

**А. Я. КОРОЛЬЧЕНКО**, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры комплексной безопасности в строительстве, Московский государственный строительный университет (Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26; e-mail: ICA\_kbs@mgsu.ru)

УДК 614.841.41;536.468

## ПРОБЛЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГОРЮЧЕСТИ ВЕЩЕСТВ

Предпринята попытка привлечь внимание специалистов к проблеме определения одной из основных характеристик — горючести. Показано, что горючесть — непостоянный фактор и его изменение происходит под влиянием параметров состояния и других факторов. Приведены примеры изменения горючести различных веществ и материалов. Показана неоднозначность классификации веществ и материалов по двум или трем группам горючести в Техническом регламенте (Федеральный закон № 123-ФЗ); предложено внесение изменений в этот закон.

**Ключевые слова:** пожаровзрывоопасность веществ; горючесть; температура вспышки; температура воспламенения; группа горючести; классификация.

**DOI:** 10.18322/PVB.2015.24.12.6-10

В классической работе В. Т. Монахова [1] приведена схема оценки пожарной опасности веществ, в которой выделен один из основных показателей — группа горючести. При этом по этому признаку В. Т. Монахов предлагает подразделять вещества и материалы на три группы: горючие, трудногорючие и негорючие. Эта классификация вошла в федеральный закон России [2] с некоторыми изменениями. Все вещества и материалы (за исключением строительных, текстильных и кожевенных) по-прежнему делятся по горючести на три группы, включая трудногорючие, а строительные, текстильные и кожевенные материалы — на две: горючие и негорючие. Таким образом, из классификации этих видов материалов исключена группа трудногорючих веществ. При этом в законе отсутствуют условия их применения. Одни и те же материалы проходят разные жизненные циклы — получение, хранение, транспортировку, применение и утилизацию. Из закона следует, что горючесть материалов должна зависеть от этапа их жизненного цикла, но не определено, каким образом она может при этом изменяться.

Напомним, что трудногорючими называют вещества, “способные возгораться под действием источника зажигания, но неспособные гореть после удаления последнего”. На практике при возникновении и развитии пожара исключение источника зажигания однозначно сопровождается прекращением горения и ликвидацией пожара, поэтому такое свойство, как трудногорючесть, не может проявить себя. На практике при определенных условиях оказывается, что трудногорючесть некоторых материалов не что иное как миф. Например, при аварии на 4-м блоке Чернобыльской АЭС и последовавшем за ней пожаре происходило горение графитовых стерж-

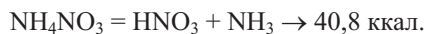
ней, применяемых для регулирования скорости ядерной реакции. До этой аварии графит, эту аллотропную разновидность углерода, относили к негорючим веществам и применяли в некоторых видах огнетушащих порошков (например, в качестве основы порошка марки МГС). Использование его оказывалось эффективным при ликвидации обычных пожаров, температура которых не превышает 1200 °С. А поскольку графит относили к негорючим веществам, то средства тушения для него не разрабатывали. Поэтому ни у ликвидаторов пожара на Чернобыльской АЭС, ни у специалистов ВНИИПО не находилось ответа на вопрос, чем и как тушить “негорючий” графит. Сотрудникам пожарной охраны удалось прекратить горение графита только путем снижения температуры горения.

Далее приведем некоторые факты из области создания средств огнезащиты целлюлозных материалов для снижения их горючести. Были проведены эксперименты по сжиганию моделей (1:10) из обычной и огнезащищенной сосновой древесины. Для зажигания моделей использовали горящий бензин в сосуде 0,5–1,0 л, помещенном на полу модели. В результате оказалось, что все образцы домиков сгорели без остатка. Разница между моделями из обработанной и необработанной древесины заключалась лишь в некоторой задержке зажигания у огнезащищенных моделей. Таким образом, миф о “трудногорючести” огнезащищенной древесины был развеян.

Из анализа результатов исследований материалов на горючесть следует, что данное свойство веществ не является постоянным, а зависит от параметров состояния (термодинамических переменных), любых измеряемых макроскопических характери-

стик состояния термодинамических систем (температуры, объема, давления, плотности, теплоемкости, внутренней энергии, энтропии и т. д.). К другим параметрам, влияющим на горючесть, относится расположение материалов в пространстве и направление распространения пламени.

Среди “трудногорючих” веществ существуют и такие, горение которых возможно при мощном тепловом воздействии. В качестве примера можно привести поведение нитрата аммония, который даже при небольшом нагревании разлагается по уравнению



Выделяющийся при этом аммиак способен гореть, но этого тепла недостаточно для поддержания устойчивого горения. В других условиях при воздействии мощного теплового импульса (например, при развившемся пожаре) горение нитрата аммония становится возможным и происходит с высокой скоростью, со взрывом. Такие случаи неоднократно бывали на пожарах с участием нитрата аммония.

Горючесть веществ в воздухе нормального состава можно оценить по величине стандартной теплоты сгорания. Данный параметр применяют для расчета пределов воспламенения газов, температуры горения, минимальной флегматизирующей и огнегасительной концентрации средств тушения [4–9]. Зависимость горючести от теплоты сгорания обычно непростая, и сопоставление теплот сгорания веществ, находящихся в одинаковом агрегатном состоянии, зачастую не позволяет сделать правильный вывод об их горючести. Из практики известно, что нижний предел теплоты сгорания, ниже которого вещества не способны к горению в атмосфере воздуха нормального состава при обычных температуре и давлении, не превышает 500 ккал/кг [1].

Из наблюдений известно, что горючесть веществ зависит от их агрегатного состояния. Монолитные материалы являются менее горючими, чем пористые или мелкодробленые. Замечено, что плотные рулоны бумаги большого объема, даже будучи в очаге пожара, лишь обугливаются снаружи, внутрь рулона пламя не распространяется. Вместе с тем бумажная пыль, взвешенная в воздухе, способна к интенсивному горению, которое может протекать в виде взрыва.

Тонкие пленки горючих веществ, например обоев, будучи наклеены на негорючее массивное основание — бетонную или кирпичную стену, при незначительной толщине не распространяют горение. Подобное явление относится и к различным краскам. Но масляные краски, нанесенные в три-четыре слоя, интенсивно горят и распространяют пламя. Эту особенность тонких пленок необходимо учитывать

при оценке их пожарной опасности, особенно при расследовании пожаров [9].

Для определения горючести газов и паров целесообразно использовать не стандартную теплоту сгорания, а вычисленную на ее основе адиабатическую температуру горения стехиометрической смеси. Если она окажется выше 2000 К, то вещество можно отнести к группе горючих, а если ниже 1600 К, то, как правило, вещество не относят к горючим. Для любого горючего газа нижний предел воспламенения всегда ниже стехиометрической концентрации, поэтому, вычислив нижний предел воспламенения и сравнив его со стехиометрической концентрацией, можно с достаточной обоснованностью судить о горючести вещества в атмосфере воздуха обычного состава [2].

Горючесть газов определяют по наличию пределов воспламенения. При наличии нижнего и верхнего пределов газы относят к горючим, при отсутствии — к негорючим.

Горючесть жидкостей определяется по их температуре воспламенения, но иногда ошибочно она оценивается по температуре вспышки. Ошибка заключается в том, что некоторые вещества, имея температуру вспышки, не имеют температуры воспламенения и, соответственно, не способны гореть на воздухе. Примером таких веществ является дихлорметан, имеющий температуру вспышки минус 14 °С, но температура воспламенения у него отсутствует.

Для определения группы негорючих строительных материалов принят метод ГОСТ 30244–94, идентичный международному стандарту ISO 1182, которым предусматривается проведение опытов при температурах 745–755 °С. Однако напомним, что в большинстве случаев при пожаре температура достигает 1100–1200 °С и при таких условиях ряд материалов проявляет свойство горючести [10–13].

## Выводы

В статье предпринята попытка привлечь внимание специалистов на проблему объективной оценки горючести веществ и материалов. Ее актуальность подтверждается крупными, с трудом поддающимися ликвидации пожарами в построенных за последние годы в России и других странах высотных зданиях. Возникающие в них пожары охватывают пламенем на всю высоту фасады, изготовленные, как считается, из “негорючих” материалов.

Еще много вопросов предстоит выяснить при решении проблемы оценки горючести и поиске наиболее эффективных средств тушения. Напомним недавнюю историю. В течение всего XX века во всех странах (включая СССР) был принят метод определения пределов воспламенения газов, основанный

на использовании вертикальной стеклянной трубы диаметром 5 см и высотой 1,5 м. Такие размеры были обоснованы трудами Коварда и Джонса из Горного Бюро США [14] и длительное время не подвергались сомнению. Большинство данных по концентрационным пределам воспламенения газов и условий флегматизации получено на указанной установке Коварда и Джонса и включено в официальные справочники. При исследовании концентрационных пределов воспламенения в конце прошлого века проф. А. Н. Баратовым с сотр. было указано на не-

достаточность таких размеров реакционного сосуда, а также на наличие ошибок при оценке горючести и пределов воспламенения медленногорящих околопредельных смесей [3].

Для обеспечения безопасности с учетом изложенных фактов необходима оценка объективности определения горючести веществ и материалов и связанных с ней показателей пожарной опасности, а также корректировка нормативных документов, регламентирующих безопасность строительных объектов, и их совершенствование.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Монахов В. Т. Методы исследования пожарной опасности веществ. — М.: Химия, 1972. — 414 с.
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ // Собр. законодательства РФ. — 2008. — № 30 (ч. I), ст. 3579.
3. Баратов А. Н. Горение – Пожар – Взрыв – Безопасность. — М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2003. — 364 с.
4. Пиротехника: мифы и реальность / Под ред. Н. М. Вареных. — Сергиев Посад: Изд-во “Русская пиротехника”, 2009. — 43 с.
5. Вогман Л. П., Зуйков В. А. Нормы и правила по обеспечению пожарной безопасности при обращении пиротехнической продукции. Часть I. Общие представления о пиротехнической продукции, методах контроля и классификации // Пожаровзрывобезопасность. — 2015. — Т. 24, № 8. — С. 7–17. DOI: 10.18322/PVB.2015.24.08.7-17.
6. Абдурагимов И. М. О механизмах огнетушащего действия средств пожаротушения // Пожаровзрывобезопасность. — 2012. — Т. 21, № 4. — С. 60–82.
7. Батов Д. В., Мочалова Т. А., Петров А. В. Получение и изучение горючести микроэмульсий *вода – ПАВ – со-ПАВ – 1,1,2,2-тетрафтордибромэтан* // Пожаровзрывобезопасность. — 2012. — Т. 21, № 4. — С. 55–57.
8. Стрижак П. А. Влияние распределения капель в “водяном снаряде” на температуру и концентрацию продуктов сгорания в его следе // Инженерно-физический журнал. — 2013. — Т. 86, № 4. — С. 839–848.
9. Корольченко А. Я., Корольченко Д. А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справочник: в 2-х ч. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Пожнаука, 2004. — Ч. I. — 713 с.
10. Батов Д. В. Использование аддитивно-группового метода для анализа, систематизации и прогнозирования показателей пожарной опасности горючих жидкостей // Российский химический журнал. — 2014. — Т. LVIII, № 2. — С. 4–14.
11. Xiao X. K., Cong B. H., Wang X. S., Kuang K. Q., Yuen R. K. K., Liao G. X. On the behavior of flame expansion in pool fire extinguishment with steam jet // Journal of Fire Sciences. — 2011. — Vol. 29, No. 4. — P. 339–360. DOI: 10.1177/0734904110397812.
12. Gao Q., Wang H. P., Shen G. X. Review on development of volumetric particle image velocimetry // Chinese Science Bulletin. — 2013. — Vol. 58, No. 36. — P. 4541–4556. DOI: 10.1007/s11434-013-6081-y.
13. Clough R. L. Aging effects on fire-retardant additives in polymers // Journal of Polymer Science: Polymer Chemistry Edition. — 1983. — Vol. 21, No. 3. — P. 767–780. DOI: 10.1002/pol.1983.170210312.
14. Coward H. F., Jones G. W. Limits of flammability of gases and vapors. — Washington: US Government Printing Office, 1952. — 168 p.

Материал поступил в редакцию 23 сентября 2015 г.

Для цитирования: Корольченко А. Я. Проблемы определения горючести веществ // Пожаровзрывобезопасность. — 2015. — Т. 24, № 12. — С. 6–10. DOI: 10.18322/PVB.2015.24.12.6-10.

## PROBLEMS OF DETERMINATION OF COMBUSTIBILITY OF SUBSTANCES

**KOROLCHENKO A. Ya.**, Doctor of Technical Sciences, Professor of Department of Complex Safety in Construction, Moscow State University of Civil Engineering (Yaroslavskoye Shosse, 26, Moscow, 129337, Russian Federation; e-mail address: ICA\_kbs@mgsu.ru)

### ABSTRACT

The problem of determination of flammability of substances remains unresolved up to the present day. Even in the Federal law № 123-FL the concept of flammability is given in various interpretations. It is shown that flammability is a changeable factor and its change occurs under the influence of parameters of a material condition and other factors. It is offered to divide all substances and materials, except construction, into three groups — flammable, hardly flammable and nonflammable. For construction, leather and textile materials it is provides only two groups — flammable and non-flammable.

It is known that construction, leather and textile materials undergo various stages of the life cycle: production, transportation, processing, storage and application. Depending on the stage they can be characterized by one or another group of flammability.

Flammability of materials depending on field of their application isn't defined legislatively. There is also no scientific basis for such methods. In this regard we have a necessity of correction of existing law for the purpose of elimination of noted shortcomings.

**Keywords:** fire and explosion hazard of substances; flammability; flash point; burning point; group of flammability; classification.

### REFERENCES

1. Monakhov V. T. *Metody issledovaniya pozharnoy opasnosti veshchestv* [Research methods of a fire hazard of substances]. Moscow, Khimiya Publ., 1972. 414 p.
2. Technical regulations for fire safety requirements. Federal Law on 22.07.2008 No. 123. *Sobraniye zakonodatelstva RF — Collection of Laws of the Russian Federation*, 2008, no. 30 (part I), art. 3579 (in Russian).
3. *Baratov A. N. Goreniye – Pozhar – Vzryv – Bezopasnost* [Burning – Fire – Explosion – Safety]. Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia Publ., 2003. 364 p.
4. Varenikh N. M. (ed.). *Pirotekhnika: mify i realnost* [Pyrotechnics: myths and reality]. Sergiev Posad, Publishing House “Russian Fireworks”, 2009. 43 p.
5. Vogman L. P., Zuykov V. A. Normy i pravila po obespecheniyu pozharnoy bezopasnosti pri obrashchenii pirotekhnicheskoy produktsii. Chast I. Obshchiye predstavleniya o pirotekhnicheskoy produktsii, metodakh kontrolya i klassifikatsii [Rules and regulations to ensure fire safety when handling pyrotechnics. Part I. General information about pyrotechnic products, methods of control and classification]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2015, vol. 24, no. 8, pp. 7–17. DOI: 10.18322/PVB.2015.24.08.7-17.
6. Abduragimov I. M. O mekhanizmax ognetyushashchego deystviya sredstv pozharotusheniya [About mechanisms of fire extinguishing action of fire extinguishing means]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2012, vol. 21, no. 4, pp. 60–82.
7. Batov D. V., Mochalova T. A., Petrov A. V. Polucheniye i izucheniye goryuchesti mikroemulsiy voda – PAV – so-PAV – 1,1,2,2-tetradifordibrometan [Preparation and combustibility study of microemulsions water – surfactant – co-surfactant – 1,1,2,2-dibromotetrafluoroethane]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2012, vol. 21, no. 4, pp. 55–57.
8. Strizhak P. A. Influence of droplet distribution in a “water slug” on the temperature and concentration of combustion products in its wake. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*, 2013, vol. 86, no. 4, pp. 895–904. DOI: 10.1007/s10891-013-0909-9.
9. Korolchenko A. Ya., Korolchenko D. A. *Pozharovzryvopasnost veshchestv i materialov i sredstva ikh tusheniya: spravochnik. 2-e izd.* [Fire and explosion hazard of substances and materials and their means of fighting. Reference. 2<sup>nd</sup> ed.]. Moscow, Pozhnauka Publ., 2004. Part I, 713 p.



10. Batov D. V. Ispolzovaniye additivno-gruppovogo metoda dlya analiza, sistematizatsii i prognozirovaniya pokazateley pozharной opasnosti goryuchikh zhidkostey [Application of the additive-group method for analysis, systematization and prediction of fire hazard indices of combustible liquids]. *Rossiyskiy khimicheskiy zhurnal — Russian Journal of General Chemistry*, 2014. vol. LVIII, no. 2, pp. 4–14.
11. Xiao X. K., Cong B. H., Wang X. S., Kuang K. Q., Yuen R. K. K., Liao G. X. On the behavior of flame expansion in pool fire extinguishment with steam jet. *Journal of Fire Sciences*, 2011, vol. 29, no. 4, pp. 339–360. DOI: 10.1177/0734904110397812.
12. Gao Q., Wang H. P., Shen G. X. Review on development of volumetric particle image velocimetry. *Chinese Science Bulletin*, 2013, vol. 58, no. 36, pp. 4541–4556. DOI: 10.1007/s11434-013-6081-y.
13. Clough R. L. Aging effects on fire-retardant additives in polymers. *Journal of Polymer Science: Polymer Chemistry Edition*, 1983, vol. 21, no. 3, pp. 767–780. DOI: 10.1002/pol.1983.170210312.
14. Coward H. F., Jones G. W. *Limits of flammability of gases and vapors*. Washington, US Government Printing Office, 1952. 168 p.

**For citation:** Korolchenko A. Ya. Problemy opredeleniya goryuchesti veshchestv [Problems of determination of combustibility of substances]. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2015, vol. 24, no. 12, pp. 6–10. DOI: 10.18322/PVB.2015.24.12.6-10.



## Издательство «ПОЖНАУКА»

Представляет книгу

Д. Г. Пронин, Д. А. Корольченко

### НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗМЕРОВ ПОЖАРНЫХ ОТСЕКОВ В ЗДАНИЯХ И СООРУЖЕНИЯХ : монография.

— М. : Издательство "ПОЖНАУКА", 2014. — 104 с. : ил.



Изложены современные подходы к нормированию площадей пожарных отсеков и раскрыты требования к ним. Предложен метод научно-технического обоснования размеров пожарных отсеков с учетом вероятностного подхода на основе расчета пожарного риска. Рассмотрены возможности расчета вероятностных показателей, используемых в разработанном методе. Представлены основные достижения в данном направлении отечественной и зарубежной науки; приведены сведения о положительных и отрицательных сторонах действующей системы технического регулирования.

Монография ориентирована на научных и инженерных работников, занимающихся вопросами проектирования противопожарной защиты зданий и сооружений, а также на научных и практических работников пожарной охраны, преподавателей и слушателей учебных заведений строительного и пожарно-технического профиля, специалистов страховых компаний, занимающихся вопросами оценки пожарного риска.

Монография рекомендуется к использованию при выполнении научно-исследовательских и нормативно-технических работ по оптимизации объемно-планировочных и конструктивных решений зданий и сооружений, в том числе тех, на которые отсутствуют нормы проектирования, а также при проведении оценки страхования пожарных рисков.

Разработанный метод расчета может быть положен в основу технических регламентов и сводов правил в области строительства и пожарной безопасности.

121352, г. Москва, а/я 43; тел./факс: (495) 228-09-03; e-mail: info@fire-smi.ru