

В.С. АКСЕНОВ^{1,3}, В.С. ИВАНОВ¹, И.А. САДЫКОВ¹, И.О. ШАМШИН¹, С.М. ФРОЛОВ^{1,2,3}

¹ Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук, Москва, Россия

² Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск

³ Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия

ДЕТОНАЦИОННЫЕ ВОЛНЫ В СУЖАЮЩИХСЯ КОНИЧЕСКИХ КАНАЛАХ

Представлены результаты экспериментальных и расчетных исследований распространения детонационных волн в сужающихся объемах конической формы с углами конуса $\alpha = 60^\circ$, 45° и 30° , заполненных стехиометрической метанокислородной смесью при повышенных начальных давлениях (от 0,1 до 1 МПа). Показано, что значения коэффициента повышения давления при отражении детонационной волны в вершине конуса могут достигать значений до 2200 вместо ~ 60 –100 при нормальном отражении от закрытого конца канала постоянного сечения.

V.S. AKSENOV^{1,3}, V.S. IVANOV¹, I.A. SADYKOV¹, I.O. SHAMSHIN¹, S.M. FROLOV^{1,2,3}

¹ N.N. Semenov Federal Research Center for Chemical Physics of the Russian Academy of Sciences

² Kutateladze Institute of Thermophysics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

³ National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia

DETONATION WAVES IN CONVERGING CONICAL CHANNELS

The results of experimental and computational studies of detonation wave propagation in converging conical channels with cone angles of $\alpha = 60^\circ$, 45° , and 30° filled with a stoichiometric methane-oxygen mixture at elevated initial pressures (from 0.1 to 1 MPa) are presented. The pressure increase coefficient in the truncated cone vertex can reach values up to 2200 instead of ~ 60 –100 for normal reflection from the closed end of a constant cross-section channel.

В настоящее время продолжается разработка новых технологий упрочнения нагруженных деталей различных установок. Для модификации свойств металлов необходимо получение давлений, превышающих предел текучести, который для некоторых конструкционных материалов может достигать 1 ГПа. В целом пластические деформации конструкционных материалов можно получать различными способами, однако при использовании медленных способов нагружения невозможно достижение резкого повышения давления до уровня 1 ГПа, а сам уровень нагрузок находится на уровне предела текучести конструкционных материалов. Получение таких высоких давлений возможно только при импульсном нагружении, например, детонацией газовых или гетерогенных взрывчатых смесей. Один из способов повышения давления в детонационной волне (ДВ) – это ее перевод в пересжатый режим распространения. Усиление ударных волн (УВ) и ДВ возможно при использовании суживающихся каналов.

В работе рассматривается эффект повышения давления в отраженной детонационной волне при ее перепуске в суживающийся конический канал. Представлены результаты экспериментальных и расчетных исследований распространения ДВ в сужающихся объемах конической формы с углами конуса $\alpha = 60^\circ$, 45° и 30° (рис. 1), заполненных стехиометрической метанокислородной смесью при повышенных начальных давлениях (от 0,1 до 1 МПа).

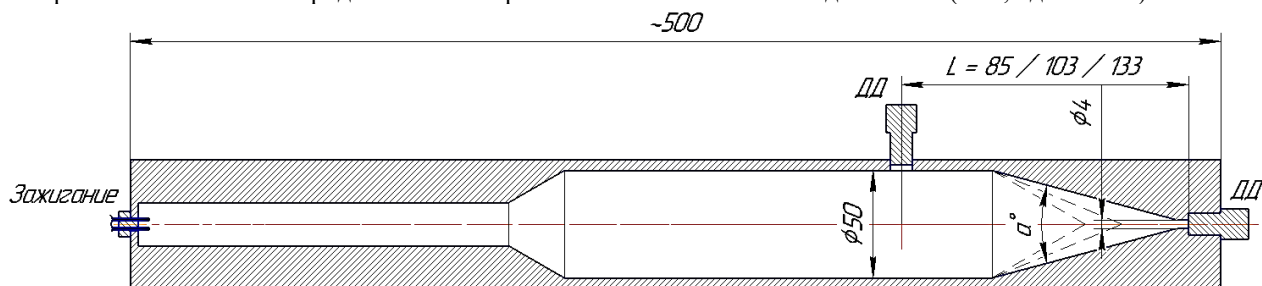


Рис. 1. Схема экспериментальной установки.

Получены экспериментальные данные о возможности увеличения коэффициента повышения давления в вершине конуса $K = P_{\max}/P_0$ до $K = 500$ –700 по сравнению с $K = 60$ при нормальном отражении от закрытого конца канала постоянного сечения. При начальном атмосферном давлении $P_0 = 0,1$ МПа в некоторых экспериментах значения коэффициента повышения давления при отражении ДВ в вершине конуса достигали максимальных значений: $K = 905$ при $\alpha = 60^\circ$, $K = 2032$ при $\alpha = 45^\circ$ и $K = 2200$ при $\alpha = 30^\circ$. Большие значения K вызваны тем, что в конус входила не ДВ, а комплекс УВ – фронт реакции с последующим переходом горения в детонацию в суживающемся канале. Измеренная скорость детонации в суживающемся конусе была близка к термодинамической скорости детонации Чепмена–Жуге $D_{CJ} = 2380$ м/с, однако с ростом P_0 измеренная скорость детонации возрастала, достигая 2700–2900 м/с, что говорит о сильном пересжатии ДВ в конусе.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования (государственный контракт № 075-15-2024-543 от 24 апреля 2024 г.).