

УДК 621.45.03, 54-31

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОПАТКИ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ
ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СИСТЕМЕ
КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ**

В. А. Котович, председатель КНО, БГАА

Научный руководитель – Е. А. Шапорова, канд. хим. наук

Резюме – настоящая работа посвящена изучению возможности модернизации лопаток турбины газотурбинных двигателей (ГТД) с возможностью нанесения на их поверхность каталитических материалов, обеспечивающих очистку выхлопных газов от вредных веществ.

Resume – this work is devoted to studying the possibility of upgrading gas turbine turbine blades with the possibility of applying catalytic materials to their surface, which ensure the purification of exhaust gases from harmful substances.

Введение. Воздушный транспорт – главный источник загрязнения верхних слоев атмосферы. Одним из наиболее перспективных методов снижения токсичности выхлопных газов газотурбинных двигателей представляется каталитическая очистка выхлопных газов. Для авиации этот метод новый, хотя в автомобильной промышленности и различных видах производств указанный подход применяется и отмечается его эффективность [1]. На наш взгляд, реализация метода каталитической очистки выхлопов ГТД является перспективной и реализуемой.

Основная часть. Анализ литературных данных [1; 2] и наши исследования [3] показали, что хорошими каталитическими системами являются шпинели на основе алюминия, имеющие активные центры на поверхности в широкой области рН и сохраняющие свои качества при рабочих температурах до 2000 °С. Контакт вредных примесей с катализатором на поверхности лопаток турбины обеспечит очистку выхлопных газов ГТД за счет протекания реакций восстановления и окисления вредных компонентов. Для повышения эффективности данных процессов необходимо достаточное время контакта газа с катализатором. Возможное решение этой задачи представлено в настоящей работе.

Нами был изучен профиль лопатки первой ступени турбины авиационного двигателя CFM-56. Была воссоздана компьютерная модель лопатки и проведен газодинамический анализ в программе Autodesk CFD. Начальные параметры приняты следующими: статическое давление газа – 650 кПа; скорость набегающего потока – 450 м/с. Влияние нагрева не учитывалось в силу упрощения симуляции.

Для увеличения времени и площади контакта газа с поверхностью лопатки было решено разместить отверстия и внутренний канал, в который будет идти часть воздуха. Изучение распределения давления набегающего потока на поверхность лопатки и ее обтекания этим потоком показало, что наибольший объем протекающего газа стремится к области ниже

центра приложения динамической нагрузки. Здесь и было сконцентрировано наибольшее количество отверстий, которые ведут в канал на внутреннюю поверхность в районе задней кромки. Верхние отверстия расположены таким образом, чтобы улавливать перетекающие потоки газа (рисунок 1).

Результаты моделирования (рисунок 2) свидетельствуют о том, что часть газа всасывается в отверстия и идет по каналу с меньшей на порядок скоростью, модифицированная лопатка имеет большую площадь контакта, что обеспечит необходимые условия контакта.

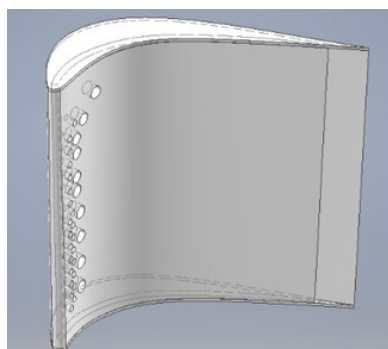


Рисунок 1 –
Модифицированная лопатка

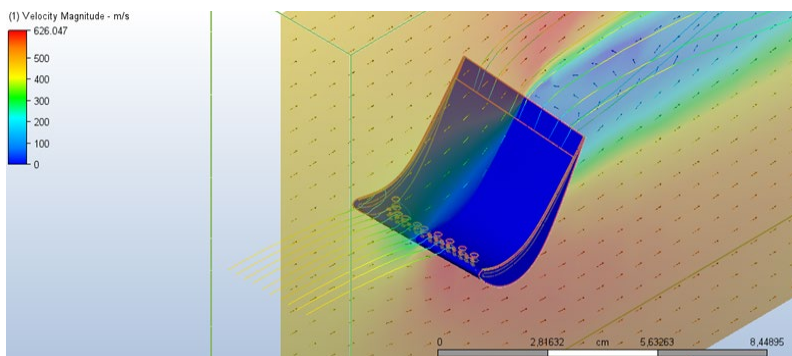


Рисунок 2 – Обтекание измененной лопатки потоком газа

Наличие отверстий не приводит к недопустимым нарушениям в работе модернизированных лопаток по сравнению с исходными (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнение рабочих характеристик лопаток

Лопатка \ Параметр	Площадь, см ²	Радиальная сила, Н	Осевая сила, Н
Обычная	54	403	299
Модернизированная	97	382	281

Заключение. Представленная модернизированная лопатка обеспечит высокую эффективность в каталитических системах очистки выхлопных газов ГТД с минимальным воздействием на условия протекания газового потока. Дальнейшее развитие работы требует прочностного расчета модернизированной лопатки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Современные методы снижения вредных выбросов с отработавшими газами автотранспорта / В. Л. Гапонов [и др.] // Технологии техносферной безопасности. – 2008. – Вып. 6(22).
2. Комаров, Е. М. Методы уменьшения эмиссии вредных веществ в камерах сгорания ГТД и ГТУ / Е. М. Комаров // Машиностроение и компьютерные технологии. – 2018. – № 05. – С. 9–29.
3. Шапорова, Е. А. Каталитическая очистка выхлопных газов авиадвигателя / Е. А. Шапорова, В. А. Котович, С. О. Стойко // Авиация: история, современность, перспективы развития: сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф. БГАА. – Минск, 2021.