

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Ардешири Шади  
«Разработка модели оценки влияния применения смесей  
биотоплива и керосина на характеристики авиационных двигателей  
в процессе их эксплуатации», представленную на соискание ученой  
степени кандидата технических наук по специальности  
05.22.14 – эксплуатация воздушного транспорта

**Актуальность избранной темы диссертации.** Высокий уровень потребления авиатоплив на внутренних и международных авиалиниях привел к необходимости принятия Международной ассоциации воздушного транспорта (IATA) решения о сокращении вредных выбросов. Одним из направлений решения проблемы снижения воздействия продуктов сгорания на окружающую среду является применение авиатоплив, выработанных из альтернативных источников сырья. Применение альтернативных топлив должно обеспечивать надежную эксплуатацию воздушных судов (ВС) наравне с традиционными углеводородными (нефтяными) авиакеросинами. Несоответствие физико-химических и эксплуатационных свойств альтернативных топлив и их смесей с углеводородными топливами приводит к изменению эксплуатационно-технических характеристик авиационного газотурбинного двигателя (ГТД), а также к необходимости создания новой или дополнительной инфраструктуры авиатопливообеспечения воздушных перевозок.

Одним из видов альтернативных топлив являются биотоплива, которые нашли применение не только в поршневых двигателях внутреннего сгорания (биоэтанол, биодизель и т.п.), но и в авиационных ГТД. Так, разработан стандарт на топливо для авиационных ГТД, содержащее синтезированные углеводороды (ASTM D 7566), в США и ряде европейских стран интенсивно проводятся работы по совместному применению нефтяного авиакеросина и биотоплива, что подтверждает актуальность задачи разработки математической модели оценки влияния физико-химических свойств смеси биотоплива и нефтяного авиакеросина на эксплуатационные характеристики ГТД.

### **Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций.**

Научные положения и выводы согласуются с теоретическими положениями химмотологии и подтверждены расчетными, экспериментальными и литературными данными.

**Достоверность результатов** подтверждается использованием современных методов оценки физико-химических свойств авиакеросина, математической статистики, моделирования и обработки экспериментальных данных.

В результате исследований лично автором получены следующие **новые научные результаты**:

показано, что при сгорании нефтяных авиакеросинов в атмосферу выделяется большое количество загрязняющих веществ, одним из путей уменьшения которых является применение биотоплив третьего поколения;

установлено, что добавление биотоплива в нефтяной авиакеросин приводит к изменению физико-химических свойств смеси в сравнении с авиакеросином до смешения, что позволяет регулировать уровень эксплуатационных свойств смеси биотоплива с нефтяным авиакеросином путем изменения их соотношения;

разработана математическая модель расчета дроссельной и высотно-скоростной характеристики ГТД в зависимости от физико-химических свойств биотоплива и нефтяного керосина и их соотношения;

теоретически обосновано и экспериментально подтверждено оптимальное соотношение биотоплива и нефтяного керосина в смеси, которое составляет 50:50.

установлено, что при увеличении пропорции биотоплива в авиакеросине снижаются тяга двигателя на 3...5 % и удельный расход топлива на 25...30 % в сравнении топливом Jet A-1.

### **Практическая значимость работы.**

Разработанная математическая модель позволяет определить изменение характеристик авиационных ГТД в зависимости от физико-химических свойств биотоплива или его смеси с авиакеросином. Установленное оптимальное соот-

ношение биотоплива и нефтяного керосина в смеси позволяет снизить количество вредных выбросов в окружающую среду, что подтверждено результатами технико-экономической оценки эффективности применения смеси биотоплива с нефтяными авиакеросинами.

Проведенное диссертационное исследование отвечает современному уровню и вносит важный вклад в исследуемую область. Диссертация изложена на 107 страницах, содержит 33 рисунка и 13 таблиц. Состоит из введения, 3 глав, заключения, перечня сокращений и условных обозначений, списка литературных источников из 117 наименований.

По диссертации и автореферату диссертации имеются следующие замечания:

1. В тексте диссертации при упоминании топлив для реактивных двигателей часто используется термин «авиатопливо» (например, стр.7, 44), что не совсем корректно. В соответствии с национальными стандартами Российской Федерации по авиатопливообеспечению к авиатопливам относятся авиационные бензины и авиационные керосины.

2. В работе встречаются ссылки на устаревший стандарт ASTM D 7566-09, который заменен на ASTM D 7566-20с «Стандарт на топливо для авиационных газотурбинных двигателей, содержащее синтезированные углеводороды» (например, стр. 38, 41, 50), а также еще не вступивший в действие ГОСТ 10227-2013 (стр. 100), правильнее было бы сослаться на ГОСТ 10227-86 с изм. 1-6 «Топлива для реактивных двигателей. Технические условия».

3. Не совсем понятно, что понимается под химическими загрязнениями, на долю которых приходится 7,7 % (стр. 33, рис. 1.13). Целесообразно было бы дать определение этому термину и указать источник появления загрязнителя данного вида в авиакеросинах.

4. На графиках, отображающих зависимость кинематической вязкости от состава смесей СПК с авиакеросинами Jet A-1 и ТС-1 (рисунок 2.9), следовало бы привести обоснование температуры, при которой производится расчет вязкости топливной смеси.

Указанные замечания не отражаются на достоверности полученных автором теоретических и экспериментальных данных, не носят принципиального характера и не снижают научной ценности работы.

Диссертационная работа «Разработка модели оценки влияния применения смесей биотоплива и керосина на характеристики авиационных двигателей в процессе их эксплуатации», является научно-квалификационной работой и соответствует предъявляемым к диссертациям требованиям и п.п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства от 24 сентября 2013 года № 842, а ее автор – Ардешири Шади заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.14 – эксплуатация воздушного транспорта.

Ведущий научный сотрудник  
ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России»  
доктор технических наук

Орешенков А.В.

«23» марта 2022 г.

121467, г. Москва, ул. Молодогвардейская, д.10,  
тел. 8-499-141-97-37, [25gosniihim@mil.ru](mailto:25gosniihim@mil.ru)

Подпись Орешенкова А.В. удостоверяю:  
Начальник отдела кадров



Шкуренко С.В.

«23» марта 2022 г.