q_2 = k \cdot \sqrt{H_1} = 0,71 \cdot \sqrt{4,11} = 1,44 \text{ л/с}$$

$$H_2 = H_1 + \frac{l_{\text{уч}} \cdot Q_2^2}{k_T} = 4,11 + \frac{3,0 \cdot 1,44^2}{28,7} = 4,33 \text{ м}$$

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 = 1,44 + 1,44 = 2,88 \text{ л/с}$$

$$H_3 = H_2 + \frac{l_{\text{уч}} \cdot Q_3^2}{k_T} = 4,33 + \frac{3,0 \cdot 2,88^2}{28,7} = 5,20 \text{ м}$$

$$Q_4 = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 1,44 + 1,44 + 2,88 = 5,76 \text{ л/с}$$

$$H_4 = H_3 + \frac{l_{\text{уч}} \cdot Q_4^2}{k_T} = 5,20 + \frac{3,0 \cdot 5,76^2}{28,7} = 8,67 \text{ м}$$

$$Q_a = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 1,44 + 1,44 + 2,88 + 5,76 = 11,52 \text{ л/с}$$

$$H_a = H_4 + \frac{l_{\text{уч}} \cdot Q_a^2}{k_T} = 8,67 + \frac{0,75 \cdot 11,52^2}{28,7} = 12,14 \text{ м}$$

$$V_{1-a} = \frac{11,52^2}{12,14} = 10,93 \text{ л}^2/\text{с}^2 \cdot \text{м}$$

Трассировка кольцевой сети АУП показана на рисунке 8.

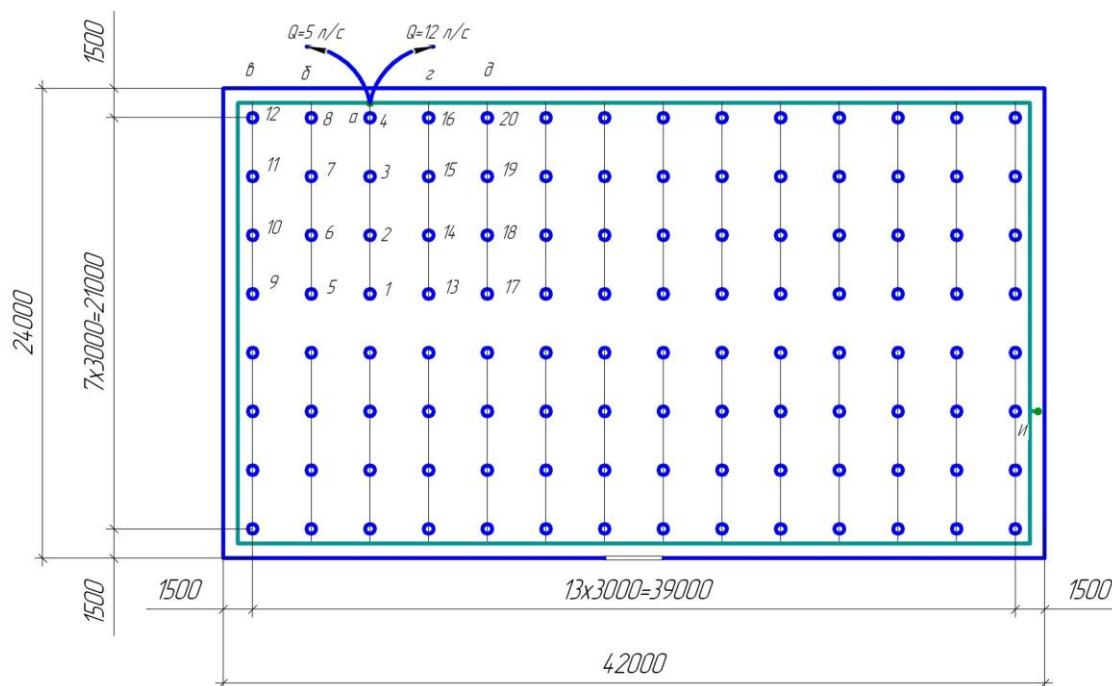


Рисунок 8 – Трассировка кольцевой сети АУП

Диаметр кольцевого трубопровода d_k определяется с учетом пропуски по каждому направлению от т. «а» примерно половины общего количества воды, т.е. расхода из 10 оросителей: $Q_k = 10 \cdot Q_1 = 10 \cdot 1,44 = 14,40$ л/с; при скорости воды 5,0 м/с:

$$d_k = 35,6 \cdot \sqrt{\frac{14,40}{5}} \approx 60,42 \text{ мм}$$

Принимаем $d_k = 65$ мм, $k_T = 572$. По предварительным расчетам напор оказался слишком большой, выбираем больший диаметр труб.

Принимаем $d_k = 100$ мм, $k_T = 4322$.

Принимается расход по участку «а-б» $Q_{a-б} = 5,0$ л/с; по участку «а-г» – 12,0 л/с (соотношение связано с тем, что расстояние от т. «а» до т. «и» слева больше, чем до т. «и» справа; абсолютные значения цифр устанавливаются методом последовательных приближений).

Рассчитывается напор в т. «и» в правом участке кольца (т. «а-г-д-и»):

$$H_{\Gamma} = 12,14 + \frac{3,0 \cdot 12,0^2}{4322} = 12,24 \text{ м}$$

$$Q_{\Gamma} = \sqrt{10,93 \cdot 12,24} = 11,57 \text{ л/с}$$

$$Q_{\Gamma-д} = 12,0 + 11,57 = 23,57 \text{ л/с}$$

$$H_{д} = 12,24 + \frac{3,0 \cdot 23,57^2}{4322} = 12,63 \text{ м}$$

$$Q_{д} = \sqrt{10,93 \cdot 12,63} = 11,75 \text{ л/с}$$

$$Q_{д-и} = 23,57 + 11,75 = 35,32 \text{ л/с}$$

$$H_{а(пр.)} = 12,63 + \frac{43,5 \cdot 35,32^2}{4322} = 25,19 \text{ м}$$

Рассчитаем напор в т. «и» в левом участке кольца (точки «а-б-в-и»):

$$H_{б} = 12,14 + \frac{3,0 \cdot 5,0^2}{4322} = 12,16 \text{ м}$$

$$Q_{\Gamma} = \sqrt{10,93 \cdot 12,16} = 11,53 \text{ л/с}$$

$$Q_{б-в} = 11,53 + 5,0 = 16,53 \text{ л/с}$$

$$H_{в} = 12,16 + \frac{3,0 \cdot 16,53^2}{4322} = 12,35 \text{ м}$$

$$Q_{в} = \sqrt{10,93 \cdot 12,35} = 11,62 \text{ л/с}$$

$$Q_{в-и} = 16,53 + 11,62 = 28,15 \text{ л/с}$$

$$H_{а(лев.)} = 12,35 + \frac{70,5 \cdot 28,15^2}{4322} = 25,28 \text{ м}$$

Неувязка напора в т. «и» слева и справа составляет:

$$\Delta H = H_{а(лев.)} - H_{а(пр.)} = 25,28 - 25,19 = 0,09 \approx 0,10 \text{ м} \leq 0,50 \text{ м} \quad (14)$$

Условие выполняется. Если бы неувязка напора в т. «и» слева и справа была более 0,5 м; то пришлось бы перераспределить расходы по направлениям в т. «а». Поэтому принимаем напор в т. «и»:

$$H_{и} = \frac{H_{и(лев.)} + H_{и(пр.)}}{2} = \frac{25,28 + 25,19}{2} = 25,24 \text{ м}$$

$$Q_{и} = Q_{в-и} + Q_{д-и} = 28,15 + 35,32 = 63,47 \text{ л/с}$$

Линейные потери от т. «и» до т. 1:

$$h_{и-1} = 25,24 - 4,11 = 21,13 \text{ м}$$

Линейные потери от т. «и» до узла управления, включая длину стояка $l_{ст} = h_{помещ.} = 6,0 \text{ м}$:

$$\Delta h_{и-к} = \frac{(6,0 + 70,0) \cdot 63,47^2}{13530} = 22,63 \text{ м}$$

$$\Delta h_{лин.} = 21,13 + 22,63 = 43,76 \text{ м}$$

Принимаем клапан БКМ (КЗС, J-1, F200). Потери напора на нем:

$$\Delta h_{кл.} = Q_{общ.}^2 = 3,62 \cdot 10^{-3} \cdot 63,47^2 = 14,58 \text{ м} \quad (15)$$

Расчетный напор на насосе $H_{нр}$:

$$H_{нр} = 1,2 \cdot \Delta h_{лин.} + \Delta h_{кл.} + Z + H_1 \quad (16)$$

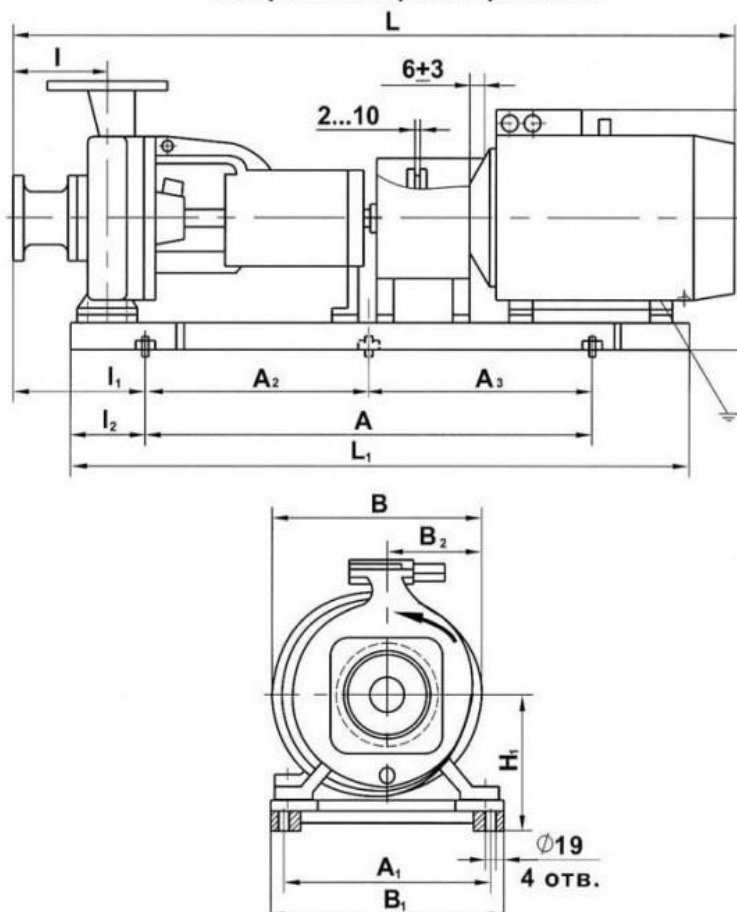
$$H_{нр} = 1,2 \cdot 43,76 + 14,58 + 6,0 + 4,11 = 77,20 \text{ м}$$

$$H_{нр} = 77,20 \text{ м} \leq 100 \text{ м}$$

Условие выполняется. Если же расчетный напор на насосе $H_{нр}$ получается более 100 м, следует в первую очередь, увеличить диаметры стояка и участка трубопровода от него до насосной, потери на них подсчитать отдельно с учетом значения k_T этих трубопроводов.

По этим величинам, пользуясь каталогом насосного оборудования (или [2, прил. 8]), выбираем насос серии К 100-65-250 (рисунок 9), у которого Q-H характеристика (рисунок 10) является ближайшей. Мощность насоса – 45 кВт.

Габаритный чертеж агрегата 1К



Обозначение агрегата	Типоразмер	Максимальная подача, м ³ /ч	Двигатель				L	L ₁	I	I ₁	I ₂	A	A ₁	A ₂	A ₃	H	H ₁	B	B ₁	B ₂	Масса, кг													
			Типоразмер	Мощность, кВт	Число оборотов, с ⁻¹ (об/мин)	Напряжение, В																												
H49.901.00.00.000	1K100-65-250м	140	5A225M2	55	50(3000)	220, 380	1470	1200													685	375	458	510										
		140	A225M2	55			1475														665	375	415	500										
		140	5АН200М2	55			1355														645	422	420											
	1K100-65-250	127	5A200L2	45			1416														640	410	426											
		127	A200L2	45			1440														630	380	425											
	1K100-65-250а	127	4AMH180M2	45			1225														1150	125	170	140	960±1,1	300±1,1	480±1,1	480±1,1	645	355	380	410	210	351
		120	5A200M2	37			1370														1200	640	410	405										
		120	A200M2	37			1440														1200	630	380	401										
		120	4AMH180S2	37			1215														645	380	336											
	1K100-65-250б	112	АИР180М2	30			1315														1150	615	380	346										
		112	A180M2	30			1340														600	380	336											

Рисунок 9 – Насос К 100-65-250

Характеристика насоса 1К100-65-250
 при частоте вращения- 48с^{-1} (2900 об/мин)
 Жидкость- вода плотностью 1000 кг/м^3

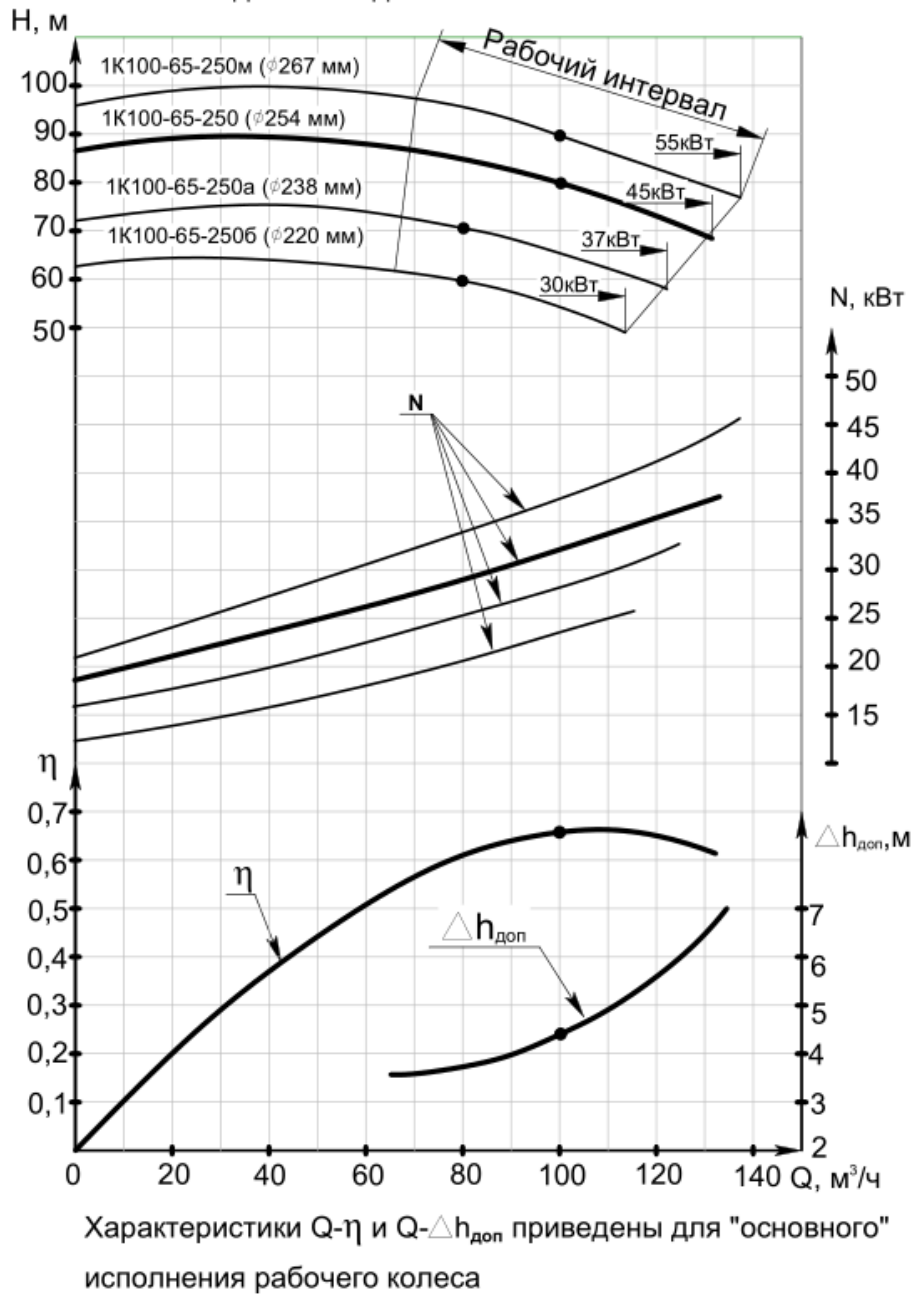


Рисунок 10 – Кривая производительности 1 К100-65-250

Компоновка основных узлов и описание работы установки пожаротушения

Было установлено, что в цехе по переработке вторичных полимеров предстоит спроектировать водяную установку с системой спринклерных оросителей.

Устройство и работа спринклерных установок

Включаются такие установки побудительными пусковыми системами. Их может быть несколько: гидравлическая, тросовая или механическая. В нашем случае задействуется побудительная пневматическая система. При готовности она стоит под давлением, которое генерирует автоматический питатель, а питательный и распределительный трубопроводы сообщены с атмосферой.

Как только возникает пожар, спринклерные оросители открываются. Потом в системе давление падает, так как воздух выходит с открывшихся спринклерных оросителей. В побудительном трубопроводе давление снижается при ручном включении установки – поворотом крана. Как только давление упадет, открывается клапан группового действия; с автоматического питателя вода по питательному и распределительному трубопроводам направляется на оросители. Срабатывает сигнальный прибор, после чего уже автоматически начинает работать главный питатель воды. Он забирает жидкость с системы и подает в сеть.

Трубопроводы наружного типа водного пожаротушения могут группироваться с водопроводами, что имеют прочее назначение. Питательные трубопроводы, как правило, монтируют тупиковыми или кольцевыми. Тут все определяется трассировкой сети, формой перекрытия, наличием осветительных приборов, колонн. На распределительном трубопроводе можно ставить не больше шести оросителей, диаметр которых составляет 12 мм. В нашем проекте достаточно 4 оросителей. Высота монтажа побудительного трубопровода должна составлять четвертую часть от постоянного напора в трубопроводе под узлом управления с клапаном БМК.

Спринклерный водный ороситель создан для того, чтобы в автоматическом режиме запускать установку по тушению пожара, а также разбрызгивать воду над очагом пожара. Как только в помещении растёт температура до уровня открытия оросителя, легкоплавкий состав замка распадается. Чтобы сохранить рычаги в собранном виде, предусмотрен упорный винт, что прижимает рычаг. Когда струя воды бьется о розетку,

разбрызгивается вода над огнем. Спринклер прикрепляется к трубопроводу резьбовым штуцером.

Бывают вогнутые розетки спринклеров, их применяют при монтаже оборудования розетками вверх; есть также плоские оросители – при установке розетками вниз. Что касается воздушно-водяных и водяных спринклеров, то оросители всегда ставятся розетками вверх.

Предъявляются следующие требования к оросителям: наличие легкоплавких замков, которые открываются при температурах 57-240 градусов Цельсия. Один ороситель предназначен для обработки 9 квадратных метров в складах; 12 квадратов – в общественных, административных, а также производственных зданиях. Добавим, что расстояние между оросителями не должно быть больше 3-4 метров. Минимум – 1,5 метра. Между стенами и оросителями с трудно воспламеняющихся и негорючих материалов не должно быть выше 2 метров. Между сгораемыми стенами и оросителями допускается расстояние 1,2 метра.

Автоматизация системы водяного пожаротушения

Известно о том, что узлы управления установок в помещениях, кроме специальных помещений узлов управления, станций тушения пожаров, всегда должны иметь исправное ограждение (металлические сетки, шкафы со стеклами). Посторонние лица не должны туда иметь доступ. Разумеется, места установки таких устройств подсвечиваются.

В дополнение каждый узел управления получает таблички с названием узла, номером, названием защищаемых помещений и количеством оросителей в секции установки. Краны, задвижки пронумерованы согласно обвязочной схеме.

Помещение, в котором располагается узел управления, закрывается и применяется строго по назначению. Ключи от него лежат у ответственного лица за эксплуатацию установки, а также у оперативных работников.

Устройства, которые препятствуют расходу воды установок пожаротушения на прочие потребности, должны быть исправными. В

помещении станции тушения пожара вывешивается схема обвязки насосов, технологические и электрические схемы установок, Правила эксплуатации.

Клапан БКМ. Клапаны быстродействующие мембранные БКМ (рисунок 11) предназначены для использования в качестве запорных устройств в системах водоподачи.

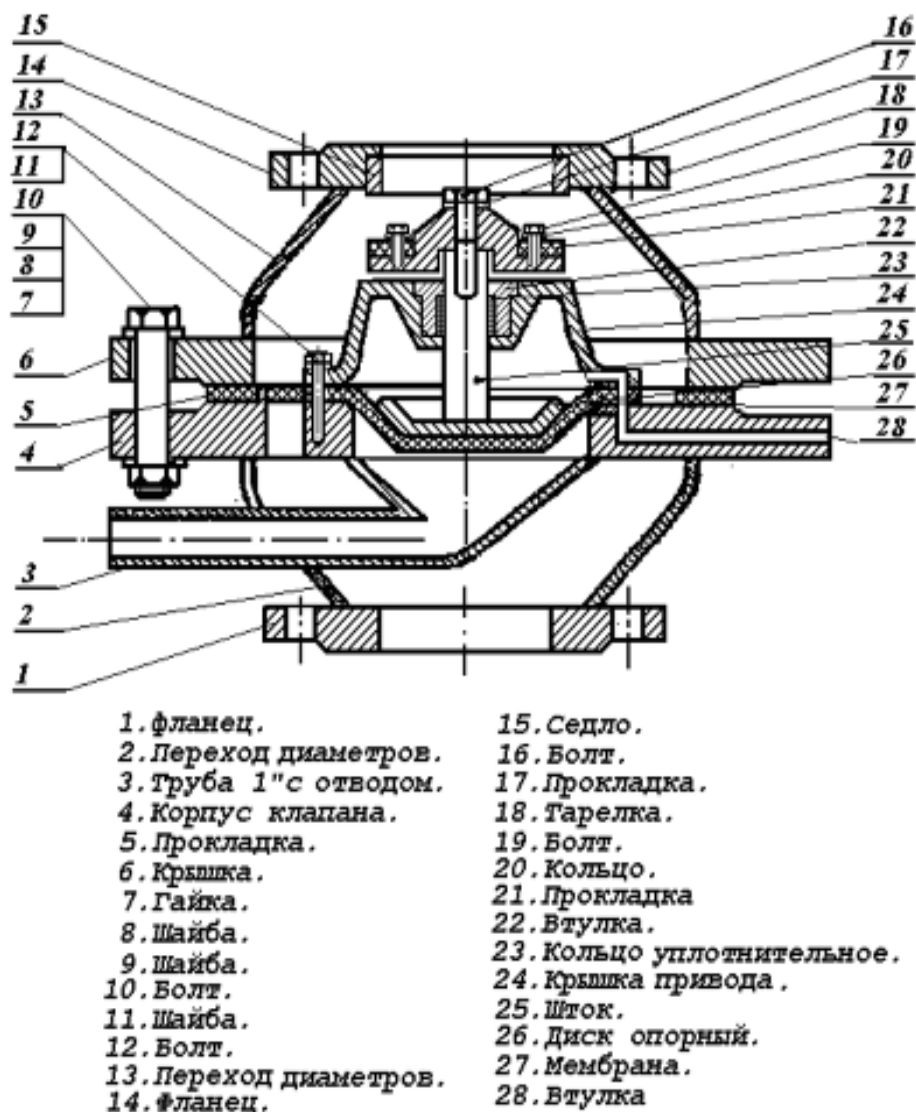


Рисунок 11 – Устройство клапана типа БКМ

БКМ заменяют старые конструкции клапанов воздушны, используются в КПУ, автоматических стационарных установках пенного и водного тушения пожара, в прочих системах подачи воды. Так, в КПУ установок тушения пожара клапан применяется в качестве запорно-пускового приспособления,

который закрывает трубы, подает воду в сеть в случае срабатывания побудительной системы.

В других случаях клапаны применяются в воздушных, водно-воздушных спринклерных системах тушения пожара. Допустимая температура эксплуатации клапанов составляет от 274 до 378 К при влажности воздуха до 98%.

Клапан работает по следующему принципу: при пожаре легкоплавкие замки спринклерных головок распадаются, открывают побудительный трубопровод, отчего снижается давление. Далее затвор клапана открывает доступ жидкости с питателей непосредственно в систему пожаротушения.

Когда включение осуществляется вручную, то значимость побудителя исполняет кран ручного включения.

Давление действует на мембрану 27 (как показано на рис. 11), перемещается шток 25, тарелка клапана 18 закрывает входное отверстие. Так как имеется разная площадь входного отверстия клапана, а также диска 26, образуется усилие, которое прочно закрывает клапан.

Когда в рабочей камере падает давление, открывается клапан. Тарелка его отходит от седла, открывая магистральный трубопровод. В клапане есть сигнальные отверстия, посредством которых осуществляется сообщение с сигнальным устройством.

Техническое обслуживание выступает в качестве главной меры, направленной на поддержание работоспособности клапанов; предупреждает поломки, увеличивает существенно эксплуатационный период работы оборудования.

Электроуправление и сигнализация

Проектом предусмотрен:

- автоматический пуск и остановка основного и резервного насосов;
- автоматический пуск и остановка жокей-насоса;
- автоматическое отключение при пожаре силовых агрегатов и осветительной сети.

При срабатывании автоматической пожарной сигнализации, сигнал с выхода ПЦН поступает на устройство УК-ВК/02, которое отключает питание силовых агрегатов и осветительной сети.

Автоматический контроль: перед входами в защищаемые помещения необходимо предусмотреть сигнализацию об отключении автоматического пуска установки пожаротушения.

В помещении насосной станции предусматривается следующая световая сигнализация:

- о наличии напряжения на рабочем и резервном вводах электроснабжения;
- о неисправности электрических цепей управления компрессором и клапаном.

В помещении дежурного поста с круглосуточным пребыванием оперативного персонала предусматривается световая и звуковая сигнализация:

- о пуске основного и резервного пожарного насоса (кратковременный звуковой сигнал);
- начало работы установки; указываются направления, по которым направляется вещество для тушения пожара (звуковой непродолжительный сигнал);
- отключение автоматического пуска установки (общий звуковой сигнал);
- обрыв или КЗ соединений световых, звуковых оповещателей (общий звуковой сигнал);
- КЗ, обрыв электросетей ДПУ пожаротушения;
- Обрыв сети питания на запорных устройствах, которые оснащены электрическим приводом (звуковой общий сигнал);
- КЗ, обрыв проводов электроцепей приборов, которые регистрируют активацию узлов управления, подающих команду на автоматическое включение компрессора, клапана дренчерного узла управления.

Звуковые сигналы о пожаре, пуске пожарных насосов и срабатывании установок должны отличаться тональностью (ревуны, сирены) от звуковых сигналов о неисправности (звонки). В помещении с приборами пожарной сигнализации, аварийное освещение должно включаться автоматически при отключении основного освещения. Помещение должно быть обеспечено телефонной связью с ближайшей пожарной частью.

Функциональная схема АУП представлена в графической части ВКР.

Краткая инструкция по эксплуатации установки пожаротушения

Требования, предъявляемые к установкам водяного и пенного пожаротушения.

Категорически запрещается при эксплуатации установок:

- вместо неисправных, раскрывшихся пробок, ставить заглушки;
- на расстоянии 90 см от оросителей складывать разные материалы;
- применять установленные трубопроводы пожаротушения для подвески другой техники;
- подключать оборудование производства, санитарные приборы к системе пожаротушения;
- выключать автоматический режим срабатывания установок и переводить их на ручной режим работы, ставить фланцевые соединения, кроме тех случаев, которые допускаются технической документацией.

Все узлы, компоненты трубопровода красят по требованиям ГОСТ 14202, ГОСТ 12.4.026, ГОСТ 12.4.009. если речь идет о культурно-зрелищных объектах, то там допускается окраска трубопроводов согласно общему облику интерьера. Можно также красить диффузоры оросителей, наружные резервуары под цвет помещения.

Когда система устанавливается в защищенном помещении, что характеризуется агрессивностью среды, то нужно красить конструктивные ее компоненты кислотоупорной краской. Механизмы для ручного запуска системы размещаются согласно требованиям ГОСТ 12.4.009 и находиться вне

вероятной зоны горения.

Средства автоматического выключения электрического питания оснащаются открытыми токоведущими компонентами в таких помещениях, которые защищаются установками; всегда должны быть в работоспособном состоянии.

Установки пожаротушения защищаются от морозов в местах потенциального промерзания. Технологические, а также строительные конструкции, освещение, новые устройства – все это не должно никоим образом препятствовать поступлению воды для тушения пожара.

При использовании клапанов рекомендуется выполнять такое ТО:

- регулярный технический осмотр;
- профилактический осмотр;
- плановое техническое обслуживание.

Что касается технического осмотра клапанов, то данная процедура выполняется каждый день после сдачи смены. Проверке подвергается:

- наличие воды, ее давление перед клапаном (используются манометры);
- плотность закрытия клапана.

Профилактический осмотр выполняют 1 раз в квартал. Нужно:

- все работы проводить согласно техническому осмотру;
- проверять надежность монтажа клапана, состояние уплотнительных материалов.

ТО осуществляется раз в году, обычно совмещается с техническим обслуживанием системы защиты от пожара.

Охрана труда

Идентификация рисков

В ГОСТ 12.2.230.5 определен табличный метод, согласно которому можно рассчитать риск нанесения вреда здоровью персонала предприятия. Задействованы 2 показателя: вероятность наступления негативного события, а также его тяжесть. Осуществляется идентификация по ситуации, действию, операции и так далее. В процессе оценки последствий задействуют прямые параметры ущерба здоровью, которые напрямую описывают ухудшение здоровья человека. Опасность расценивается в системе «человек – машина – среда». Тут вместе с техническим состоянием агрегата, рассматривается обучение, потребность в профессиональном отборе.

В качестве примера для идентификации опасностей и оценки риска возьмем рабочее место электрогазосварщика (как самая потенциально пожароопасная профессия в цеху). Электрогазосварщик принимает участие в работах по монтажу, ТО и ТР технологического оборудования, производстве защитных ограждений и других монтажно-обслуживающих работах.

Объект оценки: рабочее место электрогазосварщика.

Чтобы идентифицировать опасности, применяется Приказ работодателя, где участвует комиссия идентификации опасности, оценки рисков. Комиссия создается по правилам, которые представлены в ГОСТ 12.0.230.5-2018. Во главе комиссии стоит работодатель или его законный представитель. Перед тем, как начать процедуру идентификации опасностей, назначается обучение привлекаемого специалиста – методам, приемам проведения идентификации. В частности, лицо знакомится с материалами СОУТ, АРМ непосредственно на рабочем месте. Сбор информации по производственному риску осуществляется посредством фактического анализа места. За принимаемые решения в сфере профессиональных рисков отвечает руководитель сотрудника.

Идентификация опасностей может также проводиться

(ГОСТ 12.0.230.4-2018):

- всегда, когда это целесообразно или нужно;
- может быть плановой или внеплановой.

Теперь назовем главные шаги идентификации, а также оценки риска (таблица 5):

1. Определение опасных событий, которые могут случиться; причина их возникновения.
2. Определяется вероятность наступления того или иного события.
3. Определение последствий.
4. Установление мероприятий, направленных на сокращение негативных последствий, на минимизацию их возникновения на практике работы предприятия.

Таблица 5 – Матрица идентификации и оценки профессиональных рисков

Последствия		Вероятность					Действия, необходимые для снижения риска
Травма	Профзаболевание	Вряд ли возможно	Маловероятно	Нехарактерно, но возможно	Очень вероятно	Скорее всего произойдет	
Отсутствует	Отсутствует	1	2	3	4	5	Остановка работы не требуется
Потеря трудоспособности на срок до трех дней	Не развивается	2	4	6	8	10	Остановка работы менее чем на 2 часа
Потеря трудоспособности на срок более трех дней	Получение или обострение заболевания с возможностью продолжения работы	3	6	9	12	15	Остановка работы более чем на 2 часа
Потеря трудоспособности на длительный период	Получение заболевания, препятствующего продолжению работы на данном рабочем месте	4	8	12	16	20	Остановка работы в течение рабочей смены
Смертельный исход	Получение заболевания не совместимого с жизнью	5	10	15	20	25	Немедленное прекращение работы
1–4	Малый – приемлемый уровень риска, риск подлежит исследованию						
5–10	Существенный – средний уровень риска, требуются меры по его снижению						
11–25	Очень высокий – неприемлемый уровень риска, необходимо прекращение деятельности						

Таблица 6 – Дополнительные факторы риска на объекте оценки, учитываемые при оценке риска независимо от оценки травмирования

Требования к обучению безопасности труда к работнику на рабочем месте		Добавленный фактор риска	Добавляемые баллы к баллам при оценке травмоопасности
1	Отсутствуют (только вводный инструктаж, освобождение от инструктажа на РМ)	опасности, указанные только при вводном инструктаже	0-1
2	Дополнительно требуются инструктажи по охране труда на рабочем месте (операторы установок, токари, слесари и т.п.)	опасности, указанные при вводном инструктаже и в инструкциях по ОТ на РМ	2
3	Дополнительно требуются специальные виды обучения по охране труда на рабочем месте (электрогазосварщики, электрики и т.п.)	дополнительно опасности, указанные в программах по ОТ при специальном обучении	3
4	Дополнительно требуется профотбор (при выполнении работ на объектах повышенной опасности, операторы установок, монтажники-высотники и т.п.)	дополнительные опасности, указанные в правилах по ОТ на объектах повышенной опасности	4

Далее рассчитываем количественную оценку риска для электрогазосварщика по формуле:

$$R = A \cdot U \quad (17)$$

где R – количественная оценка риска: 1-8 (низкий); 9-17 (средний); 18-25 (высокий);

A – коэффициент оценки вероятности (табл. 7);

U – коэффициент оценки степени тяжести последствий (табл. 8).

Таблица 7 – Оценка вероятности

Степень вероятности	Характеристика	Коэффициент, А
1 Весьма маловероятно	- практически исключено; - зависит от следования инструкции; - нужны многочисленные поломки / отказы / ошибки	1
2 Маловероятно	- сложно представить, однако может произойти; - зависит от следования инструкции; - нужны многочисленные поломки / отказы / ошибки	2
3 Возможно	- иногда может произойти; - зависит от обучения (квалификации); - одна ошибка может стать причиной аварии / инцидента / несчастного случая	3
4 Вероятно	- зависит от случая, высокая степень возможности реализации; - часто слышим о подобных фактах; - периодически наблюдаемое событие	4
5 Весьма вероятно	- обязательно произойдет; - практически несомненно; - регулярно наблюдаемое событие	5

Следовательно, $A = 2,5$.

Таблица 8 – Оценка степени тяжести последствий

Тяжесть последствий		Потенциальные последствия для людей	Коэффициент, U
5	Катастрофическая	- групповой несчастный случай (число пострадавших 2 и более человек); - несчастный случай со смертельным исходом; - авария / пожар	5
4	Крупная	- тяжелый несчастный случай (временная нетрудоспособность более 60 дней); - профессиональное заболевание; - инцидент	4
3	Значительная	- серьезная травма, болезнь и расстройство здоровья с временной утратой трудоспособности продолжительностью до 60 дней; - инцидент	3
2	Незначительная	- незначительная травма – микротравма (легкие повреждения, ушибы), оказана первая медицинская помощь; - инцидент; - быстро потушенное загорание	2
1	Приемлемая	- без травмы или заболевания; - незначительный, быстроустраняемый ущерб	1

Следовательно, $U = 3,5$.

Отсюда, количественная оценка риска равна:

$$R = 2,5 \cdot 3,5 = 8,75 \approx 9$$

Следовательно, на предприятии ООО «ЛадаВтор» работа электрогазосварщика имеет средний уровень риска.

На основании вышеизложенного, составим карту идентификации опасностей и оценки уровней профессиональных рисков на рабочем месте электрогазосварщика (см. таблицу 9).

Таблица 9 – Карта идентификации опасностей и оценки уровней профессиональных рисков на рабочем месте электрогазосварщика

Предмет: Вид работ №1 слесарно-ремонтный работы Объект: Ремонтный цех Работники: слесарь- ремонтник, электрогазосварщик	Учет рисков		Оценка риска Оценку провел: Начальник РМО			
			Ковач А.В. Дата:29.10.2023			
Описание риска	Имеющаяся система контроля и реагирования	Меры по управлению	S	E	P	Риск
1. Движущиеся части производственного оборудования, инструмента	- обучение безопасному выполнению работ - ограждение движущихся частей и оборудования - организация рабочего места	контроль имеющейся системы реагирования	7	3	6	126
2. Падение работника вследствие неровности пола, скользкого покрытия, выполнения работ зимой	Периодический контроль за состоянием рабочих мест и проходов	контроль имеющейся системы реагирования	3	3	6	54
3. Наличие острых кромки, заусенцев и шероховатостей на поверхностях ограждений, инструментов, лестниц	Обучение безопасным методам работ	использовани е СИЗ	3	3	6	54
4. Вероятность падения грузов, изделий и других предметов	Обучение безопасным методам работ Контроль за применением СИЗ	использовани е СИЗ	3	3	6	54
5. Возможность поражения электрическим током	Контроль за состоянием электрооборудования и электроустановок		3	6	3	54
6. Вероятность падения при выполнении работ связанных с высотой	Обучение безопасным методам работ Применением СИЗ	Применением СИЗ	7	3	6	126
7. Разрыв (повреждение) отрезного, шлифовального круга	Обучение безопасным методам труда	Осмотр и испытания шлифовальны х кругов	7	3	3	126

Мероприятия по снижению высокого уровня профессионального риска

на рабочем месте.

Комплекс предложенных мероприятий, которые направлены на понижение высокого уровня профессионального риска на рабочем месте электрогазосварщика:

- проведение регламентных работ, которые направлены на обслуживание приборов, оборудования нужно выстраивать на основании технической документации завода-производителя;

- наладочные, монтажные работы начинаются лишь после того, как будут соблюдены все мероприятия по ТБ согласно [1-7];

- в ходе осуществления высотных работ применяют исключительно приставные лестницы или же стремянки; подручные средства использовать нельзя; если устанавливаются приставные лестницы, то в обязательном порядке должен быть страхующий;

- применение технических решений предлагаемых изменений (палатка сварщика и мобильная фильтровентиляционная установка);

- соблюдение требований должностной инструкции;

- контроль за исправным состоянием технологического оборудования;

- применение защитных средств и СИЗ;

- контроль за состоянием поверхностей, территории;

- соблюдение инструкций по ОТ и ТБ;

- периодический контроль за состоянием инструмента;

- контроль за исправностью электрогазосварочного оборудования, соблюдение требований ТБ при использовании баллонов с СУГ;

- обучение и повышение квалификации, проверка знаний в области охраны труда;

- обеспечение медицинскими аптечками;

- проведение инструктажей по охране труда и пожарной безопасности;

- после окончания монтажных работ и сдачи в эксплуатацию все приборы и оборудование должны быть опломбированы и промаркированы с

указанием наименования защищаемых помещений и назначения прибора.

Регламентные работы по обслуживанию оборудования и приборов следует производить согласно технической документации заводоизготовителей.

Комплекс наладочных, монтажных работ начинается только после того, как будут соблюдены мероприятия по ТБ согласно [1-7].

В ходе осуществления высотных работ применяют исключительно приставные лестницы или же стремянки; подручные средства использовать нельзя; если устанавливаются приставные лестницы, то в обязательном порядке должен быть страхующий.

После окончания монтажных работ и сдачи в эксплуатацию все приборы и оборудование должны быть опломбированы и промаркированы с указанием наименования защищаемых помещений и назначения прибора.

Оборудование, подлежащее монтажу и сдаче в эксплуатацию в составе установки автоматического пожаротушения, должно быть сертифицировано в установленном порядке.

К обслуживанию установки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности. Прохождение инструктажа отмечается в соответствующем журнале.

Вывод: внедрение предложенных мероприятий позволит снизить уровень профессионального риска на рабочем месте электрогазосварщика со среднего до низкого.

Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Обезвреживание газовых выбросов в производстве поливинилхлорида

Известно о том, что вещество винилхлорид выделяется в атмосферный воздух сразу после того, как осуществляется открытие, а также чистка полимеризаторов, прочего емкостного оснащения. ПВХ выделяется с суспензии, когда осуществляется такой технологический процесс, как центрифугирование, в том числе – сушка с применением горячего воздуха, при фасовке, при прочих стадиях переработки ПВХ.

Существует два направления, с помощью которых можно освободиться от выделяемых газов:

– снятие мономера с отработанного потока – с помощью адсорбции активными сорбентами, с дальнейшим возвратом в рамки технологического цикла;

– термическим/химическим способом обезвреживания мономера.

Особенно стоит отметить такой способ очистки газовых выбросов от винилхлорида, как адсорбция с применением активированного угля. Для того чтобы указанный метод был еще эффективнее, отходящий поток с винилхлоридом перед направлением в адсорбер высушивают на молекулярном сите, охлаждают низкими температурами. В таком случае можно с выбросов вывести практически весь мономер.

Обезвреживание газовых выбросов в производстве фенопластов

Что касается процедуры, в рамках которой осуществляется обезвреживание газовых выбросов с фенолом, метанолом и формальдегидом, то они осуществляется преимущественно методами адсорбции и абсорбции. Так, если приходится работать с большими потоками газов, то лучше всего использовать метод абсорбции, при котором энергетические затраты будут незначительными. Один из доступных поглотителей – вода, но при водной очистке нельзя добиться высококачественной очистки.

Перспективным считается метод хемосорбции, где вещества, которые

выступают в качестве загрязнителей воздуха, нейтрализуются, вступают в реакцию с активной частью поглотительной жидкости. Хемсорбентами могут быть водные щелочные растворы. Один из недостатков представленного метода заключается в том, что в воздух выбрасывается углекислый газ со щелочами.

Выведение фенольных выбросов, в которых сосредоточено большое количество фенола, без проблем осуществляется указанным выше методом в абсорберах, которые оснащены шаровой псевдоожиженной насадкой.

Стоит подчеркнуть, что практически адсорбционный метод очистки отработанных производственных газов применяется для фенопластов намного реже, ведь реализация этого метода связана с наличием большого количества громоздкого оборудования. Нельзя также забывать о том, что процесс этот – энергоемкий. Впрочем, адсорбция – это лучший вариант, когда нивелировать регенерацию адсорбента, отправлять его после насыщения на сжигания нельзя. Как правило, так бывает в тех случаях, при которых концентрация фенола в потоках отходящих газов незначительная, а возврат его в процесс производства по технологии не предусматривается.

При производстве фенопластов очищать отработанный воздух можно также методом каталитического окисления, на хромоникелевом контакте. Глубокое окисление органики проводится при температуре 250-300 градусов в каталитических дожигных устройствах.

Итак, непосредственно перед тем, как на газоочистных сооружениях начать применение полукокса, его нужно активировать, подогревая до температуры 700-900 градусов Цельсия. Для этого подается перегретый водяной пар. Также нужно использовать некоторые активирующие добавки. В данном случае самый лучший вариант – это CaCO_3 и H_3PO_4 . Емкость, в которой осуществляется непосредственно сорбция полукокса по фенолу – 8,5-14,5%, где начальная концентрация фенола, улавливаемого в выбросах, составляет примерно 0,1 грамм на кубометр; поток имеет при этом влажность порядка 30 грамм на кубометр. Практика показывает, что после того, как будет

проведено 70% восстановления десорбированного фенола, его опять направляют в производство.

Не менее распространенным считается способ, при котором обезвреживается формальдегид и фенол – с помощью окисления отработанных газов. Дополнительно используется в качестве окислителя озон, при котором превращение до 90% протекает за считанные минуты.

Существует определенное количество фенопластов, допустим, при получении фенольных пресс-порошков, когда в атмосферы выделяется пыль. Очистка воздуха санитарная в таком случае проводится рукавными фильтрами ФРОГ или ФРЭЖ, на которых стоит антистатическое полотно.

По мере того, как регулярно марочный ассортимент фенопластов только расширяется, возникает потребность в постоянном совершенствовании имеющихся систем очистки газов. Ученые уже сейчас работают над созданием новых методов отделения от газов вредных выбросов.

Основные направления снижения уровней выбросов в атмосферу в промышленности полиэтиленов и пластмасс

С уверенностью можно утверждать о том, что в настоящее время не только в России, но и во всем мире, стремительными темпами растет производство полиэтиленов, пластмасс. Технологии дополняются новыми веществами. Это все приводит к тому, что средства газоочистки все время совершенствуются; появляются новые промышленные технологии. В перспективе ситуация вряд ли изменится. Однако на первом месте будут всегда стоять способы и аппараты, которые гарантируют тонкую очистку отходящих газов от вредных примесей.

Можно прогнозировать, что также будут использовать часто сухие способы, а не мокрые способы очистки. Ведь в таком случае не появляются промышленные отходы, которые также нужно каким-то образом обезвреживать.

Принимая во внимание тот факт, что некоторые мономеры могут иметь высокую стоимость, то все чаще пользуются спросом узлы, а также установки

газовой очистки, которые специально создаются под рекуперацию паров летучих компонентов. Соответственно, значительно улучшаются экономические, а также технические параметры основной технологии. Как итог, чистота отработанного воздуха получается отменной, а газоочистные установки очень быстро окупаются.

Востребованным считаются способы, которые предусматривают процессы подавления пыли. Тут отметим электрические фильтры, всевозможные агрегаты, в которых установлены фильтрующие перегородки.

На данный момент активно совершенствуются аппараты циклонного инерционного строения. Перспективное их совершенствование предусматривает повышение очистки в качественном выражении, но уместно применять подобные установки в том случае, если стоит задача грубой, предварительной очистки выбросов небольших объемов.

Часто с производства выходят кислые газы. Улавливать их позволяет метод, основу которого составляет процесс поглощения газов сорбентами на щелочной основе. Как правило, их наносят методом напыления на фильтрующие поверхности в тканях рукавных фильтров.

Прямо сейчас активно производство применяет для очистки твердых сорбентов не так много дефицитных компонентов. Как пример – активный уголь: цеолиты, полукокс, окись алюминия, прочее.

Практически зарекомендовал себя с лучшей стороны, как средство понижения затрат на очистку газов – абсорбционный способ. Вот только в данном случае вместо активного угля применяются недорогие и доступные сорбенты. Тут можно говорить о начале перехода с четырехфазного на двухфазный режим работы очистных сооружений. Следовательно, выводятся 2 стадии – сушка и охлаждение сорбента, а значит – сокращается расход электричества, воды, времени.

Мы полагаем, что в скором времени появятся новые установки огневого обезвреживания. В таких методах будут задействованы еще более компактные циклонные печи. Однако нужно провести много работы на пути к

усовершенствованию конструкций огневых аппаратов.

Что касается методов термической обработки, то в перспективе может быть привлекателен способ, который предусматривает дополнительное сжигание компонентов, загрязняющих воздух. В данном случае основу метода составляет так называемый автотермический принцип, когда дополнительно не направляется на подогрев входящего потока природный газ.

Итак, нагревание воздуха перед его подачей в каталитический реактор на окисление достигается посредством высокой концентрации органических веществ в потоке газовых отходов.

Для того чтобы сэкономить энергию, можно повторно возвращать воздух, который проходит через систему очистки – в производственное помещение (но при термическом обезвреживании). В таком случае зимой придется меньше средств тратить на обогрев помещения. В целом, что касается экономии от применения газооборотных циклов, то рассуждать на эту тему можно по определенному примеру.

Итак, если окружающий воздух имеет температуру 5 градусов, а очищенный воздух – 25, поток циркулирует со скоростью 2×10^4 м/ч, а значит получится экономия электроэнергии $11,8 \times 10^6$ кВт-ч/год.

Уже сейчас мы можем видеть, как многие производства в целях развития реагентных способов очистки газов применяют сухие методы. В таком случае реакции связывания химических компонентов будут протекать не в жидкой, а в газовой фазе. Этот пример считается показательным лишь в том случае, если построение специального сооружения для очистки газов не имеет экономического подкрепления.

Как пример – очистка газов стирола с помощью введения в газовый поток фенилэтилового спирта. Известно о том, что при реакции со стиролом, получается продукт с меньшей степенью токсичности, чем сам стирол.

Разумеется, в перспективе будут применяться также мокрые способы очистки газов, так как их предпочтительность – выше, чем у сухих способов.

Примечательно, что если в целях очистки потоков газов они заменяются

сухими способами, то для чистки некоторых компонентов – это будет еще длительное время единственно возможным вариантом. Также нельзя забывать о том, что мокрые способы обладают большим количеством преимуществ. Например, установки для мокрой очистки обычно не имеют больших размеров, их не сложно эксплуатировать и стоят не дорого.

При промышленном развитии аппаратуры для мокрой очистки важно стремление – получить комбинированные системы. В качестве примера можно представить конструкцию, в которой сочетается труба Вентури, пенная решетка, уловитель капель и емкость для орошающего раствора. В таком сочетании создаются установки для очистки газов, степень эффективности которых – высокая, а габариты минимальные.

Практика показывает, что успешное применение в промышленности пластмасс и ПЭТ в технике газоочистки снизит, а в некоторых случаях – исключит выбросы в атмосферу вредных компонентов.

Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Цех вторичной переработки полиэтилена является основным на технологической линии вторичной переработки пластмасс. При нарушении технологического режима может возникнуть пожар. В случае пожара может разрушиться технологическое оборудование, что приведёт к значительному ущербу.

Предлагается оценить следующие варианты противопожарной защиты цеха вторичной переработки полиэтилена:

- защита цеха прочими средствами ППЗ;
- защита цеха автоматической установкой пожаротушения.

Рассчитаем первый вариант

Капитальные вложения, $K_1 = 0$.

Эксплуатационные расходы, $S_i = 0$.

Прямой ущерб рассчитывается по формуле:

$$Y_{1п} = Y_{\text{осн.ф.}} + Y_{\text{об.ф.}} \quad (18)$$

где $Y_{\text{осн.ф.}}$ – ущерб по основным фондам;

$Y_{\text{об.ф.}} = 2,5$ млн. руб. (0,26 млн. руб.) – ущерб по оборотным фондам.

Ущерб по основным фондам рассчитывается по формуле:

$$Y_{\text{осн.ф.}} = K_{\text{зд.}} + K_{\text{ч.об.}} - \sum K_{\text{изн.}} - K_{\text{ост.}} + K_{\text{л.п.}} \quad (19)$$

где $K_{\text{зд.}}$ и $K_{\text{ч.об.}}$ – соответственно величины балансовой стоимости строительных конструкций здания цеха и части оборудования;

$K_{\text{ост.}}$ – стоимость остатков основных доходов, пригодных для использования: $K_{\text{ост.}}^1 = 0,5$ млн. руб. (0,0 млн. руб.);

$K_{\text{л.п.}}$ – материальные затраты на локализацию и ликвидацию

пожара: $K_{л.п.}^1 = 1,2$ млн. руб. (0,09 млн. руб.);

$\Sigma K_{изн.}$ – суммарная величина износа на момент возникновения пожара строительных конструкций здания ($K_{изн.ск.}$) и части оборудования ($K_{изн.ч.об.}$), которые уничтожены пожаром:

$$K_{изн.зд.} = \frac{K_{зд.} \cdot N_{ам.зд.} \cdot T_{зд.}}{100} \quad (20)$$

$$K_{изн.ч.об.} = \frac{K_{ч.об.} \cdot N_{ам.ч.об.} \cdot T_{ч.об.}}{100} \quad (21)$$

где $K_{зд.}^1 = 12,0$ млн. руб. (0,0 млн. руб.) – стоимость строительных конструкций здания, поврежденных пожаром;

$K_{ч.об.}^1 = 14,0$ млн. руб. (2,0 млн. руб.) – стоимость части оборудования, поврежденной пожаром;

$N_{ам.зд.} = 6,3\%$ – годовые амортизационные отчисления от стоимости строительных конструкций здания, поврежденных пожаром;

$N_{ам.ч.об.} = 1,0\%$ – годовые амортизационные отчисления от стоимости части оборудования, поврежденной пожаром;

$T_{зд.} = T_{ч.об.} = 6$ лет – соответственно сроки эксплуатации строительных конструкций здания и части оборудования, поврежденных пожаром.

$$K_{изн.зд.}^1 = \frac{12,0 \cdot 6,3 \cdot 6}{100} = 4,536 \text{ млн. руб.}$$

$$K_{изн.ч.об.}^1 = \frac{14,0 \cdot 1,0 \cdot 6}{100} = 0,840 \text{ млн. руб.}$$

$$\Sigma K_{изн.} = K_{изн.зд.}^1 + K_{изн.ч.об.}^1 \quad (22)$$

$$\Sigma K_{изн.} = 4,536 + 0,840 = 5,376 \text{ млн. руб.}$$

$$Y_{осн.ф.} = 12,0 + 14,0 - 5,376 - 0,5 + 1,2 = 21,324 \text{ млн. руб.}$$

$$Y_{1п} = 21,324 + 2,5 = 23,824 \text{ млн. руб.}$$

Косвенный ущерб от простоя производства, вызванного пожаром, рассчитывается по формуле:

$$Y_{1к} = Y_{у.п.р.} + Y_{у.п.} + Y_{п.э.} \quad (23)$$

где $Y_{у.п.р.}$ – потери от условно-постоянных расходов, которые несёт предприятие при временном простое производства;
 $Y_{у.п.}$ – упущенная прибыль из-за недовыпуска продукции за время простоя производства;
 $Y_{п.э.}$ – потери эффективности дополнительных капитальных вложений, отвлекаемых на восстановление основных фондов, уничтоженных пожаром.

$$Y_{у.п.р.} = \sum (Q_i \cdot Ц_i) \cdot \tau_{пр.} \cdot k_{у.п.р.} \quad (24)$$

где Q_i – производительность цеха, участка, агрегата, простаивающих по причине пожара;
 $Ц_i$ – себестоимость единицы продукции одного вида;
 i – количество видов продукции;
 $\sum(Q_i \cdot Ц_i) = 2,3$ млн. руб./сут. – издержки по причине простоя;
 $\tau_{пр.} = 6,5$ дней (0,5 дней) – время простоя производства;
 $k_{у.п.р.}$ – показатель, учитывающий условно-поставленные затраты и заработную плату в себестоимости продукции:

$$k_{у.п.р.} = \frac{H_{ам.} + H_{з.п.} + H_{п.з.}}{100} \quad (25)$$

где $H_{ам.}$, $H_{з.п.}$, $H_{п.з.}$ – соответственно, процент амортизации, заработной платы и производственных затрат в себестоимости продукции.

$$k_{\text{УПР}} = \frac{7,4 + 5,5 + 10,0}{100} = 0,229 = 22,9\%$$

Тогда:

$$Y_{\text{УПР}} = 2,3 \cdot 6,5 \cdot 0,229 = 3,424 \text{ млн. руб.}$$

Упущенная прибыль рассчитывается по формуле:

$$Y_{\text{у.п.}} = \frac{\sum(Q_i \cdot C_i) \cdot \tau_{\text{пр.}} \cdot R_c}{100} \quad (26)$$

где $R_c = 15\%$ – рентабельность продукции в процентах.

$$Y_{\text{у.п.}} = \frac{2,3 \cdot 6,5 \cdot 15}{100} = 2,243 \text{ млн. руб.}$$

Рассчитываем упущенную прибыль по формуле:

$$Y_{\text{п.э.}} = E_{\text{н.п.}} \cdot Y_{\text{зд.}} + E_{\text{н.а.}} \cdot Y_{\text{ч.об.}} \quad (27)$$

где $E_{\text{н.п.}} = 0,12$ и $E_{\text{н.а.}} = 0,15$ – нормативные коэффициенты экономической эффективности капитальных вложений в пассивные и активные основные фонды, 1/год.

$Y_{\text{зд.}}$ – пассивная часть упущенной прибыли от повреждения пожаром строительных конструкций здания:

$$Y_{\text{зд.}} = K_{\text{зд.}}^1 - K_{\text{изн.зд.}}^1 \quad (28)$$

$$Y_{\text{зд.}} = 12,0 - 4,536 = 7,464 \text{ млн. руб.}$$

$$Y_{\text{ч.об.}} = K_{\text{ч.об.}}^1 - K_{\text{изн.ч.об.}}^1 \quad (29)$$

$$Y_{\text{ч.об.}} = 14,0 - 0,840 = 13,160 \text{ млн. руб.}$$

Тогда:

$$Y_{\text{п.э.}} = 0,12 \cdot 7,464 + 0,15 \cdot 13,160 = 2,870 \text{ млн. руб.}$$

$$Y_{1к} = 3,424 + 2,243 + 2,870 = 8,537 \text{ млн. руб.}$$

Ущерб от пожара по первому варианту:

$$Y_1 = Y_{1п} + Y_{1к} \quad (30)$$

$$Y_1 = 23,824 + 8,537 = 32,361 \text{ млн. руб.}$$

Среднегодовой ущерб от пожара:

$$Y_{1ср} = Y_1 \cdot k_{в.п.} \quad (31)$$

где $k_{в.п.} = 9\% = 0,09$ – вероятность возникновения потенциального пожара в год (частота возникновения пожара в год).

$$Y_{1ср} = 32,361 \cdot 0,09 = 2,913 \text{ млн. руб./год}$$

Рассчитываем второй вариант

Капитальные вложения на АУП, $K_2 = 2,3$ млн. руб.

Эксплуатационные расходы на АУП:

$$S_2 = S_{ам.} + S_{к.р.} + S_{т.р.} + S_{СОП} + S_{о.в.} + S_{эл.} \quad (32)$$

где $S_{ам.}$ – амортизационные расходы:

$$S_{ам.} = K_2 \cdot 5\% = 2,3 \cdot 0,05 = 0,115 \text{ млн. руб./год} \quad (33)$$

$S_{к.р.}$ – капитальные расходы:

$$S_{к.р.} = K_2 \cdot 1,04 \cdot 1\% = 2,3 \cdot 1,04 \cdot 0,01 = 0,024 \text{ млн. руб./год} \quad (34)$$

$S_{т.р.}$ – текущие расходы:

$$S_{т.р.} = K_2 \cdot 4,5\% = 2,3 \cdot 0,045 = 0,104 \text{ млн. руб./год} \quad (35)$$

$S_{СОП}$ – затраты на содержание обслуживающего персонала для АУП:

$$S_{\text{СОП}} = 12 \cdot \varphi \cdot Z_{\text{д.о.р.}} \cdot k_{\text{доп.}} \quad (36)$$

где $\varphi = 1,7$ – среднеарифметическая численность работников обслуживающего персонала за 12 месяцев;
 $Z_{\text{д.о.р.}} = 0,028$ млн. руб./мес. – должностной оклад работников обслуживающего персонала;
 $k_{\text{доп.}} = 1,39$ – коэффициент, учитывающий надбавки к ЗП.

$$S_{\text{СОП}} = 12 \cdot 1,7 \cdot 0,028 \cdot 1,39 = 0,794 \text{ млн. руб./год}$$

$S_{\text{о.в.}}$ – затраты на огнетушащие средства:

$$S_{\text{о.в.}} = W_{\text{о.в.}} \cdot C_{\text{о.в.}} \cdot K_{\text{ТО-ТР}} \quad (37)$$

где $W_{\text{о.в.}}$ – объем огнетушащего вещества;
 $C_{\text{о.в.}}$ – цена огнетушащего вещества;
 $K_{\text{ТО-ТР}}$ – коэффициент затрат на обслуживание и заправку огнетушащего вещества.

$$S_{\text{о.в.}} = 1000 \cdot 17,4 \cdot 1,3 = 22620 \text{ руб./год} = 0,023 \text{ млн. руб./год}$$

$S_{\text{эл.}}$ – затраты на электроэнергию:

$$S_{\text{эл.}} = 12 \cdot C_{\text{эл.}} \cdot N \cdot T_{\text{р.}} \cdot K_{\text{им}} \quad (38)$$

где $C_{\text{эл.}}$ – стоимость электроэнергии;
 N – затраты электроэнергии на функционирование системы в месяц;
 $T_{\text{р.}}$ – время работы системы при тушении пожара;
 $K_{\text{им}}$ – поправочный коэффициент.

$$S_{\text{эл.}} = 12 \cdot 2,5 \cdot 60 \cdot 30 \cdot 0,8 = 43200 \text{ руб./год} = 0,043 \text{ млн. руб./год}$$

Тогда:

$$S_2 = 0,115 + 0,024 + 0,104 + 0,794 + 0,023 + 0,043 = 1,103 \text{ млн. руб./год}$$

Определяем ущерб от пожара для второго варианта

Ущерб от пожара Y_2 и среднегодовой ущерб $Y_{2\text{ср}}$ рассчитывается аналогично Y_1 и $Y_{1\text{ср}}$ соответственно (по формулам (18)-(31):

$$K_{\text{изн.зд.}}^2 = 0,0 \text{ млн. руб.}$$

$$K_{\text{изн.ч.об.}}^2 = 0,115 \text{ млн. руб.}$$

$$Y_{\text{осн.ф.}} = 0,0 + 1,0 - 0,115 - 0,0 + 0,09 = 0,975 \text{ млн. руб.}$$

$$Y_{2\text{п}} = 0,975 + 0,16 = 1,135 \text{ млн. руб.}$$

$$Y_{\text{УПР}} = 1,6 \cdot 0,5 \cdot 0,229 = 0,183 \text{ млн. руб.}$$

$$Y_{\text{у.п.}} = \frac{1,6 \cdot 0,5 \cdot 15}{100} = 0,120 \text{ млн. руб.}$$

$$Y_{\text{п.э.}} = 0,12 \cdot 0,0 + 0,15 \cdot (1 - 0,06) = 0,141 \text{ млн. руб.}$$

$$Y_{2\text{к}} = 0,183 + 0,120 + 0,141 = 0,444 \text{ млн. руб.}$$

$$Y_2 = 1,135 + 0,444 = 1,579 \text{ млн. руб.}$$

$$Y_{2\text{ср}} = 1,579 \cdot 0,09 = 0,142 \text{ млн. руб./год}$$

Годовой экономический эффект от внедрения АУП определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_r = Y_{1\text{ср}} - Y_{2\text{ср}} \quad (39)$$

$$\mathcal{E}_r = 2,913 - 0,142 = 2,771 \text{ млн. руб./год}$$

Экономия средств составляет при возникновении пожара в течении года 2,771 млн. руб./год.

Срок окупаемости проектных решений определяется по формуле:

$$T_{\text{окуп}} = \frac{S_2 + K_2}{\mathcal{E}_r} = \frac{1,103 + 2,300}{2,771} = 1,23 \text{ года} \approx 15 \text{ мес.} \quad (40)$$

Заключение

В рамках данного исследования анализ пожарной опасности технологического процесса по вторичной переработке ПЭТ в ООО «ЛадаВтор» осуществляется согласно ГОСТ Р 12.3.047-2012 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля».

По итогам анализа было установлено, что существенную пожарную опасность влекут за собой мелкие полипропиленовые отходы с марки 21060, а также полиэтилена низкого давления 273-71. Они могут загореться от жары или тлеющего окурка. Параметры пожарной опасности материалов, измельченных веществ обычно имеют меньшее численное значение, чем исходное сырье. Такое положение дел можно объяснить тем, что мелкие отходы характеризуются большей удельной поверхностью, а потому процессы окисления – интенсивные, даже при меньшей температуре.

От ПП марки 21060 пыль может самовоспламеняться. Контактная с сильной кислотой опилки полипропилена также загораются.

После детального анализа работы оборудования в цеху было установлено, что внутренний объем, механизмы и машины все время наполнены пылевоздушной смесью. Появление ее вместе с мелкодисперсной пылью – это неизбежность. Тем не менее, проведенные расчеты показывают, что требования ТР соблюдаются, концентрация пыли в помещении – не достигает опасной отметки.

Проведя исследование источников зажигания, было установлено, что среди них самыми распространенными считаются: открытый огонь в цеху; неисправная электрическая проводка; монтаж открытой электрической арматуры; самовозгорание отходов, пыли на поверхности оборудования.

Также проанализированы пути, по которым может распространяться пожар. Установлены условия:

– сбор большого количества материалов, горючих веществ на

складских, а также производственных помещениях;

- наличие путей, которые распространяют пламя, продукты горения на соседние установки, помещения;

- резкое появление при пожаре тех факторов, которые только способствуют его ускорению.

Цех, в котором осуществляется вторичная переработка ПЭТ на предприятии, по пожарной, а также взрывопожарной опасности по НПБ 105-03 – относится к категории В2.

Наш анализ позволяет предложить мероприятия системы недопущения пожара, противопожарной защиты согласно положениям, которые приведены в ГОСТ Р 12.3.047-2012, ГОСТ 12.1.004-91, ППБ 01-03. Комплекс мероприятий, что понижает пожарную опасность технологического процесса по переработке материалов, делится на 4 группы:

- мероприятия, которые не допускают или же исключают потенциал возбуждения пылевого взрыва. Тут выделим постоянную очистку помещения от пыли, профилактику самовозгорания, должный уход и мониторинг техники, недопущение образования искр в механизмах посредством монтажа магнитных заграждений с целью удаления металлических примесей, прочее;

- комплекс мероприятий, который направлен на создание таких условий, в которых не будет распространяться взрыв, пожар. Отметим здесь борьбу с общей запыленностью цеха, недопущение образования пылевых отложений, контроль над состоянием воздуха в цехе;

- мероприятия, направленные на грамотную эвакуацию персонала;

- мероприятия, которые позволяют успешно бороться с пожарами, вовремя локализовать взрыв.

Чтобы в цеху предприятия тушить пожар, устанавливаются пенные огнетушители, объем которых составляет по 10 литров. Защищаемая предельная площадь двух таких огнетушителей составляет 400 квадратных метров. По расчетам потребуется 5 огнетушителей.

Чтобы реализовать мероприятия, направленные на обеспечение пожарной безопасности, были предложены некоторые технические, а также инженерные решения согласно требованиям технической, нормативной документации:

1. Представлено обоснованное решение – создать систему наружного водоснабжения для тушения пожара. Потребуется как минимум 2 резервуара, объем каждого – 150 кубометров. Расход воды составит 10 литров в секунду.

2. Осуществляется расчет автоматической установки тушения пожара. Она построена по нормативам, которые действуют в анализируемой сфере предприятий, с учетом строительных особенностей защищаемых помещений, зданий, с учетом сложности применения оборудования. Проект предусматривает обустройство сринклерной установки для водяного тушения пожара. Максимальная площадь, которую может контролировать один ороситель, составляет 9 квадратных метров. Ставится 4 насоса: 2 основных, а 2 – запасные.

Экономическая, техническая оценка по противопожарной защите цеха вторичной переработки полимеров показывает, что экономия средств в случае возникновения пожара – за 1 год составляет 2,771 миллиона рублей. Окупаемость проекта – 15 месяцев.

Список используемых источников

1. Алексеев М.В. Основы пожарной профилактики в технологических процессах производств. – М.: НИИ РИО ВИПТШ МВД РФ, 2022 год.
2. Баратов А.Н., Корольченко А.Я., Кравчук Г.Н. и др. Пожаро-взрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ. изд.: в 2 книгах; кн. 1. – М.: Химия, 2020 год.
3. Баратов А.Н., Корольченко А.Я., Кравчук Г.Н. и др. Пожаро-взрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ. изд.: в 2 книгах; кн. 2. – М.: Химия, 2020 год.
4. 3. ГОСТ Р 12.3.047-2012. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. – М: Госстандарт России, 2012.
5. ГОСТ 12.1.044-89. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – М.: Госстандарт СССР, 1989 г.
6. ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Издательство стандартов, 1992 г.
7. Грушевский В.В., Котов Н.Л., Сидорук В.И., Токарев В.Г., Шурин Е.Т. Пожарная профилактика в строительстве: Учебн. для пожарно-техн. училищ. – М.: Стройиздат, 2019 г.
8. Демидов П.Г., Шандыба В.А., Щеглов П.П. Горение и свойства горючих веществ. – М.: Химия, 2021 г.
9. Загоровский Л.В., Смирнов К.А. Пожарная профилактика в текстильной промышленности. – М.: Легкая промышленность, 2018 г.
10. Загоровский Л.В., Костин В.И., Смирнов К.А. Пожарная профилактика на предприятиях текстильной промышленности. – М., Стройиздат, 2017 г.
11. Зозуля В.М. и др. Пожарная профилактика в промышленности и сельском хозяйстве. Учебное пособие. – М.: Стройиздат, 2014 г.

12. Кельберт Д.Л. Охрана труда в текстильной промышленности. – М.: Легпромбытиздат, 2020 г.
13. Клубань В.С., Петров А.П., Рябиков В.С. Пожарная безопасность предприятий промышленности и агропромышленного комплекса. Учебник для пожарно-техн. училищ. – М.: Стройиздат, 2017 г.
14. Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник: в 2-х ч. – М.: Асс. «Пожнаука», 2014 г.
15. Корольченко А.Я., Трушкин Д.В. Пожарная опасность строительных материалов. Учебное пособие. – М.: Пожнаука, 2015 г.
16. НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – М.: ГУГПС МЧС России, 2003 г.
17. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 10 июля 2023 года №287-ФЗ (Официальный интернет-портал правовой информации www.pravo.gov.ru, 10.07.2023, №0001202307100006).
18. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федеральный закон от 21.07.1997 №116-ФЗ (ред. от 29.12.2022) «О».
19. Пособие по определению пределов огнестойкости конструкций, пределов распространения огня по конструкциям и групп возгораемости материалов (к СНиП II-2-80). ЦНИИСК им. Кучеренко. – М.: Стройиздат, 1985 г.
20. Пособие по нормативно-технической работе. – М : ВНИИПО, 2000 г. – 172 с.
21. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 №1479 (ред. от 24.10.2022) «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации».
22. СП 112.13330.2011. Пожарная безопасность зданий и сооружений.
23. СП 56.13330.2021. Производственные здания.

24. СП 31.13330.2021. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
25. СП 30.13330.2020. Внутренний водопровод и канализация зданий.
26. СП 62.13330.2011. Газораспределительные системы.
27. ПУЭ-7. Правила устройства электроустановок. Издание 7.
28. Сидорук В.И. Инспектору госпожнадзора о системах вентиляции. – М.: Стройиздат, 2019 г.