

УДК 534.222.2

## **МАКЕТ-ДЕМОНСТРАТОР ВОЗДУШНО-РЕАКТИВНОГО ИМПУЛЬСНОГО ДЕТОНАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЯ НА ЖИДКОМ ТОПЛИВЕ**

*д.ф.-м.н. С.М. Фролов*

*ИХФ РАН, Москва, Россия, smfrol@chph.ras.ru*

В работе рассмотрены конструкция и характеристики макета-демонстратора импульсного детонационного двигателя (ИДД), созданного в ИХФ РАН [1].

Макет-демонстратор имеет двухконтурную конструкцию с непрерывной подачей воздуха и топлива. Первый контур представляет собой трубу диаметром 28 мм и длиной 1 м. На одном конце трубы расположена полнорасходная пневматическая форсунка для тонкого распыливания жидкого топлива (размер капель 10–15 мкм) и электрический разрядник для периодического зажигания капельной топливно-воздушной смеси (ТВС). Другой конец трубы через конусную муфту соединен с трубой диаметром 41 мм, которая утоплена в прямую трубу второго контура диаметром 52 мм. Воздух во второй контур подается с помощью низконапорного центробежного компрессора, а жидкое топливо – с помощью стандартной автомобильной форсунки низкого давления. Открытый конец второго контура оборудован соплом. Полная длина макета-демонстратора 1,8 м. В демонстрационных опытах в качестве топлива в обоих контурах использовали *n*-гексан или *n*-гептан. Температура топлива и воздуха в опытах – комнатная. Макет-демонстратор подвешивали на стальных тросах к потолку взрывной камеры для проведения измерений реактивной тяги по методу баллистического маятника.

Первый контур служит для периодического инициирования детонации в ТВС и перепуска образованной детонационной волны (ДВ) во второй контур. Для облегчения инициирования ДВ за первым разрядником размещали спираль Щелкина длиной 400 мм, свитой из стальной проволоки

диаметром 4 мм с шагом витков 20 мм. За участком трубы со спиралью Щелкина устанавливали дополнительный элемент в виде витка трубы длиной 365 мм. Виток способствует газодинамической фокусировке волн сжатия, рождаемых ускоряющимся пламенем. За фокусирующим элементом устанавливали второй разрядник, который создавал электрический разряд в момент прихода взрывной волны на его электроды и обеспечивал надежное инициирование детонации на каждом цикле при холодном пуске. Конусную муфту использовали для перепуска ДВ во второй контур. Детонационная волна, пройдя по трубе второго контура, выходила в атмосферу через сопло, придавая импульс реактивной тяги макету-демонстратору.

Минимальная энергия, требуемая для инициирования ДВ – 20 Дж на один цикл. Максимальная достигнутая частота работы установки в импульсном детонационном режиме – 8 Гц. Измеренные расходы топлива и воздуха –  $0,4 \pm 0,1$  и  $6,7 \pm 0,5$  г/с в первом контуре и  $3,8 \pm 0,1$  и  $60 \pm 7$  г/с во втором контуре соответственно. Показано, что тяга ИДД линейно возрастает с увеличением частоты. Вследствие низкочастотной работы полное сгорание ТВС в ИДД не достигалось. Полученное оценочное значение удельного импульса – около 1000 с. Можно надеяться, что мероприятия по доводке макета и увеличению рабочей частоты позволят получить величину удельного импульса на уровне или выше удельного импульса существующих схем ПВРД.

*Список литературы:*

1. *Фролов С. М., Аксенов В. С., Басевич В. Я. Макет-демонстратор импульсного детонационного двигателя на жидком топливе // Доклады Академии наук. 2005. Т. 402. №4.*

**Demonstrator of air-breathing liquid-fueled pulse detonation engine.** *Frolov S. M.* The results of the experimental studies aimed at evaluating the practical feasibility of a liquid-fueled air-breathing PDE prototype are presented.