

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра общей и неорганической химии

«Обеспечение безопасного функционирования при работе реagentного
хозяйства РХ-2 на предприятии НПЗ»

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 411 группы
направления (специальности) 20.03.01 Химия

Институт химии
Нечаева Артура Алексеевича

Научный руководитель
доц. к.х.н.

22.06.18 Кожи
дата, подпись

Л.Ф. Кожина

Заведующий кафедрой
д.х.н., доцент

22.06.18 Черк
дата, подпись

Д.Г. Черкасов

Саратов 2018 год

Общая характеристика работы. На современных производствах широко применяются различные агрессивные и ядовитые химические вещества, продукты и их компоненты, и одновременно с этим большое количество энергетических мощностей концентрируется на небольших территориях. Эти факторы способствуют росту аварийных ситуаций, которые во многих случаях приобретают характер катастроф.

Научный прогресс ведет к освоению новых ресурсов и улучшению качества жизни человека. Человек стремится к наиболее эффективному удовлетворению своих потребностей в пище, материальных ценностях, в повышении своей коммуникативности. Решая проблемы комфортного и материального обеспечения, человек непрерывно воздействует на среду обитания своей деятельностью и продуктами деятельности (техническими средствами, выбросами различных производств и т.д.). Непрерывно нарастающие ухудшения здоровья и гибель людей от воздействия опасной техносферы объективно требует от государства и общества принятия широких мер в решении проблем безопасности жизнедеятельности человека.

Актуальность работы. С помощью непрерывного и систематического контроля состояния производственной среды можно обеспечить безопасность труда и выявить скрытые опасности и недостатки в ее организации. Оценка рисков и параметров заражения при выбросе химических веществ является наиболее эффективным профилактическим мероприятием деятельности специалистов; эффективное управление охраной труда возможно лишь при том условии, что известно нынешнее состояние охраны труда и выявлены проблемные места.

Цель работы - изучение вопросов безопасного функционирования реагентного хозяйства РХ-2, совмещенного с участком регенерации раствора моноэтаноламина (МЭА), насыщенного сероводородом, и блоком получения серы на предприятии ОАО «Саратовский НПЗ». Для реализации поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- проведение сбора и анализа литературы по вопросам безопасности ОПО;
- рассмотрение функций реagentного хозяйства РХ-2;
- проведение расчета параметров, характеризующих предполагаемые аварийные ситуации.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования является реagentное хозяйство РХ-2 цеха 4 предприятия ОАО «Саратовский НПЗ». В указанном цехе осуществляется производство элементарной серы из сероводородного газа и регенерация насыщенного сероводородом раствора моноэтаноламина (МЭА). Основные опасности данного производства:

- высокая огнеопасность индивидуального реagentа – моноэтаноламина и сероводорода;
- образование взрывоопасных смесей (сероводорода в смеси с воздухом), токсичных газов и паров;
- наличие высокого напряжения, давления и высокой температуры в аппаратах цеха;
- возможность выброса химического вещества – сероводорода, реagentа 2 класса опасности.

Метод исследования – прогнозирование масштабов заражения сероводородом на основе расчетов параметров заражения.

Структура работы. Работа состоит из введения, двух глав, заключения, списка литературы. Работа изложена на 51 страницах, содержит 7 таблиц, 9 рисунков, список литературы из 31 наименований.

Основное содержание работы. В обзоре литературы (глава 1) рассмотрены основные требования, предъявляемые по обеспечению безопасной работы на опасных производственных объектах (ОПО); нормативные документы [1-5], в соответствии с которыми организуется и эксплуатируется ОПО.

В главе 2 рассмотрены характеристики, используемых на изучаемом объекте, токсичных химических веществ; технологические процессы,

реализуемые при регенерации насыщенного сероводородом раствора МЭА и термическом получении серы из сероводорода; средства индивидуальной защиты при работе с химическими веществами.

На исследуемом химически опасном объекте возможны действия следующих поражающих факторов:

- химического заражения воздуха и местности;
- пожар и взрыв химических веществ.

Под прогнозированием масштаба заражения понимается определение глубины и площади зоны заражения. Учитывая физико-химические свойства МЭА ($T_{\text{кип}} 170^{\circ}\text{C}$) и малую скорость испарения при разливе большого количества вещества образования первичного облака не происходит и оно представляет опасность для людей, которые непосредственно находятся в районе аварии и контактируют с этим веществом (образование вторичного облака). Применить методику [6] прогнозирования масштабов заражения при выбросе моноэтаноламина не представляется возможным, т.к. при расчете эквивалентного количества для вторичного облака и глубины зоны заражения отсутствуют характеристики и вспомогательные коэффициенты для этого вещества. Указанная методика распространяется на случаи выброса в атмосферу веществ в газообразном, парообразном и аэрозольном состоянии. Расчет параметров заражения основан на определении эквивалентного количества вещества в первичном облаке:

$$Q_{\text{э1}} = K1 K3 K5 K7 Q_0, \quad (1)$$

где $K1$ - коэффициент, зависящий от условий хранения СДЯВ; для сжатых газов $K1 = 1$);

$K3$ - коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы сероводорода к пороговой токсодозе другого СДЯВ (приложение 3, в данном случае 0,036);

$K5$ - коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости атмосферы; для *инверсии* принимается равным 1, для *изотермии* – 0,23

K_7 - коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха (приложение 3; для сжатых газов $K_7 = 1$);

Q_0 - количество выброшенного при аварии вещества, т.

Так как количество разлившегося вещества неизвестно, то принимаем объем сжатого газа равным – 20000 м³. При авариях на хранилищах сжатого газа масса вещества Q_0 рассчитывается по формуле:

$$Q_0 = d V_x, \quad (2)$$

где d – плотность СДЯВ, т/м³; составляет величину, равную 0,0015 т/м³

V_x – объем хранилища, 20000 м³.

$$Q_0 = 0,0015 * 20000 = 30 \text{ т}$$

Значение плотности сероводорода 0,0015 т/м³ соответствует атмосферному давлению; а если давление в емкости отличается от атмосферного, то используемая величина плотности рассчитывается путем умножения величины плотности (0,0015) на значение давления в атмосферах.

Это позволяет сделать вывод о влиянии давления на количество вещества сероводорода (при выбросе в атмосферу) и эквивалентное количество вещества в первичном облаке: увеличение давления для сжатого газа в какое-то число раз приводит к увеличению Q_0 и $Q_{э1}$ в такое же число раз; т.е. значение величин Q_0 и $Q_{э1}$ прямопропорционально изменению давления.

Исходные условия для проведения расчета: метеоусловия на момент аварии: скорость ветра 1 м/с, температура воздуха 20 °С.

Эквивалентное количество вещества в первичном облаке:

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

где K_x – вспомогательные коэффициенты, приведенные в приложениях руководящего коэффициента с учетом условий возможной аварии.

$$Q_{э1} = 1 * 0,036 * 1 * 1 * 30 = 1,08 \text{ т}$$

Эквивалентное количество вещества сероводорода в первичном облаке:

Инверсия: ($K_4 = 1$) $Q_{э1} = 1 * 0,036 * 1 * 1 * 30 = 1,08 \text{ т}$

Изотермия: ($K_5 = 0,23$) $Q_{э1} = 1 * 0,036 * 0,23 * 1 * 30 = 0,25 \text{ т}$

Конвекция: ($K_5 = 0,08$) $Q_{э1} = 1 * 0,036 * 0,08 * 1 * 30 = 0,086 \text{ т}$

Как видно из полученных данных, эквивалентное количество сероводорода в первичном облаке зависит от степени вертикальной устойчивости атмосферы: чем меньше степень устойчивости атмосферы, тем меньше величина эквивалентного количества сероводорода в первичном облаке.

Глубина зоны заражения для первичного облака заражения при эквивалентном количестве вещества в первичном облаке 0,25, составляет для *изотермии*:

$$\Gamma = 1,25 + \frac{3,16 - 1,25}{0,1} (0,25 - 0,1) = 4,115 \text{ км}$$

При *инверсии* эквивалентное количество вещества в первичном облаке составляет величину $Q_{э1} = 1,08$, а глубина зоны заражения:

$$\Gamma = 4,75 + \frac{9,18 - 4,75}{1} (1,08 - 1) = 8,294 \text{ км}$$

При *конвекции* эквивалентное количество вещества в первичном облаке составляет величину $Q_{э1} = 0,086$, а глубина зоны заражения:

$$\Gamma = 0,85 + \frac{1,25 - 0,85}{1} (0,086 - 0,05) = 0,86 \text{ км}$$

При изменении устойчивости атмосферы (*инверсии на изотермию*) глубина зоны заражения увеличивается примерно в 2 раза.

Опасность возможного очага заражения через 3 часа после аварии составляет: $\Gamma_{п} = 3 * 6 = 18 \text{ км}$

Оценка опасности возможного очага химического поражения через 1 ч после аварии на химически опасном объекте: емкость с 20000 м³ сероводорода, давление - атмосферное.

Оценка влияния температуры на масштабы заражения. Температура воздуха: -20; 0 и 20°C Метеоусловия: инверсия, скорость ветра 1 м/с

Результаты прогнозирования:

Определяем выброс СДЯВ по формуле:

$$Q_0 = 0,0015 \cdot 20000 = 30,0 \text{ т}$$

Определяем эквивалентное количество вещества

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

Температура влияет на величину коэффициента K_7 . Определяем эквивалентное количество вещества в первичном облаке СДЯВ:

$$\text{При } 20^\circ\text{C} - K_7 = 1 \quad Q_{\text{э1}} = 1 \cdot 0,036 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 30 = 1,08 \text{ т}$$

$$\text{При } 0^\circ\text{C} - K_7 = 0,8 \quad Q_{\text{э1}} = 1 \cdot 0,036 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 30 = 0,864 \text{ т}$$

$$\text{При } -20^\circ\text{C} - K_7 = 0,5 \quad Q_{\text{э1}} = 1 \cdot 0,036 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 30 = 0,540 \text{ т}$$

Полученные результаты показывают, что чем ниже температура, тем меньше величина эквивалентного количества сероводорода в первичном облаке.

Находим глубину зоны заражения для первичного облака

$$\text{При } 20^\circ\text{C}: \quad \Gamma = 4,75 + \frac{9,18 - 4,75}{1} (1,08 - 1) = 8,294 \text{ км}$$

$$\text{При } 0^\circ\text{C}: \quad \Gamma = 3,16 + \frac{4,75 - 3,16}{0,5} (0,864 - 0,5) = 4,31 \text{ км}$$

$$\text{При } -20^\circ\text{C}: \quad \Gamma = 3,16 + \frac{4,75 - 3,16}{0,5} (0,54 - 0,5) = 3,28 \text{ км}$$

Таким образом, повышение температуры приводит к увеличению глубины зоны заражения при возможной аварии на химически опасном объекте.

Оценка влияния скорости ветра на величину глубины зоны заражения (температура 20°C, инверсия, объём выброшенного газа 2000 м³). Сравним результаты, полученные с учётом скорости приземного ветра 1 м/с и 4м/с. Скорость ветра влияет на расчет глубины зоны заражения при аварии на

химически опасном объекте: $v = 5$ (*инверсия*, скорость ветра 1 м/с); $v = 21$ (*инверсия*, скорость ветра 4 м/с)

Величина вспомогательного коэффициента K_4 зависит от значения скорости ветра: при скорости ветра 1 м/с $K_4 = 1$; при скорости ветра 4 м/с $K_4 = 2,0$. Полученное значение сравнивается с предельно возможным значением глубины переноса воздушных масс $\Gamma_{п}$, определяемым по формуле:

$$\Gamma_{п} = Nv$$

v – скорость переноса переднего фронта облака зараженного воздуха, км/ч
инверсия, скорость ветра – 1; $v = 5$; при скорости ветра 4; $v = 21$. Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс:

при 4 м/с: $\Gamma_{п} = 1 \cdot 21 = 21$ км

при 1 м/с: $\Gamma_{п} = 1 \cdot 5 = 5$ км.

Следовательно, чем больше скорость приземного ветра, тем больше глубина зоны заражения.

Определение времени подхода зараженного воздуха к объекту зависит от скорости переноса облака воздушным потоком и определяется по формуле:

$$t = X/v,$$

где X – расстояние от источника заражения до заданного объекта, км; v – скорость переноса переднего фронта облака зараженного воздуха, км/ч;
инверсия, скорость ветра – 1; $v = 5$; при скорости ветра 4; $v = 21$.

Пусть объект, на котором произошла авария, расположен на расстоянии 5 км от центра города. Тогда время подхода зараженного воздуха можно рассчитать с использованием приведенной формулы:

при скорости ветра 1 м/с время подхода зараженного воздуха составляет величину $= 5/1 = 5$ час; при скорости ветра 4 м/с $= 5/21 = 0,24$ часа.

При *изотермии*: при скорости ветра 1 м/с время подхода зараженного воздуха составляет величину $= 5/6 = 0,83$ часа; при скорости ветра 4 м/с $= 5/24 = 0,21$ часа. Сравнивая время подхода зараженного воздуха от скорости

ветра при прочих равных условиях, в случае *инверсии*, время подхода зараженного воздуха к объекту уменьшается при увеличении скорости ветра. При замене *инверсии* на *изотермию* – время подхода зараженного облака к объекту резко уменьшается при скорости приземного ветра 1 м/с; но незначительно при скорости ветра 4 м/с.

Проведено прогнозирование масштабов заражения сероводородом при гипотетической аварии в различных условиях. Оценено влияние степени устойчивости атмосферы на эквивалентное количество сероводорода в первичном облаке; влияние температуры, скорости ветра и степени вертикальной устойчивости атмосферы на глубину зоны заражения и времени подхода зараженного облака.

Основные меры безопасности при эксплуатации исследуемого производственного объекта включают:

- строгое соблюдение технологического режима с соблюдением всех операций, их очередности, плавного и равномерного прогрева аппаратов и трубопроводов;

- качественная и бесперебойная работа контроля автоматики, схем предупредительной, аварийной сигнализации и блокировочной защиты;

- бесперебойное снабжение установки качественным сырьем, электроэнергией, паром, водой, воздухом;

- постоянный контроль за качеством сырья и получаемых продуктов;

- строгое выполнение инструкций и правил по эксплуатации аппаратов, работающих под давлением;

- строгое выполнение инструкций по пуску, эксплуатации насосов, и электроприводов к ним;

- своевременная подготовка к ремонту оборудования, вышедшего из строя, проведение быстрого и качественного ремонта;

- систематический контроль за герметичностью аппаратов, трубопроводов, запорной аппаратуры, фланцевых соединений,

своевременное устранение выявленных дефектов;

- систематический контроль состояния трубопроводов;
- систематический контроль качества воздушной среды в производственных помещениях;
- контроль состояния схем защитного заземления трубопроводов, корпусов электродвигателей, пусковых устройств, аппаратов;
- систематическая проверка систем пожаротушения;
- исправность и бесперебойная работа канализационных систем.

Выполнение вышеперечисленных требований является залогом безопасной эксплуатации реагентного хозяйства и установки регенерации МЭА; блока получения серы.

Заключение. Проведен сбор и анализ данных литературы по организации и реализации требований ФЗ и нормативных актов, разработанных для опасных производственных объектов и химически опасных объектов.

Рассмотрены условия безопасной работы на реагентном хозяйстве и свойства химических соединений, используемых на реагентном хозяйстве, блоке регенерации МЭА и блоке получения серы.

Проведено прогнозирование масштабов заражения сероводородом при гипотетической аварии в различных условиях. Оценено влияние степени устойчивости атмосферы на эквивалентное количество сероводорода в первичном облаке; влияние температуры, скорости ветра и степени вертикальной устойчивости атмосферы на глубину зоны заражения и времени подхода зараженного облака.

Для уменьшения возможности возникновения аварийной ситуации представлены мероприятия по защите рабочих и служащих цеха

Библиография.

1.Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» Федеральным законом №116 от 21.07.1997

(ред. от 13.07.2015) [Электронный ресурс]. Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Порядок осуществления экспертизы промышленной безопасности в химической, нефтехимической и нефтегазоперерабатывающей промышленности» (актуализированы 05.05. 2017 г.)/ Открытая база ГОСТов [Электронный документ]: сайт URL: <http://standartdost.ru/g/pkey-1493786642>

3. ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в РФ. Офиц. Изд. «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации», ФГУ ВНИИПО МЧС России, М.: 2003, 111с.

4. Постановление Минтруда России от 22.07.1999 № 26 «Об утверждении типовых отраслевых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам химических производств» [Электронный ресурс]. Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».

5. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 30.05.2003 № 116 О введении в действие ГН 2.1.6.1339-03 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» (с изменениями на 3 ноября 2005 года) [Электронный ресурс]. URL: <https://normativ.kontur.ru/document.moduleId=1&documentId=8893>

6. Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте. РД 52.04.253-90.