

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 экологической безопасности при работе с нефтепродуктами

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 441 группы

направления 20.03.01 «Техносферная безопасность»
код и наименование направления

Института химии
наименование факультета

Павлюченко Дмитрия Андреевича
фамилия, имя, отчество

Научный руководитель
К.Х.Н., доцент
должность, уч. степень, уч. звание

22.06.18 Кожина
дата, подпись

Л.Ф. Кожина
инициалы, фамилия

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

22.06.18 Черкасов
дата, подпись

Д.Г. Черкасов
инициалы, фамилия

Саратов 2018 г.

Общая характеристика работы. В настоящее время в мире происходят тысячи химических аварий при производстве, хранении, транспортировке и уничтожении химически опасных веществ. Масштабы возможных последствий чрезвычайных ситуаций на химических предприятиях указывают на актуальность проблем предупреждения и ликвидации аварий, а также защиты персонала и близко проживающего населения. Этими проблемами занимается промышленная безопасность.

Техногенная безопасность включает в себя, как составную часть проблемы химической опасности и ликвидации её последствий. Химическое загрязнение оказывает влияние в виде поражающих воздействий на человека и окружающую среду при возникновении чрезвычайных ситуаций в виде прямого или косвенного ущерба для человека и окружающей среды в процессе эксплуатации опасных промышленных объектов.

Актуальность работы. Создание безопасных условий труда на производстве является одним из главных приоритетов деятельности администрации предприятия и правительства.

Цель работы – рассмотрение возможных гипотетических сценариев возникновения и развития аварийной ситуации на предприятии ОАО «Саратовский нефтеперерабатывающий завод» на базе нефтей.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

1. проведение сбора и анализа литературы по вопросам загрязнения почвы и гидросферы нефтью и нефтепродуктами;
2. рассмотрение структуры резервуарного парка;
3. рассмотрение возможных источников возникновения аварийных ситуаций;
4. проведение оценки возникновения риска в случае аварии и последствия предполагаемых аварий.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования является участок ОРПиПН производства №4 предприятия ОАО «Саратовский НПЗ», который предназначен для:

- приема, хранения нефти по системе магистрального трубопровода АК Транснефть;
- приема, хранения нефти по системе магистрального трубопровода ОАО «Саратовнефтегаз »;
- приема, хранения нефти поступающей железнодорожным транспортом;
- подготовки нефти требуемого качества для подачи на установку ЭЛОУ-АВТ-6;
- перепуска нефти в резервуары участка РП (ПП) и возврата ее для подачи на установку ЭЛОУ-АВТ-6;
- налива нефти в нефтеналивные суда.
- приема нефти с нефтеналивных судов.

Метод исследования – метод сравнения и анализа данных литературы по вопросам экологической безопасности при работах с добычей, хранением и транспортировкой нефти; ликвидации последствий аварий; методы расчета параметров загрязнения при разливе нефти.

Структура работы. Работа состоит из введения, двух глав, заключения, списка литературы. Работа изложена на 59 страницах, содержит 4 таблицы, 14 рисунков, список литературы из 30 наименований.

Основное содержание работы. В обзоре литературы (глава 1) рассмотрены вопросы загрязнения почвы и гидросферы нефтью и нефтепродуктами[1-4], а также анализ данных Ростехнадзора в области промышленной безопасности на объектах нефтегазодобывающей промышленности и на нефтеперерабатывающих предприятиях [5].

В главе 2 рассмотрены основные опасности данного объекта:

1. Возникновение пожара и взрыва опасных концентраций газов в случае разгерметизации оборудования и трубопроводов или нарушения режима работы оборудования;
2. Отравление парами углеводородов, сероводорода;
3. Поражение электрическим током в случае выхода из строя электрооборудования и заземления;
4. Возможность падения на рабочем месте, падения при работе на высоте;
5. Получение термических ожогов;
6. Получение химических ожогов.

Используя данные о динамике аварийности и производственного травматизма за 2012 - 2017 года на опасных производственных объектах можно провести расчет риска гибели человека в аварии на ОПО. Для этого воспользуемся рекомендациями работами [6]:

$$R_1 = \frac{N_1}{N_2}$$

где R_1 - риск гибели человека в аварии на ОПО;

N_1 – количество несчастных случаев со смертельным исходом;

N_2 – число аварий.

Интервал колебаний риска гибели персонала при аварии колеблется от 0,3 до 0,7 и имеет скачкообразный характер.

Аналогичным образом был рассчитан риск возникновения аварии, результаты расчетов показывают, что риск возникновения аварии на опасном производственном объекте нефтегазодобывающей промышленности составляет величину (2,7 – 4,0) 10^{-3}год^{-1} неприемлемым, в соответствии с классификацией рисков по степени опасности и рекомендациями ВОЗ так как расчетная величина риска больше, чем 10^{-6}год^{-1} .

Используя данные о динамике аварийности и производственного травматизма со смертельным исходом за 2011-2017 гг на опасных производственных объектах нефтегазодобывающей промышленности можно

аналогичным образом рассчитать риск гибели человека. Рассчитанные величины риска гибели людей при аварии на предприятиях нефтегазодобывающей промышленности характеризуются постоянством (за исключением 2014 и 2017 гг., вероятно, по причине более строгого контроля за безопасностью выполнения производственных работ).

Риск возникновения аварии на опасном производственном объекте нефтегазодобывающей промышленности составляет величину (2,7 – 4,0) 10^{-3}год^{-1} неприемлемым, в соответствии с классификацией рисков по степени опасности и рекомендациями ВОЗ так как расчетная величина риска больше, чем 10^{-6}год^{-1} .

Регламентирующими источниками загрязнения, которое может возникнуть при работе исследуемого участка, являются испарение нефтепродуктов в процессе приемки, хранения, отпуска нефти и очистка резервуаров.

Нерегламентируемые источники - утечки нефти нефтепродуктов через уплотнительные узлы зазорной арматуры, перекачивающих насосов, трубопроводов и наливных устройств; вентиляция газового пространства резервуаров; сточные воды, содержащие нефть и нефтепродукты; перелив резервуаров; аварийные ситуации, разрушения резервуаров и коммуникаций, обусловленные процессами коррозии.

Расчеты площади разлива нефти при полном разрушении РВС и частичного разрушения трубопровода проводились в соответствии с методикой [7], основанной на минимальной оснащенности аварийно-спасательных служб предприятия.

При полном разрушении РВС площадь разлива ($F_{зр}, \text{м}^2$) определяется по формуле (1.1):

$$F_{зр} = f_з * Q \quad (1.1)$$

где $f_з$ – коэффициент разлива (м^{-1}), определяется исходя из расположения источника разлива на местности: 5 – при расположении в низине или на ровной поверхности с уклоном до 1%; 12 – при расположении

на возвышенности; Q – значение максимально возможного объема разлива, $м^3$.

Согласно плану по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов ОАО «Саратовский НПЗ», максимально возможный выброс нефти из резервуара, объемом $50\,000\, м^3$, может достигать (85.9%) $42952\, м^3$ – при расположении в низине или на ровной поверхности с уклоном до 1%

$$F_{зр} = 5 * 42952 = 214760\, м^2$$

- при расположении на возвышенности

$$F_{зр} = 12 * 42952 = 515424\, м^2$$

Форму зоны разлива принимаем в зависимости от расположения источника загрязнения на местности (коэффициента разлива). При расположении в низине или на ровной поверхности – в виде круга с радиусом ($R_{зр}$, $м$) по формуле (1.2). При расположении на возвышенности – в виде эллипса. Значения большой оси ($b_{зр}$, $м$) и малой оси эллипса ($a_{зр}$, $м$) определяют по формулам (1.3-1.4):

$$R_{зр} = \sqrt{\frac{F_{зр}}{\pi}} \quad (1.2)$$

где $\pi = 3,14$;

$F_{зр}$ – площадь загрязнения при разливе, $м^2$.

$$R_{зр} = \sqrt{\frac{214760}{3,14}} = 261,5\, м – \text{радиус при расположении в низине или на}$$

ровной поверхности с уклоном до 1%;

$$b_{зр} = \sqrt{\frac{K_{ук} * F_{зр}}{\pi}} \quad (1.3)$$

где $\pi = 3,14$;

$F_{зр}$ – площадь загрязнения при разливе, $м^2$;

$K_{ук}$ – коэффициент, характеризующий уклон местности (8 – для площадки с уклоном 1-3%; 16 – для площадки с уклоном >3%).

$$b_{зр} = \sqrt{\frac{8 * 515424}{3,14}} = 1145,9\, м – \text{значение большой оси эллипса для}$$

площадки с уклоном 1-3%

$$b_{зр} = \sqrt{\frac{16 \cdot 515424}{3,14}} = 1620,6 \text{ м} - \text{значение большой оси эллипса для}$$

площадки с уклоном >3%

$$a_{зр} = \frac{4F_{зр}}{\pi \cdot b_{зр}} \quad (1.4)$$

где $\pi = 3,14$;

$b_{зр}$ – большая полуось эллипса, м;

$F_{зр}$ – площадь загрязнения при разливе, м².

$$a_{зр} = \frac{4 \cdot 515424}{3,14 \cdot 1145,9} = 573 \text{ м} - \text{значение малой оси эллипса для площадки с}$$

уклоном 1-3%

$$a_{зр} = \frac{4 \cdot 515424}{3,14 \cdot 1620,6} = 405,2 \text{ м} - \text{значение малой оси эллипса для площадки}$$

с уклоном 1-3%

Вывод: в случае полного разрушения резервуара, объемом 50000 м³, нефть разольется на 214760 м² при расположении на ровной поверхности или на 515424 м² при расположении на возвышенности, нанося при этом ущерб окружающей среде.

Определение [8] годового объема потерь в результате суточных температурных колебаний можно рассчитать:

$$G_{мд}^{пл} = 6,7716 \cdot 10^{-4} \cdot kf \cdot \rho \cdot D \cdot [P/1,0133 - P]^{0,7} \cdot V_B^{0,7} \cdot k_3 \cdot k_p \cdot k_c$$

где $G_{мд}^{пл}$ – годовой объем потерь, т/год;

kf – коэффициент, характеризующий конструкцию резервуара (для сварного резервуара с одинарным или двойным уплотнением $kf=0,045$);

ρ – плотность нефтепродукта, кг/куб.м;

D – диаметр резервуара, м;

P – давление насыщенных паров нефтепродукта при средней температуре хранения, Па;

V_B – средняя годовая скорость ветра в Саратове 13,68 км/ч;

k_3 – коэффициент, характеризующий степень уплотнения затвора плавающей крыши (для эластичного неметаллического затвора - 1);

k_p - коэффициент окраски резервуара;

k_c - коэффициент, учитывающий хранимый продукт (для прямогонного бензина - 1, для стабилизированной сырой нефти - 0,75);

$$G_{\text{мд}} = 6,7716 \cdot 10^{-4} \cdot 0,045 \cdot 903,9 \cdot 60,7 \cdot \left[\frac{66700}{101325 \cdot 66700} \right]^{0,7} \cdot 13,68^{0,7} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 = \\ = 12,36 \text{ т/год}$$

Таким образом, резервуары для хранения нефтепродуктов наносят ущерб окружающей среде, работая в стационарном режиме.

Проведение расчета вероятной площади разлива нефти при аварии на трубопроводах с выходом на дневную поверхность без твердого покрытия *за пределами* селитебных территорий. Проводилось следующим образом. Вероятная площадь разлива ($F_{\text{зр}}$, м²) определяется по формуле, указанной в работе [29]:

$$F_{\text{зр}} = 53,3 \cdot (Q^{0,89}) \quad (1.5),$$

где Q – значение максимально возможного объема разлива нефти (м³).

$$F_{\text{зр}} = 53,3 \cdot (900^{0,89}) = 22698,8 \text{ м}^2$$

Радиус зоны разлива ($R_{\text{зр}}$, м) свободного растекания продуктов на поверхности без твердого покрытия рассчитывается по формуле (1.6):

$$R_{\text{зр}} = 0,5 \sqrt{25,5 \cdot Q} \quad (1.6),$$

где Q – значение максимально возможного объема разлива нефти (м³) принимаем равным 900 м³.

Радиус предполагаемой зоны разлива при свободном растекании нефти составляет:

$$R_{\text{зр}} = 0,5 \sqrt{25,5 \cdot 900} = 75,7 \text{ м}$$

Для снижения загрязнения окружающей среды необходимо выполнение работ по соблюдению требований безопасности на данном предприятии:

- неуклонно соблюдать требования технологического регламента и требования пожарной безопасности;

- своевременно проводить планово-предупредительный осмотр и ремонт оборудования;
- вводить новые технологии по снижению выбросов опасных веществ путем их улавливания и переработки;
- модернизировать устаревшее оборудование с помощью внедрения новых прогрессивных технологий.

Заключение

1. Проведен сбор данных и анализ литературы по вопросам загрязнения почвы и гидросферы нефтью и нефтепродуктами.
2. Проведена оценка риска на нефтеперерабатывающих предприятиях по результатам мониторинга Ростехнадзора.
3. Проведен расчет годового объема потерь нефти в результате температурных суточных колебаний при хранении нефти в РВС-ПК.
4. Рассчитана площадь разлива нефти в случае полного разрушения РВС при его расположении на ровной поверхности и на возвышенности.
5. Рассчитана площадь разлива и радиус зоны разлива при частичном разрушении трубопровода.
6. Предложены рекомендации по экологической безопасности исследуемого объекта.

Список литературных источников

1. Привалова Н.М. Воздействие нефти и нефтепродуктов на окружающую среду / М.В. Двадненко, А.А. Некрасова, Д.М. Привалов, О.С. Попова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – №125. – С. 2-8.
2. Кузьмина Р.И., Кожихина А.В., Иванова Ю.В., Ливенцев П.В. Охрана окружающей среды в нефтепереработке. – Саратов: Изд-во Саратов.ун-та, 2008. – С. 92-95.

3. Шамраев А.В. Влияние нефти и нефтепродуктов на различные компоненты окружающей среды / А.В. Шамраев, Т.С. Шорина // Вестник ОГУ. – 2009. - №6. – С. 56-60.
4. Ушаков С.А. Экологическое состояние территории России / под ред. С.А. Ушакова, Я.Г. Каца. – М.: Издательский центр «Академия», 2001. – С. 128-130.
5. URL: <http://www.gosnadzor.ru/> (дата обращения: 25.03.2018)
6. Раимбеков К.Ж. Оценка риска в области чрезвычайных ситуаций в задачах и примерах. Учебное пособие / К.Ж. Раимбеков, А.Б. Кусаинов. – Кокшетау: Кокшетауский технический институт КЧС МВД Республики Казахстан, 2017. – 21 с.
7. Методика расчета минимальной оснащенности аварийно-спасательных служб (формирований), предназначенных для локализации и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации, на континентальном шельфе и в исключительной экономической зоне Российской Федерации [Электронный ресурс] // Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий [Электронный ресурс] : [сайт]. – URL: http://mchs.gov.ru/upload/iblock/434/pril_001_070711.doc (дата обращения: 13.03.2018). Загл. С экрана. Яз. рус.
8. Яковлев, В.С. Хранение нефтепродуктов. Проблемы защиты окружающей среды. - М.: Химия, 1987. - 68 с.

 22.06.18