

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ, ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ И ОБРАБОТКИ МНОГОСЛОЙНЫХ КОНСТРУКЦИОННО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ

Исследование направлено на разработку составов, технологии получения и обработки многослойных конструкционно-функциональных полимерных нанокompозитов. В исследовании затронуты аспекты математического моделирования свойств нанокompозитов и технологических показателей их механической обработки. Отдельное направление работы, носящее прикладной характер, - выявление оптимальной области применения конкретной комбинации многослойного конструкционно-функционального нанокompозита.

Руководитель проекта - д.т.н. А.А. Дьяконов

ЦЕЛИ РАБОТЫ

Разработка технологии производства и состава конструкционных и функциональных материалов при введении наночастиц.

Создание математической модели для прогнозирования свойств нанокompозитов.

Вскрытие и установление взаимосвязи между важнейшими механическими и физико-химическими процессами взаимодействия режущего инструмента и обрабатываемого конструкционного нанокompозита для создания режимно-инструментального обеспечения операций механической обработки в широком диапазоне технологических условий.

Одним из основных направлений совершенствования современных конструкций и повышения их технологичности является применение композитных материалов. Вместе со всеми плюсами – малой плотностью, пространственно ориентированной сопротивляемостью внешним силам, целенаправленным комплексом свойств (демпфированием колебаний, заданным уровнем модуля упругости, термостойкостью и т.д.) композитные материалы ставят перед технологами существенные проблемы механической обработки, а перед конструкторами – проблемы прочностных и деформационных расчетов. Эти трудности вызваны присущей этим материалам особенностью строения.

Учет реальных свойств материалов имеет большое значение в развитии механики твердого деформируемого тела. Классическое представление о сплошном, однородном, изотропном, линейно-упругом теле в большинстве случаев уже не удовлетворяет практиков, т.к. почти все материалы, применяемые в машиностроении и других отраслях: металлы и сплавы с неоднородной поликристаллической структурой, бетоны, армированные пластики и т.п. – являются композитными материалами. Применяемые в виде покрытий композитные материалы позволяют формировать заданные специфические свойства рабочих поверхностей (фрикционные или антифрикционные свойства, стойкость к агрессивным средам определенного состава, заданные деформационные свойства и т.д.).

К настоящему времени сформировались два основных направления применения композитных материалов в различных отраслях промышленности:

- ➔ новые конструктивные решения с использованием композитных материалов;
- ➔ ремонт, восстановление и профилактика износа рабочих поверхностей деталей и конструкций.

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

1. Разработан способ введения наночастиц в полимер и создания полимерного нанокompозита.
2. Определен оптимальный состав полимерного нанокompозита, обладающего стабильно высокими свойствами.
4. Разработана математическая модель, позволяющая прогнозировать прочностные свойства полимерного нанокompозита по известным свойствам полимера, типу и количеству наночастиц.
5. Исследована возможность применения углеродного наноматериала "Таунит-МД" в качестве токопроводящих частиц чувствительных сенсоров.
6. Исследованы вопросы диспергирования и изготовления датчиков.
7. Установлено, что вязкости эпоксидной смолы и суспензии с УНТ существенно зависят от скорости сдвига и описываются экспоненциальными зависимостями, константы которых определяются температурой испытаний и массовым содержанием УНТ.
8. Проведены опыты с сенсорами при изменении температуры и давления, проверено влияние добавления других токопроводящих частиц для возможного уменьшения содержания нанотрубок.
9. Проведено исследование прочностных свойств волокнистого композитного материала с добавлением наночастиц (УНТ и SiO₂).



ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

1. Разработана технология смешивания полимера с частицами, при этом учтены следующие факторы: предварительная обработка частиц, способ смешивания, время смешивания, температура смешивания, режим отверждения. Проведен контроль полученных с помощью данной технологии образцов.

2. Создан новый полимерный композит по разработанной технологии и оценены его качество и свойства.

3. Изготовлены образцы различного состава и проведены экспериментальные исследования для определения зависимости различных свойств от состава нанокompозита. Выявлены новые зависимости свойств полимерного нанокompозита при различном содержании наночастиц.

4. Разработана новая конструкция диспергатора, отличающаяся повышенной эффективностью разрыва агломератов УНТ по сравнению с аналогичными современными устройствами.

5. Разработан и опробован технологический процесс создания функционального нанокompозита на основе эпоксидной смолы и УНТ типа ТАУНИТ-МД;

6. Разработаны варианты сенсоров на основе одномерных и двумерных структур функциональных нанокompозитов с различной массовой долей УНТ; электрические сопротивления сенсоров можно регулировать в диапазоне от нескольких МОм до сотен Ом.

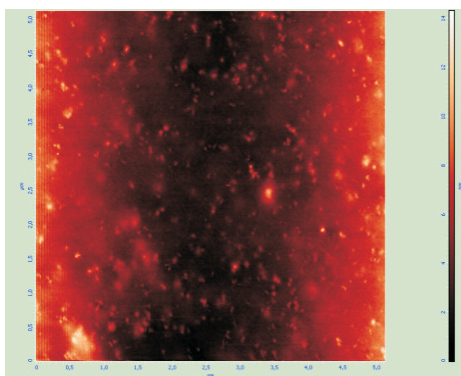


Рис. 1. Распределение частиц в пленке эпоксидной смолы при объемной доле наночастиц 5%, время смешивания 7 минут

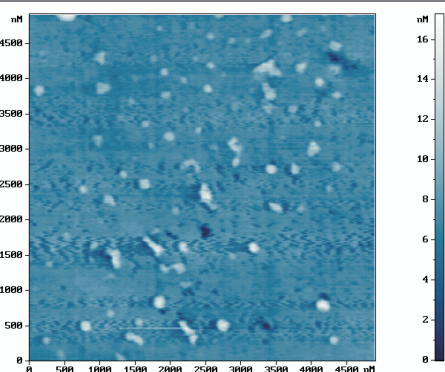


Рис. 2. Распределение частиц в пленке эпоксидной смолы при объемной доле наночастиц 3%, время смешивания 10 минут

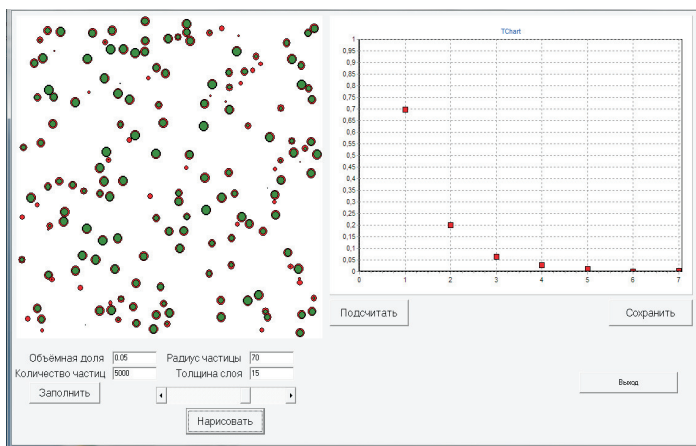


Рис. 3. Моделирование распределения количества наночастиц в зависимости от объемной доли

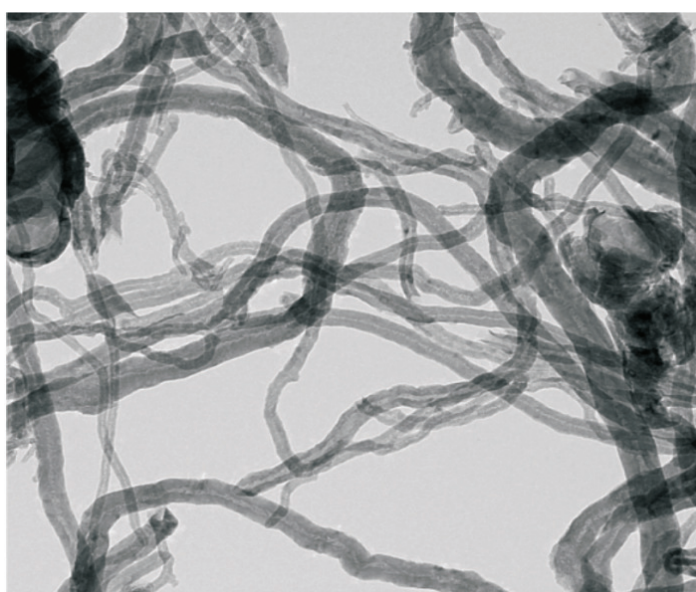


Рис. 4. УНТ Таунит-МД в просвечивающем электронном микроскопе JEOL (25000x)

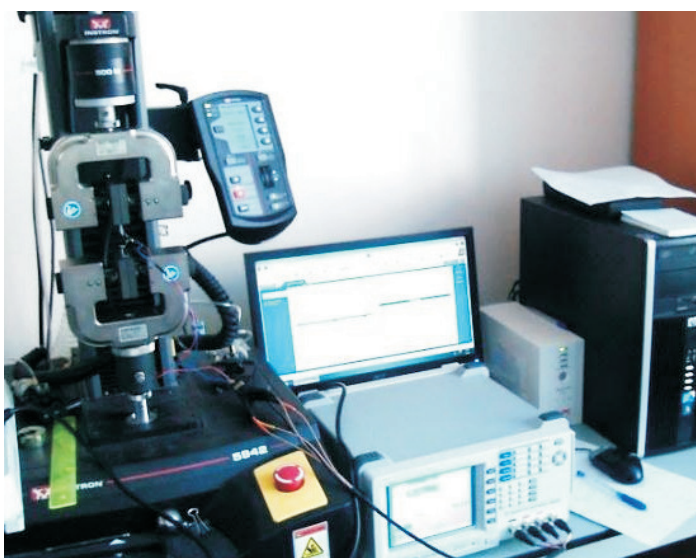


Рис. 5. Установка для испытания сенсоров при изменении давления

