

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра нефтехимии
и техногенной безопасности

Обеспечение безопасности при приеме, хранении и отгрузке нитрила
акриловой кислоты и ацетонитрила.

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента (ки) 4 курса 441 группы

направления 20.03.01 «Техносферная безопасность»

код и наименование направления, специальности

Института химии

Мотолыгиной Анастасии Владимировны

Научный руководитель

доцент, к.воен.н., доцент

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

М.И. Иванюков

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

Р.И. Кузьмина

инициалы, фамилия

Саратов 2017

ВВЕДЕНИЕ

Главным применением нитрил акриловой кислоты (НАК) является получение, путем синтеза, дивинил-нитрильного каучука, имеющего ценные специфические свойства, главная из которых является маслостойкость. Помимо применения в производстве синтетического каучука, в качестве дополнительного мономера нитрил акрилоой кислоты используется в ряде органических синтезов, например при получении синтетического волокна орлон (используется для выработки всевозможных нетканых полотен и тканей, благодаря таким качествам как легкость, упругость, стойкость к воздействию растворителей и кислот, микроорганизмам и плесени.) или нитрон (прочное синтетическое волокно с шероховатой поверхностью и матовым блеском, по внешнему виду и свойствам напоминающие натуральную шерсть и превосходящее ее по прочности и теплоизоляционным свойствам) химических средств защиты растений, пластификаторов. Ацетонитрил (АЦН) хорошо растворяет соединения различных классов. Применяется в качестве полупродукта в технологии органического синтеза, для обработки нефтяных дистиллятов, для выделения жирных кислот из растительных и животных масел.

Несмотря на полезность нитрил акриловой кислоты и ацетонитрила, вещества обладают опасными токсичными и взрывопожароопасными свойствами, что может привести к аварийным ситуациям. Также наиболее значимыми факторами, влияющие на показатели риска, цеха слива налива едких веществ, где происходит технологический процесс получения, хранения и отгрузки этих веществ, являются: Большое количество обрабатываемой продукции (нитрил акриловой кислоты и ацетонитрила); использование сложных технологий; высокое давление и температуры, большие объемы хранения, высокие скорости перемещения по трубопроводам и т.д.; надежность используемого оборудования и систем противоаварийной защиты; профессиональная и противоаварийная подготовка персонала.

Основной составляющей частью цеха является емкостное оборудование. Разрушение одного из наиболее крупных емкостных аппаратов может привести к интоксикации персонала и населения, воздействию ударной волны и теплового излучения на персонал и соседнее оборудование.

Вследствие чего обеспечение безопасности при приеме, хранение и отгрузки этих веществ, является важной задачей в настоящее время.

Актуальность работы заключается в исследовании системы приема, хранения и отгрузки нитрил акриловой кислоты и ацетонитрила, оценке возможных аварийных ситуаций и выработке рекомендаций по повышению ее безопасности.

Цель: На основе анализа функционирования системы приема, хранения и отгрузки нитрил акриловой кислоты и ацетонитрила и оценки возможных опасностей выработать предложения по уменьшению риска аварий.

Задачи:

- Анализ функционирования системы приема, хранения и отгрузки нитрил акриловой кислоты и ацетонитрила;
- Характеристика нитрил акриловой кислоты и ацетонитрила;
- Определение возможных опасностей и разработка сценариев развития аварий в цехе слива налива едких веществ;
- Количественная оценка вероятности возникновения аварий;
- Расчет индивидуального риска;
- Разработка предложений по понижению рисков возникновения аварийных ситуаций до приемлемого значения.

1 Общие характеристики нитрил акриловой кислоты и ацетонитрила.

1.1. Характеристика участка приема, хранения и отгрузки нитрил акриловой кислоты и ацетонитрила.

Отделение легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) и подготовки цистерн, цех слива налива едких веществ (СНЕВ) представленный на рисунке 1, предназначен для:

- прием нитрил акриловой кислоты и ацетонитрила в резервуары хранения;
- хранение НАК и АЦН;
- выдача продукта потребителю.

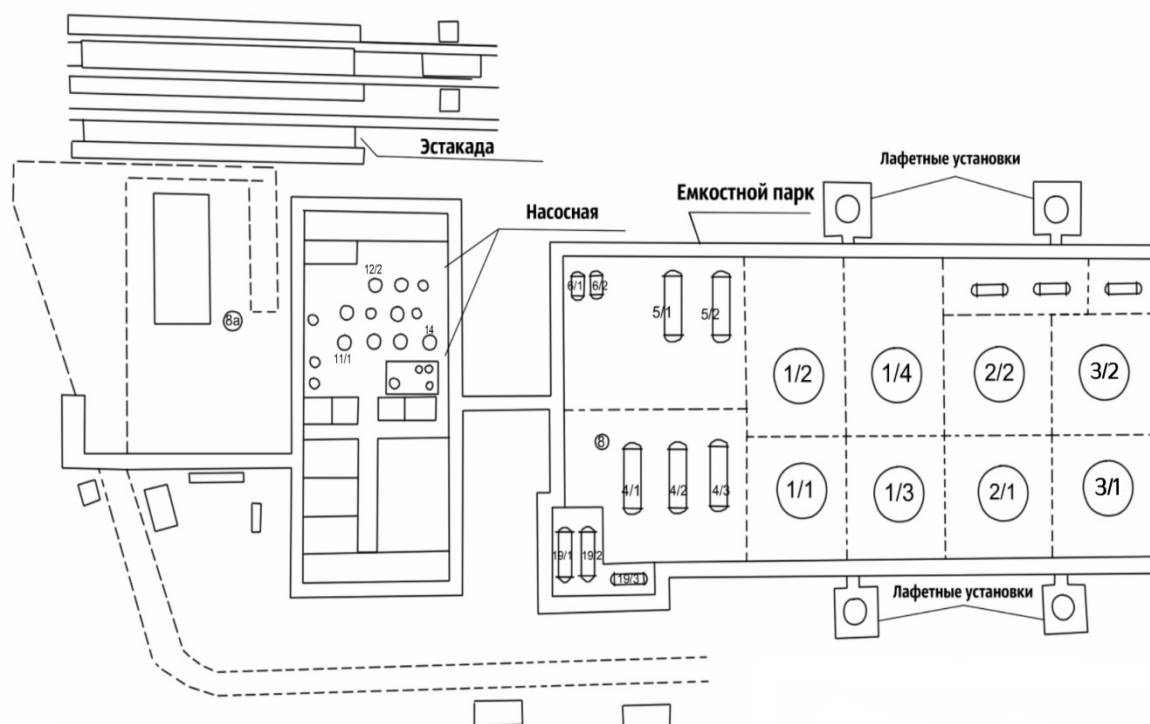


Рисунок 1 – Схема расположения Цеха СНЕВ.

1.2. Физико-химические свойства и степень опасности веществ, характер воздействия на организм человека. Индивидуальные средства защиты.

Нитрил акриловая кислота (НАК, акрилонитрил) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{N}$ и АЦН являются прозрачными легковоспламеняющимися веществами с опасными для человека токсичными свойствами и характерным запахом, также они тяжелее воздуха. Акрилонитрил обладает раздражающим и кумулятивным действиями, опасен в случае попадания на слизистые оболочки и кожу. Ацетонитрил обладает наркотическим действием, он хорошо растворим в воде, спирте, ацетоне, сам является хорошим растворителем органических соединений. Опасен в случае попадания в организм при вдыхании или проглатывании, или попадании на кожу и на слизистые оболочки глаз. Остальные особенности продуктов показаны в таблице 1.

Таблица 1. Краткая характеристика физико-химических свойств НАК и АЦН.

Температура самовоспламенения	370°C	523 °C.
Пределы воспламенения смеси с воздухом	- Нижний - 3,05 % (по объему) - Верхний - 17,5 % (по объему)	- Нижний - 3,00 % (по объему) - Верхний - 16,0 % (по объему) .
ПДК в воздухе рабочей зоны	1,5мг/м ³	10 мг/м ³ .
ПДК в населенных пунктах	0,03 мг/м ³	-

Пролитый продукт нейтрализуют раствором гидроксида натрия (10%) и раствором железного купороса (10%).

Средства индивидуальной защиты: фильтрующий промышленный противогаз с фильтром ДОТ-600 марки А2В3Е3АХРЗ и А2В2Е2АХРЗ, спецодежда, спецобувь, перчатки.

1.3. Краткая характеристика применяемого сырья, полупродуктов и готовой продукции.

По физико-химическим показателям акрилонитрил и ацетонитрил должны соответствовать требованиям и нормам, ГОСТ 11097-86 с изм. №1 нитрил акриловая кислота, ТУ 2433-006-47773778-2007 с изм. 1 ацетонитрил технический.

2. Технологический процесс.

2.1. Краткое описание процесса приёма, хранения и отгрузки нитрил акриловой кислоты и ацетонитрила.

Продукт по трубопроводу перекачивается в резервуар хранения. Перед началом заполнения открывается клапан-отсекатель, установленный на трубопроводе приема и трубопроводе выхода абгазов в скруббер того резервуара, в который будет производиться прием продукта. Абгазы, вытесняемые из резервуара, во время приема продукта, поступают на очистку в скруббер и очищение выбрасываются в атмосферу через воздушку на скруббере.

Хранение продукта в резервуаре осуществляется под азотной подушкой с давлением 50-150 мм. вод. ст. Каждый резервуар оборудован дыхательным и предохранительным клапанами, сброс от которых производится через сепаратор в свечу рассеивания.

Перед началом залива железно дорожной цистерны (контейнера) газовая фаза резервуара, из которого будет производиться залив, соединения с газовой фазой цистерны (контейнера). После налива, набранного количества НАК, на счетчике клапан-отсекатель автоматически закрывается. Перед отправкой

цистерн (контейнер) с продуктом взвешивается на железно дорожных весах, где может быть произведен частичный долив или слив до указанной на котле цистерны (контейнера) грузоподъемности. Все операции по сливу-наливу цистерны (контейнера) должны производиться при заземленном сливо-наливном стояке и заземленной цистерне (контейнере).

Для обеспечения безаварийной работы отделения, в резерве должен быть постоянно 1 резервуар хранения со свободным объемом.

2.2. Действия при приеме продукта, заливе в железнодорожную цистерну и отгрузки потребителям.

Для безопасного ведения технологического процесса во избежание аварийных ситуаций связанных с ошибками персонала или неправильным ведением технологического процесса следует неуклонно выполнять требования инструкций по технике безопасности, а также следующие основные действия при приеме, заливе и отгрузки продукта (НАК и АЦН).

3. Возможные опасности на площадке приема, хранения и отгрузки нитрил акриловой кислоты и ацетонитрила.

3.1. Анализ основных факторов и возможных причин, способствующих возникновению и развитию аварий на объекте.

Основные опасности участка легко воспламеняющихся жидкостей:

- Пожар;
- Взрыв;
- Опасные химические вещества.

Основные причины возникновения аварий:

- Отказ оборудования.
- Ошибки персонала.
- Внешнее воздействие (природное, техногенное).
- Человеческий фактор (терроризм, диверсия).

Для обоснования основных причин, способствующих возникновению аварий в Цехе слива и налива едких веществ (СНЕВ), можно выделить следующие взаимосвязанные группы причин, характеризующиеся:

1. Отказ оборудования – 57,6%;
2. Ошибочное действие персонала – 41,4%;
3. Внешними воздействиями техногенного характера -3%;
4. Несанкционированными воздействиями третьих лиц - 0%.
- 5.

3.2. Краткое описание возможных сценариев аварий на площадке приема хранения и выдачи НАК и АЦН.

С помощью схем возникновения и развития аварий рисунок 2, описываются причины возможных аварий и их развития, также с помощью «дерева событий», приводится условная вероятности возникновения и развития аварийных ситуаций.

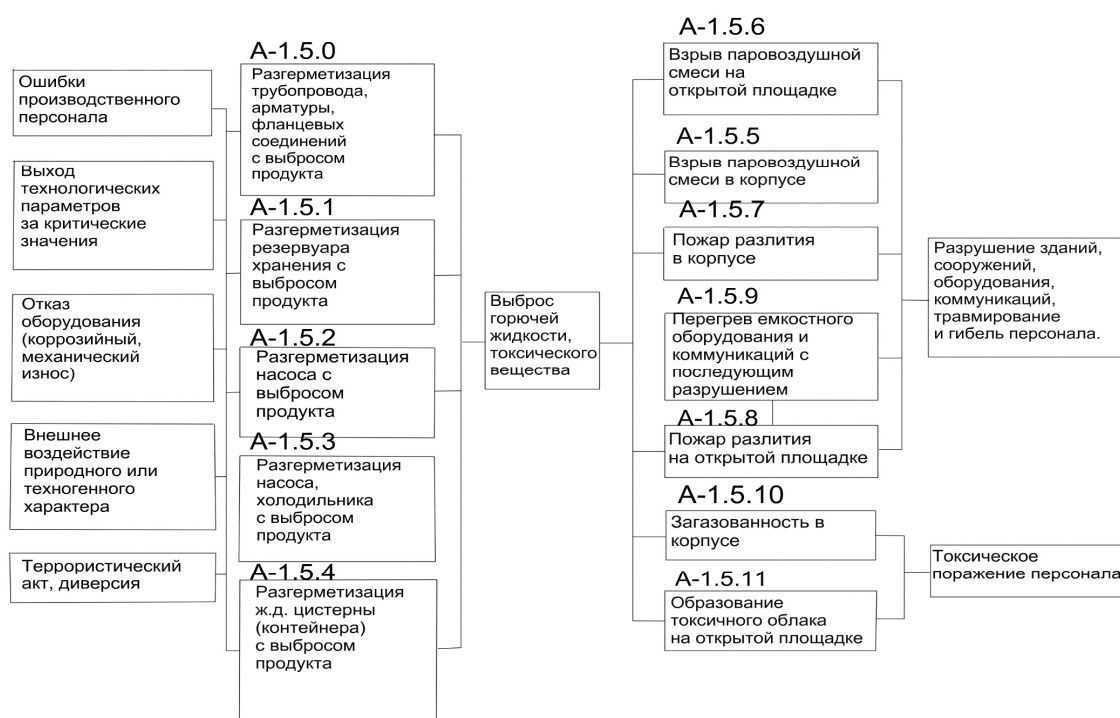


Рисунок 2 – Схема возникновения и развития аварий на площадке приема, хранения и отгрузки нитрил акриловой кислоты и ацетонитрила.

3.3. Анализ условий возникновения аварий и их развития.

Для каждой возможной стадии развития аварий на площадке приема хранения и отгрузки НАК и АЦН проведем анализ условий возникновения и их развития и перехода на следующий уровень.

4. Оценка опасности аварийных ситуаций. Расчет индивидуального риска.

В качестве наиболее значимых факторов, влияющих на показатели риска возникновения аварий на площадки приема, хранения и выдачи НАК и АЦН, определены физико-химические, токсичные и пожаро-взрывоопасные свойства, обращающегося вещества, высокое давление в аппаратах и трубопроводах, а также количество опасного вещества участвующего в формировании поражающих факторов.

Среди основных причин, способствующих возникновению аварий, следует отметить:

- ошибки производственного персонала;
- выход технологических параметров за критические значения;
- отказы оборудования.

Проведенный анализ позволяет утверждать, что наиболее опасный вариант развития аварии по сценарию А-1.5.11 это образование токсичного облака при разгерметизации резервуара хранения с выбросом продукта. Зона действия пороговых токсодоз выходит за территорию объекта, поэтому авария по сценарию А-1.5.11 переходит на уровень «Б».

По методике ГОСТ 12.3.047-2012г. был проведен расчет условной вероятности поражения человека избыточным давлением, развиваемым при сгорании газопаровоздушных смесей, на расстоянии от эпицентра, следующим образом:

- значение "пробит" - функции рассчитывается по формуле:

$$Pr = 5 - 0.26 \ln (v) \quad (1.0)$$

где

$$V = \left(\frac{17500}{\Delta p} \right)^{8.4} + \left(\frac{290}{i} \right)^{9.3} \quad (1.1)$$

Расчет избыточного давления Δp и импульса i вычисляются по методам, описанным в приложении Д, Е (ГОСТ 12.3.047-2012г);

С помощью таблицы 7 определяют условную вероятность поражения человека (ГОСТ 12.3.047-2012г).

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением определяется следующим образом:

$$Pr = -14.9 + 0.26 \ln (tq^{1.23}) \quad (1.2)$$

где

t - эффективное время экспозиции, с:

q - интенсивность теплового излучения, кВт/м².

Эффективное время экспозиции определяем:

1) для пожаров проливов ЛВЖ, ГЖ и твердых материалов

$$t = t_0 + \frac{x}{v} \quad (1.3)$$

где

t_0 - характерное время обнаружения пожара, с (принимается =5с);

x - расстояние от места расположения человека до зоны

v - скорость движения человека, м/с (допускается принимать = 5/с);

2) для воздействия "огненного шара" - в соответствии с приложением Д (ГОСТ 12.3.047-2012г);

Интенсивности теплового излучения (кВт/м²) при пожарах проливов легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, определяется по формуле

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau \quad (1.4)$$

где

E_f - среднеповерхностная интенсивность теплового излучения

пламени, кВт/м² ;

F_q - угловой коэффициент облученности;

τ - коэффициент пропускания атмосферы.

Расчет параметров волны избыточного давления (кПа) при сгорании газопаровоздушных смесей в открытом пространстве, рассчитывают по формуле:

$$\Delta p = p_0 \left(\frac{0,8 m_{\text{пр}}^{0,22}}{r} + \frac{3 m_{\text{пр}}^{0,66}}{r^2} + \frac{5 m_{\text{пр}}}{r^3} \right) \quad (1.5)$$

где

p_0 - атмосферное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа);

r - расстояние от геометрического центра газопаровоздушного облака, м;

$m_{\text{пр}}$ - приведенная масса газа или пара, кг.

Индивидуальный риск R , год⁻¹, определяется по формуле:

$$R = \sum_{i=1}^n Q_{n_1} Q(A_i) \quad (1.6)$$

где

Q_{n_1} - условная вероятность поражения человека;

$Q(A_i)$ - вероятность реализации в течение года;

n – число ветвей логической схемы.

Результаты расчетов показаны в таблице 1.

Таблица 1. Результаты расчета.

Наименование показателей	Нитрил акриловая кислота	Ацетонитрил
Вероятность		
Q_{с.д} Избыточного давления, год-1	$6,02 \cdot 10^{-5}$	$7,14 \cdot 10^{-6}$
Q_{о.ш} Образования "огненного шара", год-1	$3,56 \cdot 10^{-3}$	$4,22 \cdot 10^{-4}$
Q_{в.п} Воспламенения пролива, год-1	$1,45 \cdot 10^{-4}$	$1,72 \cdot 10^{-4}$
Избыточное давления		
Δp , кПа	20.01	6,82
Импульс		
i , Па·с	1334,20	270,74
Интенсивности теплового излучения "огненного шара"		
q_{о.ш} , кВт/м ²	21,33	4,05
Интенсивность теплового излучения		
q_п , кВт/м ²	0.79	0.53
"Пробит" – функция		
Pr_{с.д} Избыточного давления	5,29	2,29
Pr_{о.ш} Огненного шара	6,17	1,77
Pr_{в.п} Воспламенения пролива	1,7	1,7
Q_п^{с.д} Избыточного давления	0,61	0,02
Q_п^{о.ш} Огненного шара	0,78	0
Q_п^{в.п} Воспламенения пролива	0	0
Индивидуальный риск		
R , год ⁻¹	$1,02 \cdot 10^{-5}$	$1,42 \cdot 10^{-6}$

Выводы.

На основе проведенного исследования получены следующие результаты.

Проведен анализ функционирования системы приема, хранения и отправки потребителям нитрил акриловой кислоты и ацетонитрила.

Изучены основные физико-химические и токсикологические свойства НАК и АЦН и их влияние на организм человека.

Определены наиболее опасные места технологического процесса приема, хранения и отгрузки НАК и АЦН и сценарии развития возможных аварий.

Наиболее опасным является сценарий А-1.5.11 это образование токсичного облака при разгерметизации резервуара хранения с выбросом НАК и АЦН.

На основе разработанных сценариев рассчитаны индивидуальные риски по стандартной методике с использованием «пробит» функции.

Индивидуальные риски показывают для системы приема, хранения и отгрузки нитрил акриловой кислоты - $1,02 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$, а для ацетонитрила – $1,42 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$.

Таким образом, в целом система приема, хранения и отгрузки НАК и АЦН соответствует требованиям заложенным в технологический регламент и определенным нормативно технической документации.