

$\uparrow Y_1, (\sigma, \text{МПа})$

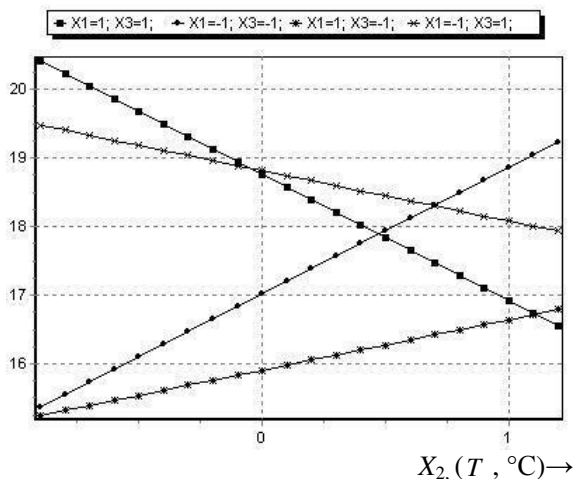


Рис. 2. График зависимости прочности плит при статическом изгибе от температуры прессования

$\uparrow Y_2 (\sigma, \text{МПа})$

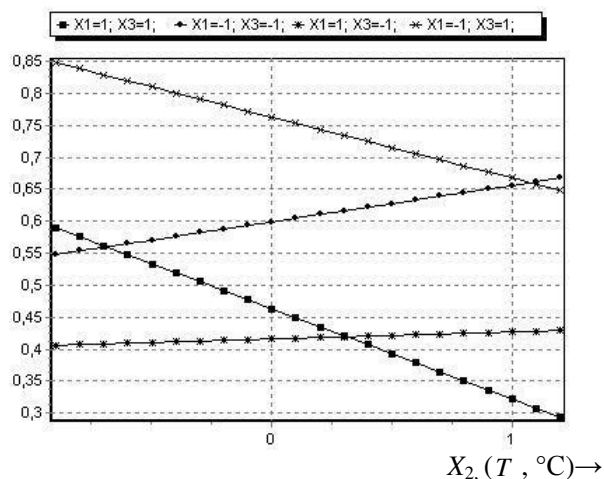


Рис. 3. График зависимости прочности плит на отрыв наружного слоя от температуры прессования

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Азаров В.И. Полимеры в производстве древесных материалов / В.И. Азаров, В.Е. Цветков. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. – 236 с.
2. Тагер А. А. Физикохимия полимеров / А.А. Тагер. – М.: Химия, 1978. – 544 с.
3. Фрейдин А.С. Прогнозирование свойств клеевых соединений древесины / А.С. Фрейдин, К.Т. Вуба. – М.: Лесная промышленность, 1980. – 223 с.
4. Фрейдин А.С. Прочность и долговечность клеевых соединений / А.С. Фрейдин. – М.: Химия, 1981. – 272 с.

УДК 674.812.2

## ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ С ДОБАВКОЙ ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ

**Т.Н. Вахнина,**

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, РФ.

*t\_yachnina@mail.ru.*

**В.Ю. Лебедева,**

студ., ФГБОУ ВПО КГТУ

*Исследована возможность переработки измельченных бытовых отходов полиэтиленовой тары в древесно-полимерные композиционные материалы, производимые по технологии древесно-стружечных плит.*

Объем полимерных упаковочных материалов с каждым годом все возрастает, причем темпы роста не снижаются [2]. С ростом образования полимерных отходов связан целый комплекс экологических и экономических проблем. Простая утилизация полимерных отходов в захоронениях малоэффективна. Разложение данных материалов происходит за период от 50 до 100 лет. При сжигании полимерных отходов выделяется большое количество диоксинов и других вредных веществ. В связи с этими проблемами в некоторых странах Европы, таких, как Италия, уже сегодня ограничено использование полиэтиленовой упаковки в бытовых целях. Однако актуальность проблемы переработки полимерных отходов обусловлена не только соображениями охраны окружающей среды.

В России, как и в мире в целом, перерабатывается лишь незначительная часть пластиковых отходов, причем 70–80% переработки приходится на долю промышленных отходов. При использовании вторичного сырья в качестве добавки при производстве полимерных материалов возникает ряд трудностей. Переработка данных упаковочных материалов в полимерные изделия требует тщательной сортировки и очистки отходов, данные технологические операции являются трудоемкими и затратными. К технологическим сложностям развития данного направления переработки полимерных отходов относится также старение полиэтилена под действием солнечной радиации. При этом ухудшаются свойства материала, снижаются механические, реологические и другие характеристики [1].

Наиболее рациональной является переработка полимерных отходов в плитные композиционные материалы. Одним из технически возможных вариантов таких композитов является древесно-полимерная

плита, состоящая из древесных частиц и измельченных полимерных отходов с добавкой полимерного связующего. Свои сложности есть и в развитии данного направления. Получение данного полимера методом цепной полимеризации обуславливает отсутствие в нем свободных активных группировок, которые могут создавать связи с компонентами древесины и полимерного связующего. Модель структуры полиэтилена, созданная в программе «ChemCraftv. 1.6 build 315», представлена на рис. 1.

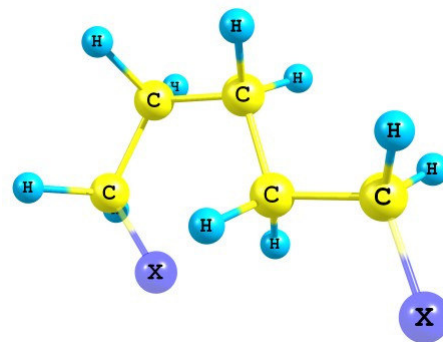


Рис. 1. Модель структуры полиэтилена

Структурное звено (между X-X) повторяется многократно (степень полимеризации 60 000...800 000). Пространственное расположение макромолекулы иллюстрирует то, что разрыв связей между мономерными звеньями является энергоемким из-за пластичности структуры. К тому же связи «углерод-углерод» имеют высокую энергию связи [3].

Полиэтилен можно вводить в состав композита в качестве неактивного наполнителя. Однако, являясь инертным наполнителем, полиэтилен не создаст прочную структуру с высокими физико-механическими показателями. Существующие между мономерными звеньями связи можно разрушить механически (дроблением), с использованием растворителей полимеров, или при сочетании этих способов. Механическое дробление является наиболее простым, но дает более крупные обрывки молекул с меньшим числом активных связей, способных взаимодействовать с компонентами древесины и синтетического связующего.

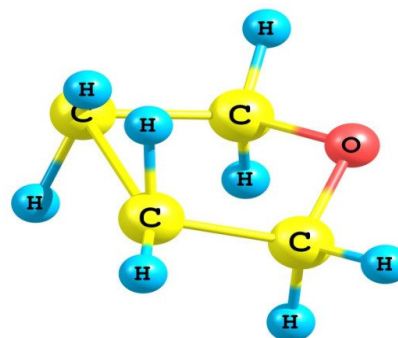


Рис. 2. Модель тетрагидрофурана

В работе выдвинуто предположение, что растворитель другого гетероцепного полимера – полистирола, производимый из фурана циклический эфир – тетрагидрофуран, может быть использован для воздействия на полиэтилен. Модель тетрагидрофурана представлена на рис. 2. Возможно, под воздействием тетрагидрофурана часть связей в макромолекуле будет разрушена, что позволит получить звенья с меньшей степенью полимеризации, чем при механическом дроблении, то есть с большим числом активных связей. Этот способ разбиения макромолекулы полиэтилена на звенья с незаблокированными активными связями позволит в процессе прессования создать более прочную структуру древесно-полимерного композита.

В исследовании, проводимом на кафедре МТД КГТУ, была экспериментально проверена возможность использования карбамидоформальдегидного связующего (КФС) и фенолоформальдегидного связующего (ФФС), а также тетрагидрофурана для производства древесно-полимерного композита с добавкой измельченных бытовых отходов полиэтиленовой тары. Результаты экспериментального исследования представлены в таблице.

Таблица

Результаты обработки экспериментальных данных

Вид образца	Прочность композитов при статическом изгибе, МПа		Разбухание по толщине за 24 ч, %	
	Среднее арифметическое $\bar{V}_i$	Дисперсия $S_i^2$	Среднее арифметическое $\bar{V}_i$	Дисперсия $S_i^2$
Контрольные образцы на ФФС без добавки полиэтилена	17,61	9,666	15,01	11,276
Образцы на КФС с добавкой полиэтилена	11,56	3,241	28,31	3,625
Образцы на ФФС с добавкой полиэтилена в наружные слои	18,66	2,969	31,88	3,382
Образцы на ФФС с добавкой полиэтилена и тетрагидрофурана	19,43	4,477	12,74	2,756
Образцы без добавки синтетического связующего	2,36	10,328	44,52	9,568

Обработка результатов показала, что вид древесно-полимерной композиции оказывает значимое влияние на физико-механические показатели разрабатываемого материала. Наилучшие результаты по прочности композитов при статическом изгибе и разбухании по толщине за 24 часа дает использование в композиции добавки ФФС.

Прессование композитов с добавкой измельченных полиэтиленовых отходов без синтетического связующего (по технологии древесно-стружечных плит) приводит к резкому падению прочности и росту

разбухания по толщине. Производство композитов по технологии древесных пластиков без связующего возможно, но необходимо при выборе температуры прессования учитывать область начала термодеструкции полиэтилена.

Таким образом, результаты проводимого исследования подтверждают выдвинутое предположение о возможности переработки отходов полиэтиленовой тары в древесно-полимерные композиты. Дальнейшее теоретическое и экспериментальное исследование взаимодействия факторов процесса создания древесно-полимерного композита с добавкой измельченных бытовых полимерных отходов создает возможность управления процессом структурообразования с целью придания плитному материалу не только прочности при статическом изгибе и водостойкости, но и комплекса требуемых эксплуатационных свойств.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Азаров В.И. Химия древесины и синтетических полимеров / В.И. Азаров, А.В. Буров, А.В. Оболенский. – 2-е изд., испр. – СПб.: Лань, 2010. – 624 с.
2. Переработка полимеров в России: основные тенденции – аналитические материалы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.abercade.ru/research/industrynews/5112.html>
3. Тагер А.А. Физикохимия полимеров / А.А. Тагер. – М.: Химия, 1978. – 544 с.

УДК 674.048

### ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ПРОПИТКИ ДРЕВЕСИНЫ ЖИДКОСТЬЮ

**Н.В. Губанова,**

аспирант кафедры древесиноведения, Воронежская государственная лесотехническая академия, Россия  
*Gubanova@freemail.ru*

*На базе технических характеристик жидких модификаторов, с учетом современных способов введения в древесину жидкости смоделирован процесс пропитки древесины, имея в конечном результате либо изменение структуры древесины, либо требуемое содержание модификаторов в древесине.*

В настоящее время в области использования древесины на первый план выдвигаются задачи получения материалов из древесины с заданными свойствами, поскольку древесина является единственным природным возобновляемым материалом. Модифицированная древесина является полноценным заменителем древесины твердых лиственных и экзотических пород, пластмасс, черных и цветных металлов при изготовлении подшипников скольжения. Получение материалов для подшипников скольжения состоит из ряда последовательных стадий, важнейшей из которых является пропитка древесины мягких лиственных и хвойных пород антифрикционными составами.

Целью данной работы явилось изучение механизма проникновения жидкости в древесину и установление влияния основных параметров процесса пропитки (температура, давление) на эффективность пропитки.

В работе использована общепринятая стратегия теоретического исследования, которое состоит из следующих этапов:

- проверка работоспособности модели;
- изучение стадий и механизма пропитки древесины хвойных и лиственных пород;
- изучение влияния каждого из параметров на эффективность пропитки (при фиксированных значениях остальных параметров);
- оптимизация параметров процесса пропитки и пропитывающей жидкости.

Для проверки работоспособности модели пропитки древесины были проведены компьютерные эксперименты с моделью, в процессе которых жидкость двигалась по сосудам древесины, перетекая из сосуда в сосуд по порам. Таким образом, происходящие в модели процессы хорошо согласуются с представлениями о механизме пропитки древесины.

Так как фрагмент древесины в модели имеет незначительную протяженность вдоль направления пропитки (порядка 100 мкм), модель наиболее точно позволяет исследовать начальные стадии пропитки.

Анализируя процесс можно убедиться, что с увеличением диаметра сосуда  $d_C$  жидкость движется быстрее, при этом зависимость приблизительно следующая

$$v_{Ж} = v_0 + \beta \sqrt{d_C},$$

где  $v_{Ж}$  – скорость движения жидкости;

$v_0$  – скорость движения жидкости в самом малом сосуде;

$\beta$  – коэффициент пропорциональности.