

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СВОЙСТВ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ ОТ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МАТРИЦЫ

Ершова О.В., Чупрова Л.В., Муллина Э.Р., Мишурина О.А.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Магнитогорск, Россия (455000, Магнитогорск, пр. Ленина, 38), e-mail lvch67@mail.ru*

Получены древесно-наполненные полимерные композиционные материалы на основе полипропилена и полиэтилена. Определено значение ПТР образцов. Полученные данные позволили сделать вывод о возможности переработки композиционного материала методами прессования и экструзии. Исследование физико-механических свойств образцов показало, что вводимые добавки значительно влияют на деформационно-прочностные свойства материала в сторону улучшения. Установлено, что ДПК обладает достаточно низким водопоглощением, высокой плотностью и является огнестойким материалом. В результате проведенных исследований показано, что древесно-наполненные полимерные композиционные материалы могут быть использованы для изготовления тары (поддонов), достоинствами которой являются: удобство в эксплуатации (отсутствие крепежа, гладкая поверхность, что предотвращает возможность травмирования), а также экономическая и экологическая целесообразность.

Ключевые слова: древесно-полимерный композиционный материал, древесный наполнитель, жидкое дерево, экструзия, поддон.

## INFLUENCE OF ORGANIC AND IN ORGANIC COMPOUNDS ON FLOTATION OF LOW COAL RANK

Ershova O.V., Chuprova L.V., Mullina E.R., Mishurina O.A.

*Federal state budget educational institution of higher professional education "Magnitogorsk state technical university named after G.I. Nosov", Magnitogorsk, Russia (38, Lenin Avenue, Magnitogorsk), e-mail: lvch67@mail.ru*

The article deals with the development of selective reagent modes of flotation of low coal ranks of Kuznetsk and Donets Basins on the basis of the influence of organic and inorganic compounds on physicochemical and flotation properties of these coals. It was proved that the presence of mineral impurities and oxygen containing compounds in the gas coals in question as well as the presence of microcracks and large voids cause energy unsaturation of their surfaces. The authors studied the influence of compound ethers structure on their adsorption and flotation characteristics. It was found that application of compound ethers of isomeric structure improves the quality of coal concentrates. It was also proved that coal surface modifying with inorganic sulphur-containing salines makes it possible to reduce the content of pyritic impurities in coal concentrates.

Keywords: energy unsaturation, hydrophobization, hydrophilization, flotation activity, flotation selectivity.

### Введение

В настоящее время широкое распространение на мировом рынке получили древесно-полимерные композиты (ДПК), в состав которых входят термопластичные полимеры, древесная мука, минеральные и органические наполнители, а также аппретирующие вещества. По прогнозам западных специалистов спрос на ДПК-продукты в ближайшие годы будет расти примерно на 2,7 % ежегодно. Огромный спрос на древесно-наполненные композиты обусловлен такими достоинствами ДПК, как: низкое водопоглощение, высокая прочность при растяжении и сжатии, хорошая прочность при изгибе, внешний вид, напоминающий натуральную древесину, экологичность данной продукции, огнестойкость, высокое сопротивление микробному воздействию, а также возможность вторичной

переработки. Однако стоит заметить, что данный материал в настоящее время практически не используется в упаковочной индустрии, среди стран-производителей ДПК только в Китае начинают использовать композит в качестве материала для изготовления тары (поддонов).

Европейские компании активно вкладывают деньги в исследовательские разработки в области ДПК для расширения областей применения. В России рынок изделий из древесно-полимерных композитов начал формироваться недавно и в настоящее время растет уверенными темпами. Однако существует проблема, замедляющая рост рынка ДПК в России – это недостаточное количество и дороговизна оборудования, необходимого для производства, которое поставляют различные зарубежные компании, в основном из Европы (Германия, Италия) и Китая [1, 3].

### **Цель исследования**

Целью настоящей статьи является рассмотрение результатов оценки физико-механических свойств ДПК и определение возможности использования композитов для производства транспортной тары.

### **Объекты исследования**

Для исследования физико-механических характеристик ДПК были взяты образцы, полученные в лаборатории технологии переработки пластмасс Уральского государственного лесотехнического университета (г. Екатеринбург). Для сравнения физико-механических характеристик в работе приводятся литературные данные свойств образцов чистых полимерных материалов (ПП, ПЭВП) и древесины (сосна, ель). Состав композиций представлен в таблице 1.

Таблица 1

Состав композиций

Образцы	Состав образца		
	Полимер	Древесина	Наполнитель
Композиция 1	Полиэтилен высокой плотности (ПЭВП) 33 %	Сосновая мука 52 %	Тальк 15 %
Композиция 2	Полипропилен (ПП) 40 %	Сосновая мука 50 %	Тальк 10 %
Композиция 3		100 %	
Композиция 4	100 %		

### **Методики эксперимента**

Проведены исследования реологических и физико-механических свойств, полученных композитов: показатель текучести расплава, прочность при растяжении и сжатии, прочность при изгибе, плотность, водопоглощение полученных образцов, огнестойкость.

Для определения вышеперечисленных свойств использовались методики, представленные в таблице 2.

Таблица 2

Методики эксперимента

Определяемая характеристика	Нормативный документ	Название методики
Оценка реологических свойств полимеров и композитов на их основе	<b>ГОСТ 11645-73</b> Пластмассы. Метод определения показателя текучести расплава термопластов	Метод определения показателя текучести расплава термопластов
Прочность при сжатии и растяжении	<b>ГОСТ 11262-80</b> Пластмассы. Метод испытания на растяжение <b>ГОСТ 4651-82</b> Пластмассы. Метод испытания на сжатие	Определение прочности при сжатии и растяжении композиционных материалов
Прочность при изгибе	<b>ГОСТ 4648-71</b> Пластмассы. Метод испытания на статический изгиб	Метод испытания на изгиб
Плотность	<b>ASTM D 792</b> «Стандартный метод измерения плотности и удельной массы пластмасс с помощью вытеснения»	Определение плотности исследуемых образцов
Водопоглощение образцов	<b>ASTM D 570</b> Стандартный метод испытаний водопоглощения пластмасс. <b>ГОСТ 4650-80</b> Пластмассы. Метод определения водопоглощения	Определение водопоглощения исследуемых образцов
Огнестойкость	Тест проводится на сопротивление ожогу сигареты <b>DIN 68765</b>	

**Результаты и их обсуждение**

Переработка полимерного материала или композиции начинается с оценки перерабатываемости, критерием которой является технологичность. Под термином «технологичность» подразумевается комплекс показателей его реологических свойств, так как не существует одного универсального показателя, по величине которого можно было бы судить о технологических свойствах полимерного материала. Когда речь идет о переработке нового композиционного материала или создании изделия принципиально нового типа, то во многом приходится полагаться на модельный эксперимент [5].

При оценке технологичности традиционных крупнотоннажных термопластов основной реологической характеристикой является показатель текучести расплава (ПТР). Под ПТР понимают массу расплава полимера в граммах, вытекающую через калиброванный капилляр

стандартных размеров под действием фиксированной нагрузки при выбранной температуре расплава, определенной для каждого полимера за 10 мин или пересчитанную на длительность истечения 10 мин.

Оценка термопластов по их ПТР является основой для классификации марочного ассортимента по тому основному технологическому способу, который рекомендуется для переработки в изделия. В таблице 3 представлена зависимость способа переработки полимерных материалов от ПТР [2].

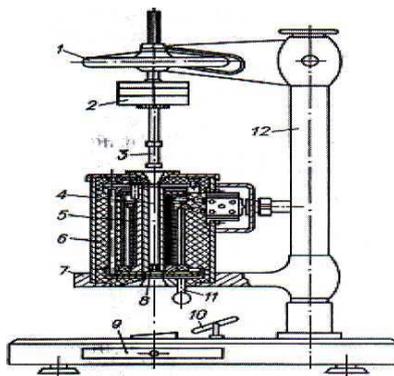
Таблица 3

Зависимость способа переработки полимерных материалов от ПТР

Показатель текучести расплава (ПТР), г/10мин	Способ переработки
0,03	прессование
0,30-3,00	экструзия
5,00-20,00	литье под давлением
15,00-30,00	производство волокон

Необходимо отметить, что указанные рекомендации не являются строгими [4].

Для определения реологических характеристик используется прибор ИИРТ-5, который представлен на рис. 1. Принцип действия установки основан на измерении скорости и истечения расплава через капилляр при определенной температуре.



1 – штурвал; 2 – груз; 3 – поршень; 4 – цилиндр; 5 – нагреватель; 6 – теплоизоляция; 7 – подставка; 8 – капилляр; 9 – основание; 10 – зеркало; 11 – стопор; 12 – стойка.

Рисунок 1. Прибор ИИРТ-5

Результаты эксперимента по определению ПТР (табл. 4) композиций позволили сделать вывод о возможности переработки расплава каждой композиции методом экструзии или методом прессования.

Таблица 4

Экспериментальные данные для расчета ПТР композитов на основе вторичных полимеров

Полимер	Температура, °С	Масса груза, г	Время, сек	Средняя масса, г	ПТР, г/10 мин
Композиция 1	190	10600	160	0,132625	0,66
Композиция 2	190	20600	240	0,2067	0,5
Композиция 3	-	-	-	-	-
Композиция 4	230	10600	60	0,20169	2

Обобщённые результаты испытаний по исследованию физико-механических свойств композиций в сравнении с аналогичными характеристиками чистых полимерных материалов и древесины приведены в таблице 5.

Таблица 5

Обобщение полученных результатов

Материал	Полимер		ДПК		Древесина	
	ПП	ПЭВП	ПП40 %, дрeв. мука 50 % тальк 10 %	ПЭВП 33 %, дрeв. мука 52 %, тальк 15 %	Сосна	Ель
Плотность	0,901	0,968	1,341	1,249	0,52	0,45
Прочность при растяжении	31,028-41,37	19,996-30,338	44,06	9,3	99,05	98,558
Прочность при сжатии		20-36	28,959	27,752	38,247	40,698
Прочность при изгибе	38,6	19-35	34,97	23,1	74,532	69,138
Набухание	0,01	0,01	3,0	7,28	30-200 %	
Огнестойкость	-		+		-	

Определение показателей прочности при сжатии, растяжении и изгибе древесно-полимерных композитных материалов в сравнении с аналогичными характеристиками чистых полимеров и древесины позволяет сделать вывод о том, что свойства полимерных материалов и ДПК на их основе сопоставимы, но уступают по исследуемым показателям чистой древесине. Наполнение термопластов древесной мукой увеличивает прочность при изгибе полученных композиций, поэтому, изменяя состав ДПК, можно улучшить прочность

при изгибе материала, добиваясь при этом результата, превосходящего показатели чистого полимера.

Достоинством композиционных материалов является относительно низкое (если сравнить с древесиной) водопоглощение. Это одно из свойств, по которому ДПК превосходят древесины. Это относится непосредственно к размерной стабильности и долговечности материала, но прежде всего к стойкости по отношению к микробиологическому разложению.

Поглощение воды в основном имеет место в наружных слоях композиционных материалов, и оно последовательно снижается при продвижении вглубь матрицы. Поэтому цифры относятся только к суммарному увеличению веса материала, но никак не характеризуют распределение воды в объеме материала.

Поглощение воды ДПК зависит от пористости, количества древесной муки и доступности внешней воды. Композиты обычно пористые и степень их пористости определяется влажностью сырьевого материала и условиями переработки (в первую очередь локальным перегревом), которые определяют плотность (удельный вес) конечного изделия. Чем больше содержание влаги в исходном сырье, тем выше количество летучих продуктов, образующихся при переработке; чем выше пористость, тем ниже плотность материала и тем выше поглощение воды.

Поры в композиционных материалах обычно открытые и образуют цепи, пронизывающие всю матрицу. Вода проникает внутрь композиционной матрицы очень медленно. В древесине же проникновение воды происходит быстрее. Минеральные наполнители, как правило, не поглощают воду (или поглощают очень незначительно), так что они снижают показатель водопоглощения. Что касается полимера, то чем ниже его содержание, тем выше поглощение воды при том же самом составе, поэтому увеличение содержания полимера в композите ведет к уменьшению поглощения воды.

Испытание на водопоглощение образцов полимеров, древесины и ДПК материалов показало, что наиболее стойкими к поглощению влаги являются чистые полимерные материалы, ДПК также обладает достаточно низким водопоглощением, что является преимуществом по сравнению с древесиной. Чтобы водопоглощение композиционного материала было минимальным, он должен иметь настолько высокую плотность, насколько позволяет его состав. Показатель плотности у ДПК выше, чем у древесины и чистых полимерных материалов, это связано с содержанием в составе композиционных материалов минеральных наполнителей, а также с тем, что плотность древесной муки выше плотности древесины.

Огнестойкость ДПК довольно высока. По степени пожароопасности чистая древесина относится к классу С, где индекс распространения пламени (мера полной скорости распространения пламени в направлении заданного воздушного потока) находится между 76–200, ДПК же принадлежит к классу В, где ИРП находится между 26–75.

### **Заключение**

Проведенные исследования физико-механических показателей ДПК позволили установить, что полимерные материалы и древесина при изготовлении поддонов могут быть полностью заменены на композитный материал. Производство тары из ДПК позволит найти пути рационального использования неликвидных отходов деревообработки и отходов, образующихся при производстве и потреблении пластмасс.

Изучение зависимости свойств ДПК от химического состава матрицы позволило установить, что в составе композита содержание полимера должно быть не менее 40 %, только такие поддоны не будут уступать по физико-механическим и эксплуатационным свойствам поддонам на основе термопластов.

Содержание древесного наполнителя в количестве 50 % необходимо и достаточно для сохранения высоких показателей свойств транспортной тары. При большем содержании древесного наполнителя возможно снизить себестоимость, но при этом может значительно ухудшиться качество производимой продукции из этого материала.

### **Список литературы**

1. Аналитический портал химической промышленности [Электронный ресурс] – Режим доступа: [www.newchemistry.ru](http://www.newchemistry.ru)
2. ГОСТ 11645. Пластмассы. Метод определения показателя текучести расплава термопластов, 1973.
3. Ершова О.В., Коляда Л.Г., Чупрова Л.В. Исследование возможности совместной утилизации техногенных минеральных и полимерных отходов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1; URL: [www.science-education.ru/115-11886](http://www.science-education.ru/115-11886) (дата обращения: 29.01.2014).
4. «Спрос на декинг будет расти» [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://drevoplastic.ru/110324\\_deking\\_rinok11-14.html](http://drevoplastic.ru/110324_deking_rinok11-14.html)
5. Элиасов, Б.Л. Сравнительный анализ реологических свойств отечественного и импортного пластиков / Б.Л. Элиасов, Д.М. Могнонов, Е.В. Рогов, Ю.Е. Дорошенко. Российский химико-технологический университет им. Менделеева, г. Москва // Научно-технич. журн. Пластические массы – 2001, декабрь. – М.: ЗАО НП, 2001. – 900 экз.

**Рецензенты:**

Бигеев В.А., д.т.н., профессор, директор института металлургии, машиностроения и металлообработки ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск.

Стеблянко В.Л., д.т.н., профессор ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск.