

Е.А. БИЛЛЕ¹, С.А. ГУБИН^{1,2}, И.В. МАКЛАШОВА¹

¹Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Москва, Россия

²Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, Москва, Россия

ОЦЕНКА КРИТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ САМОВОСПЛАМЕНЕНИЯ КОНДЕНСИРОВАННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ТЕПЛОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Получены расчетные оценки критических параметров самовоспламенения конденсированных энергетических веществ.

E.A. BILLE¹, S.A. GUBIN^{1,2}, I.V. MAKLASHOVA¹

¹ National Research Nuclear University MEPHI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia

²N.N. Semenov Federal Research Center for Chemical Physics Russian Academy of Science, Moscow, Russia

ESTIMATES OF CRITICAL PARAMETERS OF SPONTANEOUS COMBUSTION OF CONDENSED ENERGY SUBSTANCES UNDER THERMAL EFFECTS

Calculated estimates of the critical parameters of spontaneous combustion of condensed energy substances have been obtained.

Самовоспламенение — резкое самоускорение экзотермических химических реакций, при определенных (критических) условиях, когда тепловыделение в ходе реакции оказывается больше теплоотвода в окружающую среду. Расчетные оценки критических параметров самовоспламенения конденсированных энергетических веществ при тепловых воздействиях, нужны для разработки рекомендаций по взрывобезопасности. Эти рекомендации требуются для предприятий многих отраслей промышленности (химическая, горнодобывающая, нефтяная и др.).

Химические реакции термического разложения конденсированных веществ имеют высокие значения энтальпии и энергии активации, что приводит к сильной зависимости скорости реакции от температуры. Вследствие этого, энергетическое вещество, способное храниться при комнатной температуре неограниченно долго, может воспламениться или взорваться при достижении критической температуры самовоспламенения. Поэтому оценка критических параметров и условий самовоспламенения (теплового взрыва) имеют большое практическое значение для прогноза опасности взрыва и являются актуальной задачей.

Цель данной работы – оценка критических параметров (температура горячего очага - $T_{кр}$, радиус очага - $r_{кр}$ и задержка самовоспламенения - $t_{инд}$) в зависимости от размера и формы заряда для некоторых энергетических веществ. $T_{кр}$ - наименьшая температура вещества, при нагреве до которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических объёмных реакций, приводящее к возникновению самовоспламенения или теплового взрыва.

Математическая теория теплового взрыва была развита в работах Семенова, Тодеса, Франк-Каменецкого [1], Мержанова и др. [2].

Обычно, реакция идет не во всей массе вещества, а в локальных местах - очагах реакции. В нашей модели предполагалось, что в некоторый момент времени в веществе возникает сферический очаг, размер которого много меньше размера образца. Процессы образования горячего очага и фазовые переходы не рассматривались. В расчетах использовались корректные данные по кинетике реакции термического разложения выбранных энергетических веществ.

Стационарная теория самовоспламенения позволяет вычислить непрерывное распределение температуры по координате для разных значений начальной температуры образца по известным значениям энтальпии реакции, коэффициента теплопроводности, константы скорости и энергии активации химической реакции термического разложения энергетических веществ элементного состава CHNO. При этом, находится значение критической температуры самовоспламенения в очаге $T_{кр}$. Полученные значения критической температуры дают возможность оценить критические значения размера горячего очага $r_{кр}$ и задержки самовоспламенения $t_{инд}$ в зависимости от формы и размера заряда энергетического вещества.

Список литературы

1. D. A. Frank-Kamenetsky, "Diffusion and Heat Exchange in Reaction Kinetics", Academy of Sciences of the USSR, 1947 (1st ed.).
2. A. G. Merzhanov and V. G. Abramov. // Propellants and Explosives 6, 13148 (1981).