

Данилова-Волковская Галина Михайловна

д-р техн. наук, профессор

Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал)

ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»

г. Пятигорск, Ставропольский край

Бегак Александр Аркадьевич

генеральный директор

НПО «АКТ»

г. Пятигорск, Ставропольский край

РАЗРАБОТКА НАНОКОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНО- ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ВЕРТИКАЛЬНОГО ВЗЛЕТА И ПОСАДКИ

***Аннотация:** в статье представлены исследования инновационного нанокompозитного материала, предназначенного для повышения прочности конструкции беспилотных воздушно-транспортных средств вертикального взлета и посадки. Разработан полимерный нанокompозит, который состоит из термоактивного связующего и наноразмерного наполнителя природного происхождения.*

***Ключевые слова:** исследования полимерных нанокompозитов, корпусные конструкции, беспилотные транспортные средства, минеральный наполнитель.*

Для обеспечения конкурентоспособности России на мировом уровне, поставлена задача создания беспилотных воздушных грузоподъемностью более 100 кг.

Исследование предусматривает разработку высокопрочного нанокompозита для корпусов инновационных беспилотных воздушных транспортных средств вертикального взлета и посадки в условиях крайнего Севера.

Актуальным и наиболее перспективным для решения поставленной проблемы являются методы управления свойствами композиционных материалов, путем введения высокофункциональных наполнителей.

Существующие теоретические и экспериментальные исследования не дают полной картины механизма влияния состава полимерных композиционных материалов на свойства корпусных деталей беспилотного воздушно-транспортного средства.

Корпусные изделия воздушно-транспортных средств производится методом послойной выкладки армирующего и дисперсного наполнителя с пропиткой эпоксидным связующим [1].

Используемые на сегодняшний день виды эпоксидных связующих не обладают достаточной термостойкостью, морозостойкостью и физико-механическими показателями, необходимыми для производства воздушно-транспортных средств нового поколения.

В сотрудничестве с лабораторией мономеров и нанокompозитов разработано эпоксидное связующее нового состава содержащее в структуре остатки диглицидилового эфира и кетоксима различного.

В качестве наноразмерного наполнителя для разрабатываемого композита мы предлагаем использовать «Диатомит» Инзенского месторождения, добыча, измельчение и сушка, которого производилась производственной компанией ПК «КВАНТ».

Низкое содержание на поверхности частиц металлов в ионизированной форме исключает ранее старение изделий из полимерного материала.

Уникальность наполнителя заключается в его склонности к диспергированию (разрушению при высокоскоростном смешении), что определяет высокое качество распределения и незначительное повышение вязкости расплава композита, возможность введения пигментов и других функциональных добавок.

На рисунке 1 показаны микрофотографии образцов Диатомита.

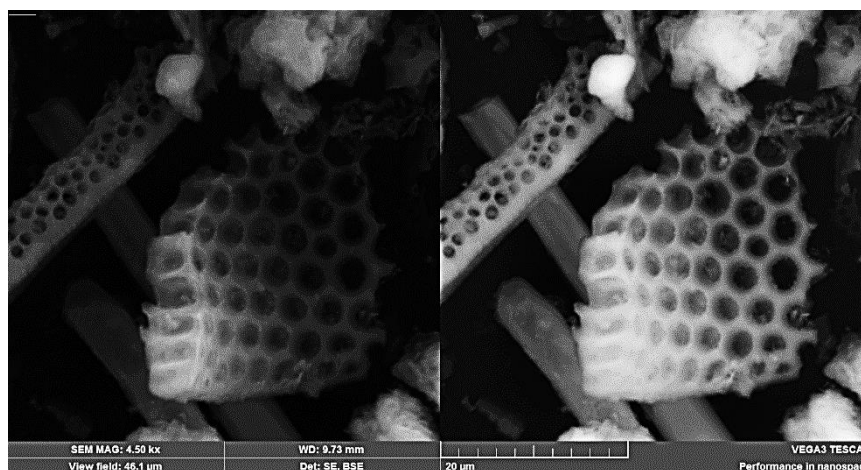


Рис. 1. Микрофотографии образцов Диатомита

Гранулометрический состав образцов наполнителя показал узкое распределение частиц наполнителя по размерам сконцентрированное в области 85 нанометров, что позволяет отнести данный вид наполнителя к ультрадисперсным и наноразмерным [2].

Значения свободной поверхностной энергии наполнителя, которое возможно регулировать на стадии получения диатомита, обеспечивает прекрасную совместимость с расплавом полимера матрицы

Исследование теплофизических свойств компонента методом дифференциально-сканирующей калориметрии, термогравиметрии и термического-динамического анализа с получением полнофакторных картин.

Исследования минерального состава природного наполнителя проводились в институте геологии рудных месторождений петрографии, минералогии и геохимии (ИГЕМ) РАН в лаборатории кристаллохимии минералов им. Н.В. Белова. Исследования проводились на рентгеновский дифрактометр D/MAX-2200 фирмы Rigaku (Япония).

Диагностика минерального состава микронаполнителя с помощью рентгеновского дифрактометра D/MAX-2200 фирмы Rigaku (Япония) методом сопоставления экспериментального и эталонных спектров из базы данных PDF-2 в программном пакете Jade-6.5, компании MDI. Рабочий режим – 40 кВ-40 мА, медное излучение, никелевый фильтр, диапазон измерений – $2-65^\circ 2\theta$, экспозиция 4 секунды в точке, шаг по углу сканирования 0.05, фиксированная система

фокусировочных щелей (5 мм – 0.5 град. – 0.5 град – 0.3 мм) Диагностика минерального состава проводилась методом сопоставления экспериментального и эталонных спектров из базы данных PDF-2 в программном пакете Jade-6.5, компании MDI.

Количественный анализ проводился методом полнопрофильной обработки рентгеновских картин от неориентированных препаратов (Пущаровский, 2000) в программном продукте RockJock (Eberl., 2003)

Рентгенограмма образца наноразмерного наполнителя приведены на рисунке 2.

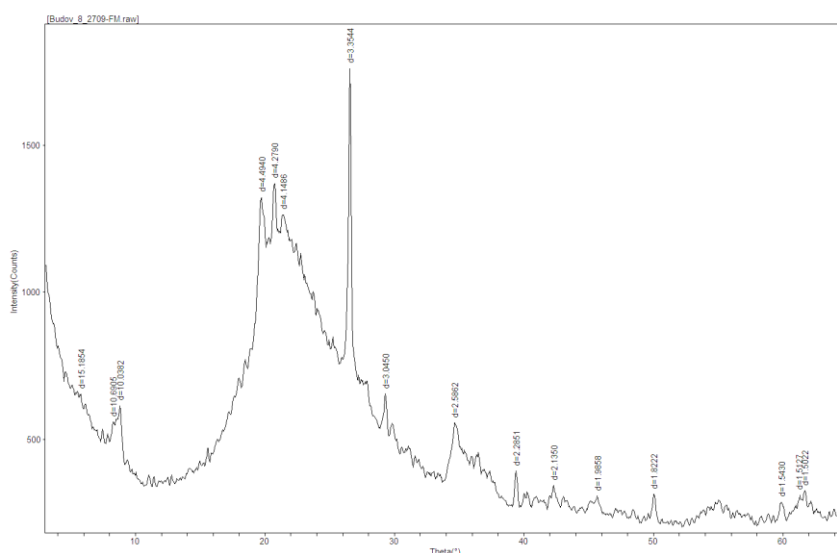


Рис. 2. Рентгенограмма образца Диатомита DH-400

Изученные кривые разрушения при растяжении образцов композиционного материала с наноразмерным наполнителем показали, что введение диатомита в композит, сопровождается значительным повышением показателей механических характеристик практически в 10 раз.

По всей видимости форма частиц в виде пластин наноразмерного диатомита оказывает усиливающий эффект.

Очевидно такое повышение прочностных показателей связано, не только с формой самих частиц, но и с наличием передачи напряжения от матрицы к наполнителю. Такая передача возможна лишь в случае образования прочных адгезионных связей через поверхность раздела между связующим и наполнителем.

По результатам исследований выпущена опытная партия концентрата наполнителя, вводимого в разработанное эпоксидное связующее, в количестве принятом при производстве корпусных деталей летательных аппаратов.

Проведенные исследования показывают, что полученные нанокompозиты на основе нового эпоксидного связующего и наноразмерного наполнителя, обладают повышенной теплостойкостью, высокими прочностными показателями. Данный композит можно рекомендовать в качестве перспективного материала конструкционного назначения для корпусов воздушных транспортных средств.

Список литературы

1. Данилова-Волковская Г.М. Разработка инновационного нанокompозитного материала для корпусов беспилотных воздушных транспортных средств / Г.М. Данилова-Волковская, А.А. Бегак // Современная наука и инновации. – Ставрополь-Пятигорск, 2017. – №1 (17). – С. 304–308.

2. Данилова-Волковская Г.М. Разработка эффективного концентрата наполнителя на основе полиэтилена и ультрадисперсного диоксида кремния для полимерной упаковки строительных материалов / Г.М. Данилова-Волковская, В.Ю. Шимловская // Современная наука и инновации. – Ставрополь-Пятигорск, 2015. – Вып. 3. – С. 104–108.