

УДК 678.674

О. М. Касперович, кандидат технических наук, доцент (БГТУ);**В. В. Яценко**, кандидат химических наук, доцент (БГТУ);**М. М. Ревяко**, доктор технических наук, профессор (БГТУ);**А. Ф. Петрушеня**, аспирант (БГТУ)

РЕГУЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫХ ДРЕВЕСНЫХ КОМПАУНДОВ МОДИФИЦИРОВАНИЕМ ТЕРМОПЛАСТИЧНОЙ МАТРИЦЫ

Современная тенденция производства новых материалов-заменителей древесины в Республике Беларусь связана с созданием высокотехнологичного наукоемкого производства экологически чистого материала – термопластичного древесно-полимерного композита (ДПК).

Основной проблемой создания высоконаполненных ДПК является то, что при введении древесных наполнителей значительно изменяется комплекс показателей механических и реологических свойств, в частности прочностных характеристик и показателя текучести расплава (ПТР) композиции. В работе были получены образцы ДПК из химически модифицированного термопласта и древесной муки с повышенными физико-механическими и реологическими характеристиками, приемлемыми для переработки методами литья под давлением и экструзии.

The current trend of production of new materials substitutes of wood to Republic of Belarus is connected with creation of hi-tech knowledge-intensive production of an environmentally friendly material – the thermoplastic wood and polymeric composite (WPC).

The main problem of creation of high-filled DPK is that at introduction of wood fillers the complex of indicators of mechanical and rheological properties, in particular strength characteristics and the composition indicator of fluidity of fusion (IFF) considerably changes. In work DPK samples from chemically modified thermolayer and a wood flour with the raised physicomachanical and rheological characteristics accepted for processing of compositions by methods of molding under pressure and extrusion were received.

Введение. Сегодня важное значение имеет разработка новых технологий получения композиционных материалов, в которых базовые полимеры заменяются более новыми, экологичными в производстве и безопасными в эксплуатации готового изделия. Одним из таких направлений является замена терморезактивных связующих при производстве древесно-полимерных композитов на термопласты и создание высокотехнологичного производства экологически чистого материала – термопластичного древесно-полимерного композита (ДПК).

У изделий из ДПК есть специфический набор позитивных свойств: эстетичный внешний вид, сравнительно небольшая плотность, хорошая прочность, стойкость к атмосферным осадкам, водонепроницаемость, сродство с деревом, отсутствие усадки и коробления, легкость обработки, простота монтажа, экологичность, звукопроницаемость, низкие эксплуатационные затраты. Древесно-полимерный композиционный материал объединяет механические и химические достоинства своих двух составляющих: древесины и полимера [1].

В качестве древесного наполнителя могут быть использованы древесная мука, а также различные древесные отходы.

Требованиями к применяемой в ДПК древесной муке, определяющими его свойства, яв-

ляются размеры частиц и влажность. Количество наполнителя может достигать 80% [2].

В качестве полимерного связующего используют полиолефины и ПВХ.

Основной проблемой создания высоконаполненных ДПК является то, что при введении наполнителей значительно изменяется комплекс прочностных и технологических характеристик композиции.

Основная часть. Целью исследований являлось получение древесно-полимерных композитов из модифицированного термопласта и древесной муки с повышенными физико-механическими характеристиками.

Определение предпочтительного содержания наполнителя и модифицирующих добавок в ДПК производилось по физико-механическим и технологическим характеристикам, таким как ударная вязкость, прочность при статическом изгибе, показатель текучести расплава.

В качестве древесной составляющей использовалась древесная мука сосны с удельной поверхностью 20 м²/г. Массовое содержание вводимого наполнителя составляло от 10 до 60 мас. %. В качестве полимерной составляющей были использованы полиэтилен 277-73 (ГОСТ 16338–85) и полипропилен 21130 (ГОСТ 26996–86), которые имеют высокие значения показателя текучести расплава (до 35 г/10 мин). Данные марки полимеров были выбраны с учетом того,

что для изготовления образцов нами была принята технология литья под давлением. Использование низковязких полимерных материалов улучшает распределение древесной муки в связующем, что приведет к повышению физико-механических характеристик получаемых образцов.

В качестве модифицирующих добавок вводился пероксид дикумила (ПДК) в количестве 0,2 мас. %, что позволило активировать полимерные молекулы для улучшения взаимодействия с древесным наполнителем, и диоктилфталат (ДОФ) в количестве 3 мас. % для улучшения распределения компонентов смеси и улучшения текучести, а следовательно, технологичности композиции при переработке.

Температурный режим переработки композиций был выбран в диапазоне 150–190°C. Это ограничение обусловлено невысокой термостойкостью древесины. Однако следует отметить, что данное ограничение не является абсолютным, поскольку в древесно-полимерных композициях может использоваться делигнифицированная целлюлоза, а лигнин является наиболее чувствительным к температуре компонентом древесных материалов.

Переработка композиций производилась методом литья под давлением.

При исследовании зависимости ударной вязкости от дисперсного состава и массового содержания древесного наполнителя были получены результаты, которые представлены в табл. 1.

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о том, что с увеличением содержания наполнителя снижается ударная вязкость. Происходит формирование переходного слоя, в котором макромолекулы полимера частично утрачивают сегментальную подвижность в результате сорбции на поверхности наполнителя, из-за чего ухудшаются ударные характеристики материала. Введение модифицирующих добавок приводит к увеличению ударной вязкости за счет усиления взаимодействия по-

лиолефинов с компонентами древесины. Активация полиолефинов ПДК ведет к взаимодействию макрорадикалов полиолефинов с фенольными гидроксилами и с реакционноспособными атомами лигнина.

Сформированные связи увеличивают взаимодействие компонентов композиции, а наличие пластификатора ДОФ увеличивает подвижность, что приводит к возрастанию ударной вязкости.

Так же в ходе эксперимента были проведены исследования по влиянию состава композиции на прочностные характеристики при статическом изгибе. Полученные результаты прочности при статическом изгибе представлены в табл. 2.

Согласно полученным результатам можно сделать вывод о том, что с увеличением содержания древесной муки снижается прочность при статическом изгибе. На разрушение наполненных пластиков значительное влияние оказывают структурные особенности пограничного слоя полимера и наличие на границе раздела полимер – наполнитель микроскопических дефектов. Концентрация напряжений в этих местах – одна из причин появления трещин. Микротрещина, развиваясь в наполненном полимере, может «упереться» в частицу наполнителя, что ведет к замедлению процессов разрушения. С другой стороны, наполнитель является концентратом напряжений, что делает полимер более хрупким. Вследствие этого прочностные свойства наполненного материала будут определяться преобладанием одного из этих процессов.

Результаты, полученные при исследовании модифицированных композиций, коррелируют с вышеописанными выводами, поскольку ДОФ, являясь «смазывающей» добавкой, способствуют улучшению контакта на границе раздела наполнитель – полимер, а пероксид дикумила увеличивает прочность термопластичной матрицы, что в свою очередь приводит к повышению прочности всей системы.

Таблица 1

Ударная вязкость

Массовое содержание наполнителя, %		0	20	30	40	50	60
Ударная вязкость исходной композиции, Дж/м ²	ПП	600	138	115	89	72	58
	ПЭ	600	200	143	118	103	97
Ударная вязкость композиции с модифицирующими добавками, Дж/м ²	ПП	630	256	240	210	200	195
	ПЭ	640	340	310	275	221	212

Таблица 2

Прочность при статическом изгибе

Массовое содержание наполнителя, %		0	20	30	40	50	60
Прочность при изгибе исходной композиции, кгс/мм ²	ПП	3,54	4,24	4,40	4,21	3,92	3,42
	ПЭ	4,27	4,61	4,79	4,54	4,08	3,49
Прочность при изгибе композиции с модифицирующими добавками, кгс/мм ²	ПП	3,65	4,44	4,62	4,31	4,11	3,62
	ПЭ	4,33	4,73	4,85	4,65	4,18	3,55

Таблица 3

Показатель текучести расплава

Массовое содержание наполнителя, %		0	20	30	40	50	60
Показатель текучести расплава композиции, г/10мин	ПП	35,4	6,2	3,2	2,2	1,7	0,9
	ПЭ	18,1	5,9	3,0	1,9	1,5	0,9

В ходе эксперимента были проведены исследования по влиянию дисперсного состава и массового содержания древесного наполнителя на текучесть расплава. Полученные результаты представлены в табл. 3.

Проанализировав результаты, можно сделать вывод о том, что с увеличением содержания наполнителя снижается показатель текучести расплава.

Это связано с тем, что с увеличением концентрации древесной муки увеличивается внутреннее трение в системе, что приводит к увеличению вязкости расплава.

Введение ПДК и ДОФ не привело к значительному изменению показателя ПТР в сравнении с наполненной системой в связи с тем, что пластифицирующее действие ДОФ перекрывает влияние ПДК и ПТР не претерпевает каких-либо значительных изменений.

Заключение. Проанализировав результаты, полученные в ходе проведения научно-исследовательской работы, можно сделать вывод о том, что образцы, полученные на основе полипро-

пилена (полиэтилена) и древесной муки, обладают достаточными эксплуатационно-прочностными свойствами по сравнению с образцами, полученными на основе чистого полимера.

Проведенные исследования показали, что введение модифицирующих добавок позволило повысить физико-механические свойства ДПК при незначительном снижении реологических характеристик, что позволяет перерабатывать разработанные композиции не только экструзией, но и методом литья под давлением.

Литература

1. Клесов, А. А. Древесно-полимерные композиты / А. А. Клесов. – СПб.: НОИТ, 2010. – 756 с.
2. Древесно-полимерные композиционные материалы // Сетевая академия мебели. С-a-m.narod.ru. [Электронный ресурс] – М., 2002. – Режим доступа: <http://c-a-m.narod.ru/wpc/wood-plastic-composites-defin.html>. – Дата доступа: 03.05.2012.

Поступила 28.02.2013