

ОТЗЫВ

научного руководителя, к.х.н. Данилова Егора Андреевича о диссертационной работе Паниной Киры Сергеевны «Углекомпози́ты на основе дисперсно-наполненного эластомера с высокой термической и окислительной стойкостью», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение

Диссертационная работа Паниной К.С. посвящена решению актуальной научной задачи – разработке двумерно армированных полимерных композиционных материалов на основе углеродной ткани и дисперсно-наполненного силоксанового эластомера; исследовании физико-механических и теплофизических свойств композитов, предназначенных для изготовления гибкой теплозащиты элементов металлических конструкций спускаемых космических аппаратов и внутренних оболочек реактивных двигателей, работающих в условиях кратковременного воздействия высоких температур и газовых потоков.

В качестве объектов исследования выбраны двумерно армированные углекомпози́ты на основе дисперсно-наполненного силоксанового эластомера.

В ходе теоретических и экспериментальных исследований соискателем были впервые разработаны двумерно армированные композиты, обладающие высокой гибкостью, на основе углеродной ткани, с матрицей из силоксанового эластомера, дисперсно-наполненного отвержденными порошками фенолформальдегидной смолы, а также керамическими добавками, и установлены закономерности влияния состава, структуры, а также условий эксплуатации на свойства материалов. Изучены физико-химические процессы, происходящие в углекомпози́тах при экстремальных условиях воздействия высоких температур. Установлено, что введение порошков отвержденной фенолформальдегидной смолы, при пиролизе которой происходит коксообразование, повышает термическую и окислительную стойкость углекомпози́тов: достигнуто повышение энергии активации, огнестойкости, категории стойкости к горению, кислородного индекса, предельной нагрузки при растяжении, абляционной стойкости. Установлено влияние неорганических добавок в составе эластомерной матрицы на основные свойства углекомпози́тов: достигнуто повышение твердости по Шору А, повышение коксового остатка, огнестойкости, энергии активации, кислородного индекса, абляционной стойкости.

Выбраны конкретные составы материалов и технологии их изготовления, позволяющие получать углекомпози́ты с кратковременной температурной стойкостью до 2800°C. Показана целесообразность применения комплексной добавки из фенолформальдегидной смолы, неорганических частиц и корундовых микросфер, что позволяет повысить энергию активации термоокисления материала 141 520 Дж/моль до 164 858 Дж/моль, кислородный индекс (с 23% до 36,9%) и остаточную прочность после высокотемпературного воздействия в 3 раза относительно базовой рецептуры. Установлено, что при воздействии окислительного высокотемпературного потока защитное действие разработанных материалов обеспечивается формированием оксидного и коксового слоя. Определены предельные радиусы изгиба углекомпози́тов в зависимости от толщины и пригодные для монтажа клеевые составы.

При выполнении диссертационной работы Панина К.С. проявила себя как грамотный специалист, способный решать комплексные аналитические и технологические проблемы материаловедческого характера применительно к процессам разработки новых композиционных материалов теплозащитного назначения. Соискателем получен ряд значимых результатов, научная новизна, достоверность и объективность которых

не вызывает сомнения. Разработанные технологии, технологические принципы и рекомендации востребованы в наиболее ответственных отраслях современной промышленности.

Результаты, полученные в ходе выполнения диссертационного исследования Паниной К.С., внедрены в производственные процессы АО «НИИГрафит» (методика высокотемпературных испытаний гибкого силиконового композиционного материала МИ 00200851-414-2023) и использованы при выполнении разработок для внешних заказчиков, что подтверждено приложенными к диссертации актами. Стоит отметить, что Панина К.С. активно консультирует выполнение студентами выпускных квалификационных работ и участвует в деятельности научно-технических советов и других профильных мероприятий различного уровня.

Соискателем успешно решены все поставленные перед ней задачи, в полной мере реализованы планы исследований, что очевидным образом отражает содержание автореферата и диссертации.

Результаты работы достаточно полно отражены в 13 опубликованных научных работах, включая 3 научные статьи в рецензируемых научных журналах, индексируемых в международных системах цитирования, 1 патенте РФ, доложены и обсуждены на 10 всероссийских и международных конференциях.

Считаю, что диссертация является законченным научным исследованием, обладает несомненной научной новизной, практической значимостью и внутренней целостностью, удовлетворяет требованиям ВАК, а ее автор, Панина Кира Сергеевна, является сложившимся научным исследователем и заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки).

Научный руководитель:
Данилов Егор Андреевич,
к.х.н., начальник управления
функциональных материалов
АО «НИИГрафит» Государственной
корпорации по атомной энергии «Росатом»

111524, Москва, Электродная ул., д. 2
Тел. (962)932-56-66,
E-mail: egadanilov@rosatom.ru

Подпись Е.А. Данилова заверяю
заместитель директора по науке и инновациям, к.т.н.


Данилов Егор Андреевич
09.09.24


Гареев А.Р.