

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет	Кафедра
Машиностроения и транспорта	Техносферная безопасность
Направление подготовки	20.03.01 Техносферная безопасность
Профиль	Инженерная защита окружающей среды

ЗАДАНИЕ НА БАКАЛАВРСКУЮ РАБОТУ

на тему

Прогнозирование последствий аварии на складе легковоспламеняющихся жидкостей приборостроительного предприятия

Студент	Макеева Татьяна Валерьевна
Группа	15 М31
Руководитель ВКР	к.т.н., доцент кафедры ТБ Безбородова О. Е.
Время работы над ВКР	21.05.2018 г.- 01.07.2018 г.
Тема утверждена приказом ПГУ № 995/о от 02.11.2018 г.	

1 Задание на ВКР:

сделать прогноз последствий аварии на складе легковоспламеняющихся жидкостей
приборостроительного предприятия

2 Исходные данные:

анализируемые технологические процессы: промывка печатных плат спирт-бензиновой
смесью, смывание технологических смазок керосином, покраска деталей с обезжириванием
ацетоном

Безопасность жизнедеятельности: Защита работников склада от воздействия вредных
химических веществ (керосин, бензин и ацетон)

Экономика: Расчет предотвращенного экономического ущерба от загрязнения земельных
ресурсов в результате одновременного пролива керосина, бензина и ацетона

3 Объем и содержание основной части ВКР:

3.1 Пояснительная записка (перечень вопросов, подлежащих разработке, расчетов,

обоснований, описаний): Идентификация склада легковоспламеняющихся жидкостей

как опасного производственного объекта; прогнозирование последствий аварии с

разливом АХОВ (керосин, бензин и ацетон) с применением программного комплекса

«Студия анализа риска 2011»; анализ результатов прогнозирования.

Защита работников склада от воздействия вредных химических веществ (керосин, бензин и ацетон).

Расчет предотвращенного экономического ущерба от загрязнения земельных ресурсов в результате одновременного пролива керосина, бензина и ацетона.

3.2 Графическая часть ВКР (обобщенный перечень и содержание чертежей, плакатов)

Лист 1: Блок-схема структуры предприятия ОАО «Прибор»

Лист 2: Блок-схемы анализируемых технологических процессов: промывки печатных плат спирт-бензиновой смесью, смывания технологических смазок керосином

Лист 3: Блок-схема анализируемого технологического процесса обезжиривания деталей ацетоном перед покраской; результаты прогнозирования последствий аварии (таблицы)

Лист 4: Графики зависимости прогнозируемых параметров от времени с момента аварии

Лист 5: Блок-схема структуры мероприятий по предотвращению чрезвычайных ситуаций

Лист 6: Результаты расчета предотвращенного экономического ущерба от загрязнения земельных ресурсов в результате одновременного пролива керосина, бензина и ацетона

4 Консультанты и содержание дополнительных разделов

4.1 По безопасности жизнедеятельности:

Защита работников склада от воздействия вредных химических веществ

(керосин, бензин и ацетон)

Консультант _____ В. В. Костиневич

4.2 По экономике:

Результаты расчета предотвращенного экономического ущерба от загрязнения

результате одновременного пролива керосина, бензина и ацетона

Консультант _____ О. Е. Безбородова

5 Календарный график по выполнению ВКР

Наименование этапов работы	Объем работы, %	Срок выполнения	Подпись руководителя, консультанта
1. Анализ предметной области, формулировка задач исследования	10%	21.05.2019 – 27.05.2019	Безбородова О.Е.
2. Теоретическая часть	30%	28.05.2019 – 03.06.2019	Безбородова О.Е.
3. Расчетная часть	30%	04.06.2019 – 11.06.2019	Безбородова О.Е.
4. Безопасность жизнедеятельности	10%	5.06.2019 – 12.06.2019	Костиневич В.В.
5. Экономика	10%	5.06.2019 – 12.06.2019	Безбородова О.Е.
6. Оформление ПЗ и графической части ВКР	10%	12.05.2019 – 12.06.2019	Николаева С.Н.

Дата выдачи задания: «____» _____ 2019г.

Руководитель ВКР _____ Безбородова О.Е.

Задание к исполнению принял _____ Макеева Т. В.

Бакалаврскую работу к защите допустить

Декан факультета _____ С. Ю. Киреев « ____ » ----- 2019 г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет»

Факультет	Кафедра
Машиностроения и транспорта	Техносферная безопасность
Направление подготовки	20.03.01 Техносферная безопасность
Профиль	Инженерная защита окружающей среды

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА
на тему
Прогнозирование последствий аварии на складе
легковоспламеняющихся жидкостей приборостроительного
предприятия

Студент	_____	Макеева Татьяна Валерьевна
	(подпись, дата)	
Руководитель	_____	Безбородова О.Е.
	(подпись, дата)	
Консультанты:		
по БЖД	_____	Костиневич В.В.
	(подпись, дата)	
по экономике	_____	Безбородова О.Е.
	(подпись, дата)	
Нормоконтролёр	_____	Николаева С.Н.
	(подпись, дата)	

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от _____ № _____)

Заведующий кафедрой	_____	Вершинин Н.Н.
	(подпись, дата)	

Работа защищена с отметкой _____ (протокол заседания ГЭК от _____ № _____)

Секретарь ГЭК	_____	Камардина Н.В.
	(подпись)	

Пенза, 2019 г

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа выполнена на тему: «Прогнозирование последствий аварии на складе легко воспламеняющихся жидкостей приборостроительного предприятия».

Пояснительная записка – 86 страниц, 11 рисунков, 4 таблицы, 14 источников.

Графический материал представлен на 6 чертежах формата А1.

Предметом исследования в выпускной квалификационной работе являются последствия аварии на складе легко воспламеняющихся жидкостей приборостроительного предприятия (АХОВ: бензин, керосин и ацетон).

В работе выполнены следующие задачи: рассмотрены основы идентификации склада легко воспламеняющих жидкостей как опасного производственного объекта, изучена классификация опасных производственных объектов, дана общая характеристика анализируемого предприятия (приборостроительного) и технологического участка, изучены технологические процессы использования легко воспламеняющих жидкостей на предприятии, произведён расчёт последствий аварии с помощью программы «Студия анализа риска2011».

Разработаны раздел о защите работников склада от воздействия вредных химических веществ и раздел с расчетом предотвращенного экономического ущерба от загрязнения земельных ресурсов в результате одновременного пролива керосина, бензина и ацетона.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 Идентификация склада легковоспламеняющихся жидкостей как опасного производственного объекта.....	9
1.1 Классификация опасных производственных объектов.....	9
1.2 Описание анализируемого предприятия и участка.....	12
1.3 Описание технологического процесса.....	14
1.3.1. Описание технологического процесса промывки печатных плат спирт-бензиновой смесью.....	14
1.3.2. Описание технологического процесса смывания технологических смазок керосином.....	17
1.3.3. Описание технологического процесса покраски деталей с обезжириванием ацетоном.....	18
2 Прогнозирование последствий аварии с разливом химических веществ бензин, керосин, ацетон.....	23
2.1 Общие сведения о процессе прогнозирования последствий аварии на опасных производственных объектах и сферах его применения.....	23
2.2 Методика прогнозирования масштабов аварии с разливом химических веществ.....	30
2.3 Результаты прогнозирования последствий аварии на опасном производственном объекте.....	36
2.3.1 Исходные данные для расчета и характеристики АХОВ.....	36
2.3.2 Результаты прогнозирования последствий аварии на опасном производственном объекте, использующем бензин, керосин, ацетон, при инверсии с применением программного комплекса «Студия анализа риска 2011».....	42
2.3.3 Результаты прогнозирования последствий аварии на опасном производственном объекте, использующем бензин, керосин, ацетон, при конвекции с применением программного комплекса «Студия анализа риска	

2011».....	49
2.3.4 Результаты прогнозирования последствий аварии на опасном производственном объекте, использующем бензин, керосин, ацетон, при изотермии с применением программного комплекса «Студия анализа риска 2011».....	57
2.4 Анализ результатов прогнозирования.....	64
3.Защита работников склада от воздействия вредных химических веществ.....	69
4. Расчет предотвращенного экономического ущерба от загрязнения земельных ресурсов в результате одновременного пролива керосина, бензина и ацетона.....	76
Заключение.....	83
Список использованной литературы.....	85
Приложение А Графическая часть работы	

Перечень графического материала:

- 1 Лист. Блок-схема структуры предприятия ОАО «прибор»
- 2 Лист. Блок-схема процесса промывки печатных плат спирто-бензиновой смесью. Блок-схема процесса смывания технологических смазок керосином
3. Лист. Блок-схема процесса покраски деталей с обезжиривание ацетоном. Результаты прогнозирования последствий аварии на опасном производственном объекте при инверсии, конвекции, изотермии
4. Лист. График распределения эквивалентного количества вещества во вторичном блоке. График глубины зоны заражения вещества для вторичного облака. График распределения предельно возможных величин глубины переноса воздушных масс

5. Лист. График окончательной расчетной глубины зоны заражения. График изменения площади зоны возможного заражения. График изменения площади фактического заражения

6. Результаты расчета предотвращенного экономического ущерба от загрязнения земельных ресурсов в результате одновременного пролива керосина, бензина и ацетона

ВВЕДЕНИЕ

Проблема защиты населения при возникновении аварий на производстве с аварийными химически опасными веществами (АХОВ) всегда была и остается весьма актуальной. Эта проблема на сегодня является одним из важных элементов обеспечения национальной безопасности страны в целом. Это зафиксировано в [1, 2, 3, 4], и в других нормативно-правовых актах.

Поскольку склад легко воспламеняющихся жидкостей (бензин, керосин) и растворителей (ацетон), размещенный на территории приборостроительного предприятия является сложной системой, обеспечивающей хранение, прием и отпуск легко воспламеняющихся жидкостей, он является объектом особого внимания, содержит в себе потенциальную угрозу для здоровья и жизни работников, а также других людей, размещающихся на прилегающей к предприятию территории.

Несмотря на то, что для нейтрализации угроз в Российской Федерации создана государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), на самом предприятии также должна вести деятельность комиссия по чрезвычайным ситуациям (КЧС) с четким порядком действий и планом мероприятий на случаи чрезвычайных ситуаций (ЧС).

В частности, следует учитывать также, что вещества бензольной (бензин, керосин) и кетоновой (ацетон) группы не только взрывопожароопасны, но и могут быть токсичны, имеют низкую температуру испарения и способны электризоваться.

Следовательно, работники склада с данными жидкостями могут быть подвержены воздействию физических и химических опасных и вредных производственных факторов. При этом классификация склада как с повышенной взрыво-пожароопасностью (углеводороды), указывает на

вероятность аварий с различным числом пострадавших или погибших людей.

Из примеров крупных аварий, произошедших по причинам, которые рассматриваются в данной работе (бензин, керосин и ацетон), можно привести следующие: пожар в городе Тимашевске Краснодарского края в августе 2018 года на складе с бочками ацетона. Площадь возгорания составила 1100 квадратных метров, погибших и пострадавших нет. Причина возгорания – неисправность электропроводки. Пожар локализован с привлечением 85 человек и 26 единиц техники [13]; авария в городе Комсомольск-на-Амуре в январе 2007 года в резервуарном парке автомобильных бензинов [14]. В ходе забора проб из бензинового резервуара топливно-воздушная смесь внутри резервуара воспламенилась с последующим отрывом крыши и загоранием. В результате пробоотборщик получил ожоги. Причины аварии – спецодежда не соответствовала [6], использовался самодельный пробоотборник, не имевший заземления; резервуар не был оснащен оборудованием, обеспечивающим безопасность отбора проб.

Как видно из приведенных примеров, множество аварий связаны с чисткой резервуаров, поскольку правила выполнения этой операции не соблюдены. Так, при вскрытии нижнего люка резервуара остается «мертвый» остаток, который приводит к загазовыванию парами бензина окружающего пространства и взрыву паровоздушной смеси. Также множество аварий, произошедших по причине нарушения организации проведения газоопасных работ, связаны с выполнением сливоналивных операций.

С целью предупреждения, локализации и ликвидации аварийной ситуации проводятся следующие мероприятия:

- разработка плана предупреждения аварий, повышения устойчивости функционирования потенциально опасных объектов;
- организация работы по созданию на потенциально опасных объектах локальных систем раннего обнаружения и оповещения (различные датчики),

поддержание их в состоянии постоянной готовности;

- обеспечение готовности органов управления, сил и средств организации к действиям при авариях;
- руководство ликвидацией аварии и эвакуацией работников организации;
- создание производственных резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации аварий;
- обеспечение подготовки руководящего состава, а также работников к действиям в аварийных ситуациях (учебно-тренировочные занятия).

Все мероприятия должны быть согласованы с внешними аварийными службами и другими органами там, где это необходимо.

Необходимость всесторонней оценки условий хранения на складе, транспортировки и использования в технологических процессах легко воспламеняющихся жидкостей, а также разработки мероприятий по повышению промышленной безопасности, обусловила выбор в качестве объекта исследования склада приборостроительного предприятия, где хранятся бензин, керосин и ацетон имеется вероятность возникновения аварий.

Безусловно, прогнозирование самих аварий на складе легко воспламеняющихся веществ является делом многопараметрическим, зависящим от многих учитываемых и не учитываемых факторов, однако все возможные аварии приводят к определенным последствиям, более или менее тяжелым, для нейтрализации которых разрабатывается специальный комплекс мероприятий по их ликвидации.

1 ИДЕНТИФИКАЦИЯ СКЛАДА ЛЕГКО ВОСПЛАМЕНЯЮЩИХСЯ ЖИДКОСТЕЙ КАК ОПАСНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕКТА

1.1 КЛАССИФИКАЦИЯ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Для отнесения объекта в составе организации к категории опасного производственного объекта (ОПО) и определение его типа в соответствии с требованиями [1], необходимо его идентифицировать. Иначе говоря, идентификация ОПО это процесс нахождения и определения признаков опасности у эксплуатируемых объектов, с последующим присвоением наименования объекту, согласно утверждённого перечня и присвоением класса опасности, выявленным опасным производственным объектам[9]. Идентификация также необходима для проведения страхования ответственности предприятий эксплуатирующих ОПО.

Склад легко воспламеняющихся жидкостей, рассматриваемый в данной работе относится к ОПО. Это можно определить, применяя [2], согласно которому к ОПО относятся объекты, на которых хранятся опасные вещества, в частности легковоспламеняющиеся жидкости, имеющие способность самовозгораться, а также возгораться от источника зажигания и гореть самостоятельно после его удаления, токсичные – вещества, способные в определённых концентрациях приводить к тяжёлым отравлениям или смерти живых организмов.

Классификация ОПО производится согласно условиям [2]. Для производственных объектов, которые работают с химическими веществами, классы опасности ОПО определяются исходя из количества опасных веществ, одновременно находящихся на ОПО. Согласно [9], под использованием химических средств на производстве, принято понимать любую трудовую деятельность, в результате которой любой работник, может

быть, подвергнут химическому воздействию вещества, включая хранение химических веществ.

На складе приборостроительного предприятия хранятся АХОВ: бензин, керосин и ацетон.

Бензин это продукт переработанной нефти, смесь летучих углеродов. Прозрачная или с жёлтым оттенком жидкость, со специфическим запахом. Горит, в смеси с воздухом возможна угроза взрыва. Токсичен, в составе присутствуют соединения, которые содержат азот, серу, кислоты. В большей мере опасна сера и её соединения, которые, вступая в реакцию с кислородом и водой, образуют токсичную сернистую кислоту. На складе бензин хранится в количестве 1560 тонн, поэтому согласно [2], количество его на складе в диапазоне от 1000 тонн до 50000 тонн, значит, бензин имеет III класс опасности.

Керосин это сложная смесь углеводородов. Светло-коричневая с голубым оттенком жидкость, со специфическим запахом. Содержит примеси азотистых и серных соединений. Токсичен, при воздействии на людей происходит раздражение слизистых оболочек. Вдыхание концентрированных паров приводит к отравлениям. На складе керосин хранится в количестве 1020 тонн, поэтому согласно [2], керосин является горючей жидкостью, токсичным веществом, количество его на складе в диапазоне от 1000 тонн до 50000 тонн, значит, керосин имеет III класс опасности.

Ацетон это органическое вещество, представитель кетонов. Прозрачная, летучая жидкость со специфическим запахом. Токсичен, при длительном вдыхании способен накапливаться в организме и вызывать отравление. Горит, при взаимодействии с перекисью натрия взрывоопасен. На складе ацетон хранится в количестве 1025 тонн, поэтому согласно [2], ацетон является горючей жидкостью, токсичным веществом количество его на складе в диапазоне от 1000 тонн до 50000 тонн, значит, ацетон имеет III класс опасности.

Таким образом, на складе легковоспламеняющихся жидкостей приборостроительного завода общее количество АХОВ составляет 3605 тонн. Это количество, одновременно хранимых химических веществ, соответствует III классу опасности. Значит склад, рассматриваемый в данной работе, имеет III класс опасности.

Часто аварии на ОПО возникают по вине людей, это невнимательное отношение персонала к технологическому процессу, к исправности и должной работе оборудования и т.п., но бывает так, что аварии на ОПО происходят независимо от человеческого фактора, именно при возникновении таких случаев возникает необходимость в проведении обязательного страхования ОПО. Страхование ОПО это как защита работающих на производстве людей, так и основа финансовой безопасности самого предприятия, ведь при появлении страхового случая, пострадавший получает возмещение причиненного ущерба, а владелец ОПО снимает с себя любую финансовую ответственность. Проведенное вовремя страхование ОПО позволяет предприятию минимизировать финансовые риски. Как правило, страховой случай это загрязнение химическими элементами ОС, повлекшее за собой нанесение ущерба здоровью окружающим, поломка оборудования, приведшая к жертвам среди работающего персонала, обрушение конструкций помещений, пролив, выброс, утечка опасных отходов.

Склад легко воспламеняющихся жидкостей приборостроительного предприятия является ОПО, на котором хранятся опасные вещества в количестве равном количеству, указанному в таблице второй [2]. Тогда на основании [2], можно сделать вывод, что склад относится к первому типу степени опасности, и минимальная страховая сумма для него составит семьдесят тысяч минимальный размер оплаты труда (МРОТ).

Также при одновременном наличии на объекте несколько признаков первого типа ОПО (хранение двух видов опасных веществ, горючих

жидкостей и токсичных веществ) количество каждого вещества, превышающим пороги, которые установлены законом, объект относится к ОПО первого типа и минимальная страховая сумма будет 70 процентов.

1.2 ОПИСАНИЕ АНАЛИЗИРУЕМОГО ПРЕДПРИЯТИЯ И УЧАСТКА

ОАО «Прибор» является промышленным предприятием, которое выпускает аппаратные компоненты, приборы для авиационной, космической промышленности, приборы гражданского назначения. ОАО «Прибор» расположено на производственной площадке, расположенной на левом берегу реки Суры, в 1 километре западнее города Пензы. Общая площадь производственной площадки составляет 5000 квадратных метров. На территории предприятия расположены основные, вспомогательные цеха и участки, административное здание (рисунок 1).

В подразделениях основного производства выпускается различная готовая продукция. Дополнительные подразделения создают условия для нормальной работы подразделений основного производства. Подразделения обслуживающего производства занимаются контролем техники, транспорта, его предоставлением основному и вспомогательному производствам, складами.

На приборостроительном предприятии три типа цехов. Заготовительные цеха включают в себя : каркасный цех, кузнечно-прессовой цех, литейный цех, металлозаготовительный цех. Отделочные: лакокрасочный и гальванический цехи. Обработывающие: цех для работы с маленькими деталями, цех для работы с большими деталями, цех работы с пластмассой, цех сварочных работ, монтажный цех, термоцех, цех штамповочный, цех узлов точной электроники и механики. В заготовительных цехах штампуют, отливают, режут заготовки будущих изделий. В обработывающих цехах производят обработку изделий, например,

сваривают, термически обрабатывают. В отделочных цехах наносят лакокрасочное покрытие.



Рисунок 1 – Структура предприятия ОАО «Прибор»

1.3 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

1.3.1 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОМЫВКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ СПИРТ-БЕНЗИНОВОЙ СМЕСЬЮ

Хранящийся на рассматриваемом складе бензин, используется в составе спирто-бензиновой смеси для промывки печатных плат. Промывка плат осуществляется для удаления остатков флюса, причём даже если был использован неактивный флюс. Основательная промывка платы благотворно влияет на работу изделия, так как остатки флюса приводят к окислению платы, утечке тока и преждевременному выходу из строя прибора. Промывка платы обязательно необходима перед нанесением любых покрытий.

Способ промывки плат выбирается относительно дальнейшей области применения платы. Производители плат обычно предпочитают обращаться к спирт-бензиновой смеси, так как остальные растворители могут нанести плате непоправимый вред.

Спирто-бензиновой смесью можно смывать неполярные загрязнения такие, как канифоль, жир, различные масляные основы, воск. Также ей можно промывать платы, на которых использовались комбинированные пасты, например, вместе канифоль и воск.

Спирто-бензиновая смесь готовится из расчёта 50 процентов бензина и 50 процентов спирта. Это раствор для промывки плат от любых видов флюса. Очищаются платы двумя способами: погружением в специальные ванны с растворителем и опрыскиванием плат струёй растворителя (рисунок 2). Иногда эти два способа совмещают.

Один из способов промывки плат в спирто-бензиновой смеси осуществляется с помощью трёх ванн. Каждая наполняется растворителем. Из третьей ванны загрязнённая смесь переливается во вторую, в свою очередь из второй в первую, а из первой ванны конечная загрязнённая смесь

подвергается утилизации.

На производстве часто используется метод промывки плат в ультразвуковой ванне с применением спирто-бензиновой смеси.



Рисунок 2 – Методы промывки печатных плат спирто-бензиновой смесью

Для промывки понадобится промывочная смесь и деионизованная вода, которая будет необходима при подготовке моющего раствора, путём разведения концентрата промывочной жидкости. Применение обычной

водопроводной воды может снизить эффективность промывочной жидкости.

На первом этапе промывки происходит растворение и удаление остатков флюса. Время промывки зависит от типа оборудования, степени полимеризации остатков флюса. Ополаскивание может проводиться помощью воды или спирта. После водных процессов промывки сушку рекомендуется проводить обдувом горячего или холодного воздуха. Среднее время промывки мелких печатных плат 5-10 минут, отмывка крупных плат может достигать 10-15 минут, то есть за смену возможно обработать от 50 до 150 плат.

Струйная промывка печатных плат происходит с помощью промывочных машин. Первая программа процесса промывки делится непосредственно на три этапа:

- промывка;
- ожидание стекания жидкости обратно в свою ёмкость;
- вымывание воздухом остатков жидкости в первый бак.

Время общей промывки составляет не более пяти минут, первый этап длится не более одной минуты. К машине подключен воздух 8 атмосфер. Для более эффективной работы вода для ополаскивания подогревается до 50 градусов. Камера одна для всех фаз, под камерой находится клапан, который переключает направления потоков в зависимости от текущей работы машины. Одна штанга крепится сверху и через неё подаётся промывочная спирто-бензиновая смесь для промывки и вода для ополаскивания. Работа промывочной машины контролируется оператором.

У промывки спирт-бензиновой смесью есть определённые недостатки. К ним относятся: плохое удаление ионных водорастворимых элементов, остаточный белый налёт после промывки, спирто-бензиновая смесь пожароопасная и обладает токсичным воздействием на организм человека.

1.3.2 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СМЫВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СМАЗОК КЕРОСИНОМ

Для защиты поверхностей металлического оборудования и различных механизмов в приборостроении используются жидкие консервационные смазки. Такие смазки очень удобны, так как их без нагревания можно легко наносить на защищаемую поверхность. Также они хорошо применяются для защиты внутренних рабочих поверхностей и труднодоступных деталей оборудования. Масла с большей вязкостью применяются для наружных поверхностей, а масла с меньшей вязкостью для внутренних поверхностей.

В определённые моменты технологического процесса необходимо производить смывание консервирующих смазок. Это происходит для того, чтобы проводить контроль над техническим состоянием деталей и механизмов, а также вовремя выявлять возможные дефекты. Так, например, во время ремонта станков или замены на них отработанного масла, проводят смывание керосином.

Керосин способен убирать многие виды консервирующих смазок с поверхностей деталей и механизмов. Методы смывания смазок керосином указаны на рисунке 3.

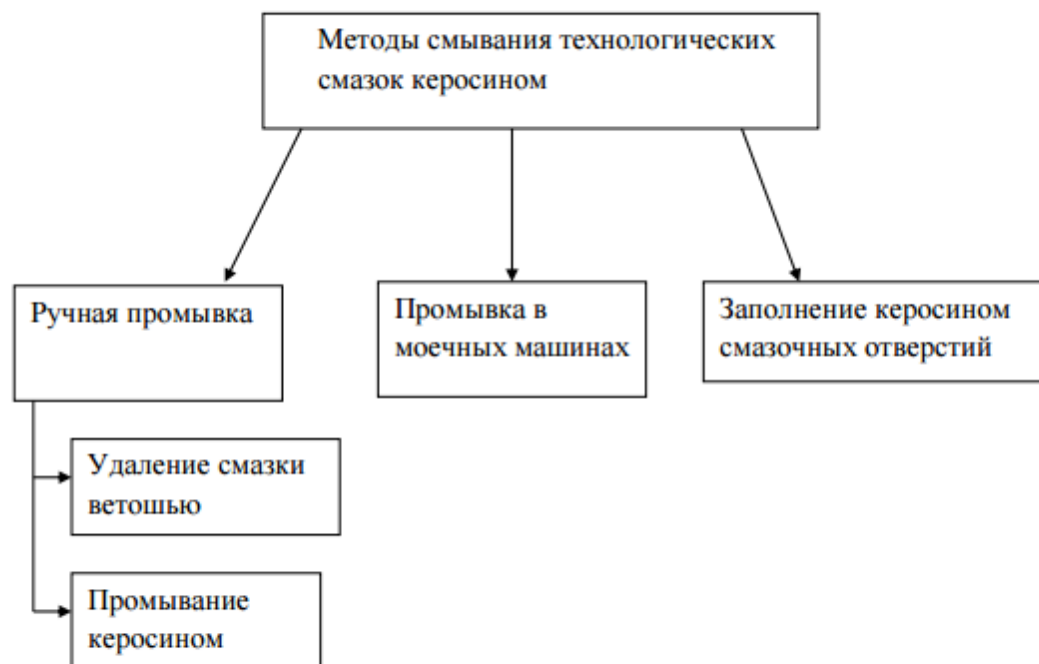


Рисунок 3 - Методы смывания технологических смазок керосином

При смывании смазки с небольших механизмов керосин наливают по несколько капель во все смазочные отверстия и потом приводят машину в движение. Во время работы машины вместе с керосином вытекают и остатки смазочного вещества.

При смывании отработанных масел с различных двигателей керосином, необходимо выполнить следующий порядок действий:

- перед тем, как сливать отработанное масло из двигателя, необходимо приготовить специальную ёмкость для слива. Ёмкость должна быть большим объёмом, чем сливаемое масло, т.к. в неё должен поместиться и керосин;
- керосин необходимо вливать резко и обильно, чтобы он быстрым потоком проникал во все участки двигателя и смывал предыдущий масляный состав. Очень важно, чтобы сливная пробка была открыта. Таким образом,

необходимо прогнать около 3 литров керосина;

- закрыв пробкой отверстие слива, необходимо налить в двигатель объём керосина равный новой порции смазывающего вещества;

- запустить двигатель для создания давления в системе и эффективного очищения деталей. При этом необходимо следить, чтобы двигатель не прогревался до рабочей температуры;

- слить керосин и проверить его на наличие масла. Если масляных остатков много, то процедуру промывки повторяют.

Из различных масляных ёмкостей и баков, масло сливают через специальные отверстия или же применяют метод выкачивания насосом. Отработанное масло восстанавливается (регенерируется) и в дальнейшем снова используется. Небольшое количество, оставшегося на дне масла, извлекают специальными ручными насосами или обычными ковшами.

После полного удаления масла всю ёмкость сначала протирают специальной ветошью, а затем тщательно моют керосином. Только после всех этих действий, резервуар вновь заполняют чистым маслом.

Промывка мелких деталей керосином осуществляется в специальных моечных машинах. При проведении ремонтных работ с оборудованием, детали часто промываются керосином вручную, а использованный керосин утилизируется.

1.3.3 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОКРАСКИ ДЕТАЛЕЙ С ОБЕЗЖИРИВАНИЕМ АЦЕТОНОМ

При подготовке металлических поверхностей к окрашиванию, необходимо провести процедуру обезжиривания. Процедура обезжиривания это удаление с поверхности детали или изделия различных видов загрязнений. К ним относятся пыль, клей, жиры, потожировые следы, минеральные масла, консервирующие смазки, следы полировочных

материалов. Все эти загрязнения оказывают негативное влияние на смачивание поверхностей краской, мешают образованию специальной плёнки и другим свойствам покрытия.

Обезжиривание металлических поверхностей обеспечивает хорошую сцепляемость поверхности металла с различными лакокрасочными покрытиями. Это является хорошим способом не только продлить срок службы подвергаемого покраске металлического изделия, но и защитить его от коррозии.

Достаточно распространённый обезжириватель для металла это ацетон. Ацетон имеет хорошие обезжиривающие свойства, поэтому он входит в состав многих растворителей и обезжиривающих средств. При применении чистого ацетона важно помнить, что он не со всеми поверхностями хорошо взаимодействует. Ацетон отлично подходит для металлических поверхностей, но может разъесть пластик, лакокрасочные поверхности.

Методы обезжиривания с использованием ацетона:

- протирка;
- струйная очистка;
- ультразвуковая очистка;
- циркуляция растворителя в промываемых изделиях;
- погружение в ванны;
- заполнение внутренних полостей изделий;
- конденсация паров растворителя в промываемых изделиях.

Выбор метода обезжиривания происходит в зависимости от размера изделий и наличия технических средств обезжиривания (рисунок 4).



Рисунок 4 - Методы обезжиривания деталей ацетоном перед покраской

Метод протирки применяется при отсутствии специального оборудования. Этот метод часто применяется для больших изделий. Для малых применяют при условии полного доступа к обезжириваемым полостям. Специальными салфетками с подрубленными краями, смоченными ацетоном, многократно протирают поверхность изделия.

Метод струйной очистки используют для обезжиривания отдельных деталей или внутренних поверхностей путём подачи струи растворителя через специальные насадки и под высоким давлением. При методе струйной очистки промежуточная промывка не обязательна.

Метод ультразвуковой очистки применяют для сложных изделий. Обезжиривание проводят с помощью ацетона в специальных ультразвуковых

ваннах. Время обезжиривания 10 минут.

Метод циркуляции растворителя используется для обезжиривания собранных изделий, шлангов, трубопроводов. Главным условием является возможность попадания циркулирующего раствора на все обезжириваемые поверхности. Скорость циркуляции растворителя от 0,5 метров в секунду до 1,0 метра в секунду. При применении метода циркуляции должны быть соблюдены следующие условия:

- продолжительность циркуляции должна быть не менее 15 минут и не более 1,5 часов;
- количество растворителя не должно быть меньше объёма изделия;
- после сливания растворителя и его анализа устанавливается необходимость повторного обезжиривания

Метод заполнения внутренних полостей изделия или погружения его в ванны применяется для небольших изделий или отдельных деталей. Растворитель находится в обезжириваемых изделиях не менее 30 минут и не более 1,5 часов.

Метод конденсации паров растворителя используется для трубопроводов, шлангов, сосудов. Осуществляется метод с помощью подачи на обезжириваемые поверхности пара растворителя, который доведён до температуры кипения. Конденсат сливают из оборудования. Обезжиривание заканчивают, когда содержание жировых загрязнений в сливаемом конденсате не более 20 миллиграмм на дециметр кубический.

2 ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ С РАЗЛИВОМ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ БЕНЗИН, КЕРОСИН, АЦЕТОН

2.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОЦЕССЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ И СФЕРАХ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

В современном мире экологические изменения как следствие развития экономики и общества в целом являются неизбежным процессом, поэтому разработка систем и процедур прогнозирования вероятных изменений природной среды и оценка влияния на эволюцию социальных процессов от этих изменений выходит на первый план.

В целом, структура прогнозирования подразумевает под собой определенную цель, исходя из которой, устанавливается конкретный промежуток времени прогноза, а также требования к точности и допустимой ошибке в результатах прогноза. Поэтому прогнозирование эволюции любого процесса, протекающего в природе, осуществляется, как и любое научное исследование в два этапа: во-первых, это моделирование исследуемого процесса, и, во-вторых, задание условий, свойственных данному процессу, но непременно сопряженных с научно-исследовательской целью и не противоречащих выбранной модели процесса. Таким образом, последовательная реализация данных этапов, так или иначе, приводит к построению определенной модели исследуемого процесса, имеющей как правило, формализованный (математический), либо описательный вид.

Следует отметить, что использование научных методов прогнозирования эволюции социальных и природных явлений не всегда сводится к предсказанию развития реальной чрезвычайной экологической катастрофы, но ориентируется, прежде всего, на возможность выработки и

последующей реализации взвешенных решений о перспективах развития социума. В терминах теории принятия решений можно сказать, что такие решения должны быть допустимы и реализуемы.

Таким образом, основной целью оценки изменения природных систем при взаимодействии с обществом является, прежде всего, достоверное отражение происходящих изменений в динамике, а также использование единого терминологического аппарата в описании всех процессов. Исходя из этого, целесообразно рассмотреть основные термины и определения, применяемые для прогнозирования последствий аварий на ОПО.

В частности, под аварийным химически опасным веществом понимают «опасное химическое вещество, применяемое в промышленности, сельском хозяйстве, других отраслях народного хозяйства, при аварийном выбросе (проливе) которого может произойти заражение окружающей среды в поражающих живые организмы концентрациях (токсодозах)».

АХОВ являются самыми опасными химическими веществами, поскольку распространяются, образуя так называемую «зону заражения», то есть некую локацию, на которой концентрация АХОВ достигает предельно допустимых значений, несущих в себе угрозу жизни людей. Чтобы снизить риск потенциальных жертв, осуществляют оценку и прогнозирование масштаба заражения, определяют глубину (километры) и площадь (километры квадратные) зоны заражения АХОВ. Зона заражения является, как правило, следствием аварии, то есть «вызывающего массовое поражение людей и животных нарушения на опасном производственном объекте с выбросом АХОВ в атмосферу».

Понятие аварии тесно связано с понятием разрушения химически опасного объекта (ХОО), то есть «полной разгерметизации всех емкостей и нарушения технологических коммуникаций». ХОО – это такие объекты, где производят, используют, хранят на складах и перевозят опасные химические вещества. Результатом, как аварии, так и разрушения ХОО, является

первичное и вторичное облако АХОВ.

В частности, первичное облако – это такое облако АХОВ, которое образуется в первые 3 минуты перехода в атмосферу части АХОВ из емкости при ее разрушении. В отличие от первичного же, вторичное облако – это результат испарения разлившегося вещества с подстилающей поверхности.

Следует сказать, что в настоящее время люди и их имущество постоянно подвергаются риску в силу того, что в современном мире с каждым днем становится все больше ХОО, несущих в себе потенциальную угрозу. Так, в современной России насчитывается порядка 70 тысяч различных химических соединений, при этом 3,5 тысяч из них используются весьма широко в различных отраслях.

В частности, если рассматривать полный перечень опасных химических веществ (ОХВ), то следует сказать, что в отличие от «аварийных» АХОВ, ОХВ оказывают и прямое, но чаще косвенное воздействие на людей, но могут вызывать заболевания или смерть.

При этом аварии с выбором ОХВ (химические аварии) приводят к отравлению людей, заражению сырья или пищи, химическому заражению природы в течение длительного времени. Существует 2 вида таких аварий: выброс ОХВ (например, испарение за короткий промежуток времени) при разгерметизации установок, емкостей или при транспортировании; пролив ОХВ (вытекание) при разгерметизации установок, емкостей и транспортировании.

В любом случае следствием аварии ХОО является зона химического заражения – это такая территория (акватория), в пределах которой распространены или куда привнесены ОХВ в концентрациях или количествах, создающих опасность для жизни и здоровья людей, для животных и растений, в определенный промежуток времени.

При этом важным понятием для зон заражения является предельно допустимая концентрация (ПДК) химических веществ – это такое количество

ОХВ в почве, воздухе, воде или пище, которое при постоянном контакте с человеком или воздействии на него за определенный промежуток времени практически еще не влияет на здоровье людей и не вызывает неблагоприятных последствий.

Если неблагоприятные последствия все же наступают, то говорят уже о полученной «токсодозе», под которой понимают произведение концентрации ОХВ в зоне заражения на время пребывания человека в этом месте без средств защиты органов дыхания, в течение которого проявляются различные степени токсического воздействия ОХВ на человека. Так, при проявлении слабых признаков отравления говорят о пороговой токсодозе, при существенных отравлениях организма с соответствующими симптомами – о поражающей токсодозе, при наступлении комы – о смертельной.

Токсодоза зависит от скорости и глубины распространения ОХВ в воздухе, а на их распространение, в свою очередь, влияют состояния атмосферы (инверсия, изотермия, конвекция). В частности, под инверсией понимают такое высотное распределение температур воздуха от точки земли, при котором нижние слои оказываются холоднее, чем верхние. Изотермия, в свою очередь, - такое распределение температур воздуха, при котором температура почти не меняется с высотой. Что же касается конвекции, то при данном состоянии атмосферы нижний слой воздуха теплее, чем верхний, поэтому происходит подъем паров и перемешивание воздуха.

Также для моделирования процессов эволюции изменений в окружающей среде и прогнозирования последствий аварий на ОПО важно представлять, какие АХОВ являются наиболее опасными, а какие менее. Для этого необходимо ориентироваться в классификации АХОВ.

В частности, по воздействию на человеческий организм данные вещества подразделяются на три класса: действующие через органы дыхания (ингаляционные); действующие через желудочно-кишечный тракт (ЖКТ) (пероральные); действующие через кожные покровы (резорбтивные).

В соответствии с другой классификацией АХОВ (клинической), выделяют 6 групп: удушающие вещества (хлор, фосген); общеядовитые вещества (цианистый хлорциан, водород); вещества, обладающие удушающим и общеядовитым действием (окислы азота, сероводород); нейротропные яды (сероуглерод); вещества, обладающие удушающим и нейротропным действием (аммиак); метаболические яды (окись этилена).

Заметим, что вещества 1 и 2 групп способны образовывать опасные для жизни и здоровья людей концентрации даже при небольших утечках.

Также следует учитывать и агрегатные состояния ОХВ (в том числе аварийных), в частности: сжатые или сжиженные газы, жидкости и твердые вещества. Так, в зависимости от агрегатных состояний выделяют:

- криогенные вещества, у которых критическая температура ниже температуры окружающей среды (метан, окись азота);
- сжиженные вещества, у которых критическая температура выше, а точка кипения ниже температуры окружающей среды (аммиак, хлор);
- вещества, у которых критическое давление выше атмосферного и точка кипения выше температуры окружающей среды (фосген, хлорциан);
- вещества, находящиеся в обычных условиях в жидком состоянии. Это – большая группа в классификации таких веществ (кислоты - соляная, серная, азотная, хлорпикрин, ацетонитрил);
- вещества, хранящиеся только в твердом состоянии (диоксины, нитрофоска, соли тяжелых металлов). Многие из них становятся опасными при пожарах, другие - при попадании в грунт и воду.

Отметим, что при прогнозировании последствий аварий на ОПО так же важно знать, что происходит при чрезвычайных ситуациях (ЧС) с теми или иными видами АХОВ. С целью минимизации усилий и принятия оперативных решений разработаны типовые ЧС для химических аварий.

В частности, как результат крупных аварий на ХОО могут возникнуть следующие виды ЧС: с первичным облаком АХОВ; с проливом, первичным и

вторичным облаком; с образованием только пролива и вторичного облака; с заражением земельных и водных ресурсов.

Первый вид ЧС (с образованием первичного облака) является следствием мгновенной разгерметизации емкостей или оборудования, как правило, с газообразными, криогенными или перегретыми жидкими АХОВ.

В результате такой разгерметизации (например, взрыва) образуется первичное облако паров АХОВ с повышенной концентрацией вещества в воздушной массе. Данное облако в зависимости от состояний атмосферы распространяется по околоаварийной территории, неся в себе опасность для здоровья и жизни проживающего на ней населения. Эта – наиболее опасный тип ЧС, поскольку высока интенсивность воздействия поражающих факторов (по преимуществу ингаляционное) и затруднено реагирование для минимизации потерь.

Второй вид ЧС (с проливом, первичным и вторичным облаком) возникает при проливах АХОВ, к которым можно отнести сжиженные ядовитые газы (хлор, синильная кислота, фосген). При разгерметизации (разрушении) емкостей или оборудования в данном случае около 10 процентов массы вещества АХОВ мгновенно испаряется, образуя первичное облако со смертельными концентрациями. Другая часть массы вещества разливается по подстилающей территории, заражая грунт и воду, и далее испаряется под воздействием тепла, создавая вторичное облако с поражающими концентрациями. Данный вид ЧС также характеризуется ингаляционным поражающим воздействием первичного (мгновенно) и вторичного (через часы, сутки) облаков. Несмотря на серьёзную опасность данного ЧС, здесь можно как-то отреагировать, принять меры и предотвратить часть негативных последствий.

Третий вид ЧС (пролив и вторичное облако) появляется в результате большого пролива в поддон или на подстилающую поверхность жидких (или сжиженных) АХОВ с температурой кипения ниже или близкой к температуре

окружающей среды (например, фосген, компонент ракетного топлива – четырехокись азота). Здесь в результате испарения пролитых АХОВ, образуется только вторичное облако с поражающими концентрациями. Указанный тип ЧС может возникнуть, например, при аварийном проливе фосгена или компонента ракетного топлива - четырехокси азота.

Несмотря на то что, этот вид ЧС менее опасен для населения, чем первые два, и позволяет принять эффективные меры по защите населения, поражающими факторами здесь являются ингаляционное воздействие и заражение окружающей среды на месте пролива.

Четвертый вид ЧС (заражение земельных и водных ресурсов) возникает как результат аварийного пролива мало летучих АХОВ (с температурой кипения значительно выше температуры окружающей среды, например, фенол, сероуглерод, металлическая ртуть). Вторичного облака паров в данном случае не образуется, однако продолжительное пребывание в зараженной местности без средств индивидуальной защиты органов дыхания также может привести к ингаляционному отравлению. Поражающим фактором при таком ЧС также может быть пероральное, иногда резорбтивное, воздействие на организм.

Заметим, что второй и третий типы ЧС зачастую осложнены пожарами и взрывами, что является причиной дополнительных поражающих факторов, (обрушение зданий, ударная волна, прямое воздействие огня, задымление и тому подобное). Это усложняет проведение аварийно-спасательных работ, приводит к дополнительным потерям и ущербу.

При моделировании процессов эволюции изменений в окружающей среде и прогнозировании последствий аварий на ОПО, в текущей работе было принято ряд допущений. В частности, емкости, в которых находятся АХОВ, разрушаются полностью при возникающей аварии, вследствие чего в окружающую среду попадают все АХОВ. При этом толщина разлившейся свободно по поверхности жидкости АХОВ принимается равной 0,5 метров

по всей площади разлива, а толщина разлившейся жидкости АХОВ в поддон или обваловку рассчитывается в зависимости от вида поддона или обваловки, группировки емкостей с жидкостью АХОВ. В качестве, предельного времени пребывания в зоне заражения людей принят интервал времени в 4 часа. По окончании указанного интервала времени процесс прогнозирования должен корректироваться с учетом обновлённых данных.

2.2 МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МАСШТАБОВ АВАРИИ С РАЗЛИВОМ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Эквивалентное количество ($Q_{э1}$) вещества в первичном облаке определяется по формуле:

$$Q_{э1} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0 \quad (1)$$

где K_1 - коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ (Приложение 2; для сжатых газов $K_1 = 1$) [11];

K_3 - коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого АХОВ (Приложение 2) [11];

K_5 - коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости атмосферы:

для инверсии -1,

для изотермии - 0,23,

для конвекции - 0,08;

K_7 - коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха (Приложение 2; для сжатых газов $K_7 = 1$) [11];

Q_0 - количество выброшенного (разлившегося) при аварии вещества, тонн.

При авариях на хранилищах сжатого газа Q_0 рассчитывается по формуле:

$$Q = dV_x \quad (2)$$

где d - плотность АХОВ, (тонна на метр кубический) (Приложение2) [11];

V_x - объем хранилища, (метр кубический).

При авариях на газопроводе рассчитывается по формуле:

$$Q_0 = \frac{n \cdot d \cdot V_g}{100} \quad (3)$$

где n - содержание АХОВ в природном газе, процент;

d – плотность АХОВ, (тонна на метр кубический) (Приложение2) [11];

V_g - объем секции газопровода между автоматическими отсекающими, (метр кубический).

При определении величины $Q_{\Sigma 1}$ для сжиженных газов, не вошедших в Приложение2 [11], значение коэффициента K_7 принимается равным 1, а коэффициент K_1 рассчитывается по формуле:

$$K_1 = \frac{c_p \Delta T}{\Delta H_{исп}} \quad (4)$$

где c_p - удельная теплоемкость жидкого АХОВ, килоДжоуль/(килограмм °С);

ΔT - разность температур жидкого АХОВ до и после разрушения емкости °С;

$\Delta H_{\text{исп}}$ - удельная теплота испарения жидкого АХОВ при температуре испарения, (килоДжоуль на килограмм).

Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке рассчитывается по формуле:

$$Q_{32} = \frac{(1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot Q_0}{h \cdot d} \quad (5)$$

где K_2 - коэффициент, зависящий от физико-химических свойств АХОВ (Приложение2) [11];

K_4 - коэффициент, учитывающий скорость ветра (Приложение3) [11];

K_6 - коэффициент, зависящий от времени N , прошедшего после начала аварии;

значение коэффициента K_6 определяется после расчета продолжительности T (час) испарения вещества:

$$K_6 = N^{0,8} \text{ при } N \leq T;$$

$$K_6 = T^{0,8} \text{ при } N > T$$

при $T < 1$ (час) K_6 принимается для 1 часа;

d - плотность АХОВ, (тонна на метр кубический), (Приложение2) [11];

h - толщина слоя АХОВ, (метр)

При определении Q_{32} для веществ, не вошедших в Приложение2 [11], значение коэффициента K_7 принимается равным 1, а коэффициент K_2 определяется по формуле:

$$K_2 = 8,1 \cdot 10^{-6} \cdot P \cdot m^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

где P - давление насыщенного пара при заданной температуре воздуха, (миллиметры ртутного столба);

m - молекулярная масса вещества.

Определение глубины зоны заражения первичным (вторичным) облаком АХОВ при авариях на технологических емкостях, хранилищах и транспорте ведется с использованием Приложений 1 и 4 [11].

В Приложении 1 [11] приведены максимальные значения глубины зоны заражения первичным (Γ_1) или вторичным (Γ_2) облаком АХОВ, определяемые в зависимости от эквивалентного количества вещества и скорости ветра. Полная глубина зоны заражения Γ (километр), обусловленной воздействием первичного и вторичного облака АХОВ, определяется:

$$\Gamma = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' \quad (7)$$

где Γ' - наибольший, Γ'' - наименьший из размеров Γ_1 и Γ_2 .

Полученное значение сравнивается с предельно возможным значением глубины переноса воздушных масс Γ_n , определяемой по формуле:

$$\Gamma_n = N \cdot v \quad (8)$$

где N - время от начала аварии, (час);

v - скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха при данной скорости ветра и степени вертикальной устойчивости воздуха, (километр в час) (Приложение 4)[11].

За окончательную расчетную глубину зоны заражения принимается меньшее из двух сравниваемых между собой значений.

В случае разрушения химически опасного объекта при прогнозировании глубины зоны заражения рекомендуется брать данные на одновременный выброс суммарного запаса АХОВ на объекте и следующие метеорологические условия: инверсия, скорость ветра 1 метр в секунду.

Эквивалентное количество АХОВ в облаке зараженного воздуха определяется аналогично рассмотренному методу для вторичного облака при свободном разливе. При этом суммарное эквивалентное количество Q_9 рассчитывается по формуле:

$$Q_9 = 20 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot \sum \left(K_{2i} \cdot K_{3i} \cdot K_{6i} \cdot K_{7i} \cdot \frac{Q_i}{d_i} \right) \quad (9)$$

где K_{2i} - коэффициент, зависящий от физико-химических свойств i -го АХОВ;

K_{3i} - коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе i -го АХОВ;

K_{6i} - коэффициент, зависящий от времени, прошедшего после разрушения объекта;

K_{7i} - поправка на температуру для i -го АХОВ;

Q_i - запасы i -го АХОВ на объекте, тонны;

d_i - плотность i -го АХОВ, (тонна на метр кубический).

Полученные по Приложению 1 [11] значения глубины зоны заражения Γ в зависимости от рассчитанного значения и скорости ветра сравниваются с предельно возможным значением глубины переноса воздушных масс $\Gamma_{\text{п}}$ (см. формулу (8)). За окончательную расчетную глубину зоны заражения принимается меньшее из двух сравниваемых между собой значений.

Продолжительность поражающего действия АХОВ определяется временем его испарения с площади разлива.

Время испарения T (час) АХОВ с площади разлива определяется по формуле:

$$T = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7} \quad (10)$$

где h - толщина слоя АХОВ, (метр);

d - плотность АХОВ, тонна на метр кубический ;

K_2, K_4, K_7 - коэффициенты в формулах (1), (5) из Приложений 2, 3 [11].

Площадь зоны заражения АХОВ для первичного (вторичного) облака определяется по формуле:

$$S_b = 8,72 \cdot 10^{-3} \Gamma^2 \cdot \varphi \quad (11)$$

где S_b - площадь зоны возможного заражения АХОВ, (километр квадратный),

Γ - глубина зоны заражения, (километр),

φ - угловые размеры зоны возможного заражения, град, (Приложение 5) [11].

Площадь зоны фактического заражения S_ϕ (километр квадратный) рассчитывается по формуле:

$$S_\phi = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} \quad (12)$$

где K_8 - коэффициент, зависящий от степени вертикальной

устойчивости атмосферы:

0,081 - при инверсии,

0,133 - при изотермии,

0,235 - при конвекции,

N - время, прошедшее после начала аварии, (час).

Время подхода зараженного облака к объекту определяем по формуле:

$$t = \frac{x}{v} \quad (13)$$

где x – расстояние от источника заражения до заданного объекта, (километр);

v – скорость переноса переднего фронта облака зараженного воздуха, (километр в час).

2.3 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ОПАСНОМ ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОБЪЕКТЕ

2.3.1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА И ХАРАКТЕРИСТИКИ АХОВ.

Исходные данные для прогнозирования масштабов заражения АХОВ при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах.

Вещества: бензин, керосин, ацетон.

Состояние веществ: жидкости.

Общие данные: расстояние до объекта 1 километр;

Метеорологические условия:

1. Температура воздуха 0°C;

2. Скорость ветра 1метр в секунду;

Бензин - углеводородная смесь, бесцветная жидкость со специфическим запахом. Бензин не растворим в воде. Горючий, легко воспламеняются от искр и пламени, при горении образуются токсичные газы.

Пары бензина при взаимодействии с воздухом образуют взрывоопасные смеси. При нагревании ёмкости могут взрываться, а в пустых ёмкостях из остатков могут образовываться взрывоопасные смеси.

Для человека бензин опасен при вдыхании, попадании на кожу, попадании в глаза.

При утечке бензина необходимо прекратить работу в опасной зоне, не прикасаться к пролитому веществу. Устранять течь необходимо с соблюдением мер предосторожности. Перекачивать содержимое в исправную, защищенную от коррозии емкость, или емкость для слива с соблюдением условий смешения жидкостей. Осаждать пары тонкораспыленной водой.

При разливе бензина необходимо собрать его в отдельную тару, место разлива протереть сухой тряпкой; при разливе на открытой площадке место разлива следует засыпать песком, а затем удалить его. Не допускать попадания вещества в подвалы, водоемы, канализацию.

При пожаре нельзя приближаться к горящим емкостям, нужно охлаждать емкости водой с максимального расстояния. При горении тушить тонкораспыленной водой, воздушно-механической пеной с максимального расстояния (не менее 40 метров). Организовать эвакуацию людей из близлежащих зданий, учитывая направление движения токсичных продуктов горения.

Скорость распространения пламени по поверхности зеркала бензина при обычных условиях составляет 10–15 метров в секунду.

Средства защиты:

– для химической разведки и руководителя работ - ПДУ-3 (в течение 20

минут);

- для аварийных бригад - изолирующий защитный костюм КИХ-5 в комплекте с изолирующим противогазом ИП-4М или дыхательным аппаратом АСВ-2.

- при возгорании - огнезащитный костюм в комплекте с самоспасателем СПИ-20.

В случае необходимости оказать медицинскую помощь: вынести пострадавшего на свежий воздух, обеспечить покой, тепло, чистую одежду. В холодное время года важным является также согревание пострадавшего. При этом надо хорошо растереть конечности, чтобы вызвать усиленную циркуляцию крови. Кожу промыть водой. Пораженные глаза, в течение 10 минут при хорошо раскрытых веках, тщательно промыть проточной водой. Предоставить обильное питье. При ожогах необходимо наложить асептическую повязку.

При попадании бензина в организм через рот следует промыть желудок. Для этого необходимо выпить 1,5–2 литра воды с одной столовой ложкой пищевой соды и вызвать рвоту. Повторить это следует 2–3 раза до исчезновения частиц пищи и слизи. При необходимости проводят искусственное дыхание.

Керосин - это сложная смесь углеводородов. Светло-коричневая с голубым оттенком жидкость с резким запахом. Керосин в воде не растворяется.

Пары керосина образуют с воздухом взрывоопасные смеси.

Горючая жидкость, легко воспламеняется от искр и пламени. При пожаре (нагревании) выделяется сероводород, сернистый ангидрид. При взаимодействии с водой образуется сероводород. С аммиаком образуются сероводород, этиламин.

Для человека керосин опасен раздражающим, общетоксическим воздействием.

Основные симптомы острого отравления:

- при вдыхании происходит расстройство дыхания, раздражение слизистых оболочек, хрипы в легких, появляется слабость, головная боль, тошнота, рвота, цианоз, судороги.

- при попадании на кожу и в глаза происходит раздражение кожи, слизистых оболочек глаз.

Возможен отек легких, как проявление острого воздействия при вдыхании.

При работе с керосином необходимо использовать герметичное оборудования и емкости для хранения продукта. При пониженных температурах воздуха вещество откачать из понижений местности с соблюдением мер пожарной безопасности. Место разлива изолировать песком, воздушно-механической пеной, обваловать и не допускать попадания вещества в поверхностные воды. Срезать поверхностный слой грунта с загрязнением, собрать и вывезти для утилизации, соблюдая меры пожарной безопасности. Места срезов засыпать свежим слоем грунта. Поверхность территории (отдельные очаги) обработать щелочными растворами, выжечь при угрозе попадания вещества в грунтовые воды. Почву перепахать. В зону аварии можно входить только в защитной одежде, соблюдая меры пожарной безопасности. Нельзя прикасаться к пролитому веществу.

Необходимо устранить все источники огня и искр. По возможности устранить течь, если это не представляет опасности, или перекачать содержимое в исправную емкость с соблюдением мер предосторожности. Пострадавшим в короткие сроки оказать необходимую помощь.

Для осаждения паров использовать распыленную воду, не допускать попадания вещества в подвалы, тоннели, канализацию. На место аварии вызвать пожарную службу.

Тушить огонь нужно с максимального расстояния тонко распыленной

водой, воздушно-механической пеной

Средства защиты:

- промышленные фильтрующие противогазы марки: Вс/ф, В8, БКФ. Противогаз ГП-5 или ГП-5м без дополнительного патрона с ДПГ-1, ДПГ-3, Вб/ф. Респираторы: РПГ-67-В, РУ-60М-В
- изолирующие средства защиты: ПДУ-3, СПИ-20, ИП-4 с КИХ.
- средства защиты кожи: защитный изолирующий костюм из плотной ткани типа ЯжТо, спецодежда, резиновые сапоги, перчатки, защитные герметичные очки.

При работе обеспечить рабочие места общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией, в местах интенсивного выделения паров - местные отсосы. Выполнение во взрывоопасном исполнении электрооборудования, электрических сетей, арматуры искусственного освещения. Использовать средства индивидуальной защиты. В рабочих помещениях запрещаются работы с открытым огнем. При ремонтных работах и вскрытии тары использовать искробезопасный инструмент. Соблюдать правила пожарной безопасности, рабочие места обеспечить первичными средствами пожаротушения.

Периодический контроль за состоянием воздушной среды. В местах с концентрацией паров топлива, превышающих ПДК р.3. следует применять фильтрующие противогазы с маркой фильтра АВЕАХР, при концентрации паров топлива выше 0.5 процентов(об.) в изолирующих дыхательных аппаратах или шланговых противогазах марки ПШ-1, ПШ-2.

В случае отравления оказать доврачебную помощь: промыть глаза и лицо водой или 2% раствором пищевой соды, надеть противогаз или ватно-марлевую повязку, смоченную 2% раствором пищевой соды. Пораженные участки кожи обработать мыльным раствором. При обморочном состоянии дать вдыхать нашатырный спирт, при остановке и нарушении дыхания проводить искусственную вентиляцию легких.

Ацетон - это органическое вещество, представитель кетонов. Это бесцветная жидкость, на воздухе разлагается, растворима в воде. Вещество имеет второй класс токсичности. Пары ацетона образуют с воздухом взрывоопасные смеси.

Горючая жидкость, легко воспламеняющаяся от нагревания.

Ацетон опасен для человека общетоксическим, удушающим воздействием.

Ацетон обладает наркотическим действием, ведет к поражению центральной нервной системы. ПДК – 200 миллиграмм на метр. При вдыхании, проглатывании, попадании на кожу проявляются симптомы отравления: головная боль, тошнота, рвота, потеря сознания, судороги, нарушение дыхания, действует даже через неповрежденную кожу. При вдыхании возможен смертельный исход.

Огнегасительные средства, рекомендуемые при пожаре – пена, углекислый газ, распыленная вода, порошок ПСБ-3, в помещениях – объемное тушение.

При утечке и разливе необходимо применять средства обезвреживания – связывание ацетона применением адсорбционного материала – песка с последующим прокаливанием и утилизацией песка. Не допускать попадания в водоемы путем обвалования места разлива. В зону аварии входить в защитной одежде, не прикасаться к пролитому веществу. Необходимо устранить источники огня и искр. С помощью специалистов необходимо устранить течь или перекачать содержимое в исправную емкость с соблюдением мер предосторожности. В случае попадания вещества в водоемы, подвалы, тоннели, канализацию сообщить СЭС. Оказать пострадавшим первую медицинскую помощь.

При пожаре можно тушить тонко распыленной водой, огнетушителями марок ОП-3, ОХП-10, кошмой, песком. Тушить огонь только с максимального расстояния. Обязательно вызвать пожарную службу и не

приближаться к горящим емкостям. Удалить всех посторонних из зоны пожара.

Средства защиты: органов дыхания – респираторы. В местах с концентрацией паров ацетона, превышающей ПДК, применяются промышленные фильтрующие противогазы с коробками марки А или БКФ, шланговые противогазы ПШ-1. Меры первой помощи. При вдыхании – вывести на свежий воздух. При остановке дыхания – сделать искусственное дыхание, обратиться за медицинской помощью. При попадании в глаза и на кожу – промыть водой. При проглатывании – прополоскать рот и выпить большое количество воды, не вызывать рвоту, обратиться за медицинской помощью.

При пожаре тушить: для тушения использовать песок, двуокись углерода или порошковый огнетушитель.

Пары тяжелее воздуха. Учитывать обратный удар пламени. Тушить пожар с достаточного расстояния, соблюдая обычные меры предосторожности. Надеть автономный дыхательный аппарат.

2.3.2 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ОПАСНОМ ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОБЪЕКТЕ, ИСПОЛЬЗУЮЩЕМ БЕНЗИН, КЕРОСИН, АЦЕТОН, ПРИ ИНВЕРСИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «СТУДИЯ АНАЛИЗА РИСКА 2011»

Степень вертикальной устойчивости воздуха: инверсия.

Определяем продолжительность поражающего действия вещества ацетон с массой 1025 тонн:

$$T = \frac{0,05 \cdot 0,932}{0,002 \cdot 1 \cdot 0,3} = 77,667 \text{ (часы);}$$

Определяем продолжительность поражающего действия вещества бензин с массой 1560 тонн:

$$T = \frac{0,05 \cdot 0,838}{0,009 \cdot 1 \cdot 0,4} = 11,639 \text{ (часы);}$$

Определяем продолжительность поражающего действия вещества керосин с массой 1020 тонн:

$$T = \frac{0,05 \cdot 0,839}{0,028 \cdot 1 \cdot 0,5} = 2,996 \text{ (часы);}$$

Эквивалентное количество вещества в первичном облаке для ацетона с массой 1025 тонн равно 0.

Определяем суммарное эквивалентное количество вещества:

Через 1 час после аварии:

$$Q_{\Sigma} = 112,834 \text{ (тонны);}$$

Через 2 часа после аварии:

$$Q_{\Sigma} = 196,455 \text{ (тонны);}$$

Через 3 часа после аварии:

$$Q_{\Sigma} = 271,519 \text{ (тонны);}$$

Через 4 часа после аварии:

$$Q_{32} = 284,559 \text{ (тонны);}$$

Определяем глубину зоны заражения для первичного облака:

$$\Gamma = 0 \text{ (километры);}$$

Определяем глубину зоны заражения для вторичного облака:

Через 1 час после аварии:

$$\Gamma = 87,306 \text{ (километры);}$$

Через 2 часа после аварии:

$$\Gamma = 122,465 \text{ (километры);}$$

Через 3 часа после аварии:

$$\Gamma = 154,025 \text{ (километры);}$$

Через 4 часа после аварии:

$$\Gamma = 159,508 \text{ (километры);}$$

Определяем полную глубину зоны заражения:

Через 1 час после аварии:

$$\Gamma = \max(0; 87,306) + 0,5 \cdot \min(0; 87,306) = 87,306 \text{ (километры)}$$

Через 2 часа после аварии:

$$\Gamma = \max(0; 122,465) + 0,5 \cdot \min(0; 122,465) = 122,465 \text{ (километры)}$$

Через 3 часа после аварии:

$$\Gamma = \max(0; 154,025) + 0,5 \cdot \min(0; 154,025) = 154,025 \text{ (километры)}$$

Через 4 часа после аварии:

$$\Gamma = \max(0; 159,508) + 0,5 \cdot \min(0; 159,508) = 159,508 \text{ (километры)}$$

Определяем предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс:

Через 1 час после аварии:

$$\Gamma = 1 \cdot 5 = 5 \text{ (километры)}$$

Через 2 часа после аварии:

$$\Gamma = 2 \cdot 5 = 10 \text{ (километры)}$$

Через 3 часа после аварии:

$$\Gamma = 3 \cdot 5 = 15 \text{ (километры)}$$

Через 4 часа после аварии:

$$\Gamma = 4 \cdot 5 = 20 \text{ (километры)}$$

Определяем окончательную расчетную глубину зоны заражения:

Через 1 час после аварии:

$$\Gamma = 5 \text{ (километры)}$$

Через 2 часа после аварии:

$$\Gamma = 10 \text{ (километры)}$$

Через 3 часа после аварии:

$$\Gamma = 15 \text{ (километры)}$$

Через 4 часа после аварии:

$$\Gamma = 20 \text{ (километры)}$$

Определяем площадь зоны возможного заражения:

Через 1 час после аварии:

$$S_B = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot 5^2 \cdot 180 = 39,24 \text{ (километры квадратные)}$$

Через 2 часа после аварии:

$$S_B = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot 10^2 \cdot 180 = 156,96 \text{ (километры квадратные)}$$

Через 3 часа после аварии:

$$S_B = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot 15^2 \cdot 180 = 353,16 \text{ (километры квадратные)}$$

Через 4 часа после аварии:

$$S_B = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot 20^2 \cdot 180 = 627,84 \text{ (километры квадратные)}$$

Определяем площадь зоны фактического заражения:

Через 1 час после аварии:

$$S_B = 0,081 \cdot 5^2 \cdot 1^{0,2} = 2,025 \text{ (километры квадратные)}$$

Через 2 часа после аварии:

$$S_B = 0,081 \cdot 10^2 \cdot 2^{0,2} = 9,304 \text{ (километры квадратные)}$$

Через 3 часа после аварии:

$$S_B = 0,081 \cdot 15^2 \cdot 3^{0,2} = 22,703 \text{ (километры квадратные)}$$

Через 4 часа после аварии:

$$S_B = 0,081 \cdot 20^2 \cdot 4^{0,2} = 42,752 \text{ (километры квадратные)}$$

Проводим расчет времени подхода зараженного воздуха к объекту:

$$t = \frac{x}{v} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ (часы)}$$

Результаты расчета по методике, приведенной в п.2.2. представлены в таблице 1

Таблица 1 – Результаты прогнозирования последствий аварии на опасном производственном объекте, использующем бензин, керосин, ацетон, при инверсии

Параметр	Время с момента аварии, час			
	1	2	3	4
Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке, тонны	112,834	196,455	271,519	284,559
Глубина зоны заражения для вторичного облака, километры	87,306	122,465	154,025	159,508
Полная глубина зоны заражения, километры	87,306	122,465	154,025	159,508
Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс, километры		10	15	20
Окончательная расчетная глубина зоны заражения, километры		10	15	20
Площадь зоны возможного заражения, километры квадратные	39,24	156,96	353,16	627,84
Площадь зоны фактического заражения, километры квадратные	2,025	9,304	22,703	42,52

В результате расчёта выявлено, что первичного облака нет, вторичное облако есть, время подхода 0, 2 часа

2.3.3 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ОПАСНОМ ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОБЪЕКТЕ, ИСПОЛЬЗУЮЩЕМ БЕНЗИН, КЕРОСИН, АЦЕТОН, ПРИ КОНВЕКЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «СТУДИЯ АНАЛИЗА РИСКА 2011»

Степень вертикальной устойчивости воздуха: конвекция.

Определяем продолжительность поражающего действия вещества
ацетон с массой 1025 тонн:

$$T = \frac{0,05 \cdot 0,932}{0,002 \cdot 1 \cdot 0,3} = 77,667 \text{ (часы)}$$

Определяем продолжительность поражающего действия вещества
бензин с массой 1560 тонн:

$$T = \frac{0,05 \cdot 0,838}{0,009 \cdot 1 \cdot 0,4} = 11,639 \text{ (часы)}$$

Определение продолжительности поражающего действия вещества
керосин с массой 1020 тонн:

$$T = \frac{0,05 \cdot 0,839}{0,028 \cdot 1 \cdot 0,5} = 2,996 \text{ (часы)}$$

Эквивалентное количества вещества в первичном облаке для ацетона с
массой 1025 тонн равно 0.

Определяем суммарное эквивалентное количество вещества:

Через 1 час после аварии:

$$Q_{\Sigma} = 9,027 \text{ (тонны)}$$

Через 2 часа после аварии:

$$Q_{32} = 15,716 \text{ (тонны)}$$

Через 3 часа после аварии:

$$Q_{32} = 21,721 \text{ (тонны)}$$

Через 4 часа после аварии:

$$Q_{32} = 22,765 \text{ (тонны)}$$

Определяем глубину зоны заражения для первичного облака:

$$\Gamma = 0 \text{ (километры)}$$

Определяем глубину зоны заражения для вторичного облака:

Через 1 час после аварии:

$$\Gamma = 17,902 \text{ (километры)}$$

Через 2 часа после аварии:

$$\Gamma = 25,122 \text{ (километры)}$$

Через 3 часа после аварии:

$$\Gamma = 31,035 \text{ (километры)}$$

Через 4 часа после аварии:

$$\Gamma = 31,929 \text{ (километры)}$$

Определяем полную глубину зоны заражения:

Через 1 час после аварии:

$$\Gamma = \max(0; 17,902) + 0,5 \cdot \min(0; 17,902) = 17,902 \text{ (километры)}$$

Через 2 часа после аварии:

$$\Gamma = \max(0; 25,122) + 0,5 \cdot \min(0; 25,122) = 25,122 \text{ (километры)}$$

Через 3 часа после аварии:

$$\Gamma = \max(0; 31,035) + 0,5 \cdot \min(0; 31,035) = 31,035 \text{ (километры)}$$

Через 4 часа после аварии:

$$\Gamma = \max(0; 31,929) + 0,5 \cdot \min(0; 31,929) = 31,929 \text{ (километры)}$$

Определяем предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс:

Через 1 час после аварии:

$$Г = 1 \cdot 7 = 7 \text{ (километры)}$$

Через 2 часа после аварии:

$$Г = 2 \cdot 7 = 14 \text{ (километры)}$$

Через 3 часа после аварии:

$$Г = 3 \cdot 7 = 21 \text{ (километры)}$$

Через 4 часа после аварии:

$$Г = 4 \cdot 7 = 28 \text{ (километры)}$$

Определяем окончательную расчетную глубину зоны заражения:

Через 1 час после аварии:

$$Г = 7 \text{ (километры)}$$

Через 2 часа после аварии:

$$\Gamma = 14 \text{ (километры)}$$

Через 3 часа после аварии:

$$\Gamma = 20 \text{ (километры)}$$

Через 4 часа после аварии:

$$\Gamma = 20 \text{ (километры)}$$

Определяем площадь зоны возможного заражения:

Через 1 час после аварии:

$$S_B = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot 7^2 \cdot 180 = 76,91 \text{ (километры квадратные)}$$

Через 2 часа после аварии:

$$S_B = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot 14^2 \cdot 180 = 307,624 \text{ (километры квадратные)}$$

Через 3 часа после аварии:

$$S_B = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot 20^2 \cdot 180 = 627,84 \text{ (километры квадратные)}$$

Через 4 часа после аварии:

$$S_B = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot 20^2 \cdot 180 = 627,84 \text{ (километры квадратные)}$$

Определяем площадь зоны фактического заражения:

Через 1 час после аварии:

$$S_B = 0,235 \cdot 7^2 \cdot 1^{0,2} = 11,515 \text{ (километры квадратные)}$$

Через 2 часа после аварии:

$$S_B = 0,235 \cdot 14^2 \cdot 2^{0,2} = 52,909 \text{ (километры квадратные)}$$

Через 3 часа после аварии:

$$S_B = 0,235 \cdot 20^2 \cdot 3^{0,2} = 117,099 \text{ (километры квадратные)}$$

Через 4 часа после аварии:

$$S_B = 0,235 \cdot 20^2 \cdot 4^{0,2} = 124,034 \text{ (километры квадратные)}$$

Проводим расчет времени подхода зараженного воздуха к объекту:

$$t = \frac{x}{v} = \frac{1}{5} = 0,143 \text{ (часы)}$$

Результаты расчета по методике, приведенной в п.2.2. представлены в таблице 2

Таблица 2–Результаты прогнозирования последствий аварии на опасном производственном объекте, использующем бензин, керосин, ацетон, при конвекции

Параметр	Время с момента аварии, час			
	1	2	3	4
Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке, тонны	9,027	15,716	21,721	22,765
Глубина зоны заражения для вторичного облака, километры	17,902	25,122	31,035	31,929
Полная глубина зоны заражения, километры	17,902	25,122	31,035	31,929
Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс, километры		14	21	28
Окончательная расчетная глубина зоны заражения, километры		14	20	20
Площадь зоны возможного заражения, километры квадратные	76,91	307,642	627,84	627,84
Площадь зоны фактического заражения, километры квадратные	11,515	52,909	117,099	124,034

В результате расчёта выявлено, что первичного облака нет, вторичное облако есть, время подхода 0,143 часа.

2.3.4 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ
АВАРИИ НА ОПАСНОМ ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОБЪЕКТЕ,
ИСПОЛЬЗУЮЩЕМ БЕНЗИН, КЕРОСИН, АЦЕТОН, ПРИ ИЗОТЕРМИИ С
ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «СТУДИЯ АНАЛИЗА
РИСКА 2011»

Степень вертикальной устойчивости воздуха: изотермия.

Определяем продолжительность поражающего действия вещества
ацетон с массой 1025 тонн:

$$T = \frac{0,05 \cdot 0,932}{0,002 \cdot 1 \cdot 0,3} = 77,667 \text{ (часы)}$$

Определяем продолжительность поражающего действия вещества
бензин с массой 1560 тонн:

$$T = \frac{0,05 \cdot 0,838}{0,009 \cdot 1 \cdot 0,4} = 11,639 \text{ (часы)}$$

Определяем продолжительность поражающего действия вещества
керосин с массой 1020 тонн:

$$T = \frac{0,05 \cdot 0,839}{0,028 \cdot 1 \cdot 0,5} = 2,996 \text{ (часы)}$$

Эквивалентное количество вещества в первичном облаке для ацетона с
массой 1025 тонн равно 0.

Определяем суммарное эквивалентное количество вещества:

Через 1 час после аварии:

$$Q_{32} = 25,952 \text{ (тонны)}$$

Через 2 часа после аварии:

$$Q_{32} = 45,185 \text{ (тонны)}$$

Через 3 часа после аварии:

$$Q_{32} = 62,449 \text{ (тонны)}$$

Через 4 часа после аварии:

$$Q_{32} = 65,449 \text{ (тонны)}$$

Определяем глубину зоны заражения для первичного облака:

$$\Gamma = 0 \text{ (километры)}$$

Определяем глубину зоны заражения для вторичного облака:

Через 1 час после аварии:

$$\Gamma = 34,661 \text{ (километры)}$$

Через 2 часа после аварии:

$$\Gamma = 49,169 \text{ (километры)}$$

Через 3 часа после аварии:

$$\Gamma = 60,488 \text{ (километры)}$$

Через 4 часа после аварии:

$$\Gamma = 62,372 \text{ (километры)}$$

Определяем полную глубину зоны заражения:

Через 1 час после аварии:

$$\Gamma = \max(0; 34,661) + 0,5 \cdot \min(0; 34,661) = 34,661 \text{ (километры)}$$

Через 2 часа после аварии:

$$\Gamma = \max(0; 49,169) + 0,5 \cdot \min(0; 49,169) = 49,169 \text{ (километры)}$$

Через 3 часа после аварии:

$$\Gamma = \max(0; 60,488) + 0,5 \cdot \min(0; 60,488) = 60,488 \text{ (километры)}$$

Через 4 часа после аварии:

$$\Gamma = \max(0; 62,372) + 0,5 \cdot \min(0; 62,372) = 62,372 \text{ (километры)}$$

Определяем предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс:

Через 1 час после аварии:

$$\Gamma = 1 \cdot 6 = 6 \text{ (километры)}$$

Через 2 часа после аварии:

$$\Gamma = 2 \cdot 6 = 12 \text{ (километры)}$$

Через 3 часа после аварии:

$$\Gamma = 3 \cdot 6 = 18 \text{ (километры)}$$

Через 4 часа после аварии:

$$\Gamma = 4 \cdot 6 = 24 \text{ (километры)}$$

Определяем окончательную расчетную глубину зоны заражения:

Через 1 час после аварии:

$$Г = 6 \text{ (километры)}$$

Через 2 часа после аварии:

$$Г = 12 \text{ (километры)}$$

Через 3 часа после аварии:

$$Г = 18 \text{ (километры)}$$

Через 4 часа после аварии:

$$Г = 20 \text{ (километры)}$$

Определяем площадь зоны возможного заражения:

Через 1 час после аварии:

$$S_B = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot 6^2 \cdot 180 = 56,506 \text{ (километры квадратные)}$$

Через 2 часа после аварии:

$$S_B = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot 12^2 \cdot 180 = 226,022 \text{ (километры квадратные)}$$

Через 3 часа после аварии:

$$S_B = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot 18^2 \cdot 180 = 508,55 \text{ (километры квадратные)}$$

Через 4 часа после аварии:

$$S_B = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot 20^2 \cdot 180 = 627,84 \text{ (километры квадратные)}$$

Определяем площадь зоны фактического заражения:

Через 1 час после аварии:

$$S_B = 0,133 \cdot 6^2 \cdot 1^{0,2} = 4,788 \text{ (километры квадратные)}$$

Через 2 часа после аварии:

$$S_B = 0,133 \cdot 12^2 \cdot 2^{0,2} = 22 \text{ (километры квадратные)}$$

Через 3 часа после аварии:

$$S_B = 0,133 \cdot 18^2 \cdot 3^{0,2} = 53,681 \text{ (километры квадратные)}$$

Через 4 часа после аварии:

$$S_B = 0,133 \cdot 20^2 \cdot 4^{0,2} = 70,198 \text{ (километры квадратные)}$$

Проводим расчет времени подхода зараженного воздуха к объекту:

$$t = \frac{x}{v} = \frac{1}{6} = 0,167 \text{ (часы)}$$

Результаты расчета по методике, приведенной в п.2.2. представлены в таблице 3

Таблица 3 – Результаты прогнозирования последствий аварии на опасном производственном объекте, использующем бензин, керосин, ацетон, при изотермии

Параметр	Время с момента аварии, час			
	1	2	3	4
Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке, тонны	25,952	45,185	62,449	65,449
Глубина зоны заражения для вторичного облака, километры	34,661	49,169	60,488	62,372
Полная глубина зоны заражения, километры	34,661	49,169	60,488	62,372
Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс, километры		12	18	24
Окончательная расчетная глубина зоны заражения, километры		12	18	20
Площадь зоны возможного заражения, километры квадратные	56,506	226,022	508,55	627,84
Площадь зоны фактического заражения, километры квадратные	4,788	22	53,681	70,198

В результате расчёта выявлено, что первичного облака нет, вторичное облако есть, время подхода 0,167 часа.

2.4 АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

График распределения эквивалентного количества вещества во вторичном облаке (в тоннах) в зависимости от состояний атмосферы первые четыре часа представлен на рисунке 5:

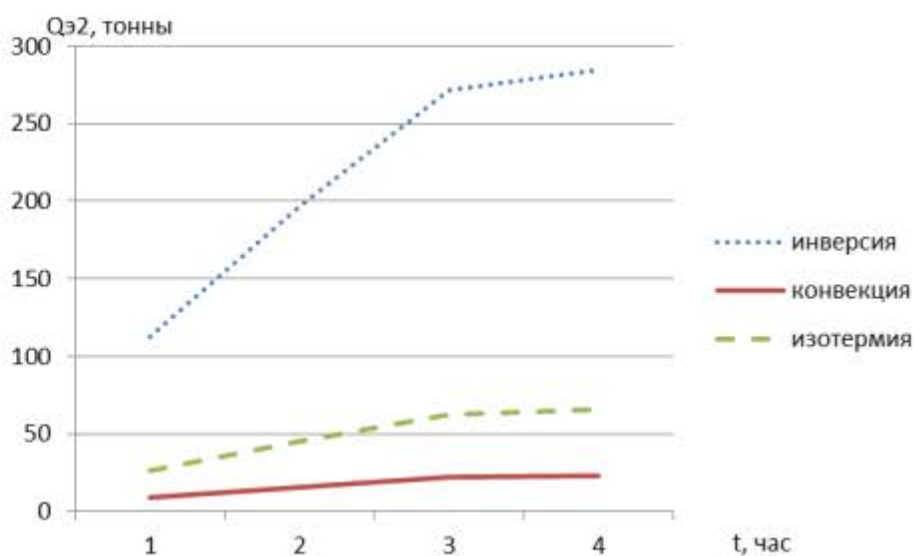


Рисунок 5 – Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке, ТОННЫ

Согласно рисунку 5, наибольшие величины эквивалентного количества вещества во вторичном облаке (в тоннах) наблюдаются при инверсии. Инверсия препятствует рассеиванию по высоте воздуха и создает неблагоприятные условия для сохранения высоких концентраций опасных ядовитых веществ. Инверсия возникает при ясной погоде, малых скоростях (до 4 метров в секунду) ветра, примерно за час до захода солнца и разрушается в течении часа после восхода солнца.

График глубины заражения вещества для вторичного облака (в тоннах) в зависимости от состояний атмосферы первые четыре часа представлен на рисунке 6.

Согласно рисунку 6, глубина зоны заражения для вторичного облака максимальна при инверсии, минимальна при конвекции. При конвекции восходящие потоки воздуха создают условия для рассеивания зараженного облака и снижения его концентрации в атмосфере.

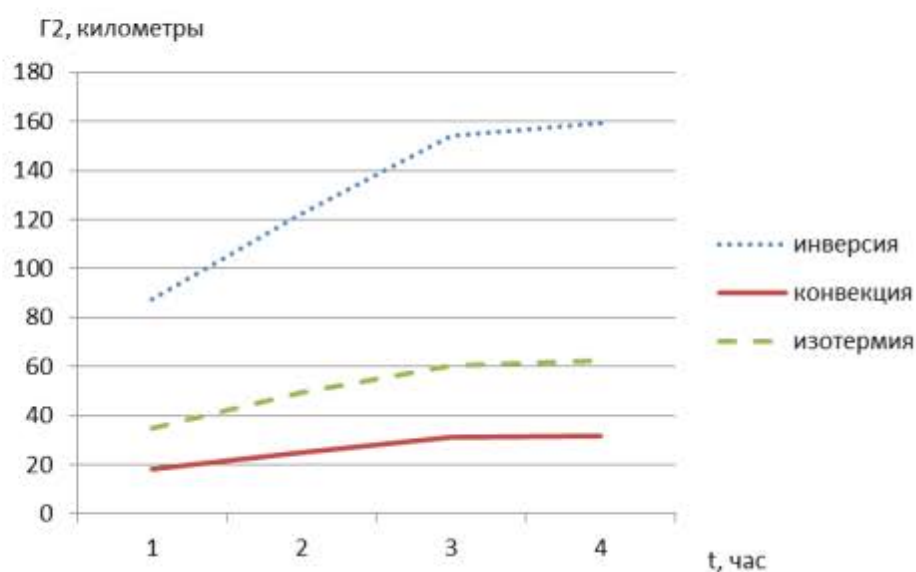


Рисунок 6 – Глубина зоны заражения для вторичного облака, километр

Такому же закону распределения в зависимости от состояний атмосферы подчиняются и значения предельно возможных значений глубины переноса воздушных масс, (километр), график будет идентичен.

График распределения предельно возможных величин глубины переноса воздушных масс для состояний атмосферы представлен на рисунке 7:

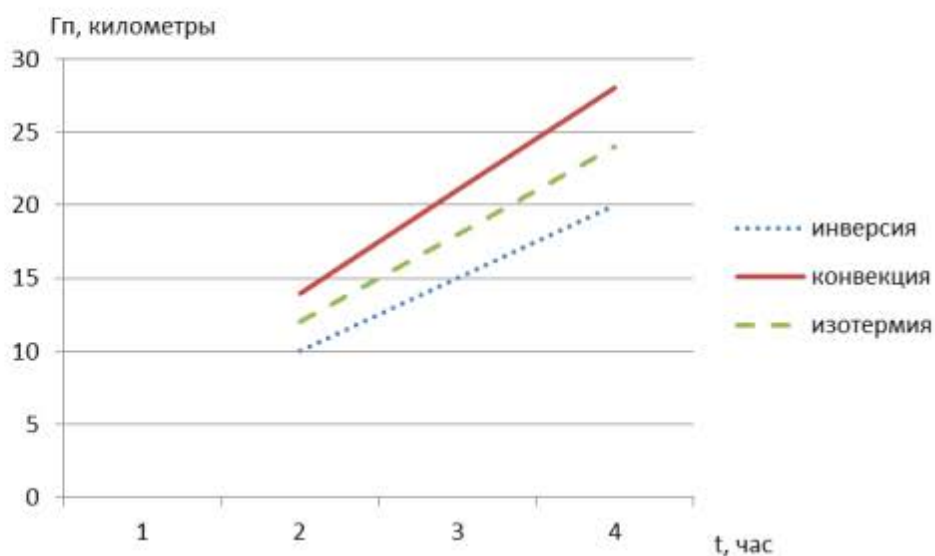


Рисунок 7– Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс, километры

Как показано на рисунке 7, предельно возможные величины глубины переноса воздушных масс в первые четыре часа максимальны для состояния атмосферы – конвекция, а минимальны для инверсии.

График окончательной расчётной глубины зоны заражения представлен на рисунке 8.

Согласно рисунку 8, окончательная расчетная глубина зоны заражения имеет разницу в километрах в первые 3 часа для различных состояний атмосферы. На 4-й час происходит теоретическое выравнивание для любых состояний атмосферы и окончательная расчетная глубина зоны заражения остается неизменной. Максимальная данная величина в первые 3 часа для состояния атмосферы – конвекция.

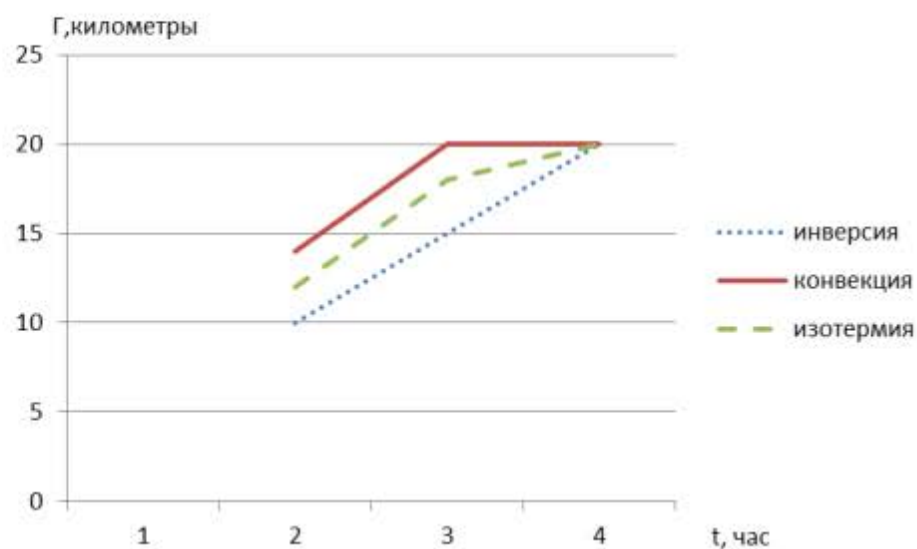


Рисунок 8– Окончательная расчетная глубина зоны заражения, километры

Площадь зоны возможного заражения в зависимости от состояний атмосферы в четырехчасовом интервале будет меняться в соответствии с графиками, представленными на рисунке 9.

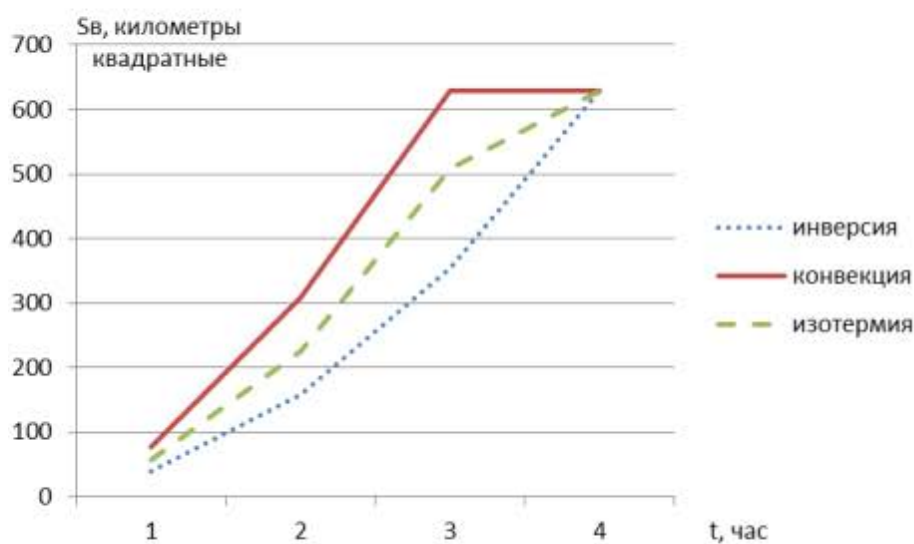


Рисунок 9– Площадь зоны возможного заражения, километры квадратные

Согласно рисунку 9, площадь зоны возможного заражения в квадратных километрах максимальна в первые три часа при состоянии атмосферы – конвекция, минимальна при инверсии. Через 4 часа площадь зоны возможного заражения при любом состоянии атмосферы одинакова.

Что касается площади фактического заражения, графически четырехчасовой интервал распределения величин данного заражения в зависимости от состояний атмосферы показан на рисунке 10.

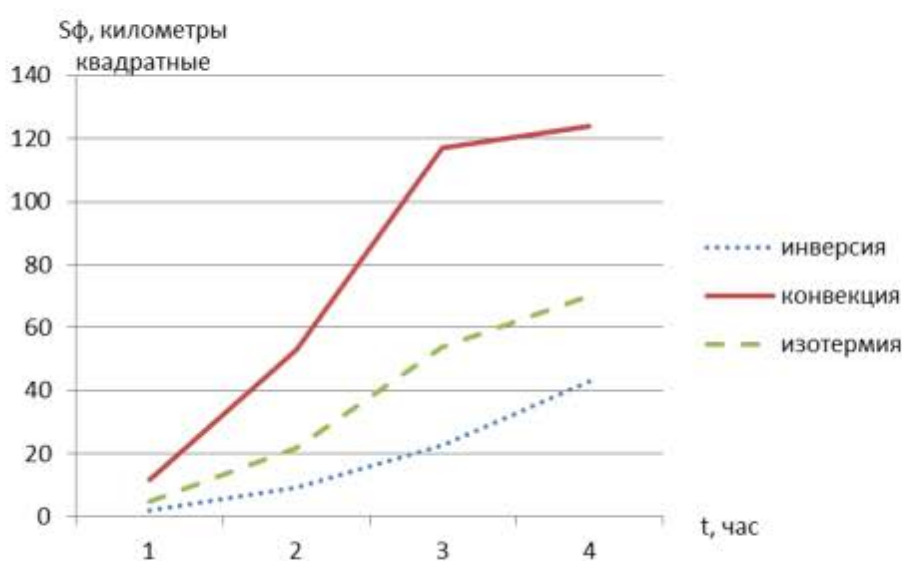


Рисунок 10–Площадь зоны фактического заражения, километры квадратные

Согласно рисунку 10, площадь зоны фактического заражения наиболее широка при конвекции, имеет среднее значение при изотермии и минимальна при инверсии. Это связано с тем, что именно инверсия препятствует рассеиванию по высоте воздуха и создает неблагоприятные условия для сохранения высоких концентраций опасных ядовитых веществ. Изотермия то способствует сдерживанию паров ядовитых веществ и препятствует их распространению, но в меньшей степени, чем инверсия.

Конвекция же создает вертикальные перемещения объемов воздуха с одних высот на другие, за счет чего рассеивается зараженное облако и снижается его концентрация в атмосфере.

3. ЗАЩИТА РАБОТНИКОВ СКЛАДА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Защита работников от воздействия вредных химических веществ на складе осуществляется в так называемой рабочей зоне, под которой подразумевается пространство соприкосновения с веществами, а также пространство до 2 метров в высоту на уровне пола или площадки, на которых находятся места постоянного или временного пребывания работников.

И хотя по величине ПДК (больше 10,0 миллиграмм на метр в кубе) в воздухе рабочей зоны перечисленные вещества относятся к 4-му классу опасности[7] и являются малоопасными (таблица 4), разрабатывается комплекс мер по недопущению критических ситуаций и защиты работников склада.

Таблица 4 – Предельно допустимые концентрации вредных веществ, выделяющихся в воздух

Вещество	ПДК,мг/м ³	Класс опасности	Агрегатное состояние
Бензин	100	4	П
Керосин	300	4	П
Ацетон	200	4	П

*Примечание: буква «п» – пары

Поскольку на складе хранятся вещества - бензин, ацетон, керосин, то, следует сказать, что они являются во-первых пожароопасными, а во-вторых при достижении предельно допустимой концентрации (ПДК) паров этих веществ в воздухе они становятся опасными для жизни и здоровья людей.

И хотя по величине ПДК (больше 10,0 миллиграмм на метр в кубе) в воздухе рабочей зоны перечисленные вещества являются малоопасными, разрабатывается комплекс мер по недопущению критических ситуаций и

защиты работников склада.

В частности, для обеспечения данной защиты разрабатываются общие мероприятия и средства предупреждения загрязнения воздушной среды рабочей зоны и защиты работающих на складе, такие как:

- совершенствование технологии процесса обращения с данными веществами, их транспортировки, соблюдение техники безопасности, проверка исправности сливоналивного оборудования;
- автоматизация и дистанционное управление технологическими процессами и оборудованием, исключающие непосредственный контакт работающих с опасными веществами;
- герметизация сливо-наливного оборудования, работа оборудования в вентилируемых укрытиях, локализация вредных выделений за счет местной вентиляции, аспирационных установок;
- нормальное функционирование систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха;
- использование средств индивидуальной защиты;
- организационный контроль, предварительные и периодические медицинские осмотры работающих во вредных условиях, соблюдение правил личной гигиены;
- контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны;
- обеспечение пожарной безопасности.

Рассмотрим более подробно данные пункты. В частности, необходимо совершенствовать технологию обращения и транспортировки с химическими веществами, внедрять новейшие решения, не допускать протечек, обеспечивать полный контроль над системой слива и налива химических веществ, а также жесткого контроля людей, которые осуществляют данные операции. Любое отклонение от нормы, нарушение техники безопасности может стоить людям жизни и привести к чрезвычайной ситуации.

Следует заметить, что согласно Межотраслевым правилам по охране

труда при использовании химических веществ [8], не допускается завоз и хранение на складе емкостей с химическими веществами при отсутствии маркировки на таре и соответствующих надписей».

Внедрение же автоматизированных решений, дистанционных технологий управления, основанных на показаниях датчиков и исключающих непосредственный контакт работающих с опасными веществами, снижает риск возникновения чрезвычайной ситуации и минимизирует возможные травмы и потери.

Особое внимание следует уделять герметизации сливо-наливного оборудования, в случае разгерметизации и появления утечек, необходимо срочно прервать процесс слива/налива и не возобновлять его до тех пор, пока не будет устранена неисправность и восстановлена герметичность.

То же самое касается емкостей, в которых хранятся химические вещества. Они должны отвечать всем нормам эксплуатации, не должны быть подвержены длительной коррозии и иметь течь. В противном случае, они несут в себе потенциальную угрозу.

Учитывая факт, что при сливо-наливных процессах в воздухе появляются пары химических веществ, то с целью не допущения достижения в воздухе высоких значений ПДК, работа оборудования должна происходить в хорошо вентилируемых помещениях, должна работать как штатная, так и экстренная вентиляция на случай разлива веществ.

Безусловно, все эти работы должны происходить в индивидуальных средствах защиты, защищающих кожу, слизистые оболочки, дыхательные пути, обеспечивающих защиту при попадании вещества и его возгорании. Сюда можно отнести сапоги, защитные комбинезоны, перчатки, противогазы, респираторы, пневмошлемы, пневмомаскии т.п. При этом одежда должна быть сшита из материала, исключающего возникновение электростатического электричества.

К специализированным работам с химическими веществами должны

допускаться только специально обученные люди. Недопустимо, например, чтобы водитель бензовоза осуществлял сливо-наливные работы, поскольку, как правило, не обладает необходимыми знаниями в области эксплуатации химических веществ и его одежда является электростатичной.

Также должна соблюдаться и техника безопасности при отборе проб из емкостей с опасными химическими веществами (бензин, керосин, ацетон).

Так, с целью минимизации вероятности выброса горящих углеводородных паров, спецодежда пробоотборщика должна соответствовать [6], пробоотборник должен быть сертифицирован и иметь устройство для надежного заземления; резервуар для отбора проб должен быть оснащен оборудованием, обеспечивающим безопасность отбора проб.

Из коллективных средств защиты также следует отдельно сказать о защитных дерматологических средствах – это моющие пасты, кремы, мази, которые необходимы для нейтрализации вредного воздействия химических веществ и восстановления гигиенических норм.

Немаловажным являются также предварительные и периодические медицинские осмотры работающих во вредных условиях. К работе не допускаются лица в алкогольном или наркотическом опьянении. При головокружениях или других серьезных недомоганиях работников также не следует допускать к работе с данными веществами, но отправить их на обследование до выяснения обстоятельств.

Работникам также необходимо соблюдать правила личной гигиены, поскольку остатки вредных химических веществ на руках могут привести к отравлению организма работника, которое может иметь и накопительный характер. Тем более вредно систематически вдыхать пары рассматриваемых веществ.

В частности, бензин отличается высокой скоростью испарения, и его пары могут быстро проникнуть в легкие и кровь человека. При вдыхании паров бензина в легкие человека наблюдается головокружение, боль в

висках, недомогание, затем открывается рвота. Данные симптомы быстро исчезают, если пострадавшего быстро вывести на свежий воздух или хорошо проветрить помещение, устранив источник отравляющих паров.

При отравлении же керосином возникает диарея и рвота. Проникая в кровь, керосин наносит большой ущерб нервным окончаниям, повреждает ткани печени и почек. Из-за повреждения клеток головного мозга появляются галлюцинации. При хроническом отравлении керосином как осложнение развивается бронхит и воспалительный процесс в легких, которые приводят к летальному исходу.

Что касается ацетона, то следует сказать, что он тяжелее воздуха и может накапливаться в неветилируемом помещении и может стать причиной химического отравления или взрыва, если облако паров ацетона соприкоснется с искрой или источником тепла. Пары ацетона вызывают при попадании внутрь состояние опьянения, сопровождаемое слабостью и головокружением, болями в животе, хотя, как правило, отравления ацетоном не смертельны. Возможно поражение печени и почек. При ингаляционном воздействии ацетон выводится гораздо дольше, чем поступает, и поэтому может накапливаться в организме.

В связи с опасностью вдыхания паров рассматриваемых химических веществ, в рабочей зоне, на складе, необходимо постоянно осуществлять контроль за содержанием данных веществ в воздухе. Для этого в течение смены и на отдельных этапах в разных точках отбирают не менее пяти проб воздуха. Также при создании автоматизированных систем необходимо установить датчики концентрации веществ в воздухе, которые будут передавать данные на центральный компьютер и подключать системы вентиляции, когда это необходимо. Однако, при отключении электричества возникает вероятность достижения норм ПДК в воздухе химических веществ, поэтому на данный случай необходимо предусмотреть резервный источник питания.

Что касается соответствия требованиям безопасной эксплуатации необходимо реализовать следующие меры по модернизации существующего склада легко воспламеняющихся веществ, в частности:

- обеспечить наличие датчиков сигнализаторов до взрывных концентраций, срабатывающими при достижении концентрации паров нефтепродукта 20 процентов от нижнего концентрационного предела распространения пламени, с целью предотвращения пожаров пролива;

- обеспечить наличие и дооснастить в соответствии с нормами средствами пожаротушения, схемы аварийной эвакуации и схемы оповещения, провести инструктаж работников и тренировку на случай возникновения чрезвычайной ситуации;

- произвести установку автоматической противопожарной системы для участка приёма топлива с цистерны или бензовоза, как наиболее опасного блока; а также установку аварийного резервуара для слива топлива из наливного узла. Учитывая, что в соответствии с [7], автоматическое пожаротушение и пожарную сигнализацию (включая системы оповещения при пожаре) в зданиях следует предусматривать в соответствии с общегосударственными и ведомственными нормативными правовыми актами и перечнями зданий и помещений.

Обозначенные меры снижения аварийности и защиты работников склада химических веществ (бензин, ацетон, керосин), несомненно, позволят эксплуатировать данный объект безопасно и эффективно. Готовность же к действиям по локализации и ликвидации последствий аварий должна обеспечиваться выполнением требований нормативных документов в области промышленной, экологической и пожарной безопасности, проведением мероприятий по предупреждению аварий. А также заблаговременным планированием мероприятий по локализации и ликвидации аварий, наличием необходимого состава сил и средств для проведения работ по локализации и ликвидации аварии, и организацией их

взаимодействия. По планам, утвержденным техническим руководителем склада с опасными химическими веществами, для каждого рабочего места, где возможно развитие аварийной ситуации, должна проводиться специальная подготовка обслуживающего персонала по ликвидации возможных аварий.

Что касается, самой территории склада с взрывоопасными химическими веществами, то она должна иметь заранее спланированные подъездные пути, пожарные проезды и выезды на общественные дороги, иметь хорошее искусственное освещение, а в зимнее время все подъезды к складу должны быть очищены от снега.

Таким образом, защита работников от воздействия вредных химических веществ включает в себе комплекс мер, включающий в себя организационный контроль, пожарную безопасность, использование средств индивидуальной и коллективной защиты, соблюдение норм, правил и техники безопасности работы с химическими веществами, совершенствование технологии обращения и транспортировки химических веществ, герметизацию емкостей и сливо-наливного оборудования при совершении работ и другие меры, снижающие риск травматизма людей и вероятность возникновения чрезвычайной ситуации.

4 РАСЧЕТ ПРЕДОТВРАЩЕННОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОДНОВРЕМЕННОГО ПРОЛИВА КЕРОСИНА, БЕНЗИНА И АЦЕТОНА

Следует сказать, что экономический ущерб от ухудшения и разрушения почв и земель под воздействием антропогенных (техногенных) нагрузок проявляется главным образом в таких негативных моментах, как деградация почв и земель, загрязнение земель химическими веществами, захламление земель несанкционированными свалками, другими видами несанкционированного и нерегламентированного размещения отходов. Безусловно, это все накладывает отпечаток на всю окружающую природную среду и требует проведения природоохранных и восстановительных мероприятий.

Методика для исчисления в стоимостной форме размера вреда, нанесенного почвам, определена [5]. Однако данная методика рекомендована для применения в случаях нарушения законодательства Российской Федерации в области охраны окружающей среды, а также при возникновении аварийных и чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Поскольку на рассматриваемом объекте таких случаев не наблюдается, то мы будем проводить расчет именно предотвращённого экономического ущерба от загрязнения земельных ресурсов. Для расчета такого вида ущерба используем адаптированную методику, представленную в учебном пособии [12].

Основываясь на допущении воздействия таких антропогенных факторов, как химические вещества – бензин, керосин, ацетон, которые размещены и эксплуатируются на складе приборостроительного предприятия в территориальной агломерации города Пензы, определим условия расчета.

Поскольку территориально склад в агломерации города Пензы, то расчет будем производить для земель Пензенской области.

Приборостроительным предприятием (заводом), которому принадлежит данный склад, выполнены определенные природоохранные мероприятия по отношению к земельному фонду Пензенской области. В частности, учитывая расстояние от завода до города 1 километр, были проведены:

- работы по восстановлению и рекультивации деградированных земель на площади 110 гектар;
- работы по очистке от бытовых свалок земли площадью 30 гектар;
- работы по восстановлению земель, загрязненных химическими веществами (бензин – 3 гектар, керосин – 3 гектар, ацетон – 1 гектар) на площади 7 гектар.

Произведем оценку величины предотвращенного в результате природоохранной деятельности экономического ущерба от деградации почв и земель формуле:

$$Y_{np}^{\partial} = H_c \cdot S \cdot KЭ \cdot K_n \quad (14)$$

где Y_{np}^{∂} - величина предотвращенного в результате природоохранной деятельности экономического ущерба от деградации почв и земель на рассматриваемой территории, рублей в год;

H_c - норматив стоимости земель (рублей за гектар);

S - площадь почв и земель, сохраненная от деградации за отчетный период времени в результате проведенных природоохранных мероприятий (гектар);

$KЭ$ - коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории;

K_n - коэффициент для особо охраняемых территорий.

Поскольку территориальная принадлежность земель, требующих природоохранные мероприятия, указывает на Пензенскую область, то норматив стоимости земель в среднем для региона составляет $H_c = 206$ тысяч рублей гектар, а коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории $KЭ=1,9$.

Площадь почв и земель, сохраненная от деградации в результате проведенных природоохранных мероприятий в нашем случае составляет $S=110$ гектар. Поскольку земли территории не относятся к землям природо-заповедного фонда, оздоровительного, рекреационного или историко-культурного значения, то коэффициент для особо охраняемых территорий K_n примем равный 1.

Определяем величину предотвращенного в результате природоохранной деятельности экономического ущерба от деградации почв и земель по формуле:

$$Y_{np}^{\partial} = 206 \cdot 110 \cdot 1,9 \cdot 1 = 43054 \text{ (рублей в год)}$$

Далее произведем оценку величины предотвращенного в результате природоохранной деятельности экономического ущерба от загрязнения земель химическими веществами проводится. Данная оценка производится по следующей формуле:

$$Y_{np}^x = KЭ \cdot K_{xn} \cdot \sum_{i=1}^n H_{ci} \cdot S_i \cdot K_n \quad (15)$$

где Y_{np}^c – предотвращенный экономический ущерб от загрязнения земель i -м загрязняющим веществом ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) за период времени,

рублей в год;

S_i – площадь земель, которую удалось предотвратить от загрязнения химическим веществом i -го вида в отчетном году, гектар;

$K_{\text{хн}}$ – повышающий коэффициент за предотвращение (ликвидацию) загрязнения земель несколькими (n) химическими веществами, который определяется из следующего соотношения:

$$K_{\text{хн}} = \begin{cases} 1 + 0,2 \cdot (n - 1) & \text{при } n \leq 10 \\ 3 & \text{при } n > 10 \end{cases} \quad (16)$$

В нашем случае имеем химические вещества бензин, керосин, ацетон, то есть $n = 3 (< 10)$, соответственно:

$$K_{\text{хн}} = 1 + 0,2 \cdot (3 - 1) = 1,4$$

Площади земель, которые удалось предотвратить от загрязнения химическим веществом i -го вида в нашем случае равны: от загрязнения бензином $S_1 = 3$ гектара, от загрязнения керосином $S_2 = 3$ гектара, от загрязнения ацетоном $S_3 = 1$ гектар.

Производим расчет величины предотвращенного в результате природоохранной деятельности экономического ущерба от загрязнения земель химическими веществами по формуле:

$$Y_{\text{нр}}^x = 1,9 \cdot 1,4 \cdot [(206 \cdot 3 \cdot 1) + (206 \cdot 3 \cdot 1) + (206 \cdot 1 \cdot 1)] = 383572 \text{ (рублей в год)}$$

Произведем далее оценку величины предотвращенного в результате природоохранной деятельности экономического ущерба от захламления

земель несанкционированными свалками. Данная оценка определяется производится по формуле:

$$Y_{np}^{\partial} = H_c \cdot S \cdot KЭ \cdot K_n \quad (17)$$

где Y_{np}^{∂} - предотвращенный экономический ущерб от захламления земель i -й категорией отходов ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) за отчетный период времени (рублей в год);

S - площадь земель, на которых удалось предотвратить от захламления отходами за отчетный период времени (гектар). В нашем случае, $S = 30$ гектар (вид захламления – бытовые отходы).

Производим расчет по формуле (17):

$$Y_{np}^{\partial} = 206 \cdot 30 \cdot 1,9 \cdot 1 = 11742 \text{ (рублей в год)}.$$

Подводя итог нашим расчетам, определим общую величину предотвращенного экономического ущерба от ухудшения и разрушения почв и земель на рассматриваемой территории за отчетный период как сумму всех видов предотвращенных экономических ущербов, то есть:

$$Y_{np}^n = Y_{np}^{\partial} + Y_{np}^x + Y_{np}^c + Y_{np}^j \quad (18)$$

где Y_{np}^n - любой другой j -тый вид предотвращенного экономического ущерба от ухудшения и разрушения почв на рассматриваемой территории за отчетный период времени (рублей в год). Поскольку в нашем случае нет данных о дополнительных видах предотвращённого экономического ущерба,

то Y_{np}^j примем равный 0 и учитывать в расчетах не будем.

Таким образом, общая величина предотвращенного экономического ущерба в нашем случае равна:

$$Y_{np}^n = Y_{np}^d + Y_{np}^x + Y_{np}^c + Y_{np}^j = 43054 + 383572 + 11742 = 5864172 \text{ (рублей в год)}$$

Таким образом, общий экономического ущерба, предотвращенный в результате природоохранной деятельности в рассматриваемом районе за отчетный период времени составил 5864172 рублей.

Экономическая оценка общего экономического ущерба, предотвращенного в результате природоохранной деятельности, по направлениям природоохранных работ в графическом виде представлена на рисунке 11.

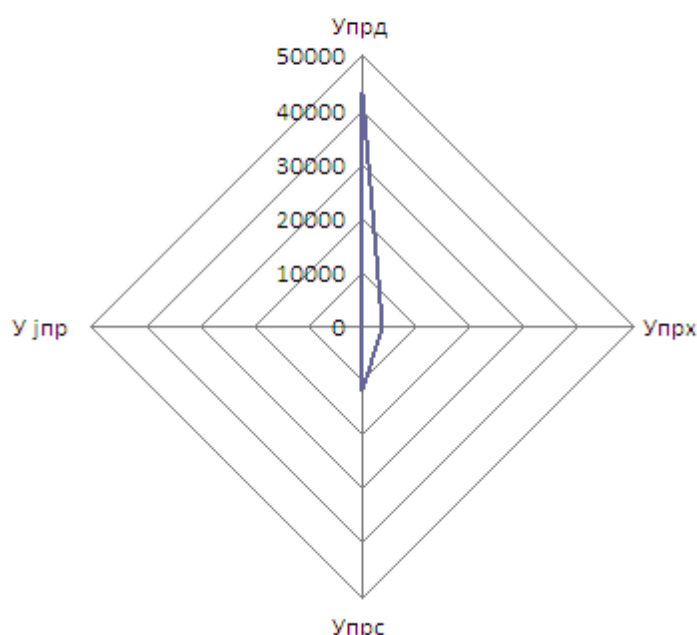


Рисунок 11– Экономическая оценка общего экономического ущерба, предотвращенного в результате природоохранной деятельности, по направлениям природоохранных работ

Таким образом, наибольшая величина предотвращенного в результате природоохранной деятельности экономического ущерба от деградации почв и земель – 43054 рублей в год, предотвращенного в результате природоохранной деятельности экономического ущерба от загрязнения земель химическими веществами (бензин, керосин, ацетон) – 3835,72 рублей в год, предотвращенный экономический ущерб от захламления бытовыми отходами – 11742 рублей в год.

То есть химические вещества, хранящиеся на складе завода и относящиеся к 4 классу малоопасных веществ, не являются основной причиной экономического ущерба от загрязнения земельных ресурсов и, соответственно, не является основной статьей проведения природоохранных работ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе (ВКР) было проведено прогнозирование последствий аварии на складе легковоспламеняющихся жидкостей приборостроительного предприятия ОАО «Прибор».

В результате работы склад легковоспламеняющихся жидкостей был идентифицирован, как опасный производственный объект, ему был присвоен класс опасности в соответствии с Федеральным законом РФ №116 от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и определён первый тип степени опасности и минимальная страховая сумма.

Также дана общая характеристика анализируемого предприятия и технологического участка, изучены основные технологические процессы с использованием химических веществ: бензин, керосин и ацетон.

Для прогнозирования последствий аварии на складе легко воспламеняющихся жидкостей была изучена методика прогнозирования масштабов аварии с разливом химических веществ.

Было произведено прогнозирование последствий аварии на опасном производственном объекте, использующем бензин, керосин, ацетон, при инверсии, конвекции и изотермии с применением программного комплекса «Студия анализа риска 2011».

В разделе о защите работников склада от воздействия вредных химических веществ было изучено воздействие на организм хранящихся на складе химических веществ и применение средств индивидуальной защиты при работе с ними.

В разделе экономики был произведён расчет предотвращенного экономического ущерба от загрязнения земельных ресурсов в результате одновременного пролива керосина, бензина и ацетона.

По окончанию работы над ВКР, мною был сделан вывод, что

прогнозирование последствий аварий на ОПО является очень важным процессом, так как при известных данных прогноза, создается четкий план действий по предотвращению и ликвидации последствий аварий и появляется возможность организовать качественную защиту населения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 10 января 2002 года №7 «Об охране окружающей среды» (с изменениями на 29 декабря 2015 года);
2. Федеральный закон РФ №116 от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;
3. Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» (с изменениями на 13 июля 2015 года);
4. Федеральный закон «О гражданской обороне» от 12.02.1998 N 28-ФЗ (последняя редакция);
5. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 8 июля 2010 года № 238 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды».
6. ГОСТ 12.4.124-83 «Средства защиты от статического электричества» от 27 января 1983 г.
7. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с Изменениями N 1, 2)
8. Межотраслевые правила по охране труда при использовании химических веществ ПОТ Р М–004– 97, от 17 сентября 1997 г. N 44;
9. Конвенция МОТ № 170 «О безопасности при использовании химических веществ на производстве» от 25 июня 1990 г.
10. Идентификация опасных производственных объектов : метод. указания к практ. занятиям / сост. О. Е. Безбородова ; под ред. Проф. Н. Н. Вершина. – Пенза : Изд-во ПГУ , 2014. – 44 с.;
11. Прогнозирование последствий аварии на опасном производственном объекте и её воздействия на окружающую среду : метод. указания к практ. занятиям / сост. О. Е. Безбородова ; под ред. проф. Н. Н. Вершинина. – Пенза : Изд-во ПГУ , 2014. – 56 с.;

12. Оценка экономического ущерба окружающей среде от производственной деятельности : учеб. пособие / О. Е. Безбородова, В. И. Симакин, Д. П. Грузин. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2007. – 112 с. – Библиогр. : С. 109-110.

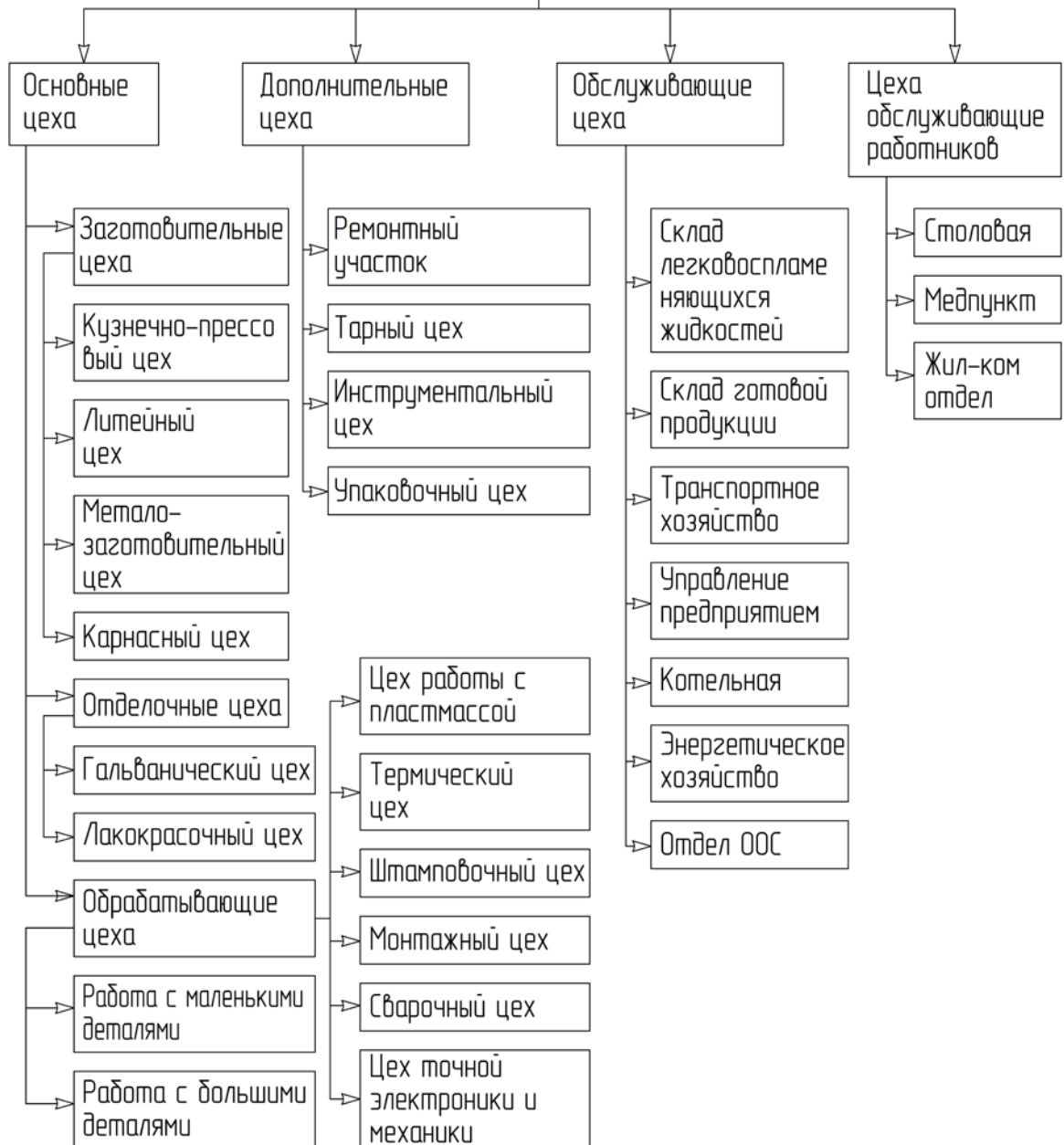
13. Информация об авариях, происшедших на нефтехимических и нефтеперерабатывающих объектах
URL:http://ib.safety.ru/assets/pdf/Bull_92/bull_92_46-54.pdf

14. Хроника аварий за 2007 год
URL:<http://http://www.vestipb.ru/chronicle07.html>

Приложение А

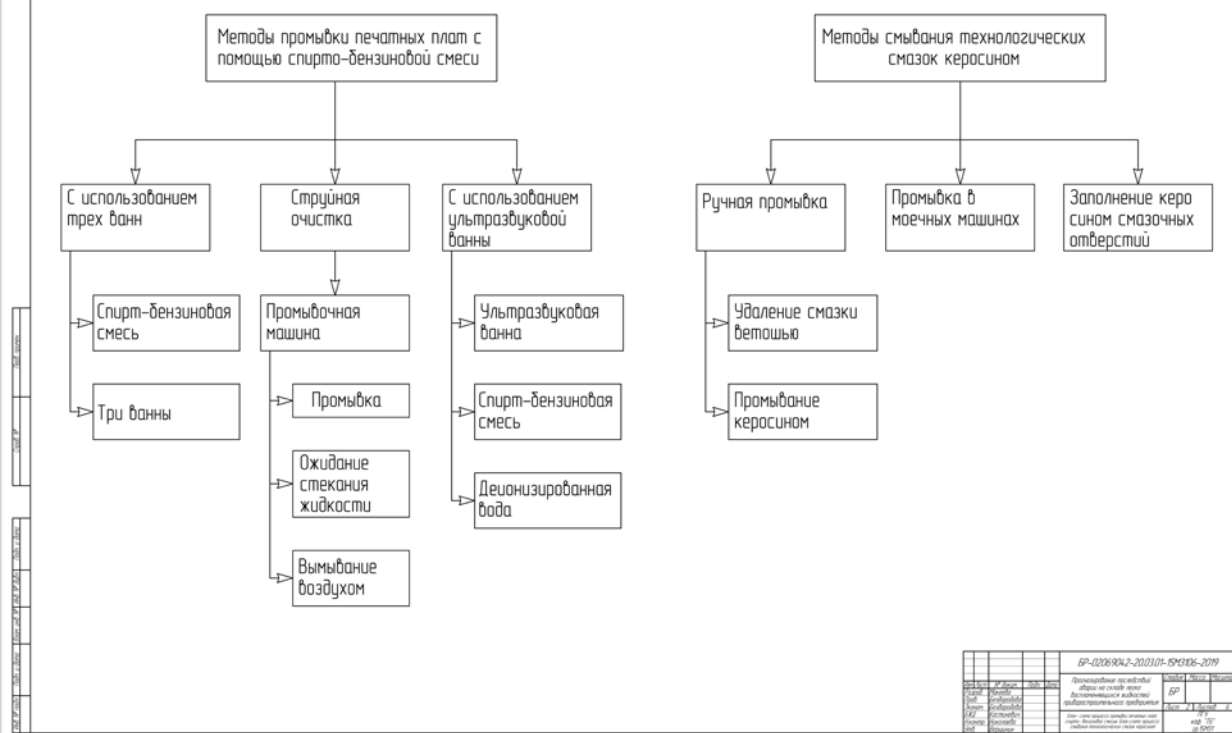
Графическая часть работы

ΟΑΟ "Πρυδορ"

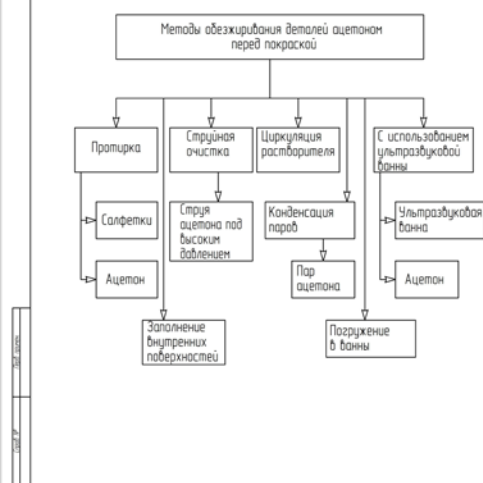


						БР-0206904-20.03.01-154306-2019	
Вид Акт	М. объект	Дат	Дат	Промышленные объекты объекты на основе не востребованных объектов предпринимательского предприятия		Страна	Маск
Вид Акт	М. объект	Дат	Дат	Блок-схема структуры предприятия (АО "Трибл")		БР	Маск
Вид Акт	М. объект	Дат	Дат	Колонды		Дат	Маск
Вид Акт	М. объект	Дат	Дат	Колонды		Дат	Маск

Технологический процесс смывания технологических смазок керосином



Результаты прогнозирования последствий аварии на опасном производственном объекте, использующем бензин, керосин, ацетон при инверсии



Параметр	Время с момента аварии, час			
	1	2	3	4
Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке, тонны	112,834	196,455	271,519	284,559
Глубина зоны заражения для вторичного облака, километры	87,306	112,465	154,025	159,508
Полная глубина зоны заражения, километры	87,306	112,465	154,025	159,508
Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс, километры		10	15	20
Окончательная расчетная глубина зоны заражения, километры		10	15	20
Площадь зоны возможного заражения, километры квадратные	39,24	156,96	353,16	627,84
Площадь зоны фактического заражения, километры квадратные	2,025	9,304	22,703	42,52

Результаты прогнозирования последствий аварии на опасном производственном объекте, использующем бензин, керосин, ацетон при конвекции

Параметр	Время с момента аварии, час			
	1	2	3	4
Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке, тонны	9,027	15,716	21721	22765
Глубина зоны заражения для вторичного облака, километры	17,902	25,122	31035	31929
Полная глубина зоны заражения, километры	17,902	25,122	31035	31929
Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс, километры		14	21	28
Окончательная расчетная глубина зоны заражения, километры		14	20	20
Площадь зоны возможного заражения, километры квадратные	76,91	307,642	627,84	627,84
Площадь зоны фактического заражения, километры квадратные	11515	52,909	117,099	124,034

Результаты прогнозирования последствий аварии на опасном производственном объекте, использующем бензин, керосин, ацетон при изотермии

Параметр	Время с момента обора, час			
	1	2	3	4
Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке, тонны	25,952	45,185	62,449	65,449
Глубина зоны заражения для вторичного облака, километры	34,661	49,169	60,488	62,372
Полная глубина зоны заражения, километры	34,661	49,169	60,488	62,372
Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс, километры		12	18	24
Окончательная расчетная глубина зоны заражения, километры		12	18	20
Площадь зоны возможного заражения, километры квадратные	56,506	226,022	508,55	627,84
Площадь зоны фактического заражения, километры квадратные	4,788	22	53,681	70,198

[illegible]

График распределения эквивалентного количества вещества во вторичном облаке в зависимости от состояний атмосферы первые четыре часа

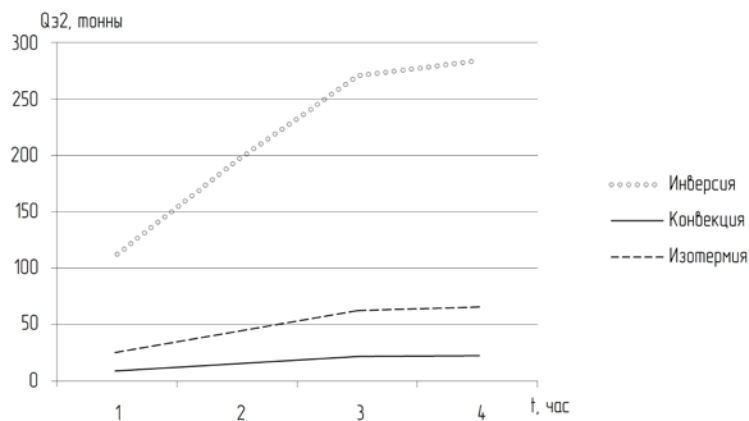


График глубины заражения вещества для вторичного облака в зависимости от состояний атмосферы первые четыре часа

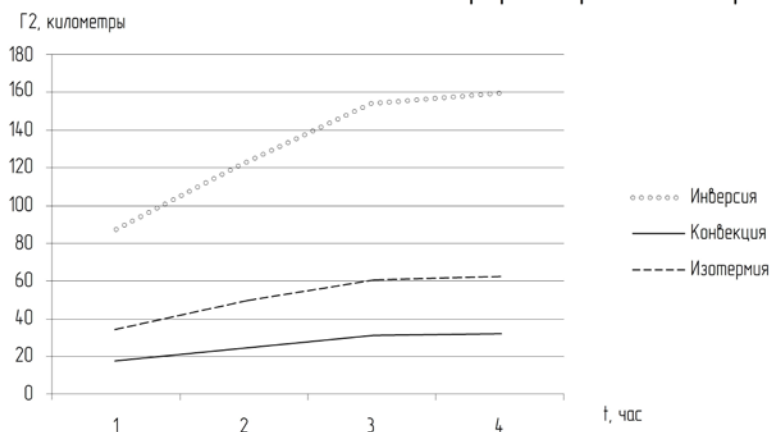
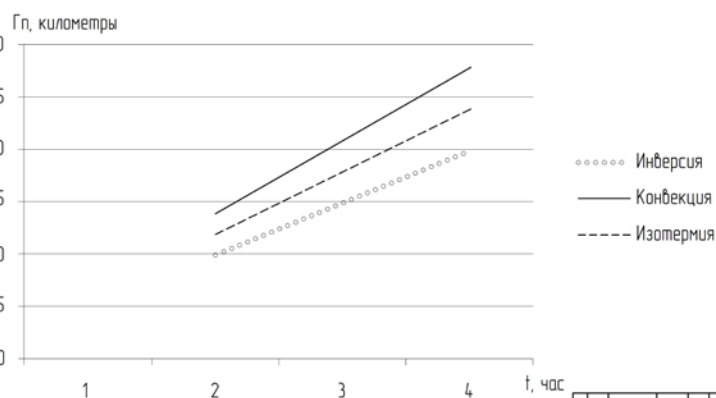


График распределения предельно возможных величин глубины переноса воздушных масс для состояний атмосферы первые четыре часа



БП-0206904.2-20.03.01-15М3106-2019				
Исполн.	М. Долж.	Лист	Всего	Проектирование последствий аварии на складе лево-бассейнских жидкостей радиационно-химического предприятия
Гендир.	Директор	1	1	Проект разработан в соответствии с требованиями к проекту, утвержденным в установленном порядке, и является частью проектной документации, необходимой для выполнения работ по ликвидации последствий аварии на складе лево-бассейнских жидкостей радиационно-химического предприятия.
Зам. дир.	Зам. директора	1	1	
Инженер	Инженер	1	1	
М.П.	М.П.	1	1	
Инженер	Инженер	1	1	Проект разработан в соответствии с требованиями к проекту, утвержденным в установленном порядке, и является частью проектной документации, необходимой для выполнения работ по ликвидации последствий аварии на складе лево-бассейнских жидкостей радиационно-химического предприятия.
Инженер	Инженер	1	1	Проект разработан в соответствии с требованиями к проекту, утвержденным в установленном порядке, и является частью проектной документации, необходимой для выполнения работ по ликвидации последствий аварии на складе лево-бассейнских жидкостей радиационно-химического предприятия.
Инженер	Инженер	1	1	Проект разработан в соответствии с требованиями к проекту, утвержденным в установленном порядке, и является частью проектной документации, необходимой для выполнения работ по ликвидации последствий аварии на складе лево-бассейнских жидкостей радиационно-химического предприятия.

[illegible]