

О Т З Ы В

официального оппонента
на диссертацию Насонова Федора Андреевича на соискание учёной степени
кандидата технических наук
на тему «Исследование дефектов крепежных отверстий и разработка
способов снижения их влияния на несущую способность
эпоксиглепластиков», представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук
по специальности 05.16.09 – «Материаловедение (машиностроение)»

Актуальность работы. Полимерные композиционные материалы (ПКМ) благодаря своим высоким показателям удельных характеристик конструкционных и функциональных свойств и высокой технологичности способов переработки в изделия и многим неоспоримым преимуществам по сравнению с традиционными металлическими материалами все шире применяются в различных областях техники, прежде всего в аэрокосмической промышленности. Вместе с тем, есть ряд особенностей ПКМ, таких как ярко выраженная анизотропия механических, термоупругих и других свойств, относительно легкая повреждаемость композитных конструкций при воздействии нерасчетных нагрузок (как при изготовлении, так и в эксплуатации). Поэтому при разработке современных и перспективных образцов техники с широким применением полимерных композитов необходимо иметь разработанные материалы, обладающие повышенной стойкостью к образованию дефектов с одной стороны, а также проектировать конструкции, минимально нарушая при этом направленные структуры композиционного материала (отверстия, вырезы, получаемые механической обработкой) с другой.

В данной работе рассматриваются подходы, которые возможно комплексно применить в случаях, когда снизить количество крепежных элементов конструкционных углепластиков, а значит и получение отверстий в них механической обработкой, не представляется возможным.

Характеристика содержания работы. Содержание работы и рассматриваемые вопросы соответствуют паспорту указанной специальности 05.16.09 – «Материаловедение (машиностроение)».

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, выводов и списка литературы. Общий объем диссертации - 151 страница машинописного текста, включая 79 рисунков, 18 таблиц, 88 наименований в списке источников. Автореферат приведен на 23 страницах, включая 11 рисунков, 2 таблицы.

Во введении показана актуальность решаемой проблемы, сформулированы цель работы и логично вытекающие из нее решаемые задачи. Показаны научная новизна, практическая значимость работы и основные положения работы, выносимые на защиту, достоверность и обоснованность результатов исследования, личный вклад соискателя и апробация работы.

Достоверность результатов обеспечивается применением стандартных поверенных и аттестованных средств измерений, использованием современных методов исследования, таких как дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК), дифференциальный механический анализ (ДМА), рентгеновская томография, профилометрия, инфракрасная (ИК) термография, а также исследованием большого количества образцов, изготовленных с применением оборудования и процессов, имеющих соответствующие метрологические экспертизы и обеспечение.

В первой главе представлен обзор отечественных и зарубежных научно-технических источников по проблематике задач, связанных со снижением несущей способности и остаточного ресурса деталей и узлов из композитов, вследствие образования дефектов производственной и эксплуатационной природы применительно к зонам, примыкающим к элементам механических соединений. На основании анализа литературных данных показана возможность дальнейшего изыскания эффективных путей решения задач по снижению влияния производственных и эксплуатационных дефектов в отверстиях монолитных конструкционных эпоксидных углепластиков на несущую способность авиационных конструкций.

Во второй главе содержатся сведения об объектах и методах исследования. Для разработки и оценки материаловедческого подхода к

решению задач по исследованию влияния модификаторов на дефектность отверстий в отвержденных связующих и углепластиках на их основе создан экспериментальный модельный материал на основе смолы ЭД-20, модифицированный наноразмерным порошком стеарата цинка. Для выработки конструктивно-технологического подхода по установке подкрепляющего элемента в отверстие исследуются такие широко применяемые в авиационной промышленности эпоксидные композиты как углепластик марки ВКУ-30 и стеклопластик марки ВПС-32. Приводятся основные методы, использованные при изготовлении образцов. Стоит отметить достаточно широкий спектр методов неразрушающего контроля. Отмечу применение в разумном и обоснованном количестве методов компьютерного моделирования (например, кинетическая модель отверждения модифицированных связующих, моделирование методом конечных элементов (МКЭ) приложения нагрузок к образцам).

В третьей главе приведены результаты исследований целевого модифицирования эпоксидной матрицы и углепластика на ее основе. Помимо учета возможного влияния на технологические и эксплуатационные свойства, показано, что в диапазонах менее 1,0 % возможно получить эффект улучшения условий механической обработки при образовании отверстий со снижением максимальных достигаемых температур при резании, а также снижения значений шероховатости внутренних поверхностей отверстий на величины порядка 20 - 25 % и разброса данного показателя. С помощью исследования образцов методом компьютерной томографии выявлено повышение стабильности структуры материала вокруг контуров отверстий для указанного диапазона концентраций.

В четвертой главе представлены результаты экспериментально-теоретических исследований конструктивно-технологического решения по упрочнению крепежных отверстий в углепластиках с помощью установки композитных стеклопластиковых втулок. Показана принципиальная возможность снижения действующих напряжений на контурах отверстий с помощью подкрепляющего элемента, выполненного из материала с меньшим

модулем упругости. Установка элементов в отверстия предполагается термокомпрессионным методом, к которому сформулированы предъявляемые требования, рассмотрены варианты выбора материалов эластичных формующих элементов (ЭФЭ), как из готовых производимых промышленностью профилей, так и изготавливаемых из многокомпонентных композиций. Разработан и показан схематически типовой технологический процесс установки стеклопластиковых втулок термокомпрессионным методом.

В пятой главе проведена оценка достигаемой эффективности конструктивно-технологического подхода установки стеклопластиковой втулки применительно к реальной углепластиковой детали, имеющей схему армирования, характерную для регулярной зоны нагруженных конструкций перспективного авиационного комплекса. Приведено сравнение результатов компьютерного моделирования, расчетно-аналитической модели «затупления отверстия» и механических испытаний, дающих приемлемую сходимость и значение эффективности подхода по критерию увеличения несущей способности на 20 – 27 % - для компьютерного моделирования и до 15 % - по механическим испытаниям.

Основные достижения работы приведены в заключительных выводах.

Практическое значение работы обусловлено тем, что решенные автором задачи могут найти своё применение в отраслях аэрокосмического комплекса с традиционно высокой долей применения полимерных композитов.

Результаты работы были неоднократно доложены на всероссийских и международных конференциях, основные положения опубликованы в 5 изданиях, входящих в перечень ВАК и рекомендованных для опубликования результатов диссертационных работ.

По работе **необходимо отметить следующие замечания:**

1. Не достаточное внимание уделено столь важной проблеме как оценка равномерности распределения наноразмерного модификатора по объему материала.

2. Не обоснован выбор режима ультразвукового воздействия при совмещении модификатора со связующим.

3. При оценке эффективности модифицирования не дан прогноз, какова она будет для композитов с матрицами других типов.

54. В работе не уделено внимание износу обрабатывающего инструмента, который использовался при изготовлении экспериментальных образцов.

Приведенные замечания не снижают значимости проделанной работы. Диссертация написано добротным техническим языком и, в целом, производит хорошее впечатление.

Диссертация Насонова Ф.А. соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемых к диссертациям на соискание степени кандидата технических наук, а ее автор Насонов Федор Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение).

Официальный оппонент

кандидат технических наук,
заместитель директора
по инновационному развитию и ФЦП
«Научно-исследовательского института
конструкционных материалов
на основе графита «НИИГрафит»,
Юридический (фактический) адрес: 111524,
Москва, Электродная ул., д.2, АО «НИИГрафит»
+7 (916)-619-70-13
gareyev@niigrafit.org

Гареев Артур Радикович

Подпись Артура Радиковича Гареева заверяю,
учёный секретарь АО «НИИГрафит»
канд.техн.наук

« 3 » декабря 2018 г.



Фирсова Татьяна Данииловна
+7(495) – 672-72-81