

Н.А. Бедик, науч. сотр. (ИТМО им. А. В. Лыкова НАН Беларуси, г. Минск)

А.А. Барташевич, проф.; Л.В. Игнатович, доц., канд. техн. наук

С.В. Шетько, доц., канд. техн. наук

Николайчик А.В., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И НАНОТЕХНОЛОГИИ В ДЕРЕВООБРАБОТКЕ

В Беларуси деревообрабатывающая промышленность получила широкое распространение. Особенно в больших объемах перерабатывают древесину при производстве мебели и в домостроении. Выбор вида клея зависит отряда факторов: условий эксплуатации клееных изделий или конструкций, формы и размеры склеиваемых элементов, способы склеивания и виды применяемого оборудования, требования к прочности клеевого шва, биологической стойкости. Наиболее широкое распространение в деревообрабатывающей промышленности нашли поливинилацетатные клеи (дисперсии). По степени нагрузки они подразделяются на 4 группы: Д1, Д2, Д3, Д4 (согласно европейским нормам DIN EN 204/205). Клеи первых трех групп предназначены для изделий и конструкций, работающих в закрытых помещениях, а клеи группы Д4 – изделий и конструкций, которые могут работать в открытом пространстве. Испытания клеев различных иностранных фирм, проведенные в БГТУ, показали, что норме Д4 не соответствовал ни один клей. Нормам групп Д1, Д2 и Д3 импортные клеи в основном соответствуют.

Клеи, выпускаемые ОАО «Лакокраска» (г. Лида) требованиям европейского стандарта в основном не соответствуют. Правда, их можно применять при сборочных работах изделий, эксплуатируемых в закрытых помещениях и не воспринимающих больших нагрузок (например, при сборке мебели). Ставилась задача изучить возможность улучшения свойств ПВА-клеев (реологических, прочностных) за счет применения наноматериалов. Под наноматериалами понимаются материалы, содержащие структурные элементы, геометрические размеры которых хотя бы в одном измерении не превышают 100 нм ($1\text{ нм} = 10^{-9}\text{ м}$) и обладающие качественно новыми свойствами, функциональными и эксплуатационными характеристиками [1, 2].

Использование наноматериалов требует соответствующей нанотехнологии. Наноматериалы и нанотехнологии получают все более широкое развитие в развитых странах (США, Германии, Японии, Канаде и др.). В первую очередь это такие отрасли, как электроника и медицина. Находят они применение и в технике.

Применение новых принципов нанотехнологии может существенно повысить эффективность практического использования полимерных систем, улучшить их свойства и эксплуатационные характеристики. Применяемыми и перспективными наноматериалами являются нанопорошки металлов, диоксида кремния, титана, окислов алюминия, циркония. Особый интерес представляют наноматериалы на основе углерода (УНМ): фуллерены, наноалмазы, нанотрубки.

В отличие от других форм углерода фуллерены растворимы в органических растворителях, образуя истинные растворы. На их основе возможно создание полимерных материалов с высокими физическими свойствами.

Нанотрубки – материал, состоящий из совокупности углеродных трубок диаметром в несколько атомных диаметров и длиной до нескольких миллиметров. По свойствам к нанотрубкам приближаются нановолокна. Исследования, связанные с разработкой новых типов полимерных материалов на основе композиционных наноуглеродных материалов, показали, что также материалы имеют повышенные прочностные характеристики при введении в их состав нанотрубок, так как модуль Юнга по оси нанотрубки превышает соответствующий модуль монокристаллического алмаза. Применение наноразмерных включений в полимерных материалах многократно увеличивает степень развитости контакта фаз.

В качестве объектов исследований были выбраны поливинилацетатный клей производства ОАО «Лакокраска», марки ДФ 51/15ВП и клей марки Клебит 303 (Германия). В качестве синтетической добавки использовались углеродные нанотрубки (УНТ) марки «Суспензия». Совмещение тонкодисперсных наночастиц неорганической природы с органополимерной матрицей поливинилацетатного клея и составление наноконпозиции представляет определенную сложность, поэтому создание наноконпозиционных клеев потребовало особых технологических мер для обеспечения дисперсности, агрегативной устойчивости и равномерного распределения наночастиц в ПВА эмульсии. В связи с этим в ходе работы были подобраны два наиболее оптимальных способа введения углеродных наноматериалов, по которым осуществлялось составление клеевых систем, содержащих нанотрубки.

Первый способ основывался на прямом введении углеродных нанодобавок обычным смешением в дисольвере с применением роторной мешалки с эксцентрично закрепленными дисками с отверстиями, при скорости вращения 1000 об/мин.

Второй способ включал дополнительную стадию предварительного диспергирования углеродных наночастиц в воде с использованием современной ультразвуковой техники. Этот способ хорошо зарекомендовал себя при распределении тонкодисперсных наночастиц в объеме дисперсионной среды.

Для определения прочности клеевых соединений использовались образцы древесины бука влажностью $8 \pm 2\%$ в виде пластинок $150 \times 20 \times 5$ мм. Их склеивали попарно пластинами с применением исследуемого клея. Испытания образцов на прочность клеевых соединений проводили по европейскому методу DIN EN 205 «Установление прочности при продольном скалывании в результате проведения испытаний на растяжение». На основании лабораторных и производственных испытаний получены следующие результаты.

Клей марки ДФ 51/15ВП имеет низкую прочность и водостойкость. Введение нанодобавки УНТ марки «Суспензия» повышает прочность на 20% и почти не изменяет водостойкости. Введение нанодобавки УНТ в клей Клебит 303 дает увеличение прочности клеевого соединения не менее чем на 33%. Хороший результат на повышение прочности клеевых соединений оказал силикатный наноматериал. Повышение прочности при его введении произошло на 38%. Очень малым количеством вводимого наноматериала можно считать 0,025% (по массе). Увеличение его до 0,05% практически не влияет на изменение прочности. Определены вязкопластические характеристики клеев (напряжение сдвига, вязкость, пластичность). Установлено, что ПВА дисперсии проявляют неньютоновский характер течения.

ЛИТЕРАТУРА

1 Нанотехнологии. Наноматериалы. Наносистемная техника / под ред. П. П. Мальцева. – М.: Техносфера, 2008.

2 Головин, Ю. И. Введение в нанотехнологию / Ю. И. Головин – М.: Машиностроение, 2003

УДК 625.731

С.В. Шетько, доц., канд. техн. наук,
Е.В. Наливкин, ассист. (БГТУ, г. Минск)

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЛЕГЧЕННЫХ ЩИТОВ С БУМАЖНЫМ СОТОВЫМ ЗАПОЛНИТЕЛЕМ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К МЕБЕЛИ И СТОЛЯРНО-СТРОИТЕЛЬНЫМ ИЗДЕЛИЯМ

В последнее время в мебельной промышленности наблюдается тенденция перехода к новым рациональным конструкциям – облегченным щитам с сотовым наполнителем. Это позволяет заменить мебельные заготовки из дорогостоящих традиционных материалов