

Ю.С. Бирюлин
КОМПЛЕКС ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНЫХ СВОЙСТВ
ВЗРЫВЧАТЫХ ГАЗОВ

Одной из частей технологической системы химических производств являются реагенты. Хорошо известно, что данные по свойствам пожаровзрывоопасности этих реагентов имеют особую важность для обеспечения безопасности соответствующих технологических процессов. Только на основе таких данных можно разрабатывать системы предотвращения или локализации пожаров и взрывов, а также оценить надежность этих систем. У нас в стране широко применяется подход, основанный на технических стандартах (ГОСТах). Однако иногда такой подход недостаточно эффективен, так как не принимаются во внимание специфические особенности конкретного процесса (температура, давление, геометрические параметры, тепло- и массообмен и проч.). Еще одна проблема, которая практически не принимается во внимание в существующей документации по стандартам, заключается в недостаточном анализе последствий разрушения технологического оборудования, особенно в случаях, когда имеет место так называемый «эффект домино» (он может происходить, например, при одновременной утечке горючего и окислителя). Актуальность усовершенствования существующих стандартов применительно к реальным условиям технологических процессов ранее рассматривалась в работе [1].

Укажем на определенную нечеткость базовых терминов из области безопасности. В недавно вышедшем словаре [2] представлены три стандартные формулировки понятия «взрыв», который понимается как быстрое превращение вещества с выделением энергии (в частности, экзотермическая химическая реакция, протекающая с большой скоростью). Как частный случай выделяют такой взрыв, когда "образуется и распространяется ударная волна, способная привести или приводящая к возникновению техногенной чрезвычайной ситуации". Отметим, что собственно взрывом часто считают именно последний случай. Однако в действительности ударная волна не всегда представляет наибольшую опасность. Относительно медленное «горение» может также обладать разрушительным взрывным действием и приводить к не менее катастрофическим последствиям.

Обычно сущность обеспечения пожаровзрывобезопасности понимается как устранение, с одной стороны, источника инициирования, а с другой - контакта горючего и окислителя ("треугольник безопасности"). Что же касается химических соединений, неустойчивых в чистом виде, то, как правило, их относят к твердым (реже жидким) промышленным взрывчатым веществам (ВВ), которые требуют специфических правил обращения. Считается, что такие вещества отсутствуют на массовых химических производствах.

Среди газообразных пожаровзрывоопасных промышленных агентов обычно рассматривают смеси горючего с воздухом (или с кислородом). Тогда задача предотвращения пожара или взрыва сводится к указанному выше принципу "треугольника". Объемная плотность потенциальной энергии взрыва у газов существенно меньше, чем у конденсированных ВВ, однако разрушительный эффект может быть даже больше при значительном объеме взрывоопасной смеси.

Из неустойчивых в чистом виде газов наиболее известен ацетилен, его взрывные свойства подробно изучались. До сих пор такие газы считаются редким исключением, и на возможность их присутствия не обращают должного внимания. В действительности же многие непредельные углеводороды взрывоопасны в чистом виде. Эти химические

соединения применяются, например, в качестве мономеров для производства пластических масс, и их потребление и соответственно присутствие в различных технологических аппаратах может достигать значительных объемов.

Поэтому имеется настоятельная необходимость выделить особый класс пожаровзрывоопасных газообразных веществ в связи с их широким использованием в промышленности. Это химические соединения, которые термодинамически неустойчивы и могут разлагаться с выделением энергии. Такой класс веществ рекомендуется называть «взрывчатыми газами» (иногда встречающийся термин «эндотермические соединения» здесь неправомерен, поскольку он имеет в термохимии более узкий смысл). Эти газы заведомо не относятся к промышленным ВВ, часто их рассматривают как безопасные или как "обычные" пожароопасные вещества. В последнем случае в справочниках для них приводятся концентрационные пределы воспламенения - нижний и верхний. Отсюда можно сделать вывод о безопасности соединения в чистом виде. Такой вывод основывается на стандартных методах тестирования, рассчитанных на начальное атмосферное давление и поджигание электрической искрой с незначительной энергией.

Однако взрывчатые газы эксплуатируются, как правило, при повышенных давлениях, а источником зажигания может служить протяженное нагретое тело (например, гранула полимера). К тому же на развитие взрывного процесса могут влиять геометрические параметры технологической емкости обычных горючих газовых смесей. Взрывчатые газы часто могут не проявлять свои опасные свойства. Однако вероятность возникновения случайного источника инициирования с достаточно большой энергией растет с течением времени. Вследствие этого при длительной эксплуатации химического оборудования, содержащего такие газы, нельзя не учитывать его потенциальную опасность.

Некоторые величины из комплекса показателей пожаровзрывоопасности можно определить с помощью термодинамического расчета. К таким величинам относятся в частности: максимальное давление взрыва, адиабатическая температура пламени, равновесный состав продуктов сгорания.

Другие показатели необходимо измерять в эксперименте, поскольку точный кинетический механизм взрывного распада как правило неизвестен. Особую важность представляет величина нормальной скорости пламени. С ней связан комплекс критических условий зажигания и распространения: минимальная энергия зажигания, предельный диаметр гашения и предельное давление распространения пламени.

Разработка экспериментальных методик для определения опасных свойств взрывчатых газов может быть объективно связана со значительными трудностями. В связи с этим особую важность приобретают расчетные методы оценки взрывоопасности. В частности, с помощью термодинамического расчета можно предварительно выделить потенциально опасные газообразные вещества.

Литература

1. G.M. Arbuzov, V.B. Ulybin. A conception for fire/explosion hazard estimation of different chemical substances // Fire-and-explosion hazard of substances and venting of deflagrations. Proceedings of the 1st Int. Seminar. 1995, Moscow, Russia, p. 447-452.
2. Терминологический словарь по пожарной безопасности / Сост. Васильев М.С., Бородина Н.В. - М.: ФГУ ВНИИПО, 2001. - 226 с.