

*Савельев Д.В.,  
кандидат военных наук, доцент,  
начальник кафедры «Пожарной безопасности  
технологических процессов и производств»,  
Юрьева О.Ю., студент магистратуры  
факультет «Техносферная безопасность»  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙНЫХ ПРОЛИВОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ**

***Аннотация:** В настоящее время нефтегазодобывающая промышленность развивается интенсивными темпами. В связи с этим массовое завоевание получили процессы, связанные с хранением, переработкой и транспортировкой легковоспламеняющихся и горючих жидкостей (ЛВЖ и ГЖ). Вследствие того, что указанные вещества являются пожаровзрывоопасными, технологические процессы, в которых они обращаются, характеризуются повышенной пожарной опасностью. Наиболее часто аварийные ситуации на технологическом оборудовании, связанном с обращением ЛВЖ и ГЖ, происходят с проливами горючей жидкости в виде нефти и нефтепродуктов.*

*Целью написания данной статьи является показать актуальность и значимость этой проблемы, а также поиск методов ее решения.*

***Ключевые слова:** авария, пролив, нефтепродукты, ликвидация, безопасность*

***Annotation:** Currently, the oil and gas industry is developing at an intensive pace. In this regard, the processes associated with the storage, processing and transportation of flammable and combustible liquids (LVL and GJ) have become a*

*mass conquest. Due to the fact that these substances are fire and explosion hazardous, the technological processes in which they are handled are characterized by an increased fire hazard. Most often, emergencies on technological equipment associated with the circulation of LVH and GJ occur with spills of flammable liquid in the form of oil and petroleum products. The purpose of writing this article is to show the relevance and significance of this problem, as well as the search for methods to solve it.*

**Key words:** *accident, spill, oil products, liquidation, safety.*

## **Введение**

Аварийный пролив нефтепродуктов – это попадание в окружающую среду нефтепродуктов в результате аварий на резервуарах, в баках, емкостях, хранилищах, скважин, трубопроводов, железнодорожных цистерн, танкеров, сопровождаемое их разливом по производственным площадкам, прилегающим территориям, акваториям и создающее аварийную ситуацию. Основными характеристиками данного вида пролива являются объем или масса нефтепродуктов, скорость самого выброса, площадь территории или акватории, которая загрязнилась в результате аварийного выброса, далее с какой скоростью увеличивается данное загрязнение, так же скорость переноса нефтепродуктов по акватории или какова глубина загрязнения почвенного слоя, ну и конечно же какая концентрация газообразных фракций нефтепродуктов в воздухе.

Актуальность проблемы аварийного пролива нефтепродуктов заключается в том, что, подобного рода аварийные ситуации могут привести к опасным последствиям: крупным пожарам, зачастую сопровождающимся взрывами, а также к загрязнению окружающей среды и человеческим жертвам. Вследствие того, что ГЖ и ЛВЖ являются пожаровзрывоопасными, и технологические процессы, в которых они обращаются, характеризуются повышенной пожарной опасностью.

## **Объекты и методы исследований**

По данным Министерства энергетики в России только за 2019 год произошло более 17 171 аварий, связанных с проливом нефти. Последняя крупная авария, связанная с аварийным проливом нефтепродуктов, произошла 14 мая 2021 года в Пуровском районе ЯНАО. На Карамовском нефтяном месторождении прорвало внутрипромысловый трубопровод, в результате чего выброс составил 3 тыс. кубометров нефти.

Основными причинами разливов нефти и нефтепродуктов являются:

- Аварийные проливы при добыче и транспортировке.
- Незаконные врезки в нефтепроводы.
- Изношенность оборудования.
- Нарушение правил эксплуатации оборудования.
- Неоперативное реагирование.
- Несовершенство технологий.

В результате аварийного выброса пожаровзрывоопасных веществ могут произойти следующие процессы:

- вспышечный пожар и взрыв парового облака;
- огневой шар;
- струйный факел;
- пожар пролива горючих жидкостей.

**Взрыв парового облака.** Смесь капель вещества, его паров и воздуха представляет собой паровое облако. Такое образование может возникнуть при истечении горючей жидкости в течение часа или более. Так же подобное облако может образоваться в результате быстрого выброса вещества, способного мгновенно испаряться [1]. Возникает дефлаграционное горение, которое протекает в режиме широкого диапазона скоростей распространения пламени [1, 4], Характеристики вспышечного облака близки к показателям диффузионного пламени пожара разлива [5]. Вспышечный пожар может начаться на открытой площадке, и может перерасти в объемный взрыв [3]. Но

подобное происходит редко, так как даже при длительном испарении ЛВЖ, редко образуются массы паровых облаков, в таком количестве, чтобы переходить к механизму взрыва [6].

**Огневой шар.** Перегретое паровое или аэрозольное облако крупномасштабного горения представляет собой огневой шар. Паровоздушная смесь с преобладанием в своем составе топлива, вследствие чего не способное объемно детонировать, начинает гореть вокруг своей внешней оболочки и вытягиваться, образуя таким образом огневой шар [1]. Опасность такого явления, как огневой шар, заключается в его способности выходить дальше безопасных расстояний, что полностью выводит его поражающее действие за рамки обычных пожаров [9].

**Струйный факел.** При разгерметизации аппаратов и трубопроводов происходит истечение газов и паров, что приводит к возникновению такого явления как струйный факел. Длительность существования подобного явления зависит от полного опорожнения системы, и может протекать до нескольких десятков минут [4]. При истечении горючих жидкостей из дефектных отверстий трубопроводов, находящихся под давлением, могут образоваться мощные горящие струи [3].

**Пожары пролива.** Над поверхностью пролива при разлинии горючих жидкостей, может образоваться паровоздушная смесь, у которой имеется концентрации между нижним и верхним пределами распространения пламени. Многие горючие жидкости могут воспламеняться даже от маломощных тепловых импульсов, в зависимости от значений энергии зажигания. Пожар пролива зависит от испаряемости жидкости, которая определяет количество пара над разлитием, а также от степени смешения воспламеняющихся паров с воздухом [1]. Диффузионный режим горения возникает в случае возникновения химической реакции между горючим пространственным и окислителем в результате их смешения при молекулярной или турбулентной диффузии, до этого момента они были разделены [1]. В своей книге В. Маршал

приводит несколько примеров ситуаций, при которых возможно возникновение пожаров пролития. Первый пример, пожар в резервуаре хранения, который в результате аварии остался без крыши. Второй пример, пожар в пределах обвалования, то есть разливе пространственно ограничено. Приводятся примеры пожаров при разливе на поверхность земли, здесь форма и глубина самого пожара определяется особенностью места разлива [1].

**Локализация разливов** Первостепенной задачей при устранении аварии пролива нефтепродуктов является немедленная локализация разлива. Существует множество технологий для быстрого реагирования на местах аварии. Главной опорой на суше служит подпорная стенка, представляющая собой массивное ограждение. Но когда дело касается масштабных разливов нефти и нефтепродуктов, к локализации подключают траншеи. Локализация нефтяного пятна в водной среде осуществляется с участием боновых заграждений. Они бывают отталкивающими (их используют в экологически важных местах и для защиты побережья), сорбирующими (для впитывания нефти, таким образом уменьшая ее концентрацию), надувными ( их используют для первоначального заточения пятна).

**Основные методы устранения разлива.** Для каждого конкретного случая выбор метода для ликвидации нефтяных загрязнений будет индивидуальным. Это зависит от природных и климатических условий, от рельефа местности и от объема пролитого нефтепродукта. Ликвидация разлива - это процесс трудоемкий и стоит огромных финансовых вложений, поэтому предупредить проблему всегда легче, чем ее устранить. Существуют следующие методы устранения разлива:

- Термический. Данный метод заключается в выжигании слоя нефти при ее достаточной толщине.
- Механический метод подразумевает собой сбор нефти от ручного вычерпывания до машинного оборудования.

- Физико-химический метод используется при малой толщине нефтяной пленки с применением сорбентов и диспергентов.

- Биологический. Преимущество данного метода состоит в использовании природных микроорганизмов.

Следует заметить, что даже с использованием указанных методов достигнуть хороших результатов очистки на местах нефтяных аварий довольно затруднительно.

**Сбор нефтепродуктов с водной поверхности.** Для ликвидации разлива нефтепродуктов с водной поверхности применяются специальные технические средства называемые нефтесборщики, которые оснащены нефтесборными устройствами (скиммерами), собирающими верхний слой воды вместе с нефтяной пленкой. Типы скиммеров используют разные, в зависимости от объема разлившихся нефтепродуктов и их состава, а также от погодных условий. Скиммеры бывают самоходные, стационарные, буксируемые и переносные. Также они различаются по принципу своего действия:

- гидродинамические разделяют жидкости разной плотности (нефть и вода),

- вакуумные скиммеры всасывают поверхностный слой воды, для дальнейшего отделения нефти,

- пороговые (через прохождение порога отделяется вода от нефти),

- олеофильные (продукты нефти налипают к олеофильным материалам).

Для обеспечения большей эффективности мероприятиям по предупреждению нефтяных аварий и их ликвидации правительством РФ был утвержден комплекс нормативных документов, регулирующий деятельность предприятий по добыче, транспортировке, переработке нефти и нефтепродуктов.

## **Результаты исследования**

Подводя итоги, необходимо заметить, что, определенно, эффективность применяемых мер по ликвидации пролива определяется в значительной мере временным фактором. Для этого необходимо на основании исходной информации об аварийном разливе нефти определить направление и скорость движения нефтяного пятна, разработать несколько сценариев ликвидации аварийных ситуаций. После чего важно обеспечить выполнение организационно-технических мероприятий по привлечению к работам, достаточное количество необходимых технических средств, сорбентов и боновых заграждений с учетом неснижаемых запасов портов. Также, при возможности, нужно использовать метод лазерной очистки поверхностей водоемов от нефтяной пленки, так как он имеет значительные преимущества перед механическими и химическими способами очистки: является быстрым, бесконтактным и универсальным.

## **Заключение**

Для многих государств все более приоритетными становятся экологические проблемы, связанные с нефтяными разливами. Каждый год в России совершается только официально зарегистрированных аварий около 10 тысяч, настоящие же цифры назвать никто не может и их куда больше. Исходя из текущей ситуации, основной задачей является минимизировать пагубные последствия аварий. Поэтому огромное значение при ликвидации проливов нефти и нефтепродуктов будет иметь скорость реагирования персонала, качество сбора сырья и экологичность применяемых технологий.

## **Литература:**

1. Маршалл, В. Основные опасности химических производств / В. Маршал. – М.: Мир, 1989. – 672 с.
2. Опасные технологии и производства: учебное пособие. – СПб.: Изд-во Политехнического Университета, 2007. – 236 с.

3. Гимранов, Ф.М. Возможные сценарии развития аварий на нефтехимических производствах / Ф.М. Гимранов // Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда. 2012. – № 1 (63). – С. 54-56.
4. Сафонов, В.С. Теория и практика анализа риска в газовой промышленности / В.С. Сафонов, Г.Э. Одишария, А.А. Швыряев. – М.: НУМЦ Минприроды России, 1996. – 207 с.
5. Руководство по оценке пожарного риска для промышленных предприятий. – М.: ВНИИПО, 2006. – 93 с.
6. Бесчастнов М.В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение / М.В. Бесчастнов. – М.: Химия, 1991. – 432 с.
7. Якуш С.Е. Гидродинамика и горение газовых и двухфазных выбросов в открытой атмосфере: дис. ... д-ра физ.-мат.наук: 01.02.05 / Якуш Сергей Евгеньевич. М., 2000. – 336с.
8. ГОСТ Р 12.3.047-98. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. – М.: Стандартиформ, 2014. – 85 с.
9. Marshall V.C. Chemical conurbations, the domino danger. Chemical Engineering in a Hostile World: Eurochem Conference, 20-24 June 1977, National Exhibition Centre, Birmingham, England.
10. Ученые заметки ТОГУ // Электронное научное издание, 2014. – Т.5. – № 4. – С. 1045 – 1050.