

КРИТЕРИЙ ВНУТРЕННЕЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ДЕТОНАЦИОННЫХ ВОЛН ОТНОСИТЕЛЬНО ВОЗМУЩЕНИЙ КОНЕЧНОЙ АМПЛИТУДЫ

С.К. Асланов

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова

На основе газодинамического анализа поведения случайных возмущений, искривляющих плоскую стационарную детонационную волну, в качестве требования, достаточного для обеспечения ее неустойчивости, было предложено [1] условие

$$\Delta\tau \geq \tau.$$

Период индукции химреакции τ представляет собой характерный временной масштаб в используемой модели детонационного процесса (ударный фронт - фронт воспламенения), которая для аррениусовой кинетики базируется на предположении

$$E/(RT_1) \gg 1,$$

где E - энергия активации, R - газовая постоянная, T_1 - температура ударно-сжатой до давления P , исходной смеси.

Вид условия (1) прямо свидетельствует о конечной величине приращения Δx , что ограничивает возможность его применения исключительно для возмущений конечной амплитуды (существенно нелинейного типа), которые реализуются практически.

В то же время в [1] при разложении этого приращения в ряд Тейлора по степеням $\Delta T - T_x$ учитывался только главный (линейный) член, так что величине Δx придавался смысл дифференциала dx .

Последнее вступает в принципиальное противоречие с условием (1), поскольку бесконечно малая величина, по определению, не может использоваться для сравнения с конечной величиной характерного масштаба процесса x .

К сожалению, вскрытая математическая некорректность вывода количественного критерия неустойчивости детонации была повторена в монографиях [2, 3].

Нам удалось устранить отмеченную принципиальную ошибку путем учета всех членов указанного степенного разложения для $\Delta\tau$.

Использование модельного предположения (2) позволило строго просуммировать этот бесконечный ряд и получить, в конечном итоге, правильный достаточный критерий неустойчивости детонационной волны

$$\frac{E}{RT_1} \left\{ 1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{1-\frac{1}{\gamma}} \right\} \geq \ln 2 \approx 0,693,$$

где p_2 - давление в окончательных продуктах, γ - эффективное отношение теплоемкостей.

Необходимый и достаточный критерий неустойчивости детонации был нами найден ранее [4] на базе строгого решения математической задачи о малых (линеаризованных) возмущениях.

Сравнение области неустойчивости детонационной волны, вытекающей из него, с таковой из (3) на примере [1] реального случая для горючих углеводородов обнаруживает, как и следовало ожидать, что диапазон неустойчивости (3) относительно конечных возмущений гораздо шире, нежели для возмущений линейного (бесконечно малого) характера.

Следует заметить, что полученный критерий может быть применен не только для: детонации газов, но и для тонкодисперсного распыла жидких горючих.

Литература:

1. Щелкин **К.И.** Два случая неустойчивого горения // *ЖЭТФ*. - 1959. - Т. 36, вып. 2. - С. 600 - 606
2. Щелкин К.И., Трошин Я.К. Газодинамика горения. - М.: Наука. 1963.-255 с.
3. Щетинков Е.С. Физика горения газов. - М.: Наука: 1965. - 739 с.
4. Асланов С.К. Критерий неустойчивости детонации Чепмена-Жугэ в газе // *ДАН СССР*. - 1965. - Т. 163, №3. - С. 667 - 670.