

УДК 678.02

О. М. Касперович, кандидат технических наук, доцент (БГТУ);**В. В. Яценко**, кандидат химических наук, доцент (БГТУ);**Е. С. Лосик**, магистрант (БГТУ)

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫХ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

Данное исследование направлено на разработку наиболее эффективной технологии получения высоконаполненных древесно-полимерных композитов на основе полиолефинов. В работе представлены композиции на основе полиэтилена и полипропилена с различным массовым содержанием древесного наполнителя, определена зависимость ударной вязкости и прочности при статическом изгибе от типа полимера и содержания древесного наполнителя. В результате было выбрано оптимальное содержание наполнителя в композите.

The given research is directed on development of the most effective technology for production of highly filled wood-polymer composites on the basis of polyolefins. In work compositions on the basis of polyethylene and polypropylene with the various mass content of wood filler are presented, dependence of impact strength and flexural strength on type of polymer and the content of wood filler is defined. As a result the optimum content of filler in a composite has been chosen.

Введение. К настоящему времени на территории постсоветского пространства были распространены методы получения древесно-полимерных композиций на основе реактопластов методом прессования. Изделия, полученные данным способом, имеют довольно хорошие физико-химические свойства. Такой метод является малопроизводительным и трудоемким, что снижает конкурентоспособность товара. Но главной причиной, по которой такой способ получения изделий и их продажа не получили развития в странах зарубежья, было выделение свободного фенола в процессе их производства и его наличие в готовых продуктах, что было очень токсично [1].

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

Материалы из древесно-полимерного композита сегодня широко применяются в Америке, европейских странах, Японии. По внешнему виду они схожи с древесиной и вместе с тем не подвержены гниению и плесени, не впитывают влагу, не имеют дефектов поверхности, высокотехнологичны в получении, и, наконец, преимущество такой продукции – ее экологичность. Кроме того, разработка технологии производства ДПК позволяет не только получать инновационную конкурентоспособную продукцию, но и решать вопросы переработки полимерных отходов [2].

Целью исследований являлось получение древесно-полимерных композитов из термопласта и древесной муки и определение предпочтительного содержания древесного наполнителя в композите.

Определение предпочтительного содержания наполнителя производилось по таким физико-механическим характеристикам, как ударная вязкость и прочность при статическом изгибе.

Основная часть. ДПК – это материалы, в которых древесный наполнитель введен в состав полимерной матрицы.

В качестве древесного наполнителя может быть использована не только древесина хвойных пород, как этого требуется при изготовлении ДСП, но практически любой вид древесины, а также различные отходы (рейка, обрезки, шпон, стружки, опилки) лесопильных и деревообрабатывающих производств и неустраиваемая древесина санитарных рубок в лесах. Кроме того, дополнительным сырьевым ресурсом является целлюлозосодержащие отходы сельскохозяйственного производства (костра льна, рапс, рисовая шелуха и др.), а также самовозобновляемые растения: камыш, тростник и др. В Беларуси большим спросом пользуются именно лиственные породы, так как значительная площадь лесов республики представлена лиственными древесными породами.

Несмотря на то что древесина не является технологичным материалом, требований к растительным наполнителям немного – добившись однородности по составу и структуре, становится возможным обеспечить бесперебойность технологического процесса производства ДПК. Для получения наполнителя требуемого качества используют молотковые и ножевые дробилки, мельницы тонкого помола, валковые установки и т. д. Размер частиц древесной муки может быть различным – от 0,001 до 1,000 мм, и чем крупнее частицы наполнителя, тем дешевле конечное изделие [3]. Крупные фракции имеют ограничения в использовании, поскольку размер частиц наполнителя тесно связан с

прочностью и качеством поверхности получаемого материала.

Определяющими характеристиками древесной муки являются размеры древесных частиц и их влажность. Установлено, что оптимальная влажность древесной муки при использовании ее в производстве термопластичных ДПК должна быть менее 1%, так как высокое содержание влаги в наполнителе приводит к образованию пара в процессе изготовления изделия, что может привести к высокой пористости конечного продукта. Это, в свою очередь, уменьшает его прочность и жесткость и увеличивает скорость окисления в течение срока службы; следовательно, снижается долговечность изделия. Размер частиц должен быть менее 0,17 мм, что связано с прочностью изделия. Слишком мелкие (пыль) и слишком крупные частицы ухудшают прочность композита. Крупные частицы снижают производительность оборудования в силу их малой насыпной плотности, в то время как очень мелкие пылевидные частицы имеют большую удельную поверхность, из-за чего требуется использование большого количества смолы для образования полноценной полимерной матрицы. Количество наполнителя может достигать 80% [3].

В исследовании в качестве древесной составляющей использовался древесный наполнитель сосны с удельной поверхностью 24 м²/г. Массовое содержание вводимого наполнителя составляло от 10 до 60 мас. %.

В качестве полимерного сырья для изготовления ДПК обычно используются только такие термопласты, которые могут перерабатываться при температурах ниже 200°С. Это ограничение обусловлено невысокой термостойкостью древесины, что до некоторой степени сужает выбор полимеров, но оно не является абсолютным, поскольку в древесно-полимерных композициях может использоваться делигнифицированная целлюлоза (лигнин является наиболее чувствительной к температуре фракцией древесных материалов).

В исследовании был выбран температурный режим переработки композиций в диапазоне 150–190°С.

Основными полимерами, используемыми при изготовлении ДПК, являются полиэтилен, полипропилен и ПВХ. От полимерных составляющих ДПК очень зависят свойства и особенности получения материала. У ДПК из полиэтилена и полипропилена значительно ниже водопоглощение, чем из ПВХ, поэтому композит из ПВХ быстрее подвержен распаду. ДПК из ПВХ и полипропилена довольно прочные и выдерживают значительную нагрузку на изгиб, но в то же время возникают сложности в обработке и монтаже в отличие от изделий из поли-

этилена. При работе с полипропиленом и полиэтиленом можно использовать до 100% вторичного материала при условии, что это однородный материал. Использование же вторичного ПВХ может быть очень трудной задачей по причине содержания в нем многих технологических добавок. Полипропилен и полиэтилен не являются токсичными, и они более безопасны для окружающей среды по сравнению с ПВХ, содержащим в своем составе хлор. Учитывая все недостатки и преимущества каждого из материалов, для изготовления древесно-полимерных композитов используют преимущественно полиэтилен (83%) и небольшое количество полипропилена и ПВХ [4].

В работе 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 полиолефинов были выбраны с учетом того, что для изготовления образцов нами была принята технология литья под давлением. Низковязкие полимерные материалы позволяют несколько нивелировать повышение вязкости, обусловленное введением древесной муки, и добиться повышения смачиваемости древесной муки, что приведет, на наш взгляд, к повышению физико-механических характеристик получаемых образцов.

Основным методом получения изделий из ДПК является экструзия. Этот метод позволяет получать погонажные изделия высокого качества за счет полной гомогенизации смеси при использовании двухшнековых экструдеров. Поскольку наполнители влияют почти на все свойства полимерной матрицы, при разработке композиции необходимо выбрать основной эффект, который должен быть достигнут. После этого рецептуру можно скорректировать изменением содержания наполнителя, использованием смесей наполнителей, введением дополнительных добавок, изменением структуры наполненной матрицы и обработкой поверхности наполнителя, а также с помощью множества других способов [5].

Древесина, в отличие от полимеров, не способна пластифицироваться в экструдере или литьевой машине, и начинает гореть при высоком давлении и температуре (выше 200°С); к тому же она имеет абразивные свойства. Наличие высокопористой структуры у опилок (состоящих главным образом из целлюлозы) также вызывает ряд серьезных проблем:

- абсорбцию газов опилками с последующим их выделением в экструдере;
- пожаро-взрывоопасность получающейся газовой смеси;
- выделение смолистых веществ из хвойных пород древесины при переработке опилок.

Результаты определения ударной вязкости и прочности при статическом изгибе

		Массовое содержание наполнителя, мас. %					
		0	20	30	40	50	60
Ударная вязкость, Дж/м ²	ПП	600	138	115	89	72	58
	ПЭ	600	200	143	118	103	97
Прочность при изгибе, кгс/мм ²	ПП	3,54	4,24	4,4	4,21	3,92	3,42
	ПЭ	4,27	4,61	4,79	4,54	4,08	3,49

Для решения этих проблем, в зависимости от рецептуры, применяются различные группы добавок [6].

Как и предполагалось, в результате наполнения полимеров древесным наполнителем ударная вязкость с увеличением массового содержания наполнителя уменьшается, поскольку, как известно, наполнитель влияет на структуру и морфологию полимера, приводит к изменениям в размерах, форме и типе распределения надмолекулярных структур (таблица).

Заключение. Анализ данных, полученных при исследовании ударной вязкости и прочности при изгибе, позволяет сделать вывод о том, что оптимальным содержанием наполнителя является концентрация 40 мас. %, поскольку при наполнении полимера более 40 мас. % значительно увеличивается вязкость композиции, что затрудняет ее переработку при небольшом снижении ударной вязкости и прочности при изгибе, а при повышении температуры, с целью снижения вязкости, происходит деструкция наполнителя, что может приводить к образованию пор.

Литература

1. Клесов, А. А. Древесно-полимерные композиты / А. А. Клесов. – СПб.: НОТ, 2010. – 353 с.

2. Экологически чистые стройматериалы [Электронный ресурс] / Ximik.info. Новости Новополоцка, Полоцка, Беларуси. – Новополоцк, 2011. – Режим доступа: <http://ximik.info/node/17610>. – Дата доступа: 03.03.2012.

3. Состав древесно-полимерных композиций: общие свойства минеральных наполнителей [Электронный ресурс] / Plastinfo.ru. Полимерная индустрия. – М., 2002. – Режим доступа: <http://plastinfo.ru/information/articles/326/>. – Дата доступа: 03.03.2012.

4. Древесно-полимерные композиционные материалы [Электронный ресурс] / C-a-m.narod.ru. Сетевая академия мебели. – М., 2002. – Режим доступа: <http://c-a-m.narod.ru/wpc/wood-plastic-composites-defin.html>. – Дата доступа: 03.03.2012.

5. Двухшнековый экструдер в производстве ДПК [Электронный ресурс] / Drevoplastic.ru: отраслевой портал о древесно-полимерных композитах. – М., 2011. – Режим доступа: http://drevoplastic.ru/articles/dvuhshnekoviy_extruder.html. – Дата доступа: 03.03.2012.

6. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. пособие / М. Л. Кербер [и др.]; под ред. А. А. Берлина. – СПб.: Профессия, 2008. – 560 с.

Поступила 20.03.2012