

отходов расплавляется и закрывает поры композита и перерезанные сосуды древесных стружек, блокируя доступ воды.

Для обеспечения повышенной водостойкости плит и достаточной прочности при статическом изгибе рекомендуется:

- минимальный фракционный размер измельченных полимерных отходов, добавка их только в наружные слои композитов;
- вид синтетического связующего – фенолформальдегидная смола (расход связующего во внутренние слои – 9 %, в наружные – 13,5 %);
- удельное давление прессования – 5 МПа;
- температура прессования – 240 °С;
- удельная продолжительность прессования – 0,6 мин/мм.

Вычисленные по моделям значения показателей (при рекомендуемом сочетании факторов): прочность композитов при статическом изгибе – 22,5 МПа; разбухание по толщине за 2 ч – 5,4 %; разбухание по толщине за 24 ч – 8,1 %. Результаты испытаний плит, изготовленных по рекомендуемым режимам: прочность – 21,9 МПа; разбухание по толщине за 2 ч – 6,1 %; разбухание по толщине за 24 ч – 8,9 %.

Данное исследование взаимодействия факторов процесса производства древесно-полимерного композита с добавкой измельченных бытовых полимерных отходов дает возможность управления процессом структурообразования разрабатываемого плитного материала.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азаров В. И., Буров А.В., Оболенский А. В. Химия древесины и синтетических полимеров. – 2-е изд., испр. – СПб.: Лань, 2010. – 624 с.
2. Вахнина Т.Н., Константинова И.С. Производство конструкционных древесно-полимерных композитов с добавкой измельченных бытовых полимерных отходов. – Вестник Костром. гос. технол. ун-та. – Кострома: КГТУ, 2012. – № 2(29). – С. 80–83.
3. Вахнина Т.Н. Формирование свойств древесных плитных материалов для использования в строительных конструкциях // Строительные материалы. – 2009. – № 6. – С. 10–12.
4. Малышева Г.В. Прогнозирование ресурса клеевых соединений // Клеи. Герметики. Технологии, 2013. – № 8. – С. 31–34.
5. Тагер А. А. Физикохимия полимеров. – М.: Химия, 1978. – 544 с.
6. Титунин А.А. Научные основы получения конкурентоспособных строительных материалов из низкосортной древесины и древесных отходов: дис. ... д-ра техн. наук. – Иваново: ИГАСУ, 2012. – 385 с.
7. Хрулев В.М., Машкин Н. А., Мальцев М. Г. Современные представления о структурообразовании древесных композиционных материалов // Композиционные строительные материалы. Теория и практика: тр. Междунар. конф. – Ч. 2. – Пенза: Приволжский дом знаний, 2000. – С. 138–140.

УДК 674.093.26:547.281.1

### УТИЛИЗАЦИЯ ДРЕВЕСНОЙ ШЛИФОВАЛЬНОЙ ПЫЛИ ЗА СЧЕТ ЕЁ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СОСТАВЕ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ КЛЕЕВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ФАНЕРЫ

**О.В. Лавлинская,**

к.т.н., доцент ФГБОУ ВО ВГЛТУ, г. Воронеж, РФ.

*olgalavlin@mail.ru*

**В.С. Самойленков,**

студент, ФГБОУ ВО ВГЛТУ, г. Воронеж, РФ

*samojlenkov-valerijj@rambler.ru*

*В статье рассматривается возможность использования шлифовальной древесной пыли (фракции 0,25 мм) в качестве наполнителя карбамидоформальдегидных клеев для производства березовой фанеры марки ФК.*

На д/о и фанерных предприятиях в процессе шлифования древесных материалов образуется достаточно большое количество шлифовальной древесной пыли, представляющей собой смесь древесных частиц размером 0,25 мкм, с абразивным порошком (до 1 %), отделившимся от основы шлифовальной шкурки в процессе шлифования. Утилизация этой древесной шлифовальной пыли на предприятиях представляет собой особую проблему. Транспортировка и перегрузка очень проблематична, сжигать пыль сложно, вывозить дорого. Этот вид отходов, образующийся при шлифовании фанеры, не подлежит хранению, как в буферных складах котельных, так и в складах межсезонного хранения мелкого древесного топлива ввиду ее высокой парусности и взрывоопасности.

Поэтому, оценка возможности использования данного вида отхода в составе клеев для нужд собственных производств является актуальной.

На многих предприятиях и состав карбамидоформальдегидных клеев входит древесная мука (ГОСТ 16361–87), в качестве наполнителя, улучшающего физико-химические, технологические и эксплуатационные свойства клея. Мы в результате проведенных исследований предлагаем взамен традиционного наполнителя клея использовать отходы с участка шлифования фанеры или др. деревообрабатывающих предприятий.

Получение наполнителя заключается в просеивании шлифовальной муки через сито с размерами ячеек в свету 0,25 мм для удаления посторонних включений.

С целью повышения адсорбционной способности выбранного наполнителя производили его кислотную обработку. Для этого в шлифовальную древесную муку добавляли 10 %-ный раствор ортофосфорной кислоты в соотношении мука : кислота = 1 : 3. Образующуюся взвесь высушивали в сушильном шкафу при температуре 80 °С (350 °К) в течение 8 ч. Далее обработанная шлифовальная мука повторно измельчалась.

На первом этапе исследования изучили влияние выбранного наполнителя на свойства карбамидоформальдегидных клеев на основе смолы марки КФ-МТ-15 с массовой долей сухого остатка  $K = 66,5$  % вязкостью (по ВЗ-4) = 61 с,  $\tau_{\text{жел}}$  (при 100 °С) = 66 с, водородным показателем  $\text{pH} = 8,4$ . Для разработки оптимальной рецептуры клея контролировали следующие показатели: 1) вязкость; 2) водородный показатель  $\text{pH}$ ; 3) время отверждения клея; 4) жизнеспособность клея.

При исследовании влияния количества наполнителя на вязкость клея было установлено, что оптимальное количество вводимой кислотообработанной шлифовальной древесной муки составляет 1,0–3,0 м. ч. При этом время желатинизации клея находилось в пределах 40–50 с, что отвечает технологическим требованиям.

При добавлении в клей кислотообработанной древесной муки  $\text{pH}$  существенно снижается, что свидетельствует о том, что данный наполнитель выполняет и функцию отвердителя. Но так как введение этого наполнителя способствует чрезмерному повышению кислотности клея, то продолжительность отверждения ( $\tau_{\text{жел}}$  при 100 °С) и жизнеспособность клея ( $\tau_{\text{жел}}$  при 20 °С) становится ниже производственных и клей надо готовить 2-3 раза в смену. В данной работе увеличение времени отверждения и жизнеспособности достигали путем введения традиционно применяемого для этой цели 20 %-ного водного раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

На основании полученных данных разработаны следующие составы клеев для склеивания фанеры марки ФК общего назначения табл. 1.

Таблица 1

Рецепты клеев на основе смолы марки КФ-МТ-15 для склеивания фанеры

№ рецепта	Количество компонентов, м.ч.				
	КФ-МТ-15	$\text{NH}_4\text{Cl}$	$\text{NH}_4\text{OH}$ (10%-ный р-р)	Шлифовальная древесная мука	Шлифовальная обработанная древесная мука
1	100	1	–	–	–
2	100	1	1	–	–
3	100	1	–	3	–
4	100	–	1	–	3

Водородный показатель  $\text{pH}$ , приготовленных нами рецептов клеев  $\text{pH}_{1\text{рецепта}}=5,42$ ;  $\text{pH}_{4\text{рецепта}}=5,6$ .

Склеивание фанеры проводили по следующим технологическим режимам: расход клея – 120 г/м<sup>2</sup>; время склеивания 3,5 мин; температура плит пресса – 130 °С; удельное давление прессования 1,8 МПа.

Фанера после склеивания выдерживалась в течение 24 часов для снижения внутренних напряжений в клеевом шве и полного отверждения клея. Далее из листов были изготовлены и отобраны образцы для определения физико-механических показателей.

Физико-механические испытания фанеры характеризуются пределом прочности при скалывании по клеевому слою ( $\tau_{\text{ск}}$ ), который определяется по ГОСТ 9624–93.

В результате статистической обработки результатов по прочности склеивания фанеры были получены данные, представленные в табл. 2.

Таблица 2

Результаты испытаний фанеры на прочность склеивания

Показатель предела прочности при скалывании по клеевому слою, МПа	Рецепты клеев			
	1	2	3	4
	Контроль 1 (без наполнителя)	Контроль 2 с добавлением $\text{NH}_4\text{OH}$ (без наполнителя)	Н/о шлиф. древесная пыль	Обр. шлиф. древесная шлиф. пыль
После вымачивания в воде в течение 24 ч,	1,11	0,96	1,40	1,41

Анализ результатов таблицы 2 позволяет сделать следующие выводы: при использовании рецептов клеев № 3 и № 4 прочность скалывания по клеевому слою выше контрольных (рецепты №1 и №2).

В полученной фанере определяли содержание свободного формальдегида методом WKI и лабораторным камерным методом. Полученные данные приведены в таблицах 3, 4.

Содержание свободного формальдегида в клее, определенное методом WKI

Содержание свободного формальдегида, мг/ 100 г плиты (WKI)	Рецепты клеев			
	Контроль 1 (без наполнителя)	Контроль 2 с добавлением NH <sub>4</sub> OH (без наполнителя)	Н/о шлифовальная древесная пыль	Обр. шлифовальная древесная пыль
	14,65	15,47	4,09	15,68

Таблица 4

Содержание свободного формальдегида в клее, определенное лабораторным камерным методом

Содержание свободного формальдегида ,мг/ 100 г	Рецепты клеев			
	1	2	3	4
	Контроль 1 (без наполнит.)	Контроль 2 с добавлением NH <sub>4</sub> OH (без наполнит.)	Н/о шлифовальная древесная пыль	Обр. шлифовальная древесная пыль
14,36	14,12	4,02	2,86	

Данные приведенные в таблице 3 свидетельствуют о том, что более экологичная продукция получена с использованием клея с необработанной шлифовальной древесной пылью. Фанера склеенная с использованием в составе клея кислотообработанной шлифовальной пыли не показала ожидаемых результатов. Это связано с тем, что у метода WKI есть ряд недостатков:

Во-первых, условия выдерживания образца (повышенная температура и влажность в процессе определения) далеки от реальных условий его эксплуатации.

Во-вторых, малые размеры изделий приводят к возникновению риска существенной неоднородности результатов.

Кроме того, метод имеет низкую воспроизводимость результатов и их относительно слабую корреляцию с камерным методом.

Поэтому определили содержание свободного формальдегида в фанере неразрушающим лабораторным камерным методом.

По результатам исследования лабораторным камерным методом видно, что образцы под номером 1 и 2 соответствуют классу эмиссии формальдегида E2 (т.е. содержание формальдегида на 100 г плиты от 8 до 30 мг), а образцы под номерами 3 и 4 соответствуют классу E1 (т.е. содержание формальдегида на 100 г плиты не более 8 мг). Наиболее экологически чистая продукция получена при использовании в составе клея шлифовальной древесной муки обработанной ортофосфорной кислотой.

В результате проделанной работы можно сделать следующие выводы: Шлифовальная древесная пыль, как необработанная, так и кислотообработанная, могут использоваться в качестве наполнителя карбамидоформальдегидных клеев на предприятиях для производства фанеры, т. к. показатели прочности клеевого шва превышает значение ГОСТ. Также определили, что обработанная шлифовальная древесная пыль дает более лучшие данные по эмиссии формальдегида чем необработанная (в 1,5 раза). Что свидетельствует о том, что при кислотной обработке увеличивается адсорбционная способность данного вида наполнителя.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2504567 МПК (51) C09J161/00. Клеевая композиция для изготовления клеевых слоистых материалов / В.С. Мурзин, О.В. Лавлинская, Е.В. Кантиева, Л.В. Пономаренко, Т.Л. Ищенко. – № 2012144864/05; заявл. 22.10.12012; опубл. 20.01.2014.
2. Пат. RU № 2264426 C1 МПК7 C 09 J 161/00. Клеевая композиция для изготовления клеевых слоистых материалов и способ получения для нее наполнителя / О.В. Лавлинская, Л.И. Бельчинская, В.С. Мурзин, И.А. Пятков, А.А. Филонов, О. А. Ткачева. – № 2004107906/04; заявл. 17.03.04; опубл. 20.11.05.

УДК 674.816.3

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ НА МОДИФИЦИРОВАННОМ ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНОМ СВЯЗУЮЩЕМ

**А.В. Осетров**, аспирант, ФГБОУ ВПО «КГТУ», г. Кострома, РФ.

**С.А. Угрюмов**, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВПО «КГТУ», г. Кострома, РФ.

*ugr-s@yandex.ru*

*Представлены технологические особенности производства древесно-стружечных плит на основе фенолформальдегидной смолы, модифицированной фурфурол-ацетоновым мономером ФА.*

В настоящее время в производстве древесных плит, эксплуатируемых в переменных температурно-влажностных условиях, широко используются фенолформальдегидные олигомеры [1]. Однако фи-