

2-66

ИМПУЛЬСНО-ДЕТОНАЦИОННОЕ ГОРЕЛОЧНОЕ УСТРОЙСТВО НА ПРИРОДНОМ ГАЗЕ

С.М. Фролов, Ф.С. Фролов, В.С. Аксенов, В.С. Иванов,
С.Н. Медведев, В.А. Сметанюк, К.А. Авдеев

Учреждение РАН Институт химической физики
им. П.П. Семенова, Москва, Россия

E-mail: smfrol@chph.ras.ru

В существующих силовых установках и горелочных устройствах химическая энергия горючего преобразуется в тепло и механическую работу за счет медленного горения — дефлаграции. Кроме дефлаграции известен и другой режим горения — детонация. При детонации химическая реакция окисления горючего протекает в режиме самовоспламенения при высоком давлении за сильной ударной волной. До сих пор детонацию в энергетике не применяли. Основная причина — в проблеме инициирования детонационной волны: для получения детонации необходимо обеспечить надежный и управляемый переход горения в детонацию (ПД) на кратчайших расстояниях при минимальной энергии зажигания, тогда как детонационная способность воздушных смесей практических топлив при нормальных условиях очень низка.

В ИХФ РАН впервые создан экспериментальный образец импульсно-детонационного горелочного устройства на природном газе — прообраз промышленных горелочных устройств нового поколения, совмещающих комбинированное воздействие на объекты, обдуваемые продуктами горения: ударно-волновое (механическое) и тепловое. Важнейший научный результат работы — доказательство возможности быстрого циклического ПД в трубе околопредельного диаметра (94 мм) с открытым концом на расстоянии 2,5–3 м при раздельной непрерывной подаче природного газа и воздуха. Проблема инициирования детонации была решена в результате тщательного подбора формы и расстановки препятствий, обеспечивающих оптимальное согласование темпов ускорения пламени и усиления ударной волны.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (государственный контракт № 16.526.12.6018 «Разработка высокоскоростной энергосберегающей импульсно-детонационной газовой горелки для повышения эффективности тепловой работы промышленных печей и теплоэнергетических установок»).

PULSE DETONATION BURNER FUELED BY NATURAL GAS

S.M. Frolov, F.S. Frolov, V.S. Aksenov, V.S. Ivanov,
S.N. Medvedev, V.A. Smetanyuk, K.A. Avdeev

Semenov Institute of Chemical Physics, Moscow, Russia

E-mail: smfrol@chph.ras.ru

In existing power plants and burners the chemical energy of fuel is transformed into heat and mechanical work due to slow combustion — deflagration. Apart from defla-

gration there exists another known mode of combustion — detonation. In the detonation, the chemical reaction of fuel oxidation proceeds in the mode of self-ignition at high pressure behind a strong shock wave. So far, detonation was not utilized in power engineering. One of the main reasons is the detonation initiation issue: it is necessary to obtain a detonation via reliable and controllable deflagration-to-detonation transition (DDT) with the lowest ignition energy at the shortest distance, whereas the detonability of conventional fuels in air at normal conditions is very low.

In the Semenov Institute of Chemical Physics, the experimental demonstrator of a pulse detonation burner operating on natural gas — air mixture has been designed, fabricated and tested for the first time. This burner is considered as a prototype of industrial burners of new generation exerting a combined effect on the target object, namely, mechanical (due to strong periodic shock waves) and thermal (due to high-speed flow of detonation products). The most significant result of this work is the proof of a possibility to obtain fast repetitive DDT in a tube of near-limiting diameter (94 mm) with one open end at a distance of 2.5–3 m at separate but continuous supply of natural gas and air. The problem of detonation initiation via DDT was solved due to intelligent design of shape and position of obstacles ensuring the optimal coupling between the rates of flame acceleration and shock wave amplification.

This work was supported by the Ministry of Science and Education of Russian Federation (State Contract No. 16.526.12.6018 «Development of high-speed energy-saving pulse detonation gas burner to enhance the thermal efficiency of industrial furnaces and thermal power plants»).

2-67

КОМПАКТНОЕ ВЗРЫВНОЕ МЕТАТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕЩЕСТВА МЕТОДОМ ПРОТОННОЙ РАДИОГРАФИИ В УСЛОВИЯХ УДАРНОГО СЖАТИЯ

В.В. Якушев, А.В. Уткин, С.А. Колдунов, М.И. Кулиш

Институт проблем химической физики РАН,
Черноголовка, Россия

E-mail: yakushev@icp.ac.ru

Актуальность разработки малогабаритных взрывных метательных устройств (ВМУ) продиктована началом эксплуатации протонорадиографической установки ТВН-ИТЭФ в г. Москва и планирующимся вводом в действие установки PRIOR в GSI, г. Дармштадт (Германия).

В настоящей работе произведена модернизация малогабаритного генератора плоской ударной волны, использованного в работе [1], под более доступный для его снаряжения пластик на основе гексогена. На базе генератора разработано и аттестовано компактное ВМУ для разгона алюминиевых ударников диаметром 20 мм и толщиной 2 мм до ~3 км/с [2] с полной массой заряда ВВ, не превышающей 15 г. С помощью скоростного фоторегистратора в режиме шелевой развертки исследована кривизна фронта ударной волны, формируемой