

АНАЛИЗ ПРИЧИН И УСЛОВИЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ ХРАНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Д.М. Рахматова

Аннотация. В работе проведен анализ основных причин и условий возникновения пожаров на объектах хранения нефтепродуктов. Рассмотрены физико-химические, технологические и эксплуатационные факторы, способствующие формированию пожароопасной ситуации. Установлено, что возникновение пожара на резервуарных объектах является результатом последовательного взаимодействия горючего вещества, окислителя и источника зажигания при достижении соответствующих условий воспламенения. Особое внимание уделено нарушению герметичности оборудования, испарению нефтепродуктов, образованию паровоздушных смесей, статическому электричеству, атмосферным разрядам и нарушениям технологического режима. Предложена классификация основных причин возникновения пожаров и последовательность их формирования, позволяющая определить приоритетные направления профилактики.

Ключевые слова: нефтепродукты, резервуар, пожар, пожаровзрывоопасность, причины пожара, источник зажигания, паровоздушная смесь, герметичность, технологический режим, пожарная безопасность.

Abstract. The paper presents an analysis of the main causes and conditions for the occurrence of fires at petroleum product storage facilities. Physical-chemical, technological, and operational factors contributing to the formation of a fire hazard situation are considered. It has been established that the occurrence of a fire at tank facilities is the result of a sequential interaction of a combustible substance, an oxidizing agent, and an ignition source upon reaching appropriate ignition conditions. Special attention is paid to equipment seal failure, evaporation of petroleum products, formation of vapor-air mixtures, static electricity, atmospheric discharges, and violations of the technological process. A classification of the main causes of fire occurrence and the sequence of their formation is proposed, allowing the identification of priority areas for prevention.

**FAN, TA'LIM, TEXNOLOGIYA VA ISHLAB CHIQARISH
INTEGRATSIYASI ASOSIDA RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI
RESPUBLIKA ILMIY-AMALIY KONFERENSIYASI
VOLUME-3, ISSUE-09**

Keywords: *petroleum products, storage tank, fire, fire and explosion hazard, causes of fire, ignition source, vapor-air mixture, seal integrity, technological process, fire safety.*

Введение. Объекты хранения нефти и нефтепродуктов относятся к категории опасных производственных объектов с высоким уровнем техногенного и пожарного риска [6, 10]. Обеспечение их надежной и безопасной эксплуатации является ключевой задачей топливно-энергетического комплекса. Высокая концентрация значительных объемов легковоспламеняющихся (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ) на ограниченных площадях резервуарных парков создает постоянную угрозу возникновения крупномасштабных аварий [1, 5].

Пожары в резервуарных парках характеризуются стремительным развитием, высокой температурой горения, сложностью тушения и риском эскалации аварии за счет каскадного поражения соседних технологических емкостей [7, 9]. Как показывает практика, непосредственному возникновению пламени практически всегда предшествует комплекс скрытых технологических нарушений, износа оборудования или ошибок персонала [3, 4]. В этих условиях своевременное выявление, систематизация и глубокий анализ первопричин и условий формирования пожароопасных ситуаций приобрели первостепенное научное и практическое значение. Без понимания причинно-следственной цепочки зарождения аварийного процесса невозможно построить эффективные системы комплексной профилактики и противопожарной защиты [3, 7].

Объекты хранения нефтепродуктов представляют собой сложные технологические системы, в которых одновременно присутствуют горючие вещества, оборудование для их хранения и перемещения, а также различные потенциальные источники зажигания. Особенность пожаров на таких объектах заключается в возможности быстрого развития аварийной ситуации вследствие высокой горючести нефтепродуктов и активного образования паровоздушных смесей [1, 8]. Установление причин и условий возникновения пожаров имеет решающее значение для совершенствования профилактических мероприятий и повышения общего уровня пожаропредотвращения резервуарных парков.

Методы исследования.

Для проведения исследования использованы методы системного анализа, классификации опасностей, анализа причинно-следственных связей и структурирования сценариев возникновения пожара [6, 7].

Основные причины возникновения пожаров условно разделены на четыре ключевые группы [1, 4, 5]:

1. Технологические причины — нарушение режимов хранения, превышение допустимых параметров давления и температуры, ошибки при выполнении приемо-раздаточных операций (слива/налива).

2. Технические причины — механические повреждения и износ резервуаров, трубопроводов, запорной арматуры и насосного оборудования, приводящие к разгерметизации.

3. Электрические причины — накопление и разряд статического электричества, неисправность силового и осветительного электрооборудования, искрение.

4. Организационные причины — нарушение требований правил пожарной безопасности, регламентов предремонтной подготовки и проведения огневых работ, недостаточный контроль технического состояния оборудования, ошибки персонального фактора [4].

Дополнительно рассматривались природные и внешние воздействия, включая атмосферные электрические разряды (удары молний) и экзогенное воздействие повышенных температур окружающей среды [2].

Результаты исследования. Проведенный анализ показывает, что пожар на объекте хранения нефтепродуктов возникает не вследствие одного изолированного фактора, а в результате совпадения нескольких неблагоприятных условий.

Первым необходимым условием является наличие горючего вещества. При хранении нефтепродуктов оно представлено жидкой фазой и парами, формирующими газовое пространство резервуара или распространяющимися в атмосфере при утечке.

Вторым условием является наличие окислителя, в роли которого выступает кислород воздуха. Его поступление в газовое пространство резервуара происходит при технологических операциях ("малое" и "большое" дыхание резервуара), изменении уровня налива, разгерметизации емкости или выполнении ремонтных работ.

Третьим обязательным условием является источник зажигания, обладающий достаточным запасом энергии для воспламенения паровоздушной среды. В качестве потенциальных источников выступают:

- открытое пламя и искры при проведении огневых и сварочных работ;

- разряды статического электричества, возникающие при трении и струйном наливе нефтепродуктов;
- искрение при неисправности электрооборудования;
- фрикционные искры при ударах и трении механических деталей;
- нагретые технические поверхности;
- прямые удары молнии и её вторичные проявления.

Проведенный анализ показывает, что пожар на объекте хранения нефтепродуктов возникает не вследствие одного изолированного фактора, а в результате совпадения нескольких условий.

Первым важным условием является наличие горючего вещества. При хранении нефтепродуктов оно представлено жидкой фазой и парами, которые могут присутствовать в газовом пространстве резервуара.

Вторым условием является наличие окислителя, прежде всего кислорода воздуха. Его поступление в резервуар возможно при изменении уровня нефтепродукта, дыхании резервуара, нарушении герметичности или проведении технологических операций.

Третьим обязательным условием является источник зажигания. В качестве потенциальных источников могут выступать электрические искры, статические разряды, горячие поверхности, открытое пламя, сварочные работы и атмосферные электрические разряды.

В обобщенном виде механизм возникновения пожара можно представить следующим образом:

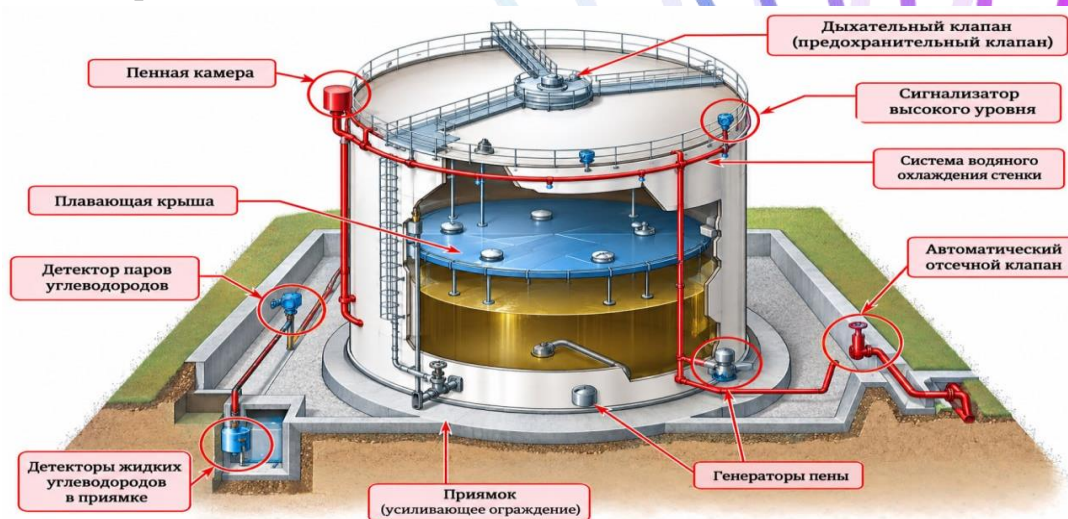


Рисунок 1 – Причинно-следственная последовательность возникновения пожара на объектах хранения нефтепродуктов.

**FAN, TA'LIM, TEXNOLOGIYA VA ISHLAB CHIQARISH
INTEGRATSIYASI ASOSIDA RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI
RESPUBLIKA ILMIY-AMALIY KONFERENSIYASI
VOLUME-3, ISSUE-09**

Представленная последовательность отражает взаимосвязь основных условий формирования пожарной опасности на объектах хранения нефтепродуктов. Нарушение технологического или технического состояния оборудования может привести к выходу и испарению нефтепродукта. При достижении горючей концентрации паров и наличии источника зажигания возникает воспламенение, после чего возможно дальнейшее развитие пожара.

Заключение. В результате проведенного теоретического анализа причин и условий возникновения пожаров на объектах хранения нефтепродуктов установлено, что возникновение аварийной ситуации носит комплексный характер и является следствием сочетания технологических, технических, электрических и организационных факторов. Ключевым звеном в механизме развития пожарной опасности выступает разгерметизация оборудования, приводящая к выходу продукта, его активному испарению и формированию горючих паровоздушных смесей. Разработанная причинно-следственная последовательность наглядно отражает поэтапный переход от первоначального нарушения к фазе открытого горения при наличии источника зажигания. Полученные результаты подтверждают, что наиболее эффективными являются превентивные инженерно-технические и организационные меры, направленные на непрерывный контроль герметичности емкостей, предотвращение образования опасных паров и исключение потенциальных источников зажигания до момента воспламенения.

Сформированное представление о физико-химических и эксплуатационных предпосылках пожарной опасности позволяет по-новому взглянуть на построение комплексной противопожарной защиты резервуарных парков. Акцент смещается с тушения развитого пожара на своевременное парирование дестабилизирующих факторов на самых ранних стадиях проявления аварии. В связи с этим особое значение приобретает внедрение систем непрерывного автоматизированного мониторинга загазованности газового пространства резервуаров и прилегающей территории, поддержание в исправном состоянии средств защиты от статического и атмосферного электричества, а также строгое соблюдение регламентов предремонтной подготовки емкостей. Предложенный причинно-следственный подход создает научную основу для совершенствования нормативно-технической базы и разработки перспективных инженерных решений по повышению уровня пожаровзрывобезопасности объектов нефтегазового комплекса.

**FAN, TA'LIM, TEXNOLOGIYA VA ISHLAB CHIQARISH
INTEGRATSIYASI ASOSIDA RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI
RESPUBLIKA ILMIY-AMALIY KONFERENSIYASI
VOLUME-3, ISSUE-09**

Список литературы

1. Волков О. М. Пожарная безопасность резервуаров с нефтепродуктами. — М.: Недра, 1984. — 151 с. Это наиболее непосредственно соответствующий источник: в книге рассматриваются причины пожаров в резервуарах, пожарная опасность нефтепродуктов и условия образования горючих смесей.
2. Трифонов К. И., Ларионов А. С. Оценка вероятности возникновения пожара в резервуаре с мазутом на второй промплощадке ОАО «Завод им. Дегтярева» // Пожарная безопасность. — 2011. — № 1. — С. 42–44. Работа непосредственно посвящена вероятности возникновения пожара в резервуаре и анализу факторов, включая атмосферное электричество.
3. Абросимов А. А., Топольский М. Т. Автоматизированные системы пожаровзрывобезопасности нефтеперерабатывающих производств. — М.: АГПС МЧС России, 2000. — 239 с.
4. Назаров В. П. Пожаровзрывобезопасность предремонтной подготовки и проведения огневых работ на резервуарах: дис. ... д-ра техн. наук. — М., 1995. — 444 с.
5. Сучков В. П. Пожарная безопасность при хранении легковоспламеняющихся и горючих жидкостей на промышленных предприятиях. — М.: Стройиздат, 1985. — 97 с.
6. Алимов В. Т., Тарасова Н. П. Техногенный риск. Анализ и оценка. — М.: Академкнига, 2004. — 118 с.
7. Аксенов С. Г. и др. Развитие методических основ оценки риска ЧС в резервуарных парках с использованием методов системного анализа // Успехи современного естествознания. — 2016. — № 2. — С. 131–136.
8. Абдурагимов И. М., Говоров В. И., Макаров Е. В. Физико-химические основы развития и тушения пожаров. — М.: ВИПТШ МВД, 1980. — 256 с.
9. Баратов А. Н., Иванов Е. И. Пожаротушение на предприятиях химической и нефтеперерабатывающей промышленности. — М.: Химия, 1979. — 268 с.
10. Руководство по безопасности «Методические основы анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах». — М.: Ростехнадзор.