

Аргынбаев, З. В. Стафеева, Е. В. Белогуб // Строительные материалы. – 2014. – № 5. – С. 68–71.

5. Filatova, N.V. The physicochemical investigation of the Zhuravliny Log kaolin. Part 1 / N.V. Filatova, N.F. Kosenko, O.P. Denisova, K.S. Sadkova // ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]. – 2022. – V. 65. – N 8. – P. 85–93.

УДК 621.452

**Р.Р. Халиулин, С.С. Сейид Джафари,  
Е.А. Беда, А.А. Василевич, Р.А. Чечнев**

Казанский национальный исследовательский технологический университет им. А. Н. Туполева - КАИ  
Казань, Россия

## **О ВОПРОСЕ СОЗДАНИЯ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

***Аннотация.** В настоящее время малоразмерные газотурбинные двигатели (МГТД) широко применяются в составе различных летательных аппаратов и увеличение их эффективности приобретает всю большую актуальность. В данной статье представлены этапы разработки малоразмерных газотурбинных двигателей и описание способов увеличения их эффективности.*

**R.R. Khaliulin, S.C. Seyid Jafari,  
E.A. Beda, A.A. Vasilevich, R.A. Chechnev**

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev  
Kazan, Russia

## **SMALL-SIZED GAS TURBINE ENGINE'S DEVELOPMENT ISSUE**

***Abstract.** Small-sized gas turbine engines (GTE) are widely used as part of different aircrafts and increasing their efficiency is becoming dramatically relevant. This article presents developing small-sized gas turbine engines' stages and increasing their efficiency' way.*

Существует два основных направления увеличения эффективности МГТД: увеличение температуры газа перед турбиной и улучшение элементов конструкции.

Авторами представленной работы выполнен термогазодинамический расчет двигателя на основе изданной методики. Определены параметры по тракту двигателя:  $P$  - давление,  $T$  - температура и  $V$  – скорость потока. Проведено профилирование

входного устройства, центробежного компрессора, кольцевой камеры сгорания, осевой турбины и сопла.

По результатам одномерных расчетов составлена трехмерная модель, которая рассчитана с применением пакетов прикладных программ Ansys-Fluent и TurboGrid с определением особенностей течения в компрессоре, турбине и камере сгорания.

На этапе изготовления макета двигателя использованы способы 3D печати. Изготовленный макет представляет собой ТРД с центробежным компрессором, состоящим из центробежного колеса и диффузора с поворотом потока. Кольцевая камера сгорания прямоточная с двухзонной подачей карбюрированной топливовоздушной смеси и вихревой зоной стабилизации в головной части тороидального типа. По результатам проведенных расчетов и на основе имеющихся собственных экспериментальных данных спроектирован и изготовлен макет с применением аддитивных технологий. Все эти результаты легли в проектирование и изготовление узлов двигателя.

В итоге получена основа, по которой изготавливаются основные элементы двигателя, состоящего из:

1. Безотрывное дозвуковое входное устройство.
2. Центробежный компрессор с применением поворотных лопаток в диффузоре.
3. Кольцевая камера сгорания с двухзонной схемой подачи испаренного топлива: в первичную зону с тороидальным вихревым течением и в зону догорания на соударяющихся струях.
4. Кольцевая одноступенчатая турбина неохлаждаемая.
5. Сужающееся реактивное сопло.

Данная схема является основой - газогенераторами для исполнения ТРДФ (турбореактивный двигатель с форсажной камерой), ЭТРД (эжекторного турбореактивного двигателя) и ТВД (турбовинтового двигателя). Известно, что ТРД является основой для разработки различных типов газотурбинных авиационных двигателей и наземных энергоустановок [1-3].

В разрабатываемом малоразмерном ТРД рассчитаны, исследованы и спроектированы основные его узлы: турбокомпрессор и камера сгорания.

Разработки проведены по схеме:

1. Аналитический расчет термодинамического процесса;
2. Выбор наиболее эффективных параметров для обеспечения максимального КПД;
3. Проведение детального расчета и проектирования узлов

газогенератора;

4. Проектирование основных узлов, начиная от входного устройства и до сопла, с применением современных трехмерных моделей.

#### Список использованных источников

1. R.R. Khaliulin, “Study of ways to increase the power of the gas turbine engine by ejector application” in Future of aviation and cosmonautics for young Russia (Soloviev RSATU, Rybinsk, 2018), pp. 93–100. (in Russian)
2. Khaliulin, R.R. Improving the efficiency of power gas turbines with the use of ejector systems: dissertation for the degree of Cand. tech. Sciences (PhD): 05.07.05 / Khaliulin Ruslan Rafaelevich. - Kazan, 2019. – 136 (in Russian)
3. Khaliulin, R.R. Intensification of the ejection coefficient in the gas ejector due to the partially swirled active stream / Khaliulin, R.R., Sychenkov, V.A., Panchenko, V.I., Yousef, W.M., Semichev, S.A. // AIP Conference Proceedings. – 2020, 2211, 060004.

УДК 636.087+662.641.2

<sup>1</sup>А. Р. Цыганов, <sup>2</sup>А. Э. Томсон,  
<sup>2</sup>Т. В. Соколова, <sup>2</sup>Н. А. Жмакова, <sup>2</sup>Т. Я. Царюк,  
<sup>2</sup>Н. Л. Макарова, <sup>2</sup>Н. Е. Сосновская, <sup>3</sup>С. А. Линкевич

<sup>1</sup>Белорусский государственный технологический университет

<sup>2</sup>Институт природопользования НАН Беларуси

Минск, Беларусь

<sup>3</sup>РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству»

Жодино, Беларусь

#### КОРМОВАЯ ДОБАВКА НА ОСНОВЕ ТОРФА ДЛЯ ПОРОСЯТ-ОТЪЕМЫШЕЙ

*Аннотация.* Обоснована целесообразность получения биологически активной кормовой добавки с сорбционными свойствами на основе малоразложившегося сфагнового торфа и отхода пивоваренного производства – ростков солода в качестве основных компонентов и показана ее высокая эффективность.