

ДИНАМИКА ИМПУЛЬСОВ СИЛЫ И ПУЛЬСАЦИЙ ПУЗЫРЯ ПРИ СЖИГАНИИ ГАЗОВ НА ТЯГОВОЙ СТЕНКЕ В ВОДЕ

Тесленко В.С., Дрожжин А.П., Медведев Р.Н.

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева, Новосибирск

E-mail: teslenko@hydro.nsc.ru

Проведены сравнительные эксперименты по измерению тяги при импульсном сжигании стехиометрической пропан-кислородной смеси на тяговой стенке в цилиндрической камере и на открытой стенке в виде плоского диска.

На Рис. 1 представлен пример регистрации импульсов силы на тяговую стенку при сжигании 3 см^3 газовой смеси в стволе длиной $H = 91 \text{ мм}$. А на Рис. 2 представлена осциллограмма импульсов силы на плоскую стенку в виде диска при сжигании 3 см^3 газовой смеси. Интегрирование импульсов силы ($I_n = \int F(t)dt$) и расчеты удельной тяги ($J_m = I_n/m$, m – масса горючей смеси) показали соизмеримость получаемых результатов. Например, для цилиндрического ствола диаметром $d = 29 \text{ мм}$ длиной $H = 91 \text{ мм}$ удельная тяга $J_m = 1,5 \cdot 10^4 \text{ сек}$, а для случая взрыва 3 см^3 газовой смеси на диске диаметром $D = 98 \text{ мм}$ удельная тяга $J_m = 2,5 \cdot 10^4 \text{ сек}$.

Результаты экспериментов показали, что удельная тяга для случая сжигания газа на плоской стенке не уступает, а в некоторых случаях превосходит удельную тягу для цилиндрической трубы. Это можно объяснить отсутствием потерь на трение в стволе и краевые эффекты на кромке ствола [1, 2]. Скоростная киносъемка гидродинамических процессов показала, что при пульсации пузыря от продуктов сгорания на плоской стенке радиальная составляющая импульса при схлопывании трансформируется в симметричный осевой поток, одна часть которого обеспечивает вклад в тягу, а противоположная обеспечивает выброс продуктов сгорания и ускоренное заполнение рабочего пространства новой порцией жидкости, аналогично кольцевой геометрии [3].

Полученные результаты указывают на возможность сжигания газов в воде на плоской стенке с частотой большей, чем частота сжигания в цилиндрической камере при прочих равных условиях. Максимально возможная частота сжигания в случае плоской стенки $\nu_{\max}$ определяется как $\nu_{\max} = 1/T$, где T – период пульсации полусферического пузыря, который приближенно рассчитывается по формуле Релея.

Увеличение частоты сжигания с одновременным сохранением величины удельной тяги при переходе от цилиндрической трубы к плоской стенке позволяет увеличить среднюю тягу (отношение импульсов силы к длительности одного цикла сжигания) подводного двигателя и уменьшить кавитационные и фрикционные потери.

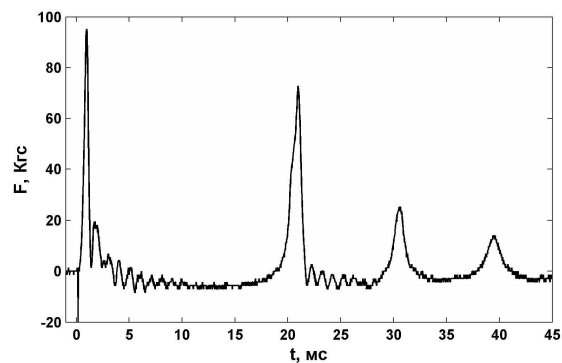


Рис. 1 Импульсы силы при сжигании 3 см^3 газовой смеси в стволе длиной $H=91 \text{ мм}$.

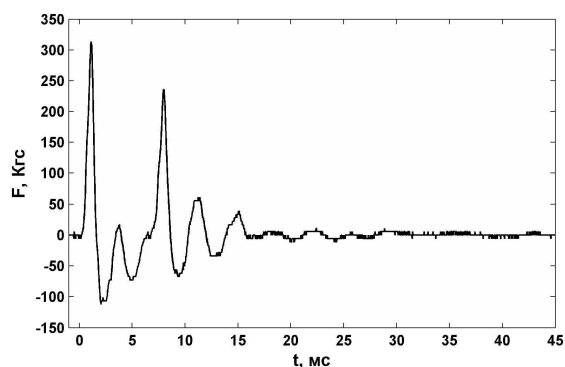


Рис. 2 Импульсы силы при сжигании 3 см^3 газовой смеси на диске.

Литература:

1. Медведев Р.Н., Дрожжин А.П., Тесленко В.С. Порог образования кавитационных вихревых колец при истечении жидкости из затопленной трубы // Современная наука: исследования, идеи, результаты, технологии. 2015, № 1 (16). С. 86-89.
2. R.N. Medvedev, A.P. Drozhzhin, V.S. Teslenko. Thrust generation by pulse combustion of gas in a submerged chamber // International Journal of Multiphase Flow, 2016, Vol. 83, pp. 232-238. <http://swsl.hydro.nsc.ru/publ/Medvedev-IJMF2016.pdf>
3. В.С. Тесленко, А.П. Дрожжин, Р.Н. Медведев, И.С. Батраев. Сжигание газов в воде в линейных и кольцевых пузырях // Теплофизика и аэромеханика, 2014. Т. 21. № 4. С. 497-507 <http://swsl.hydro.nsc.ru/publ/TiA2014.pdf>