

УДК 614.841.2

doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2021.85.58.003

## ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВСПЫШЕК И ВЗРЫВОВ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ПОЖАРЕ

*Калач А.В.<sup>1</sup>, д.х.н., профессор; Агеев П.М.<sup>2</sup>, к.т.н.; Сысоева Т. П.<sup>2</sup>, к.т.н.*

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Воронежский государственный технический университет

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

**Аннотация.** Рассмотрены важные процессы возникновения «обратной тяги», «пробежки пламени» и «общей вспышки», возникающие в ходе пожара. Данные явления сопровождаются вспышками, хлопками, взрывами и способствуют дальнейшему развитию пожара и образованию новых очагов горения. Также рассмотрен процесс возникновения взрыва при попадании небольшого количества воды при тушении в очаг пожара.

**Ключевые слова:** взрыв, вспышка, хлопок, пожар, «обратная тяга», «пробежка пламени», «общая вспышка».

## EXPERT STUDY OF FLASHES AND EXPLOSIONS THAT OCCUR DURING A FIRE

*Kalach A.V.<sup>2</sup>, D. of Chemical Sciences, Professor; Ageev P.M.<sup>2</sup>, Ph. D. of Technical Sciences;  
Sysoeva T.P.<sup>2</sup>, Ph. D. of technical Sciences*

<sup>1</sup>Voronezh State Technical University

<sup>2</sup>Saint Petersburg state University of emergencies of Russia

**Abstract.** Considered important processes of occurrence of “reverse traction”, “jogging flame” and “total flare” that occur during a fire. These phenomena accompanied by outbreaks, cottons, explosions and promote further development of a fire burning and the formation of new lesions. The process of an explosion when a small amount of water enters during extinguishing is also considered.

**Keywords:** explosion, flash, cotton, fire, “reverse thrust”, “flame run”, “general flash”.

Взрывы, вспышки, хлопки и быстрое развитие горения являются неотъемлемой частью пожаров. Они, как проявление природных процессов, иногда приводят к возникновению пожара и его развитию. Но чаще всего причиной возникновения являются другие, вполне естественные для пожара явления. Рассмотрим особенности такого явления как «обратная тяга».

В России данное явление иногда называют также «эффектом сауны». За пределами РФ термин «обратная тяга», имеет название «взрыв дыма».

Вспышка происходит в момент открытия двери или окон в помещение, когда часть свежего воздуха попадает в помещение. Причиной такой вспышки является накопление в помещении газообразных продуктов пиролиза горючих веществ и материалов. Перед наступлением этого эффекта происходит горение в условиях недостатка кислорода при затухании пламенного горения. В таких случаях происходит неполное сгорание пожарной нагрузки в помещении и в результате чего образуется высокая концентрация нагретых частиц и аэрозолей, оксида углерода и других воспламеняемых газов.

В помещении очага пожара возможно присутствие источника тепловыделения (включенная электрическая печь), который способствует пиролизу горючих веществ и материалов, находящихся в помещении, а также дополнительному выбросу газообразных горючих веществ. В помещении также может присутствовать источник воспламенения (например, электронагреватели), но вспышки не происходит, поскольку концентрация горючих летучих веществ находится выше верхнего концентрационного предела распространения пламени (ВКПР).

В момент открытия дверей или окон, кислород (воздух) попадает в помещение и концентрация газообразных горючих веществ уменьшается до нужной концентрации, что приводит к взрыву со всеми его последствиями.

Также может произойти вспышка и при отсутствии источника воспламенения, если газообразные продукты в помещении (комнаты) перегреваются выше определенной температуры (примерно 400–450 °С).

При такой вспышке обычно происходит сгорание газообразных продуктов пиролиза, обычно такой процесс протекает через дефлаграционное горение. В этом случае есть комплекс явлений, которые люди могут воспринимать как взрыв – слышен хлопок, происходит разрушение оконного стекла, иногда – легких перегородок, дверей и происходит выброс пламени в образовавшиеся открытые проемы.

Давление в комнате, где произошел взрыв, увеличивается, но не значительно. Избыточное давление обычно составляет менее 10-14 кПа [1]. В принципе этого достаточно, чтобы привести к разрушениям некоторых конструкций, уронить и обжечь выхлопом пламени человека.

Из практики известно, когда помещение полностью заполнено продуктами неполного сгорания, и тогда «взрыв дыма» приобретает последствия полного объемного взрыва.

Рассмотрим пример взрыва, который произошел в Англии в 70-х годах, и имел последствия, в виде разрушившегося многоэтажного здания армейского склада. По мнению экспертов, причиной взрыва, послужило тление латексных матрасов, которые в больших количествах хранились на складе [2]. В процессе тления, выделяющиеся газообразные продукты пиролиза, судя по степени разрушения здания, заполнили объём одного или множества помещений склада, превышая нижний концентрационный предел распространения пламени (НКПР). Источником зажигания могла быть искра из любого электроприбора.

Имеются подобные примеры и в отечественной практике. Рассмотрим пример, взрыв в сауне, когда осколки толстого стекла, выбитые взрывом, буквально изрешетили прибывшую на пожар, пожарную автоцистерну.

Понятно, что результат «взрыва дыма» зависят от ряда факторов – размера пространства, полностью или частично оно заполненного продуктами неполного сгорания, концентрации, потенциального давления этих продуктов сброса от взрыва (окна и другие «вышибных» проемов), других архитектурных особенностей исследуемого сооружения.

Установить причину такого инцидента экспертным способом не особенно сложно. Перечисленные выше признаки (закрытая комната с отсутствующей или ограниченной вентиляцией, сильный источник рассеивания тепла, схождения «взрыва» по времени с моментом открытия двери или другого проема, характерные последствия) позволяют достаточно уверенно квалифицировать произошедшее.

Следующее явления - это «пробежка пламени».

Если концентрация газообразных продуктов пиролиза, необходимых для распространения пламени возникает в локальной зоне, например, в припотолочном слое, может взрыва и не быть; но также может возникнуть достаточно специфический, опасный процесс распространения горения по газовой фазе – пробежка пламени.

Это особенно характерно для длинных вытянутых коридоров, лифтовых шахт, вентиляционных шахт и больших помещений.

В 1991 году произошла известная всем трагедия, которая произошла в гостинице «Ленинград» и унесла множество жизней людей. Самым интересным в этом расследовании оказалось необъяснимо стремительное развитие горения из одного из номеров по коридору седьмого этажа гостиницы [2].

Проведенный анализ обстоятельств пожара и расчёты дали информацию, о том, что в комнате, при существующей пожарной нагрузке, даже при условии открытой двери происходило так называемое «горе-

ние, ограниченное вентиляцией», т.е. горение в условиях относительной нехватки кислорода. При этом при сжигании твердых горючих материалов выделяется значительное количество газообразных продуктов неполного сгорания. Выходя в коридор, они накапливались в припотолочном объеме [2]. Повышение давления при пробежке пламени меньше, чем при обычном взрыве, но достаточно и для разрушения остекления окон, дверей. При этом дверь из толстого закаленного стекла, ведущие из коридора в лифтовой холл, была разбита вдребезги, а форс пламени, по словам очевидца, выбросило в лифтовой холл на два-три метра.

Пробежка пламени, если на её пути находятся легкогорючие материалы, обычно приводит к их воспламенению и образованию множества очагов горения.

Рассмотрим особенности еще одного явления «общая вспышка».

В отечественной пожарно-технической литературе, в отличие от зарубежной [3, 4], этому явлению уделяют незаслуженно мало внимания. Механизм возникновения общей вспышки следующий. Газообразные продукты сгорания, при горении в помещении, включая также твердые частицы дыма, имеют свойство подниматься вверх, образуя горячее облако газового дыма, в припотолочном объеме.

Данное облако начинает прогревать потолок и прилегающие к нему стены, а также излучать сильный тепловой поток на предметы, расположенные ниже. Поэтому помимо факела, возникающего над очагом пожара, источниками лучистых тепловых потоков, нагревающих также не горящие объекты в пределах данного помещения, являются: раскаленные поверхности объектов помещения; пламя, охватившие потолок; раскаленные продукты горения.

Наступает момент, когда вместе эти тепловые потоки нагреют объекты находящиеся внизу до температуры самовоспламенения, и почти одновременно они могут вспыхнуть по всей площади помещения.

Масштаб горения при этом может быстро возрасти от 20% площади помещения до всей площади помещения.

Чтобы возникла, общая вспышка обязательным условием является наличие потолка, иначе газообразные продукты будут улетучиваться, не формируя теплоизлучающего облака, да и излучение нагретого или горящего потолка будет отсутствовать. При этом, следует отметить, что бывает и локальная общая вспышка. Если размеры помещения небольшие, то оно при возникновении общей вспышке загорится по всему объему помещения. А если помещение наоборот имеет большие размеры, то общую вспышку можно локализовать. Сначала одна часть комнаты вспыхнет, затем другая и пойдет дальше по цепочки.

Также следует уделить внимание взрывам при тушении тлеющих массивов. Общая практика показывает, что при разборе тлеющих конструкций и вскрытии завалов возможна резкая интенсификация горения из-за притока кислорода в труднодоступные для него до этого момента места.

Следовательно, интенсификация горения и даже взрывы могут происходить не только из-за определенного фактора, но и из-за попадания воды во время тушения, дождя или других факторов.

Когда вода попадает в очаг пожара, типичны взрывы, в результате высокой температуры происходит выделение водорода и угарного газа. Приведем пример, если при тушении большого очага в него подается струя воды, которая недостаточно сильна, чтобы быстро понизить температуру, то при свободном доступе воздуха образующийся горючий газ незамедлительно взорвется [1]. Также причиной взрыва горящих отвалов угольных шахт, может послужить попадание капель дождя. Возникновение сильного взрыва иногда происходит при разборе отвала для ликвидации его горения. В данном случае важную роль играет стремительное обнаружение очага пожара, в котором и скопился горючий пожарный газ. Очаги самонагрева и самовозгорания угля ликвидируют путём извлечения угля из штабеля, тушения и охлаждения его на отдельных площадках.

В документе [5] горючими газами, парами называются те летучие вещества, которые при смешивании с воздухом в определенных соотношениях способны образовывать взрывоопасные газовые среды.

Можно также сказать, что горючие газы – это те, природные или полученные в процессе технологических процессов летучие вещества, которые способны при нормальных условиях среды, смешиваясь с воздухом, взрываться или гореть.

Также стоит помнить, что под «горючим пожарным газом» понимается, горючие газы, образующиеся в результате пиролиза материалов в условиях ограниченной вентиляции (недостатка воздуха).

### Литература

1. Чешко И.Д. Технические основы расследования пожаров: Методическое пособие. – М.: ВНИИПО, 2002. – 330 с.
2. Чешко И.Д., Плотников В.Г. Анализ экспертных версий возникновения пожара. В 2-х книгах. – СПб.: ООО «Береста», 2012.
3. NFPA-921. Guide for Fire and Explosion Investigations. NFPA, Quincy, MA, 2005.
4. Явление общей вспышки и обратного проскока пламени при пожаре. «Flash – over» und «backdratt» / Rtiz M // Florian Hessen. – 1998. – №10.
5. ГОСТ Р МЭК 60050-426-2011 «Международный электротехнический словарь. Часть 426. Оборудование для взрывоопасных сред»