
VII. ТОВАРОВЕДЕНИЕ, ЭКСПЕРТИЗА, КАЧЕСТВО И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ТОВАРОВ

УДК 66.092.81

Е. Л. Антонова (viramaina3@yandex.by),
аспирант

В. Е. Сыцко (val19-10@mail.ru),
д-р техн. наук, профессор
Белорусский торгово-экономический
университет потребительской кооперации

В. М. Шаповалов (v.shapovalov@tut.by),
д-р техн. наук, профессор, заведующий отделом

С. В. Зотов (zotov-1969@mail.ru),
канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник
Институт механики металлополимерных систем
имени В. А. Белого Национальной академии наук Беларуси
г. Гомель, Республика Беларусь

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ДРЕВЕСНОПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ И ИЗДЕЛИЙ ИЗ НИХ

В данной статье подвергнут анализу вопрос возможности применения вторичных полимеров и отходов деревообработки в композиционных материалах.

This article analyzes the question of the possibility of using secondary polymers and woodworking waste in composite materials.

Ключевые слова: полимеры; рециклинг; древопластик.

Key words: polymers; recycling; woodplastic.

Уровень развития современного общества определяется тем, насколько органично в нем сочетаются технологический уровень производства и внимание к проблеме охраны окружающей среды. Одним из перспективных вариантов соединения этих аспектов является расширение использования вторичного сырья для изготовления различных изделий общетехнического и бытового назначения. Вовлечение вторичного сырья в повторный оборот, с одной стороны, позволяет снизить уровень загрязнения природной среды, а, с другой стороны, – получить выгоду от экономии первичных ресурсов. Это соображение справедливо по отношению к такому крупнотоннажному отходу, как вторичные полимеры. Их рециклинг остро стоит в повестке дня развитых стран мира. Целью является возможность применения вторичных полимеров и отходов деревообработки в композиционных материалах – древопластике, предназначенных для изготовления технически ценных изделий.

Одной из основных причин растущего интереса к древеснополимерным композитам (ДПК) является прежде всего низкая стоимость сырья. Если на начальной стадии развития ДПК их качество соответствовало сравнительно низкой цене, то в последние годы наблюдается все более отчетливая тенденция к созданию высококачественной продукции из ДПК. Эти материалы находят все более широкое применение не только в качестве «заменителей» древесины или традиционных полимерных матриц, но и как самостоятельный класс материалов со своими достоинствами и недостатками. Современные ДПК в целом отвечают требованиям переработчиков в отношении прочности, долговечности и цветостойкости, но их большим недостатком все еще

остаётся невысокая ударная вязкость. По прочности и модулю упругости при изгибе ДПК уступают чистой древесине и сравнимы с материалами ориентированно-стружечных плит (ОСП), но превосходят их по меньшему влагопоглощению, благодаря чему имеют более высокую размерную стабильность и пригодны к использованию на открытом воздухе [1–3].

Плотность ДПК выше, чем у ОСП или мелкодисперсных древесных фракций, что объясняется более высоким давлением формования изделий, при котором происходит уплотнение частиц древесного наполнителя, уменьшение пористости и монолитизация компаунда. При очень большом давлении формования плотность ДПК может достигать $1,4 \text{ г/см}^3$.

Факторы, влияющие на свойства ДПК.

Свойства ДПК сильно изменяются в зависимости от рецептуры ДПК, метода и технологических параметров переработки. Наиболее существенно на свойства ДПК влияют следующие факторы:

- содержание древесного наполнителя;
- тип древесины;
- геометрия частиц древесного наполнителя;
- тип термопластичной матрицы;
- добавки;
- влага;
- технология переработки.

Авторами исследованы экспериментальные образцы древопластиков, изготовленные методом соэкструзии смесей полиэтилена (ПЭ), полипропилена (ПП), АБС-пластика, вторичных отходов деревопереработки (древесная мука), а также отходов некондиционных древопластиков. В составе композиций применяли технологические добавки (стеараты и вазелиновое масло).

Свойства древопластиков определяются характером связей и взаимодействий между полимерной матрицей и наполнителем. Количество древесного наполнителя в композите может составлять до 80 мас.%. Основной технологической проблемой в производстве таких высоконаполненных композитов является совмещение гидрофильной основы древесного наполнителя с гидрофобной полимерной матрицей. Кроме того, увеличение содержания древесно-растительного наполнителя в диапазоне 60–80 мас.% без введения модифицирующих добавок может вести к быстро растущей потере прочностных свойств изделия. Выбор полимерной матрицы проводили с учетом технологических режимов экструзионной переработки, физико-механических свойств, а также стоимости сырья на рынке. Предложено использовать следующие термопластичные связующие, перерабатываемые методом экструзии: первичный ПП марки РРН030GP (ТУ 2211-001-76332549-2012); первичный полиэтилен высокого давления (ПЭВД) марки 15803-020 (ГОСТ 16337-77 «Полиэтилен высокого давления. Технические условия»); первичный полиэтилен низкого давления (ПЭНД) марки 273-79 (ГОСТ 16338-85 «Полиэтилен низкого давления. Технические условия»); вторичный АБС-пластик марки 2806-31 (ТУ 2214-042-05762341-2014).

В качестве наполнителя использованы отходы, образующиеся при производстве деталей потолка тракторов Минского тракторного завода. Объем образования данного отхода составляет около 40 т в год. Отходы представляют собой куски листового древопластика из ПП с приклеенными в процессе формовки полиэфирными тканями и наполненного древесной мукой в количестве 60 мас.% (рисунок).

Отходы листового полипропилена:

а – исходные; *б* – после отделения полиэфирной ткани и измельчения



а

б

Технологический процесс подготовки наполнителя включал следующие операции: отделение полиэфирной ткани; измельчение с получением дробленого композита; фракционный отсев частиц композита; сушка композита. Компоненты композиций дозировали с использованием электронных весов в необходимых весовых соотношениях согласно разработанным оригинальным рецептурам. Содержание отходов в композициях составляло 50–80 мас.%. Смешение компонентов производили с использованием лопастного смесителя до получения однородного состава. По результатам физико-механических испытаний экспериментальных образцов осуществляли оптимизацию составов с введением необходимых модифицирующих добавок.

Установлены следующие показатели свойств сформированных композитов: водопоглощение – в диапазоне 2,9–6,5%, прочность при изгибе – 13,7–26,1 МПа, ударная вязкость по Шарпи – 5,3–7,7 кДж/м². Наиболее высокой ударной вязкостью отличаются композиции на основе ПП и ПЭВД. В их объеме лигноцеллюлозный компонент (отходы деревообработки) распределен в жесткой матрице оптимальным образом, что свидетельствует о малой степени дефектности и о необходимости затратить больше энергии на разрушение структуры. Лучшими показателями по критерию водопоглощения характеризуются композиции на основе ПП и ПЭВД. Это может быть объяснено формированием этими полимерами наиболее прочной и малодефектной матрицы, в которой лигноцеллюлозные включения (даже при высоком процентном содержании) окружены непроницаемой прочной полимерной фазой, вследствие чего лишены возможности реализовать свои гидрофильные свойства. Основные показатели свойств экспериментальных образцов древопластиков находятся на достаточно высоком уровне, соответствующем европейскому. Такие материалы могут быть успешно применены в строительстве и отделочных работах.

Возможность получить на основе древопластиков, в которых основными компонентами являются отходы, ценные изделия с приемлемым набором технических характеристик чрезвычайно важна в условиях необходимости экономии первичных ресурсов. Улучшение свойств таких материалов, как древопластики, может быть достигнуто путем целенаправленного регулирования межфазных процессов и структурных превращений в граничных слоях, разделяющих различные фазы композита. Такие физико-химические явления, как смачивание, миграция, адгезия, текучесть, пластификация, сшивание, представляют собой перспективный предмет изучения материаловедения. Можно предположить, что формирование градиентной полимерной матрицы позволяет управлять механическими характеристиками, сохраняя упруго-эластические свойства.

Работа выполнена в рамках подпрограммы 2 ГП «Научно-технологические и технические» (договор № 12-01/19Б) и темы 4.2.2 (НИР 2) ГПНИ «Материаловедение, новые материалы и технологии».

Список использованной литературы

1. **Полимерные** композиционные материалы: структура, свойства, технология : учеб. пособие / М. Л. Кербер [и др.]. – 3-е испр. изд. – СПб. : Профессия, 2011. – 560 с.
2. **Клесов, А. А.** Древополимерные композиты / А. А. Клесов. – СПб. : Науч. основы и технологии, 2010. – 736 с.
3. **Новые** функциональные материалы, современные технологии и методы исследования : материалы VII Респ. науч.-техн. конф. молодых ученых, Гомель, 18–20 окт. 2022 г. – Гомель : ИММС НАН Беларуси, 2022. – 96 с.