

ПОВЫШЕНИЕ ВОДОСТОЙКОСТИ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТРЕХСЛОЙНЫХ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ НА ОСНОВЕ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ ПРИ ВВЕДЕНИИ НАНОРАЗМЕРНОГО ШУНГИТОВОГО НАПОЛНИТЕЛЯ В СВЯЗУЮЩЕЕ

Панов Н. Г. – аспирант
Петрозаводский государственный университет

В работе приводятся результаты исследований влияния наноразмерного шунгитового наполнителя, модифицирующего связующее на основе карбаминоформальдегидной смолы и результаты испытаний трехслойных древесностружечных плит на основе карбаминоформальдегидной смолы, на водостойкость (разбухание и водопоглощение) и физико-механические свойства.

Введение

Важным элементом экономики Карелии является производство древесно-стружечных плит (ДСтП). На заводе ОАО «Карелия ДСП» производят трехслойные древесностружечные плиты с использованием карбаминоформальдегидной смолы в качестве связующего. Эти плиты применяются как облицовочный материал в мебельном производстве и для строительных работ. Такие плиты имеют свои преимущества и недостатки. К преимуществам можно отнести высокую прочность и жесткость, легкую механическую обработку. Недостатком является высокая насыщаемость водой и слабая огнеупорность [1].

При эксплуатации ДСтП в условиях, связанных с повышенной влажностью, водостойкость влияет на физико-механические свойства плит. При разбухании прочность ДСтП снижается, что может вести к разрушению конструкций [1]. Вследствие этого возникает потребность модернизации ДСтП для достижения высоких значений водостойкости плит, а именно - потребность модифицирования структуры связующего ДСтП, состоящего из карбаминоформальдегидной смолы и хлорида аммония, на уровне, соизмеримым с наноразмерным.

Наноматериалы и нанотехнологии находят все большее применение во многих отраслях промышленности, сельского хозяйства, медицины, биологии. Примером могут служить разработки по использованию ультрадисперсных алмазов детонационного синтеза в качестве наполнителя ремонтно-восстановительных составов, которые были

проведены в лаборатории физики кластерных структур ФТИ им. А.Ф.Иоффе [2]. Эти разработки применяются как при эксплуатации техники, так и при металлообработке, где наноструктурированные материалы качественно меняют свойства исследуемых объектов. Однако, наноразмерные наполнители пока не применяются в производстве древесных плит, несмотря на их большое разнообразие и актуальную необходимость повышения потребительских свойств ДСтП, таких как водостойкость и физико-механическая прочность [3,4]. Кроме того, научных исследований в указанной области крайне мало.

Ранее было показано, что в процессе полимеризации карбаминоформальдегидной смолы с наноструктурированным шунгитом образуется пленка, которая повышает физико-механические свойства материала [5]. Это достигается методом модифицирования связующего на основе карбаминоформальдегидной смолы путем введения наноразмерного шунгитового наполнителя (НШН) [6,7].

Высокоуглеродистые шунгитовые породы добывают на Зажогинском месторождении в Медвежьегорском районе Республики Карелия. Перед добавлением в связующее, шунгит был измельчен и обработан для выделения наноструктурных элементов и их стабилизации [8].

Целью данной работы является повышение водостойкости трехслойных древесностружечных плит на основе карбаминоформальдегидного связующего путем введения НШН, а также оценка влияния наполнителя на физико-механические свойства ДСтП.

Экспериментальная часть.

Объекты и методы

Образцы трехслойных плит для испытаний изготовлены в лаборатории кафедры технологий древесных композиционных материалов Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии по общепринятой для лабораторных условий технологии, с соблюдением процесса производства ДСтП, применяемого на ОАО «Карелия ДСП» [9].

Применяемая осиновая стружка из цеха плит ОАО «Карелия-ДСП» с пористостью 80% и плотностью 309 кг/м³. Толщина стружки - 0,60...0,73 мм

Связующее готовили на основе следующих компонентов:

- карбамидоформальдегидная смола (КФС) марки КФ-МТ-15 производства ОАО «Карелия-ДСП» концентрацией 67,3%;
- хлорид аммония в виде водного раствора концентрацией 20%.

Для модифицирования ДСтП в связующее вводили НШН в виде порошка с размером частиц ~ 100 нм и удельной поверхностью 120 м²/г. НШН был предоставлен лабораторией физико-химических исследований нанокремниевых материалов Института геологии КарНЦ РАН.

Исследовали время желатинизации связующего при 100 °С. Испытания проводили по ГОСТ 14231-88 [10]. Содержание абсолютно сухого отвердителя хлорида аммония от массы абсолютно сухой КФС – 1,65%, как это принято для внутреннего слоя ДСтП в цехе плит ОАО «Карелия-ДСП». Содержание НШН в связующем изменяли от 0 до 20 мас. %. Результаты анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Время желатинизации КФС с различным содержанием НШН

Содержание НШН, мас. %	0	5	10	15	20
тжел, с	44,2	42,9	41,2	42,5	42,0

Оптимальная скорость отверждения связующего с содержанием НШН наблюдается при концентрации 10%. Также затвердевшее связующее при концентрации 10% имело более высокие прочностные свойства, чем при остальных концентрациях. Поэтому было принято решение для производства лабораторных трехслойных древесностружечных плит на основе карбамидоформальдегидной смолы использовать НШН в размере 10 % от массы КФС.

Прессование

Изготовили трехслойные древесностружечные плиты толщиной 15,5 мм, размером 400×400 мм. Влажность стружки наружных и внутреннего слоев составляла 2,1%. Плиты изготавливали по режимам, принятым в цехе ДСП ОАО «Карелия-ДСП». Горячее прессование ДСтП проводили при температуре 210°С, давлении 2,5 МПа, удельном времени 11 с/мм толщины готовой плиты. Всего изготовили 4 плиты: 2 ДСтП на КФС (контроль) и 2 ДСтП, связующее которых содержало 10% НШН. После горячего прессования плиты выдерживали

при комнатных условиях в течение 1 суток и раскаивали на образцы.

Определяемые свойства

Определили условную вязкость приготовленных связующих по вискозиметру ВЗ-246 с соплом диаметром 4 мм. Испытания проводили по ГОСТ 14231-88 [10]. Условная вязкость КФС концентрацией 55% составила 22,5 с, вязкость смолы концентрацией 55%, содержащей 10% абсолютно сухого НШН от массы абсолютно сухой КФС, - 18,5 с.

Результаты эксперимента обрабатывались с использованием известных методов математической статистики, путем оценки математических ожиданий и дисперсий конкретных показателей свойств ДСтП:

1. Водостойкость;
2. Прочность при растяжении;
3. Прочность при статическом изгибе.

Проведенные испытания, соответствуют ГОСТ 14231-88 [10], ГОСТ 10634-88 [11], ГОСТ 10635-88 [12], ГОСТ 10636-88 [13].

Нанесение связующих на стружку наружных и внутренних слоев проводили в лабораторном барабанном смесителе. Пакеты для плит формировали вручную.

Результаты и обсуждения

В связи с гетерогенной структурой и неоднородностью плотности трехслойных ДСтП, полученные результаты сравнительных показателей водостойкости и прочности плит были пересчитаны к одной плотности 680 кг/м³ по известным методикам [14].

Приведенные оценки средних значений показателей опытных ДСтП представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-механические показатели опытных ДСтП, приведенные к плотности образцов 680 кг/м³

№ п/п	Содержание НШН, мас. %	σ _{изг} , МПа	σ _⊥ , МПа	ΔS, %	ΔM, %
1	0	18,6	0,17	51,6	139
2	10	22,0	0,19	52,7	111

ΔS – разбухание, %

ΔM – водопоглощение, %

Из результатов таблицы видно, что при введении НШН в карбамидоформальдегидную смолу, наблюдается увеличение водостойкости ДСтП на 20 %. Это связано с конденсированием водной дисперсии шунгитового нанокремниевых, сопровождающейся агрегацией наночастиц и образованием, при процессе полимеризации, нанокремниевой сетки в

ПОВЫШЕНИЕ ВОДОСТОЙКОСТИ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТРЕХСЛОЙНЫХ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ НА ОСНОВЕ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ ПРИ ВВЕДЕНИИ НАНОРАЗМЕРНОГО ШУНГИТОВОГО НАПОЛНИТЕЛЯ В СВЯЗУЮЩЕЕ

связующем ДСтП на поверхности плиты. Углеродные фрагменты высвобождаются в водной дисперсии и определяют устойчивость наночастиц в воде и их взаимодействие с водой [15]. Также из результатов таблицы видно, что образованная пленка НШН улучшает физико-механические свойства ДСтП. По сравнению с контролем прочность при статическом изгибе увеличилась на 18%, а прочность при растяжении перпендикулярно пласти плиты была увеличена на 12%. Это улучшение связано с упрочнением химических связей КФС с пленкой НШН, благодаря чему поверхность становится более прочной.

Для видимого экономического эффекта и плановой коммерциализации данного проекта на ОАО «Карелия ДСП» необходимо провести еще ряд испытаний с контрольными концентрациями НШН в связующее экспериментальных однослойных ДСтП, что требует средств. Эффект добавки виден уже на начальных стадиях эксперимента, что доказывают результаты. Данная разработка позволит улучшить качество ДСтП, увеличив себестоимость продукции на величину, соизмеримую с ценой водостойких плит. Цена реализации по первоначальным подсчетам будет составлять 160 рублей за м², что на 30 рублей больше, чем существующая рыночная цена.

Выводы

1. Водопоглощение ДСтП при введении в связующее 10 мас.% НШН снижается на 20%; разбухание плит по толщине за 24 часа находится на уровне контроля.

2. Физико-механические показатели плит, содержащих в связующем НШН, улучшаются по сравнению с контролем по прочности при статическом изгибе на 18%, прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты на 12%.

3. Использование НШН для модифицирования КФС не обнаруживает каких-либо технологических отклонений при изготовлении ДСтП на лабораторной установке: время желатинизации и условная вязкость КФС несколько снижаются при введении в нее НШН; сохраняется жизнеспособность рабочего раствора модифицированной смолы; горячее прессование плит на связующем с НШН допускает использование стандартного режима.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Леонович А.А. Физико-механические основы образования древесных плит. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2003 – 192с.

2. Тополянский П.А. Ермаков С.А. Соснин Н.А. Нанесение алмазоподобного нанопокрyтия на инструмент из быстрорежyщей стали // Ресyсберегающие технологии ремонта, восстановления и упрочнения деталей машин, механизмов, оборудования, инструмента и технологической оснастки от нано- до макроуровня. Материалы 11-й международной научно-практической конференции. СПб. Политехнический институт, 2009 С. 227-236.

3. Панов Н.Г. Повышение прочностных свойств древесных материалов на основе применения нанотехнологии // Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева. Химия древесины. СПб: СПбГЛА. С., 2010 С. 173-176 .

4. Панов Н.Г. Нанотехнологии и их перспективы в машиностроении: тез. докл. 61 научная студенческая конференция - Петрозаводск.: ПетрГУ, 2009. – С. 82-83.

5. Рожкова Н.Н. Наноуглерод шунгитов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2011. 100с.

6. Рожкова Н.Н. Влияние модифицирования шунгитового наполнителя с помощью поверхностно-активных веществ и его влияние на физико-механические и проводящие свойства полимерных композиционных материалов. Автореф. Дис.к.т.н., С.-Петербург, 1992, 20 с.

7. B. Voigt, McQueen D. H., Pelis̆kova M., Rozhkova N. Electrical and Mechanical Properties of Melamine-Formaldehyde-Based Laminates With Shungite Filler//Polymer. Composite, 2005, 26(4).P.552–562.

8. Рожкова Н.Н. Технологии для многоуровневой активации наноуглерода шунгитовых пород // Геодинамика, магматизм, седиментогенез и мигрирование Северо-Запада России. Петрозаводск: Институт геологии КарНЦ РАН, 2007. С. 335-339.

9. Леонович А.А. Новые древесноплитные материалы. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2008 – 160с.

10. ГОСТ 14231-88. Смолы карбамидоформальдегидные. Технические условия. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 1998. - 15 с.

11. ГОСТ 10634-88. Плиты древесностружечные. Методы определения физических свойств. – М.: Комитет стандартизации и метрологии, 1988. -5 с.

12. ГОСТ 10635-88. Плиты древесностружечные. Методы определения предела прочности и модуля упругости при изгибе. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 4 с.

13. ГОСТ 10636-88. Плиты древесностружечные. Методы определения предела прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты. - М.: Изд-во стандартов, 1990. - 6 с

14. Шварцман Г.М., Щедро Д.А. Производство древесностружечных плит. – М.: Лесн. пром-сть, 1987. – 320 с.

15. Рожкова Н.Н. Роль непланарных графеновых частиц в формировании нанокластеров шунгитового углерода.// Сб. докладов конференции посвященной 50-летию института геологии КарНЦ РАН «Геология Карелии от архея до наших дней». 2011. С. 180-187.