

## **ОСОБЕННОСТИ ПОВРЕЖДЕНИЙ РЕЗЕРВУАРОВ И ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ В РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКАХ**

Матевосян Гарик Аджибабович

2 Пожарно-спасательный отряд ФПС ГПС ГУ МЧС России по  
Красноярскому краю

Научный руководитель: кандидат химических наук, доцент Долгушина  
Любовь Викторовна

ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

**Аннотация:** в целях обеспечения пожарной безопасности нефтеперерабатывающего предприятия, без нарушения требований технического регламента в настоящей статье рассмотрены основные особенности повреждений и развития пожаров резервуарных парков.

**Ключевые слова:** пожар, пожарная опасность, нефтеперерабатывающий завод, пожарная безопасность.

## **FEATURES OF DAMAGE TO TANKS AND THE OCCURRENCE OF FIRES IN TANK FARMS**

*Matevosyan Garik Ajibabovich*

*2 Fire and Rescue squad of the FPS GPS of the Ministry of Emergency  
Situations of Russia in the Krasnoyarsk Territory*

*Supervisor: Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor  
Dolgushina Lyubov Viktorovna*

*Siberian Fire and Rescue Academy of the Ministry of Emergency  
Situations of Russia*

Abstract: in order to ensure the fire safety of an oil refinery, without violating the requirements of technical regulations, this article discusses the main features of damage and the development of fires in tank farms.

Keywords: fire, fire hazard, oil refinery, fire safety.

Особую опасность для объектов предприятия и прилегающей территории представляют случаи полного разрушения резервуаров с нефтью. Наиболее опасным фактором возникающего при этом пожара являются гидродинамическое истечение нефти как аварии 1 и 2 категории [1].

Поток нефтепродукта при гидродинамическом истечении разрушает или промывает защитное обвалование (в 22 случаях из 46), или перехлестывает через него (в 12 случаях из 46). Это можно объяснить тем, что обвалование, выполненное согласно требований норм, рассчитано на гидростатическое удержание выходящей из резервуара нефти и оно не способно выполнить защитные функции при гидродинамическом истечении. Только в 8 случаях из 46 при разрушении резервуаров обвалование выполнило свои функции, но при этом истечение происходило из частично заполненных резервуаров, разрушившихся от внутреннего взрыва; 15 аварий сопровождались разливом нефтепродуктов за пределы территории резервуарных парков и катастрофическими последствиями с большим материальным ущербом и гибелью людей. В остальных случаях разливы жидкости ограничивались территорией резервуарного парка или нефтебазы.

Другой особенностью гидродинамического растекания является перенос вместе с горячей жидкостью открытого пламени, его теплового излучения и других опасных факторов пожара, что может привести к быстрому распространению огня на прилегающей к резервуарному парку территории.

Анализ полных аварийных разрушений резервуаров указывает на необходимость устройства специальных обвалований резервуарных парков, расположенных рядом с жилыми и промышленными объектами.

Пожар в резервуарном парке начинается, как правило, с взрыва смеси паров ЛВЖ с воздухом, находящейся в газовом пространстве резервуара. В результате взрыва происходит полное или частичное разрушение крыши резервуара и загорается жидкость на всей свободной поверхности. Значительно реже взрыв паровоздушной смеси сопровождается разрушением стенок резервуара с изливом его содержимого наружу.

Если концентрация смеси паров горючей жидкости (нефти) с воздухом в резервуаре будет выше верхнего концентрационного предела распространения пламени, то пожар, чаще всего, начинается с воспламенения и факельного горения струи, выходящей через дыхательную арматуру, открытые люки или через неплотности в крыше и верхней части корпуса резервуара.

Если резервуар после взрыва паровоздушной смеси загорелся, то в первые же минуты горения на поверхности жидкости (нефти), устанавливается температура, близкая к температуре ее кипения. Для нефти эта температура непостоянна и превышает  $100^{\circ}\text{C}$ , постоянно увеличиваясь по мере выгорания легких фракций жидкости.

Скорость выгорания жидкости зависит от ее летучести, условий горения и скорости ветра [2].

Для нефти  $V_{\text{выг}} = 9-12$  см/ч, для сравнения скорость выгорания у бензина  $V_{\text{выг}}$  - до 30 см/ч, у дизельного топлива 18-20 см/ч, с увеличением скорости ветра до 8-10 м/с скорость выгорания возрастает на 30-50%. Имея ввиду, что теплота выгорания нефтепродуктов составляет 44000 КДж/кг, при пожаре будет выделяться большое количество тепла.

Стенка резервуара выше уровня нефти (горючей жидкости) под воздействием теплоты пожара сильно раскаляется и через 15-20 мин от начала пожара деформируется, если не принять меры к ее охлаждению. Под

действием теплового потока от горящего резервуара, а при ветре и за счет непосредственного воздействия пламени, будет нагреваться стенка, крыша, дыхательная и другая арматура на соседних резервуарах. Нагрев дыхательной арматуры опасен тем, что прогретый до высоких температур огнепреградитель, перестает выполнять свои защитные функции, и при наличии взрывоопасной смеси внутри резервуара приводит к проскоку пламени внутрь резервуара, воспламенению смеси и взрыву. Если в резервуаре концентрация паров выше верхнего предела распространения пламени, то образующееся при нагреве стенок избыточное давление приводит к выходу паровоздушной смеси через дыхательную арматуру и воспламенению ее. Горение факела паров над арматурой будет дополнительно подогреть арматуру и конструкции резервуара в связи с чем может произойти деформация конструкции. Нагрев стенок при пожаре соседнего с горящим резервуара, имеющего концентрацию паров ниже  $c_{нпрп}$ , может привести к интенсивному испарению нефти в соседнем с горящим резервуаре и повышению концентрации паров до  $c_{нпрп}$ .

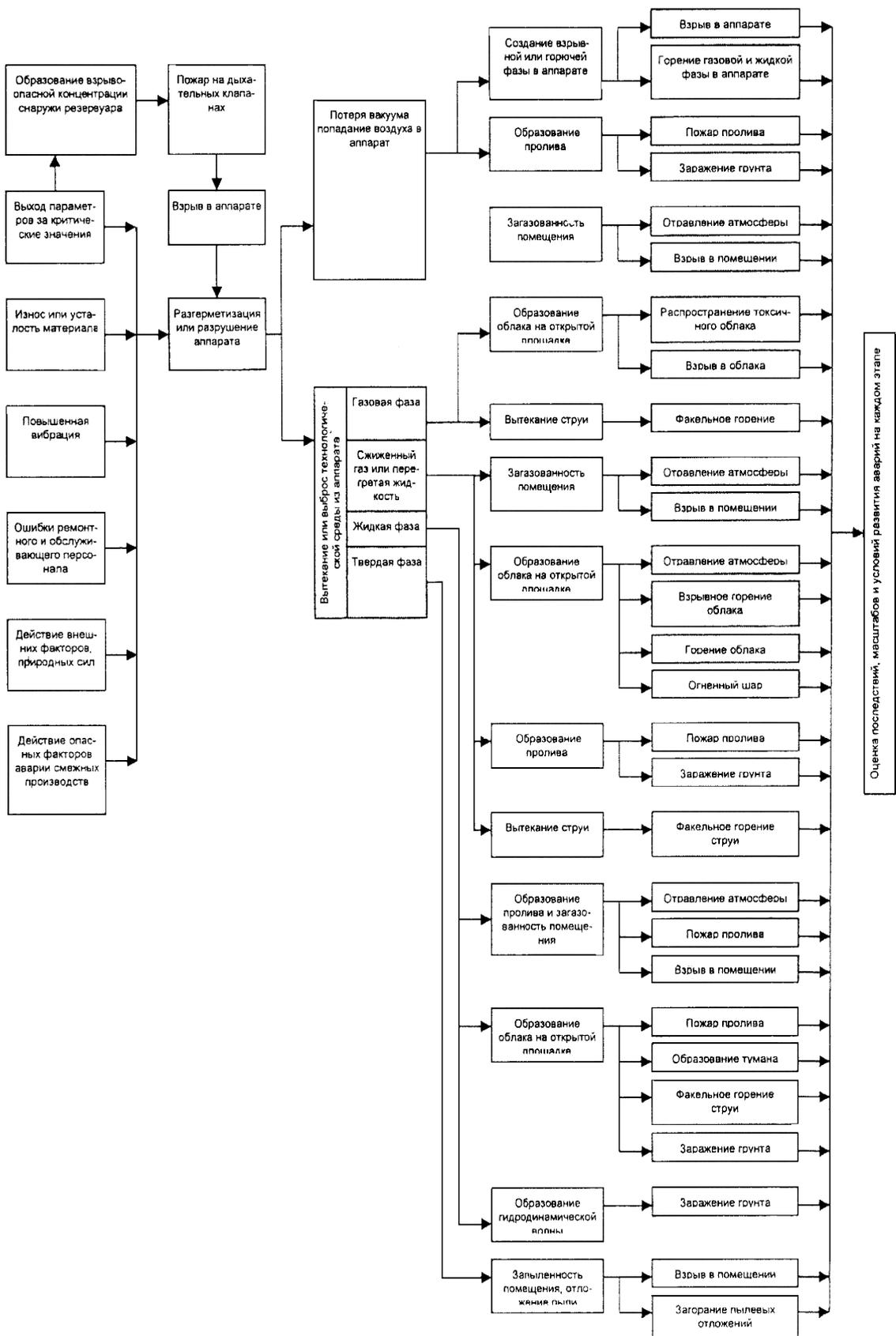


Рисунок 1. Схема развития пожаров на объектах нефтехранения

Все резервуары для хранения нефтепродуктов по виду хранимого продукта делятся на резервуары для хранения светлых и темных нефтепродуктов. Бензины и ТС-1 относятся к светлым нефтепродуктам и по своим свойствам более пожаровзрывоопасны, чем дизельное топливо и мазут, поэтому при проведении анализа в условиях наибольшего потенциального пожарного риска следует оценивать возможное развитие пожаров в резервуарах с бензином и ТС-1. Возгорание нефтепродуктов на начальной стадии пожара в резервуарном парке можно классифицировать по двум направлениям [3]:

- внутри резервуара
- в окружающем пространстве резервуара вследствие разгерметизации ёмкости или трубопровода.

Причиной выхода горючей среды в окружающее пространство может служить.

- коррозия материалов технологического оборудования;
- землетрясение;
- не соблюдение норм давления при закачке нефтепродуктов в резервуары;
- диверсия;

Пожар в пределах резервуара, как правило, начинается с взрыва паровоздушной смеси. На образование взрывоопасных концентраций внутри резервуаров оказывают существенное влияние пожарная опасность и физико-химические свойства хранимых нефти и нефтепродуктов, конструкция резервуара, технологический режим эксплуатации, а также климатические и метеорологические условия. Пожар может возникнуть на дыхательной арматуре, пенных камерах, в обваловании резервуаров вследствие перелива хранимого продукта или нарушения герметичности резервуара, задвижек, фланцевых соединений, а также в виде локальных очагов на плавающей крыше.

Развитие пожара зависит от места возникновения, размеров начального очага горения, устойчивости конструкций резервуара, наличия средств автоматической противопожарной защиты и удаленности пожарных подразделений от резервуарного парка. Свободный борт стенки резервуара при отсутствии охлаждения в течении 3-5 минут теряет свою несущую способность, т.е. появляются визуально определяемые деформации из-за прогрева конструкций пламенем.

В резервуаре с плавающей крышей в результате теплового воздействия локального очага происходит разрушение герметизирующего затвора, а полная потеря плавучих свойств и затопления крыши в условиях реального пожара наступает, как правило, через 1 час.

В железобетонном резервуаре в результате взрыва происходит разрушение части покрытия. Горение образовавшегося проема сопровождается обогревом железобетонных конструкций покрытия. Через 20-30 минут, возможно, обрушение конструкций и увеличение площади пожара.

При развитии пожара за пределами резервуара следует учитывать ряд характерных факторов.

- физико-химические свойства нефтепродукта;
- скорость распространения пламени по разлитому нефтепродукту;
- тепловое излучение на месте пролива;
- время теплового воздействия высокой температуры на технологическое оборудование, в результате чего выходят из строя узлы управления коренными задвижками и хлопушками, нарушается несущая способность стенок соседних резервуаров, происходит разгерметизация фланцевых соединений, нарушается целостность трубопроводов и конструкций резервуара.

При этом в зависимости от ряда факторов, проявившихся в начальной стадии (характер разрушения резервуара, тепловой режим и т.д.), возможно цепное развитие пожара, при котором его разрушительное действие

многократно (иногда в сотню раз) усиливается вследствие вовлечения в процесс взрывопожароопасных объектов предприятия. В условиях концентрации больших масс нефтепродуктов на ограниченной площадке, близости различных производств, пожар, распространяясь за территорию предприятия, создает реальную угрозу и для других объектов. Если же близко расположены жилые кварталы или пожароопасные объекты, пожар может стать настоящей катастрофой [4].

Развитие пожара при хранении больших масс нефти и нефтепродуктов можно подразделить на следующие уровни:

первый (А) – возникновение и развитие пожара в пределах одного резервуара без влияния на смежные. Статистика показывает, что с таким сценарием было зарегистрировано около 78% пожаров в резервуарных парках;

второй (Б) – распространение пожара с одного резервуара на резервуарную группу (15% от всего числа пожаров);

третий (В) – развитие пожара с возможным разрушением смежных резервуаров, зданий и сооружений на территории предприятия и близлежащих районов. Такой вариант пожара наблюдается в 14 случаях (около 6%). Несмотря на то, что процент этих пожаров незначителен, для их тушения привлекалось большое количество сил и средств, а продолжительность тушения составляла сутки и более.

Пожарная опасность на эстакадах для слива нефтепродуктов обусловлена возможностью образования горючих концентраций как внутри технологического оборудования, так и на прилегающей территории. Опасность среды внутри технологического оборудования определяется рабочей температурой жидкости [5].

Образование горючей концентрации на прилегающей территории связано с вытеснением паровоздушной смеси наружу из сливных коллекторов, через дыхательные свечи и из внутреннего объема цистерн при наливке. Опасность зависит от метеорологических условий (наличие ветра), а

количество вытесняемых паров зависит от свойств сливаемого (наливаемого) нефтепродукта, его рабочей температуры, способа слива-налива и конструкции используемых сливо-наливных устройств.

Верхний слив-налив обладает повышенной пожарной опасностью по сравнению с нижним вследствие неполного опорожнения цистерн при сливе и увеличенного выхода паров нефтепродуктов через открытые люки при наливке, когда образуется открытая падающая струя продукта, приводящая к разбрызгиванию жидкости и резкому увеличению скорости ее испарения.

Кроме того, верхний слив нефтепродуктов с высокой упругостью паров в жаркую погоду сопровождается образованием газовых пробок во всасывающей линии. Это приводит к обрыву столба жидкости в сифонах сливных стояков и полному прекращению слива с помощью центробежных насосов или значительному сокращению расхода сливаемой жидкости при использовании поршневых насосов [6].

Максимальная загазованность эстакад при проведении операций слива-налива наблюдается летом в вечерние, ночные и утренние часы в условиях полного безветрия. При сливе и наливке легковоспламеняющихся нефтепродуктов через закрытые сливоналивные устройства опасная загазованность на эстакаде создается при скорости ветра не менее 3 м/с. Основными источниками загазованности на эстакадах являются дыхательные свечи и открытые люки железнодорожных цистерн. Однако особую опасность представляют аварии технологического оборудования, при которых возможен неизмеримо больший выход нефтепродуктов.

Наиболее характерными авариями на эстакадах являются повреждения цистерн с нефтепродуктами при маневренных операциях и обрыв сливоналивных устройств. Причины этих аварий связаны с ошибками, допускаемых при маневрировании, и с несогласованностью действий обслуживающего персонала при проведении сливо-наливных операций.

## Список использованной литературы

1. Федеральный закон № 123 - ФЗ от 22.07.2008 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
2. СП 110.13330.2012 Склады нефти и нефтепродуктов;
3. ГОСТ Р 12.3.047-2012 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
4. Баратов А.Н. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения / А.Н. Баратов, А.Я. Корольченко, Г.Н. Кравчук и др.: Справ. изд.: В 2 кн. – Кн. 1. – М.: Химия, 1990. – 496 с.
5. Волков О.М., Проскуряков Г.А. Пожарная безопасность на предприятиях транспорта и хранения нефти и нефтепродуктов [текст].-М.: Недра,1981.-256 с.
6. Годжелло М.Г. Пожарная опасность веществ и материалов: Справочник / М.Г. Годжелло, В.Я. Гращенкова, М.Н. Колганова и др. – В 2-х ч. – Ч. 2. – М.: Изд-во литературы по строительству, 1970. – 336 с.