

# ИСПЫТАНИЯ МОДЕЛИ ИМПУЛЬСНО-ДЕТОНАЦИОННОГО ПРЯМОТОЧНОГО ВОЗДУШНО-РЕАКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ В СВОБОДНОЙ ВОЗДУШНОЙ СТРУЕ С ЧИСЛОМ МАХА ДО 0,85\*

С. М. Фролов<sup>1</sup>, В. С. Иванов<sup>2</sup>, И. О. Шамшин<sup>3</sup>, В. С. Аксёнов<sup>4</sup>

**Аннотация:** На испытательном стенде с дозвуковой аэродинамической трубой (АТ) проведены огневые испытания моделей импульсного детонационного двигателя (ИДД) с механическим и газодинамическим обратными клапанами в дозвуковых свободных воздушных струях с числом Маха от 0,65 до 0,85. В качестве горючего использовался жидкий пропан. На модели ИДД с механическим клапаном получены рабочие режимы с частотой до 10 Гц, средней тягой до 30 Н и средним удельным импульсом до 1000 с. На модели ИДД с газодинамическим клапаном получены рабочие режимы с частотой до 20 Гц со средней тягой до 10 Н и средним удельным импульсом до 130 с. Мгновенные значения тяги и удельного импульса, определенные осреднением по каждому рабочему циклу, при детонационном горении были значительно выше, чем при дефлаграционном горении. В проведенных огневых испытаниях модель ИДД с механическим клапаном оказалась значительно более эффективной, чем модель ИДД с газодинамическим клапаном. Низкая эффективность газодинамических клапанов объясняется их неспособностью блокировать поток продуктов горения, вытесняемых из камеры зажигания через входное устройство под действием высокого избыточного давления.

**Ключевые слова:** импульсный детонационный двигатель; механический клапан; газодинамический клапан; дозвуковая аэродинамическая труба; тяга; удельный импульс

## Литература

1. *Kasahara J., Frolov S.* Present status of pulse and rotating detonation engine research // 25th ICDERS Proceedings. — Leeds, U.K., 2015. Paper No. 304.
2. Импульсные детонационные двигатели / Под ред. С. М. Фролова. — М.: ТОРУС ПРЕСС, 2006. 592 с.
3. *Фролов С. М., Звезгинцев В. И., Иванов В. С., Аксёнов В. С., Шамшин И. О., Внучков Д. А., Наливайченко Д. Г., Берлин А. А., Фолин В. М.* Огневые испытания модели прямооточного воздушно-реактивного двигателя с детонационным горением водорода в аэродинамической трубе при числах Маха от 5 до 8 // Горение и взрыв, 2017. Т. 10. № 3. С. 26–35.
4. *Kuržke J.* The mission defines the cycle: Turbojet, turbofan and variable cycle engines for high speed propulsion. — RTO-AVT-VKI lecture ser. — Von Karman Institute for Fluid Dynamics, 2010. Vol. 185. P. 2.1–2.33.
5. *Иванов В. С., Фролов С. М.* Математическое моделирование рабочего процесса и тяговых характеристик воздушно-реактивного импульсного детонационного двигателя в условиях сверхзвукового полета // Хим. физика, 2011. Т. 30. № 7. С. 48–61.
6. *Зангиев А. Э., Иванов В. С., Фролов С. М.* Тяговые характеристики воздушно-реактивного импульсного детонационного двигателя в условиях сверхзвукового полета на разных высотах // Хим. физика, 2013. Т. 32. № 5. С. 62–67.
7. *Зангиев А. Э., Иванов В. С., Фролов С. М.* Тяговые характеристики воздушно-реактивного импульсного детонационного двигателя в условиях полета с числом Маха от 0,4 до 5,0 // Хим. физика, 2016. Т. 35. № 3. С. 65–76.
8. *Фролов С. М., Аксёнов В. С., Дубровский А. В., Зангиев А. Э., Иванов В. С., Медведев С. Н., Шамшин И. О.* Хемионизационная и акустическая диагностика рабочего процесса в непрерывно-детонационных и импульсно-детонационных камерах сгорания // Докл. РАН, 2015. Т. 465. № 1. С. 62–67.
9. *Фролов С. М., Аксёнов В. С., Иванов В. С., Шамшин И. О.* Тяговые характеристики импульсно-детонационного двигателя, работающего на жидком углеводородном топливе // Хим. физика, 2016. Т. 35. № 4. С. 40–47.

Поступила в редакцию 19.06.17

\* Работа выполнена в рамках проекта Российского научного фонда № 14-13-00082П.

<sup>1</sup>Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук; Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»; smfrol@chph.ras.ru

<sup>2</sup>Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, ivanov.vls@gmail.com

<sup>3</sup>Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук; Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»; igor\_shamshin@mail.ru

<sup>4</sup>Институт химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук; Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»; vaksenov@mail.ru