

Е. В. Дубоделова, мл. науч. сотрудник; Д. В. Куземкин, доцент; Т. В. Соловьева, профессор

### ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ, ПОЛУЧАЕМЫХ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД

The present researches are directed on studying of influence of separate soft hardwood and their mixes on physicomechanical indicators of received wood-fiber plates. Properties of the basic component of a composition of the plates, defining quality of finished goods – a defibrators wood pulp are investigated. Experiments are spent with the cores forest formative soft hardwood of Byelorussia – a birch, an aspen, an alder black. It is established, that use of this wood in an initial condition at reception of wood-fiber plates is technically inexpedient, that is connected with their low durability. Chemical processing wood щепы before defibrators milling a carbamide and lye from magnesium-bisulfitnoj of cooking of cellulose with expenses of 3% to a. d. s., allows to raise technical properties of a wood pulp and, hence, and durability of plates on size to 30%. Results of industrial tests have confirmed laboratory researches and have shown, that use of such reception in technology of wood-fiber plates allows to receive plates from wood of deciduous breeds demanded by the quality standard.

**Введение.** Древесноволокнистые плиты (ДВП) – это листовой древесный материал, который высоко котируется на мировом рынке. В связи со значительным повышением цен на энергоресурсы стоимость ДВП, выпускаемых в Республике Беларусь, возросла. Поэтому отечественные производители ДВП вынуждены искать пути ее снижения в целях обеспечения конкурентоспособности продукции и сохранения рынков сбыта. Одним из способов решения этой проблемы является использование в производстве ДВП более дешевого сырья и материалов. Основным компонентом этой статьи расходов является древесина. Традиционно в производстве ДВП применяют смесь хвойных и мягколиственных пород древесины в различных соотношениях. Древесина хвойных пород является дорогостоящим и дефицитным сырьем, широко используемым в деревообрабатывающей промышленности республики. Поэтому ресурсы данной древесины имеют тенденцию к сокращению. Древесина лиственных пород более чем на 30% дешевле хвойной, она широко произрастает на территории Беларуси и сравнительно мало используется в деревообработке и других отраслях промышленного производства. Это предопределило необходимость проведения работ в направлении замены в технологии древесноволокнистых плит дорогостоящей и дефицитной древесины хвойных пород на более дешевое и малочисленное мягколиственное древесное сырье.

Известно, что качество ДВП определяется свойствами получаемой на дефибраторных установках из щепы древесной массы [1]. Из опыта работы предприятий известно, что древесная масса характеризуется нестабильным качеством. Это можно объяснить тем, что в технологии плит не предусмотрено нормирование доли лиственной и хвойной древесины в смеси, не учитывается влияние древесины отдельных пород на качество получаемой древесной массы и плит на ее основе. В то же время, судя по литературным данным, структура, морфология и размеры анатомических элементов существенно различаются не только у хвойной и лиственной древесины, но и в пределах отдельных пород [2, 3]. Поэтому нами были проведены настоящие исследования.

**Основная часть.** При проведении экспериментов исследовали влияние породного состава щепы на свойства получаемой на дефибраторной установке древесной массы. При этом использовали следующие соотношения в смеси щепы из хвойной и лиственной древесины: 100 : 0, 50 : 50, 70 : 30, 80 : 20, 0 : 100 соответственно. При составлении композиций щепы для получения дефибраторной древесной массы использовали лесообразующие породы Беларуси – сосну [*Pinus silvestris* L.], березу [*Betula verrucosa* Ehrh.], ель [*Picea abies* Karst], ольху [*Alnus glutinosa* (L) Gaertn] и осину [*Populus tremulae* L.] [4, 5]. Массовая доля каждой из древесных пород в исследуемых композициях представлена в табл. 1.

Таблица 1

Композиции щепы для изготовления древесноволокнистых плит

Соотношение массы хвойной древесины и лиственной, %	Содержание отдельных пород в композиции, %				
	Сосна	Береза	Ель	Ольха	Осина
100 : 0	70	–	30	–	–
50 : 50	30	20	20	15	15
30 : 70	18	30	12	20	20
20 : 80	12	40	8	30	10
0 : 100	–	40	–	30	30

При их составлении учитывали степень распространенности каждой из пород на территории Республики Беларусь. Затем в лабораторных условиях кафедры химической переработки древесины (ХПД) БГТУ получали древесную массу, имитируя промышленный процесс ее размол на дефибраторной установке. Первоначально щепу пропаривали на масляной бане при температуре 190°C с трехминутной выдержкой, в дальнейшем проводили ее размол на центробежном размалывающем аппарате при частоте вращения ротора 150 мин<sup>-1</sup> в течение 15 мин. Все образцы древесной массы получали в равных условиях. Полученную массу анализировали по показателям качества, таким как: степень помола, фракционный состав; дополнительно определяли и удельную поверхность, среднюю длину ее волокнистых элементов [1, с. 2–4]. Полученные данные приведены в табл. 2.

Анализируя данные, представленные в табл. 2, в целом видно, что дефибраторная древесная масса обладает высокой способностью к обезвоживанию, на что указывает ее низкая степень помола – 8–14°ШР; масса содержит преимущественно длинные волокнистые элементы с небольшой удельной поверхностью, определяемые содержанием грубой фракции. В то же время показатели, характеризующие древесную массу, полученную из хвойной и лиственной древесины, значительно различаются. При увеличении содержания в композиции древесины лиственных пород наблюдается уменьшение доли грубой фракции с 79,3% (соотношение 50 : 50) до 55,0% (соотношение 100 : 0) за счет повышения доли средней и мелкой фракций. Закономерно наблюдается тен-

денция к снижению средней длины волокнистых элементов и повышению их удельной поверхности. Грубая фракция, полученная только из хвойной древесины, имеет самую большую усредненную длину волокнистых элементов в массе – 2830 мкм и наименьшую удельную поверхность – 820 см<sup>2</sup>/г. Для волокнистых элементов лиственной древесины наблюдается обратная зависимость – их усредненная длина намного ниже и составляет 1318 мкм, а удельная поверхность больше – 1420 см<sup>2</sup>/г. Такое распределение показателей массы отразилось и на способности массы отдавать воду при отливе, о чем свидетельствуют числовые значения степени ее помола. Степень помола массы из хвойной древесины составила только 8°ШР, а из лиственной – 14°ШР.

Из полученных образцов дефибраторной древесной массы были изготовлены ДВП толщиной 3,2 мм. При этом дозировка фенолоформальдегидной смолы марки СФЖ-3014 составила 1,0% к а. с. в., гачевой эмульсии – 0,5% к а. с. в. Кроме вышеназванных соотношений древесных пород к исследованиям привлекли и монокомпозиции щепы из древесины березы, ольхи и осины. Полученная при этом в равных условиях дефибраторная древесная масса из древесины отдельных пород различалась по степени помола. Величина этого показателя при использовании березовой древесины в массе составила 12°ШР, осиновой – 15°ШР, ольховой – 14°ШР. Из данных табл. 1 и 2 можно заключить, что добавки осиновой и ольховой древесины повышают степень помола получаемой массы, снижают среднюю длину и удельную поверхность ее волокнистых элементов.

Таблица 2

**Характеристика дефибраторной древесной массы, полученной из щепы смешанного породного состава**

Соотношение массы хвойной древесины и лиственной, %	Фракция, содержание, %	Средняя длина волокнистых элементов, мкм	Удельная поверхность волокнистых элементов всех фракций, см <sup>2</sup> /г	Степень помола усредненной массы, °ШР
100 : 0	Грубая – 89,5 Средняя – 3,3 Мелкая – 7,2	2830 930 641	820	8
50 : 50	Грубая – 79,3 Средняя – 15,4 Мелкая – 5,3	2000 896 632	980	9
30 : 70	Грубая – 73,1 Средняя – 19,2 Мелкая – 7,7	1440 849 651	1118	11
20 : 80	Грубая – 64,1 Средняя – 24,3 Мелкая – 11,6	1450 772 588	1385	12
0 : 100	Грубая – 55,0 Средняя – 20,0 Мелкая – 25,0	1318 724 507	1420	14

Отмеченные выше различия в представленных показателях дефибраторной древесной массы не могли не отразиться на физико-механических показателях древесноволокнистых плит. Результаты испытаний плит, выполненные в соответствии с требованиями ГОСТ 19592, включены в табл. 3. Из табл. 3 видно, что использование лиственной древесины в композиции плит приводит к снижению их физико-механических показателей. Увеличение доли лиственной древесины на каждые 10% приводит к снижению предела прочности при изгибе в среднем на 4–7%. Показатель разбухания плит по толщине незначительно ухудшается. Наиболее прочные образцы древесноволокнистых плит получены при использовании березовой массы. Предел прочности при их изгибе составил 38,2 МПа – такие значения этого показателя были получены при использовании в композиции 20% хвойной древесины. Образцы плит из осиновой и ольховой массы сравнимы по прочности, однако они значительно уступают образцам из березовой массы. Следует заметить, что прочностные показатели плит, полученные при использовании дефибраторной древесной массы, содержащей в своем составе смесь лиственных волокон разных пород и отдельные породы, отличаются по величине незначительно. Тем не менее прочность плиты, полученной из смеси лиственной древесины, составляет 34,0 МПа, тогда как у плиты из березовой массы этот показатель равен 38,2 МПа. Требуемые ГОСТ 4598 для плит марки Т группы А значения показателей качества достигаются при 80%-ном содержании лиственной древесины в композиции щепы. Близка этим требованиям и монокомпозиция щепы из древесины березы.

Проведенный эксперимент показал принципиальную возможность замены в производстве ДВП хвойной древесины мягколиственными породами. Однако получаемые из древесины лиственных пород древесноволокнистые плиты обладают невысокими физико-механическими свойствами. Это не позволяет в полной мере использовать ее в композиции плит без добавок щепы из хвойных пород. Представленные далее результаты исследований показали, что этого можно достичь, применяя дополнительную химическую обработку перед размолотом на дефибраторной установке.

Проведенные ранее на кафедре химической переработки древесины исследования показали, что химическое воздействие на древесину в процессе пропаривания является простым и эффективным способом повышения физико-механических свойств древесноволокнистых плит. Это приводит к активированию компонентов древесины, образованию новых функциональных групп, усиливающих адгезионные свойства древесной массы и, как следствие, к

повышению качества плит [6, 7] Для активирования древесины в составе наших исследований было использовано два химических реагента: карбамид и щелок от магнийбисульфитной варки целлюлозы. Карбамид является высокорекреационноспособным по отношению к древесине химическим реагентом. Это малотоксичное, дешевое, доступное и легко используемое в технологии соединение. Щелок от промышленной варки магнийбисульфитной целлюлозы ОАО «Светлогорский ЦКК» содержит в своем составе реакционноспособные олигомеры лигносульфонатов магния, углеводов, а также органические кислоты, которые могут участвовать в реакциях конденсации с компонентами древесины и упрочнять за счет этого получаемые плиты. В настоящее время он имеет ограниченное применение: сжигается с целью регенерации магниевого основания, в неизменном виде используется в качестве товарного продукта, применяемого для ускорения твердения цементов, бетонов и строительных растворов.

При проведении дальнейших экспериментов древесную щепу из отдельных пород древесины (березы, осины и ольхи) обрабатывали перед пропариванием карбамидом и щелоком с расходами 3% к а. с. в., принятыми как оптимальные в проведенных ранее на кафедре ХПД исследованиях. При этом параметры пропаривания и размола предварительно обработанной реагентом щепы не изменяли. Из полученной древесной массы изготавливали ДВП. В результате реализации эксперимента были получены данные, представленные в табл. 4 и 5.

Из табл. 4 видно, что у образцов плит, изготовленных из обработанной химическими реагентами древесины лиственных пород, наблюдается прирост прочности до 30% в сравнении с аналогичными образцами, полученными из массы без обработки (табл. 3). При этом наилучшие результаты по прочности были получены при обработке карбамидом осиновой и березовой древесины, при обработке щелоком – ольховой древесины. Полученные результаты можно объяснить тем, что основные характеристики дефибраторной древесной массы, полученной из древесины лиственных пород, изменились в позитивную сторону: увеличилась степень помола массы, возросла удельная поверхность ее волокон, их длина и гибкость (табл. 5). Необходимо отметить, что если при использовании карбамида происходило некоторое ухудшение показателя разбухания (в среднем на 7%), то щелок таких негативных изменений не вызывал. В целом обработка лиственной древесины в процессе дефибраторного размола как карбамидом, так и щелоком позволяет получать плиты марки Т группы А (ГОСТ 4598) без добавок хвойной древесины.

Таблица 3

**Физико-механические показатели образцов ДВП**

Соотношение массы хвойной древесины и лиственной, %	Предел прочности при изгибе, МПа	Разбухание по толщине за 24 ч, %	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
100 : 0	49,5	18,0	900
50 : 50	41,2	18,6	900
30 : 70	39,5	19,0	910
20 : 80	38,1	19,7	900
0 : 100	34,0	21,5	880
100% древесины березы	38,2	19,9	900
100% древесины осины	33,7	21,9	890
100% древесины ольхи	32,9	20,0	880

Таблица 4

**Физико-механические показатели ДВП, изготовленных из химически обработанной древесины лиственных пород**

Порода древесины	Предел прочности при изгибе, МПа	Разбухание по толщине за 24 ч, %	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
При обработке древесины карбамидом			
Береза	41,5	19,0	850
Осина	39,1	20,0	870
Ольха	38,0	18,7	860
При обработке древесины щелоком от магний-бисульфитной варки целлюлозы			
Береза	39,8	18,2	850
Осина	38,5	19,0	840
Ольха	39,1	17,9	860

Таблица 5

**Характеристика химически обработанной дефибраторной древесной массы из древесины лиственных пород**

Показатель	Дефибраторная древесная масса, полученная из древесины*		
	березы	осины	ольхи
Степень помола массы, °ШР	$\frac{12}{14}$	$\frac{15}{19}$	$\frac{14}{17}$
Характеристика волокнистых элементов:			
Средняя длина, мкм	$\frac{920}{1513}$	$\frac{725}{1110}$	$\frac{704}{796}$
Удельная поверхность в 1 г массы, см <sup>2</sup> /г	$\frac{1242}{1451}$	$\frac{1321}{1501}$	$\frac{1205}{1454}$
Условная гибкость	$\frac{160}{196}$	$\frac{125}{174}$	$\frac{77}{131}$

\* В числителе – значения показателя для дефибраторной древесной массы, полученной без обработки химикатами, в знаменателе – с обработкой карбамидом.

Опытно-промышленные испытания древесины лиственных пород, обработанной химическими реагентами перед дефибраторным размолотом, были проведены на двух предприятиях Республики Беларусь, вырабатывающих древесноволокнистые плиты. При проведении ис-

пытаний в условиях работы цеха ДВП ОАО «Борисовдрев» в качестве активатора лиственной древесины использовали карбамид, в условиях работы ОАО «Витебскдрев» – щелок от магний-бисульфитной варки целлюлозы. Испытания с использованием и карбамида, и

щелока подтвердили результаты, полученные в лаборатории: прочность изготавливаемых из древесины лиственных пород плит возрастает по сравнению с достигаемой при работе по принятой технологии. При этом появляется возможность получения плит без добавок хвойной древесины в композицию. Все плиты, изготовленные в период проведения опытно-промышленных испытаний, соответствовали требованиям ГОСТ 4598 на группу А.

**Заключение.** Проведенные исследования показали возможность полной замены в производстве древесноволокнистых плит дорогостоящей и дефицитной древесины хвойных пород на дешевые и малоценные мягколиственные породы. Это достигается за счет применения на стадии дефибраторного размола древесной щепы химических реагентов отечественного производства, отличающихся низкой стоимостью и высокой реакционной способностью по отношению к древесине, вводимых в композицию плит в сравнительно небольших количествах (3% к а. с. в.) – карбамида и щелока от магний-бисульфитной варки целлюлозы.

#### Литература

1. Липцев, Н. В. Размол древесноволокнистой массы высокой концентрации / Н. В. Липцев, Р. С. Михайлов, Г. Г. Цецилин. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1981. – Вып. 4. – 24 с. (Об-

зорная информация / Всесоюз. науч.-исслед. и проект. ин-т экономики, организации управления пр-вом и информации по лесной, целл.-бум. и деревообр. пром-сти).

2. Уголев, Б. Н. Древесиноведение коммерческих пород / Б. Н. Уголев, Я. Н. Станко. – М.: МГУЛеса, 1997. – 94 с.

3. Азаров, В. И. Химия древесины и синтетических полимеров / В. И. Азаров, А. В. Буров, А. В. Оболенская. – СПб.: СПбЛТА, 1999. – 628 с.

4. Крук, Н. К. Динамика лесных ресурсов Республики Беларусь / Н. К. Крук // Рациональное использование и воспроизводство лесных ресурсов в системе устойчивого развития: материалы междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 5–7 сент. 2007 г. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2007. – С. 7–13.

5. Охрана окружающей среды в Беларуси: статистический сборник / под ред. В. С. Мележа и [др.]. – Минск: М-во статистики и анализа Респ. Беларусь, 2007. – 206 с.

6. Кац, Л. И. Технологические основы получения плит МДФ мокрым способом: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.03 / Л. И. Кац. – Минск, 2000. – 125 с.

7. Куземкин, Д. В. Разработка технологии волокнистого полуфабриката на основе дефибраторной массы для использования в композиции бумаги и картона: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.03 / Д. В. Куземкин. – Минск, 2004. – 152 с.