

## **РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВОЗДУШНЫХ, АЭРОКОСМИЧЕСКИХ, ГИПЕРЗВУКОВЫХ И КОСМИЧЕСКИХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ОДНО – И МНОГОРАЗОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Алтунин В.А.<sup>1</sup>, Давлатов Н.Б.<sup>1</sup>, Кореев Е.П.<sup>1</sup>, Жилиякова А.Е.<sup>1</sup>, Яновская М.Л.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казанский национальный исследовательский технический университет

им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань

<sup>2</sup>Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва

*Ключевые слова: жидкий чистый гидразин, внедрение фуллеренов, теплофизические свойства, давление, плотность, повышение эффективности двигателей летательных аппаратов.*

В докладе рассмотрены различные способы увеличения эффективности жидких горючих для двигателей авиационных, аэрокосмических, гиперзвуковых и космических летательных аппаратов (ЛА) [1-12]. Одним из перспективных способов является способ изменения и увеличения их теплофизических свойств (ТФС).

Рассмотрены результаты экспериментальных исследований с жидким чистым гидразином при внедрении в него нано-материалов - чистых сухих фуллеренов марок C<sub>60</sub>, C<sub>70</sub>, C<sub>84</sub> при различных температурах и давлениях [2-11].

Экспериментально было установлено, что через 10 минут после внедрения фуллеренов этих марок в жидкий чистый гидразин они полностью растворялись в нём, увеличивая его плотность и другие ТФС.

Экспериментально было установлено [2-11], что при добавлении в жидкий чистый гидразин фуллеренов марки C<sub>60</sub>, C<sub>70</sub>, C<sub>84</sub> плотность гидразина может быть увеличена на 2,5 %. Такой способ увеличения ТФС жидкого чистого гидразина, например, его плотности, возможно применять для увеличения массы заправки гидразинового горючего в штатные баки различных ЛА, что будет увеличивать их дальность и время полёта, а также увеличивать ресурс базовых и вспомогательных двигателей и энергоустановок, а также число их включений.

Создана и показана в виде таблиц и графиков экспериментальная база данных по новым значениям ТФС жидкого чистого гидразина при внедрении в него фуллеренов при различных концентрациях.

Разработаны новые методики расчёта ТФС жидкого чистого гидразина и системы «гидразин + фуллерены».

На основе результатов экспериментальных исследований был разработан и запатентован новый способ повышения эффективности воздушных, гиперзвуковых, аэрокосмических и космических летательных аппаратов одно – и многоразового использования на жидком азотосодержащем горючем [12].

Данную экспериментальную базу, новые методики расчёта и патенты на изобретения авторов доклада могут плодотворно использовать в своей работе учёные, конструкторы, разработчики и создатели новой и перспективной отечественной техники повышенных характеристик различного базирования и назначения.

Материалы доклада будут способствовать повышению ресурса и эффективности различных перспективных отечественных ЛА одно – и многоразового использования.

### **Список литературы**

1. Бакулин В.Н., Дубовкин Н.Ф., Котова В.Н. и др. Энергоёмкие горючие для авиационных и ракетных двигателей / Под ред. Л.С. Яновского. М.: Изд-во «ФИЗМАТЛИТ», 2009. 400 с.

2. Алтунин В.А., Алтунин К.В., Алиев И.Н., Абдуллин М.Р., Давлатов Н.Б., Платонов Е.Н., Яновская М.Л. Некоторые пути повышения эффективности жидких и

газообразных углеводородных и азотосодержащих горючих для двигателей летательных аппаратов // Тепловые процессы в технике. 2019. Т. 11. № 10. С. 453-479.

3. Алтунин В.А., Давлатов Н.Б., Зарипова М.А., Платонов Е.Н., Яновская М.Л. Некоторые пути повышения эффективности углеводородных и азотосодержащих горючих космического применения // Журнал «Военмех. Вестник БГТУ», № 55 («Труды общероссийской науч.-технич. конф. 8-е Уткинские чтения»), посвящённые памяти и развитию творческого наследия выдающихся конструкторов ракетно-космической техники В. Ф. Уткина и А. Ф. Уткина). (12-16 ноября 2018 г., БГТУ им. Д.Ф. Устинова, ВОЕНМЕХ, г. Санкт – Петербург). СПб.: Изд-во ВОЕНМЕХ, 2019. С. 424-429.

4. Алтунин В.А., Абдуллин М.Р., Давлатов Н.Б., Шигапов Р.Р., Яновская М.Л. Исследование возможности интенсификации теплоотдачи к жидким и газообразным углеводородным и азотосодержащим горючим и охладителям // Сборник тезисов докладов Всероссийской научно-технической конференции молодых учёных и специалистов «Авиационные двигатели и силовые установки». Секция №7: «Авиационная химмотология». (ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», 28-30 мая 2019 г., г. Москва). М.: Изд-во ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», 2019. С. 316-317.

5. Алтунин В.А., Алтунин К.В., Алиев И.Н., Гортышов Ю.Ф., Давлатов Н.Б., Зарипова М.А., Керножицкий В.А., Колычев А.В., Разносчиков В.В., Сафаров М.М., Яновский Л.С., Яновская М.Л. Некоторые пути повышения эффективности жидкостных реактивных двигателей летательных аппаратов на углеводородных и азотосодержащих горючих и охладителях: монография / Под общ. ред. доктора технических наук, профессора Л.С. Яновского. Казань: Редакционно-издательский центр «Школа», 2020. 148 с.

6. Алтунин В.А., Давлатов Н.Б., Зарипова М.А., Кореев Е.П., Яновская М.Л. Разработка способа увеличения дальности полёта воздушных, аэрокосмических, гиперзвуковых и космических летательных аппаратов // Матер. докл. 57-ых научных чтений, посвящённых разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского. Сек. № 2: «Проблемы ракетной и космической техники». РАН. РАКЦ. Калуга: Изд-во «Эйдос». 2022. С. 239-243.

7. Абдуллин М.Р., Давлатов Н.Б., Шигапов Р.Р. (Науч. рук.: д.т.н., проф. В.А. Алтунин). Анализ и классификация путей совершенствования жидкостных ракетных двигателей одно – и многоразового использования на углеводородных и азотосодержащих горючих и охладителях // Матер. докл. междунард. молодёжной научной конф. «24-е Туполевские чтения», посвящённые 130-летию со дня рождения авиаконструктора И.И. Сикорского. (КНИТУ-КАИ, г. Казань, 7-8 ноября 2019 г.). Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ. Т. 2. С. 314-320.

8. Алтунин В.А., Давлатов Н.Б., Зарипова М.А., Алиев И.Н., Яновская М.Л. Экспериментальная база и методики проведения исследований теплофизических свойств жидкого чистого гидразина и его смесей с неметаллическими добавками – фуллеренами // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2019. № 3. С. 30-38.

9. Алтунин В.А., Давлатов Н.Б., Зарипова М.А., Алиев И.Н., Яновская М.Л. Результаты экспериментальных исследований и методика расчёта теплофизических свойств гидразина и его смесей с фуллеренами // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2019. № 3. С. 39-51.

10. Алтунин В.А., Давлатов Н.Б., Зарипова М.А., Сафаров М.М., Алиев И.Н., Яновская М.Л. Экспериментальное исследование теплофизических свойств жидкого чистого гидразина при различных температурах и давлениях. // Инженерный журнал: наука и инновации, 2019, вып. 10 (94). Электронный журнал. <http://dx.doi.org/10.18698/2308-6033-2019-10-1922>. DOI 10.18698/2308-6033-2019-10.

11. Алтунин В.А., Давлатов Н.Б., Зарипова М.А., Сафаров М.М., Алиев И.Н., Яновская М.Л. Экспериментальное исследование плотности и теплоёмкости жидкого чистого гидразина // Инженерный журнал: наука и инновации, 2019, вып. 11 (95). Электронный журнал. DOI: 10.18698/2308-6033-2019-11-1934.

12. Алтунин В.А., Давлатов Н.Б., Зарипова М.А., Сафаров М.М., Гортышов Ю.Ф., Алиев И.Н., Яновский Л.С., Яновская М.Л. Способ повышения эффективности воздушных, гиперзвуковых, аэрокосмических и космических летательных аппаратов одно – и многоразового использования на жидком азотосодержащем горючем // Патент на изобретение РФ № 2738300. Бюл. № 35 от 11.12.2020 г.

#### Сведения об авторах

Алтунин Виталий Алексеевич – профессор кафедры Теплотехники и энергетического машиностроения, д.т.н., академик РАКЦ, президент Казанского регионального отделения РАКЦ. Область научных интересов: особенности тепловых процессов в жидких и газообразных горючих и охладителях без влияния и с влиянием магнитных и электростатических полей, разработка новых конструктивных схем двигателей, энергоустановок и техносистем одно – и многоразового использования наземного, воздушного, аэрокосмического, гиперзвукового и космического базирования двойного назначения.

Давлатов Наджибулло Бахромович – докторант, к.т.н. Область научных интересов: тепловые процессы в жидких углеводородных и азотосодержащих горючих и охладителях при использовании нанотехнологий по внедрению в них фуллеренов.

Кореев Егор Павлович - аспирант. Область научных интересов: тепловые процессы в жидких и газообразных углеводородных горючих и охладителях.

Жилякова Алина Евгеньевна – магистрант. Область научных интересов: тепловые процессы в ВРД, ЖРД одно – и многоразового использования.

Яновская Мария Леонидовна – младший научный сотрудник, к.т.н. Область научных интересов: тепловые процессы в ВРД, ЖРД.

### **DEVELOPMENT OF A METHOD FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF ENGINES OF AIR, AEROSPACE, HYPERSONIC AND SPACE VEHICLES OF SINGLE AND REUSABLE USE**

Altunin V.A.<sup>1</sup>, Davlatov N.B.<sup>1</sup>, Koreev E.P.<sup>1</sup>, Zhilyakova A.E.<sup>1</sup>, Yanovskaya M.L.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev - KAI, Kazan

<sup>2</sup>Central Institute of Aviation Motors named after P.I. Baranov, Moscow

*Keywords: liquid pure hydrazine, the introduction of fullerenes, thermophysical properties, pressure, density, increase the efficiency of engines of aircraft.*

Various ways of changing thermophysical and other properties of liquid combustibles for engines of aircraft, aerospace, hypersonic and cosmic basing are considered the same - one - and reusable use. Based on experimental studies, a method of changing the thermophysical properties of liquid pure hydrazine was developed - by introducing pure dry full -line in it. The basis of experimental data has been created, the methods of calculating the thermophysical properties of liquid pure hydrazine without the introduction of flullynes and with their implementation were developed.