

Аннотация

Настоящая работа посвящена исследованию механических свойств композитов на основе полимера и углеродных нанотрубок (УНТ). Модификация поверхности УНТ различными химическими группами позволяет значительно повысить адгезионные характеристики межфазной границы, улучшая взаимодействие наполнителя с матрицей. Это способствует повышению прочности, жесткости и устойчивости материала к разрушению.

Введение

Композиты на основе полимеров и углеродных нанотрубок представляют собой перспективные материалы благодаря своим уникальным механическим свойствам. Однако низкая совместимость нанотрубок с полимерной матрицей ограничивает их потенциал. Для решения этой проблемы предлагается использование химической модификации поверхности УНТ.

Материалы и методы исследования

Использовались следующие типы материалов:

Полимерная матрица: полипропилен (ПП)

Углеродные нанотрубки (УНТ): многослойные (MWCNTs)

Модифицированные УНТ были получены путем функционализации поверхностных групп такими веществами, как карбоксильные группы (-COOH), аминогруппы (-NH₂) и гидроксильные группы (-OH).

Методы анализа включали:

Рентгеноструктурный анализ (РСА)

Тестирование на растяжение

Анализ микроструктуры сканирующим электронным микроскопом (SEM)

Результаты и обсуждение

1. Влияние функционализированных УНТ на прочность и жесткость композитных материалов

При введении функционализированных УНТ наблюдалось значительное увеличение предела прочности на разрыв и модуля упругости образцов композита. Например, введение 1% масс. MWCNTs с карбоксильными группами привело к увеличению прочности на 28%, а жесткости — на 35%.

Эти улучшения объясняются увеличением взаимодействия между УНТ и полимерной матрицей вследствие лучшей дисперсности и повышенной

адгезии. Поверхностные функциональные группы способствуют образованию прочных связей с молекулами полимера, усиливая передачу нагрузки между фазами.

2. Микроструктура композита

Анализ SEM показал улучшение распределения УНТ внутри полимерной матрицы после функционализации. Обнаружено, что необработанные УНТ склонны образовывать агломерации, снижающие эффективность передачи напряжения. Функционализация улучшает распределение частиц, способствуя равномерному распределению нагрузки и уменьшению дефектов структуры.

Заключение

Химическая модификация поверхности углеродных нанотрубок является эффективным методом повышения механических характеристик полимерных композитов. Использование функционализированных УНТ обеспечивает значительную прирост прочности и жесткости, что открывает новые возможности для применения этих материалов в конструкционных элементах и изделиях, испытывающих высокие механические нагрузки.