

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра нефтехимии и техногенной безопасности

**Ситуационный план потенциальной химической аварии на участке
аммиакопровода «Тольятти-Одесса»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

студента (ки) 4 курса 441 группы
направления 20.03.01 «Техносферная безопасность»
код и наименование направления, специальности
Института химии

Мищенко Елизаветы Сергеевны

Научный руководитель

к.х.н., доцент
должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

В.З. Угланова
инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор
должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

Р.И. Кузьмина
инициалы, фамилия

Саратов 2021

ВВЕДЕНИЕ

Аммиак – один из самых важных продуктов химической промышленности. Большая часть получаемого в промышленности аммиака идёт на приготовление азотной кислоты, азотных удобрений, красителей, взрывчатых веществ, полимеров и других продуктов. Используется как хладагент в холодильной технике.

Таким образом, производство аммиака является одним из крупнейших среди неорганических производств. Немало важным и сложным процессом является транспортировка аммиака, как по территории предприятия, так и в любые другие места сбыта аммиака.

Аммиак транспортируют по всей стране с помощью сложного инженерного сооружения – аммиакопровода. Аммиакопровод – трубопровод, предназначенный для перекачки аммиака. В мире существует не более десятка аммиакопроводов, выходящих за пределы технологических площадок химических предприятий. В России и на Украине находится наиболее мощный аммиакопровод, который транспортирует до 2,5 млн. тонн в год аммиака «Тольятти – Одесса».

Основной опасностью при транспортировке жидкого аммиака, находящегося под высоким давлением, является возможность выброса больших количеств его из трубопровода с последующим испарением и образованием газового облака, которое в зависимости от количества выброса и атмосферных условий может распространиться на большую территорию.

Анализ аварий, происшедших в системах транспортировки жидкого аммиака, показывает, что безаварийная работа этих систем зависит как от выбора средств защиты, так и от качества эксплуатации, а последствия аварий зависят от места и размера аварии, скорости ее обнаружения и устранения.

Таким образом, разработка мероприятий по предупреждению возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС), связанных с выбросом аммиака в

окружающую среду, является *актуальной*. Комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно, и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения ЧС включает, согласно действующим нормативным правовым актам в области промышленной безопасности (ПБ), в первую очередь разработку локальной документации для объекта: экспертиза ПБ, декларация ПБ, паспорт безопасности объекта и т.д.

В связи с этим, целью бакалаврской работы является разработка ситуационного плана потенциальной химической аварии на отдельном участке аммиакопровода «Тольятти-Одесса» (Саратовская область).

Для достижения поставленной цели, необходимо было решить следующие задачи:

- рассмотреть особенности технологического процесса транспортировки аммиака;
- провести оценку химической обстановки на территории при выбросе газа (рассчитать последствия ЧС);
- ликвидация последствий ЧС;
- разработать ситуационный план;
- сформулировать комплекс мероприятий по минимизации воздействия последствий на окружающую среду.

Раздел 1 Общие характеристики газа - аммиак

1.1 Физические свойства аммиака

Аммиак - газ с резким удушливым запахом, хорошо растворим в воде. В 1 объеме H_2O растворяется 700 объемов NH_3 при $T=20^0C$ и $P=101325$ Па. В газообразном состоянии представляет собой бесцветный газ, в жидком состоянии – бесцветную или желтоватую жидкость, а в твердом – бесцветные кубические кристаллы. Температура кипения аммиака равна – $33,4^0$ С,

температура плавления равна $-77,8^{\circ}\text{C}$, температура самовоспламенения равна 650°C . Плотность аммиака равна $0,7723\text{ г/см}^3$ при нормальных условиях.

1.2 Химические свойства аммиака

Степень окисления азота в составе аммиака -3 , водорода $+1$. При образовании аммиака водород окисляет азот, отнимая у него три электрона. За счёт оставшейся пары электронов азота и лёгкого отделения атомов водорода аммиак является активным соединением, вступающим в реакции с простыми и сложными веществами.

1.3 Процесс получения аммиака

Смесь азота и водорода пропускается через нагретый катализатор под высоким давлением по реакции: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$

В качестве катализатора используют губчатое железо с добавками (Al_2O_3 , K_2O и др.). Параметры процесса: $T=450^{\circ}\text{C}$, $P=30\text{ мПа}$. В качестве сырья используют углеводород - природный газ.

1.4 Воздействие аммиака на окружающую среду и человека

Предельно допустимая концентрация аммиака в атмосферном воздухе населенных пунктов составляет: среднесуточная $-0,04\text{ мг/м}^3$, максимальная разовая $-0,2\text{ мг/м}^3$. В воздухе рабочей зоны производственных помещений -20 мг/м^3 . В водоемах рыбохозяйственного назначения $-1,5\text{ мг/л}$. Класс опасности данного вещества IV.

1.5 Организационно-технические мероприятия по минимизации воздействия поражающих факторов при утечке аммиака

При утечке и разливе аммиака следует устранить источники открытого огня. Устранить течь. Для осаждения газов использовать распыленную воду. Не допускать попадания вещества в водоемы, тоннели, подвалы, канализацию. Для

распыления воды или растворов применяют поливомоечные и пожарные машины, авторазливочные станции АЦ, ПМ-130, АРС-14, АРС-15.

Раздел 2 Аммиакопровод «Тольятти-Одесса»

2.1 Общая информация

Аммиакопровод имеет 21 пересечение с водными преградами, 7 – с железными дорогами, 10 – с автомобильными дорогами. Вдоль трассы аммиакопровода расположены 65 населенных пунктов с общей численностью населения более 14 тыс. человек. Аммиакопровод имеет самый длинный воздушный переход через реку Днепр в Запорожской области, длиной 720м.

2.2 Площадка хранения аммиака

На площадке завода в Тольятти имеется головная насосная станция, в состав которой входят подогреватели аммиака, сферические буферные хранилища аммиака, компрессионная аммиачная холодильная установка и насосы жидкого аммиака.

2.3 Описание процесса транспортировки

Жидкий аммиак, транспортируемый по аммиакопроводу, должен содержать 0,2 массовых процента воды, что предотвращает коррозионное растрескивание металла. Насосы головной насосной станции откачивают жидкий аммиак из сферических буферных хранилищ и сжимают его до давления 8,15 Мпа. Промежуточные станции оснащены двумя многоступенчатыми насосами с давлением на всасывающей линии не менее 1,5 МПа и на нагнетательной линии до 8,15 Мпа.

Раздел 3 Сценарии возможных аварий на аммиакопроводе

3.1 Выявление событий, ведущих к авариям

Одним из методов обнаружения неблагоприятных событий на химически опасном объекте является моделирование дерева событий. Дерево событий представляет собой графическую интерпретацию потенциально возможных событий и их последовательности, исходящих из инициирующего события – аварии.

Раздел 4 Оценка химической обстановки при разливе аммиака из трубопровода

4.1 Исходные данные

Таблица 1 – Исходные данные для оценки обстановки при аварии на ХОО

Тип АХОВ	аммиак		
Условия хранения АХОВ	жидкость под давлением		
Количество АХОВ, разлившегося при аварии, Q_0 , т	500		
Толщина слоя, разлившегося АХОВ, h , м	0,05		
Время, прошедшее от начала аварии, N , ч	1		
Метеоусловия			
Температура воздуха, $^{\circ}C$	0	20	-20
Степень вертикальной устойчивости атмосферы	инверсия	конвекция	инверсия
Скорость ветра, м/с	1		
Время аварии	01:00	01:00	01:00
Снежный покров	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Направление ветра	Северный	Северный	Северный
Время года	Осень	Летов	Зима

4.3 Результаты расчета

Результаты расчетов представлены в таблице 2, на рисунках 8,9,10.

Таблица 2 – Масштабы заражения при разливе аммиака

Расчетные данные	Осень	Лето	Зима
Эквивалентное количество аммиака по первичному облаку, $Q_{\text{э1}}$, т	2,16	0,28	1,08

Эквивалентное количество аммиака по вторичному облаку, $Q_{\text{в2}}$, т	2,89	0,25	2,49
Глубина зоны заражения первичным облаком АХОВ, Γ_1 , км	7,3	2,1	5,0
Глубина зоны заражения вторичным облаком АХОВ, Γ_2 , км	8,9	1,9	8,0
Полная глубина зоны заражения АХОВ, $\Gamma_{\text{п}}$, км	12,5	3,0	10,5
Предельно возможное значение глубины переноса, $\Gamma_{\text{в}}$, км	5	7	5
Площадь зоны возможного заражения первичным (вторичным) облаком АХОВ, $S_{\text{в}}$, км ²	39,2	76,9	39,2
Площадь фактического заражения, $S_{\text{ф}}$, км ²	2,0	11,5	2,0

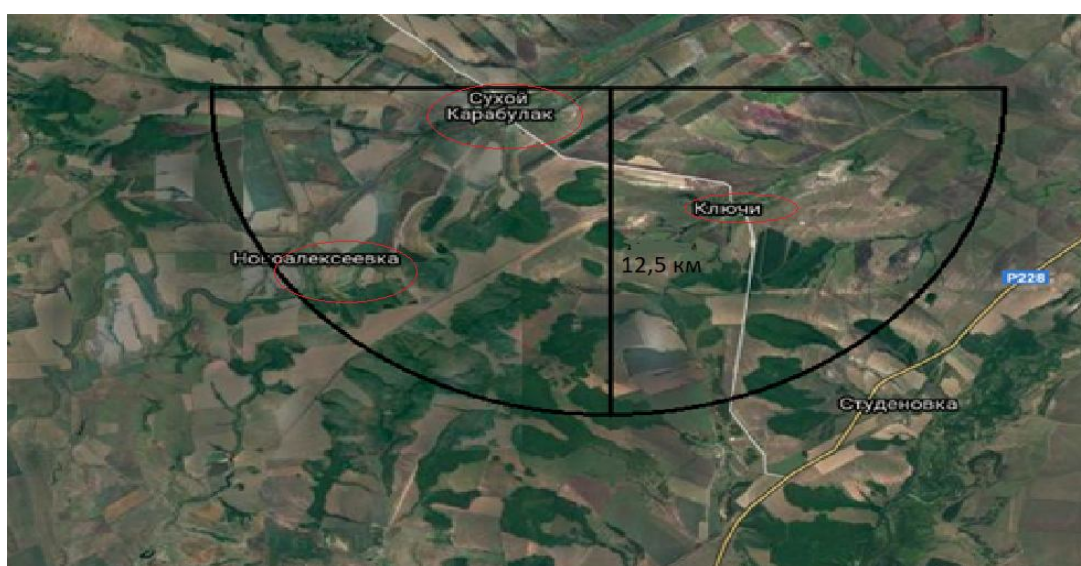


Рисунок 1 – Схема возможного заражения АХОВ осенью.



Рисунок 2 – Схема возможного заражения АХОВ летом.

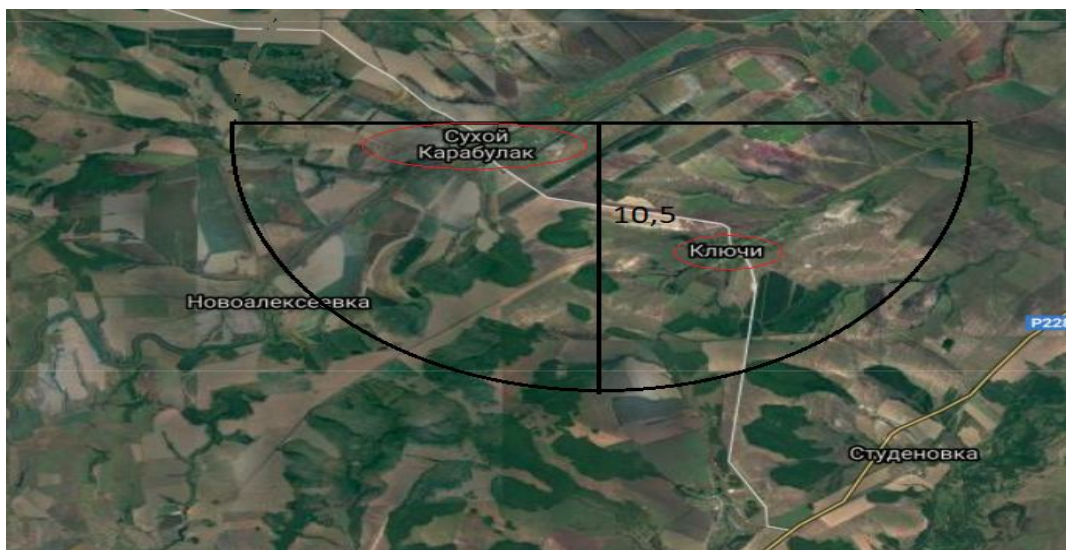


Рисунок 3 – Схема возможного заражения АХОВ зимой.

Раздел 5 Ликвидация последствий аварии

5.1 Исходные данные

$l_{дв}^1$ – длина маршрута движения сил РСЧС от места дислокации к месту аварии, 12 км;

$V_{дв}$ – скорость движения сил РСЧС, 25, км/час;

$\Delta t_{пр}$ – время приведения в готовность сил РСЧС, 0,5 час;

$C_j^{АХОВ}$ – концентрация j -го АХОВ в выбросе или выливе, 10%;

$d_j^{АХОВ}$ – плотность j -го АХОВ, 0,771 кг/м³;

Q_{Mi}^P – количество i -го химического реагента для обеззараживания выброса (вылива) АХОВ в местных условиях, 4 тонн;

C_i^P – концентрация i -го химического реагента в исходном сырье, 5%;

АРС-15 – тип техники;

Δt_3^P – заданное время на обеззараживание, 0,5 ч;

$\Delta t_3^П$ – заданное время работы технических средств по перекачке АХОВ, 0,5 час;

$K_{экс}$ – коэффициент, учитывающий условия работы, $K_{экс} = 1,5$;

$W_{ол}$ – производительность единицы техники по перекачке растворов химических реагентов, 18, м³/час;

АРС-15 – тип технических средств для постановки водяных завес;

$t_{исп}$ – время самоиспарения АХОВ, 1 ч.

5.3 Результаты расчетов

- использование химического реагента для нейтрализации АХОВ - Q_{ij}^P
=17,74 т;

- технических средств для обеззараживания АХОВ химическим реагентом $n_i^P = 2$ ед.;

- личного состава сил химической защиты по обеззараживанию пролива АХОВ =4 чел.;

- техники, необходимой для перекачки АХОВ из аварийной емкости в резервную $n_i^П = 1$ ед.;

- личного состава сил химической защиты для перекачки АХОВ =2 чел.

Раздел 6 Ситуационные планы

6.1 Общие сведения

1) промышленная площадка (территория) с указанием месторасположения источника выброса и/или взрыва опасного вещества;

2) предприятия, транспортные коммуникации, населенные пункты и места массового скопления людей;

3) зоны действия поражающих факторов аварий для наиболее опасных по последствиям и вероятных сценариев аварии на декларируемом объекте, а также: краткое описание этих сценариев, в том числе сценария аварии, при котором возможно максимальное количество потерпевших; методов и основных исходных данных, применяемых при расчете этих сценариев;

4) распределение потенциального территориального риска гибели людей от аварий по территории объекта и прилегающей местности.

Раздел 7 Организационно-технические мероприятия по повышению уровня безопасности трубопровода

7.1 Обеспечение безопасности объекта

Существуют требования по хранению аммиака безводного сжиженного. Во всех изотермических хранилищах следует предусмотреть автоматический сброс газообразного аммиака на факел при достижении давления в резервуаре 7,845 кПа. Пропускная способность факела должна составить не менее 2000 м³/ч. На действующих складах максимальный эксплуатационный уровень заполнения изотермических резервуаров сжиженного безводного аммиака должен быть не выше 80%.

7.2 Требования к материалам и изделиям для магистрального трубопровода

Для магистрального аммиакопровода должны применяться горячекатаные бесшовные или сварные трубы из спокойной стали с содержанием углерода не более 0,20%, меди не более 0,3% и с эквивалентным углеродом не больше 0,46. Временное сопротивление металла трубы разрыву должно быть не менее 4200 кгс/см². Для магистрального аммиакопровода должна применяться только стальная литая, кованная или сварная арматура, предназначенная для соединения с трубами сваркой встык, рассчитанная на работу при температуре –40⁰ С.

7.3 Требования к укладке трубопровода

Глубина заложения аммиакопровода должна быть не менее 1,4 м до верха трубы; на болотах или торфяных грунтах, подлежащих осушению, - 1,7 м; в скальных грунтах, а также в болотистой местности при отсутствии проезда автотранспорта или сельскохозяйственных машин – 1 м.

Глубина заложения аммиакопровода при переходах судоходных рек, каналов и других водных препятствий от отметки дна до верха аммиакопровода должна быть не менее 1,4 м, на несудоходных реках – не менее 0,8 м.

7.4 Предложения по результатам работы

- незамедлительно уведомлять в установленном порядке соответствующие государственные органы и органы местного самоуправления о случаи утечки аммиака и производить работу по их устранению;
- увеличить требуемый уровень надежности системы противоаварийной защиты, средств активной и пассивной защиты от воздействия поражающих факторов аварий;
- увеличение мер обеспечения готовности к локализации и ликвидации последствий аварий;
- регулярное обучение населения сел правилам поведения в условиях химической аварии;
- обеспечение и обучение правильному применению средств индивидуальной защиты дыхания и кожных покровов;
- установить в каждом населенном пункте систему оповещения населения;
- поддерживать технологическое оборудование в исправном состоянии, предварительно осуществлять инженерно-технические мероприятия, для предотвращения возможной утечки аммиака и (или) снижения риска их последствий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам бакалаврской работы были сделаны следующие выводы:

- рассмотрены особенности технологического процесса транспортировки аммиака;
- проведена оценка химической обстановки на территории утечке аммиака. Установлено, что при утечке 500 тонн аммиака, с учетом метеоусловий полная глубина зоны заражения равна: осенью – 12,5 км; летом – 3,0 км; зимой – 10,5 км. В зону заражения попадают 3 населенных пункта с численностью населения 1613 человек;
- проведен расчет ликвидации последствий химической аварии при утечке аммиака. Установлено, что для ликвидации последствий аварии потребуется: использование химического реагента для нейтрализации АХОВ в размере 8,37 тонн, технических средств для обеззараживания АХОВ химическим реагентом 2 единицы, личного состава сил химической защиты по обеззараживанию пролива АХОВ 4 человека, техники необходимой для перекачки АХОВ из аварийной емкости в резервную 1 единица, личного состава сил химической защиты для перекачки АХОВ 2 человека.
- разработан ситуационный план;
- на основании этого предложены основные организационно-технические мероприятия по повышению уровня безопасности объекта и предотвращению чрезвычайных ситуаций при утечке такого аварийно химически опасного вещества, как аммиак.