

Ю. Х. ПОЛАНДОВ, д-р техн. наук, профессор кафедры высшей математики, Приокский государственный университет (ПГУ); руководитель Научно-образовательного центра (НОЦ) "Механика жидкости и газа. Физика горения" при ПГУ (Россия, 302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29; e-mail: polandov@yandex.ru)

В. А. БАБАНКОВ, канд. техн. наук, старший научный сотрудник НОЦ "Механика жидкости и газа. Физика горения" при ПГУ (Россия, 302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29; e-mail: xenosv@mail.ru)

С. А. ДОБРИКОВ, аспирант, исследователь-стажер НОЦ "Механика жидкости и газа. Физика горения" при ПГУ (Россия, 302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29; e-mail: Te4nik1@gmail.com)

УДК 614.83;004.942

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ГАЗОВОГО ВЗРЫВА В ПОМЕЩЕНИИ ПРИ НАЛИЧИИ СМЕЖНОЙ КОМНАТЫ

Обзор публикаций показывает, что приоритет исследования эффекта влияния смежной комнаты на давление газового взрыва в помещении, имеющем окно, остается за российскими учеными. Данный эффект подтвержден экспериментально и авторами статьи. Установлено, что в наибольшей степени этот эффект проявляется при воспламенении газозвушной смеси в области, расположенной между центром помещения и окном, причем непосредственно у окна он проявляется слабее и практически отсутствует при воспламенении в области, близкой к проходу, соединяющему помещение со смежной комнатой.

Ключевые слова: физический эксперимент; взрыв газа; помещение; смежная комната; место воспламенения газа; давление взрыва.

DOI: 10.18322/PVB.2016.25.01.38-46

Введение

Исследователями из Московского государственного строительного университета (А. В. Мишуевым, В. В. Казенновым, Н. В. Громовым и др.) [1] зафиксирован эффект повышения давления газового взрыва в помещении, имеющем окно и смежную комнату, в которой изначально не было газа, по сравнению со взрывом в отдельном помещении. Ими установлено, что максимальное давление взрыва в этом случае значительно (в 2,5 раза) превышает максимальное давление взрыва в помещении без смежной комнаты. Этот результат находится в полном согласии с исследованиями В. В. Молькова, проведенными им несколько ранее [2]. Обзор зарубежных публикаций показывает, что приоритет исследования этого эффекта остается за российскими учеными.

Так, в известных нормативных документах Евросоюза [3, 4], США [5–7] и России [8–10] практически не рассматривается вопрос влияния на развитие взрыва в помещении смежной комнаты, заполненной воздухом и сообщающейся с комнатой, заполненной газом. Несмотря на различия, имеющиеся в этих стандартах, они обладают одним общим недостатком: они основаны на результатах анализа, полученных исходя из принципа "квазипостоянного" давления в помещении, т. е. без учета распределения параметров газов по объему. Этот подход по-

зволяет судить о форме и площади фронта пламени лишь на основе феноменологических моделей, особенно в случае турбулентности, что делает невозможной даже постановку задачи о влиянии смежной комнаты на развитие давления при взрыве в помещении. В этой ситуации решение задачи возможно только экспериментальным путем. Однако эксперименты со смежными комнатами за рубежом не проводились, даже в таком развитом исследовательском центре, как *FM Global* (Торонто, США) [11].

Среди публикаций, так или иначе касающихся этого вопроса, можно отметить работу [12], авторы которой являются разработчиками программного продукта *FLACS*, предназначенного для численного моделирования газовых взрывов. В качестве примера они моделировали газовые взрывы с распространением пламени по двум смежным помещениям, заполненным газом. Однако авторов, скорее, интересовал вопрос адекватности численной модели, а также демонстрация возможностей программы, а не механика взрыва.

Водяник В. И. [13] также рассматривал распространение пламени в двух сообщающихся сосудах, но и он, как и предыдущие исследователи, имел дело с заполненными газом сосудами (помещениями), поэтому полученные им результаты также не имеют отношения к рассматриваемому вопросу.

Ближе всех к рассматриваемой проблеме подошел В. В. Мольков в работе [2]. В ней он экспериментально исследовал взрыв в емкости объемом 2 м^3 и сброс газов через трубопроводы разных диаметров и длин в другую (приемную) емкость объемом $3,5 \text{ м}^3$, которая была предварительно заполнена воздухом. Он обнаружил, что в некоторых опытах давление в приемной емкости в ходе взрыва возрастало и становилось больше, чем в первой. Кроме того, он установил зависимость развития взрыва от места расположения устройства зажигания в первой емкости, что и позволило ему объяснить причину такого эффекта. К сожалению, исследования не были характерными для взрыва в помещении (скажем, на кухне), имеющем, кроме прохода в смежное помещение, окно, через которое газы выбрасываются в атмосферу.

В этом плане результаты исследования ученых из МГСУ [1] являются новыми.

Рабочая гипотеза

О влиянии места воспламенения газозвдушной смеси в помещении на развитие процесса взрыва в нем известно достаточно давно [11], о чем свидетельствуют (правда, в самом общем плане) и нормативные документы [3, 5]. Согласно им оказывается, что чем дальше от отверстия сброса происходит зажигание, тем выше максимальное давление взрыва. Проведенные нами ранее экспериментальные исследования подтвердили этот эффект [14]. При этом было уточнено, что проявление данного эффекта намного сложнее, чем это простое по форме утверждение, и зависит от размеров сбросного проема и формы помещения. В связи с этим и на основе опытов В. В. Молькова можно ожидать, что различное положение источника воспламенения при взрывах в двух сообщающихся помещениях, одно из которых заполнено газом и имеет окно, также будет влиять на развитие взрыва.

Надо полагать, что при этом возможны три варианта развития взрыва:

- *первый*: источник расположен вблизи прохода в смежное помещение. Тогда в смежное помещение попадут в основном продукты сгорания, а не газозвдушная смесь. В этом случае это помещение будет играть роль своеобразного демпфера;
- *второй*: источник находится вдали от прохода, ближе к центру. В этом случае можно ожидать попадания части несгоревшей смеси в смежную комнату, где она будет догорать. Однако в проходе смесь турбулизируется, что должно привести к резкому увеличению площади фронта пламени и, как следствие, к повышению давления взрыва;

- *третий*: источник расположен у окна. В этом случае в смежную комнату попадает наибольшее количество смеси, но вступает в силу известный эффект снижения давления взрыва при воспламенении рядом с окном, что должно снизить влияние смежной комнаты.

Средства исследования

При выборе размеров модельной установки мы исходили из известного [11, 14, 16] факта, что чем больше отношение l/d в цилиндрической камере (где l — длина цилиндра, d — его диаметр), тем больше влияет место воспламенения газа на давление взрыва в камере со сбросным проемом достаточного размера. Учитывая, что ставится задача о влиянии этого же параметра на развитие взрыва, но при наличии смежного объема, необходимо было свести к минимуму влияние первого фактора, поэтому была выбрана камера с l/d , близким к 1.

Исследование проводилось экспериментально с помощью модельной установки (рис. 1), которая состояла из двух камер размером $0,5 \times 0,5 \times 0,5 \text{ м}$ каждая. Камеры были разделены сменной перегородкой, в которой был сделан соединяющий их проход. Камера № 1 имела сбросной проем размером $0,15 \times 0,15 \text{ м}$ (на рис. 1 он обращен влево), который снабжен заслонкой из листовой стали толщиной 1 мм и датчиком положения заслонки. В состав установки входит также источник воспламенения (ИВ) и счетчик газа. Положение ИВ в каждой камере может варьироваться (см. рис. 1, поз. 1–5 слева направо). Внутри камеры расположен вентилятор, обеспечивающий перемешивание газа и воздуха и подготовку смеси к воспламенению. Проход между камерами размером $0,15 \times 0,15 \text{ м}$ при подготовке смеси загорали со стороны первой камеры листом бумаги, который при взрыве разрушался.

Удаление продуктов сгорания из камер после взрыва осуществлялось путем их продувки с помощью цилиндрического вентиляционного короба диаметром $0,09 \text{ м}$ и длиной 1 м , который вставлялся после взрыва в сбросной проем и через который подавался свежий воздух в камеру № 2. По окончании продувки короб извлекался из камер.

После экспериментального определения минимально необходимого времени продувки, перемешивания и работы устройства зажигания, которое обеспечивало бы воспроизводимость результатов при взрыве, уточнялась циклограмма команд, которая реализовывалась при взрыве в автоматическом режиме при управлении с компьютера и разработанного пульта управления “Пчела”. Продувка и заправка газом камер проводились в ручном режиме.

Система измерений состояла из двух датчиков давления CS-PT-1000 (Китай), установленных в каждой камере; датчика перемещения В10К (СССР),

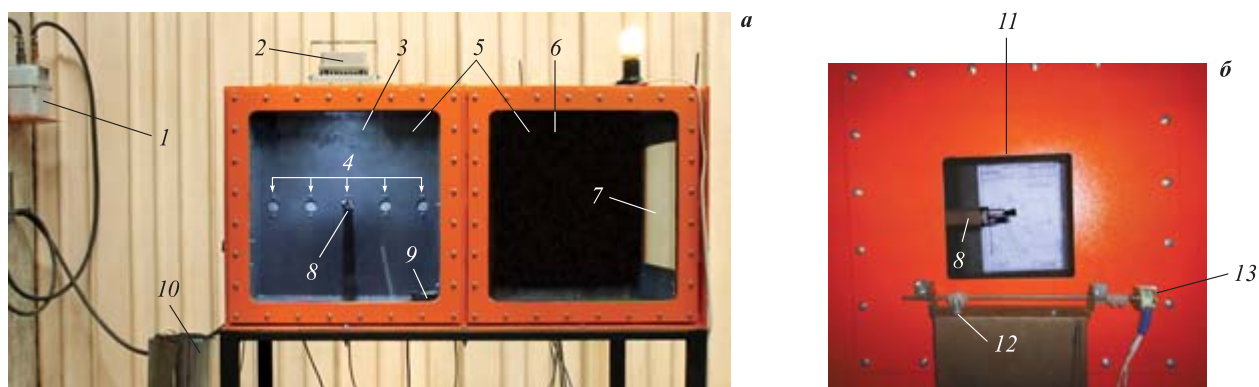


Рис. 1. Общий вид камеры сбоку (а) и со стороны сбросного проема (б): 1 — счетчик газа; 2 — лампа подсветки; 3 — камера № 1; 4 — места установки источника воспламенения (5 позиций); 5 — места установки датчиков давления; 6 — камера № 2; 7 — заднее стекло; 8 — ИВ на поз. 3; 9 — вентилятор циркуляционный; 10 — короб вентиляционный; 11 — сбросной проем; 12 — заслонка; 13 — датчик положения заслонки

определяющего положение заслонки; аналогово-цифрового преобразователя (ОАО Руднев – Шияев, Россия) и персонального компьютера. Опрос датчиков и запись полученных данных проводились с частотой дискретизации 30 кГц. Обработка данных велась в среде Microsoft Excel 2010.

В первую камеру подавался “зимний вариант” сжиженного газа из баллона, который состоит из пропана (52 %), бутана (42 %) и этилена (остальное). В опытах использовали газ в концентрации, близкой к стехиометрической, в количестве 5 л — в опытах с одной камерой и 10 л — при заполнении обеих

камер. Отсчет объема газа производился по счетчику. Целое число литров заливаемого газа принято для простоты. Каждый раз перед началом серии опытов осуществлялся контроль воспроизводимости результатов путем проведения трех контрольных взрывов.

На рис. 2 приведены кадры видеосъемки взрыва при наличии перегородки с проходом. При подготовке смеси окно сброса было закрыто заслонкой, а проход — листом бумаги, приклеенным с помощью скотча со стороны первой камеры. Положение источника воспламенения в данном опыте — в поз. 2 в первой комнате (см. рис. 1).

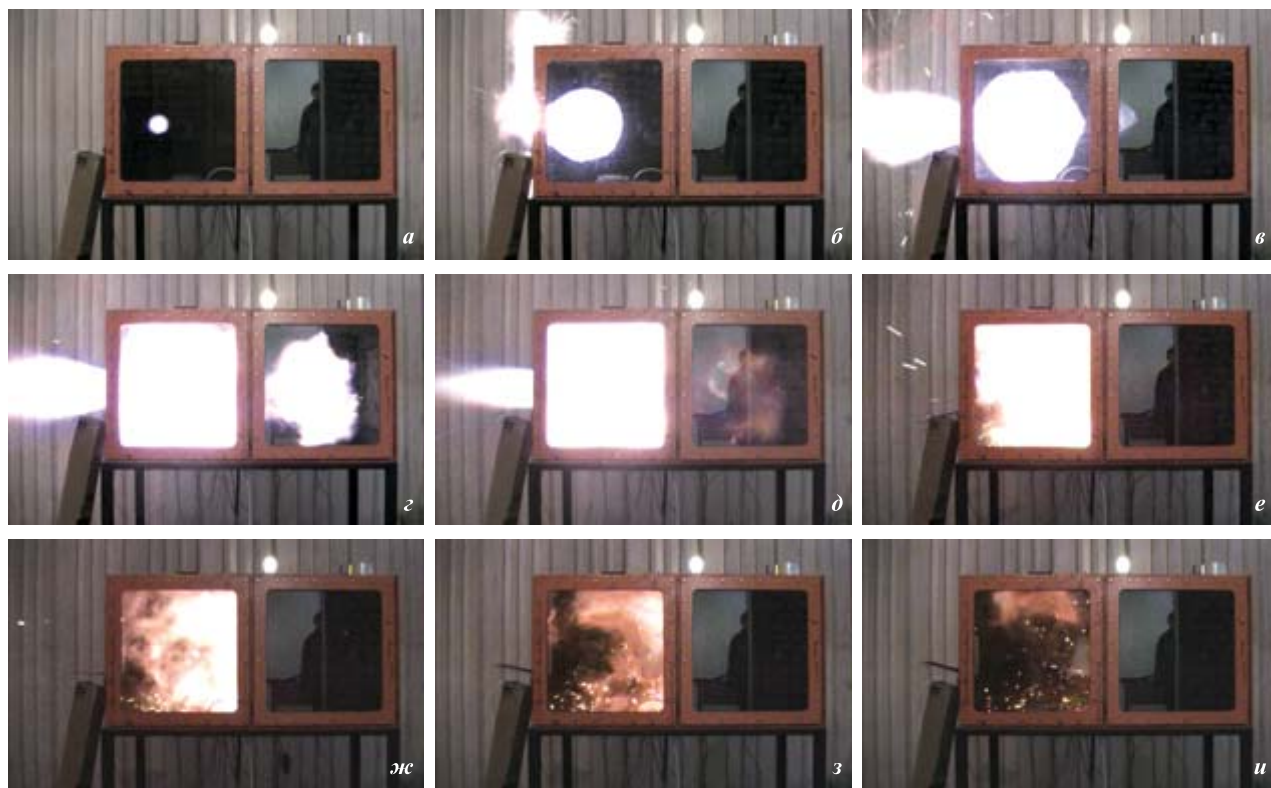


Рис. 2. Развитие взрыва в моменты времени (кадры видеосъемки): а — 10 мс; б — 50 мс; в — 90 мс; г — 130 мс; д — 170 мс; е — 210 мс; ж — 250 мс; з — 290 мс; и — 340 мс

При включении циклограммы проведения опыта в автоматическом режиме начинается перемешивание смеси, через определенное время (обычно 40 с) включается команда “Запись” и предупредительная сигнализация (световая и звуковая), а еще через 5 с — команда “Взрыв”, согласно которой на ИВ появляется искра длительностью по времени 0,02 с. Через 1 с система отключается, и, если после осмотра установка признается готовой к следующему опыту, то продуваются обе камеры, восстанавливается бумага на проходе между камерами, закрывается заслонка и заполняется газом первая камера.

Типичный опыт

На рис. 3 показаны ход давления при взрыве (см. рис. 2), записанный двумя датчиками давления (установленными по одному в каждой камере) при расположении источника воспламенения в поз. 2 (см. рис. 1). Нуль на графике совмещен с подачей сигнала “Взрыв”. Чтобы избежать влияния возникающих при работе устройства зажигания сильных электромагнитных колебаний на работу системы измерения, сигнал длится не более 0,02 с. Если судить по перепаду давления на рис. 3,б, то практически сразу (по графику менее чем через 0,01 с) давление в первой камере начинает расти. Комментируя этот

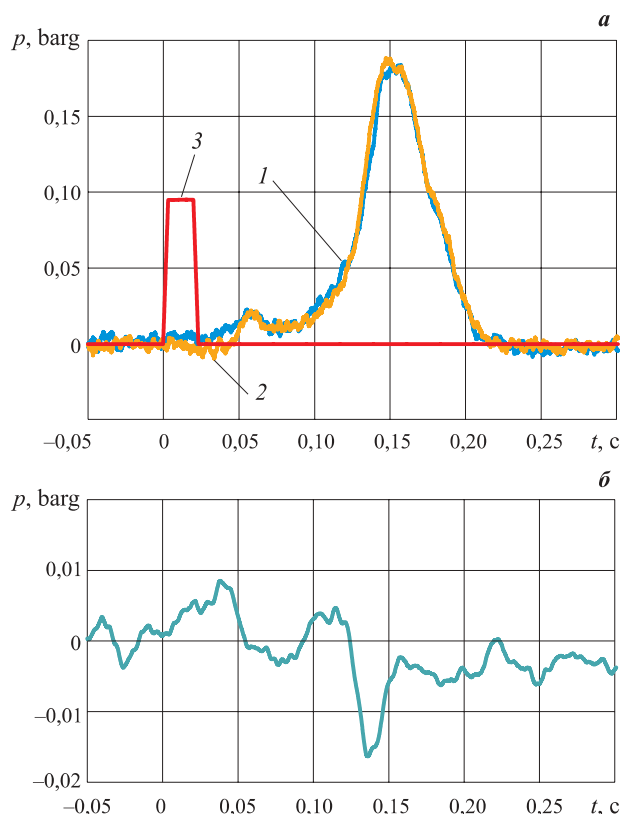


Рис. 3. Результаты обработки данных опыта по рис. 2 (а) и разницы давлений между первой и второй камерами (б): 1, 2 — записи показаний датчиков давления соответственно в первой и второй камерах; 3 — сигнал на ИВ “Взрыв”

момент, можно сказать, что время индукции воспламенения практически равно нулю (во всяком случае, в рамках проведенного эксперимента и характеристик измерительной системы).

Примерно через 0,04 с после взрыва практически одновременно начинают открываться заслонка и лист в проходе во вторую камеру. Первое следует из графика на рис. 4 и 2,б (заслонка частично открыта, поэтому струя продуктов сгорания направлена вверх). Об открытии листа бумаги на проходе во вторую комнату можно судить по рис. 3,б, где видно, что давление после роста с этого момента начинает резко снижаться. Это может быть только результатом перетока газов из первой камеры во вторую.

Движение заслонки. Динамика ее движения зафиксирована на рис. 4 (кривая 2). Для удобства анализа положения заслонки можно воспользоваться рис. 5. Ориентируясь на рис. 2, отметим, что вращение заслонки осуществлялось против часовой стрелки. При угле поворота $\alpha = 90^\circ$ (исходное положение) она закрывает окно камеры, при $\alpha = 0^\circ$ — принимает горизонтальное положение, при котором полностью открывается сбросной проем, при $\alpha = -90^\circ$ — опускается до демпфера, расположенного в нижней части передней крышки камеры.

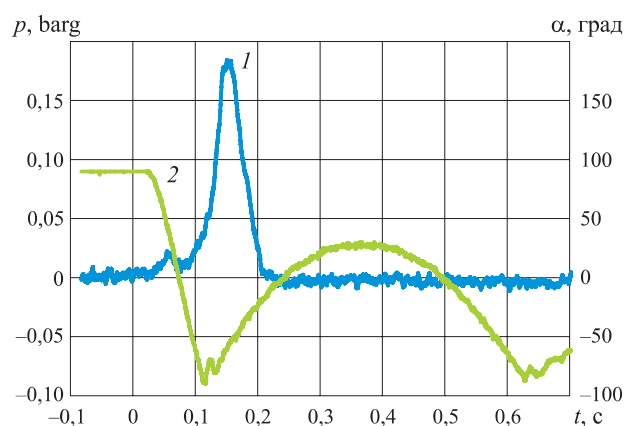


Рис. 4. Изменение давления в первой камере (1) и угла открытия заслонки (2) в процессе взрыва

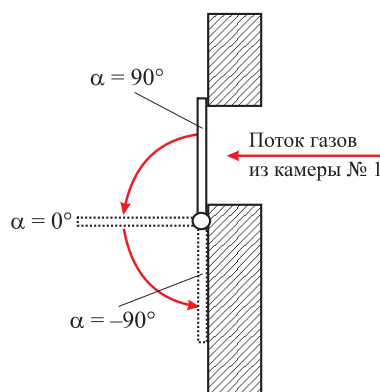


Рис. 5. К анализу положения заслонки (к рис. 3,а)

Спад первого пика давления на кривых 1 и 2 (см. рис. 3) несколько запаздывает с началом открытия заслонки. Это дает основание считать, что этот пик есть результат открытия заслонки. К 100-й мс заслонка принимает горизонтальное положение, а к 150-й мс — ударяется об упругий демпфер, а к моменту 0,3 с поднимается обратно вверх, частично перекрывая область струи (см. рис. 2,ж–2,и). После нескольких колебательных движений заслонка зависает в нижнем положении.

Бумажный лист на перегородке. Судя по разнице давлений между первой и второй камерами (см. рис. 3,б), лист открывается в сторону второй камеры при перепаде давления 800 Па, после чего давление в камерах начинает выравниваться. В ходе взрыва разница давлений в обеих камерах настолько мала (до 19 кПа), что кривые 1 и 2 на рис. 3,а практически сливаются. Во время основного пика к 150-й мс и далее по времени давление во второй камере становится больше, чем в первой: на рис. 2,и видно, что лист бумаги открыт в сторону первой камеры. Это же наблюдается и на рис. 3,б: давление во второй камере выше, чем в первой.

Ход давления. Вернемся к кривым 1 и 2 на рис. 3,а. После зажигания смеси давление в первой камере начинает расти как в закрытом сосуде, достигая к 40-й мс 0,02 barg, затем несколько снижается, образуя первый пик. Далее оно снова начинает расти и на 150-й мс образует второй основной пик давления — 0,19 barg. Площадь фронта пламени в это время достигает своего максимального значения, что видно на рис. 2,г. Давление в обеих камерах в результате истечения газа резко падает до нуля. Время активной фазы взрыва составляет 0,22 с. Можно обратить внимание на то, что записи давления обоими датчиками почти совпадают, что говорит о достаточной точности измерений. На рис. 2,з по оси первой камеры видна темная (холодная) область. Это, скорее всего, результат имплозии, когда в камеру поступает холодный воздух из атмосферы.

И наконец, можно отметить, что заслонка и бумажный лист, имеющие в опытах второстепенное значение, практически не влияют на ход давления при взрыве.

Анализ данных по теме исследований

Программой эксперимента было предусмотрено проведение двух серий опытов и последующее сравнение их результатов: в первой — исследовалась зависимость развития взрыва от места воспламенения в первой камере при закрытом проходе во вторую, а в другой — при открытом проходе во вторую камеру, загороженном бумажным листом.

Опыты со взрывами в отдельной первой камере. Результаты опытов первой серии по пяти позициям

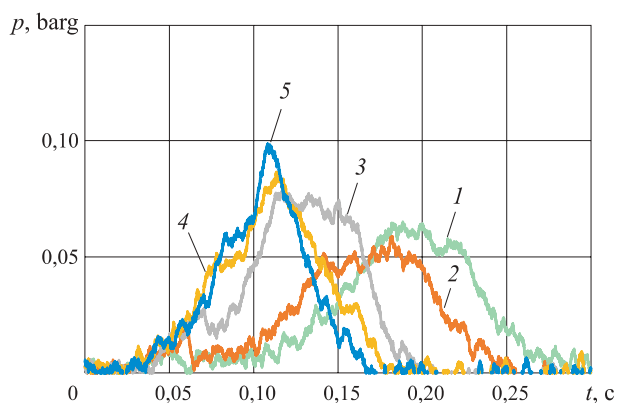


Рис. 6. Ход давления взрыва в отдельной камере: 1–5 — номера позиций ИВ, при которых производился взрыв

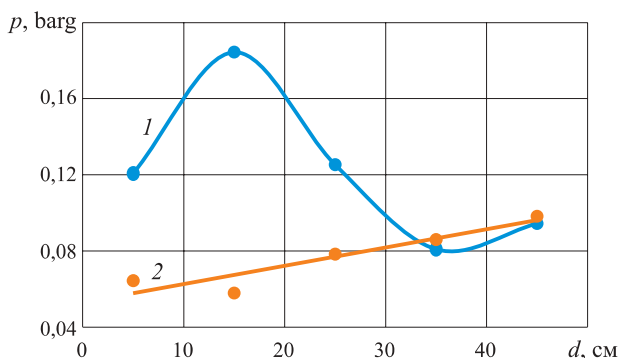


Рис. 7. Зависимость максимального давления от расположения источника зажигания: 1 — при наличии смежной камеры; 2 — в случае с отдельной камерой

ИВ приведены на рис. 6. Номера кривых соответствуют номерам позиций, при которых производился взрыв. Из рис. 6 видно, что чем ближе ИВ к окну, тем дольше длится взрыв. В нашем случае с увеличением номера позиции время взрыва уменьшается с 0,28 до 0,17 с.

На рис. 7 приведена зависимость максимального давления в этой серии опытов при взрыве от места установки ИВ (кривая 2), из которой следует, что с приближением источника воспламенения к окну максимальное давление имеет тенденцию к снижению: в нашем случае с 0,1 до 0,06 barg.

Опыты со взрывом в первой камере при открытом проходе во вторую. Вид графиков хода давления взрыва в камере, сообщающейся со смежной, при разных положениях источника воспламенения показан на рис. 8. В данном случае полученная зависимость давления взрыва от места положения ИВ выглядит несколько сложнее. При установке ИВ вблизи прохода во вторую камеру (поз. 4 и 5) давление взрыва равно давлению взрыва в отдельной камере. Однако при установке ИВ в центре камеры и вблизи сбросного проема давление значительно выше, чем при взрыве в отдельной камере, особенно при положении ИВ в поз. 2.

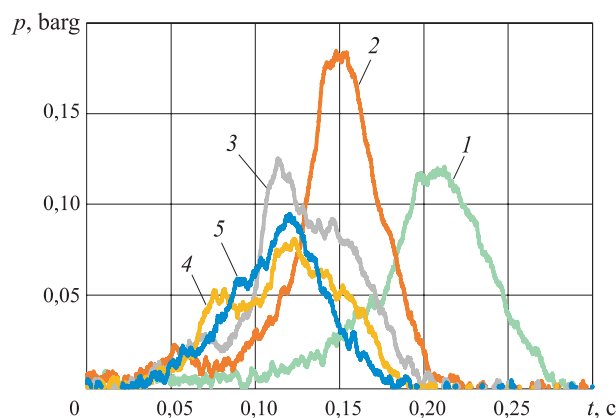


Рис. 8. Ход давления при взрыве в камере при наличии прохода в смежную

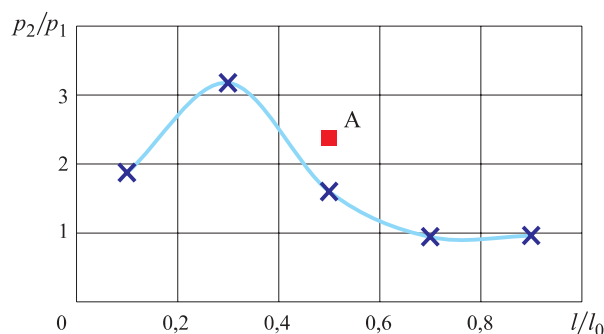


Рис. 9. Отношение максимальных давлений взрыва в опытах со смежной камерой p_2 и без нее p_1 при l/l_0 : l — расстояние от сбросного проема до места воспламенения; l_0 — длина камеры; А — данные, полученные МГСУ

Возможное объяснение этого феномена следующее. При установке ИВ вблизи прохода при открытии листа во вторую комнату попадают уже сгоревшие газы, т. е. продукты сгорания, в данном случае инертный газ, заполняющий объем второй камеры. С успехом это могла бы быть и часть объема первой камеры.

При сдвиге ИВ к центру первой камеры с началом взрыва во вторую камеру первой поступает исходная (еще не горевшая) смесь, по пути турбулизируясь в проходе. Когда она воспламеняется, горение происходит по развитой площади фронта пламени. Чем дальше отодвигается ИВ от прохода, тем больше часть негорящей смеси поступает во вторую камеру.

И наконец, при установке ИВ у сбросного проема срабатывает эффект выброса в него продуктов сго-

рания, которые движутся с большой скоростью, как газы, имеющие высокую температуру, и части пламени, в результате чего влияние смежной комнаты на процесс снижается.

Обобщая результаты исследований, можно рассмотреть зависимость отношения давлений при взрыве в отдельной камере и в камере, сообщающейся с другой камерой, от расстояния от места воспламенения до сбросного проема. В нашем случае по абсциссе отложено относительное расстояние l/l_0 . Зависимость $p_2/p_1 = f(l/l_0)$ приведена на рис. 9. Понятно, что предложенные безразмерные величины не полностью соответствуют понятию критериев, тем не менее они позволяют сравнить между собой результаты, полученные при различных условиях. На рис. 9 представлены результаты в безразмерных координатах, полученные исследователями из МГСУ (точка А). Из рис. 9 видно достаточно приемлемое совпадение результатов.

Интересно обратиться к ранее полученным нами результатам [16], согласно которым газовый взрыв в отдельной комнате с воспламенением у дальней стены гораздо опаснее взрыва вблизи сбросного проема. Понятно, что приведенные в настоящей статье данные расходятся с этим утверждением и делают неоднозначными условия выбора места установки газовой плиты в кухонном помещении.

Выводы

1. Подтвержден обнаруженный в МГСУ эффект повышения давления взрыва газа в камере со сбросным проемом, если она сообщается во время взрыва с другой (смежной) камерой.

2. Гипотеза о влиянии на развитие взрыва места воспламенения газа в камере подтвердилась. Установлено, что при воспламенении газа вблизи прохода в смежную камеру давление взрыва практически равно давлению при взрыве в отдельной комнате. Влияние проявляется при воспламенении в центре камеры и особенно в пространстве между центром и сбросным проемом. Однако при воспламенении в непосредственной близости от сбросного проема на развитие взрыва начинает влиять другой эффект: выброс продуктов сгорания с высокой температурой и части пламени, в которой идет процесс горения, в результате чего влияние смежной комнаты на развитие процесса снижается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мишуев А. В., Казеннов В. В., Комаров А. А., Громов Н. В., Лукьянов А. В., Прозоровский Д. В. Особенности аварийных взрывов внутри жилых газифицированных зданий и промышленных объектов // Пожаровзрывобезопасность. — 2012. — Т. 21, № 3. — С. 49–56.
2. Мольков В. В. Динамика сгорания газа в негерметичном сосуде : дис. ... канд. физ.-мат. наук. — М. : МФТИ, 2006. — 211 с.

3. EN 14994:2007. Gas explosion venting protective systems. — UK, BSI, 2007. URL : <http://shop.bsigroup.com/ProductDetail/?pid=000000000030117073> (дата обращения: 25.10.2015).
4. EN 14797:2006. Explosion venting devices. — UK, BSI, 2006. URL: <http://shop.bsigroup.com/ProductDetail/?pid=000000000030104794> (дата обращения: 25.10.2015).
5. NFPA 68:2013. Standard on explosion protection by deflagration venting. — USA, Quincy : National Fire Protection Association, 2013. URL: <http://www.nfpa.org/codes-and-standards/document-information-pages?mode=code&code=68> (дата обращения: 25.10.2015).
6. *Ismaila A., Andrews G. E., Abdullahi I., Nasiru R., Abdullahi Y. A.* Venting as a means of mitigating explosions: The need to revised European and USA (NFPA68) guidance for explosion venting // Archives of Applied Science Research. — 2012. — Vol. 4, No. 1. — P. 155–168.
7. *Bauwens C. R., Chaffee J., Dorofeev S.* Experimental and numerical study of methane-air deflagrations in a vented enclosure // Proceedings of the Ninth International Symposium “Fire Safety Science”. — Vol. 9. — P. 1043–1054. DOI: 10.3801/IAFSS.FSS.9-1043.
8. ГОСТ Р 12.3.047–2012. ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. — Введ. 01.01.2014. — М. : Стандартинформ, 2014. — 65 с.
9. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. — Введ. 01.05.2009. — М. : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. — 27 с.
10. СП 89.13330.2012. Котельные установки (актуализированная редакция СНиП II-35–76). — М. : ФАУ “ФЦС”, 2013.
11. *Bauwens C. R., Chaffee J., Dorofeev S.* Effect of ignition location, vent size, and obstacles on vented explosion overpressures in propane-air mixtures // Combustion Science and Technology. — 2010. — Vol. 182, Issue 11-12. — P. 1915–1932. DOI: 10.1080/00102202.2010.497415.
12. *Pedersen H. H., Tomlin G., Middha P., Phylaktou H. N., Andrews G. E.* Comparison of FLACS Simulations against large-scale vented gas explosion experiments in a twin compartment enclosure // Ninth International Symposium on Hazard, Prevention and Mitigation of Industrial Explosions (ISHPMIE), 22–27 July 2012. — Poland, Cracow, 2012. — 26 p.
13. *Водяник В. И.* Взрывобезопасность технологического оборудования. — М. : Химия, 1991. — 254 с.
14. *Поландов Ю. Х., Барг М. А., Власенко С. А.* Моделирование процесса горения газозвдушной смеси методом крупных частиц // Пожаровзрывобезопасность. — 2007. — Т. 16, № 3. — С. 6–9.
15. *Bartknecht W.* Explosionsschutz: Grundlagen und Anwendung. — Berlin, Heidelberg : Springer Verlag, 1993. — S. 891. DOI: 10.1007/978-3-642-77515-4.
16. *Поландов Ю. Х., Бабанков В. А.* Влияние места расположения источника воспламенения в помещении на развитие взрыва газа // Пожаровзрывобезопасность. — 2015. — Т. 23, № 3. — С. 68–74.

Материал поступил в редакцию 8 ноября 2015 г.

Для цитирования: Поландов Ю. Х., Бабанков В. А., Добриков С. А. Особенности развития газового взрыва в помещении при наличии смежной комнаты // Пожаровзрывобезопасность. — 2016. — Т. 25, № 1. — С. 38–46. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.01.38-46.

English

FEATURES OF INFLUENCE OF ADJACENT ROOMS ON THE DEVELOPMENT OF GAS EXPLOSION

POLANDOV Yu. Kh., Doctor of Technical Sciences, Professor of Higher Mathematics Department, State University — Educational-Scientific-Production Complex; Head of Scientific-Educational Center “Fluid Mechanics. Combustion” (Naugorskoye Highway, 29, Orel, 302020, Russian Federation; e-mail address: polandov@yandex.ru)

BABANKOV V. A., Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher of Scientific-Educational Center “Fluid Mechanics. Combustion”, State University — Educational-Scientific-Production Complex (Naugorskoye Highway, 29, Orel, 302020, Russian Federation; e-mail address: xenosv@mail.ru)

DOBRIKOV S. A., Postgraduate Student, Researcher-Trainee of Scientific-Educational Center “Fluid Mechanics. Combustion”, State University — Educational-Scientific-Production Complex (Naugorskoye Highway, 29, Orel, 302020, Russian Federation; e-mail address: Te4nik1@gmail.com)

ABSTRACT

Researchers from MGSU (Moscow) revealed the effect of an adjacent room to the pressure of the gas explosion in a room that has a window. They found that the explosion pressure in this case is significantly (2.5-fold) higher than the pressure of the explosion in a room without an adjacent room. This result confirms the studies Molkov V. V., they spent a little earlier. Review of foreign publications shows that the priority of the study of this effect remains for Russian scientists. We confirmed this effect also experimentally, but studies have been conducted in more detail.

In the experiment we used a model installation dimensions $0.5 \times 0.5 \times 1.0$ m on the long side is divided into two chambers, one of the chambers had the stroke window of 0.15×0.15 m, and the partition between the chambers was a passage of the same size. The first chamber is filled with propane. Control and measurement has been computerized, he worked on the original program. Data processing was carried out in an environment Microsoft Excel.

Experimentally it was found that the greatest effect is seen when ignited gas-air mixture in the area located between the center of the room and closer to the window (maximum excess — more than three times). Directly by the window effect is weaker (1.8 times) and virtually non-existent when ignited in a region close to the passage connecting room and the adjoining room.

Keywords: physical experiment; gas explosion; room; adjoining room; place of ignition of gas; explosion pressure.

REFERENCES

1. Mishuev A. V., Kazennov V. V., Komarov A. A., Gromov N. V., Lukyanov A. V., Prozorovskiy D. V. Osobennosti avariynykh vzryvov vnutri zhilykh gazifitsirovannykh zdaniy i promyshlennykh obyektoy [Peculiar properties of emergency blasts inside gasified buildings and industrial objects]. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2012, vol. 21, no. 3, pp. 49–56.
2. Molkov V. V. *Dinamika sgoraniya gaza v negermetichnom sosude. Dis. kand fiz.-mat. nauk* [The dynamics of the combustion gas in the sealed container. Cand. phys. and math. sci. diss.]. Moscow, Moscow Engineering Physics Institute Publ., 2006. 211 p.
3. EN 14994:2007. *Gas explosion venting protective systems*. UK, BSI, 2007. Available at: <http://shop.bsigroup.com/ProductDetail/?pid=00000000030117073> (Accessed 25 October 2015).
4. EN 14797:2006. *Explosion venting devices*. UK, BSI, 2007. Available at: <http://shop.bsigroup.com/ProductDetail/?pid=00000000030104794> (Accessed 25 October 2015).
5. NFPA 68:2013. *Standard on explosion protection by deflagration venting*. USA, Quincy, National Fire Protection Association, 2013. Available at: <http://www.nfpa.org/codes-and-standards/document-information-pages?mode=code&code=68> (Accessed 25 October 2015).
6. Ismaila A., Andrews G. E., Abdullahi I., Nasiru R., Abdullahi Y. A. Venting as a means of mitigating explosions: The need to revised European and USA (NFPA68) guidance for explosion venting. *Archives of Applied Science Research*, 2012, vol. 4, no. 1, pp. 155–168.
7. Bauwens C. R., Chaffee J., Dorofeev S. Experimental and numerical study of methane-air deflagrations in a vented enclosure. *Proceedings of the Ninth International Symposium "Fire Safety Science"*, vol. 9, pp. 1043–1054. DOI: 10.3801/IAFSS.FSS.9-1043.
8. State standard 12.3.047–2012. *Occupational safety standards system. Fire safety of technological processes. General requirements. Methods of control*. Moscow, Standartinform Publ., 2014. 65 p. (in Russian).
9. Set of rules 12.13130.2009. *Determination of categories of rooms, buildings and external installations on explosion and fire hazard*. Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia Publ., 2009. 27 p. (in Russian).
10. Set of rules 89.13330.2012. *Combustion boiler systems of heating generation*. Moscow, FAU "FCC" Publ., 2013 (in Russian).
11. Bauwens C. R., Chaffee J., Dorofeev S. Effect of ignition location, vent size, and obstacles on vented explosion overpressures in propane-air mixtures. *Combustion Science and Technology*, 2010, vol. 182, issue 11-12, pp. 1915–1932. DOI: 10.1080/00102202.2010.497415.
12. Pedersen H. H., Tomlin G., Middha P., Phylaktou H. N., Andrews G. E. Comparison of FLACS Simulations against large-scale vented gas explosion experiments in a twin compartment enclosure. *Ninth International Symposium on Hazard, Prevention and Mitigation of Industrial Explosions (ISHPMIE)*, 22–27 July 2012. Poland, Cracow, 2012. 26 p.
13. Vodyanik V. I. *Vzryvobezopasnost tekhnologicheskogo oborudovaniya* [Explosion technological equipment]. Moscow, Khimiya Publ., 1991. 254 p.

14. Polandov Yu. H., Barg M. A., Vlasenko S. A. Modelirovaniye protsessa goreniya gazovozdushnoy smesi metodom krupnykh chastits [Simulation of combustion gas mixture by large particles]. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2007, vol. 16, no. 3, pp. 6–9.
15. Bartknecht W. *Explosionsschutz: Grundlagen und Anwendung*. Berlin, Heidelberg, Springer Verlag, 1993. 891 s. DOI: 10.1007/978-3-642-77515-4.
16. Polandov Yu. Kh., Babankov V. A. Vliyaniye mesta raspolozheniya istochnika vosplamneniya v pomeshchenii na razvitiye vzryva gaza [Effect of location source of fire in the room on the development of gas explosion]. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2014, vol. 23, no. 3, pp. 68–74.

For citation: Polandov Yu. Kh., Babankov V. A., Dobrikov S. A. Osobennosti razvitiya gazovogo vzryva v pomeshchenii pri nalichii smezhnoy komnaty [Features of influence of adjacent rooms on the development of gas explosion]. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2016, vol. 25, no. 1, pp. 38–46. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.01.38-46.



ООО «Издательство «ПОЖНАУКА»

предлагает Вашему вниманию

Учебное пособие



Холщевников В. В.
Корольченко Д. А.
Парфёненко А. П.

ЭВАКУАЦИЯ ЗРИТЕЛЕЙ ИЗ СПОРТИВНО-ЗРЕЛИЩНЫХ СООРУЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВНУТРЕННЕГО ТРАНСПОРТА

М. : Изд-во «ПОЖНАУКА», 2016. — 88 с.

Впервые в практике архитектурно-строительного преподавания рассмотрена методология учета важнейшего функционального процесса — движения людских потоков с использованием эскалаторов и лифтовых установок при различных режимах эксплуатации зданий, включая чрезвычайную ситуацию пожара, на примере реального объекта с большим количеством находящихся в нем людей.

Для заказа книги пишите нам по адресу:

121352, г. Москва, а/я 43,
или звоните по телефону
8 (495) 228-09-03.

Вы можете также оформить заказ через электронную почту:
mail@firepress.ru.