

## СОЗДАНИЕ СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ МГТД РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ИСПАРИТЕЛЬНЫХ ФОРСУНОК

Каровецкий А.А.<sup>1</sup>, Побелянский А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> БГТУ ВОЕНМЕХ им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург, altaal@yandex.ru

<sup>2</sup> БГТУ ВОЕНМЕХ им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург pobelyanskiy@inbox.ru

*Ключевые слова:* испарительная форсунка, малоразмерный газотурбинный двигатель, испытательный стенд, верификация.

Испарительные форсунки имеют ряд существенных преимуществ по сравнению с классическими струйными форсунками: более высокоэффективный рабочий процесс с высокой полнотой сгорания, низкие уровни выбросов СО и NO [1]. Особый интерес представляет использование таких форсунок в составе малоразмерного газотурбинного двигателя (МГТД). В МГТД ввиду малого объема камеры сгорания (КС) на первый план выходит организация эффективного сгорания топливовоздушной смеси в малом объеме. Камера сгорания с испарительными форсунками позволяет перевести процесс смесеобразования в испарительную трубку и тем самым организовать горение в камере в меньшем объеме. В зарубежных МГТД испарительные форсунки широко применяются [2], в то время как в отечественных малоразмерных двигателях их применение сильно ограничен. Отчасти это вызвано отсутствием однозначной методики расчёта испарительных форсунок (как концептуального расчёта, так и расчёта в программах конечно-элементного анализа), а также рядом не до конца решенных проблем – прежде всего, холодного запуска, особенно в условиях низких температур и/или большой высоты.

Целью работы является создание стенда для автономных испытаний камеры сгорания МГТД с испарительными форсунками, а также камеры сгорания МГТД со сменными испарительными форсунками для возможности верификации расчётов и экспериментальной апробации спроектированных конструкций [3]. Расчёт камеры сгорания и обработка полученных экспериментальных данных проводится в программе «Перспектива», предназначенной для концептуального расчёта камер сгорания МГТД [4], созданной коллективом авторов на базе Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Стенд состоит из входного участка с расходной шайбой и мерным участком, станины для крепления испытуемого узла, контрольно-измерительной системы, стендовой топливной системы, выходной части для отвода выхлопа камеры в газоотводящую шахту. Контрольно-измерительная система представлена термопарами и приемником полного давления во входном мерном участке, гребенками термопар, приемником полного давления и пробоотборником для отбора проб газа на газоанализатор в выходной части камеры сгорания. Данный набор средств измерения позволяет получать достоверную картину температурных полей на выходе из КС [5]. Термопары имеют возможность изменения высоты установки для измерения температуры в различных точках выходного канала. Топливная система обеспечивает подачу топлива на основные и пусковые форсунки и позволяет управлять подачей топлива. Измеряемые параметры выводятся на информационное табло.

Результатом работы стало создания стенда для автономных испытаний КС МГТД. Работа позволила уточнить имеющийся алгоритм расчёта камеры сгорания с испарительными форсунками в программном обеспечении «Перспектива» и повысить эффективность рабочего процесса в камере исследуемого МГТД с испарительными форсунками.

### Список литературы

1. Чечулин А.Ю. Опыт доводки пусковых характеристик камеры сгорания ВСУ // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. Т. 14. №2, 2015. Уфа. ОАО УАП «Гидравлика», г.

2. Challenges in designing very small jet engines – fuel distribution and atomization. Fabian Fuchs<sup>1, 2\*</sup>, Vitus Meidinger<sup>1</sup>, Nicolas Neuburger<sup>1</sup>, Thorsten Reiter<sup>1</sup>, Magnus Zündell<sup>1</sup>, Andreas Hupfer<sup>2</sup>. ISROMAC 2016 International Symposium on Transport Phenomena and Dynamics of Rotating Machinery Hawaii, Honolulu April 10-15, 2016

3. Побелянский А.В., Левихин А.А. Исследование возможностей аддитивных технологий при создании элементов двигательных установок // Аддитивные технологии: настоящее и будущее. Сборник докладов VI международной конференции. Москва, 2020. С. 19-36.

4. Перспектива. Каровецкий А.А. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2020663204, 23.10.2020

5 Проектирование камер сгорания газотурбинных двигателей. Под общей редакцией канд. техн. наук, доцента Рудакова О.А.. Санкт-Петербург, 1997.

Сведения об авторах

Каровецкий Алексей Алексеевич, магистрант. Область научных интересов: рабочий процесс камер сгорания газотурбинных двигателей, конструкция газотурбинных двигателей, испарительный форсунки, программное обеспечение для концептуального расчёта газотурбинных двигателей.

Побелянский Антон Викторович, руководитель ЦКП «АТОС». Область научных интересов: рабочий процесс камер сгорания газотурбинных двигателей

#### **CREATION OF A TEST BENCH FOR EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE SMALL-SIZE JET ENGINE COMBUSTION CHAMBER WITH VARIOUS TYPES OF VAPORIZATION STICKS**

Karovetskii A.A.<sup>1</sup>, Pobelyanskiy A.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Baltic State Technical University «Voenmeh» D.F. Ustinov, Saint-Petersburg, Russia, altaal@yandex.ru

<sup>2</sup> Baltic State Technical University «Voenmeh» D.F. Ustinov, Saint-Petersburg, Russia, pobelyanskiy@inbox.ru

*Keywords: small-sized jet engine, test, experimental investigation, vaporization stick.*

The paper is devoted to the creation a stand for the experimental conformation of numerical and conceptual investigation of the operation of vaporization sticks in a small-size gas turbine engine. During the work, a stand was created for autonomous tests of combustion chambers with different vaporization sticks, calculated in the program «Perspective", created in Baltic State Technical University «Voenmeh» D.F. Ustinov, Saint-Petersburg, Russia.