

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 нанокомпозитного материала, предназначенного для повышения прочности конструкции беспилотных воздушно-транспортных средств вертикального взлета и посадки. Разработан полимерный нанокомпозит, который состоит из термо-реактивного связующего и наноразмерного наполнителя природного происхождения.

Ключевые слова: исследования полимерных нанокомпозитов, 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 нанокомпозита 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 эпоксидный связующих не обладают достаточной термостойкостью, морозостойкостью и физико-механическими показателями, необходимыми для производства воздушно-транспортных средств нового поколения.

В сотрудничестве с лабораторией мономеров и нанокомпозитов разработано эпоксидное связующее нового состава содержащее в структуре остатки диглицидилового эфира и кетоксимы 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.

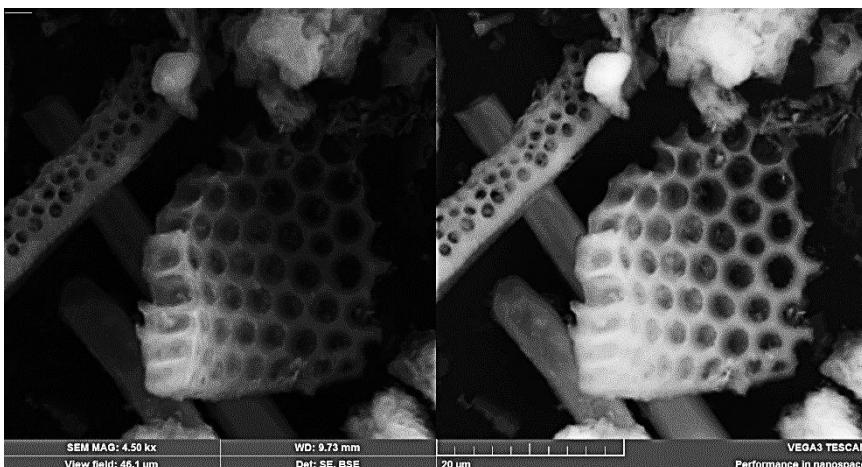


Рис. 1. Микрофотографии образцов Диатомита

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° 2θ, 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.

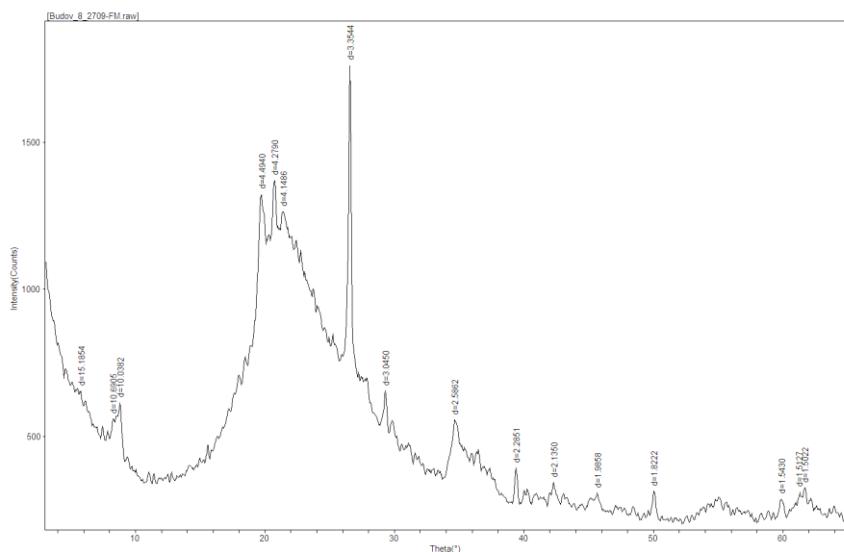


Рис. 2. Рентгенограмма образца Диатомита DH-400

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 нанокомпозиты 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 нанокомпозитного 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.