

## ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 678.02

### СВОЙСТВА ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ПОРОШКООБРАЗНОГО СОПОЛИМЕРА И ДРЕВЕСНЫХ ОПИЛОК

*канд. хим. наук, доц. С.Ф. ЯКУБОВСКИЙ, канд. хим. наук, доц. С.И. ХОРОШКО  
(Полоцкий государственный университет)*

*Исследуется влияние температуры и давления прессования, а также содержания связующего и гранулометрического состава древесного наполнителя на физико-химические свойства композитных материалов. В качестве связующего использовался сополимер акрилонитрила и винилхлорида, наполнителем служили древесные опилки. Приведены результаты, показывающие значительное улучшение свойств композитов при определенных значениях технологических параметров. Установлено, что наибольшее влияние на свойства композитов оказывают температура и давление прессования.*

Термопластичные древесно-полимерные композиты (ДПК) – сравнительно новая группа материалов, с успехом заменяющая дефицитную в настоящее время натуральную древесину. Древесно-полимерные композиты отличаются долговечностью, безопасностью использования и широко распространены во всем мире. В качестве полимерных связующих, содержание которых варьируется в широких пределах, применяются поливинилхлорид, полиэтилен, полипропилен, другие сополимеры и олигомеры [1–3].

Вследствие высокой пластичности методом экструзии, литья под давлением, прессованием, ротационным формованием из компаунда ДПК получают высококачественные отделочные материалы и изделия для жилых и производственных помещений: доски для устройства полов, стеновые панели, элементы кровли и т.д. Эти изделия, внешне похожие на древесину, отличаются высокой атмосферной, механической и химической устойчивостью, влаго- и водостойкостью, не подвержены короблению и растрескиванию.

Цель настоящей работы заключается в изучении свойств ДПК в зависимости от технологических факторов (температура, давление) процесса его получения.

**Исследовательская часть.** В качестве связующего взят сополимер акрилонитрила и винилхлорида, полученный в производстве «Мапан» завода «Полимир» ОАО «Нафтан». Сополимер содержал 48 % акрилонитрила, 51 % винилхлорида и 1 % аллилсульфоната. Применение этого сополимера позволяет получить хорошие прочностные характеристики ДПК при высоком содержании древесного наполнителя (до 90 %). Следует отметить, что данный сополимер в качестве связующего был использован нами впервые [4].

Немаловажным моментом является экологическая безопасность сополимера. Наполнителем в композиционных материалах на первом этапе служили древесные опилки хвойных пород влажностью 7,4 % и размерами 0...5 мм.

Образцы для исследования изготавливались в соответствии с заданным массовым соотношением компонентов. Навески взвешивались на технических весах с точностью до 0,1 г. Затем компоненты тщательно перемешивались. Смесь помещалась в пресс-формы стандартных размеров для получения дисков и брусков, а пресс-формы помещались в предварительно разогретый до требуемой температуры гидравлический пресс, где смесь запрессовывалась при заданном давлении с выдержкой 1 мин на 1 мм толщины образца.

Контроль температуры прессования осуществлялся по термометру, вставленному в специальный карман пресс-форм, контроль давления – по манометру. После окончания процесса пресс-формы охлаждались сжатым воздухом до температуры 50...60 °С, затем сбрасывалось давление, образцы извлекались из пресс-форм и поступали на дальнейшее исследование.

На первом этапе проводилось изучение влияния температуры и давления прессования получаемых композитов, а также содержания сополимера и гранулометрического состава древесных опилок на физико-химические свойства.

Известно [2], что при воздействии высокой температуры (160 °С и выше) на ПАН и ПВХ происходит их деструкция с выделением газообразных продуктов. Учитывая эту особенность, а также то,

что от температуры зависит агрегатное состояние связующего, влияние температуры изучалось в интервале 110...150 °С при одинаковых давлении прессования (10,0 МПа) и содержании сополимера (20 %). В качестве показателей, характеризующих физико-химические свойства композитного материала (КМ), были выбраны твердость по Бринеллю, прочность на изгиб и водопоглощение [5].

Результаты эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние температуры прессования на свойства композитного материала

Температура прессования, °С	Значение показателей		
	твердость по Бринеллю, МПа	прочность на изгиб, МПа	водопоглощение, %
110	112,1	7,4	33,2
120	120,8	13,7	21,7
130	123,4	16,2	18,0
140	126,5	17,5	8,9
150	147,2	25,9	8,8

Полученные экспериментальные данные показывают, что при повышении температуры от 110 до 150 °С свойства КМ улучшаются: прочность на изгиб увеличивается в 3,6 раза; твердость по Бринеллю возрастает на 30 %; водопоглощение уменьшается в 3,7 раза.

Обращает на себя внимание резкое улучшение прочностных характеристик при изменении температуры от 140 к 150 °С. Все это можно объяснить тем, что при повышении температуры сополимер переходит в жидкопластичное состояние, а дальнейший ее рост увеличивает текучесть полимера, он легче проникает между частицами наполнителя и обволакивает их. Кроме этого, при температуре 150 °С, вероятно, происходит начало термического разложения отдельных компонентов, составляющих древесину, с выделением воды, что приводит к частичному гидролизу нитрильных групп связующего и активному взаимодействию поверхности древесного наполнителя с полимером, а также, возможно, межмолекулярному взаимодействию полимерных цепочек с образованием пространственной структуры, что в конечном счёте улучшает свойства композита.

Одним из основных факторов, определяющих физико-химические свойства КМ, является давление прессования, поскольку от его величины зависит степень «упаковки» составляющих композита и, следовательно, его свойства.

При изучении влияния давления наблюдалось его изменение от 2,5 до 12,5 МПа. Температура во всех опытах поддерживалась одинаковой и равной 150 °С, содержание сополимера составляло 10 %.

Определяемые показатели свойств КМ приняты те же, что и при изучении влияния температуры. Дополнительно определялась плотность композита.

Результаты эксперимента приведены в таблице 2.

Таблица 2

Влияние давления прессования на свойства композитного материала

Давление прессования, МПа	Значение показателей			
	плотность, кг/м <sup>3</sup>	твердость по Бринеллю, МПа	прочность на изгиб, МПа	водопоглощение, %
2,5	777,8	107,3	2,5	142,2
5,0	979,3	112,3	10,2	54,9
7,5	1169,4	118,7	12,3	34,7
10,0	1269,1	130,1	13,4	20,1
12,5	1309,7	149,4	16,3	12,1

Как свидетельствуют данные таблицы 2, увеличение давления прессования от 2,5 до 12,5 МПа приводит к существенному изменению показателей, что благоприятствует улучшению качества композита в целом. Так, прочностные характеристики – твердость по Бринеллю и прочность на изгиб – возрастают соответственно в 1,4 и 6,6 раз, плотность увеличилась почти в 2 раза, но особенно заметно снизилось водопоглощение (в 11,7 раза). Все это свидетельствует, что давление, как и температура, действует

на КМ симбатно, т.е. увеличение давления также способствует улучшению проникновения сополимера внутрь наполнителя и в целом улучшает физико-химические характеристики композита.

Следует отметить, что наблюдаемые показатели (кроме водопоглощения) в изучаемом интервале давления изменяются монотонно и почти прямолинейно.

Что касается водопоглощения, характер изменения этого показателя несколько иной. Резко уменьшаясь на первых ступенях повышения давления, далее его изменение становится менее значительным. Принимая во внимание то, что водопоглощение является одним из главных эксплуатационных показателей, характеризующих водостойкость композиционного материала, а также производственные затраты на создание давления, было принято решение дальнейшие опыты проводить при давлении 10 МПа.

Исходя из логических соображений, на свойства КМ должно влиять количество сополимера в исходной смеси. На это же указывают и литературные источники [1–3]. В этой связи представляло интерес изучение влияния содержания сополимера на физико-химические свойства композита. Эксперименты проводились при одинаковых условиях: давление прессования 10 МПа, температура 150 °С.

Полученные результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3

Влияние содержания сополимера на свойства композита

Содержание сополимера, %	Значение показателей		
	твёрдость по Бринеллю, МПа	прочность на изгиб, МПа	влагопоглощение, %
4,0	57,1	8,6	39,9
7,0	91,3	10,0	25,7
10,0	130,2	14,1	20,1
15,0	141,4	20,2	13,5
20,0	147,2	25,9	8,8

Как показывают данные таблицы 3, увеличение содержания сополимера с 4 до 20 % приводит к улучшению рассматриваемых свойств композита, а именно: твёрдость по Бринеллю возрастает в 2,5 раза; прочность на изгиб увеличивается в 2,8 раза; водопоглощение снижается в 4,5 раза. Однако характер изменения этих показателей неодинаков. Если зависимость твёрдости по Бринеллю близка к асимптоте, то такая для водопоглощения и особенно для прочности на изгиб представляют собой прямую линию.

Интересно отметить следующую особенность. Сопоставляя значения показателей, приведенных в таблицах 2 и 3, можно сделать вывод, что на свойства КМ повышение давления прессования оказывает большее влияние, чем увеличение содержания связующего.

Для изучения влияния размера частиц наполнителя (гранулометрического состава) на свойства композитного материала древесные опилки были рассеяны на соответствующих ситах на фракции: менее 0,5 мм, 0,5...1 мм, 1...2 мм, 2...5 мм. Полученные фракции использовались в качестве наполнителя при изготовлении КМ. Условия при этом были одинаковыми: давление прессования 10 МПа, температура 150 °С.

Результаты исследования приведены в таблице 4.

Таблица 4

Влияние гранулометрического состава древесных опилок на свойства композита

Размер частиц наполнителя, мм	Значение показателей		
	твёрдость по Бринеллю, МПа	прочность на изгиб, МПа	влагопоглощение, %
Менее 0,5	140,0	18,9	21,2
0,5...1,0	117,8	17,5	35,0
1,0...2,0	111,2	15,7	37,4
2,0...5,0	106,9	11,5	38,6

Данные таблицы 4 свидетельствуют о том, что с увеличением размера частиц наполнителя уменьшаются прочностные показатели (твёрдость по Бринеллю в 1,3 раза, прочность на изгиб в 1,6 раза), а водопоглощение возрастает в 1,8 раза. Естественно, свойства композита при этом ухудшаются. Это сле-

довало ожидать, поскольку увеличение размера частиц наполнителя снижает его армирующие свойства, и в результате структура композиционного материала становится более рыхлой и менее прочной.

**Заключение.** На первом этапе изучения свойств древесного композиционного материала в зависимости от технологических факторов (температура, давление) процесса его получения достигнуты следующие результаты:

- показана принципиальная возможность использования сополимера акрилонитрила и винилхлорида в качестве связующего для получения наполненных пластиков;
- изучено влияние температуры и давления прессования, а также содержания сополимера и granulometric composition древесного наполнителя на физико-химические свойства композитного материала;
- установлены значения технологических параметров, при которых следует получать композиционный материал;
- по результатам исследования получен патент Республики Беларусь [4].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Клесов, А.А. Древесно-полимерные композиты / А.А. Клесов. – СПб.: НОТ, 2010. – 353 с.
2. Касперович, О.М. Разработка технологии производства высоконаполненных древесно-полимерных компонентов / О.М. Касперович, В.В. Яценко, Е.С. Лосик // Труды БГТУ. – Минск. – 2012. – № 4. – С. 142–144.
3. Купчинов, Б.И. Технология конструкционных материалов и изделий на основе измельченных отходов древесины / Б.И. Купчинов, Н.В. Немогай, С.Ф. Мельников; под ред. В.А. Белого. – Минск: Навука і тэхніка, 1992. – 199 с.
4. Состав для изготовления плитного материала: пат. Респ. Беларусь № 6643 / С.М. Ткачев, С.В. Покровская, С.И. Хорошко, С.Ф. Якубовский; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № а 20000622; заявл. 2000.06.28; опубл. 2004.07.15 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2004.
5. Григорьев, А.П. Лабораторный практикум по технологии поликонденсационных пластических масс / А.П. Григорьев, О.Я. Федотова. – М.: Высш. шк., 1971. – 250 с.

Поступила 15.01.2014

#### **WOOD POLYMER COMPOSITE: RESEARCH OF THE PROPERTIES OF COMPOSITE MATERIALS, OBTAINED FROM POWDERED COPOLYMER AND SAWDUST**

**S. JAKUBOWSKI, S. HOROSKO**

*The paper investigates the effect of temperature and pressure compression, as well as binder content and particle size distribution of wood filler on the physic and chemical properties of composite materials. A copolymer of acrylonitrile and vinyl chloride was used as the binder, wood sawdust – as the filler. The results showed a significant improvement in the properties of composites under certain values of technological parameters. As the result, it has been found that the greatest influence on the properties of the composites had temperature and pressure compression.*