

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
наименование кафедры

Оценка безопасности при работе с цианидами на предприятии ООО
«Саратоворгсинтез»

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса бакалавриата, 441 группы

направления 20.03.01 «Техносферная безопасность»

код и наименование направления

Института химии

наименование факультета

Зиновьева Ивана Александровича

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель
доцент, к.х.н., доцент
должность, уч. степень, уч. звание

Л.Ф.Кожина
дата, подпись
22.06.18

Л.Ф.Кожина
инициалы, фамилия

Зав. кафедрой:
Д.Х.Н., доцент
должность, уч. степень, уч. звание

Д.Х.Н. 22.06.18.
подпись, дата

Черкасов Д.Г.
фамилия, инициалы

Саратов 2018 г.

Общая характеристика работы. Безопасность человека – это главное условие развития любого общества. Техносфера является частью биосферы, созданной человеком для защиты от естественных опасностей и создания наиболее благоприятных условий для жизни. С динамичной эволюцией современной техносферы появляются современные опасности для человека. Первопричиной опасностей являются объекты разных отраслей промышленности – *опасные производственные объекты* (ОПО). Пожары и взрывы являются присущей частью большинства ЧС на ОПО, что приводит к необходимости разработки мер, направленных на их уведомление.

Актуальность работы. Задачей развития современной промышленности является введение новых технологических процессов и производств, неразрывно связанных с решением вопросов промышленной безопасности.

Цель работы – рассмотрение гипотетических сценариев возникновения и развития аварийной ситуации на предприятии ООО «Саратоворгсинтез» в цехе СК и НАК.

Для достижения поставленной цели в работе, необходимо решение следующих задач:

1. рассмотреть общие сведения о производстве синильной кислоты и цианидов
2. рассмотреть вопросы обеспечения безопасности работы на предприятии ООО «Саратоворгсинтез»;
3. предложить меры по улучшению техники безопасности при работе в цехе получения НАК и синильной кислоты;
4. сделать заключение по готовности оперативной ликвидации аварийной ситуации.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования является цех СК и НАК предприятия ООО «Саратоворгсинтез» который предназначен для:

- получения и хранения нитрил акриловой кислоты;

- получения и промежуточного хранения синильной кислоты.

Метод исследования – прогнозирования масштабов заражения синильной кислотой на основе расчетов параметров заражения.

Структура работы. Работа состоит из введения, двух глав, заключения, списка литературы. Работа изложена на 62 страницах, содержит 9 таблиц, 2 рисунков, список литературы из 30 наименований.

Основное содержание работы. В обзоре литературы рассмотрены основные требования, предъявляемые по обеспечению безопасной работы на опасном производственном объекте (ОПО); нормативные документы [1-4], в соответствии с которыми организуется и эксплуатируется любой ОПО.

В главе 2 рассмотрены основные опасности данного производства:

1. возникновение нештатной ситуации при отключении электроэнергии;
2. пожар или взрыв на территории цеха;
3. разрыв коммуникаций или разгерметизация аппаратуры с химическими опасными ядовитыми веществами.

По методике, описанной в работе [5] проведено прогнозирование масштабов заражения при предполагаемых выбросах циановодорода.

Сценарий 1.

Первичное облако – облако, образующееся в результате мгновенного (1-3 мин) перехода в атмосферу части вещества из емкости при ее разрушении.

Вторичное облако – облако, образующееся в результате испарения разлившегося вещества с подстилающей поверхности.

- Исходные данные для проведения расчета

$$m_{\text{HCN}} = 30 \text{ тонн}$$

$$U_{\text{ветра}} = 4 \text{ м/с}$$

$$T_{\text{воздуха}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$d_{\text{HCN}} = 0.687 \text{ г/м}^3$$

Расчетная часть:

- Температура кипения жидкого HCN = 25,7 °С; следовательно, можно рассчитать только вторичное облако.
- Определение эквивалентного количества вещества во вторичном облаке:

$$Q_{\text{Э2}} = (1 - K_1) K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 K_7 \frac{Q_0}{hd}$$
$$= 1 * 0,026 * 3 * 2 * 0,08 * 0,66^{0,8} * 1 * \frac{30}{0,05 * 0,687} = 7,8 \text{ тонн}$$

$$K_1 = 0; K_2 = 0,026; K_3 = 3; K_4 = 2; K_5 = 0,08; K_6 = 2; K_7 = 1;$$

$$Q_0 = 30 \text{ т}; d = 0,687; h = 0,05.$$

- Время испарения циановодорода:

$$T = \frac{hd}{K_2 K_4 K_7} = \frac{0,05 * 0,687}{0,028 * 2 * 1} = 0,66 \text{ часа}$$

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

- Определение глубины зоны заражения для вторичного облака. Глубина зоны заражения для 5 тонн составляет 4.36 км, а для 10 тонн – 6.46 км. Интерполированием находим глубину зоны заражения для 7.8 тонн.

$$\Gamma_2 = 4.36 + \left(\frac{6.46 - 4.36}{10 - 5} \right) (7.8 - 4.36) = 5.8 \text{ км}$$

- Определяем полную глубину зоны заражения

$$\Gamma = \Gamma_2 + 0.5 * \Gamma_1 = 5.8 + 0.5 * 0 = 5.8 \text{ км}$$

- Находим предельно возможные значения глубины переноса воздушных масс: $\Gamma_{\text{П}} = Nu$, где N - время от начала аварии, ч;

$$\Gamma_{\text{П}} = 2 * 28 = 56 \text{ км}$$

u – скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха при данной скорости ветра и степени вертикальной устойчивости воздуха, км/ч (для конвекции = 28, при $v_{\text{ветра}} = 4 \text{ М/с}$)

- Определение площади зоны возможного заражения (км^2):

$$S_{\text{В}} = 8,72 * 10^{-3} * \Gamma^2 * j = 0,00872 * 5,8^2 * 45 = 13 \text{ км}^2$$

j - угловые размеры зоны возможного заражения (при $u_{\text{ветра}} = 4 \text{ М/с}$ j = 45)

• Площадь зоны фактического заражения $S_{\text{ф}}$ (км^2) рассчитывается по формуле:

$$S_{\text{ф}} = K_{\text{г}} * \Gamma^2 * N^{0,2} = 0,235 * 5.8^2 * 2^{0,2} = 9 \text{ км}^2 K_{\text{г}} = 0.235 \text{ при конвекции}$$

Таким образом, глубина зоны заражения циановодородом в результате аварии может составить 5.8 км; продолжительность действия источника заражения - около 0.66 часа; фактическая площадь заражения – 9 км^2 .

Сценарий 2.

Исходные данные

$$m_{\text{НАК}} = 30 \text{ тонн}$$

$$U_{\text{ветра}} = 4 \text{ м/с}$$

$$T_{\text{воздуха}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$d_{\text{HCN}} = 0.806 \text{ т/м}^3$$

Расчетная часть:

- Коэффициент $K_1 = 0$, следовательно, определить эквивалентное количество вещества можно только для вторичного облака.
- Определение эквивалентного количества вещества во вторичном облаке:

$$\begin{aligned} Q_{\text{Э2}} &= (1 - K_1) K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 K_7 \frac{Q_0}{hd} \\ &= (1 - 0) * 0,007 * 0.8 * 2 * 0.08 * 2^{0,8} * 1 * \frac{30}{0,05 * 0,806} \\ &= 1.16 \text{ тонн} \end{aligned}$$

$$K_1=0; K_2=0,007; K_3=0,08; K_4=2; K_5=0,08; K_6=2; K_7=1;$$

$$Q_0=30 \text{ т}; d=0,806; h=0,05.$$

- Время испарения циановодорода:

$$T = \frac{hd}{K_2 K_4 K_7} = \frac{0,05 * 0,806}{0,007 * 2 * 1} = 2.87 \text{ часа}$$

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

- Находим глубину зоны заражения для вторичного облака. Глубина зоны заражения для 1 т составляет 1.88 км, а для 3 т – 3.28 км. Интерполированием находим глубину зоны заражения для 1.4 т.

$$\Gamma_2 = 1.88 + \left(\frac{3.28 - 1.88}{3 - 1} \right) (1.4 - 1) = 2.16 \text{ км}$$

- Определяем полную глубину зоны заражения

$$\Gamma_{\text{Полн}} = \Gamma_2 + 0.5 * \Gamma_1 = 2.16 + 0.5 * 0 = 2.16 \text{ км}$$

- По формуле $\Gamma_{\text{II}} = Nu$, находим предельно возможные значения глубины переноса воздушных масс: $\Gamma_{\text{II}} = 2 * 28 = 56 \text{ км}$

где N - время от начала аварии, ч; u – скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха при скорости ветра 4 м/с и степени вертикальной устойчивости воздуха, км/ч (для конвекции = 28)

- Определение площади зоны возможного заражения (км^2):

$$S_B = 8,72 * 10^{-3} * \Gamma^2 * j = 0,00872 * 2.16^2 * 45 = 1.83 \text{ км}^2$$

j - угловые размеры зоны возможного заражения (данные табулированные)

- Площадь зоны фактического заражения $S_{\text{ф}}$ (км^2) рассчитывается по формуле:

$$S_{\text{ф}} = K_8 * \Gamma^2 * N^{0.2} = 0,235 * 2.16^2 * 2^{0.2} = 1.26 \text{ км}^2$$

$K_8 = 0.235$ при конвекции.

Таким образом, глубина зоны заражения НАКом в результате аварии может составить 2.16 км; продолжительность действия источника заражения - около 2.87 часа; фактическая площадь заражения – 1.26 км^2 .

Исходные данные для проведения расчета для HCN при изменении скорости ветра.

$$m_{\text{HCN}} = 30 \text{ тонн}$$

$$U_{\text{ветра}} = 1 \text{ м/с}$$

$$T_{\text{воздуха}} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$d_{\text{HCN}} = 0.687 \text{ т/м}^3$$

Расчетная часть:

- Температура кипения жидкого HCN = 25,7 0^C; следовательно, можно рассчитать только вторичное облако.
- Определение эквивалентного количества вещества во вторичном облаке.

$$Q_{э2} = (1 - K_1) K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 K_7 \frac{Q_0}{hd}$$

$$= 1 * 0,026 * 3 * 1 * 0,08 * 1,33^{0,8} * 1 * \frac{30}{0,05 * 0,687} = 6,84 \text{ тонн}$$

$$K_1 = 0; K_2 = 0,026; K_3 = 3; K_4 = 1; K_5 = 0,08; K_6 = 2; K_7 = 1;$$

$$Q_0 = 30 \text{ т}; d = 0,687; h = 0,05.$$

- Время испарения циановодорода.

$$T = \frac{hd}{K_2 K_4 K_7} = \frac{0,05 * 0,687}{0,026 * 1 * 1} = 1,33 \text{ часа}$$

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

- Определение глубины зоны заражения для вторичного облака. Глубина зоны заражения для 10 тонн составляет 19.2 км, а для 5 тонн – 12.53 км. Интерполированием находим глубину зоны заражения для 6.84 тонн.

$$\Gamma_2 = 12,53 + \left(\frac{19,2 - 12,53}{10 - 5} \right) (6,84 - 5) = 15 \text{ км}$$

- Определяем полную глубину зоны заражения

$$\Gamma = \Gamma_2 + 0,5 * \Gamma_1 = 15 + 0,5 * 0 = 15 \text{ км}$$

- По формуле $\Gamma_{\Pi} = Nv$, находим предельно возможные значения глубины переноса воздушных масс:

$$\Gamma_{\Pi} = 2 * 7 = 14 \text{ км}$$

где N - время от начала аварии, ч (2); v – скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха при данной скорости ветра и степени вертикальной устойчивости воздуха, км/ч (для конвекции = 7, при $v_{\text{ветра}} = 1 \text{ М/с}$)

- Определение площади зоны возможного заражения (км²):

$$S_{\text{в}} = 8,72 * 10^{-3} * \Gamma^2 * j = 0,00872 * 15^2 * 180 = 353 \text{ км}^2$$

j - угловые размеры зоны возможного заражения(при $v_{\text{ветра}} = 1 \text{ М/с}$ j = 180)

- Площадь зоны фактического заражения $S_{\text{ф}}$ (км²) рассчитывается по формуле:

$$S_{\text{ф}} = K_{\text{в}} * \Gamma^2 * N^{0,2} = 0,235 * 15^2 * 2^{0,2} = 60 \text{ км}^2$$

$$K_{\text{в}} = 0.235 \text{ при конвекции}$$

Таким образом, глубина зоны заражения циановодородом в результате аварии может составить 15 км; продолжительность действия источника заражения - около 1.33 часа; фактическая площадь заражения – 60 км²

Исходные данные для проведения расчета для НАК при изменении скорости ветра.

$$m_{\text{НАК}} = 30 \text{ тонн}$$

$$U_{\text{ветра}} = 3 \text{ м/с}$$

$$T_{\text{воздуха}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$d_{\text{HCN}} = 0.806 \text{ т/м}^3$$

Расчетная часть:

- Определение эквивалентного количества вещества во вторичном облаке.

$$\begin{aligned} Q_{\text{Э2}} &= (1 - K_1) K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 K_7 \frac{Q_0}{hd} \\ &= (1 - 0) * 0,007 * 0,8 * 1,67 * 0,08 * 2^{0,8} * 1 * \frac{30}{0,05 * 0,681} \\ &= 1.17 \text{ тонн} \end{aligned}$$

$$K_1 = 0; K_2 = 0,007; K_3 = 0,8; K_4 = 1,67; K_5 = 0,08; K_6 = 2; K_7 = 1;$$

$$Q_0 = 30 \text{ т}; d = 0,806; h = 0,05.$$

- Время испарения НАК.

$$T = \frac{hd}{K_2 K_4 K_7} = \frac{0,05 * 0,806}{0,007 * 1,67 * 1} = 3.45 \text{ часа}$$

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

- Находим глубину зоны заражения для вторичного облака. Глубина зоны заражения для 1 т составляет 1.88 км, а для 3 т – 3.28 км.

Интерполированием находим глубину зоны заражения для 1.17 т.

$$\Gamma_2 = 1.88 + \left(\frac{3.28 - 1.88}{3 - 1} \right) (1.17 - 1) = 2 \text{ км}$$

- Определяем полную глубину зоны заражения

$$\Gamma_{\text{Полн}} = \Gamma_2 + 0.5 * \Gamma_1 = 2 + 0.5 * 0 = 2 \text{ км}$$

- По формуле $\Gamma_{\text{П}} = Nv$, Находим предельно возможные значения глубины переноса воздушных масс:

$\Gamma_{\text{П}} = 2 * 21 = 42 \text{ км}$, где N - время от начала аварии, ч; v — скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха при скорости ветра 3 м/с и степени вертикальной устойчивости воздуха, км/ч (для конвекции = 21)

- Определение площади зоны возможного заражения (км^2):

$$S_B = 8,72 * 10^{-2} * \Gamma^2 * j = 0,00872 * 2^2 * 45 = 1.57 \text{ км}^2$$

j - угловые размеры зоны возможного заражения (данные табулированные)

- Площадь зоны фактического заражения $S_{\text{ф}}$ (км^2) рассчитывается по формуле:

$$S_{\text{ф}} = K_8 * \Gamma^2 * N^{0.2} = 0,235 * 2^2 * 2^{0.2} = 1.08 \text{ км}^2$$

$K_8 = 0.235$ при конвекции

Таким образом, глубина зоны заражения НАКом в результате аварии может составить 2 км; продолжительность действия источника заражения - около 3.45 часа; фактическая площадь заражения – 1.08 км^2 .

В целях предотвращения вероятности возникновения аварийных ситуаций и уменьшения количества выбросов АХОВ в окружающую среду:

- необходимо увеличить стойкость и надежность оборудования;
- своевременно проводить наблюдение за состоянием емкостей и их опорных конструкций;
- проводить мероприятия по повышению квалификации обслуживающего персонала цеха.

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 при работе с химически опасными веществами в цехе производства СК и НАК

Рассмотрены варианты возможных аварий и схема организации управления в чрезвычайных ситуациях.

Проведено прогнозирование масштабов заражения циановодородом и НАК при гипотетической аварии в различных условиях. Оценено влияние скорости ветра на глубину зоны заражения. При одинаковом классе опасности наиболее токсичным веществом является HCN.

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

Список литературы

1. Федеральным законом №116 от 21.07.1997 (ред. от 13.07.2015) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/
2. Постановление Правительства РФ от 26.08.2013 № 730 "Об утверждении Положения о разработке планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах".
URL: <https://giod.consultant.ru/documents/3584086>
3. Приказ Ростехнадзора от 31.12.2014 № 631. "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Требования к технологическим регламентам химико-технологических производств".
URL: <http://docs.cntd.ru/document/420247439>

4. Приказ Ростехнадзора от 11.03.2013 № 96. (с изменениями на 26 ноября 2015 года)" Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств".

URL: <http://docs.cntd.ru/document/499013213>

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

B.urf
22.06.2018