

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СПОСОБА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВОЗДУШНЫХ, АЭРОКОСМИЧЕСКИХ, ГИПЕРЗВУКОВЫХ И КОСМИЧЕСКИХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ОДНО – И МНОГОРАЗОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Алтунин В.А.¹, Давлатов Н.Б.¹, Кореев Е.П.¹, Жиликова А.Е.¹, Яновская М.Л.²

¹Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань

²Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва
altspacevi@yahoo.com

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) [1-15].

Одним из перспективных способов является способ изменения и увеличения их теплофизических свойств (ТФС), в том числе, и при помощи нанотехнологий.

Рассмотрены результаты экспериментальных исследований с жидким чистым гидразином при внедрении в него нано-материалов - чистых сухих фуллеренов марок C₆₀, C₇₀, C₈₄ при различных температурах и давлениях [2-15].

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

Экспериментально было установлено [2-15], что при добавлении в жидкий чистый гидразин фуллеренов марки C₆₀, C₇₀, C₈₄ 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 полета, а также увеличивать ресурс базовых и вспомогательных двигателей и энергоустановок, а также число их включений, что очень важно, в том числе, и для МКС, и для космических разгонных блоков, и для спутников различного класса и назначения.

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 расчета 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 расчета и патенты на изобретения авторов доклада могут плодотворно использовать в своей работе ученые, 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 воздушного, аэрокосмического, гиперзвукового и космического базирования.

Список литературы

1. Бакулин В.Н., Дубовкин Н.Ф., Котова В.Н. и др. Энергоемкие 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», посвященные 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 ученых 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 / Под общ. ред. доктора технических наук, профессора Л.С. Яновского. Монография. 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 полета воздушных, аэрокосмических, гиперзвуковых и космических летательных аппаратов // Матер. докл. 57-ых научных чтений, посвященных 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. международ. молодежной научной конф. «24-е Туполевские чтения», посвященные 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 расчета 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](https://doi.org/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 теплоемкости 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 многократного использования на жидком азотосодержащем горючем // Патент на изобретение РФ № 2738300. Бюл. № 35 от 11.12.2020 г.

13. Алтунин В.А., Давлатов Н.Б., Зарипова М.А., Сафаров М.М., Кореев, Е.П., Яновская М.Л. Разработка способа изменения теплофизических свойств чистого гидразина для повышения эффективности двигателей воздушных, аэрокосмических, гиперзвуковых и космических летательных аппаратов одно- и многократного использования // Современные проблемы ракетной и космической техники. Сборник статей, 2024. (Полные доклады на секции № 2: «Проблемы ракетной и космической техники» на 58-ых Научных чтениях, посвященных разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского). РАН. РАКЦ. Казань: редакционно-издательский центр «Школа», 2024. С. 148 - 152.

14. Алтунин В.А., Давлатов Н.Б., Кореев Е.П., Жиликова А.Е., Яновская М.Л. Разработка способа повышения эффективности двигателей воздушных, аэрокосмических, гиперзвуковых и космических летательных аппаратов одно – и многократного использования // Сборник материалов 2-го Всероссийского научно-технического форума по двигателям и энергетическим установкам имени Н.Д. Кузнецова (Самара, 10-11 октября 2024 г.). Самара: Изд-во Самарского университета, 2024. С. 81 - 83.

15. Алтунин В.А., Давлатов Н.Б., Зарипова М.А., Сафаров М.М., Гортышов Ю.Ф., Яновская М.Л. Разработка способа увеличения дальности полета воздушных, аэрокосмических и космических летательных аппаратов на жидком чистом гидразине при внедрении в него фуллереновых наночастиц // Тепловые процессы в технике. 2024. Т. 16. № 8. С. 353 - 363.

Сведения об авторах

Алтунин Виталий Алексеевич - профессор кафедры Теплотехники и энергетического машиностроения, д.т.н., академик РАКЦ, президент Казанского регионального отделения РАКЦ, Заслуженный изобретатель Республики Татарстан. 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 многократного 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.

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

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

**APPLICATION OF NANOTECHNOLOGIES TO DEVELOP A METHOD
OF INCREASING THE EFFICIENCY OF ENGINES OF AIR, AEROSPACE,
HYPERSONIC AND SPACE VEHICLES OF SINGLE AND REUSABLE USE**

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

¹Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev - KAI, Kazan

²Central 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 fullynes and with their implementation were developed.