

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Гавва Любови Михайловны**  
**«Методы анализа статической прочности и устойчивости**  
**конструктивно-анизотропных панелей летательных аппаратов**  
**из композиционных материалов на основе уточнённой теории**  
**с учётом технологии изготовления»**, представленной к защите  
на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности  
05. 07. 03 – «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов»

В настоящее время, при разработке вертолётов перспективной задачей является проектирование планера с использованием полимерных композиционных материалов (ПКМ). Главная цель при этом – снижение массы конструкции, а также возможность снижения трудоёмкости изготовления, снижения затрат на подготовку производства, повышения ресурсных показателей, снижения эксплуатационных расходов. ПКМ с применением стекло- и углеволокна главным образом используются при разработке лопастей несущего и рулевого винтов. Для планера вертолета ПКМ в основном применяются в качестве несилевых элементов (панелей и обшивки). В редких исключениях хвостовая балка состоит из трехслойной композитной панели, подкрепленной изнутри металлическими силовыми элементами; подкреплённые композитные обшивки используются также в конструкциях горизонтального и вертикального оперения, крыла.

В диссертации Гавва Л.М. разработаны и усовершенствованы методы анализа проблем статической прочности и устойчивости конструктивно-анизотропных панелей летательных аппаратов из ПКМ на основе уточнённой теории с учётом технологии изготовления. Объектом исследования являются эксцентрично подкреплённые прямоугольные панели из композиционных, металлических и комбинированных материалов, обшивки с несимметричной структурой композитного пакета по толщине как элементы несущих поверхностей. Тема диссертации Гавва Л.М. является интересной и **актуальной** для современного вертолётостроения.

В диссертационной работе выполнено строгое и экспериментально подтверждённое моделирование напряжённо-деформированного состояния,

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

Вх. №  
« 27 » 04 2022 г.

прочности и устойчивости вышеуказанных панелей в реальных условиях нагружения с использованием структурных резервов в композитных авиационных конструкциях, находящихся в условиях термомеханического воздействия, когда технологический процесс принимается во внимание на этапе разработки изделия из ПКМ. Новые математические модели максимально приближены к условиям работы панелей несущих поверхностей. **Теоретическая значимость диссертации** определяется её **новизной**.

Результаты расчётов на прочность и устойчивость на основе уточнённой теории с учётом технологических факторов дают возможность снижения весовых характеристик конструкции. Разработка универсального математического аппарата и компьютерного математического обеспечения для снижения весовых характеристик и оптимизации конструктивно-анизотропных панелей ЛА из композиционных материалов свидетельствует о **практической ценности** диссертации для вертолётостроения.

В общем заключении по диссертации приведены конкретные рекомендации по внедрению результатов исследования. Проанализирована возможность использования для анализа статической прочности односторонне усиленных панелей известного приёма, заключающегося в формальном распространении гипотезы Кирхгофа на всё тело анизотропной среды. Установлено, что результаты определения напряжённо-деформированного состояния в рамках гипотезы Кирхгофа и при решении контактной задачи по уточнённой теории совпадают с точностью до 13%, если обшивка подкреплена ортогонально расположенными рёбрами жёсткости. Значительные расхождения имеют место в конструкции с однонаправленным набором, для панелей с ярко выраженной анизотропией свойств. Таким образом, обозначены пределы применимости гипотезы Кирхгофа к расчёту конструктивно-анизотропных панелей из ПКМ.

В качестве замечания следует указать на отсутствие в автореферате результатов экспериментальных исследований на сжатие до потери устойчивости подкреплённых стрингерных металлических панелей, содержащих ПКМ, которые подтверждали бы **достоверность** теоретических зависимостей,

выводов и рекомендаций так же, как и приведенные результаты аналогичных испытаний композитных панелей.

Указанное замечание не влияет на общую положительную оценку. Автореферат даёт основания утверждать, диссертация соискателя Гавва Любови Михайловны является законченной научно-квалификационной работой, в которой на высоком научном уровне выполнено исследование актуальной научной проблемы. Представленная диссертация содержит новые достоверные научные результаты, имеющие существенную теоретическую и практическую значимость для вертолётостроения. Работа отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора технических наук, а её автор, Гавва Любовь Михайловна, заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 05.07.03 – «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов».

Отзыв составил

Технический руководитель КБ-4.3 «Внешние нагрузки, аэроупругость и земной резонанс»

АО «НЦВ Миль и Камов»

кандидат технических наук

Кручинин Михаил Михайлович

Адрес: 140070, Московская обл., г.о. Люберцы,

р.п. Томилино, ул. Гаршина, д. 26/1

E-mail: mmkruchinin@mi-helicopter.ru

Тел.: +79166119864



(Кручинин Михаил Михайлович)

(подпись)

(Ф.И.О. полностью)

«26» апреля 2022 г.

Личную подпись Кручинин Михаил Михайлович заверяю.

Начальник службы кадров



(М.И.Иванова)

(подпись)

(Ф.И.О. полностью)

«26» 04 2022 г.