

РАЗДЕЛ 6. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 691:699.812.2+614.841.332

И.С. Наумов

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь, Россия

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ

Описаны негативные факторы, возникающие в процессе горения строительных и отделочных материалов, нефтепродуктов горюче-смазочных материалов. Предложен стенд комплексного анализа процессов горения. Рассмотрены этапы проведения исследования. Приведены результаты испытаний на стенде.

Ключевые слова: строительные материалы, нефтепродукты, отделочные материалы, горюче-смазочные материалы, горючесть, воспламеняемость, дымообразование, скорость распространения пламени, токсичность.

I.S. Naumov

State National Research Polytechnical University of Perm, Perm, Russia

COMPREHENSIVE ANALYSIS OF PROCESSES OF BURNING

The negative factors arising in the process of burning building materials, petroleum fuels and combustive-lubricating materials. A stand of a comprehensive analysis of burning processes. Considered stages of the study. Given results of tests on the stand.

Keywords: construction materials, petroleum products, finishing materials, combustive-lubricating materials, flammability, flammability, smoke formation, the rate of flame spread, toxicity.

Известно, что пожар – это система с распространяющимся горением. Понятие «горение» является довольно широким. Оно включает совокупность сложных физических и химических процессов. Под горением понимают быстрый самоускоряющийся экзотермический процесс, способный распространяться в пространстве с дозвуковой скоростью и, как правило, сопровождающийся свечением и образованием пламени.

Пожары в нашей стране вспыхивают каждые 4–5 минут, и ежегодно от пожаров погибает около 12 тысяч человек [2]. Основные причины гибели на пожарах людей – действие продуктов горения и высокая температура.

Следовательно, существует необходимость исследования материалов на горючесть, воспламеняемость, способность дымообразования, на скорость распространения пламени, а также на токсичность и другие опасные и вредные факторы пожара.

Однако в реальности не существует достаточного числа лабораторий и лабораторного оборудования, которое давало бы возможность комплексного исследования горючести и других опасных и вредных факторов процесса горения.

Пожары в основном возникают:

– в жилых зданиях: в жилых и подсобных помещениях, кухнях, лоджиях (балконах), на чердаках, в подвалах;

– в административных зданиях: в служебных, бытовых и складских помещениях, на чердаках, в подвалах;

– в производственных зданиях в большинстве случаев на нижних отметках в местах расположения технологического оборудования и транспортных средств; в местах складирования горюче-смазочных материалов (ГСМ), горючих и легковоспламеняющихся жидкостей; в местах прокладки электрических коммуникаций (в кабельных тоннелях и подвалах); в энергетических установках и оборудовании; в маслоподвалах.

К опасным факторам пожара, воздействующим на людей и имущество, относятся: пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму.

Критическими значениями параметров для человека при длительном воздействии указанных значений опасных факторов пожара являются: температура – 70 °С; плотность теплового излучения – 1,26 кВт/м²; концентрация окиси углерода – 0,1 % объема; видимость в зоне задымления – 6–12 м [4].

Под термином «Требования пожарной безопасности» согласно статье Федерального закона «О пожарной безопасности» [3] понимаются специальные условия социального и (или) технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности зако-

нодательством Российской Федерации, нормативными документами или уполномоченным государственным органом.

Токсичные продукты сгорания являются основным фактором, который ведёт к наибольшему количеству человеческих жертв. Состав продуктов сгорания зависит от состава горящего вещества и от условий его горения. Органические и неорганические горючие вещества состоят главным образом из углерода, кислорода, водорода, серы, фосфора и азота. Из них углерод, водород, сера и фосфор способны окисляться при температуре горения и образовывать продукты горения: CO , CO_2 , SO_2 , P_2O_5 . Азот при температуре горения не окисляется и выделяется в свободном состоянии, а кислород расходуется на окисление горючих элементов вещества. Все указанные продукты сгорания (за исключением окиси углерода CO) гореть в дальнейшем больше не способны. Они образуются при полном сгорании, то есть при горении, которое протекает при доступе достаточного количества воздуха и при высокой температуре.

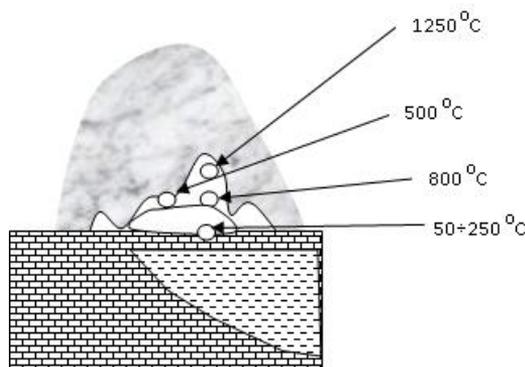


Рис. 1. Распределение температур в пламени при горении газообразных, жидких и твердых материалов

При неполном сгорании органических веществ в условиях низких температур и недостатка воздуха образуются более разнообразные продукты – окись углерода, спирты, кетоны, альдегиды, кислоты и другие сложные химические соединения. Они получаются при частичном окислении как самого горючего, так и продуктов его сухой перегонки (пиролиза). Эти продукты образуют едкий и ядовитый дым. Кроме того, продукты неполного горения сами способны гореть и образовывать с воздухом взрывчатые смеси [1].

Поэтому имеется потребность создания специального стенда для комплексного анализа процессов горения, который бы позволял опре-

делять: горючесть, группу горючести, температуры воспламенения, тления и оплавления, температурные условия теплового самовозгорания, скорость распространения пламени, коэффициент дымообразования, дымообразующую способность.

При создании установки были учтены её эргономичность и безопасность составляющих элементов.

Установка состоит из вытяжного шкафа; нагревательной плиты; газовых горелок; портативного хроматографа; тепловизора (рис. 3).

В первую очередь производится поджиг (нагревание) испытываемых образцов. Нагревательная плита из стеклокерамики, позволяющая сымитировать нагревание исследуемого образца без открытого огня, расположена в центре столешницы. В реальных условиях в первую очередь действует открытый огонь, следовательно, необходимо предусмотреть воздействие огня на испытываемый образец, отсюда вытекает необходимость установить с двух сторон от плиты компактные газовые горелки, выполненные в огнестойком корпусе. Немаловажным является и наличие в них возможности дистанционного электроподжига, так как выполнение этой операции вручную достаточно опасно. При дистанционном электроподжиге горелок имеется дополнительная возможность их синхронизации или установления времени запаздывания одной из них.

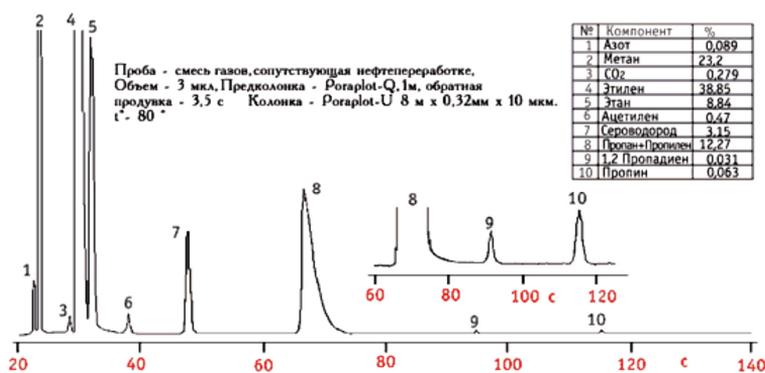


Рис. 2. Хроматограмма, выводимая на монитор

На втором этапе анализируется состав дыма, выделяющегося в процессе горения. Для этого используется портативный хроматограф (рис. 2), выполненный во взрывозащищённом корпусе, который крепится над рабочей поверхностью на задней стенке вытяжного шкафа. Всасывание образца обеспечивается встроенным вакуумным насосом в автоматическом режиме.

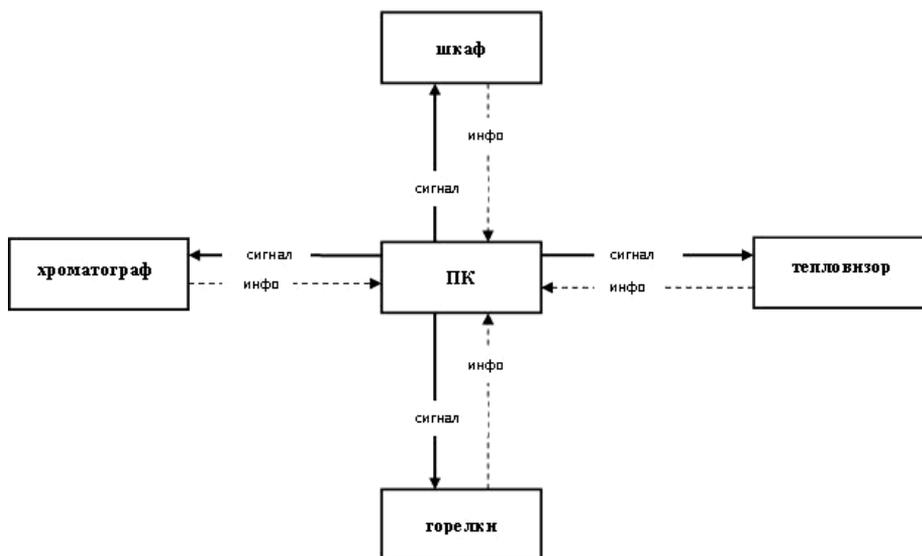


Рис. 3. Схема управления лабораторным стендом

Установка может быть использована для моделирования процессов горения в различных режимах, так как она укомплектована модемом. Использование модема позволяет передавать информацию, полученную от хроматографа по телефонным линиям на любые расстояния. Для определения температуры воспламенения, температур тления, температурных условий теплового самовозгорания и нормальной скорости распространения пламени используется тепловизор. С его помощью можно отслеживать все необходимые характеристики, даже если это многослойный образец, так как на экран персонального компьютера выводятся тепловые срезы по поверхностям уровня. Тепловизор устанавливается на столешницу у задней стенки вытяжного шкафа, объектив направляется непосредственно по центру поверхности. Всё оборудование помещается в специальный вытяжной шкаф, обеспечивающий безопасность проведения лабораторных исследований.

В полученном стенде имеется возможность дистанционного управления всеми процессами, в частности получение отклика от всех устройств в виде информации, выводимой на монитор персонального компьютера. Это даёт возможность задавать практически любые условия при исследовании различных материалов, то есть моделировать процессы в зависимости от возникающих потребностей.

Лабораторный стенд предназначен для выполнения широкого круга научно-исследовательских работ. Например, его можно исполь-

зовать для создания различных композитов и присадок с заранее заданными свойствами на основе предварительно разработанной математической модели, составленной на основе опытных данных, полученных в результате испытаний различных материалов на лабораторном стенде. Имеется дополнительная возможность модернизации стенда, в том числе возможность подведения в рабочую зону средств пожаротушения путём внесения в горящий образец различных ингибиторов или инертных газов.

На стенде проведён ряд испытаний на горючесть строительных материалов и нефтепродуктов, некоторые результаты приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Скорость выгорания некоторых жидкостей
со свободной поверхности при комнатной температуре

Жидкость	Скорость выгорания, мм/мин
Ацетон	1,4
Автомобильный бензин	1,75
Бензол	3,15
Керосин	1,1
Метиловый спирт	1,2
Диэтиловый эфир	2,93

Таблица 2

Температура самовоспламенения некоторых веществ
в смеси с воздухом

Вещество	Температура самовоспламенения, °С
Ацетон	~500
Бензол	~540
Бензин	≥230
Керосин	~300
Этанол	~400
Ацетилен	~335
Диэтиловый эфир	164

Стенд соответствует всем требованиям безопасности и эргономичности, обеспечивает наглядность и ясность в представлении результатов испытаний, даёт возможность моделирования различных процессов и управления ими, что позволяет использовать его не только в научных целях, но и для проведения учебных лабораторных работ с группой студентов. Помогает решать учебные и научно-исследовательские задачи.

Библиографический список

1. Наумов И.С. Проблемы обеспечения пожарной безопасности строительных материалов, пути их решения // Технологии техносферной безопасности. – Вып. 6 (34). – 5 с.
2. Официальный сайт Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. – URL: <http://www.mchs.gov.ru>.
3. О пожарной безопасности: федер. закон РФ от 22 августа 2004 года № 122-ФЗ (с изменениями на 19 июля 2009 года).
4. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: федер. закон РФ от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ.

References

1. Naumov I.S. The problems of fire safety building materials, solutions // Technology technospheric safety. – № 6 (34). – 5 p.
2. Official website Ministry of the Russian Federation for civil defense, emergencies and elimination of consequences of natural disasters. – URL: <http://www.mchs.gov.ru>.
3. Federal Law Russian Federation on August 22, 2004 № 122-ФЗ (amended at July 19, 2009) «On Fire safety».
4. Federal Law Russian Federation on July 22, 2008 № 123-ФЗ «Technical regulations on fire safety requirements».

Об авторах

Наумов Игорь Сергеевич (Пермь, Россия) – инженер кафедры безопасности жизнедеятельности Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр.29, ПНИПУ, e-mail: igor14-88@list.ru).

About the authors

Naumov Igor Sergeevich (Perm, Russia) – engineer (614990, Perm, Komsomolsky st. 29, PSTU, chair «Health and safety», e-mail: igor14-88@list.ru).

Получено 09.09.2011