

ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ

Ярославцевой Марии Михайловны "Разработка методики анализа усталостной прочности агрегатов наземной космической инфраструктуры при многократных механических и газодинамических воздействиях", представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13

"Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов"

Диссертационная работа Ярославцевой М.М. направлена на решение актуальной для современной ракетно-космической отрасли задачи: обоснование допустимого числа пусков для агрегатов наземной стартовой инфраструктуры, работающих в условиях интенсивного циклического газодинамического и теплового воздействия. Практическая значимость задачи определяется тенденцией к увеличению темпа запусков в рамках развертывания крупных низкоорбитальных спутниковых группировок, при которой ресурс стартовых конструкций становится определяющим фактором своевременности и стоимости эксплуатации.

Автором проведен обстоятельный анализ отечественного и зарубежного опыта применения теплозащитных покрытий на стартовых сооружениях. Показано, что огнеупорные бетоны, традиционно используемые в конструкциях газоотражателей, уступают конструкционным сталям как по ресурсу при термоциклировании, так и по прочности на изгиб при максимальных эксплуатационных температурах газового потока. Данный вывод имеет непосредственное практическое значение при проектировании перспективных многоразовых пусковых комплексов.

Ядром диссертации является методика численного анализа усталостной прочности, объединяющая несколько расчетных этапов в единую последовательную процедуру. Газодинамический цикл нагружения представлен кусочно-линейной аппроксимацией, что позволяет корректно выделить пиковые и минимальные значения температур и давлений без существенных потерь точности. Квазистатическое допущение, принятое автором, допустимо и значительно сокращает вычислительные затраты при сохранении адекватности модели.

Оценка ресурса реализована на базе уравнения Коффина-Мэнсона-Баскина с итерационным определением числа циклов до разрушения методом Ньютона. Введенный критерий отбора контрольных узлов конечно-элементной модели по максимальным значениям напряжений и деформаций в момент пикового нагружения позволяет сфокусировать расчет на наиболее уязвимых зонах конструкции. Вводимый автором запас ресурса дает однозначный количественный критерий для принятия конструктивных решений на этапе проектирования.

Весомым научным результатом является разработка алгоритма субмоделирования малых конструктивных элементов в составе габаритных конструкций пускового оборудования. Применение глобально-локального подхода позволяет разрешить противоречие между вычислительной экономичностью крупной сетки глобальной модели и необходимой детализацией сетки в зонах концентрации

напряжений. Анализ различных схем монтажа металлооблицовки с использованием субмоделирования позволил определить, наилучшие конструктивные исполнения креплений листов для работы при циклических термосиловых нагрузках.

Достоверность методики подтверждена сопоставлением результатов расчета с эксплуатационными данными действующего газоотражателя: расхождение по числу циклов до разрушения составило менее 10%. Установлены рекомендуемые размеры конечных элементов в диапазоне 20-45 мм для расчетов в полном масштабе изделия, при которых дальнейшее измельчение сетки не дает заметного прироста точности. Практическая ценность результатов подтверждается их успешным внедрением в НИОКР ведущих предприятий ракетно-космической отрасли.

Вместе с тем ряд положений заслуживает дополнительного рассмотрения.

1. Автор указывает на циклический асимметричный характер деформирования конструкций агрегатов, однако в методической части автореферата не конкретизировано, учитывается ли при упругопластическом циклическом термодинамическом нагружении такое важное явление, как эффект Баушингера.
2. Из автореферата не до конца ясно, почему при меньшем расчетном числе циклов до разрушения шарнирная схема монтажа листов облицовки №1 называется автором «наиболее перспективной» по сравнению с болтовой.

Указанные замечания носят рекомендательный характер, касаются исключительно полноты изложения материалов в автореферате и не снижают общую высокую научную и практическую ценность диссертационного исследования.

Диссертация Ярославцевой М.М. представляет собой завершенное самостоятельное исследование, в котором поставленные задачи решены в полном объеме, а полученные результаты внедрены в реальные проектные работы. Работа соответствует требованиям п. 9 "Положения о присуждении ученых степеней" и паспорту специальности 2.5.13. Автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Курулюк Дмитрий Вадиславович,
к.т.н., заместитель директора по научной работе
Физтех-школы авиационных и цифровых технологий



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» (МФТИ, Физтех)

Почтовый адрес: 141700, Московская обл., г. Долгопрудный, Институтский пер., д. 9
Телефон/факс: +7 495 408-45-54, e-mail: info@mipt.ru



2026 г.

адм. комис.
Ярославцева О.А.
[Handwritten signature]

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«16» 06 2026 г.