

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

Тремкиной Ольги Витальевны «Совершенствование метода определения характеристик низкотемпературных энергоустановок летательных аппаратов», представленной в диссертационный совет 24.2.379.10 при федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»

02.02.15 - Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов

Диссертация Тремкиной Ольги Витальевны посвящена совершенствованию метода определения характеристик низкотемпературных энергетических установок (НЭУ) летательных аппаратов (ЛА), использующих низкопотенциальное тепло криопродукта. Одним из направлений повышения эффективности ЭУ является выбор и обоснование оптимальных параметров рабочего процесса в условиях выполнения требований к объемно-массовым характеристикам. В этой связи повышение точности проектировочных расчётов НЭУ в составе ЛА обуславливает актуальность и практическую значимость данной работы.

Научная новизна исследований и полученных результатов заключается в следующем.

1. Усовершенствована математическая модель НЭУ ЛА путём уточнения показателя степени  $m$ , являющегося многопараметрической функцией, в классической формуле оценки эффективности Карзона-Новикова вида  $\eta = 1 - (T_{\min} / T_{\max})^m$ . Использование этой формулы позволяет уточнить КПД цикла, предопределить с наибольшей точностью характеристики НЭУ ЛА и учесть рабочие характеристики, геометрические и конструктивные параметры теплообменных аппаратов.

2. Впервые установлены закономерности влияния совокупности параметров (температурных напоров, свойств рабочего тела, уровней температур источников тепла, рабочих характеристик цикла, коэффициентов теплопередачи, площади поверхности теплообмена, расхода, теплоёмкости рабочего тела, геометрических и конструктивных параметров теплообменных аппаратов) на эффективность работы НЭУ ЛА, что явилось основой для повышения точности проектировочных расчётов НЭУ ЛА.

3. Расширен диапазон применения методики определения характеристик цикла НЭУ при расходе рабочего тела от 0 до 5 кг/с. Повышена точность проектировочных расчётов НЭУ ЛА путём уточнения методики и введения в рассмотрение совокупности параметров: температурных напоров, свойств рабочего

|                       |             |
|-----------------------|-------------|
| Входящий №            | 204-9147    |
| Дата                  | 28 НОЯ 2023 |
| Самарский университет |             |

тела, уровней температур источников тепла, потребных поверхностей теплообмена, рабочих характеристик цикла, коэффициентов теплопередачи, площади поверхности теплообмена, расхода, теплоёмкости рабочего тела, геометрических и конструктивных параметров теплообменных аппаратов.

4. Уточнена общая методика комплексного проектирования НЭУ ЛА. Предлагаемая методика отличается тем, что включает все этапы проектирования: от выбора криопродукта, оценки его энергетического потенциала до определения параметрических характеристик и проведения многопараметрического выбора НЭУ ЛА.

Достоверность полученных результатов при решении этих задач обеспечена использованием общего методологического подхода, базирующегося на основных законах термодинамики, теплопередачи и теплотехники, современных методах математического моделирования сложных систем, методах системного анализа, теории и методах построения и реализации численных моделей и подтверждается сходимостью результатов верификации параметров разработанных моделей с моделями, используемыми в реальной практике проектирования НЭУ

В качестве вычислительного инструментария использовались программные продукты Scilab и Mathcad, а также язык программирования Python.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в развитии теории и метода определения характеристик НЭУ ЛА. В частности, в усовершенствовании методики определения характеристик термодинамических циклов НЭУ ЛА и методики их комплексного проектирования.

Основные результаты диссертационной работы легли в основу выполнения государственного задания по проекту №FSSS-2020-2019 «Исследование процессов преобразования низкопотенциальной энергии криопродукта в различных энергетических системах и установках» в рамках госпрограммы РФ «Фундаментальные исследования «Для долгосрочного развития и обеспечения конкурентоспособности общества и государства» (47 ГП) база ВУЗ, нашли применение в учебном процессе Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева, а также использованы в АО «Металлист-Самара», что подтверждено соответствующими актами внедрения.

Глубина проработки проблематики диссертационной работы О.В. Тремкиной подтверждается основными публикациями по теме диссертации, включающими 16 работ, и двумя свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ.

В качестве замечаний, судя по автореферату, следует отметить следующие:

- автор рассматривает эффективность НЭУ на уровне параметров термодинамического цикла при этом не показано каким образом учитывается то, что НЭУ находится в составе ЛА, например, учет объемно-массовых ограничений;



- при численном моделировании процессов НЭУ не учитывались гидравлические потери в основных элементах НЭУ, таких как теплообменный аппарат, запорная арматура, трубопровод.

Отмеченные недостатки не снижает научной новизны работы, её теоретической и практической значимости и могут рассматриваться как направление дальнейших исследований.

В целом, судя по автореферату, работа является самостоятельным исследованием, содержащим элементы новизны, имеет практическую реализацию и перспективы развития.

Диссертация Тремкиной Ольги Витальевны отвечает всем необходимым требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 02.05.15. Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов, а её автор Тремкина Ольга Витальевна заслуживает присвоения учёной степени кандидата технических наук.

Я Ляпин Валерий Павлович, даю согласие на включение своих персональных данных в аттестационные документы, связанные с защитой диссертации Тремкиной Ольги Витальевны на тему: «Совершенствование метода определения характеристик низкотемпературных энергоустановок летательных аппаратов».

Главный специалист – ученый секретарь  
научно-технического совета ОДК,  
кандидат технических наук

 Ляпин Валерий Павлович

АО «ОДК»

Адрес организации: 105118, Россия, г. Москва, проспект Буденного, 16,  
телефон +7495 232-55-02, адрес электронной почты info@uecrus.com,  
сайт: uecrus.com

Подпись Ляпина В.П. подтверждаю

