

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА СУДЕБНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Научная статья

УДК 614.841.22; DOI: 10.61260/2304-0130-2023-4-14-19

ХИМИЧЕСКОЕ САМОВОЗГОРАНИЕ КАК ПРИЧИНА ПОЖАРА ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ И ХРАНЕНИИ ПЕРЕКИСИ ВОДОРОДА

✉ Клейманов Петр Анатольевич.

Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, г. Владивосток, Россия.

Марков Виктор Евгеньевич;

Журавлев Андрей Николаевич.

Судебно-экспертное учреждение федеральной противопожарной службы

«Испытательная пожарная лаборатория» по Приморскому краю, г. Владивосток, Россия

✉ kleymanov@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию возникновения пожара, причиной которого явилось химическое самовозгорание, произошедшего в 20-футовом контейнере, в котором транспортировалась перекись водорода. Рассмотрены технические вопросы осмотра места пожара, установление причины пожара, также проанализирована актуальность темы.

Ключевые слова: химическое самовозгорание, причина пожара, перекись водорода, исследование пожара

Для цитирования: Клейманов П.А., Марков В.Е., Журавлев А.Н. Химическое самовозгорание как причина пожара при транспортировке и хранении перекиси водорода // Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности. 2023. № 4. С. 14–19. DOI: 10.61260/2304-0130-2023-4-14-19.

Введение

Перекись (пероксид) водорода представляет собой прозрачную жидкость, неограниченно растворимую в воде, спирте и эфире. В настоящее время пероксид водорода является важным видом химической продукции и широко используется как катализатор, гидрирующий и эпоксилирующий агент, пенообразователь при производстве пористых материалов, в реакциях функционализации ароматических соединений, отбеливатель и асептик, реагент в производстве твердых источников активного кислорода, таких как перкарбонат натрия, пероксид цинка и кальция, пероксигидрат мочевины и др. [1, 2].

Согласно работе [3] перекись водорода – негорючая, пожаровзрывоопасная жидкость, химическая формула H_2O_2 . В молекуле перекиси водорода атомы водорода и кислорода расположены не на одной линии, а под прямым углом друг к другу. Это обуславливает нестабильность молекулы. При попадании на воздух вещество распадается на кислород и воду, что является важным фактором для правильного хранения и перевозки этого средства в больших объемах. Концентрированные водные растворы пероксида водорода взрывоопасны.

Разлив перекиси водорода в помещении обогащает атмосферу кислородом, и горючие вещества, находящиеся в ней, становятся более пожароопасными: легче загораются, имеют более низкую температуру самовоспламенения, более широкий диапазон концентрационного предела распространения пламени паров вследствие увеличения верхнего предела распространения пламени и скорости выгорания. При разложении перекиси водорода происходит экзотермическая реакция с выделением кислорода, что способствует поддержанию горения.

Таким образом, утечка перекиси водорода из емкости хранения и попадание ее на горючий материал спровоцирует лавинообразное разложение перекиси, с выделением кислорода и сильным нагревом, что в дальнейшем может привести к пожару. Отсюда неизбежен ущерб для окружающей среды, здоровья и жизни людей и материальным ценностям.

Основная часть

В статье описан подобный случай, произошедший на территории «Владивостокского морского торгового порта». В результате пожара был поврежден металлический грузовой контейнер, обгорела деревянная обрешетка и пластиковые емкости, разлита перекись водорода.



Рис. 1, 2. Металлический грузовой 20-футовый контейнер, расположенный на площадке «Владивостокского морского торгового порта». На втором снимке видны обгоревшие емкости из-под перекиси водорода

В соответствии с существующей методикой [4, 5] для установления причины пожара необходимо установить место первоначального возникновения горения, то есть очага пожара. Очаг пожара устанавливается на основании исследования состояния конструкций, предметов и материалов после пожара, характера их поражения огнем с учетом физических закономерностей протекания тепловых процессов в зоне горения и возможных путей распространения огня. Также на место расположения очага пожара в своих показаниях могут указывать и очевидцы пожара.

Объектом пожара является грузовой металлический 20-футовый контейнер, расположенный на площадке «Владивостокского морского торгового порта». В контейнере находились пластиковые емкости («еврокубы») объемом 1 м³ с 50 % раствором перекиси водорода. Емкости располагались на металлических поддонах, имели стальную обрешетку. Внутри контейнера между рядами «еврокубов» находился гофрированный картон, по периметру контейнера располагалась деревянная дощатая обрешетка (рис. 1, 2).

В ходе осмотра места происшествия было установлено, что зона наибольших термических поражений выражена внутри контейнера в центральной его части. В указанной зоне наблюдается выгорание лакокрасочного покрытия (ЛКП) верхней стенки контейнера, как с внутренней, так и с внешней стороны; выгорание ЛКП в виде пятна неправильной формы на левой стенке в центральной части, сверху.



Рис. 3. Термические поражения верхней стенки контейнера

Во внутреннем объеме контейнера ЛКП карбонизировалось преимущественно в верхней его части, также зафиксировано обгорание ЛКП правой створки двери с внутренней стороны, в центральной ее части, в виде локального пятна (рис. 3, 4).



Рис. 4. Термические поражения внутри контейнера: лакокрасочное покрытие контейнера карбонизировалось преимущественно в верхней его части

С внешней стороны контейнер обгорел над створками дверей. Внутри контейнер закопчен продуктами горения. В ходе осмотра объекта пожара было установлено, что пластиковые емкости с перекисью водорода получили различные термические поражения (от практически полного уничтожения до незначительного оплавления), также с разной степенью обуглились конструкции деревянной обрешетки, и выгорел картон.

Для оценки влияния на формирование термических поражений следует рассмотреть условия воздухообмена и величину пожарной нагрузки, а также особенности тушения пожара. Из представленных материалов известно, что на момент обнаружения пожара грузовой контейнер был закрыт, следовательно, влияние условий воздухообмена на формирование термических поражений было минимально. Учитывая загрузку контейнера одинаковыми емкостями по всему объему, можно сделать вывод об относительно равномерном распределении пожарной нагрузки внутри, что позволяет пренебречь ее влиянием на образование наибольших термических поражений. Рассматривая влияние

пожаротушения на термические поражения, учтено, что к прибытию первого пожарного подразделения огонь уже успел охватить те участки контейнера, где в дальнейшем в ходе осмотра места пожара была зафиксирована зона наибольших термических поражений. То есть тушение также кардинально не повлияло на формирование термических поражений. Следовательно, область максимальных термических поражений можно охарактеризовать именно максимальной длительностью горения. Таким образом, в данном случае максимальные термические поражения можно принять за очаговый признак.

Согласно работам [4, 5] тепловые разрушения материалов и конструкций на пожаре происходят не равномерно и в основном обусловлены продолжительностью теплового воздействия. В очагах пожара, как правило, горение бывает более длительным, чем в других местах, поэтому места с максимальными термическими поражениями связывают с очагами пожаров.

В ходе анализа видеозаписи с камеры наружного наблюдения территории порта было установлено, что на начальной стадии пожара происходило обгорание ЛКП на стенках контейнера с образованием дыма в центральной части (указанное обстоятельство согласуется с термическими поражениями контейнера, зафиксированными в ходе осмотра объекта пожара), динамика развития пожара на начальной стадии характеризуется как быстрая.

На основании изложенного, можно заключить, что очаг пожара находился внутри контейнера, в центральной его части.

Для установления непосредственной причины возникновения пожара необходимо определить потенциальные источники зажигания, способные возникнуть в очаговой зоне или попасть в эту область. В настоящее время применяется методика установления причины пожара путем исключения менее вероятных версий его возникновения [4, 5]. При этом выдвижение тех или иных версий возникновения пожара зависит как от места расположения очага пожара, характеристики материалов, находящихся в очаговой зоне, так и от обстоятельств, предшествующих пожару.

Согласно источнику [4] для возникновения пожара от источника зажигания малой мощности, помимо возможности внесения источника зажигания в область очага пожара, необходимо наличие в очаге горючих материалов с развитой поверхностной структурой, склонных к самоподдерживающемуся тлению (вата, картон, бумага, сухая растительность, опилки и т.д.), в достаточном количестве. Для пожаров, возникших от тлеющего табачного изделия, характерны локальные глубокие области обугливания и локальные прогары горючих материалов, также характерна медленная динамика развития пожара (от нескольких десятков минут до нескольких часов), медленное тление с длительным периодом выделения дыма. В данном случае в контейнере находился гофрированный картон. Согласно работе [6] гофрированный картон является горючим материалом с температурой воспламенения 258 °С, склонен к тепловому самовозгоранию и самоподдерживающемуся тлению. При этом возможное внесение тлеющего табачного изделия внутрь контейнера могло произойти только во время его погрузки. Листы гофрированного картона располагались между «еврокубами» и стенками контейнера в вертикальном положении, следовательно, фиксация тлеющего табачного изделия на горючем материале для накопления тепла и развития процессов тления практически исключена. Кроме того, с момента загрузки контейнера до обнаружения пожара прошел значительный промежуток времени. В нашем случае динамика развития пожара на начальной стадии была быстрой, что не свойственно пожарам, возникшим от источников зажигания малой мощности. Учитывая изложенное, версию возникновения пожара от тлеющего табачного изделия можно исключить.

Учитывая наличие в контейнере перекиси водорода, следует рассмотреть возможность возникновения пожара в результате химического самовозгорания. Согласно работе [7] химическое самовозгорание возникает в месте контакта химически активных веществ, реагирующих с выделением большого количества тепла. В данном случае в контейнере находились емкости с 50 % раствором перекиси водорода. Перекись водорода является пожаро/взрывоопасным веществом [8]. Пожароопасность объясняется ее высокой

окисляющей способностью. При воздействии концентрированных растворов перекиси водорода на бумагу, опилки и другие горючие вещества происходит их воспламенение [9, 10]. Следует отметить, что разложение перекиси сопровождается выделением кислорода и большого количества тепла (экзотермическая реакция). Разложение перекиси водорода ускоряется при нагревании, под действием света, при контакте с органическими материалами, ионами металлов, оксидами металлов. В данном случае, ввиду совокупности нескольких факторов при перевозке перекиси водорода в грузовом контейнере, таких как: механическое воздействие при погрузке, температурные изменения объема перевозимой жидкости, максимальное заполнение и несовершенство конструкций применяемых емкостей, произошла их разгерметизация с утечкой перекиси водорода. На видеозаписи с камеры наружного наблюдения территории порта зафиксировано интенсивное вытекание жидкости из контейнера. Воздействие концентрированной перекиси водорода на картон могло привести к его возгоранию, а выделение кислорода и тепла при разложении перекиси могло поддерживать горение в замкнутом пространстве контейнера. Учитывая изложенное, исключить версию возникновения пожара в результате химического самовозгорания не представляется возможным.

Исходя из известных обстоятельств пожара, иные версии его возникновения не усматриваются.

Вывод

Причиной возникновения рассмотренного пожара явилось загорание горючих материалов (картона) внутри грузового контейнера, в очаге пожара в результате химического самовозгорания (воздействие концентрированного раствора перекиси водорода).

Актуальность темы статьи состоит в том, что промышленное использование пероксида водорода растет в геометрической прогрессии. Коммерческое использование перекиси водорода началось примерно 130 лет назад, и к настоящему времени мировое производство далеко перевалило за миллион тонн в год. Спрос на пероксид водорода растет на 10 % в год [10]. Поэтому в связи с ростом этой продукции в мире вопрос хранения и транспортировки является значимым в области пожарной безопасности, поскольку пероксид водорода – пожаровзрывоопасная жидкость, способная при определенных условиях приводить к возгораниям, пожарам и техногенным авариям.

Исследование данной проблемы заключается в способности решения противодействию возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера как на стадиях его хранения, так и на стадиях транспортировки пожаровзрывоопасной жидкости.

В статье рассмотрен и проанализирован такой случай, который в дальнейшем даст необходимый импульс в подобных исследованиях, связанных с возникновениями пожаров, причиной которых явилось химическое самовозгорание.

Список источников

1. Перекись водорода. URL: http://www.adentina.com/Perekis_vodoroda (дата обращения: 20.09.2023).
2. Исследование перкарбоната натрия, гранулированного силикатом натрия, методом рентгенофотоэлектронной спектроскопии / А.В. Жубриков [и др.] // Журнал неорганической химии. 2009. № 54 (9). С. 1526–1529.
3. ГОСТ 177–88. Водорода перекись. Технические условия. п. 1.4.1. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 21.08.2023).
4. Мегорский Б.В. Методика установления причин пожаров. М.: Стройиздат, 1966. 347 с.
5. Чешко И.Д. Технические основы расследования пожаров. Методическое пособие. М.: ВНИИПО МЧС России, 2002. 329 с.
6. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник: в 2 кн. / А.Н. Баратов [и др.]. М.: Химия, 1990. Кн. 1. 496 с.
7. Осмотр места пожара: метод. пособие / И.Д. Чешко [и др.]. М.: ВНИИПО МЧС России, 2004. 340 с.

8. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник: в 2 кн. / А.Н. Баратов [и др.]. М.: Химия, 1990. Кн. 2. 384 с.
9. Чешко И.Д. Анализ экспертных версий возникновения пожара: в 2 кн. СПб.: ООО «Типография «Береста», 2010. Кн. 1. 708 с.
10. Обзор промышленных методов производства пероксида водорода / А.С. Тихонов [и др.] // Вестник технологического университета. 2017. Т. 20. № 16.

Информация о статье: статья поступила в редакцию: 27.09.2023; принята к публикации: 28.11.2023

Информация об авторах:

Клейманов Петр Анатольевич, старший преподаватель кафедры специальной подготовки факультета дополнительного профессионального образования Дальневосточной пожарно-спасательной академии – филиала Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, д. 27), e-mail: kleymanov@yandex.ru, SPIN-код: 9160-8800

Марков Виктор Евгеньевич, начальник сектора судебных экспертиз Судебно-экспертного учреждения федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» по Приморскому краю (690022, Приморский край, г. Владивосток, ул. Чапаева, д. 1 «Д»), e-mail: muv919@mail.ru

Журавлев Андрей Николаевич, старший инженер сектора исследовательских и испытательных работ в области пожарной безопасности Судебно-экспертного учреждения федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» по Приморскому краю (690022, Приморский край, г. Владивосток, ул. Чапаева, д. 1 «Д»), e-mail: zhuravlev84@mail.ru