АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ОПАСНЫХ СВОЙСТВ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА НЕФТЯНЫХ ТЕРМИНАЛАХ РОССИИ

ANALYTICAL REVIEW OF HAZARDOUS PROPERTIES OF PEYROLEUM PRODUCTS AT RUSSIAN OIL TERMINALS

УДК 614.8, 628.196

Ситников Михаил Владиславович, студент 2 курс магистратуры, факультет «Энергомашиностроения», Московский государственных технический университет им. Н.Э. Баумана, Россия, г. Москва

Sitnikov Mihail Vladislavovich, e-mail mikeximik@mail.ru

Аннотация

В статье рассмотрен основной состав элементов нефтяных терминалах, кратко перечислены возможные причины чрезвычайных ситуаций (ЧС) и дан анализ пожароопасных и токсичных свойств нефтепродуктов, используемых в технологическом процессе работы терминала. Так же в статье представлена статистика возникновений чрезвычайных ситуаций (ЧС) на нефтяных терминалах в сопровождении графических иллюстраций. Немаловажным разделом в статье является рассмотрение влияния нефтепродуктов на организм человека.

Annotation

The article considers the main composition of the elements of oil terminals, briefly lists the possible causes of emergency situations (emergencies) and analyzes the fire-hazardous and toxic properties of petroleum products used in the technological process of the terminal. The article also presents statistics on the occurrence of emergency situations (emergencies) at oil terminals, accompanied by graphic

illustrations. An important section in the article is the consideration of the effect of petroleum products on the human body.

Ключевые слова: нефтепродукты, температура вспышки паров, температура самовоспламенения, пределы взрываемости, предельно допустимые концентрации (ПДК), комплексный нефтяной терминал (КНТ)

Keywords: petroleum products, vapor flash point, auto-ignition temperature, explosion limits, maximum permissible concentrations (MPC), integrated Oil terminal (CST)

Введение

На нефтяных терминалах все типовые процессы относятся к гидродинамическим (хранение, слив-налив нефтепродуктов, транспортирование нефтепродуктов по трубопроводам). Сложных реакционных, массо-, теплообменных процессов нет, процессы, протекающие при высоких температурах, отсутствуют.

Гидродинамические процессы связаны, со следующим оборудованием: емкостное оборудование (стационарные резервуары, танкеры, ж/д цистерны и автоцистерны), насосное оборудование, трубопроводные системы различных диаметров и протяженности. Емкостное оборудование является источником повышенной опасности из-за значительных объемов нефтепродуктов (максимальный объем стационарного резервуара 20000 м3).

Изучая статистику разрушений резервуаров, можно отметить, что на практике большинство хрупких разрушений РВС возникает от сварочных дефектов или трещин малоцикловой усталости, возникающих вблизи мест концентрации напряжений. Характерными местами разрушений являются технологические отверстия и монтажные соединения. К аварийным ситуациям при хранении нефтепродукта нередко приводит осадка грунта основания РВС.

Опасными веществами, с которыми ведется работа на основной площадке КНТ по хранению и перевалке нефти и нефтепродуктов являются: сырая нефть, базовые масла, автомобильные бензины, нафта, газовый конденсат, дизельное

топливо, авиационное топливо, судовое топливо, а также в незначительных количествах - присадки к автомобильным бензинам, антифриз, этиленгликоль, углеводородный газ.[1,2] Характеристики токсичности, пожарной и взрывной опасности перечисленных веществ, а также учет суммарного количества хранящихся нефтепродуктов, требуют отнести нефтяные терминалы к опасным объектам, к декларируемым производствам. В статье приведена подробная информация об опасных свойствах, наиболее часто встречающихся на практике, нефтепродуктах.

Статистика ЧС на нефтяных терминалах

Предприятия нефтехимической и нефтеперерабатывающей отраслей промышленности, включая нефтяные терминалы, относятся к наиболее пожароопасным объектам. Высокая пожарная опасность данных предприятий обусловлена наличием большого объема опасных веществ, обращающихся в технологическом процессе. Аварийная разгерметизация технологического оборудования на предприятиях по приему углеводородного сырья из нефтепроводов и железнодорожных цистерн в стационарные РВС, а также по наполнению речных и морских судов. Утечки нефтепродуктов при разгерметизации могут привести к крупным пожарам и взрывам. В связи с этим важно оценить частоту возникновения пожароопасного события, которая определяется путем аналитического обзора уже произошедших аварий [1].

По статистическим данным о произошедших авариях в нашей стране на объектах хранения и переработки нефтепродуктов, наблюдается тенденция к снижению с годами количества ЧС. Частота возникновения пожаров и число пострадавших в них людей снижается, несмотря на это показатели не утешительны и уступают аналогичным данным стран Европы и США. За последние 10 лет, из анализа произошедших аварий видно, что есть сдвиги в сторону уменьшения количества погибших людей, но они по-прежнему превышают средние показатели развитых стран [2,4,5]. Основными аварийными сценариями, представляющими опасность для предприятия и прилегающей территории, являются пожар пролива нефтепродуктов, взрыв газо-воздушной

смеси и аварийная загазованность. Так, за период с 2007 по 2016 г. произошло 126 опасных происшествий, в том числе 65 пожаров (51 % от общего количества чрезвычайных происшествий), 46 взрывов (37 %), 15 выбросов опасных веществ (12 %). На рисунке 1 представлена подробная статистика аварий, произошедших за 2007-2016 годы на хранилищах и промышленных объектах, работающих с нефтепродуктами. Представленная статистика свидетельствует о сложно предсказуемых ЧС на нефтяных терминалах, их случайный характер. Это обстоятельство в еще большей степени, требует от инженеров и ученых усовершенствования методик диагностики оборудования, разработки средств защиты и автоматического регулирования рабочими процессами.



Рисунок 1. Количество пожаров на КНТ.



Рисунок 2. Количество выбросов токсичность газов на КНТ.



Рисунок 3. Количество взрывов на КНТ

Влияние нефтепродуктов на организм человека

В результате клинической диагностики и лечения, выявлены хронические профессиональные заболевания. Они возникают в результате длительного (более 8 лет) воздействия на организм токсичных веществ, образующихся при контакте с нефтепродуктами. Проведенные исследования в 2016-2018 годах показали, что работа с сырой нефтью, бензином, парафином, смазочными маслами, нефтяным коксом вызывает хронические нарушения практически во всех системах организма человека. Нарушается работа дыхательной сердечно-сосудистой, кроветворной, эндокринной и репродуктивной систем. При этом наблюдается поражение пищеварительного тракта и кожных покровов.

Хроническую интоксикацию можно разделить на три степени нарушения систем организма. [5,6,7,8,9]

1) легкую:

- повышенная возбудимость вегетативной нервной системы, гипергидроз - повышенное потоотделение;

- акроцианоз - синюшная окраска кожи, связанная с недостаточным кровоснабжением мелких капилляров;

- ярко-розовый дермографизм - изменение цвета и легкое покраснение

кожи;

- выраженный глазосердечный рефлекс - нарушение связи тройничного и блуждающих нервов, приводящее к снижению пульса;

- лабильность пульса - раздражительная слабость, быстрая утомляемость, сниженное артериальное давление, учащение пульса, тахикардия;

- повышенная мышечная возбудимость, тремор пальцев рук; нарушение функции печени;

- гипербилирубинемия - повышенный уровень билирубина (желчный пигмент);

- снижение холинэстеразной активности крови - нарушение ее ферментного состава;

2) средняя:

- проявление энцефалопатии – поражение головного мозга, параллельно признаки токсического

гепатита, гастрита, конъюнктивита, дерматита;

- анизокория – поражение нервных волокон в глазодвигательном нерве;

- нистагм – непроизвольное колебательные движение глаз высокой частоты, несколько сотен в минуту;

- асимметрия лицевой иннервации – нарушение связи лицевых мышц с центральной нервной системой;

- легкие пирамидные нарушения – группа патологических реакций, возникающих в следствие поражения центрального нейрона коры головного мозга;

- увеличение печени, тахикардия, приглушение тонов сердца;

- систолический шум – патология в клапанах сердца;

- снижение вольтажа основных зубцов ЭКГ;

3) тяжелая:

- тревога, фобии, галлюцинации;

- астмоидные - бронхиты, бронхиальная астма;

- гепатомегалия – патологическое увеличение размеров печени;

-кардиопатия – сердечно-сосудистое заболевание с отклонениями развития тканей сердечной мышцы;

- дерматиты, изменения пигментной, антитоксической, ферментативной функции;

- нарушение жирового обмена, тяжелая токсическая анемия.

Далее в таблице представлены характеристики свойств и воздействие каждого нефтепродукта на организм человека.

Таблица 1. Сводная таблица характеристик и показателей взрывной, пожарной и токсичной опасности нефтепродуктов, характерных в технологическом процессе

Нефть	Маслянистая легковоспламеняющаяся жидкость от светло-коричневого (почти бесцветного) до темно-бурого (почти черного) цвета. Температура вспышки - минус 28°С (в закрытом тигле). Температура самовоспламенения - не ниже 250°С. Пределы взрываемости (нижний) -0,9-2,2 % об. 3-й класс опасности. ПДК в воздухе рабочей зоны 10 мг/м^3 (максимально разовая). Контакт с нефтью вызывает сухость кожи, пигментацию или стойкую эритему, приводит к образованию угрей, бородавок на открытых частях тела. Острые отравления парами нефти вызывают повышение возбудимости центральной нервной системы, снижение кровяного давления и обоняния. Нефть, попав в окружающую среду, оказывают негативное воздействие на водоемы, почву, грунтовые и подземные воды, являются ядами для любых живых организмов. При горении нефти и нефтепродуктов в атмосферу выделяется большое количество газообразных продуктов горения, имеющих длительное канцерогенное, мутагенное и тератогенное воздействие (оксид и диоксид углерода, оксиды азота, сероводород, оксиды серы, синильная кислота, формальдегид, сажа и др.). В результате воздействия поражающих факторов аварии на людей возможны: -токсическое отравление человека парами и продуктами полного и неполного сгорания при воспламенении; -термические ожоги при воспламенении; -поражение человека в результате воздействия ударной волны, а также осколков, обломков оборудования и строительных конструкций при взрывах.
Базовые масла	Горючая жидкость. Температура вспышки 180-230°С. Температура самовоспламенения 340-380°С. 3-й класс опасности. ПДК в воздухе рабочей зоны 300 мг/м^3 (для летучих углеводородов), 5

	мг/м^3 (туман масла). Является раздражителем кожи, могут появляться экземы, дерматиты, фолликулиты. Вдыхание паров масел приводит к развитию бронхита, липоидной пневмонии, белковой дистрофии печени и почек. При остром отравлении, вызванном вдыханием тумана масла - головная боль, тошнота, рвота, сердцебиение, сонливость, раздражение органов дыхания. Воздействие на окружающую среду, в том числе от поражающих факторов аварии см. в свойствах опасного вещества нефть.
Автомобильные бензины, нафта	Бесцветная легковоспламеняющаяся жидкость. Температура вспышки минус 39°С - минус 27°С. Температура самовоспламенения не ниже 250°С. Пределы взрываемости: минус 39 °С до минус 8 °С, 1-6 %. Пары бензина оказывают на организм человека наркотическое действие, при воздействии на кожу вызывают дерматит. Характерно развитие судорог, замедляется пульс, понижается кровяное давление, нарушается ритм дыхания. Высокая температура воздуха обычно усиливает наркотический эффект паров бензина, однако низкие температуры усиливают токсический эффект (для особо чистых бензинов), при очень высоких концентрациях бензина возможны молниеносные отравления с потерей сознания и в случае неоказания квалифицированной медицинской помощи возможна быстрая смерть. Воздействие на окружающую среду, в том числе от поражающих факторов.
Газовый конденсат	Коричневая легковоспламеняющаяся жидкость. Температура вспышки - минус 23°С. Температура самовоспламенения - не ниже 250°С. Пределы взрываемости 0,5-5,0 % об. 4-й класс опасности. ПДК в воздухе рабочей зоны - по углеводородам алифатическим предельным С1-10 (в пересчете на С): 900 мг/м3 (максимально разовая) 300 мг/м3 (среднесменная) ПДК в атмосферном воздухе - по смеси предельных углеводородов С6Н14 - С10Н22: 50 мг/м3 (максимально разовая) 5 мг/м3 (среднесуточная) Пути проникновения в организм - ингаляционный и через кожу. При вдыхании раздражает слизистую оболочку дыхательных путей, обладает наркотическим действием. При попадании в глаза и кожу вызывает воспаление слизистой оболочки глаз и кожи. Пары могут вызывать: при умеренных концентрациях отравление, при котором возникают головная боль, головокружение, сердцебиение, слабость, психическое возбуждение, беспричинная веселость, сухость во рту, тошнота, дрожание мышц, судороги, болезненность нервных стволов при надавливании, позже - потеря сознания; при очень высоких концентрациях (0,5-1,6%) возможны молниеносные отравления с потерей сознания, и если пострадавший остается в отравленной атмосфере, возможна быстрая смерть. Воздействие на окружающую среду, в том числе от поражающих факторов аварии см. в свойствах опасного вещества нефть.
Дизельное топливо	Легковоспламеняющаяся жидкость. Температура вспышки - не ниже 55 °С (в закрытом тигле). Температура самовоспламенения - 300-310°С.

	Пределы взрываемости: 62-119 °С, 2-3 % об. 4-й класс опасности. ПДК в воздухе рабочей зоны - по углеводородам алифатическим предельным С1-10 (в пересчете на С): 900 мг/м3 (максимально разовая) 300 мг/м3 (среднесменная) ПДК в атмосферном воздухе - по смеси предельных углеводородов С6Н14 - С10Н22: 50 мг/м3 (максимально разовая) 5 мг/м3 (среднесуточная). Дизельное топливо относится к вредным веществам, обладающим наркотическим действием, и поражающим главным образом центральную нервную систему. Мутагенными, аллергенными, и выраженными кумулятивными свойствами не обладает. Пары топлива сильно раздражают слизистые оболочки и глаза. При остром отравлении нарами топлива возникает головная боль, головокружение, слабость, психическое возбуждение, вялость, кашель, шум в ушах, легкие подергивания мышц, дрожание рук, мышечные судороги всего тела, расстройство координации, чувство опьянения. В атмосфере с очень высокой концентрацией паров, человек теряет сознание, и, если не будет оказана своевременная помощь, могут возникнуть сильные судороги, и произойдет остановка дыхания. При попадании на кожу возможны заболевания фолликулярного аппарата, возникновение дерматитов, милиарных фолликулитов с гиперкератозом пузырьковых экзем. Воздействие на окружающую среду, в том числе от поражающих факторов аварии см. в свойствах опасного вещества нефть.
Авиационное топливо	Бесцветная легковоспламеняющаяся прозрачная жидкость. Температура вспышки - не ниже 38 °С. Температура самовоспламенения 230°С. Пределы взрываемости: 25-65 °С. 4-й класс опасности. ПДК в воздухе рабочей зоны по углеводородам алифатическим предельным С1-10 (в пересчете на С): 900 мг/м3 (максимально разовая) 300 мг/м3 (среднесменная). Пары алифатических предельных углеводородов при вдыхании оказывают наркотическое действие на организм человека. При попадании на слизистые оболочки и кожу человека топливо вызывает их поражение и возникновение кожных заболеваний. Длительный контакт с топливом может привести к изменению функций центральной нервной системы и увеличить риск заболеваемости органов дыхания у человека. Воздействие на окружающую среду, в том числе от поражающих факторов аварии см. в свойствах опасного вещества нефть
Судовое топливо	Горючая прозрачная жидкость. Температура вспышки 62 °С (в закрытом тигле). Температура самовоспламенения не ниже 350°С. Пределы взрываемости: 62-105 °С (для судового дистиллятного топлива) 91-155 °С (для судового остаточного топлива) 4-й класс опасности ПДК в воздухе рабочей зоны по углеводородам алифатическим предельным С1-10 (в пересчете на С): 900 мг/м3 (максимально разовая) 300 мг/м^3 (среднесменная) Пары алифатических предельных углеводородов в высоких концентрациях воздействуют на центральную нервную систему и

	оказывают наркотическое действие на человека при вдыхании. Судовые топлива раздражают слизистую оболочку и кожу человека, вызывая ее поражение и возникновение кожных заболеваний. При длительном контакте судовые топлива вызывают изменения функций нервной системы, повышенную заболеваемость органов дыхания у человека. Воздействие на окружающую среду, в том числе от поражающих факторов аварии см. в свойствах опасного вещества нефть.
Присадки к автомобильным бензинам (HITEC 6430, HITEC 6437)	Легковоспламеняющаяся прозрачная маслянистая жидкость коричневого или янтарного цвета. Температура вспышки (в закрытом тигле): 56 °С (HITEC 6430), 60 °С (HITEC 6437). 4-й класс опасности. ПДК в воздухе рабочей зоны по углеводородам алифатическим предельным С1-10 (в пересчете на С): 900 мг/м3 (максимально разовая) 300 мг/м3 (среднесменная). Вызывает раздражение дыхательных путей (вдыхание), раздражение глаз при попадании, при длительном воздействии - аритмия, неблагоприятное воздействие на кровь, печень, сердце, легкие. Воздействие на окружающую среду, в том числе от поражающих факторов аварии см. в свойствах опасного вещества нефть.
Этиленгликоль, антифриз	Горючая жидкость. Температура вспышки 111°С (в закрытом тигле) Температура самовоспламенения 412°С. Пределы взрываемости 3,8-6,4 %. 3-й класс опасности. ПДК в воздухе рабочей зоны: 10 мг/м3 (максимально разовая), 5 мг/м3 (среднесменная). Оказывает наркотическое действие, может вызвать головную боль, головокружение, вызывает раздражение глаз, верхних дыхательных путей, при приеме во внутрь – тяжелые отравления с поражением жизненно важных органов, 100 мл может дать летальный исход. Воздействие на окружающую среду, в том числе от поражающих факторов аварии см. в свойствах опасного вещества нефть.

Технические решения по обеспечению безопасности

Анализируя многообразие негативных воздействий на организм человека нефти и ее производных, необходимо в процессе функционирования терминалов использовать инженерные и санитарно-профилактические меры защиты персонала.

- меры предосторожности: применение взрывозащищенного электрооборудования в соответствии с категорией и группой взрывоопасной смеси нефтепродуктов, полная герметизация оборудования и трубопроводов. Все производственные помещения оборудуются приточно-вытяжной вентиляцией. На технологических трубопроводах во избежание повышения

давления при нагреве от солнечной радиации установлены предохранительные клапаны, сбросы от которых направляются в дренажные емкости Е-202/1, Е-203/1. В помещениях запрещается обращение с открытым огнем, искусственное освещение должно быть выполнено во взрывобезопасном исполнении, все работы должны выполняться инструментом, не дающим искру. Оборудование, где возможно появление статического электричества, должно быть заземлено. Не допускать разлива, испарения; осторожность при использовании огня и источников повышенных температур.

- средства защиты: промышленные фильтрующие противогазы марки А, шланговые противогазы марок ПШ-1, ПШ-2, изолирующие противогазы; специальная одежда (рукавицы, защитные фартуки, резиновая обувь и др.), защитные очки.

- методы перевода вещества в безвредное состояние: при разливе на открытой площадке место разлива засыпают песком с последующим его удалением и обезвреживанием, вентиляция помещения, с целью уменьшения концентрации паров сернистых и ароматических соединений в воздухе, создание водяных завес и преград. В случае разлития собрать продукт в специальную тару, загрязненный грунт промыть большим количеством воды.

- средства тушения: пены на основе фторированных пенообразователей.

- меры первой помощи пострадавшим от воздействия поражающих факторов при аварии: при попадании в организм через рот – промывание желудка водой или содовым раствором, покой, согревание грелками, как антидот применяется этиловый спирт, обязательная госпитализация; при попадании на кожу – обмыть теплой водой с мылом.

- оперативный контроль: показания, вынесенные в систему управления на экран в операторной, периодически сверяются с показаниями приборов, установленных непосредственно на аппаратах и оборудовании. Постоянный контроль исправности схем сигнализации (проверки световой и звуковой сигнализации и т.п.).

- меры специального обучения персонала: периодически-повторные

инструктажи, повышение квалификации с получением удостоверений права на выполнение опасных работ.

Выводы

1. Результаты обзора показали, что на нефтяных терминалах располагается большое количество разнообразных по своим физико-химическим и токсическим свойствам опасных нефтепродуктов различных по составу. Основными характерными показателями, определяющими опасность нефтепродуктов, являются; температура вспышки паров, температура самовоспламенения, температурные и концентрационные пределы взрываемости, предельно допустимая концентрация нефтепродуктов в воздухе рабочей зоны (ПДК).

2. Все нефтепродукты обладают выраженными взрывопожароопасными свойствами и при нарушении технологического процесса и целостности оборудования могут привести к чрезвычайному происшествию; гибели людей, нарушению экологического равновесия местности, разрушению зданий и сооружений. Пожарная опасность нефти и ее производных, согласно ГОСТ 19433 – 88. Пожарам на нефтяных терминалах присваивается класс В, подкласс В1: горение жидких веществ, не растворяемых в воде (бензин, нефтепродукт), а также твердых продуктов (парафин).

3. Воздействие нефтепродуктов и их паров могут оказать неблагоприятное воздействие, вплоть до летального исхода, на обслуживающий персонал терминала. Паталогические изменения в организме наблюдаются при длительном воздействии на персонал продуктов на основе нефти. Интоксикация организма и изменения во всех физиологических системах, следовательно, потеря трудоспособности протекает в три стадии: легкой, средней и тяжелой.

Литература

1. Справочник химика 21 химия и химическая технология. Основные физико-химические свойства нефти и нефтепродуктов. – chem21.info
2. А.В. Краснов, З.Х. Садыкова, Д.Ю. Перегожин, И.А. Мухин Статистика чрезвычайных происшествий на объектах нефтеперерабатывающей и

нефтехимической промышленности за 2007-2016 гг. // Нефтегазовое дело – 2017. - №6. – С.179-191 http://ogbus.ru/files/ogbus/issues/6_2017/ogbus_6_2017_p179-191_KrasnovAV_ru.pdf

3. Справочник химика 21 химия и химическая технология. Пожарная опасность нефти и нефтепродуктов. – chem21.info
4. Международная организация труда. Мировая Статистика ILO. [Электронный ресурс] Режим доступа: www.ilo.org>WCMS_249276>lang--ru
5. ТАСС. Декабрь 2018 г. Число погибших на производстве за 11 месяцев снизилось на 2 %. [Электронный ресурс] Режим доступа: tass.ru>obschestv.
6. Т.Х. Вергейчик Токсикологическая химия – М.: МЕДпресс-информ, 2009 – 400 с.
7. Н.А. Ларченко Словарь – справочник медицинских терминов и основных понятий. – М.; Феникс, 2013 – 604 с.
8. Н. Калиничева Словарь медицинских терминов. – М.; Феникс, 2014 – 310 с.

Literature

1. Chemist's handbook 21 chemistry and chemical technology. Basic physical and chemical properties of oil and petroleum products. – chem21.info
2. A.V. Krasnov, Z. H. Sadykova, D. Yu. Peregozhin, I. A. Mukhin Statistics of emergency incidents at the objects of the oil refining and petrochemical industry for 2007-2016. / / Neftegazovoe delo-2017. - No. 6. - pp. 179-191 http://ogbus.ru/files/ogbus/issues/6_2017/ogbus_6_2017_p179-191_KrasnovAV_ru.pdf
3. Chemist's handbook 21 chemistry and chemical technology. Fire hazard of oil and petroleum products. – chem21.info
4. International Labour Organization. ILO World Statistics. [Electronic resource] Access mode: www.ilo.org>WCMS_249276>lang--en
5. TASS. December 2018 The number of deaths at work for 11 months decreased by 2 %. [Electronic resource] Access mode: tass.ru>obschestv.

6. T. H. Vergeychik Toxicological chemistry-Moscow: MEDpress-inform, 2009-400 p.
7. N. A. Larchenko Dictionary-reference book of medical terms and basic concepts. - M.; Phoenix, 2013-604 p.
8. N. Kalinicheva Dictionary of medical terms. - M.; Phoenix, 2014-310 p.