

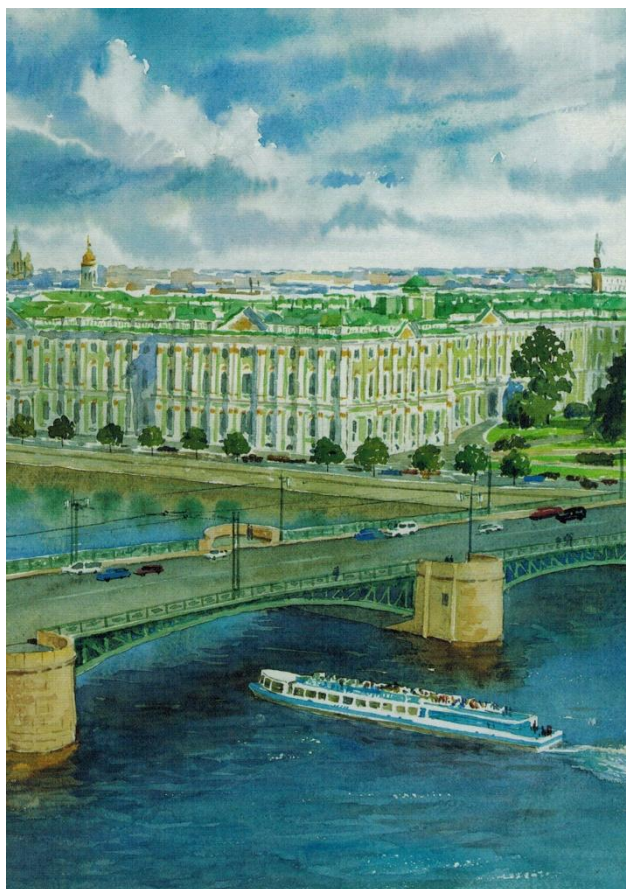
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени С.М. Кирова**

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ ДРЕВЕСНЫХ И
ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

ДРЕВЕСНЫЕ ПЛИТЫ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

22-я Международная
научно-практическая конференция
20-21 марта 2019 г.



Санкт-Петербург
2019

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени С.М. Кирова

Кафедра технологии древесных и целлюлозных композиционных материалов



22-я Международная
научно-практическая конференция
20-21 марта 2019 г.



Санкт-Петербург
2019

Программный комитет

Председатель – профессор **Беленький Ю.И.**, ректор СПбГЛТУ им. С.М. Кирова.

Со-председатель – профессор **Леонович А.А.**, заведующий кафедрой технологии древесных композиционных материалов и инженерной химии.

Члены комитета: **Гедьо В.М.** – проректор по научной работе; **Васильев А.В.** – директор института химической переработки биомассы дерева и техносферной безопасности; **Багаев А.А.** – доцент кафедры технологии древесных и целлюлозных композиционных материалов; **Шалашов А.П.** – генеральный директор ЗАО «Научно-исследовательский институт ВНИИДРЕВ».

Организационный комитет

Председатель – **Шайтарова О.Е.**, начальник отдела конгрессной деятельности.

Члены комитета: **Бичева Л.П.** – заведующая лабораторией кафедры технологии древесных и целлюлозных композиционных материалов; **Васильев В.В.** – ведущий инженер кафедры технологии древесных и целлюлозных композиционных материалов; **Иванов Д.В.** – специалист по учебно-методической работе кафедры технологии древесных и целлюлозных композиционных материалов; **Калугина А.В.** – специалист отдела конгрессной деятельности.

Ответственный редактор

Заслуженный деятель науки РФ, Заслуженный работник высшей школы РФ, лауреат премии Правительства Санкт-Петербурга, доктор технических наук, профессор **Леонович А.А.**

Редакционный совет

Леонович А.А. – заведующий кафедрой технологии древесных и целлюлозных композиционных материалов СПбГЛТУ им. С.М. Кирова (Россия); **Чубинский А.Н.** – заведующий кафедрой технологии материалов, конструкций и сооружений из древесины, СПбГЛТУ им. С.М. Кирова (Россия); **Иванов Д.В.** – специалист по учебно-методической работе кафедры технологии древесных и целлюлозных композиционных материалов, СПбГЛТУ им. С.М. Кирова (Россия).

Древесные плиты: теория и практика / Под. ред. А.А. Леоновича: 22-я Междунар. науч.-практ. конф., 20-21 марта 2019 г. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2019. – 141 с.

Рассматриваются вопросы развития технологии древесных плит и синтеза связующих. Особое внимание уделяется снижению токсичности и уровню качества продукции. Анализируется сырьевая база и включение побочных продуктов и отходов смежных производств в рецептуру плит. Приводятся сведения о методах модифицирования плит в связи с новыми перспективными областями их использования.

Предисловие

Международная научно-практическая конференция зародилась в виде научного семинара в конце 90-х годов и вскоре вышла за пределы кафедры и страны. В условиях резкого падения производства древесных плит, существенного ограничения научно-технической информации, оттока специалистов остро ощущалась необходимость обмена мнениями, получения сведений о креативных разработках. Интерес к конференции проявили не только работники отечественных предприятий, но и зарубежные специалисты.

С начала XXI века конференция приняла регулярный характер, проводилась во второй половине марта каждого нечётного года на площадке Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, и на площадке ВНИИДрева в г. Обнинске по чётным годам. Материалы конференции заранее публикуются в виде сборника с изложением интересных технических решений, новой научной информации. Сведения относительно авторов и организаций позволят заинтересованным лицам выйти на контакт для творческого сотрудничества. Авторы предлагают свои разработки и свою научно-техническую литературу.

Научная ценность сборника состоит в публикации теоретических аспектов, процессов и явлений образования плит и модифицирования древесноплитного производства. Практическая ценность связана с обменом опытом по конкретным техническим вопросам. Обсуждение докладов и публичная дискуссия по актуальным темам позволяет дать коллективную оценку. Частные беседы оказываются полезны в каждом данном конкретном случае. Оргкомитет примет все доступные ему меры, чтобы конференция оказалась полезной и интересной.

Председатель программного комитета, профессор Беленький Ю.И.

Состояние и перспективы развития производства древесных плит в России

А.П. Шалашов

ЗАО «Научно-исследовательский институт ВНИИДРЕВ»

Приведены данные о состоянии и прогнозе развития производства древесных плит в России. Приведены данные о строительстве новых предприятий по производству древесных плит.

Ключевые слова: производство древесных плит, стратегия развития лесного комплекса, древесностружечные плиты, древесноволокнистые плиты, фанера.

Производство древесных плит в России в последние годы развивается опережающими темпами. Согласно данным Росстата, приведенным в табл. 1, производство древесностружечных плит (ДСП) вместе с плитами древесными с ориентированной стружкой (OSB от англ. *oriented strand board*) в 2018 году выросло по сравнению с 2017 годом на 16,5 % и составило 9746 тыс. м³, а производство древесноволокнистых плит (ДВП) выросло на 8,6 % и составило 649,3 млн. м². Производство фанеры выросло на 6,9 % и составило 4018,5 тыс.м³.

Таблица 1 – Производство древесноплитных материалов в России (данные Росстата)

Продукция	Един. изм.	Объёмы по годам				
		2015	2016	2017	2018	% к 2017
ДСП и OSB	тыс.м ³	7209	7270	83698	9746	116,5
ДВП	млн.м ²	502,2	553,8	597,9	649,3	108,6
Фанера	тыс.м ³	3648,7	3759,3	3758,8	4018,5	106,9

Распоряжением Правительства РФ от 20.09.2018 г. № 1989-р утверждена Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года, которая определяет цели и задачи, способы их достижения, приоритеты, этапы реализации государственной политики в области развития лесного комплекса России. «Стратегия» направлена на повышение долгосрочной конкурентоспособности лесной промышленности, увеличение вклада лесного комплекса в социально-экономическое развитие страны, эффективное использование, охрану, защиту и воспроизводство лесов за счёт достижения устойчивого лесопользования. Основные направления «Стратегии» – развитие ориентированного на экспорт производства целлюлозы, рост выпуска тарного картона и санитарно-гигиенических изделий для внутреннего рынка, развитие ориентированного в равной степени на внутренний рынок и на экспорт производства пиломатериалов, фанерно-плитных производств, мебели, деревянного домостроения. Прогноз производства и экспорта древесных плит, в том числе древесноволокнистых плит средней плотности (MDF от англ. *medium density fiberboard*) и высокой плотности (HDF от англ. *high density fiberboard*) приведен в табл. 2.

Таблица 2 – Производство и экспорт древесных плит России в 2016 и 2030 гг., тыс. м³

Продукция	2016	2030 (инерционный)	2030 (базовый)	2030 (стратегический)
Производство				
ДСП	6573	8161	9463	10101
ДВП	437	618	628	634
MDF / HDF	2595	4577	5617	6356
OSB	797	2644	3117	3490
Экспорт				
ДСП	1610	2460	3098	3736
ДВП	156	230	223	216
MDF / HDF	618	1267	2007	2746
OSB	68	939	1312	1685

Известные нам из средств массовой информации проекты строительства новых и реконструкции действующих производств приведены в табл. 3.

Таблица 3 – Проекты строительства заводов по производству древесностружечных плит

Мощность, тыс. м ³ . год	Предприятие, оборудование	Сроки реализации проектов
250	«Катюша» (Д), (Брянская область)	отложено финансирование
160	ПГ «Союз-Центр» (Калужская область) Линия с непрерывным прессом ф. «Зимпелькамп»	2018 г. освоение производства
600	Промышленная Группа «СВЕЗА» в Алапаевском районе Свердловской области на базе ОАО «Фанком»	отложено финансирование
120	ЗАО «Мариинский плитный комбинат» (ДСП) (Кемеровская обл.)	2020 г.
150	Завод ДСП в пос. Итатка Томской обл.	2018 г. отложено финансирование
300	ПК «МДФ» (Иркутская область, г. Саянск)	2022 г.
Итого: 1580		

Сравнивая суммарную мощность заявляемых к строительству заводов (1580 тыс. м³/год к 2020 г) и достигнутый объём производства ДСП в 2018 г., можно сказать, что заявленный стратегией объём производства 2030 г. в 10101 тыс. м³/год будет достигнут уже к 2022 году. Однако следует отметить, что из представленных проектов только один реализован в конце 2018 года (ПГ «СОЮЗ-Центр», г. Балабаново) и ещё один имеет реальные шансы к реализации («Катюша», Брянская область), так как имеется контракт с фирмой «Диффенбахер» на поставку оборудования. Остальные проекты отложены, в основном, из-за отсутствия приемлемых условий кредитования. Тем не менее, достижение обозначенного в стратегии объёма ежегодно производимой в России ДСП в объёме 10,1 млн. м³ вполне реально уже в начале 20-х годов.

Производство древесноволокнистых плит мокрым способом за последние десять лет постоянно снижалось и достигло в 2016 году уровня 130 млн. м² (437 тыс. м³). Эти плиты, обладая несомненными потребительскими преимуществами перед аналогичными плитами сухого способа производства (такими как химическая безопасность), не выдерживали конкуренции на рынке из-за агрессивной рекламы своей продукции новыми предприятиями. Заявленное в «Стратегии» увеличение объема производства ДВП мокрым способом почти в полтора раза к 2030 году разработчики, по-видимому, допускают из-за резкого увеличения спроса в России на экологичную продукцию.

Планы строительства новых заводов по производству ДВП мокрым способом в России нам не известны, поэтому весь прогнозируемый рост объема производства должен достигаться за счёт увеличения коэффициента использования действующих линий. В этой связи, учитывая существенный возраст оборудования технологических линий по производству ДВП мокрым способом, необходимо дополнять «Стратегию» мероприятиями по обеспечению этих линий отдельным позиционным оборудованием, запчастями и технологической оснасткой (глянцевые листы, поддоны, сетки транспортные и формирующие) и другие.

Экспортный потенциал ДВП мокрого способа разработчиками «Стратегии» представляется убывающим по мере увеличения инновационности (с 230 до 216 тыс. м³), что выглядит неестественным, несмотря на «почтенный» рыночный возраст этого продукта.

Конкурентные преимущества производства ДВП мокрым способом именно в России, обладающей значительными водными и сырьевыми ресурсами, очевидны и могут положительно повлиять на рост экспорта этой продукции в предстоящие десятилетия.

Перечень проектов строительства заводов по производству MDF/HDF приведены в табл. 4.

Таблица 4 – Проекты строительства заводов по производству MDF

Мощность, тыс.м ³ /год	Предприятие, оборудование	Сроки реализации проектов
250	«Алтайлес» (Зимпелкамп)	2020 г.
500	Компания «Юлдизлар Ятирим» (Турция) во Владимирской области	2023 г.
500	«Кроношпан» (Калининградская область)	—
Итого: 1250		

Прирост объёмов MDF/HDF согласно «Стратегии» должен составлять от 1980 до 3760 тыс. м³ к 2030 г. Однако из обнародованных планов создания производства MDF/HDF следует, что прирост мощности может составить к 2023 г. не более 1250 тыс.м³/г., а с учётом наличия действующих контрактов на поставку оборудования всего 250 тыс. м³ («Алтайлес»). Таким образом, для достижения заявленных объёмов государству необходимо создавать всевозможные

преференции для бизнеса, стремящегося организовать производство MDF/HDF (табл 5).

Таблица 5 – Проекты строительства заводов по производству OSB

Мощность, тыс.м ³ /год	Наименование предприятия	Сроки реализации проектов
250	«Муром»	2020
250	Компания «Югра-плит»	2020 (отложен)
400	Компания «Реал-Инвест» (Нижегородская область)	2019
300	«Стод-Урал» (Свердловская обл., Титановая долина)	–
120	ООО «Аракел-ДО» (Ульяновская обл.)	2021
500	«Кроношпан» (Башкирия)	–
200	«Калевала» (Карелия)	2020 (модернизация)
Итого: 2020		

Рост производства OSB в России к 2030 г. прогнозируется более чем в 3 раза (с 797 тыс. м³ в 2016 г. до 3490 тыс. м³). Обнадёживает и количество проектов по строительству предприятий, приведенных в табл. 5. Их суммарная мощность составит уже к 2021 г. более 2 млн.м³/год, что в сумме с уже имеющимися мощностями, практически равна прогнозной в 2030 году. Однако только один проект (АО «Муром») имеет контракт на поставку оборудования.

Обрисованные грандиозные планы по увеличению объёмов производства древесных плит могут быть реализованы только при постоянном мониторинге и поддержке бизнеса со стороны государства. Поэтому при утверждении «Стратегии» правительству поручено разработать и утвердить в течение трёх месяцев комплекс мероприятий по её реализации. На сайте Минпромторга пока есть только многостраничный документ с таким названием, содержащий перечисление всех действий, которые могут способствовать достижению поставленных целей, но не содержащий ни одного конкретного мероприятия. Пока даже Росстат публикует данные о производстве ДВП в м², тогда как все прогнозы в м³.

УДК 674.817:661.57

Рынок фанеры и смол на основе формальдегида в Республике Беларусь

И.М. Грошев¹, Ю.В. Дойлин¹, Ю.В. Толстик².

¹ОАО «Витебскдрев»; ²УП «БР-Консалт»

Представлен анализ рынка фанеры и смол на основе формальдегида, экологических проблем отрасли производства КФС в Республике Беларусь.

Ключевые слова: деревообрабатывающая промышленность, производство древесных плит, выбросы формальдегида.

Деревообрабатывающая промышленность Республики Беларусь – составная часть лесного комплекса страны, и составляет примерно 2 % всего производства обрабатывающей промышленности. Она занимается переработкой дре-

весины и производством изделий из древесины строительного назначения, мебели, товаров хозяйственного и культурно-бытового назначения, бумаги и картона. При этом дает более 60 % валовой продукции лесной отрасли. На долю лесной отрасли приходится 4 % всего ВПП страны и 2,5 % общего экспорта. Это одна из эффективных отраслей белорусской экономики со своей сырьевой базой, имеющая значительный экспортный потенциал. В январе 2016 г. в Беларуси зарегистрирована ассоциация предприятий мебельной и деревообрабатывающей промышленности. Следует отметить, что, не смотря на существенные успехи в производстве изделий из древесины, в стране ощущается их дефицит, и потребность в ряде видов продукции удовлетворяется за счёт импорта.

Данная проблема решается путём реализации крупных инвестиционных проектов в отрасли, функционированием совместных и иностранных предприятий деревообрабатывающей промышленности, производящих пиломатериалы, картон, мебель, ДСП, ЛДСП, MDF/HDF, НЛП, смолы и др.

Благосостояние предприятий отрасли во многом зависит от внешних факторов – кризис в ряде стран, падение спроса на наши товары, рост конкуренции. Все это сказалось на снижении экспорта, доходах предприятий и бюджета, замедление темпов роста экономики. Внешние обстоятельства обострили ряд проблем нашей экономики – риски, связанные с факторами внутренней среды предприятия.

Поэтому выбор Беларуси – энергичное развитие, а не застой, открытость миру, а не изоляция, прогресс, а не стагнация, остановка падения и подъем роста экономики, закладка новой экономики – экономики знаний и услуг на основе роста конкурентоспособности экономики, привлечение инвестиций и инновационного развития.

В области деревообработки в текущей пятилетке планируется снижение затрат на производство и реализацию продукции, технологическое переоснащение промышленных производств, установление прогрессивных норм расхода сырья, материалов за счёт сокращения отходов и потерь в процессе производства и хранения, использования вторичных ресурсов, совершенствование систем управления качеством, унификация технических нормативных актов с требованиями наиболее перспективных международных стандартов, усиление контроля за качеством отраслевых технических регламентов.

Производственные мощности предприятий ориентируются на реальный спрос выпускаемой продукции на внешнем и внутреннем рынке, повышение технического уровня действующих мощностей и вывод из эксплуатации избыточных, производство экологически эффективной импортозамещающей продукции, увеличение экспорта на 21...25 %. Планируется выход на полную мощность модернизированных производств в деревообработке и целлюлозно-бумажной промышленности, что позволит увеличить долю продукции глубокой переработки древесины до 60 % (с 42 %) и заменить экспорт древесного сырья продукцией с высокой добавленной стоимостью. Завершается модернизация девяти крупнейших деревообрабатывающих производств.

Полная и эффективная переработка древесины и одновременно сбережение леса – ключевые задачи в лесной отрасли. Объёмы заготовки древесины в 2020 г. по сравнению с 2015 г. увеличатся в 1,2 раза при сохранении площади лесов. К 2020 г. увеличится в 1,4 раза (до 60 %) глубина переработки используемого древесного сырья.

Планируемое расширение жилищного строительства будет обеспечиваться более широким применением отечественных строительных материалов из древесины с высокими техническими характеристиками. Перед крупными промышленными объединениями и научными организациями отрасли Президентом страны поставлена задача создать центры по разработке новых материалов, в том числе ассортимента древесно-плитной продукции, увеличение экспорта, выход на новые внешние рынки и усиление позиций на традиционных.

В соответствии с поручением Президента Республики Беларусь и протоколом заседания комиссии по вопросам промышленной политики создан в 2018 г. центр (лаборатория) по испытаниям ДСП, ДВП, MDF/HDF, покрытий напольных ламинированных и соответствующие центры по сертификации.

В обязательном порядке в реализуемые и проектируемые жилые дома, строительство которых осуществляется в рамках государственного заказа и с государственной поддержкой в соответствии с Перечнем объектов экономических жилых домов таковых потребительских качеств, применяются в качестве напольного покрытия ламинированные панели белорусского производства. Также проектные и строительные организации обязаны использовать для реализации проектов местные виды строительных материалов (ДВП, ДСП, MDF/HDF, строительно-погонажные изделия и другие изделия строительного назначения из древесины).

Деревообработка будет ориентироваться на отечественные сырьевые ресурсы в целях отдачи от модернизированных предприятий и инвестиционных проектов, оптимальной загрузки производственных мощностей с учётом реальной возможности продажи продукции на экспорт и внутренний рынок. Промышленное сотрудничество в рамках ЕАЭС будет реализовываться путём углубления производственной кооперации, использования потенциала общего рынка и другое. Выполнение всех намеченных на пятилетку мероприятий позволит увеличить объём выпуска продукции и экспортный потенциал отрасли. Более подробно состояние и проблемы отрасли изложены в материалах МНПК 2018 г. (ВНИИДрев, г. Балабаново).

Объектом исследования в данной работе является рынок одного из видов плитной продукции Республики Беларусь – фанеры и смол на основе формальдегида, а также экологические проблемы производства и потребления смол. Сведения о загрузке производственных мощностей фанерных предприятий представлены в табл. 1.

Анализ проводился на основе основных составляющих рыночного механизма:

- производителей;
- потребителей;

- объёмов внешнеторговых операций;
- конкурентных отношений;
- баланса производства и потребления и ценовых трендов и др.

Таблица 1 – Информация о загрузке производственных мощностей фанерных предприятий Республики Беларусь за 2017 год (фанера клеёная, тыс. м³)

Предприятие	Установленная мощность	Объём производства	Для использования мощностей, %
Предприятие Холдинга			
Борисовдрев	27,0	8,4	31,1 %
Гомельдрев	45,0	25,1	55,8 %
Мостовдрев	50,0	44,4	88,8 %
Речицадрев	42,0	36,1	86,0 %
ФанДОК	50,0	34,4	68,8 %
Итого	214,0	148,4	69,3 %
Предприятия концерна			
Пинскдрев	100,0	96,3	96,3 %
Итого	100,0	96,3	96,3 %
Всего	314,0	244,7	77,9 %

Примечание: шпона лущёного производится более 8000 м³/год, шпона строганного около 2000 м²

Доля производителей фанеры клеёной в Республике Беларусь составляет: «Борисовдрев» – 7,6 %; «Речицадрев» – 4,8 %; «Гомельдрев» – 9,2 %; «ФанДОК» – 15,4 %; «Пинскдрев» – 39,6 %; «Мостовдрев» – 23,4 %. Объёмы производства фанеры в 2017 г. выросли по сравнению с 2016 г. по предприятиям от 31 до 96 % по отношению к установленной мощности.

До 50 % произведенной фанеры потребляется внутри страны. Остальной объём экспортируется в страны СНГ и далее зарубежье. Перспективным потребителем фанеры Беларуси являются страны Среднеазиатского региона, Казахстан, Молдова. Отсутствие формально тарифных препятствий для белорусских экспортеров для поставок фанеры в рамках СНГ нет.

Следует признать, что Республика Беларусь проигрывает, например, Российской Федерации, Турции и Китаю из-за географического преимущества в плане поставок продукции в страны Средней Азии. Конечная стоимость продукции определяется территориальной отдалённостью производителя и потребителя с учётом логистических затрат, т.е. конкурентоспособностью продукции по цене на конкретном рынке.

Нельзя не принимать во внимание то, что плиты древесные с ориентированной стружкой (OSB) рассматриваются в качестве альтернативы фанере. Применение OSB дешевле, чем применение фанеры, имеет широкий спектр применения (стены, крыши, полы, теплоизоляционные панели).

На рынке СНГ существует некоторая угроза плитной продукции товаров-субститутов. Так, в качестве изоляционного материала широко используют плиты из каменной и стеклянной ваты, полотно ИПС, ИПМ, плиты из пенопласта, пенополистирола, теплоизоляционные материалы на основе пенополиизо-

цианурата. Они обладают высокими показателями адгезии, влагуостойчивости, теплостойкости, прочности, приемлемой ценой.

Производимые марки и назначение фанеры в Республике Беларусь:

1. Фанера марки ФК по ГОСТ 3916.1–96 используется карбамидоформальдегидная смола; формат листов: 1525×1525 мм; толщина: 4...21 мм; порода древесины: береза, ольха; класс эмиссии – E1, E0,5 CARB2; назначение: заготовки мебели, инженерная доска, тара, опалубка, строительные не несущие конструкции для использования внутри помещений;

2. Фанера марки ФСФ по ГОСТ 3916.1–96 используется фенолоформальдегидная смола; область применения: для внутренних и наружных работ, в строительстве, опалубка, инженерная доска; формат листов: 1250×2500 мм; толщина: 10...21 мм; порода древесины: береза, ольха; класс эмиссии – E1;

3. Фанера марки ФОФ по ТУ, представляющая собой облицованную плёночным покрытием (бумага, пропитанная синтетической смолой) с одной или двух сторон фанеру листовых пород; применяется в строительстве, мебельном производстве, автомобилестроении, вагоностроении; кромки фанеры окрашены акриловой краской для наружных работ; толщина фанеры: 18 мм, 21 мм; сорт: I и II; порода древесины: берёза, ольха; класс эмиссии – E1.

Древесное сырьё, используемое в производстве фанеры: фансырьё берёза – 64 %, фансырьё ольха – 22 %, пиловочник мягколиственный – 4 %, сырьё технологическое листовое – 3 %, баланс листовый – 3 %, фансырьё осина – 2 %.

Контроль качества фанеры организован по следующей схеме:

1. Контроль качества получаемого сырья и материалов (древесина, смолы, составляющие);

2. Контроль в ходе технологического процесса;

3. Приёмочный контроль готовой продукции.

Контроль осуществляют: служба ОТК, лаборатория, технологи, сами рабочие.

Контролю подлежат все параметры в соответствии с ТНПА, в том числе по стандартам CARB 2 и IKEA:

– контроль эмиссии формальдегида полностью осуществляется методом газового анализа, все производственные лаборатории оснащены современными приборами (газоанализаторами двухкамерными) и аккредитованы, в т.ч. на проведение испытаний по стандартам CARB;

– контроль влажности шпона осуществляется на производстве портативными контактными влагомерами;

– физико-механические параметры контролируются по ГОСТ.

Ежемесячно ведётся учёт и анализ дефектов, по которым фанера переводится в низшие сорта либо отбраковывается. Организована маркировка и идентификация продукции внутри производства так, чтобы можно было проследить шпон до лущения, фанеру до прессования. Вся продукция сертифицирована в соответствии с требованиями стандартов и требованиями CARB. По фанере заполнены декларации REACH, на основе сертификатов REACH производителей

смола. Вся продукция имеет необходимые сертификаты и декларации для IKEA. Вся продукция сертифицирована по требованиям стандартов FCS. На уровне FCS 100 % или FCSCW. Маркировку CE и европейскую сертификацию не проходили, так как фанерная продукция «общего назначения»; при наличии запросов со стороны потребителей данная работа будет проведена.

Республика Беларусь производит карбамидоформальдегидные смолы (КФС), для изготовления ДСП, MDF, клеёных деталей мебели, фанеры, и меламинокарбамидоформальдегидные смолы (МКФС) для водостойких ДСП, MDF/HDF. Существующие мощности позволяют полностью закрыть потребность плитных производств в КФС и МКФС. Однако по разным причинам часть КФС ввозится из России. Для изготовления ДВП мокрым способом используется фенольная смола, закупаемая в России. В настоящее время производство фенольной смолы для ДВП налажено на ООО «Кронохем», г. Могилев. Основные производители КФС в Республике Беларусь – ОАО «Речицадрев», ОАО «Мостовдрев», ОАО «Ивацевичдрев», ОАО «Витебскдрев», ОАО «Лесохимик», ООО «Кронохем» и другие. Схема размещения промышленных площадок деревообрабатывающих предприятий Беларуси представлена на рис. 1.

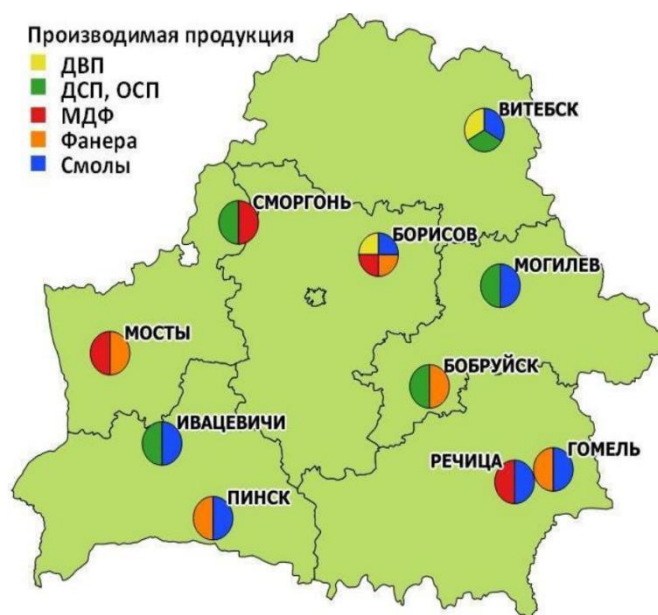


Рис. 1. Схема размещения промышленных площадок деревообрабатывающих предприятий Беларуси

ОАО «Речицадрев» производит смолы КФС для производства ДСП, MDF, пропиточные смолы КФС и МФС, КФС для производства фанеры, смолы для производства ДСП и MDF с классом эмиссии E0,5.

ОАО «Мостовдрев» производит смолы для производства MDF, пропиточные смолы КФС и МФС, смолу для производства фанеры (в том числе клеёногнутых изделий).

ОАО «Гомельдрев» производит смолы на собственное потребление для фанерного производства.

ОАО «Витебскдрев» производит смолы на собственное потребление для производства MDF.

ОАО «Ивацевичдрев» производит карбамидные смолы на собственное потребление смолы марок КФ-НП-2, СКФ-2, СМФ-3 (меламиновые смолы).

Подтверждение безопасности (РИЧ) планируется проходить в 2019 году для производителей Холдинга, осуществляющих реализацию смол.

ДСП, MDF и фанера, производимые Холдингом, имеют подтверждение безопасности по требованиям – класс E1 (ГОСТ, СТБ EN, EN), CARB2, EPA (США), IKEAIOS-MAT-0003; по MDF и покрытиям напольным ламинированным дополнительно имеется CE-маркировка с испытаниями в ЕС. Плитная продукция Республики Беларусь соответствует требованиям национальных ТНПА, МГС, EN, ISO, в т.ч. ТР ТС 025/2012 и ТР 2009/013/ВУ. ДСП, MDF, фанера, ДВП мокрого способа производства, MDF и покрытия напольные ламинированные соответствуют требованиям ГОСТ и СТБ EN, европейским стандартам EN.

Органы по сертификации плитной продукции – ПКТБМ «Минскпроектмбель», областные и региональные органы сертификации ЦСМС, европейские нотифицированные органы, европейские аккредитованные органы по сертификации CARB, EPA, IKEA.

Все заводские лаборатории производств ДСП, MDF и фанеры аккредитованы на контроль формальдегида перфораторным и газоаналитическим методом, проведение радиологического контроля в системе аккредитации Республики Беларусь.

ТНПА на MDF/HDF, НЛП, в т.ч. ТУ:СТБ EN 622-5 (MDF/HDF) идентичен EN 622-5, СТБ EN 13329, СТБ EN 14041 идентичны EN 13329 и EN 14041.

На плиты и напольные покрытия 2 сорта (классификация по внешнему виду, с соблюдением физико-механических характеристик) действуют ТУ производителей. ТНПА на смолы – ТУ и паспорта безопасности производителя.

Основные физико-химические показатели КФС:

- мольное соотношение 1:1,1;
- содержание свободного формальдегида не более 0,1...0,15%;
- массовая доля сухого остатка 65...69%;
- значение pH 7,5...10 (по согласованию с конкретным потребителем и назначением смолы);
- время желатинизации при 100 °C 35...80 сек (по согласованию с конкретным потребителем и назначением смолы);
- предельная смешиваемость с водой, не менее 1:1.

Сырьё для производства КФС:

- для смол КФС используется КФК-85, карбамид гр. А, в качестве отвердителя используются сульфат или хлорид аммония (в зависимости от особенностей технологии конечного потребителя смолы);
- для смол МФС формалин и меламин (высокого и низкого давления).

Расходы (усредненные) КФС, вспомогательных веществ (гидрофобные и др.) при изготовлении продукции:

- MDF по товарной смоле 190 кг/м³;
- ДСП по товарной смоле 90 кг/м³;
- карбамид 6...12 кг/м³;
- гидрофобные добавки до 10 кг/м³;
- отвердитель 3...7 кг/м³.

В Республике Беларусь используется изоцианатная смола PMDI (производство Германия). Объёмы производства и потребления смол на основе формальдегида в Республике Беларусь представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Объёмы производства и потребления смол на основе формальдегида в Республике Беларусь (ориентировочные)

№ п/п	Наименование организации	Производственная мощность, т/год						Приобретено смолы		
		КФС			МКФС		СФЖ	КФС	МКФС	СФЖ
		проект. мощн.	факт. произ. собст. потреб.	факт. произ. реализ.	факт. произ. собст. потреб.	факт. произ. реализ.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	ОАО «Витебскдрев» ¹	3000	8960	40	–	–	–	2900	60	355 ²
2	ОАО «Гомельдрев»	–	3600 ³	–	–	–	–	20000	–	–
3	ОАО «Ивацевичдрев»	40000	27910	290	1450	550	–	–	–	–
4	ХК «Пинскдрев»	12000	10260	–	–	–	–	–	–	550 ³
5	ОАО «Речицадрев» ⁵	43000	27000	6000	1200	–	–	–	–	–
6	ОАО «Лесохимик» ⁴	–	3,0	3,0 ⁶	–	–	–	–	–	–
7	ООО «Кронохем»	260000	–	–	–	–	100000	–	–	–
8	ОАО «Мостовдрев»	42000	36950	50	1520	–	–	–	–	2310
9	ОАО «ФанДОК»	–	–	–	–	–	–	4800	–	–
10	ОАО «Борисовдрев»	–	–	–	–	–	–	7800 1000 ³	–	–

1. Производство приостановлено с 01.01.2019 г.
2. Использование в производстве ДВП мокрым способом
3. Использование в производстве фанеры
4. Производство приостановлено с 01.01.2018 г.
5. ОАО «Речицадрев» производит ≈ 18000 т КФС
6. В 2014 году производилось более 13000 т КФС в год

По данным Белорусской Лесной Компании потребность в смолах в Республике Беларусь составляет примерно 31500 т/год, в т.ч. КФС 28900 т/год, МКФС более 60 т/год, СФЖ 2400 т/год, изоцианатное связующее около 200 т/год.

Экологические проблемы производства смол на основе формальдегида по данным ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси» (Ю.Г. Кокош, С.В. Какарека)

Формальдегид относится к приоритетным веществам, загрязняющим атмосферный воздух городов, и оказывает разнообразное токсическое воздействие на живые организмы. Помимо общетоксического действия, у него выявлено наличие канцерогенных свойств.

К важным промышленным источникам формальдегида относится деревообрабатывающая промышленность. В настоящее время от деревообрабатывающего производства в атмосферный воздух поступает около 40 % валовых выбросов формальдегида от стационарных источников. Формальдегид в данной отрасли выделяется при производстве прессованных и слоистых материалов (фанеры, ДСП, ДВП, MDF) как следствие применения связующих смол (фенолоформальдегидных, карбомидоформальдегидных и др.).

Всего в Беларуси производство карбомидоформальдегидных смол и слоистых древесных материалов осуществляется на 12 предприятиях. Суммарные выбросы формальдегида от указанных объектов в 2013 г. составили 33 т (от 0,05 до 8,4 т на каждом предприятии), что составило более 80 % выбросов формальдегида от деревообрабатывающих предприятий Беларуси.

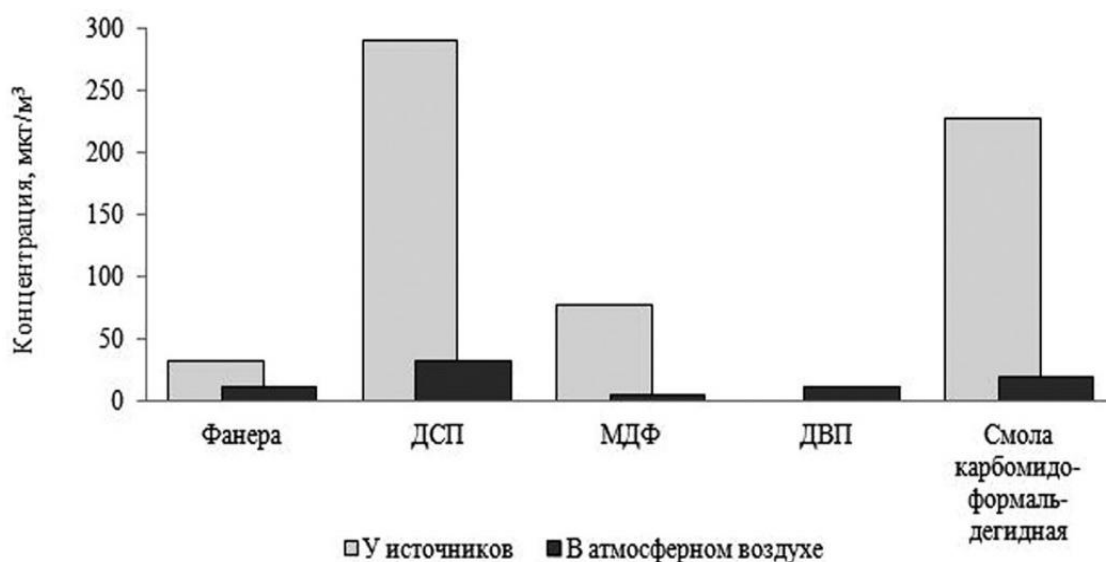


Рис. 2. Сравнение средних концентраций формальдегида у источников и в атмосферном воздухе для различных производств

Исследованиями установлено, что наибольшие средние концентрации формальдегида у источников выделения получены при производстве ДСП и варке карбомидоформальдегидных смол на устаревшем оборудовании. Проведенные исследования показали, что уровни содержания формальдегида в атмосферном воздухе в зоне влияния предприятий по производству ДСП и карбомидоформальдегидных смол выше по сравнению с заводами по производству фанеры, MDF и ДВП.

Выполненный расчёт выбросов формальдегида в Беларуси показал, что по сравнению с 2000 г. валовые выбросы формальдегида увеличились на 9 %. На протяжении всего периода вклад мобильных источников варьировал от 71,5 до 87,6 % валовых выбросов данного соединения. Районы с содержанием фор-

мальдегида более 50 т расположены по территории страны мозаично и приурочены к крупным промышленным городам.

Проведена оценка воздействия предприятий по производству древесных слоистых материалов на воздушную среду. Исследование осуществлялось на 4-х уровнях: предприятие, промышленная площадка, цех и группа источников. В Беларуси древесные слоистые материалы (ДВП, ДСП, OSB, MDF, фанера) и синтетические смолы производятся на 12 предприятиях в 10 городах Беларуси.



Рис. 3. Схема геоэкологического анализа деревообрабатывающей промышленности Беларуси

Оценка выбросов формальдегида на национальном уровне показала, что валовые выбросы формальдегида в атмосферный воздух Беларуси составили 3,5 тыс. т., из которых 86,7 % обеспечиваются мобильными источниками. Среди передвижных источников наибольший вклад в выбросы формальдегида вносят автомобили с бензиновыми двигателями (более 90 %). За период с 2000 по 2014 г. валовые выбросы формальдегида увеличились на 9 %.

Наибольшее количество выбросов приходится на долю крупных городов. Валовые выбросы формальдегида на уровне районов характеризуются значительной вариабельностью: от 2,2 до 1079,9 т. Построенные карты плотности выбросов формальдегида позволили выделить районы с высокой плотностью выбросов (более 40 кг/км²), на территории которых расположены областные центры и крупные объекты промышленности и энергетики.

На основании проведенного анализа и экспериментальных исследований разработаны рекомендации по снижению воздействия предприятий древесной промышленности на атмосферный воздух, которые внедряются на деревообрабатывающих предприятиях.

При исследовании атмосферных осадков и снеговых вод в г. Минске, формальдегид был обнаружен в 90 % отобранных проб. Наибольшие концентрации формальдегида характерны для разовых проб атмосферных осадков. Средняя концентрация формальдегида в снежном покрове (0,028 мг/дм³) в 2,4 раза меньше среднего показателя для атмосферных осадков (0,066 мг/дм³) в период исследования, что указывает на нестойкость данного соединения. Проведено исследование содержания формальдегида в снеге в зависимости от удаления от придорожных полос. Результаты исследований показали существенное влияние автомобильного движения на уровни загрязнения снежного покрова формальдегидом.

Основные приоритеты для развития белорусской деревообработки – дальнейшее развитие производств, сохранение и укрепление трудовых коллективов, стимулирование инвестиционной активности, повышение эффективности научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию новых видов продукции, а также формирование «зеленой» экономики, базирующейся на энергосбережении, внедрении экологических технологий и эффективных технологиях.

Литература:

1. Геврасёва А.П., Арашкевич О.В. Направления повышения конкурентоспособности деревообрабатывающих предприятий в условиях нестабильности внутренней и внешней среды // Известия Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины, №5(98), 2016
2. Беларусь факты // информационный портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.belarusfacts.by>, свободный. [Дата обращения – 14.02.19].
3. ЗАО «Инвестиционная компания «Юнитер»» // Деревообрабатывающая отрасль [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://uniter.by>, свободный. [Дата обращения – 14.02.19].
4. ИК «Энтер» ООО (EnterInvest) // Обзор лесной отрасли [электронный ресурс] / Режим доступа: <http://enter-invest.com>, свободный. [Дата обращения – 14.02.19].
5. С.В. Какарека, Ю.Г. Кокош. Оценка воздействия деревообрабатывающих предприятий на уровни содержания формальдегида в атмосферном воздухе // Доклады Национальной академии наук Беларуси, г. Минск 2016 г., том 60 № 2, с. 90-93.
6. Ю.Г. Кокош. Геоэкологическая оценка загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом в городах Беларуси // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.03.13 – геоэкология. г. Минск 2017 г. стр. 25.
7. Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь // Лесной фонд [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.mlh.by>, свободный. [Дата обращения – 14.02.19].

Древесноплитное производство как экономическая основа интенсификации использования и воспроизводства лесов

А.П. Петров

Всероссийский институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов лесного хозяйства

Предложен подход к экономическому сопровождению развития плитного производства в плане его сырьевого обеспечения. Установлены критерии конкурентоспособности плитного производства и методы оценки экономической доступности ресурсов древесины в условиях интенсификации использования и воспроизводства лесов.

Ключевые слова: древесноплитное производство, сырьевое обеспечение, конкурентоспособность, лесная рента

«Основы государственной политики в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в Российской Федерации на период до 2030 года», утвержденные Правительством РФ от 26.09.13 г. № 1724-р установили в качестве приоритетной задачи интенсификацию использования и воспроизводства лесов, предложив для её решения «разработку и внедрение новых стимулирующих механизмов использования лесов, в том числе применение целевых хозяйств, обеспечивающих эффективное ведение лесного хозяйства и конкурентоспособность лесного сектора экономики, прежде всего для поддержания проектов по глубокой переработке древесины».

Древесноплитное производство по совокупности всех производственных характеристик относится к отраслям глубокой переработки древесины. Стратегия развития лесного сектора Российской Федерации до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства РФ 20.09.18 № 1989-р устанавливает высокие темпы роста производства древесных плит, учитывая спрос на эту продукцию внутренним и экспортным рынком. Производство древесностружечных плит вырастет к 2030 году до 10,1 млн.м³, из которых на экспорт придется 35 %. Производство древесноволокнистых плит (без древесноволокнистых плит средней и высокой плотности) составит 0,6 млн.м³, из которых на экспорт будет направлено 32 %. Производство древесноволокнистых плит средней и высокой плотности вырастет до 6,4 млн. м³ с поставкой на экспорт свыше 40 %. Производство ориентированно-стружечных плит должно достигнуть 3,5 млн. м³ с долей экспортных поставок 46 %.

Главной проблемой названного масштабного производства древесных плит при наличии производственных мощностей является его сырьевое обеспечение в условиях конкуренции со стороны других отраслей по глубокой переработке древесины (целлюлозно-бумажной, лесохимической) и производства биотоплива. Конкурентоспособность любой отрасли на рынке сырья, будучи экономической категорией, определяется рентным доходом или лесной рентой, которую

получает государство как собственник лесных ресурсов, передавая их использование частному бизнесу.

Лесную ренту в расчете на кубометр используемого сырья определяет формула (1):

$$D = \frac{P - Q - R}{m} - q - r - L, \quad (1)$$

где D – рентный доход или лесная рента на м^3 сырья; P – цена м^3 древесных плит на внутреннем или экспортном рынке; Q – текущие удельные затраты на производство м^3 древесных плит (без стоимости сырья); R – нормативная прибыль на 1 м^3 сырья; r – нормативная прибыль в операциях по заготовке сырья; m – расход сырья на м^3 плит; q – нормативные затраты на заготовку м^3 сырья при его заготовке; L – транспортные расходы на доставку сырья к месту производства плит.

Из формулы (1) видно, что интересы частного бизнеса защищает нормативная прибыль в производстве плит (R) и нормативная прибыль в операциях по заготовке сырья (r).

В сравнении с целлюлозно-бумажной промышленностью древесно-плитное производство имеет конкурентные преимущества в области требований к качеству сырья и его происхождению. Проводимая Министерством природных ресурсов и экологии политика по интенсификации использования и воспроизводства лесов предполагает промышленное освоение ресурсов лиственной, низкосортной древесины и отходов, образующихся при рубках ухода в молодняках. В настоящее время эти ресурсы не включаются в сырьевой баланс и не являются объектом перспективного и текущего планирования. Поскольку проведение рубок ухода в молодняках имеет главной целью получение лесоводственного или в широком смысле экологического эффекта, его величина может быть учтена применением налоговых льгот в плитном производстве или освобождением от платы за использование низкосортного сырья.

Основным перспективным видом сырья для плитного производства должна стать технологическая щепа, вырабатываемая из низкосортной древесины и отходов на лесосеке или лесных складах в зависимости от применяемой технологии рубок ухода.

Поставщиками технологической щепы могут быть как предприятия среднего и малого бизнеса, осваивающие лесные ресурсы по договорам купли-продажи лесных насаждений, так государственные автономные и бюджетные учреждения субъектов Российской Федерации, осуществляющие рубки ухода в порядке выполнения государственных заданий.

Интерес государственного и частного бизнеса в поставке технологической щепы для плитного производства должен обеспечиваться ценой технологической щепы, установленной на базе лесной ренты (формула 1), где главным определителем будут цены плит для внутреннего и экспортных рынков. Наибольшие риски в сырьевом обеспечении плитного производства ожидаемы со стороны биотоплива, где планируется увеличить производство пеллет к

2030 году с 1,1 до 2,8...5,2 млн.т. Привязка лесных ресурсов к производственным мощностям по производству плит (существующим и вводимым в действие) должна быть установлена в бизнес-планах предприятий, используя механизм рентного дохода.

Для устранения неопределенности и рисков в сырьевом обеспечении плитного производства необходимо на уровне субъектов Российской Федерации при составлении лесных планов установить экономически доступные ресурсы в разрезе отраслей потребителей, претендующих на сырье с одинаковыми породно-размерно-качественными параметрами.

Условием экономической доступности должно быть неравенство (формула 2):

$$D + d \geq q_1 + r_1 + L_1, \quad (2)$$

где q_1 , r_1 , L_1 – затраты и нормативная прибыль в производстве технологической щепы из низкосортной древесины и отходов; d – лесоводственный экологический эффект от повышения качества лесонасаждения в результате проведения рубок ухода.

Параметр « d » в формуле (2) при отсутствии стоимостной оценки лесов может быть задан экспертно. В любом случае этот эффект очевиден и подтверждается практикой устойчивого лесопользования в зарубежных странах с интенсивным ведением лесного хозяйства. Критическое влияние на условия экономической доступности древесных ресурсов для плитного производства оказывает расстояние доставки сырья (технологической щепы) до производителей и расстояние доставки плит до их конечных потребителей на внутреннем и внешнем рынках. Эти показатели должны быть положены в основу оптимизационных расчетов при обосновании объемов производственных мощностей и их размещении на территории страны.

Остается неясным один вопрос, кто будет осуществлять экономическое сопровождение развития плитного производства при отсутствии специализированных научно-исследовательских и проектных институтов. Установление отраслевых и региональных приоритетов в развитии лесного сектора должно стать государственным делом на федеральном уровне.

УДК 674.815/817.41

О расширении сырьевой базы древесноплитного производства

А.А. Леонович

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова*

Рассматривается возможность полной или частичной замены древесного сырья в производстве материалов аналогичных по свойствам стандартным древесным плитам с реализацией на устаревших технологических линиях невы-

сокой мощности как вариант «выживания» предприятий в конкурентной среде

Ключевые слова: древесноволокнистые плиты, древесностружечные плиты, рисовая лузга, гидролизный лигнин, отходы ЦБП

Прогресс в производстве древесных плит, обусловленный строительством и вступлением в строй высокопроизводительных технологических линий с прессовыми установками непрерывного действия, приводит к сокращению устаревших предприятий невысокой мощности. Такие линии ещё сохраняющиеся как градообразующие производства и в силу относительной близости к потребителю в удалённых районах страны. Они могут и далее функционировать, если будет обеспечена рентабельность производства путём сокращения расхода потребляемой энергии и снижения материальных затрат на единицу продукции без потери уровня качества производимой древесноплитной продукции.

Возможен и другой подход к проблемы выживания, если найти новую потребительскую нишу для вырабатываемых плит с некими новыми свойствами. Это достигается за счёт креативных технических решений для ограниченного масштаба производства. Например, выпуском древесных плит специального назначения [1], спрос на которые пока ещё существенно ниже мощности новых современных заводов. Отметим, что экономия на отсутствие амортизационных отчислений дополнительно будет способствовать выживанию производств.

Одним из возможных путей рентабельного производства является использования сырьевой базы, неперспективной по малостности для мощных конкурентов. В частности, цех ДВП может использовать твёрдые отходы ЦБК, такие как отходы сортирования целлюлозы (непровар, сучки) и отходы сортирования щепы.

Предложена технология использования отходов сортирования целлюлозы [2], состоящая в прессовании плит, пропитки их модифицированным талловым маслом листовных пород древесины при температуре 130 °С и последующей термообработке при 165 °С в течение 4 ч. Расход масла составил порядка 10,5 мас. %. Из отходов сортировки целлюлозы получали плиты, отвечающие требованиям на сверхтвёрдые ДВП (ГОСТ 4598–90). Пропитка плит и термообработка являются обязательными.

В варианте отходов сортирования щепы требуется дополнить технологию проведением их размола. Получаются твёрдые ДВП. Отходы после размола возможно смешивать с отходами сортировки целлюлозы, варьируя соотношением и уровнем пропитки. Рекомендации по совместному использованию были в свое время опробованы и реализованы на Светогорском ЦБК.

Отходы производства специальных видов бумаги также являются потенциальным сырьем для плит при себестоимости, включающей затраты на накопление и транспортировку отходов. В экономический расчет следует включить затраты на утилизацию отходов другим способом. В работе [3] рассмотрена технология использования ламинированной полиэтиленовой бумаги (полиэтилена 18...20 мас. %) в производстве ДВП.

Отходы измельчали до волокнистой массы методом сухого диспергирования в молотковой дробилке и изготавливали плиты по сухому способу. Для расплавления полиэтилена (110...130 °С) потребовалась термообработка, восполняющая низкий расход связующего (4,7 мас. %). По прочности образцы приближались к контролю, но были более водостойкими: набухание за 24 ч не достигало и 10 %. Плиты не токсичны по формальдегиду, содержание которого оказывается на уровне 3,6...4,9 мг/100 г плиты. Рассмотренные виды отходов могут найти применение на предприятиях с диверсифицированной технологией и использоваться периодически на отдельных выработках ДВП по мере накопления такого сырья.

Стремление утилизировать отходы и за счёт этого расширить сырьевую базу плитного производства обусловлено в том числе ограниченностью доступных лесосырьевых ресурсов, а освоение новых ведёт к неминуемому удорожанию древесного сырья и снижению уровня рентабельности. Общеизвестно, что XX век стал для лесов планеты по истине трагическим. Лесопокрытая площадь сильно сократилась. На каждого жителя планеты на декабрь 2017 года приходится 6 000 м² против 1,2 га, что фиксировалось статистикой на момент окончания Второй мировой войны. Сокращение частично объясняется ростом народонаселения за последние 70 лет, но главное – антропогенным фактором, потребностью в сырье развивающейся промышленности, пренебрежением понимания того, что лес – это «лёгкие» планеты.

Всё настойчивее заявляет о себе проблема не только рационального использования леса как сырья, но и целесообразность перехода к плантационному воспроизводству, а также к поиску возможных заменителей лесной продукции. Например, в Краснодарском крае – основном районе выращивания и переработки риса накапливаются большие количества рисовой лузги, являющейся сложноутилизируемым отходом. Это обусловлено особенностями химического состава лузги, а именно высоким содержанием кремния.

Исходя из этого представляется актуальной разработка строительных материалов на основе данного многотоннажного отхода. По данным Краснодарского НИИРиса отходы от переработки риса составляют порядка 70 000 тонн ежегодно. Существенное увеличение производства риса будет сопровождаться накоплением не утилизируемой рисовой лузги.

Одним из перспективных направлений решения использования лузги в качестве наполнителя является изготовление плитных материалов. Нами проведены поисковые исследования по изучению плит, аналогичных древесностружечным [4]. В качестве связующего использовали карбамидоформальдегидную смолу, специально синтезированную и дополнительно модифицированную продуктом переработки отходов, содержащим мелкую фракцию лузги из частично отсеянных измельчённых рисовых зёрен (мучки). Эти компоненты в определённом количестве присутствуют в исходной рисовой лузге. Целесообразность такого модифицирования состоит в том, что КФС направленно синтезируется с повышенным содержанием гидроксиметильных групп, которые по этой причине обеспечивают хорошую адгезию к наполнителю.

Собственно рисовая лузга получается при шелушении риса. Из-за трудности сжигания лузги (температура горения 800...1000 °С) довольно часто её отправляют в отвалы. Частички лузги имеют форму лодочки длиной 5...10 мм. В составе лузги обнаружены: α-целлюлоза 30...36 мас. %, лигнин, определяемый как серноокислотный, 19...24 мас. %, золы 13...30 мас. %, причём доля оксида кремния в ней 87...92 %. Присутствуют белковые вещества с сильным колебанием показателя 1,7...7,3 мас. %. Это позволяет включить аминокислотный комплекс в образование плиты в качестве реакционноспособного компонента, аминогруппы которого взаимодействуют со свободным (и образующимся при отверждении КФС) формальдегидом и остаточными гидроксиметильными группами. Благодаря этому плиты относятся к классу эмиссии формальдегида E0,5.

В предлагаемой технологии [5] отсутствует за ненадобностью узел получения древесных частиц. Прессование проводят на поддонах при температуре не выше 180 °С из-за низкой термостойкости рисовой лузги. Продолжительность прессования увеличена и составляет 60...90 с/мм готовой плиты. Показатели плит с плотностью 820 кг/м³ представлены в табл. 1. Расход КФС – 15 мас. %.

Таблица 1 – Параметры изготовления и показатели плит из рисовой лузги

Параметры изготовления		ρ, кг/м ³	σ _{изг} , МПа	Приведённая σ _{изг} , МПа	σ _⊥ , МПа	Приведённая σ _⊥ , МПа	ΔS _{2ч} , %	ΔS _{24ч} , %
T, °С	τ, мин/мм							
140	1,50	785	12,45	17,70	0,10	0,10	2,5	10,5
140	1,00	800	12,60	13,80	0,17	0,16	2,4	11,6
180	0,75	807	17,25	14,70	0,13	0,13	3,9	17,3
180	0,70	800	11,50	12,80	0,14	0,15	4,3	24,9
200	1,00	832	11,75	11,60	0,15	0,15	5,9	26,6
200	0,70	795	11,95	14,10	0,08	0,07	4,7	24,5
200	0,60	766	7,20	8,60	0,08	0,07	9,7	29,3

Проведённые исследования показали, что из лузги риса можно изготавливать плитный материал с параметрами, соответствующими ГОСТ на древесно-стружечные плиты. При этом плотность плит должна быть порядка 850 кг/м³. Для изготовления плитного материала из лузги риса расход связующего должен составлять не менее 15 %, причём могут быть использованы смолы со стандартным содержанием гидроксиметильных групп. Сушка лузги осуществляется на оборудовании, используемом в производстве ДСП, но параметры сушки должны корректироваться. Выдержка в холодном прессе при подпрессовке и выдержка в горячем прессе должны быть увеличены по сравнению с тепловым регламентом производства ДСП. Граничным значением по температуре является 180 °С, что вызвано низкой термостойкостью лузги.

В подготовку рисовой лузги входит обработка её химическими добавками, повышающими биостойкость и снижающими пожароопасность до уровня СНиП 21-01. Получаемые плиты по плотности относятся к твёрдым плитам, по

прочности соответствуют требованиям к ДСП, по пожарной опасности входят в группу Г1 или Г2 в зависимости от уровня огнезащитной обработки.

Таким образом, открывается возможность заменить древесные частицы утилизацией рисовой лузги с получением строительного материала. Это позволит улучшить экологическую обстановку и одновременно сократить использованием лесосырьевых ресурсов. Плантации риса в мире огромны, результаты могут выйти далеко за пределы данной разработки.

Проблему сырья пытаются решить использованием различных однолетних растений. Солома заслуживает внимания в качестве сырья в тех регионах, где нет достаточных запасов древесины. Особенное её значение состоит в перспективе на фоне глобального сокращения лесистости нашей планеты. В мире ежегодно образуются более одного млрд. т злаковой и льняной соломы. При анализе особенностей использования соломы как сырья для древесных плит отметим, что рыночная цена соломы в несколько раз меньше, чем древесины. Наличие воска на поверхности стеблей ухудшает смачиваемость полярными связующими (КФС, МКФС, ФФС) и соответственно прочность адгезии. Требуется использовать изоцианатные связующие, плечо для транспортировки не более 50 км. Перспективно сочетать смесь соломы и древесного сырья. Возможно, такие древесносоломенные материалы будут обладать своими потребительскими качествами и областями применения.

В Европе в связи с дефицитом древесного сырья и переизбытком производственных мощностей к однолетним отходам проявляют интерес различные фирмы. В частности, компания Pfleiderer освоила производство плит, содержащих до 30 % волокон однолетних растений, так называемую плиту BalanceBoard. Плита разработана совместно с учеными Геттингенского университета и позиционируется как базовая для нового поколения древесных плит с плотностью на 30 % меньше, чем плотность у стандартных ДСП [6].

По сообщению журнала «Мебельщик», в Великобритании в производство плит включают отходы при изготовлении MDF, которых образуется порядка 130 тыс. т ежегодно, да ещё столько же дают мебельные предприятия, использующие эти плиты. Измельченные отходы выдерживают в воде, подвергают микроволновой обработке при температуре 115 °С, разбивают и сушат. Анализ результатов промышленных испытаний показал, что при доле перерабатываемых MDF 10...20 % в составе первичного сырья плиты остаются в пределах требований стандарта. О рециклинге мебели сообщается в ряде зарубежных публикациях.

Во всех случаях перед предприятиями стоят проблемы сбора, транспортировки, хранения рассмотренных видов вторичного сырья, хотя задача рациональной утилизации отходов имеет важное не только социальное, но и глобально-экологическое значение. Тогда расчёт экономических доводов в пользу того или иного решения должен базироваться на других основаниях, в том числе следует рассматривать дотационный вариант.

Другим вариантом включения недревесного сырья в производство плит может служить изготовление продукции с новыми целевыми свойствами. В ча-

стности в качестве минеральных наполнителей, вводимых в древесноволокнистую массу при изготовлении ДВП по мокрому способу, использовали асбестовое волокно, гипс, вермикулит, стекловолокно и другие материалы [7]. Дополнительный эффект, на который рассчитывали авторы разработок, состоял в придании ДВП огнезащищённости. Потребовалось создавать большое содержание наполнителей: вермикулита 60...70 мас. %, стекловолокна до 80 мас. %, так называемого нефилилового антипирена (нефилил – минерал из группы каркасных силикатов) более 60 мас. %. Остальное в рецептуре приходится на древесную массу. Плиты отдалённо напоминали твёрдые ДВП, имели пониженную прочность. В качестве компонента сырьевой базы именно для древесноволокнистого производства, как показал опыт, они не актуальны, хотя попытки использовать вермикулит для огнезащиты ДВП продолжаются [8].

В этой связи отметим, что эффективные способы огнезащиты древесных плит существуют [6]. Они реализованы в нашей стране и за рубежом [9], на них имеется соответствующая техническая документация. При высокой доле синтетических связующих или минеральных вяжущих возможно сочетать древесную стружку с минеральными компонентами (например, в цементностружечных плитах), но это уже другой, хорошо известный материал.

Многотоннажным отходом является гидролизный лигнин (ГЛ). Прямая добавка после сушки и измельчения в массу не обеспечивает плитам необходимых физико-механических показателей. Многочисленные решения привели к выводу о необходимости модифицирования ГЛ с включением в процесс образования структуры плиты и, если это возможно, с выполнением дополнительной функции.

В обосновании использования ГЛ правильнее всего опираться на теорию образования композиционных материалов, где при обеспечении прочности, приоритетная роль отводится межфазным контактам. Их увеличение является функцией размеров частиц. Следовательно, нужен соответствующий способ измельчения ГЛ.

Получение препаратов тонкодисперсного лигнина описано в работе [10]. Мелкодисперсный лигнин (МДЛ) получали при обработке паром в автоклаве под давлением 3,2 МПа при температуре 235 °С с последующим резким сбросом давления. Ультрадисперсный лигнин (УДЛ) получали на дисковой мельнице с линейной скоростью кромки ротора 200 м/с, препарат имел средний размер частиц 5 нм.

Удельная поверхность ($S_{уд}$) и сорбционная способность частиц (P) (по отношению к формальдегиду) по мере измельчения возрастает:

	$S_{уд}$, м ² /г	P , мг/1г препарата
Исходный лигнин	1,5	2±0,4
Мелкодисперсный лигнин с завода	6,9	9±2,0
Ультрадисперсный лигнин	14	27±1,2

Изготовленные MDF с двумя значениями выдержки в прессе при доле УДЛ 20 мас. % в связующем характеризуется следующими параметрами [11]:

Таблица 2 – Физико-механические свойства лабораторных MDF

Варьируемые факторы			Выходные параметры					
t, °C	τ , мин/мм	Q, %	ρ , кг/м ³	$\sigma_{изг}$, МПа	M, МПа	ΔS , %	σ_{\perp} , МПа	E, мг/100 г
180	0,3	20	666	17	1929	21	0,4	15
180	0,5	20	673	14	1741	26	0,3	8
220	0,3	20	686	17	1848	26	0,3	12
220	0,5	20	665	15	1969	30	0,3	5

При этом выявилась ещё одна полезная функция ГЛ, который может выступать в качестве акцептора формальдегида. Затраты на подготовку ГЛ могут быть более рациональными, если энергорасходное измельчение заменить иным механизмом участия ГЛ в образовании плиты, когда прочность обеспечивается полимерной матрицей, а частички лигнина выступают в качестве наполнителя. Тогда представляется возможным получить иной материал, для стабильности которого не требуется высокая плотность.

На нескольких европейских заводах по сухому способу вырабатываются теплоизоляционные древесноволокнистые плиты плотностью от 80 до 200 кг/м³ [12]. Актуальность их производства побудила попытаться создать легкий плитный материал с использованием гидролизного лигнина, который получают по способу вспенивания соответствующей композиции [13].

Плитный утеплитель на основе КФС и гидролизного лигнина представляет собой жесткий пенопласт высокой плотности, принципиально отличный от мипоры. Лигнин сушат и обрабатывают антипиреном амидофосфатом КМ [14]. В качестве вспенивающего агента используют поверхностно-активное вещество (ПАВ) марки ПО-3А; в качестве отвердителя – фосфорную кислоту. Компоненты вспенивают в миксере, снабженном высокоскоростной мешалкой рамного типа, с последующим введением фосфорной кислоты. Последним во вспененную композицию загружают подготовленный лигнин. Смесь заливают в металлические формы по размерам изготавливаемого плитного утеплителя. Материал выдерживают без нагревания для завершения отверждения карбамидного связующего.

Соотношение компонентов оптимизировали по нескольким технологическим параметрам и прочностным характеристикам. Для получения материала плотностью 200 кг/м³ разработана следующая рецептура композиции (мас. %): КФС 67 %-й концентрации – 59,7; ГЛ 15 %-й влажности – 12,3; КМ 50 %-й водный раствор – 7,2; ПО-3А 3 %-й концентрации – 3,4; фосфорная кислота 85 %-й концентрации – 2,7; вода – 14,7. Материал может изготавливаться плотностью 300 кг/м³, что позволяет снизить расход КФС. Параметры разработанного материала приведены в табл. 3 в сравнении с широко распространенным пенопластом ФК-20 [15].

Таблица 3 – Физико-механические характеристики пенопластов

Показатель	Утеплитель с лигнином		Пенопласт ФК-20
Кажущаяся плотность, кг/м ³	200	300	190...230
Разрушающее напряжение, МПа:			
при сжатии	1,0	1,1	1,0
при изгибе	0,9	1,0	–
Усадка, %	3	4	1
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,06	0,07	0,055
Водопоглощение за 24 ч, %	40	35	–
Набухание за 24 ч, %	5	4	–

Преимущество плитного утеплителя помимо меньших затрат на компоненты состоит в огнезащищённости. В стандартных испытаниях по методу «керамической трубы» (ГОСТ 12.1.044–89) установили, что показатель горючести равен 0,5, на основании чего материал относится к группе трудногорючих. При испытании по ГОСТ 12.1.044–89 коэффициент дымообразования составляет 127 м²/кг, и материал входит в группу Д2. Показатель токсичности продуктов горения относит материал к классу Т3 при $H_{CL50} = 26$ г/м³, то есть тот же класс, как и для древесины. Материал хорошо выдерживает циклические испытания в климатической камере, легко обрабатывается пилением, из него на потоке возможно дополнительно изготавливать сэндвич-панели посредством облицовки.

В заключение отметим, что рассмотренные попытки включить в сырьевой ресурс древесноплитного производства отходы или неиспользуемые побочные продукты других производств отражают общую тенденцию, определяемую как экологический императив на малоотходные ресурсосберегающие технологии – безапелляционное требование, вытекающее из понимания места человека как биологического вида в биосфере и диктующее стереотипы поведения и принципы деятельности.

Полностью безотходные технологии создать нельзя: неизбежны потери или вещества, или энергии, или информации. Но минимизировать их надо. В нашем случае решаются две задачи, как две стороны одной медали, а именно – использование нового дополнительного сырья для плит и эффективная утилизация отходов. При этом в какой-то мере сохраняется лес, у изготовителя обеспечивается рентабельность производства, а у потребителя появляется материал с нужными техническими параметрами. Реализация первоначально целесообразна на технологических линиях невысокой мощности как один из путей сохранения возможности функционировать, при рентабельности производства.

Литература:

1. Леонович А.А. Новые древесноплитные материалы – СПб.: Химиздат, 2008. – 160 с.
2. Царев Г.И. Твёрдые отходы целлюлозного производства – сырьё для ДВП // // Древесные плиты: теория и практика / Под ред. А.А. Леоновича: 4-й науч.-практ. семинар. – СПб.:СПбГЛТА, 2001. – С. 49-52.

3. Ширнина О.М., Шелоумов А.В., Васильев В.В., Леонович А.А. Использование отходов производства ламинированной бумаги для получения древесноволокнистых плит // Экологические проблемы производства древесных плит / Под ред. А.А. Леоновича: Междунар. науч.-практ. семинар, 19 окт. 2006 г. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006. – С. 97–101.
4. Агапеев Л.Е., Леонович А.А. Использование рисовой лузги для производства плит // Риски в современном мире: идентификация и защита: Мат. VIII Междунар. науч. чтений «Белые ночи-2004». – СПб.: Изд-во МАНЭБ, 2004. – С. 192–194.
5. Леонович А.А., Агапеев Л.Е., Каменков С.Д., Ясинская Н.И., Бутузов А.С. Карбамидные связующие для плит из рисовой лузги // Синтез, модифицирование и применение смол для древесных плит / Под ред. А.А. Леоновича: Науч.-практ. семинар, 18 ноября 2004 г. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2004. – С. 105–109.
6. Леонович А.А. Основные направления и принципы модифицирования древесных плит. – СПб.: СПбГЛТУ, 2017. – 96 с.
7. Ребрин С.П., Мерсов Е.Д., Евдокимов В.Г. Технология древесноволокнистых плит. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 272 с.
8. Антонов А.В., Петрушова Н.А., Алашкевич Ю.Д. Получение огнезащитных древесноволокнистых плит // Лесной журнал, 2012. – №4. – С. 99-104.
9. Леонович А.А., Шпаковский В.Г. Древесностружечные плиты. Огнезащита и технология. Монография. – 2-е изд. СПб: Изд-во «Лань», 2018. – 160 с.
10. Ипатова Е.В., Крутов С.М., Евтюгин Д.В. Расщепление технических лигнинов в щелочной среде // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2014. Вып. 208. С. 152–161.
11. Тимофеев И.В. Использование модифицированного лигнина для снижения токсичности древесных плит // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2018. Вып. 222. – С. 240–253.
12. Изоляционные древесноволокнистые плиты. Сухой метод Siempelkamp [Электронный ресурс]. – режим доступа: www.siempelkamp.com/index.php. [Дата обращения: 18.01.2019 г.]
13. А. с. 1217854 СССР. Способ получения теплоизоляционного материала / Ю.Н. Белов, Т.А. Шмыгля, М.П. Цыбульская, А.А. Леонович. – 1986, Бюл. № 10.
14. Захаров С.С., Леонович А.А. Разработка нового композиционного теплоизоляционного материала с использованием гидролизного лигнина // ЛесПромИнформ. – 2015. – № 4 (110). – С. 150–151.
15. Захаров С.С., Леонович А.А. Гидролизный лигнин как потенциальный компонент композиционного материала // Древесные плиты: теория и практика / Под ред. А.А. Леоновича: 18-я Междунар. науч.-практ. конф., 18–19 марта 2015 г. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015. – С. 53–58.

Оценка состояния лесосырьевой базы для плитного производства

В.И. Шишиков

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова*

Приводится комплексная оценка состояния лесного сектора Российской Федерации. Сообщается краткая историческая справка по опыту заготовки и реализации древесины в России и СССР, раскрывается современная специфика использования лесных ресурсов с учётом административных, экономических и экологических аспектов; приводятся прогнозы по развитию лесопромышленного комплекса. Раскрывается роль производства древесных плит в рациональном освоении лесных ресурсов.

Ключевые слова: лесные ресурсы, лесной фонд, лесопромышленный комплекс, заготовка древесины, древесные плиты.

Лес, как главный компонент биосферы Земли, не только выполняет средообразующие и защитные функции, но и является при проведении правильной системы рубок неистощимым источником сырья для многих жизненно необходимых потребностей, постоянно развивающегося и увеличивающего свои запросы этноса. Если несколько столетий тому назад потребности человека сводились к использованию лесных ресурсов в виде топлива; строительных материалов; незначительного производства массива мебели; пиролизного производства древесного угля для выплавки высококачественного чугуна и стали; «лесохимии» для получения канифоли, скипидара, дегтя, «зелёной» биомассы, то в первой половине XIX века активно стали развиваться целлюлозно-бумажные производства, а в начале XX века – производство древесных плит. Растущие потребности человечества вызвали прогресс в развитии всех сфер промышленности, где в той или иной степени используется древесное сырьё. Производство композитных материалов позволило решить две задачи: во-первых, экономить истощающийся ресурс – лес, который достигает спелости древостоя в десятки раз медленнее, чем растущие потребности человека в его применении, во-вторых, использование связующих и химических добавок при плитном производстве значительно увеличивает срок эксплуатации этих изделий и повышает их качество [8].

В этой связи можно привести два примера рационального, с точки зрения химика, применения круглого лесоматериала в деревянном домостроении. Так, археологические раскопки срубов тысячелетней давности показывают, что при сплющивании топорами торцевых участков бревна, наши предки «консервировали» смоляные и жирные кислоты внутри прозенхимных клеток – каналов в применяемой в строительстве породы древесины сосны и лиственницы [7, 9, 13]. Таким образом, строения служили людям 200-300 лет. С применением бензопил при строительстве дачных домов срубы начинают гнить за 20-30 лет. В-

третьих, производство древесных плит позволяет использовать отходы от лесопиления, которых образуется до 50 % от исходного сырья. Также нашли более широкое применение лиственные породы древесины и тонкомерный лес хвойных пород от рубок ухода за лесом.

Неистощимость лесных ресурсов обеспечивается правильной системой рубок, разработанной российскими учёными-лесоведами, которая легла в основу ведения лесного хозяйства скандинавских стран и др. Постулат классического лесоводства М.М. Орлова, базировавшийся на постоянстве и равномерности использования лесов, был в тридцатые годы советской власти признан «буржуазной теорией».

Индустриализация страны в лесном секторе пошла по пути концентрации рубок с механизацией лесозаготовок. Лесничества были вытеснены самовластными леспромхозами, лесопунктами. В 50-е годы, вплоть до «перестройки», в северных таежных регионах страны план по заготовке древесины в леспромхозах варьировал от 300 до 500 тыс. м³/год, при этом плановая реализация как таковая не существовала. Большая часть древесины сгнивала на верхнем складе, вдоль узкоколейных железнодорожных магистралей и в виде «топляков» при сплаве древесины оставалась в северных реках. Из-за рубок леса большими площадями, в следствии плохого возобновления хвойных пород, площади, занятые осинкой и берёзой стали увеличиваться из года в год. Так, за последние 50 лет доля мягколиственных пород в Северо-Западном регионе увеличилась в доступном лесном фонде с 17 до 40,6 %. Распределение площади покрытых лесом земель и запас по преобладающим породам приведен в табл. 1 [5]. В регионах, где на протяжении последних десятилетий развивалась лесная инфраструктура, сегодня ощущается дефицит спелой древесины хвойных пород.

Таблица 1 – Распределение площади покрытых лесом земель и запасов лесных насаждений по преобладающим породам на территории таёжных регионов Российской Федерации

Преобладающая порода	Покрытая лесом площадь		Запас	
	тыс.га	%	млн.м ³	%
Сосна	116 327	16,7	14 823,3	19,4
Ель	773 881	11,1	11 243,3	14,8
Лиственница	267 780,5	38,3	25 417,6	33,4
Кедр	40 624,6	5,8	7 382,8	9,7
Прочие породы	16 187,2	2,3	2 687,6	3,5
Итого хвойные	518 307,4	74,2	61 554,6	80,8
Твердолиственные	24 288,2	3,5	2 391,0	3,3
Мягколиственные	113 001,6	16,2	11 384,2	14,9
Прочие древесные породы и кустарники	43 292,4	6,1	836,0	1,0
Всего	698 889,6	100,0	76 204,1	100,0

В 90-е годы на Европейской территории России стали зарождаться арендные отношения в использовании, охране и защите лесов, которые пришли на смену леспромхозов. Функции контроля за правильным ведением лесного хозяйства были возложены на лесничества. Изменился способ заготовки древеси-

ны на более экологичный и менее затратный. На смену ручной заготовке бензопилами и тракторной трелёвкой гусеничной техникой пришла многооперационная колесная техника – харвейстеры и форвардеры. При проведении сплошных рубок в обязательном порядке стало проводиться лесовосстановление с последующим уходом за лесными культурами. Лесные питомники стали выращивать саженцы с закрытой корневой системой. Площадь лесов, переданных в аренду, по данным Федерального агентства лесного хозяйства, составляет 231 млн. га [3]. Основным видом использования лесов является заготовка древесины, которая ежегодно ведётся на площади более 170 млн. га со среднегодовым объёмом заготовки 200 млн. м³, при этом полномочия контроля за ведением лесного хозяйства были переданы субъектам Федерации.

На основании проводимых лесоустроительных работ специализированными организациями «Рослесинфорга», которые согласно аэрокосмических съёмок лесных массивов и наземной таксации лесов составляют материалы лесоустройства, где указываются все показатели лесных участков: молодняки, распределение лесного фонда по группам и категориям защищенности; распределением лесов по породам, группам возраста; бонитету (показателю продуктивности леса); полноты древостоя, запаса древесины на 1 га, назначению по видам рубок, оценка подроста, мероприятия по лесовосстановлению; противопожарные мероприятия; создание лесной инфраструктуры и другие.

Материалы лесоустройства являются составной частью проектирования лесного регламента субъекта Федерации [11], и является обязательными для составления лесных планов лесничеств. На основании этих материалов арендатор заказывает у лесоустроительных организаций проект освоения лесов. Уже на основе проектов освоения лесов арендатором составляются ежегодные планы рубок, ухода за лесами, мероприятия по защите и охране лесов, развитие лесной инфраструктуры. Перед началом работ в лесу в Комитет по природным ресурсам подаются декларации, которые вывешиваются на официальных сайтах правительства области. Перед началом планирования лесозаготовок делаются отводы участков с абрисами, участки отмечаются деланочными столбами и по контуру деланки обвязываются ленточками. Картографические материалы прикладываются к декларациям. Перед началом работ оператору харвейстера выдается технологическая карта по разработке деланки.

Несмотря на повсеместное изменение площади лесов, Россия остаётся страной наиболее богатой лесосырьевыми ресурсами (табл. 2) [1, 12]. Приведенные по зонам проценты лесистости – примерные и весьма условные. Показатель лесистости имеет разное значение в зависимости от того, по каким территориальным единицам берётся. В зависимости от уровня развития потребления одна и та же лесистость может обусловить отнесение области в одном случае к лесоизбыточной, в другом – к лесодефицитной зоне.

Леса России неравномерно распределены по территории страны не только по общим площадям и запасам, но и по породному составу. Наиболее ценные в промышленном отношении леса с преобладанием сосны и ели произрастают в Северо-Западном, Волго-Вятском и Уральском регионах. На территории Вос-

точной Сибири, Дальнего Востока большие пространства тайги представлены лиственными лесами. На Алтае произрастают крупные массивы пихты. В значительной части таёжных лесов к хвойным породам примешиваются берёза и осина. Иногда они образуют чистые насаждения.

Таблица 2 – Распределение лесного фонда по экономическим регионам Российской Федерации

Регион	Общая площадь земельного лесного фонда, млн. га	Лесистость территории, %
Северо-Западный	114,4	47
Волго-Вятский	13,8	46
Уральский	141,6	34
Западно-Сибирский	55,9	36
Восточно-Сибирский	554,5	48
Дальний Восток	251,3	39
Центральный	19,5	36
Центрально-Черноземный	1,9	8
Приволжский	5,6	9
Северо-Кавказский	44	8
Всего по РФ	1162,9	41

Лес различают по возрастной структуре. Возрастная структура лесов неравномерна не только в лесных массивах северных регионов, Сибири и Дальнего Востока, но и в Ленинградской области, преобладают спелые и перестойные леса. Так, на Карельском перешейке по данным последнего лесоустройства 2018 г. средний возраст ельников составляет 92,5 года. Если рассматривать в целом хвойные породы, то их средний возраст составляет 114 лет, при этом спелых и перестойных лесов в возрасте от 90 лет более 60 %, средневозрастных от 80 лет – 25 %, преспевающие и молодняки составляют 15 % [12].

Продуктивность насаждений лесного фонда отличается большим разнообразием. Она постепенно увеличивается от северных широт к южным, затем, по мере возрастания засушливости, начинает падать. Продуктивность зависит от своевременного проведения рубок ухода и прореживания. Так, в Финляндии до возраста спелости в лесах трижды проводятся промежуточные рубки, при этом пользователь лесных участков снимает урожай древесины с 1 га в три раза выше, чем в Российской Федерации и средний годичный прирост древесины в Финляндии составляет 3,6 м³/га [4, 6]. В этой связи «законодатель» в лице Федерального агентства лесного хозяйства только в 2017 году внёс коррективы в «Правила рубок леса», позволяющие лесопользователям в полной мере применять все виды рубок ухода за разновозрастным лесом.

Если при разработке лесохозяйственных регламентов все субъекты Федерации будут руководствоваться приказом Минприроды России от 27.02.2017 г. № 72, то рубки спелых и перестойных лесных насаждений должны содержать все многообразие этих видов: рубки ухода обновления; реформирования; постепенные рубки 2-х и 3-х приемные; котловинные; ландшафтные и другие виды, предусматривающие неистощимое и интенсивное использование и воспроизводство лесов [11].

По Российской Федерации средний запас спелых и перестойных лесных насаждений на 1 га покрытой площади составил 140 м³. Распределение запаса древесины по регионам Северо-Западного федерального округа по целевому назначению лесов и группам преобладающих пород на землях лесного фонда по состоянию на 01.01.2018 приведены в табл. 3. Те же данные по федеральным округам Российской Федерации в табл. 4 [5].

Таблица 3 – Распределение запаса древесины по субъектам Северо-Западного федерального округа, млн.м³

Субъект РФ	Группы преобладающих пород					
	хвойная			мягколиственная		
	защ.	экспл.	итого	защ.	экспл.	итого
Республика Карелия	295,8	556,2	852,0	51,2	78,3	129,5
Республика Коми	697,5	1 642,8	2 340,3	94,1	377,7	471,8
Архангельская область	702,3	1 359,4	2 061,7	114,4	386,5	500,9
Вологодская область	194,8	622,1	816,9	134,6	662,2	796,8
Калининградская область	14,5	–	14,5	26,8	–	26,8
Ленинградская область	275,2	175,1	450,3	149,7	168,5	318,2
Мурманская область	101,6	90,0	191,6	21,9	11,9	33,8
Новгородская область	65,3	133,3	198,6	98,9	266,5	365,4
Псковская область	47,5	90,9	138,4	50,5	155,5	206,0
Ненецкий автономный округ	17,9	–	17,9	0,4	–	0,4
Итого	2 412,4	4 669,8	7 082,2	742,5	2 107,1	2 849,6

Общая площадь лесных земель России в 2010 году составляла более 882 млн.га. К 2030 году она увеличится на 0,9...1,5 %. Прирост произойдет, в основном, за счёт искусственного и естественного облесения заброшенных и «неудобных» сельскохозяйственных угодий, а также в результате экспансии леса на не покрытые лесом земли и тундру. Общий запас древесины в Российской Федерации, по подсчётам, за последние 5 лет составил свыше 83 млрд.м³. По прогнозу он увеличится на 2,4...5 % за счёт увеличения общей площади лесов, потепления климата, атмосферных выпадений азота и низкого уровня использования расчётной лесосеки [2].

Таблица 4 – Распределение площади и запасов насаждений по группам преобладающих пород на землях лесного фонда по состоянию на 01.01.2018

Субъект РФ	площадь			запас		
	тыс. га	проценты		млн. м ³	проценты	
		от гр.пор	от итога		от гр.пор	от итога
Хвойные						
Северо-Западный	61 449,6	16,0	10,6	7 082,2	15,2	10,7
Центральный ФО	8 166,3	2,1	1,4	1 604,9	3,4	2,4
Приволжский ФО	16 359,2	4,3	2,8	2 549,9	5,5	3,9
Южный ФО	210,3	0,1	—	33,0	0,1	0,1
Уральский ФО	68 298,0	17,8	11,8	7 847,0	16,9	11,9
Сибирский ФО	104 785,0	27,3	18,0	16 101,4	34,5	24,4
Дальневосточный	124 010,3	32,4	21,3	11 342,5	24,4	17,2
Итого	383 278,7	100,0	65,9	46 560,9	100,0	70,6

Продолжение таблицы 4

Субъект РФ	площадь			запас		
	тыс. га	проценты		млн. м ³	проценты	
		от гр.пор	от итога		от гр.пор	от итога
Твёрдолиственные						
Северо-Западный	45,4	0,3	0,1	9,8	0,6	—
Центральный ФО	974,8	7,1	1,5	175,8	11,2	0,3
Приволжский ФО	1 893,4	13,9	2,9	228,1	14,5	0,3
Южный ФО	1 608,9	11,9	2,4	252,7	16,1	0,4
Уральский ФО	30,9	0,2	—	4,2	0,3	—
Сибирский ФО	4,9	—	—	—	—	—
Дальневосточный	9 103,7	66,6	13,8	901,7	57,3	1,4
Итого	13 662,0	100,0	20,7	1 572,3	100,0	2,4
Мягколиственные						
Северо-Западный	23 291,5	16,5	4,0	2 849,6	16,8	4,3
Центральный ФО	11 814,2	8,4	2,0	1 942,7	11,4	2,9
Приволжский ФО	17 563,3	12,4	3,0	2 613,6	15,3	4,0
Южный ФО	256,2	0,2	—	29,9	0,2	—
Уральский ФО	25 674,9	18,2	4,4	3 055,2	18,0	4,6
Сибирский ФО	46 199,7	32,7	8,0	5 282,6	31,1	8,0
Дальневосточный	16 328,3	11,6	2,8	1 219,4	7,2	1,8
Итого	141 128,1	100,0	24,2	16 993,0	100,0	25,6
Прочие древесные породы						
Северо-Западный	—	—	—	—	—	—
Центральный ФО	1,7	0,5	—	—	—	—
Приволжский ФО	11,0	3,0	—	0,1	0,6	—
Южный ФО	66,8	18,3	—	8,0	48,2	—
Уральский ФО	5,6	1,5	—	—	—	—
Сибирский ФО	12,4	3,4	—	0,3	1,8	—
Дальневосточный	267,6	73,3	—	8,2	49,4	—
Итого	365,1	100,0	—	16,6	100,0	—
Кустарниковые породы						
Северо-Западный	259,3	0,6	—	1,6	0,2	—
Центральный ФО	7,5	—	—	—	—	—
Приволжский ФО	66,9	0,2	—	—	—	—
Южный ФО	58,7	0,1	—	0,2	—	—
Уральский ФО	1 062,8	2,5	0,2	5,9	0,7	—
Сибирский ФО	8 871,8	20,9	1,5	224,2	26,7	0,3
Дальневосточный	32 167,1	75,7	5,5	607,0	72,4	0,9
Итого	42 494,1	100,0	7,2	838,9	100,0	1,2
Всего						
Северо-Западный	85 045,8	14,6	14,6	9 943,2	15,1	15,1
Центральный ФО	20 964,5	3,6	3,6	3 723,4	5,6	5,6
Приволжский ФО	35 893,8	6,2	6,2	5 391,7	8,2	8,2
Южный ФО	2 200,9	0,4	0,4	323,8	0,5	0,5
Уральский ФО	95 072,2	16,4	16,4	10 912,3	16,5	16,5
Сибирский ФО	159 873,8	27,5	27,5	21 608,5	32,8	32,8
Дальневосточный	181 877,0	31,3	31,3	14 078,8	21,3	21,3
Итого	580 928,0	100,0	100,0	65 981,7	100,0	100,0

По инновационному сценарию [3, 5] чистая экосистемная продукция (ЧЭП) в Российской Федерации к 2030 году вырастет с 611 млн. т в год на 7,2...10,1 % и достигнет 673 млн. т в год. Вместе с тем, говоря о системе мер и мероприятий, ускоряющих воспроизводство лесных ресурсов с сохранением биоразнообразия, его биосферной и социальной роли, нельзя не констатировать общие потери древесины в результате пожаров, ветровалов и очагах вредителей и болезней леса, которые будут волнообразно увеличиваться. Растянутый во времени процесс ослабления насаждений, пройденных пожарами, не позволяет оценить реальные объёмы усыхания в год их прохождения. Гибель лесов под воздействием низовых пожаров происходит в течение минимум 3-5 лет после их воздействия. Как правило, в год прохождения пожаров гибнет около 25...30 % насаждений, поврежденных огнем. Динамика лесных пожаров на территории Российской Федерации за последние 17 лет показывает оценочную гибель лесов более 2 млн. га ежегодно [3, 10].

Дендрофильные насекомые составляют весьма значительную и существенную группу организмов в лесных экосистемах. Они оказывают большое влияние на состояние лесов. За последние десять лет повреждение насаждений насекомыми в период их массового размножения является третьей и иногда четвертой по значимости причиной усыхания древостоев после лесных пожаров и погодных условий. За этот период гибель насаждений от этого фактора выявлена на общей площади, превышающей 422,1 тыс. га [10, 15], что сопоставимо площадью земель лесного фонда Липецкой и Тульской областей вместе взятых. Повреждения насекомыми приводят к ряду последовательных изменений в лесных сообществах, вызывающих потерю роста, снижение устойчивости к воздействию неблагоприятных факторов, ослабление, частичное или, значительно реже, полное усыхание древостоя, а также изменение породного состава насаждений.

За период многолетних наблюдений (с 1977 года) факты массовой гибели насаждений от повреждения насекомыми были отмечены дважды: в 1995-1996 гг. (сибирский шелкопряд в Красноярском крае) и в 2004-2005 гг. (короед-типограф и гравёр в Архангельской области и сибирский шелкопряд в Якутии). В эти периоды размеры гибели лесов составляли около 200 тыс. га. В иные годы площади усохших насаждений в очагах вредителей леса была значительно ниже и в отдельные периоды не превышала 10 тыс. га. Среднегодовое количество гибели лесов за этот период составила 31,4 тыс. га [10]. Динамика очагов вредителей и болезней леса, как и все биологические процессы, имеет явно выраженную периодичность. Ежегодно в период с 1977 по 2017 год в лесах России очаги вредных организмов действовали, в среднем, на площади 33,3 млн. га. Распределение насаждений по причинам гибели представлено в табл. 5.

Последние два десятилетия политических и экономических реформ показали, что лесной сектор страны долго и трудно адаптируется к рыночным отношениям и требованиям мировых рынков. Лесопромышленный комплекс не является приоритетом национальной экономической политики. В России находится более 20 % мировых лесов, но её доля в мировой торговле лесоматериалами

лами составляет лишь 4 %. При этом 54 % всего объема экспорта приходится на круглый лес и пиломатериалы. Лес занимает более половины территории страны, однако, доля лесного сектора в валовом внутреннем продукте (ВВП) составляет лишь 1,3 %, в промышленной продукции – 3,7 %, а в экспортной валютной выгрузке страны – 2,4 % [2]. Все эти факторы свидетельствуют о том, что громадный лесной потенциал используется плохо. Возможности и перспективы лесного сектора явно недооценивались политическим и экономическим руководством страны.

Таблица 5 – Распределение насаждений по причинам их гибели за год (по данным формы 7-ДЛР)

Федеральный округ	Погибшие насаждения (числитель – всего, га; знаменатель – удельная гибель)	В том числе по причинам, га/%					
		Лесные пожары	Повреждения на-секомыми	Погодные условия и почвенно-климатические факторы	Болезни леса	Повреждения ди-кими жи-вотными	Антропо-генные факторы
Центральный	53268	22477	20269	4654	5795	29	44
	2,53	42,2	38,0	8,7	10,9	0,1	0,1
Северо-Западный	62323	18698	298	41255	1063	–	1009
	0,73	30,0	0,5	66,2	1,7	–	1,6
Приволжский	33323	9567	7698	13321	2435	3	299
	0,93	28,7	23,1	40,0	7,3	–	0,9
Южный	1878	984	–	870	12	10	2
	0,85	52,4	–	46,4	0,6	0,5	0,1
Северо-Кавказский	268	2	–	220	46	–	–
	0,18	0,7	–	82,1	17,2	–	–
Уральский	31009	27046	516	2301	1003	4	139
	0,46	87,2	1,7	7,4	3,2	–	0,5
Сибирский	159189	137611	3223	2776	12916	–	2663
	0,59	86,5	2,0	1,7	8,1	–	1,7
Дальнево-сточный	24616	14377	89	3042	7078	–	30
	0,08	58,4	0,4	12,4	28,7	–	0,1
Всего	365874	230762	32093	68439	30348	46	4186
	0,47	63,1	8,8	18,7	8,3	–	1,1

По инерционному сценарию площадь лесов, где законодательно допускается промышленная заготовка древесины (FAWS), имеет тенденцию к сокращению: с 677 млн. га (в 2010 году) до 654...665 млн. га (в 2030 году), или на 1,2...3,4 %. Доля этой площади в общей площади лесов сократится с 84 до 79...80 % вследствие создания новых охраняемых территорий. Прекращением рубок в старовозрастных ельниках защитных лесов запас древесины в этих лесах упадет с 68 до 66...67 млрд. м³, а средний прирост уменьшится с 853 до 844 млн. м³ в год [2].

По инновационному сценарию расчётная лесосека в 633 млн. м³ (в 2010 году) увеличится до 650...710 млн. м³ в год.

В 2018 году распоряжением Правительства Российской Федерации утверждена «Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года». Поставлено две задачи: достижение устойчивого лесопользования, эффективного развития лесного комплекса; повышение долгосрочной конкурентоспособности лесной промышленности. Согласно прогнозу, производство круглого леса в российской Федерации увеличится в 1,6...2,1 раза. Рост экспорта круглого леса будет несущественным, если учитывать политику государства по развитию глубокой переработки древесины на территории страны.

Производство древесностружечных плит (ДСП), как показано в табл. 6 [14], планируется увеличить к 2030 г. в 1,6...2,1 раза по сравнению с 2010 г. (5,4 млн.м³). Планируется модернизация оборудования, снижение токсичности продукции и налаживание производства древесных плит с ориентированной стружкой (OSB от англ. *oriented strand board*) Производство плит ДСП планируется увеличить по сравнению с 2010 годом (1,7 млн.м³) в 1,7...2,5 раза. Приоритетным считается уменьшение доли технологий древесноволокнистых плит (ДВП) «мокрого» способа производства, и увеличение доли плит средней плотности (MDF от англ. *medium density fiberboard*) и высокой плотности (HDF от англ. *high density fiberboard*).

В перспективе до 2030 г. основными рынками сбыта будут являться отечественный рынок и рынки бывших республик СССР, а также Польши, Турции и Румынии. Динамика потребления плит в целом составит 1...2 % в год.

Таблица 6 – Прогноз производства древесных плит в России, млн. м³

Продуктовая группа	2015 г.	2030 г.	Доля экспорта в 2030 г., %
ДВП (без MDF)	0,6	0,7	23,0
MDF / HDF	2,7	4,6	12,0
ДСП	6,0	7,6	21,3
OSB	0,9	1,6	8,0

До 2030 г. планируется ввод 2,6 млн. м³ мощностей по производству MDF / HDF в 6 субъектах Российской Федерации: Смоленской, Ленинградской, Томской, Калужской и Калининградской областях, Хабаровском крае и в Республике Татарстан. Новые производства ДСП общей мощностью 390 тыс. м³ заявлены в Брянской, Кемеровской и Калужской областях. Прирост мощности существующих предприятий оценивается в 0,5 млн. м³. Заявленные новые мощности по производству OSB до 2024 г. составляют 3,9 млн. м³. Проекты заявлены в ХМАО, Кемеровской, Нижегородской, Кировской и Вологодской областях, в республике Карелия, Башкортостан и Бурятия (табл. 7) [14].

Таблица 7 – Прогноз мощности производств древесных плит в России, млн. м³

Продуктовая группа	2015 г.	2030 г.
ДВП (без MDF)	1,0	1,0
MDF / HDF	2,3	4,9
ДСП	7,0	7,9
OSB	0,9	3,9

Реализация Стратегии позволит к 2030 г. создать около 21 тысячи рабочих мест и принесет в бюджет дополнительно до 5,3 млрд руб. налогов ежегодно.

Таким образом, сырьевая база древесно-плитного производства обеспечивает поступательный рост выпуска древесных плит, в том числе прогрессивных их видов, таких как MDF и OSB. Реализация возможности рационального использования лесосырьевой базы должна сопровождаться развитием соответствующей инфраструктуры и логистикой.

Литература:

1. Желдак В.И., Сидоренков В.М., Дорощенко Э.В., Степанова С.К. Нормативно-правовое регламентирование ухода за лесами и его совершенствование // Вестник Московского государственного университета. 2015. Том 19, № 2. – С. 80-88.
2. Петров А.П. Лесной сектор экономики России сегодня и завтра // Лес-проминформ. 2013. № 2 (92). – С.25-31.
3. Подведены итоги работы лесного хозяйства России в 2015 году // Лес-проминформ. 2016. № 3 (117). – С.50-51.
4. Закон о лесах Финляндии – Хельсинки от 12 декабря 2016 г // [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.finlex.fi/fi/laki/kaannokset/1996/ru19961093.pdf>, свободный. [Дата обращения – 08.02.19].
5. The Food and Agriculture Organization of the United Nations [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.fao.org>, свободный. [Дата обращения – 05.02.19].
6. Йоуко Полониеми. Принципы использования хозяйственных лесов и ухода за ними в Финляндии // НИИ леса Финляндии. – MELTA, 2005.
7. Колесников П.Т. Северная деревня в XV – первой половине XIX веков. – Вологда: Северо-Западное книжное изд-во, 1976. – 414 с.
8. Леонович А.А. 21 принцип модифицирования древесных плит от Леоновича. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. – 80 с.
9. Макаров Н.А. Средневековые поселения Устюжской округи // МАЕСВ. Вып. 11. Сыктывкар, 1998.
10. Обзор санитарного и лесопатологического состояния фонда Российской Федерации за 2017 год / ФБУ «Российский центр защиты леса» / Оперативная отчётность ФБУ «Рослесзащита (№№ 1–ОЛМП и 2–ОЛМП; 2,3,6–ОЛМП; 1– ПСЛ), Формы федерального государственного статистического наблюдения (№№ 12–ЛХ; 5–ЛХ).
11. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 27 февраля 2017 г. № 72 «Об утверждении состава лесохозяйственных регламентов, порядка их разработки, сроков их действия и порядка внесения в них изменений» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://minjust.consultant.ru/documents/34844>, свободный. [Дата обращения – 06.02.19].

12. Разработка предложений и рекомендаций по совершенствованию и повышению эффективности использования лесов для заготовки древесины / ФБУ «СПб НИИЛХ». 2016. № 17-ИВ.

13. Спирина Д.В. Археологическое изучение Вологодской области в XIX – первой половины XX века // Вып. 1: Археология Русского Севера: Материалы конф., 2-5 марта 1994 г. – Вологда: Изд-во «Адвисура», 1996. – С. 249-261.

14. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20 сентября 2018 г. № 1989-р «Об утверждении Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/cA4eYSe0MObgNpm5hSavTdIxID77KCTL.pdf>, свободный. [Дата обращения – 08.02.19].

15. Ширшиков В.И., Пиялкин В.Н., Спицин А.А. Технология биотоплив и углеродистых восстановителей ультраокситермолизом древесной щепы // Сырьевой ресурс. Глава 5. – СПб.: «Химиздат», 2018. – С. 150-163.

УДК 674.8-036.61.8

Плитные материалы на основе недревесных наполнителей и модифицированных клеев

С.А. Угрюмов

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова*

Исследованы свойства клеевых составов на основе карбамидоформальдегидного клея, модифицированного олеиновой кислотой применительно к производству плитных материалов конструкционного назначения на основе костры льна. Экспериментально установлено уменьшение величины поверхностного натяжения модифицированного клея и повышение смачивающей способности по отношению к костре льна, что позволяет существенно повысить физико-механические свойства плит.

Ключевые слова: недревесный плитный наполнитель, костра льна, олеиновая кислота, карбамидоформальдегидная смола, костроплиты.

При производстве древесностружечных плит в настоящее время в основном используются стандартные технологии с использованием древесного сырья в качестве наполнителя и клеевых составов на основе синтетических смол. Как правило, выпускаемые плиты удовлетворяют по своим эксплуатационным характеристикам большую часть потребителей. Однако существует немало направлений по поиску решений экономии древесного сырья и использованию в качестве плитного наполнителя материалов недревесного происхождения (отходов переработки однолетних растений), позволяющих при меньших производственных затратах получать качественные конструкционные плиты [1].

В настоящее время в процессе льнопереработки образуется большое количество костры, которая не находит эффективного использования, в то же время с точки зрения анатомического и химического строения, она является ценным материалом для производства плит плоского метода прессования. Однако применение костры льна в качестве основного наполнителя сопряжено с технологической сложностью процесса осмоления, что приводит в конечном итоге к снижению эксплуатационных показателей готовых плит [2]. При производстве плитных материалов на основе древесного наполнителя равномерное распределение клея по поверхности частиц возможно не только за счёт растекания клея по поверхности частиц, но и за счёт их перетирания в процессе выполнения операции осмоления. При использовании костры льна этот процесс затруднён, так как частицы костры обладают меньшей жёсткостью и в процессе осмоления при контакте друг с другом деформируются, затрудняя поверхностный контакт и перенос клея. Процесс равномерного распределения клея только за счёт растекания затруднен в связи с невысокой смачивающей способностью костры. Неравномерность осмоления является причиной нестабильности свойств по толщине и формату плит, что приводит к общему снижению физико-механических показателей плит из костры и иных недревесных наполнителей.

С позиций теории адгезии и смачивания для качественного осмоления древесных наполнителей клеевыми составами и обеспечения максимальной работы адгезии поверхностное натяжение связующих должно быть меньше или равно поверхностному натяжению наполнителя [3-5]. С этой точки зрения, широко применяемые в деревообработке клеи не всегда эффективны при осмолении древесных наполнителей в ходе производства древесных плит. Поверхностное натяжение карбамидоформальдегидной смолы составляет $63,4 \text{ МДж/м}^2$, при этом поверхностное натяжение древесных субстратов гораздо ниже, а именно, у березы – 49 МДж/м^2 , сосны – 47 МДж/м^2 , костры льна – 45 МДж/м^2 [6], то есть в данном случае условие полного смачивания с термодинамической точки зрения не выполняется.

Известны эффективные методы модификации синтетических смол простыми спиртами, позволяющие улучшить термодинамические свойства смол и значительно повысить физико-механические свойства плит на основе костры льна [7]. Однако применение данных модификаторов сопряжено с токсичностью и пожароопасностью процесса производства клеевого состава, поскольку спирты огнеопасны, относятся к классу легковоспламеняющихся жидкостей, смеси паров спиртов с воздухом взрывоопасны.

Снижение поверхностного натяжения карбамидоформальдегидной смолы возможно поверхностно-активными веществами с малой величиной поверхностного натяжения, например, непредельными кислотами, одним из представителей которых является олеиновая кислота. Она встречается в различных растительных маслах и животных жирах, без запаха, имеет вид бесцветный или слабо-желтоватой маслянистой жидкости. С химической точки зрения, олеиновая кислота классифицируется как мононенасыщенная омега-9 жирная кислота, сочетает химические свойства карбоновых кислот и олефинов – образует про-

изводные по карбоксильной группе, присоединяет водород по двойной связи. Получают олеиновую кислоту в промышленном масштабе путём гидролиза масел или жиров с фракционированием образующейся смеси кислот и многократной перекристаллизацией из метанола или ацетона [8].

В настоящее время олеиновая кислота и её эфиры активно используются для получения лакокрасочных материалов как пластификаторы. Она также применяется в производстве моющих средств промышленного значения, выступает эмульгатором в резинотехнической промышленности. Характеристика олеиновой кислоты:

Характеристики	Показатели
Молекулярная формула	$C_{18}H_{34}O_2$
Молярная масса, г/моль	282,46
Плотность, кг/м ³	895
Температура плавления, °С	13...14

На первом этапе исследования были проведены опыты по определению поверхностного натяжения ($\sigma_{ж,}$) карбамидоформальдегидной смолы марки КФ-НФП-54П с введением в её состав олеиновой кислоты и краевого угла смачивания (θ) поверхности костры (рис. 1).

Результаты экспериментов показали, что модификация карбамидоформальдегидной смолы олеиновой кислотой, способствует снижению поверхностного натяжения, что положительно отражается на процессе смачивания её костры льна. При введении в состав клея на основе карбамидоформальдегидной смолы 1,5 мас. ч. олеиновой кислоты, краевой угол смачивания приближается к 0. Полное смачивание поверхности частиц костры льна достигается при введении в состав клея на основе карбамидоформальдегидной смолы 1,75 мас. ч. и

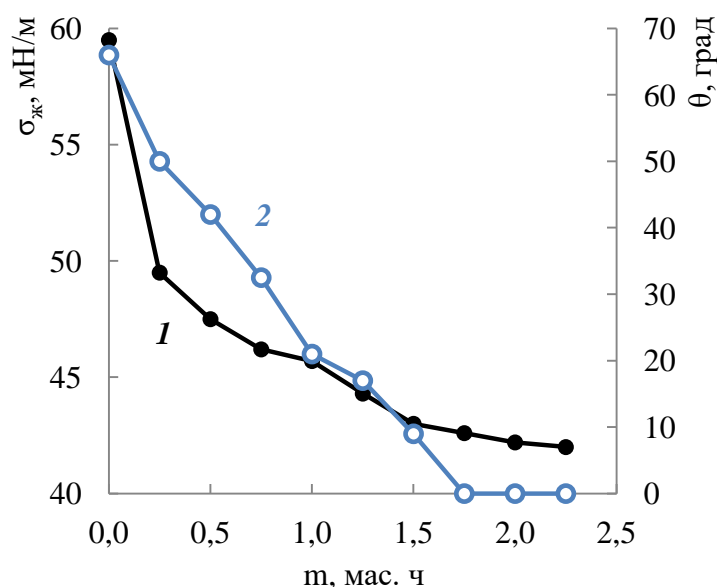


Рис. 1. Влияние доли добавки олеиновой кислоты на поверхностное натяжение (1) и краевого угла смачивания (2) карбамидоформальдегидной смолы

более олеиновой кислоты, при этом клей полностью растекается по поверхности частиц костры льна, краевой угол смачивания составляет 0.

Для определения влияния модифицированного клея на физико-механические свойства плит были изготовлены образцы кстролплит с применением клея на основе карбамидоформальдегидной смолы КФН-54П, отвердителя (хлористого аммония) в количестве 0,6 мас. ч, с введением в состав клея модификатора – олеиновой кислоты в количестве от 0 до 2,5 мас.ч. Расчётное количество абсолютно сухой смолы при

изготовлении костроплит составляло 12 % от массы костры, плотность плит 750 кг/м³.

На рис. 2 приведены результаты оценки прочности при изгибе ($\sigma_{изг}$) и прочности при отрыве перпендикулярно пласти (σ_{\perp}), а на рис. 3 разбухания по толщине (ΔS) и водопоглощения (ΔW). Экспериментальные данные показывают, что при введении в клеевой состав на основе карбамидоформальдегидной смолы олеиновой кислоты заметно повышаются физико-механические характеристики костроплит, при этом их значимое увеличение достигается при введении в клеевой состав олеиновой кислоты в количестве 1,0...1,75 мас.ч. Данное количество вводимой в клеевой состав олеиновой кислоты следует считать рациональным.

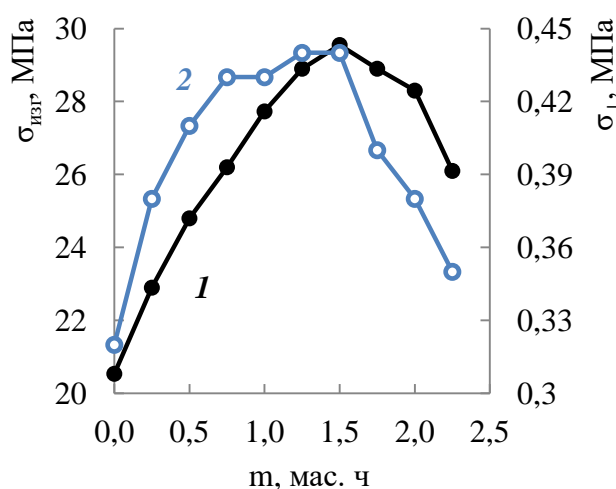


Рис. 2. Влияние доли добавки олеиновой кислоты на прочность при изгибе (1) и прочность при отрыве перпендикулярно пласти плиты (2)

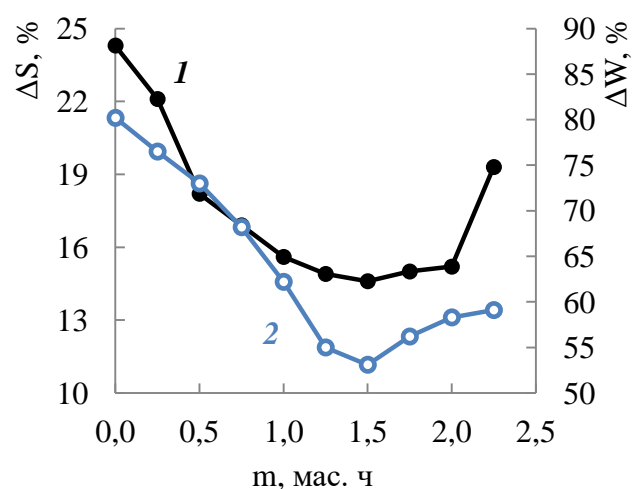


Рис. 3. Влияние доли добавки олеиновой кислоты на разбухание по толщине (1) и водопоглощение (2)

Проведённые экспериментальные запрессовки подтвердили технологическую возможность производства плитных композиционных материалов на оборудовании производств древесных плит. При этом по физико-механическим характеристикам плитные композиционные материалы удовлетворяет требованиям стандарта на аналогичную продукцию – древесностружечные плиты марки Р2 по ГОСТ 10632–2014.

Применение в производстве плитных материалов на основе костры льна клеевых составов на основе карбамидоформальдегидных смол, модифицированных олеиновой кислотой, способствует эффективной утилизации образующейся костры, экономии древесных ресурсов, снижению производственных затрат, позволяет выпускать качественные конкурентоспособные материалы конструкционного назначения для мебельной промышленности, строительства и иных сфер использования.

Литература:

1. Никитин А.А. Использование однолетних растений для производства композиционных материалов // Все материалы. Энциклопедический справочник, 2018. – № 12. – С. 9-12.

2. Угрюмов С.А. Организационно-техническое обеспечение производства композиционных материалов на основе древесины и костры льна. – Кострома: КГТУ, 2008. –147 с.
3. Берлин А.А. Основы адгезии полимеров. – М.: Химия, 1974. –392 с.
4. Малышева Г.В. Физическая химия адгезивных материалов // Материаловедение, 2005. – № 6. – С. 38-40.
5. Малышева Г.В. Прогнозирование ресурса клеевых соединений // Клеи. Герметики. Технологии, 2013. –№ 8. – С. 31-34.
6. Фрейдин А.С. Прочность и долговечность клеевых соединений. –М.: Химия, 1981. – 270 с.
7. Мачнева О.П. Многоатомные спирты как модификаторы карбамидо-формальдегидных смол // Клеи. Герметики. Технологии, 2018. – №12. – С. 15-18.
8. Рабинович В.А. Краткий справочник химика. – Л.: Химия, 1991.– 432 с.

УДК 675.08.81

**Перспективные эколого-ориентированные разработки изделий
строительного назначения из отходов деревообрабатывающего
производства и лёгкой промышленности**

К.И. Тарутько¹, Ю.В. Дойлин², И.М. Грошев²

¹*Витебский государственный технологический университет,*

²*ОАО «Витебскдрев»*

Представлена информация о возможности использования отходов легкой промышленности и отходов кожкартона совместно с отходами деревообрабатывающей промышленности для производства листовых материалов строительного назначения.

Ключевые слова: экологическая модернизация, текстильные отходы, органо-синтетические волокнистые плиты, кожевенные волокна

В соответствии с Национальной стратегией устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2030 г., на основе модернизации традиционных отраслей промышленного комплекса, предусматривается:

- создание и освоение современных инновационных наукоёмких технологий по выпуску продукции с высокой добавленной стоимостью, соответствующей мировым экологическим стандартам;
- повышение конкурентоспособности и наращивание экспортного потенциала;
- экологизация промышленного производства путём внедрения «зелёных» технологий и оборудования, новых конструкционных и строительных материалов;
- внедрение информационных технологий, в том числе для интеллектуального управления процессом производства и качеством продукции;

- ресурсосбережение и углубления переработки сырья;
- применение современных государственных стандартов, адаптированных к международным, совершенствование системы стандартизации Беларуси путём приведения её в соответствие с нормами ВТО и ЕАЭС и др.

Глубина переработки отечественного древесного сырья к 2020 г. должна увеличиться в 1,4 раза (до 60 %) за счёт переработки древесины в плиту, древесных плит в мебель, целлюлозы – в бумагу и картон, бумаги и картона – в упаковку и товары санитарно-гигиенического назначения. Развитие деревообработки будет нацелено на увеличение глубины переработки древесного сырья и выпуск продукции с улучшенными свойствами – древесные плиты, целлюлоза, картон и другая продукция, востребованная рынком. Экологизация промышленности предполагает, кроме формирования «зелёной» технологической платформы, внедрение эффективных технологий переработки отходов.

В рамках формирования «зелёной» платформы планируется:

- продвижение экологической модернизации в отраслях промышленности (строительных материалов, лёгкой, ЦБП и др.);
- стимулирование промышленных организаций по осуществлению максимально полной переработки отходов, активизация в данном вопросе промышленного сотрудничества с Российской Федерацией и КНР;

Реализация поставленных задач приоритетов до 2020 г. позволит обеспечить:

- повышение производительности труда не менее 45 % от среднего уровня стран ЕС (27...30 тыс. долларов США на одного среднесписочного работника);
- снижение материалоёмкости производства на 6...7 % к уровню 2015 г.;
- достижение рентабельности продаж в промышленности на уровне 14...16 %;
- увеличение доли экспорта в промышленном производстве до 63 %.

До 2030 г. основными направлениями развития промышленности станут:

- дальнейшее проведение качественных технологических улучшений по использованию местных сырьевых ресурсов (производство строительных материалов, деревообработка и ЦБП и др.), с разработкой технологий по максимально полному и комплексному использованию всех отходов на основе технического перевооружения и внедрения передовых международных стандартов качества;

– расширение объёма использования в строительном комплексе современных сертифицированных местных строительных материалов (ДВП, ДСП, фанера, MDF/HDF, ПНЛ и др.);

- использование экологически чистых (зелёных) строительных сырья и материалов в индивидуальном малоэтажном домостроении.

В основе зелёного жилищного строительства заложено использование конструкций на основе древесины. В целях рационального использования природно-ресурсного потенциала необходимо увеличить объёмы местного возобновляемого и вторичного сырья при производстве продукции с высокой добавленной стоимостью.

Рост производственных мощностей предприятий Республики Беларусь приводит к увеличению количества образующихся отходов, в том числе отходов, не имеющих применения, что связано со снижением заинтересованности производителей в решении проблемы обращения с отходами из-за отсутствия технологий их переработки. В настоящее время усилия нашего государства в сфере обращения с отходами направлены не на захоронение отходов, а на альтернативные методы их переработки.

Актуальность в сфере обращения с отходами обусловлена двумя причинами: во-первых, отходы, как правило, содержат полезные вещества и материалы, неэффективное использование которых означает их потерю для экономики; во-вторых, они загрязняют окружающую природную среду.

Особый интерес, с точки зрения вторичной переработки, представляют текстильные отходы. Использование текстильных отходов, в том числе низкосортных «неутилизируемых» 4-ой группы, в качестве вторичного сырья становится целесообразным даже в том случае, если первичное сырьё обходится дешевле, чем подготовка отходов для вторичного использования, т.к. применение первичного сырья сопровождается дополнительными расходами на ликвидацию вредных для окружающей среды отходов, компенсирует экологические и социальные издержки. Текстильные отходы могут использоваться в смеси с другими отходами производства, например, древесными.

На текстильных предприятиях Республики Беларусь образуется около 4 тыс. тонн отходов в год, а утилизируется менее 10 %, остальные не имеют технологических решений по переработке в своей отрасли. Их в основном складывают и затем вывозят на полигон для дальнейшего захоронения. Поэтому использование таких отходов в качестве вторичных материальных ресурсов – важная экологическая, экономическая и социальная проблема.

Учитывая химическую и физическую структуру текстильных отходов сотрудниками УО «ВГТУ» и ОАО «Витебскдрев» разработаны технологии получения органо-синтетических волокнистых плит с использованием не утилизируемых коротковолокнистых отходов лёгкой промышленности и композиционных плит различного назначения с добавлением отходов деревообрабатывающей промышленности (ДОП).

Возможные направления использования не утилизируемых отходов лёгкой промышленности, в том числе в смеси с отходами ДОП, показаны на рисунке.

Таким образом, использование низкосортных «не утилизируемых» отходов, по разработанной нами технологии, позволяет перевести данную группу отходов в раздел ВМР из группы потенциальных, как резерва материальных ресурсов, и соответственно снизить потребление первичных сырьевых ресурсов, повысить при этом экологическую эффективность производства, решать вопросы импортозамещения, снизить материалоемкость продукции, уменьшить количество отходов подлежащих захоронению и обезвреживанию, что в свою очередь снизит отрицательную нагрузку на окружающую среду, перевести предприятия в разряд ресурсосберегающих, мало- и безотходных. Использование декоративных смесей из отходов позволит получать неповторимый декора-

тивный эффект и фактуру, скрыть мелкие дефекты поверхности листовых древесных материалов (ДВП, ДСП, MDF и др.).

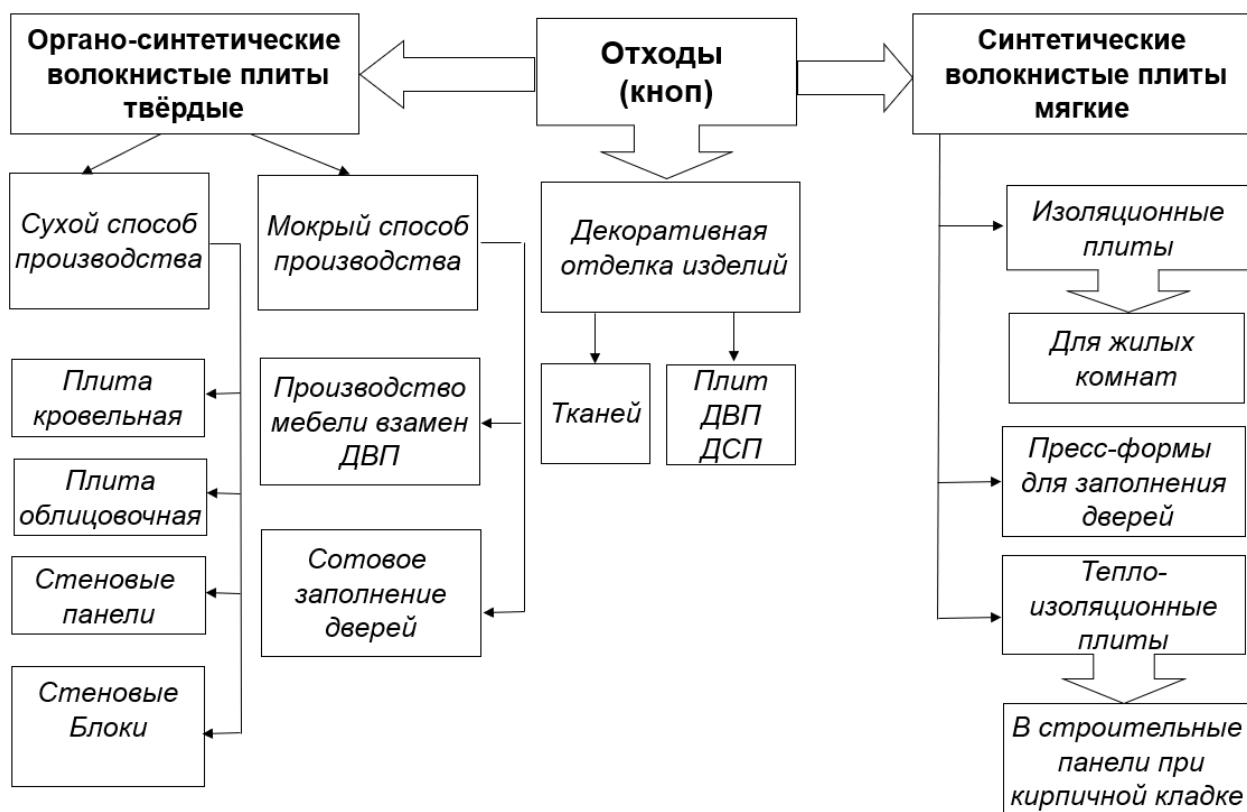


Рисунок – Возможные направления использования не утилизируемых отходов легкой промышленности

Нами разработана также технология получения листовых материалов из отходов производства обувного картона и древесного волокна, которые, в основном, хоронятся на полигоне ТБО или подвергаются термическому обезвреживанию, что приводит к негативному воздействию на окружающую среду. Рассмотрена возможность использования их в строительной области.

Состав двух вариантов композиции для изготовления образцов в мас. частях:

Образец 1: волокно отходов производства MDF 1,5 + измельчённый обувной картон 1; клей КФС 0,5; отвердитель 0,01; карбамид (для снижения токсичности изделий) 0,01;

Образец 2: волокно отходов производства MDF 1 + измельченный обувной картон 1,5; клей КФС 0,5; отвердитель 0,01; карбамид (для снижения токсичности изделий) 0,01.

Образцы изготавливали методом термоформования с использованием горячего гидравлического пресса.

Прессования происходило при давлении 7,5 МПа, температуре прессования 200...205 °С, времени прессования (основного) 600 секунд. В результате получены листовые материалы толщиной 10 мм, качественные характеристики

которых приведены в таблице в сравнении с древесноволокнистыми плитами сухого способа производства.

Таблица – Качественные характеристики листовых материалов, изготовленных из отходов производства

Наименование показателя	Значения показателей образцов	Нормируемые значения для MDF по ТУ 300187428.005–2013
Плотность, кг/м ³	800	650...950
Влажность, %	6	4...11
Прочность на разрыв, МПа	0,65	не менее 0,65
Разбухание по толщине за 24 часа, %	30	не более 17,0
Прочность на изгиб, МПа	26	не менее 23,0
Содержание формальдегида на 100 г абс. сухой массы плиты, мг	6	E1 – до 8 включительно

Результаты исследований полученных образцов показывают, что полученная плита удовлетворяет требованиям ТУ 300187428.005–2013 для MDF, применяемом на ОАО «Витебскдрев», кроме показателя разбухание по толщине за 24 часа.

Проведены исследования по определению возможности изготовления ДВП мокрого способа производства на основе отходов обувных картонов марок СЦМ, 3-1 и КПЖ. Было получено множество вариантов плит с использованием фенолоформальдегильной смолы в качестве связующего, изготовленных путем подбора разных массовых долей исходных материалов; и варьирование температуры, давления и времени прессования.

Полученные данные и внешний осмотр изготовленных образцов показывают, что изменения температурного режима, давления и его время воздействия, по-разному влияют на показатели готовой плиты. Высокая температура негативно влияет на внешний вид плит, состоящих из картонов с высоким наличием кожевенных волокон, появляются чёрные пятна из-за плавления отходов картона, при этом теряется товарный вид, а также снижаются прочностные характеристики изделия.

Плиты, состоящие из картонов с высоким содержанием кожевенных волокон, наиболее хрупки, это накладывает определённые трудности при транспортировке, а также при непосредственном использовании потребителем. Эта проблема решена путём введения дополнительных технологических процессов.

В дальнейшем планируется изучение влияния каждого параметра на качественные характеристики готового изделия, такие как: прочность на изгиб, прочность на разрыв, класс эмиссии формальдегида и пр. Однако уже сейчас можно признать, что отходы обувных картонов пригодны в качестве сырьевой добавки материалов строительного назначения.

Таким образом, исследование рынка использования полученных материалов показало, что листовые материалы, полученные из отходов обувного картона и древесного волокна, могут использоваться в строительстве в качестве подкладки для настила полов из ламинированного покрытия и в качестве перего-

родок в помещениях с отделкой декоративными обоями или покраской, где не происходит долговременного контакта материала с влагой.

В настоящее время ведётся разработка технического регламента, технических условий и рекомендаций по применению полученных изделий.

УДК 674.815; 676.266.4; 665.939.56

Использование отходов декоративных бумажно-смоляных плёнок

Гамова И.А., Абрамов Н.А., Чернышева Э.С.

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М.Кирова*

Измельчённые в порошок отходы декоративных бумажно-смоляных плёнок содержат реакционноспособную смолу и обладают клеящей способностью, благодаря содержащимся в ней функциональным группам. Исследованиями показано, что такие порошки эффективны в качестве связующего вещества в древесностружечных плитах, а также для изготовления различных прессованных изделий.

Ключевые слова: отходы, бумажно-смоляные плёнки, меламиноформальдегидная смола, клеящая способность, гидроксиметильные группы, древесностружечные плиты, токсичность, аминопласты.

Декоративные бумажно-смоляные плёнки (БСП), представляют собой пропитанные меламиноформальдегидными (МФС) и меламинокарбамидоформальдегидными (МКФС) смолами специальные виды бумаги из белёной целлюлозы. Именно эти БСП являются особенно ценными, дорогими и образующимися в больших количествах отходами при изготовлении декоративных бумажнослоистых пластиков (ДБСП) и при ламинировании древесных плит (ДП).

Более половины массы БСП составляет смола, и значительная часть её в растворимой форме, то есть способной к дальнейшим превращениям, потому что пропитанную бумагу направленно сушат при мягких режимах, чтобы сохранить значительное содержание реакционноспособной смолы. Это необходимо для того, чтобы при прессовании ДБСП образовался монолитный материал с высокими физико-механическими свойствами, а при ламинировании ДП плёнка выполняла бы роль и клея, и защитно-декоративного покрытия [1, 2]. Этот факт явился основанием для изучения и применения измельчённых отходов БСП.

В данной работе использовали отходы БСП ООО «Завод слоистых пластиков». Измельчали плёнки в роторной кофемолке с регулируемым помолом и использовали порошок, прошедший через сито с диаметром ячеек 0,2 мм.

Для изучения жизнеспособности смолы, содержащейся в БСП, разработана специальная методика анализа плёнок. Определяли содержание водорастворимой фракции, а в фильтрате определяли содержание свободного формальдегида

и количество гидроксиметильных групп [3, 4]. Клеящую способность порошков БСП оценивали определением прочности сдвига клеевых соединений древесины [5].

В табл.1 представлены результаты испытаний БСП, поступивших одновременно от трёх различных поставщиков. Эти данные свидетельствуют о том, что порошки БСП содержат значительное количество растворимой, а значит, реакционноспособной смолы и обладают хорошей клеящей способностью, которая пропорциональна содержанию гидроксиметильных групп ($-\text{CH}_2\text{OH}$).

Таблица 1 – Результаты анализа БСП разных поставщиков

Показатели	Образцы		
	1 (Sl)	2 (Sh)	3 (Int)
Количество растворимой в воде смолы, %	72	68	70
Содержание свободного формальдегида, %	1,47	2,42	1,21
Содержание гидроксиметильных групп, %	7,9	8,8	17,2
Прочность при сдвиге, МПа	4,0	4,6	5,2

Результаты анализа БСП образцов одного поставщика, но доставленные на завод в различное время, показали, что по своим свойствам плёнка, недавней поставки (вариант 1) и, плёнка, хранившаяся полгода в открытом виде (вариант 2), незначительно отличаются (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты анализа БСП различного срока хранения

Показатели	Образцы	
	1	2
Количество летучих веществ, %	4,8	4,8
Общее количество смолы, %	57,3	57,1
Количество растворимой смолы, %	68	67
Содержание свободного формальдегида, %	1,9	0,85
Содержание гидроксиметильных групп, %	8,5	5,5

Результаты химического анализа позволили предположить, что отходы БСП могут применяться для прессования аминопласта, а значительное содержание растворимой смолы и реакционноспособных групп обеспечат прочность композиционного материала.

Прессованием стандартных образцов из порошков БСП 1-го и 2-го вариантов и их испытания показали (табл. 3), что срок хранения отходов БСП не влияет на физико-механические показатели в проводимом диапазоне исследований.

Таблица 3 – Физико-механические показатели полученных образцов аминопластов

Показатели	Варианты	
	1	2
Плотность, кг/м ³	1450	1470
Прочность при изгибе, МПа	104,3	100,3
Водопоглощение за 24 ч, %	1,0	1,0
Ударная вязкость, кДж/м ²	7,0	6,8

Следует отметить, что декоративная БСП по своему составу незначительно отличается от состава аминопластов, которые также содержат беленую сульфитную целлюлозу и пропиточную МКФС или МФС.

Как известно, аминопласты (АП) – это широко распространённые пластические массы, в композиции которых используются предконденсаты карбамидо- и меламиноформальдегидных смол (КФС и МФС) в количестве 30...40 мас. %, в качестве наполнителя – сульфитная отбеленная целлюлоза. Из АП изготавливают детали различного электроосветительного оборудования: выключатели, штепсели, розетки; корпуса и трубки телефонов; детали бытовых электрических приборов; галантерейные, канцелярские, посудохозяйственные и многие другие изделия широкого потребления [6].

Процесс производства прессматериала для АП довольно длительный, требует применения разнообразного оборудования и включает многие технологические операции: синтез конденсационного раствора; пропитка наполнителя конденсационным раствором; сушка полученной массы; измельчение массы; просеивание пресс порошка; упаковка [6, 8]. Вовлечение отходов декоративных плёнок в производство АМ значительно упрощает этот процесс.

Проведённый объём работы по изготовлению АП из измельчённых отходов БСП позволяет считать оптимальными параметрами изготовления АП следующие: температура прессования 140 °С; удельная продолжительность прессования 30 с/мм; влажность не более 5 %; удельное давление прессования 30...50 МПа. Результаты испытаний аминопластов представлены в табл. 4.

Таблица 4 – Влияние давления прессования на свойства пластиков

Показатели	Давление прессования, МПа			ГОСТ 9959 –80
	30 *	50	70	
Плотность, кг/м ³	1430	1430	1450	1450...1500
Прочность при изгибе, МПа	100	104,3	100,3	80...100
Водопоглощение за 24 ч, %	1,3	1,0	0,9	1,0...1,5
Ударная вязкость, кДж/м ²	7,0	7,1	7,3	7,0...9,0

* Примечание: в композицию введён пластификатор (1% паратолуолсульфамида).

Другое направление, в котором мы использовали порошки из БСП – это древесностружечные плиты (ДСП). Сравнили эффективность порошкового связующего вещества из БСП с традиционной смолой марки КФ-МТ-15. Для этого изготовили плиты в одинаковых условиях с применением порошка из БСП (вариант 1), наполовину заменили его традиционной смолой (вариант 2) и использовали жидкую смолу (вариант 3).

Таблица 5 – Физико-механические показатели образцов ДСП

Вариант	ρ , кг/м ³	$\sigma_{изг}$, МПа	N , %	E_{ϕ} , мг/100 г
1	754	23,1	10,0	22,98
2	730	17,8	13,0	18,50
3	744	16,7	14,0	15,88

Обозначения: ρ – плотность; $\sigma_{изг}$ – предел прочности при изгибе; N – разбухание по толщине; E_{ϕ} – содержание формальдегида.

Данные таблицы свидетельствуют о том, что полученные порошки можно применять в качестве связующих веществ при изготовлении ДСП, а физико-механические свойства плит, изготовленных с этими порошками при одинаковом с традиционной смолой расходе (15 %), значительно превосходят требования ГОСТ на ДСП. Однако, необходимо отметить высокую эмиссию формальдегида из плит с порошковым связующим: содержание свободного формальдегида в плитах соответствует лишь классу эмиссии E2 (8 до 20 мг на 100 г плиты). Этот факт вполне объясним, так как в БСП содержится 1...2 % и более свободного формальдегида (табл.1 и табл.2)

Результаты испытаний образцов ДСП с содержанием 9, 12, 15 и 18 мас. % порошков показали большой запас прочности и возможность снизить материалоемкость плит. Так, например, при плотности 670 кг/м³ плиты имеют прочность 22,6 МПа, что отвечает требованиям ГОСТ.

Таблица 6 – Свойства ДСП в зависимости от содержания порошка БСП

Показатели	Содержание абс. сух. смолы, %				ГОСТ 10632–2014
	9	12	15	18	
ρ , кг/м ³	710	770	780	820	750
$\sigma_{изг}$, МПа	19,1	28,1	29,2	38,4	10,5
W, %	66,6	64,8	55,8	47,4	–
N, %	25,3	21,8	14,2	12,4	–

Высокая прочность ДСП позволяет использовать акцептор формальдегида, например, карбамид, который, как известно, снижает прочность ДП [7]. Результаты положительного влияния акцептора представлены в табл. 7.

Таблица 7 – Физико-механические показатели ДСП с акцептором

Содержание карбамида, %	ρ , кг/м ³	$\sigma_{изг}$, МПа	N, %	E_f , мг/100 г
0	730	23,6	11,3	16,6
1	740	24,4	11,3	12,3
3	760	25,2	10,2	6,7
5	770	26,7	11,2	3,3

Из полученных данных видно, что при использовании акцептора можно получить ДСП, соответствующие классу эмиссии E1 и E0,5. При этом следует отметить, что карбамид не ухудшает физико-механические показатели плит, как можно было ожидать, а замечено даже повышение прочности с увеличением расхода карбамида. Можно предположить, что карбамид вступает в реакцию со свободным формальдегидом БСП, образуя новые соединения, участвующие в образовании дополнительного связующего вещества, вследствие чего наблюдается увеличение прочности при изгибе [8].

Выводы

1. Проведенные исследования показали, что порошки, полученные измельчением декоративных БСП, содержащих более половины своего состава меламиноформальдегидную смолу, причём 70...80 % этой смолы находится в реакционноспособном состоянии, обладают хорошей клеящей способностью.

2. Показана эффективность применения измельчённых БСП в качестве связующего вещества при получении ДСП. Плиты отличаются высокой прочностью, гидрофобностью и нетоксичностью. Порошки из БСП можно использовать, в частности для изготовления прессованных изделий различного назначения, а также могут быть эффективно использованы по различным другим направлениям, что исключит затраты и на утилизацию отходов, и даст экономический эффект.

3. Анализ количества отходов бумажно-смоляных пленок лишь одного производства (ДБСП ООО «Завод слоистых пластиков») показал, что в 2017 г. было списано отходов декоративной БСП более 80000 м², что в стоимостном выражении составляет более 4,5 млн. руб.

Литература:

1. Бараш Л.И. Современное производство декоративных слоистых пластиков. – СПб.: Химиздат, 2007. – 256 с.
2. Плоткин Л.Г., Шалун Г.Б. Декоративные бумажно-слоистые пластики. – Изд. 2-е. перераб. – М.: Лесн. пром., 1978. – 328 с.
3. Костерина Т.Н., Калинина Л.С. Химические методы исследования синтетических смол и пластических масс. – М.: ГНТИ хим. лит-ры, 1963. – 283 с.
4. Гамова И.А. Химия, технология и применение синтетических полимеров. / Методические указания к лабораторным работам. – СПб.: СПбГЛТУ, 2010. – 44 с.
5. Физико-химические основы образования древесных плит: метод. указания к лабораторн. практикуму / Сост. В.В. Васильев, И.А. Гамова. – СПб.: СПбГЛТА, 2008. – 25 с.
6. ГОСТ 9959-80 «Аминопласты. Технические условия».
7. Роффазэль Э. Выделение формальдегида из древесностружечных плит: Пер. с нем. / Под ред. А.А. Эльберта. – М.: Экология, 1991.
8. Николаев А.Ф., Крыжановский В.К., Бурлов В.В. и др. Технология полимерных материалов: учебн. пособие под общ. ред. Крыжановского В.К. – СПб.: Профессия, 2008. – 544 с.

УДК 677.026.4: 677.08

Прогнозирование физико-механических свойств нетканых материалов, изготовленных путём горячего прессования

Е.Л. Зими́на¹, И.М. Гроше́в²

¹Витебский государственный технологический университет,

²ОАО «Витебскдрев»

С помощью полученных математических моделей можно определить характер влияния каждого фактора на свойства получаемых материалов, и, при совокупности всех факторов, определить оптимальные уровни факторов

обеспечивающих получение нетканых материалов, полученных способом прессования с заданными свойствами

Ключевые слова: текстильные отходы, нетканые материалы, утилизация отходов, декстриновый клей

По сравнению с традиционными способами производства в текстильной промышленности (пряжением и ткачеством) производство нетканых материалов отличается простотой технологии, следовательно, меньшими капитальными и трудовыми затратами, разнообразием ассортимента полотен, возможностями рационального использования различного сырья, более низкой себестоимостью продукции, возможностью максимальной автоматизации производства, то есть создания поточных линий и фабрик-автоматов, а сами нетканые материалы имеют хорошие эксплуатационные свойства. Особенно актуальны технологии получения нетканых материалов из вторичных ресурсов.

Текстильные отходы являются одной из составных частей твёрдых бытовых отходов и делятся на отходы производства и отходы потребления. Текстильные отходы потребления являются одним из основных источников вторичного сырья для получения вторичных текстильных материалов.

Текстильные отходы потребления имеют смешанный состав, не разделены по типам волокон, часто загрязнены и представляют собой весовой лоскут тканей. Любая технология переработки текстильных отходов должна включать в себя стадии подготовки вторичного текстильного сырья.

Подготовка вторичного сырья, поступающего от населения, состоит из следующих технологических операций:

- первичная обработка и разволокнение текстильных отходов (дезинфекция, обеспыливание, сортировка, стирка, химчистка, резка, разволокнение);
- производство пряжи из разволокнённых текстильных отходов;
- производство нетканых материалов из вторичных волокон.

Большую часть текстильных отходов производства и потребления используют в качестве вторичного сырья при выработке нетканых материалов. Технологический процесс производства таких материалов состоит из трёх основных этапов: подготовки волокна (разволокнение, очистка, смешивание); формирования волокнистого холста, закрепления волокон в холсте; обработки полученного материала и его отделки.

Одним из перспективных направлений переработки отходов текстильной промышленности является изготовление нетканых материалов методом горячего прессования. В настоящее время достаточно остро стоит вопрос утилизации отходов. Данный способ даёт вторую жизнь отходам легкой промышленности, а в частности коротковолокнистым отходам. Цели применения нетканых материалов, выработанных таким способом достаточно широкие: повышение качества товаров народного потребления, расширение ассортимента отечественных термостойких материалов и температурного диапазона дублирования.

Для изготовления нетканых материалов методом горячего прессования в качестве основного сырьевого компонента предлагается использовать отходы

стрижки искусственного меха (кноп стригальный) с длиной волокон не более 25 мм. Данные отходы образуются в результате стрижки ковровых изделий производства ОАО «Витебские ковры» (кноп стригальный) с длиной волокон не более 10 мм. В данную смесь отходов входят нитрон, полиэфир, а также шерстяные и капроновые волокна.

Этап создания клеевой композиции является основополагающим. В разрыхленные волокнистые отходы добавляется клеевой состав, затем полученная масса тщательно перемешивается до однородного состояния. Характеристика клеевых составов представлена в таблице.

Таблица – Характеристика клеевых составов

Наименование клеевой композиции	Физические свойства		
	Агрегатное состояние	Температура, °С	Растворимость
Полиуретан (ПУ)	Жидкое	140 ($T_{ст}$) 300 ($T_{пл}$)	Не растворим в воде и моющих средствах
Поливинилацетат (ПВА)	Жидкое	28 ($T_{ст}$) 120 ($T_{пл}$)	Набухает в воде, растворим моющими средствами
Этиленвинилацетат (ЭВА)	Твёрдое	80...90 ($T_{пл}$)	Не растворим в воде и моющих средствах
Полиэтилентерефталат (ПЭТ)	Твёрдое	70 ($T_{ст}$) 260 ($T_{пл}$)	Не растворим в воде и органических растворителях, устойчив к воздействию кислот и растворов слабых щелочей
Полиамид (ПА)	Твёрдое	120...160	Не растворяется в воде, устойчив в маслах, бензине, разбавленных и концентрированных растворах щелочей, разбавленных кислотах
Латекс бутадиен-стирольный	Жидкое	180...225	Растворим в алифатических и ароматических углеводородах, хлороформе, четырёххлористом углероде, сероуглероде.
Декстриновый клей	Жидкое	17...50 ($T_{раб.}$)	Растворяется в воде

Обозначения: $T_{ст}$ – температура стеклования; $T_{пл}$ – температура плавления

Технология изготовления нетканого материала включает в себя следующие этапы: подготовка коротковолокнистых отходов (включает в себя разрыхление волокнистой массы); создание клеевой композиции; формирование ковра; прессование.

Полученная масса переносится в форму, в которой происходит процесс прессования. Экспериментальные исследования проводились на экспериментальной установке – горячий пресс типа 2ПГ-500. В качестве основного сырьевого компонента применялся кноп стригальный, в качестве клеевого состава – декстриновый клей.

Для определения оптимального содержания раствора связующих элементов в составе нетканого материала был проведен эксперимент по исследованию зависимости основных физико-механических показателей полотна от процентного содержания в смеси клея и волокнистой массы.

В качестве входных параметров были приняты:

X_1 – содержание декстринового клея, %;

X_2 – температура формирования, %.

Исследуемые параметры:

Y_1 – плотность материала, кг/м³;

Y_2 – предел прочности при изгибе, МПа;

Исследования проводились по плану Коно.

По каждому опыту получено 50 образцов. В лаборатории ОАО «Витебскдрев» были определены основные физико-механические показатели полотен: плотность, предел прочности при изгибе, разбухание. Рассчитаны средние значения показателей. Полученные результаты обработаны на ЭВМ при помощи программы «Statisticafor Windows».

Для плотности материала получена следующая модель:

$$Y_1 = 603,8 + 3,56X_1 + 0,96X_2 - 0,42X_1^2 - 0,61X_1^2X_2. \quad (1)$$

Для показателя предел прочности при изгибе:

$$Y_2 = 2,12 + 0,23X_1 + 0,07X_2 - 0,11X_1X_2 - 0,24X_1^2. \quad (2)$$

Анализируя полученные модели, можно сделать вывод о том, что плотность материала (Y_1) и прочность при изгибе (Y_2) повышаются при увеличении содержания клея (X_1), так как увеличивается количество связываемых волокон. Однако, до определенного предела. Это объясняется тем, что увеличение содержания клея ведёт к кристаллизации, вследствие чего увеличивается хрупкость готового материала, а следовательно прочность при изгибе снижается. То же самое происходит и с повышением температуры.

Таким образом, с помощью полученных математических моделей можно определить характер влияния каждого фактора на свойства получаемых материалов, а при совокупности всех факторов определить оптимальные уровни факторов обеспечивающих получение нетканых материалов, полученных способом прессования с заданными свойствами.

УДК 658.562:674.815

Алгоритм внедрения наилучших доступных технологий в стандартизации требований химической безопасности древесных материалов и мебели

В.А. Бардонов

ООО «Лессертика»

Раскрывается тема внедрения новых технологий производства древесных композиционных материалов, позволяющих обеспечить соответствие продукции современным жёстким требованиям к экологической безопасности. Сообщается об опыте, накопленном в ООО «Лессертика» по стандартизации и сертификации товарных древесных материалов. Приводится алгоритм вне-

дрения наилучших доступных технологий на примере введения низкотоксичных древесных плит и фанеры класса эмиссии формальдегида E0,5.

Ключевые слова: древесные плиты, фанера, сертификация продукции, стандарты на древесные плиты, внедрение новых технологий, требования к токсичности, эмиссия формальдегида.

В ноябре 2018 года под эгидой Правительства Российской Федерации была проведена «Международная выставка-форум наилучших доступных технологий». Основной целью этого форума являлось создание условий для реализации стратегических задач государства по технологической модернизации отраслей национальной экономики и повышения качества жизни населения России. В 2018 г. выставка-форум отличалась содержательной повесткой деловой программы, в рамках которой состоялось более 30 мероприятий, в т.ч.: стратегические сессии; панельные дискуссии; круглые столы; прогноз сессии; бизнес-коучинги. В частности, был проведён бизнес-коучинг на тему: «Лесопромышленный комплекс – баланс между экономикой и экологией». Обсуждение затрагивало проблемы состояния и обеспечения химической безопасности (экологичности) древесных плит, фанеры и мебели.

По данным министерства природных ресурсов и экологии на внедрение наилучших доступных технологий до 2021 г. планируется потратить 600 млрд. рублей, из которых на 2019 г. – 10 млрд. рублей.

Основанием для внедрения наилучших доступных технологий в стандартизации и соблюдении требований экологической безопасности древесных материалов и мебели является опыт работы ООО «Лессертика», приобретённый за период с 1992 г. и основанный на:

- деятельности испытательной лаборатории древесных плит и фанеры и органа по сертификации лесопромышленной продукции ООО «Лессертика», аккредитованных по критериям стандартов ГОСТ ISO/МЭК 17025 и ГОСТ Р ISO/МЭК 17065, имеющих на протяжении 10 лет опыт сотрудничества с институтом исследования древесины WKI (Германия) и фирмы IKEA (Швеция) по подтверждению механической и химической безопасности древесных плит и фанеры, поставляемых российскими предприятиями в страны ЕС и в США;

- наличии у ООО «Лессертика» контракта с институтом исследования древесины WKI (Германия) по проведению экспертами ООО «Лессертика» местных инспекций на 10 российских предприятиях по системе CARB-регулирования и SE-маркировки;

- наличии в составе ООО «Лессертика» 2-х специалистов обученных и сертифицированных со стороны WKI по новой системе сертификации древесных композиционных материалов Агентства ЕРА (США) [1] по химической безопасности на право проводить от имени WKI с 2018 года местные инспекции на российских предприятиях, поставляющих древесные плиты и фанеру на экспорт;

– оснащении испытательной лаборатории ООО «Лессертика» аттестованным лабораторным оборудованием – камерами климатическими для определения миграции формальдегида и других вредных летучих веществ из древесных материалов и мебели объёмом 500 л; 1000 л; 30 м³ по ISO 12460-1, EN 717-1, ГОСТ 30255–2014; приборами газового анализа однокамерным и двухкамерным по ISO 12460–3, EN 717–2, ГОСТ 32155–2013; перфораторами для определения содержания формальдегида в древесных плитах и фанере по EN 120, ГОСТ 26768–2014; камерами объёмом 200 литров и 7 м³ для кондиционирования образцов древесных материалов по ГОСТ 10633–2018; камерой переменных температур с пределами испытаний от –40 °С до +100 °С по ГОСТ 32399–2013 для проведения циклических испытаний фанеры и древесных плит; полный комплект аттестованного в системе Росстандарта лабораторного оборудования изготовленного в Швеции, Австрии, Бельгии, США, России для проведения физико-механических испытаний древесных плит и фанеры, напольных покрытий, декоративных стеновых панелей и т.п. согласно области аккредитации ИЛ;

– разработанной и внедрённой Концепции нормирования выделения формальдегида и других вредных летучих химических веществ из древесных плит, фанеры и мебели [2]. Концепция получила одобрение и поддержку со стороны экспертов WKI и IKEA во время проведения вместе с ними семинаров в 2016 и 2017 гг. в г. Обнинске;

– опыте проведения испытаний, сертификации и декларирования продукции деревообработки и мебели, начиная с 1992 г. по настоящее время, по 935 заявкам от промышленных предприятий и предпринимателей;

– данных мониторинга экологической безопасности древесных плит, фанеры и мебели по результатам испытаний, проведённых региональными Управлениями Роспотребнадзора и в аккредитованной испытательной лаборатории ООО «Лессертика» [3];

– возможности расширения, по результатам работы ООО «Лессертика» количества российских предприятий, поставляющих фанеру, древесные плиты в страны ЕС и США по требованиям новой системы сертификации ЕРА. Объём поставки фанеры российскими предприятиями в страны ЕС и США, по разным оценкам, составляет в пределах от 70 до 90 % ежегодно от общего объёма производства в РФ;

– организованных и проведённых Обществом с ограниченной ответственностью Центром по стандартизации лесопромышленной продукции «Лессертика» (ООО ЦСЛ «Лессертика») для этих целей двух международных семинаров по следующим направлениям – «Древесные материалы: требования и сертификация в Европе, России, США»; «Внедрение новой системы сертификация древесных композиционных материалов – ЕРА «Агентства по охране окружающей среды США» [3], с общим числом участников семинаров более 150 человек. По итогам указанных семинаров нами изданы два сборника научных трудов объёмом более 500 страниц.

– взаимовыгодных долгосрочных отношениях ООО «Лессертика» с фирмой ИКЕА, которая в 2008 году признала испытательную лабораторию ООО "Лессертика" в числе 35 испытательных лабораторий стран ЕС на право тестирования древесных плит и фанеры на содержание (выделение) формальдегида перфораторным методом по EN 120 и методом газового анализа по EN 717-2.

К сожалению, в России на мебель принят Технический регламент, и она должна подлежать строгому надзору, а большинство комплектующих для мебели, кроме фанеры, некоторых типов ДСП, ЛДСП не подлежат даже декларированию. На вопрос, «почему так», разработчики ТР ТС 025/2012 отвечают: «такая наша российская концепция». Налицо, невыполнимая задача – создать мебель с уровнем миграции формальдегида менее $0,01 \text{ мг/м}^3$, не имея материалов, входящих в мебельное изделие с подобным уровнем миграции формальдегида;

– усилиях по оснащению российских предприятий оборудованием для контроля эмиссии формальдегида из древесных материалов. Так, с 2008 г. по настоящее время, ООО ЦСЛ «Лессертика» разработало проектную, технологическую и нормативную документацию, изготовила и поставила российским предприятиям: 75 приборов газового анализа по EN 717-2, ГОСТ 32155–2013, в том числе, 3 двухкамерных прибора; 12 климатических камер (различного объема от $0,225$ до 1 м^3) для определения эмиссии формальдегида и других вредных летучих химических веществ; 3 камеры объемом 200 литров и 7 м^3 для кондиционирования образцов древесных материалов по ГОСТ 10633; 50 перфораторов по EN 120, ГОСТ 27678–2014, а также имеются заявки для продолжения поставок лабораторного оборудования и оказания услуг по его внедрению и обслуживанию. Кстати, приборы для экстракции формальдегида (перфораторы) нами поставлены предприятиям по производству древесных плит и фанеры Республики Беларусь, Украины, Российской Федерации;

– разработке за период с 2011 года и по настоящее время по инициативе и при непосредственном участии ООО ЦСЛ «Лессертика», при методическом и финансовом обеспечении Технического комитета по стандартизации – ТК 121 «Плиты древесные», в содружестве с передовыми российскими промышленными предприятиями более 25 межгосударственных стандартов (ГОСТ) и национальных стандартов (ГОСТ Р), гармонизированных с аналогичными стандартами EN на лесопромышленную продукцию, взаимопоставляемую странами Союза независимых государств (СНГ) и являющуюся предметом экспорта–импорта. При этом необходимо отметить, что нам стоило больших усилий включить в ГОСТы на древесные плиты и фанеру европейский норматив E1 с уровнем эмиссии формальдегида $0,124 \text{ мг/м}^3$ воздуха, т.к. раньше содержание формальдегида в стандартах нормировалось только для перфораторного метода. В современных ГОСТах на древесные плиты и фанеру содержатся нормативы по формальдегиду, которые оцениваются: перфораторным методом, камерным методом и методом газового анализа – для классов эмиссии E0,5; E1 и E2. А в ГОСТы на фанерную продукцию, и ДВП мокрого способа производства, утверждённые в 2018 г., впервые включён класс E0,5 с уровнем миграции фор-

мальдегида не более 0,01 мг/м³. Справедливо отметить, что фактическое выделение формальдегида из фанеры, особенно марки ФСФ, да и марки ФК, в подавляющем большинстве случаев, соответствует этому нормативу. В отличие от Единых санитарных требований Таможенного союза, согласно которым годной к использованию является продукция с величиной эмиссии формальдегида не более 0,01 мг/м³, в ГОСТах предусмотрены три класса эмиссии: E0,5; E1; E2, что даёт возможность предприятию получить сертификат на продукцию и/или зарегистрировать декларацию о соответствии и использовать весь объём выпускаемой продукции для различных областей её использования. Вот в чём заключается преимущество ГОСТов в сравнении с Едиными требованиями ТС.

Особенностью исследований токсичности древесных материалов в ФБУЗ является то, что эти учреждения проводят испытания при температуре воздуха в камере: T = 20 °C и T = 40 °C согласно МУ 2.1.2.1829–04. Поэтому, даже ДВП мокрого способа производства имеют существенное несоответствие требованиям.

К числу стандартов, разработанных ООО ЦСЛ «Лессертика», содержащих требования по химической безопасности древесных плит, в частности, уровня содержания/выделения формальдегида для класса эмиссии E0,5 и методам контроля содержания/выделения формальдегида относятся:

ГОСТ 32399–2013 «Плиты древесно-стружечные влагостойкие. ТУ» (EN 312:2010);

ГОСТ 32398–2013 «Плиты древесно-стружечные огнестойкие. ТУ» (EN 13986:2004);

ГОСТ 32567–2013 «Плиты древесные с ориентированной стружкой. ТУ» (EN 300:2006);

ГОСТ 8904–2014 «Плиты древесноволокнистые твёрдые с лакокрасочным покрытием. ТУ» (EN 13986:2004);

ГОСТ 4598–2018 «Плиты древесноволокнистые мокрого способа производства. ТУ» (EN 13986:2004), взамен ГОСТ 4598–86;

Проект ГОСТ «Плиты древесноволокнистые сухого способа производства твёрдые и полутвёрдые. Технические условия», утверждение в 2019 году;

ГОСТ 30255–2014 «Мебель, древесные и полимерные материалы. Метод выделения формальдегида и других вредных летучих химических веществ в климатических камерах» (ISO 12460-1:2007, EN 717-1:2004);

ГОСТ 32155–2013 «Плиты древесные и фанера. Определение выделения формальдегида методом газового анализа» (ISO 12460-3:2008, EN 717-2:1994);

ГОСТ 27678–2014 «Плиты древесно-стружечные и фанера. Перфораторный метод определения содержания формальдегида» (EN 120:1992)»; это метод, которым максимально оснащены и пользуются все предприятия-изготовители древесных плит и фанеры при подтверждении продукции классам эмиссии формальдегида E0,5; E1 или E2, поэтому отказываться от использования на предприятиях этого метода – не обосновано.

Инициатива и непосредственно разработка комплекса новых межгосударственных стандартов на древесные материалы и методы тестирования их харак-

теристик подтверждает осведомленность и техническую компетентность специалистов испытательной лаборатории древесных плит и фанеры ООО «Лессертика», претендующей на аккредитацию в международной системе ИЛАК в вопросах уровня химической и механической безопасности продукции деревообработки с целью признания наших протоколов испытаний на международном уровне.

На основе опыта, имеющегося в ООО «Лессертика» по исследованию токсичности древесных материалов, следует акцентировать внимание изготовителей древесных плит и фанеры на методологии внедрения наилучших доступных технологий с использованием механизмов стандартизации. Необходимо исходить из того, что кроме ГН 2.1.6.3492–17 «ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений» (с изменениями на 31 мая 2018 года) уровень токсичности полимерсодержащих строительных материалов и мебели регламентируется следующими нормативными документами:

- разделом 6 «Требования к полимерным и полимерсодержащим строительным материалам (ПСМ) и мебели» Единых санитарно-технических нормативов (ЕСТН), принятых ЕврАзЭС в 2010 г., в соответствии с разд.1 «Область применения определяет, что «Настоящие требования распространяются на ПСМ, применяемые при проектировании, строительстве и реконструкции зданий и сооружений», что указывает на отсутствие соответствующего регулирования ПСМ как продукции (древесных плит и фанеры), используемой для производства мебели;

- ТР ТС 025/2012 «О безопасности мебельной продукции».

Анализ зарубежных стандартов на древесные материалы, например, EN 13986:2015, показывает, что в них нормируется только норма выделения формальдегида для классов эмиссии E1 и E2. При этом, значение эмиссии для класса E1 при камерном методе определения составляет – не более 0,124 мг/м³, а в ближайшие три года в ЕС планируют ввести норматив E1 Plus с нормой выделения формальдегида – не более 0,08 мг/м³. По инициативе ООО ЦСЛ «Лессертика» с 2012 года в межгосударственных стандартах на древесностружечные и древесноволокнистые плиты введены нормы выделения формальдегида гармонизированные с нормами европейских стандартов, а с 2018 года в ГОСТ 3916.1–2018, ГОСТ 3916.2–2018, ГОСТ 8673–2018, ГОСТ 4598–2018 впервые введен класс эмиссии формальдегида из фанеры и древесноволокнистых плит E0,5 с нормой выделения не более 0,01 мг/м³, что востребовано изготовителями мебельных изделий с аналогичной нормой выделения формальдегида согласно ТР ТС 025/2012. Следует отметить, что по данным Испытательной лаборатории ООО «Лессертика» более 95 % фанерных предприятий РФ изготавливают продукцию класса эмиссии формальдегида E1, т.е. на уровне не более 0,124 мг/м³, в то время, когда по ЕСТН для материалов для строительства эта норма составляет не более 0,01 мг/м³. Известно, что фанера и древесные плиты (ДСП, ДВП, MDF, OSB) широко используются и в строительстве и в производстве мебели. Поэтому, на практике, бывает сложно отличить на предприятии – какая партия такой продукции будет направлена в строительство, а

какая – на производство мебели. В связи с этим Роспотребнадзор рекомендует мебельным предприятиям использовать механизм отбора материалов с учётом наилучших достижимых (доступных) технологий.

Алгоритм внедрения наилучших доступных технологий на примере введения низкотоксичных древесных плит и фанеры класса Е0,5 с уровнем эмиссии формальдегида не более 0,01 мг/м³ в строительстве и производстве мебели с использованием стандартизации заключается в следующем:

- после публикации на сайте Росстандарта информации о принятии нового стандарта, например, ГОСТ 3916.1–2018, ГОСТ 3916.2–2018, ГОСТ 8673–2018 или ГОСТ 4598–2018 специалисты предприятия изучают эти документы;

- проводят анализ готовности технологического процесса к изготовлению продукции класса эмиссии формальдегида Е0,5;

- производят подбор предприятий, поставляющих карбамидные смолы с добавками меламин [4];

- составляют план организационно-технических мероприятий по обеспечению внедрения нового ГОСТа на продукции согласно ГОСТ 1.20–85;

- производят выпуск опытной партии продукции по требованиям нового ГОСТа;

- проводят заводские испытания или в аккредитованной испытательной лаборатории по определению выделения формальдегида из опытной партии продукции камерным методом по ГОСТ 30255–2014;

- проводят оценку рентабельности производства продукции класса Е0,5, сертификацию серийно выпускаемых древесных плит, фанеры и регистрируют декларации о соответствии.

ООО «Лессертика» оказывает консультационную и практическую помощь ООО «Красный якорь», АО «Изоплит», ООО «Архангельский фанерный завод», ООО «Сыктывкарский фанерный завод» и другим предприятиям по внедрению наилучших доступных технологий в рамках опыта работ по стандартизации и сертификации на протяжении 25 лет и имеющейся компетенции.

Литература:

1. Бардонов В.А. Особенности новой системы сертификации древесных материалов в США. // Качество и жизнь. Специальный выпуск, № 4(20), Приложение, 2018. – С. 125-133.

2. Бардонов В.А. Концепция нормирования выделения формальдегида и других вредных летучих химических веществ из древесных плит, фанеры и мебели. // Качество и жизнь, № 1, 2014. – С. 72-82.

3. Бардонов В.А. Уровень миграции вредных летучих химических веществ из древесных плит, фанеры и мебели. // Экологический вестник России. – М. № 11, 2016. – С.58-63.

4. Бардонов В.А. Задачи поставщиков древесных плит и фанеры по обеспечению требований ТР ТС 025/2012 «О безопасности мебельной продукции». // Качество и жизнь. – М, № 2, 2014. – С. 63-67.

Производство древесных плит с использованием современных контрольно-измерительных приборов и установок фирмы «ГреКон»

А.Г. Васичев

Fagus-GreCon Greten GmbH & Co. KG

Сообщается о современных контрольно-измерительных приборах и установках, разработанных в последнее время фирмой «ГреКон» и поступивших на рынок для повышения надёжности и эффективности производства древесных плит.

Ключевые слова: влагомер, рентгеновская установка, толщиномер, качество склеивания, весы, сканирование поверхности, искрогашение.

Современное производство древесных плит невозможно без постоянного контроля сотен параметров производственного оборудования и конечной продукции. Каждый параметр является в конечном итоге составной частью «общей картины качества продукции». Важность того или другого параметра определяется в зависимости от особенностей технологического процесса, однако существуют такие характеристики, которые важны для любого производства.

Для обеспечения высокого качества конечной продукции необходимо постоянно контролировать её различные параметры. Лабораторный контроль, безусловно, сохранит своё значение и в будущем. Но в силу отставания во времени от событий, происходящих в технологическом процессе, в случае необходимости невозможно быстро вмешаться в ход самого процесса. Поэтому более предпочтительным является фиксирование множества параметров во время технологического процесса, то есть в режиме онлайн. При этом оператор имеет возможность контролировать весь процесс посредством компьютера, подключенного к установкам. Кроме этого имеется возможность подключения всех установок посредством модемной связи к отделу обслуживания фирмы «ГреКон» в Германии.

В процессе производства древесных плит большое значение имеет влажность применяемой щепы или волокна. Если материал будет слишком влажным, то придётся смириться со снижением качества готовых плит. Если материал, наоборот, будет слишком сухим, то значит, имел место лишний расход энергии. То же самое относится и к пропитанному клеем материалу. Для решения проблемы используется **бесконтактный инфракрасный влагомер IR 5000**. Принцип измерения основан на изменении, в зависимости от влажности материала, угла отражения светового луча, предварительно оптически разложенного в инфракрасном диапазоне. Влажность может измеряться в диапазоне от 1 до 75 %. Погрешность составляет ± 1 % выбранного диапазона измерения. Например, на выходе из сушильных барабанов, где диапазон измерений составляет 1...5%, погрешность будет равна 0,05%.

Следующим очень важным параметром является **масса материала на единицу площади**. Специальные стационарные (**BWS 5000**) или траверсные (**BWQ 5000**) рентгеновские установки фирмы «ГреКон» монтируются непосредственно внутри форммашины или на соответствующем ленточном транспортере. Результаты измерений могут быть использованы для изменения скорости движения транспортной ленты или высоты расположения гребенки. Диапазон измерений: $0...40 \text{ кг/м}^2$, погрешность измерений составляет $\pm 0,25 \%$ конечной величины, разрешающая способность 30 г/м^2 .

Чтобы точно оценить колебания массы на единицу площади – как в продольном, так и в поперечном направлении – в процессе производства, необходимо проводить измерение всей поверхности сформированного ковра. Это стало возможным с помощью **сканера ковра «Диффензор» (Dieffensor)**. Представление точных графических и цифровых данных позволяет оператору своевременно вмешиваться в процесс формования ковра, чтобы добиться постоянно высокого качества плиты при одновременной оптимизации расхода материала и энергии. Одним из преимуществ использования сканера «Диффензор» является то, что ширина колебаний удельной массы в продольном направлении при регулировании скальпера значительно ниже, чем при регулировании с использованием данных с весов. Систематическая ошибка весов в диапазоне $250...400 \text{ г/м}^2$ отчётливо прослеживается и затем корректируется вручную, как правило, после забора проб после пресса. «Убегание» массы на весах также является всем известным на практике феноменом, вызванным различием напряжений в ленте, влиянием температур и загрязнениями, которое корректируется также вручную после взятия проб. Ещё одной ошибкой при регулировании с помощью весов являются допуски формирующей ленты до 100 г/м^2 , которые, как правило, корректировке не поддаются. При использовании сканера ковра «Диффензор» удельная масса формирующей ленты на протяжении всего процесса измеряется и при регулировке скальпера соответствующим образом корректируется масса на единицу площади ковра. Постоянный контроль распределения массы поперёк направления технологического потока перед главным прессом обеспечивает возможность оптимизации процесса изготовления продукции. Одновременно это препятствует попаданию ленты пресса под воздействие неравновесия плотности в ковре. При помощи данных измерения можно легко проследить и запротоколировать ход производственных процессов. С помощью сканера «Диффензор» впервые появилась возможность всесторонней и эффективной защиты стальных лент от непоправимых дефектов, вызываемых как металлическими, так и неметаллическими, а также другими инородными телами высокой плотности, что увеличивает срок службы лент на $2...4$ года.

Датчик EasyLog+ является новой разработкой для непрерывного измерения в динамике параметров давления газа и температуры внутри ковра из древесных материалов (ДСП, MDF, OSB) при прохождении внутри пресса в направлении подачи, а также поперёк ковра в любом выбранном месте. Контроль можно вести как внутри прессов непрерывного действия, так и в тактовых, и в многоэтажных прессах. Полученные данные дают опосредованную информа-

цию об отверждении смолы в ковре и позволяют оптимизировать программу прессования по отдельным рецептам. **ЦЕЛЬ:** как можно скорее достигнуть температуры в 100 °С для среднего слоя! Теперь с помощью датчика EasyLog+ можно минимизировать явления расслоения, если добиться большего удаления газа из середины ковра. Влияние предшествующих технологических процессов (например, орошения ковра, систем подогрева) или параметров продукции (например, смолы, плотности, влажности) на процесс прессования можно фиксировать в режиме реального времени. Появилась возможность контролировать процесс формирования свойств плиты! Процесс измерения происходит следующим образом. Беспроводной датчик вбрасывается в средний слой в месте формирования ковра и проходит через горячий пресс как своего рода потерянная деталь. Осуществляется синхронизация измерений с моментом входа в пресс и выходом из него. При нахождении ковра внутри пресса производится замер давления газа и температуры. При помощи считывающего устройства замеренные данные по выходе из пресса считываются беспроводным способом. При помощи карты SD или интерфейса данные затем передаются на ПК более высокого уровня. Одновременно могут быть вброшены до 3 датчиков, например, по ширине ковра.

Выход за пределы допусков, определяющих размеры изделия, особенно толщины, снижает качество, увеличивает выход брака, а значит, влияет на снижение общих экономических показателей предприятия. При отклонениях от заданного параметра можно сразу принять необходимые меры, если располагать текущими данными благодаря применению **установки измерения толщины**. Высокочувствительные прецизионные ролики установки **DMR 6000** касаются материала таким образом, что изменения толщины материала вызывают вертикальное перемещение устройства записи пути. Внутри измерительных головок бесконтактным способом выполняется фиксирование пути. Чаще всего применяется парное (сверху и снизу) размещение измерительных головок, чтобы компенсировать прогиб материала. Наиболее распространенной является комбинация из трёх пар измерительных головок, позволяющая получать информацию о толщине плиты по краям и в центре. Точность измерений – 0,014 мм.

Установки контроля качества склеивания UPU 6000 фирмы «ГреКон» помогают вовремя зафиксировать ошибки производства, что позволяет избежать выпуска брака. Невидимые отклонения от хорошего качества представляют в производстве древесных плит значительную проблему. Они распознаются только на стадии раскроя самой плиты или уже на предприятии по дальнейшей переработке плит. Рекламации и брак – вот последствия этого явления. В установках фирмы «ГреКон» ультразвуковые волны пронизывают плиту и воспринимаются расположенным напротив приёмником. Например, не пропитанная клеем зона ослабляет звуковые волны, в силу чего генерируется сообщение. К системе можно подключить до 24 контрольных каналов. Благодаря этому достигается высокая плотность контроля. В процессе работы имеется возможность устанавливать допустимые длины дефектов. Возможна также активизация интегратора дефектов. Основой для подачи им сигнала служит определённое про-

центное содержание небольших дефектов в пересчёте на одну плиту. Места расположения дефектов могут быть промаркированы по боковой стороне плиты. С помощью этой установки можно не только распознавать воздушные включения, такие как пузыри, расслоения, места непрочекля, но и оптимизировать технологический процесс в целом. Информация, индицируемая на экране компьютера, позволяет технологу определить качество склеивания и оптимизировать предстоящие технологические процессы, например, время сушки шпона, количество клея, время прессования, таким образом, чтобы выпускать по-прежнему качественную плиту, но с наименьшими сырьевыми и энергозатратами. Кроме этого, установка UPU 6000 оснащена устройством автоматического калибрования каждого канала, устройством автоматического контроля загрязнения канала. После первой настройки устройств сбора измеряемых параметров по опорной величине через заранее установленные интервалы выполняется автоматический контроль уровня загрязнения установки. Если сигнал от контрольного канала в силу загрязнения отклоняется от предварительно установленной опорной величины, то автоматически выполняется дополнительное калибрование системы. Если уровень загрязнения достигает величины, не допускающей проведения дополнительного калибрования, то оператору автоматически даётся указание на очередную чистку. Таким образом, всегда можно быть уверенным в результатах контроля.

Новинка: установка **UPU 6000fs** – контроль всей площади плиты за счёт расположения каналов в два ряда и новой конструкции траверсы.

Распределение объёмной плотности также является важной характеристикой древесных плит. Установка **StenOgraph 6000** фирмы «ГреКон», использующая в качестве источника излучения рентгеновскую трубку, позволяет получить распределение объёмной плотности в плите сразу после пресса в режиме реального времени. Скорость измерения 0,3 – 1,0 мм толщины плиты/с.

Колебания распределения материала и массы плиты ведёт к повышению издержек производства при одновременном снижении качества продукции. До недавнего времени в плитной промышленности применялись гравиметрические весы или рентгеновские излучатели, при помощи которых можно определить массу готовой плиты.

Гравиметрические весы типа GS 6000 фирмы «ГреКон» применяются в основном в качестве весов, работающих в состоянии покоя взвешиваемого материала. При этом каждая плита должна находиться на столе весов в состоянии покоя некоторое время, чтобы быть взвешенной. Такие весы могут применяться в основном в тактовых прессах. Плиты взвешиваются при прохождении через весы, причём надо учитывать, что на весах может находиться только одна плита или (в определенных случаях) целая группа. Полотно весов должно быть соответствующей длины, чтобы обеспечивать необходимое время взвешивания. Кроме того, разрыв между двумя плитами должен быть достаточно большим. Для работы необходимы рабочие столы, которые имеют очень большую тару. Взвешивание очень лёгких или коротких плит из-за этого становится делом весьма трудным.

Весы для плит проходного типа CS 6000 фирмы «ГреКон», работающие в режиме in-line, обеспечивают автоматизацию контроля распределения материала, а также массы плиты. Особенно для производственных установок с очень высокой скоростью конвейера, в стесненных условиях, при недостатке места или при неблагоприятном соотношении массы стола и массы плиты весы для плит CS 6000 производства фирмы «ГреКон» просто идеальны. В отличие от обычных весов для плит, оборудованных рабочим столом, установка CS 6000 обеспечивает отображение распределения массы в поперечном направлении в пределах измеряемой плиты. Компьютер, обрабатывающий данные измерений, показывает величины измерений и позволяет без труда выбирать параметры установки. Особым преимуществом этой системы является её компактность, (она занимает немного места), высокая точность измерения и нечувствительность к внешним воздействиям, например, пыли, пару и высокой температуре материала. В комбинации с установкой измерения толщины DMR 6000 производства фирмы «ГреКон» можно определять объёмную плотность плит, а также её распределение в плите и использовать эти данные в целях оптимизации технологического процесса. Весы проходного типа CS 6000 работают бесконтактным способом. Для фиксирования результата измерения измеряемый материал просвечивается слабым рентгеновским излучением. В зависимости от количества материала и его удельной массы изменяется воспринимаемая приёмником сила излучения. Она и является мерилем массы на единицу площади ($\text{кг}/\text{м}^2$). Диапазон измерений составляет от 2 до 40 $\text{кг}/\text{м}^2$ при толщине плиты до 50 мм и скорости конвейера до 120 м/мин. Погрешность измерений $\pm 3,5 \%$ при 2 $\text{кг}/\text{м}^2$ и $\pm 0,2 \%$ при 40 $\text{кг}/\text{м}^2$. Надо отметить, что это устройства с узким, полособразным измерением. Чтобы получить достаточно точное отображение массы плиты, применяется чаще всего три, пять или шесть измерительных дорожек для контроля плиты. При таком способе измерения всегда есть непромеренные пространства, а в силу этого приходится выполнять интерполяцию. Абсолютная масса плиты, таким образом, даётся с определённой допустимой погрешностью.

У новой рентгеновской системы **HPS 5000** фирмы «ГреКон» всех этих недостатков нет! Эта установка работает бесконтактным способом с покрытием всей площади. Для фиксации измеряемых величин контролируемый материал просвечивается рентгеновским излучением, причём в зависимости от количества материала и удельной массы материала изменяется воспринимаемая датчиком интенсивность излучения. Эта система невосприимчива к таким мешающим воздействиям окружающей среды, как пыль, пар и высокая температура материала. Плиты взвешиваются в процессе прохождения через весы. Тут масса брутто будет нетто, никакой тары не нужно при этом вычитать. Очень лёгкие и короткие плиты можно взвешивать независимо от скорости! Большой интерес представляет, особенно для будущего дооснащения существующей линии, компактность – для размещения требуется всего около 1,5 м. С помощью высокоточных весов HPS 5000 с покрытием всей площади измерение выполняется с высоким разрешением и определяется масса каждой отдельной плиты, а также

колебания материала в плите. Одновременно производится контроль взвешивающей техники в форммашине. Таким образом, весы HPS 5000 выдают точную массу плиты и распределение материала в ней. Распределение материала вдоль и поперёк плиты анализируется и представляется посредством соответствующих параметров. Результаты измерения остаются в распоряжении в архивной базе данных. Ими можно воспользоваться для настройки и оптимизации процесса с целью сокращения расхода материала. Диапазон измерений составляет от 1 до 40 кг/м² при толщине плиты до 50 мм и скорости конвейера до 240 м/мин. Погрешность измерений $\pm 0,5$ %.

Системы контроля часто приобретаются с целью исключения поставки покупателям дефектного товара. Функция системы понимается, как возможность распознать и отбраковать товар с дефектом. С другой стороны эту же информацию можно использовать и для оптимизации технологического процесса. Таким образом, получается двойной эффект: оптимизация расхода сырья и снижение брака. Так же как производители в плитной промышленности постоянно стремятся усовершенствовать технологию, так и фирма «ГреКон» ведет работу ради того, чтобы предоставить в распоряжение эксплуатационников измерительные системы, соответствующие их потребностям. Одна из таких систем – **SuperScan** является **устройством сканирования поверхности плит**. Первая установка предназначалась для применения в производстве ламинированного полового покрытия, чтобы быстро и просто проверить большеформатную ламинированную плиту на наличие поверхностных дефектов сразу после пресса. Ведь именно здесь может возникнуть немало проблем, из которых можно назвать в качестве примера следующие: отсутствие рисунка или его наложение, сдвиг рисунка, вырывы, складки или ямки в рисунке, вдавленный сор, капельки масла, воды, насекомые и иные инородные тела, изменение цвета поверхности плиты, вздутия или ямки из-за воздействия неверной температуры или времени прессования. К тому же вывод о причине дефекта становится тем точнее, чем раньше замечено его появление. В ходе доработки установки SuperScan добавилось значительное количество дополнительных модулей, чтобы наряду с чисто поверхностными дефектами можно было распознавать и другие отклонения, например, топологические дефекты или сбои в синхронизации между структурой и рисунком на большеформатной плите. Сегодня из «бойца-одиночки» выросла целая «группа спецназначения», где каждый боец специализируется на отдельных областях: мебельная плита (SPM), ламинат (SPL), волокно (SPF) и белая плита (SPR). Большие возможности открываются именно в определении качества белой плиты, поскольку качество белой плиты, особенно в связи с тенденцией к её ламинированию, приобретает всё большее значение. В систему закладываются для различных типов дефектов пороговые значения. При превышении их выдаётся соответствующее сообщение об ошибке. Типичными ошибками считаются такие дефекты как клеевые пятна, крупные куски щепы, царапины и места сошлифовки. Установку можно смонтировать после пресса или после шлифовального станка. В последнем случае она может ока-

зать существенную услугу в правильной оценке процесса шлифования и предоставить сведения о состоянии шлифлент.

Распределение объёмной плотности также является важной характеристикой древесных плит. **Лабораторный прибор DAX 6000** фирмы «ГреКон», использующий в качестве источника излучения рентгеновскую трубку, позволяет получить распределение объёмной плотности 19-мм образца всего за 5 сек. Загрузочный магазин вмещает 7 таких образцов. Диапазон измерения: 400...1500 кг/м³, точность измерений составляет $\pm 5\%$ от граничной величины диапазона, разрешающая способность 20 мкм.

Несмотря на применение в процессе производства усовершенствованной техники невозможно полностью предотвратить образование искр и источников возгорания. Почти каждый день где-нибудь происходит взрыв пыли или регистрируется пожар, возникший от возгорания пыли, но о больших убытках в промышленности и длительных простоях на производстве умалчивается, не говоря уже об опасности для жизни человека. Именно поэтому предупредительные меры по защите от взрывов приобретают большое значение.

Фирма «ГреКон» является ведущим мировым производителем, выпускающим **установки искрогашения** в течение более 30 лет. За это время по всему миру, в том числе и на предприятиях России и стран, входивших ранее в СССР, установлено и работает около 300 000 установок. Установки регистрируют искры и тлеющие частицы сразу же после их появления в системе пневмотранспорта или на открытых транспортёрах. После обнаружения и анализа моментально (время открывания форсунки составляет 250...300 мсек с момента обнаружения искры или горячей частицы) вводятся меры противодействия с целью ликвидации причины возникновения пожара или взрыва. В отличие от других систем пожаротушения установки искрогашения ведут борьбу с начальной фазой явления, т.е. ещё до того, как появляется огонь. **Производственный процесс при этом может беспрепятственно** продолжаться. Центральный пульт управления принимает и анализирует сигналы тревоги и выдаёт соответствующие команды автоматике противодействия. В процессе работы происходит регулярное автоматическое тестирование всех датчиков и автоматики противодействия. Тесты, проведённые американской страховой компанией «Factory Mutual», подтвердили, что датчики фирмы «ГреКон» реагируют на каждое видимое и инфракрасное излучение в диапазоне от 0,8 до 1,1 мкм, куда попадают и низкотемпературные тлеющие и тёмные частицы (прим. 400 °С), обладающие, тем не менее, большим взрывным потенциалом. Гашение искр в подавляющем большинстве случаев осуществляется водой. Она подается под большим давлением через специальную форсунку, создающую мелкодисперсный водяной туман. Фирма «ГреКон» предлагает и другие средства противодействия, например, углекислый газ, переводные стрелки, шиберы, заслонки. Установки искрогашения соответствуют мировым стандартам, имеют сертификаты TÜV CERT (Германия), допущены к эксплуатации страховыми организациями Factory Mutual System и Союзом страховщиков от ущерба (VdS). Имеются сертификаты пожарной безопасности РФ, сертификат соответствия техниче-

скому регламенту о безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах Таможенного союза, декларация о соответствии требованиям о безопасности низковольтного оборудования Таможенного союза.

Решаете ли Вы задачи, связанные с измерением конкретных характеристик продукции, или осуществляете всеобъемлющий контроль на производстве – в любом случае в лице фирмы «ГреКон» вы имеете действительно надёжного и компетентного партнёра.

УДК 658.512/29

Проектирование предприятий по производству древесных плит

В.Б. Семёнова, З.Р. Винцун, Т.С. Лысова

АО «НИИПлесдрев»

Рассматриваются актуальные аспекты проектирования предприятий деревообработки, в том числе раскрываются современные требования к безопасности производства. Сообщается об опыте АО «НИИПлесдрев» в области проектирования предприятий по производству древесных плит и об услугах, которые оказывает компания как действующим, так и создаваемым предприятиям.

Ключевые слова: проектирование предприятий, промышленная безопасность, пожарная безопасность, функции проектной организации, древесные плиты.

Научно-исследовательский и проектный институт АО «НИИПлесдрев» [1] – первый институт промышленного профиля и единственный в Тюменской области, который с 1959 г. занимается проектированием предприятий лесопромышленного комплекса.

По проектам института в советские годы были построены предприятия лесного комплекса нашего региона в г. Ханты-Мансийске, Советском, Заводоуковске, Кондинском районе, Тюмени и других населённых пунктах области. Институт участвовал в проектировании Советского ЛДК, Тюменского завода ДСП-250, домостроительного комбината ДСК-500 по производству деревянных панельных домов на 500 тысяч квадратных метров жилья в год.

За последние годы выполнены проекты по строительству предприятий лесопромышленного комплекса:

- первая и вторая очереди строительства завода по производству плит MDF, п. Мортка, Кондинского района, ХМАО-Югра в 2003-2007 гг.;
- строительство завода по производству плит MDF п. В. Синячиха, Свердловская область в 2008 г. (оборудование фирмы Siempelkamp);
- строительство завода по производству древесностружечных плит ООО «Томлесдрев» в 2012-2015 гг. (оборудование фирмы Dieffenbacher);
- реконструкция цехов по производству ДСП на базе комплектных линий советского производства (оборудование фирм Metso, Siempelkamp и др.):

- ООО «Первая лесопромышленная компания», г. Алапаевск,
 - ОАО «ДОК Красный Октябрь», г. Тюмень,
 - ООО «Тавдинский фанерный комбинат» г. Тавда;
- строительство линии импрегнирования ООО Лесопромышленное объединение «Томлесдрев», г. Томск (оборудование фирмы VITS),
 - строительство линии импрегнирования ООО «Тура», г. Тюмень (оборудование фирмы Vits);
 - участие в разработке проекта завода по производству плит LVL, г. Нягань.

Имея значительный опыт в проектировании предприятий деревообработки, в данной статье остановимся на некоторых вопросах проектирования предприятий по производству древесных плит, которые возможно будут интересны для специалистов как действующих, так и создаваемых предприятий.

Любое строительство крупного предприятия, связанное со значительными инвестициями начинается с разработки обоснования инвестиций и выбора площадки строительства. Выбор площадки для строительства предприятия является одним из важнейших этапов процесса проектирования, так как он в большей мере определяет сметную стоимость и сроки строительства, а также размеры последующих эксплуатационных затрат. К основным факторам, влияющим на выбор района или пункта строительства, относят:

- наличие сырьевой базы и её доступность;
- условия транспортировки сырья;
- транспортная доступность площадки строительства в отношении доставки сырья и материалов и вывозки продукции;
- наличие источников и условия снабжения электроэнергией, водой, топливом, паром и т. д.;
- наличие местных строительных организаций;
- наличие трудовых ресурсов;
- соответствующие метеорологические и геологические условия.

Наличие условий для функционирования предприятия в значительной мере влияет на требуемый объём инвестиций. Отсутствие таких элементов структуры, как котельная, пожарное депо, водозаборы, очистные сооружения сточных вод и даже необходимость предоставления сотрудникам жилья могут значительно увеличить объём инвестиций и увеличить срок окупаемости проекта. Если принимается решение об инвестировании строительства завода по производству древесных плит, то следующим этапом должен стать выбор проектной организации, выполнение инженерных изысканий и разработка проектной документации.

Необходимо понимать, что в соответствии со статьей 49 ФЗ-190 «Градостроительного кодекса Российской Федерации» (далее ГК РФ) и Постановлением Правительства Российской Федерации № 145 «О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий» проектная документация и материалы инженер-

ных изысканий для заводов по производству древесных плит подлежат обязательной экспертизе.

В соответствии с Федеральным законом № 116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (далее ФЗ-116) заводы по производству древесных плит относятся к опасным производственным объектам, поскольку на них используются грузоподъемные механизмы, хранятся горючие жидкие и твердые материалы, используется оборудование, работающее под давлением и прочее.

В соответствии с ФЗ-116 опасные производственные объекты делятся на 4 класса. Если в соответствии с критериями ФЗ-116 объект отнесен к I или II классу опасности, экспертиза такого проекта проводится подразделениями Главгосэкспертизы. Для таких объектов требуется разработка декларации промышленной безопасности. Если же объект относится к III или IV категории, то экспертиза объекта проводится Госэкспертизой по месту расположения объекта, либо негосударственной экспертизой [2].

Кроме вопросов промышленной безопасности для заводов по производству древесных плит очень важны вопросы пожарной безопасности. Производство древесных плит относится к наиболее пожароопасным производствам. Требования пожарной безопасности определены Федеральным законом № 123 – ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и сводами правил «Системы противопожарной защиты» СП 1.13130-СП 13.13130 и другими. В систему противопожарной защиты входят:

- применение первичных средств пожаротушения и пожарной техники;
- применение основных строительных конструкций и материалов, в том числе используемых для облицовок конструкций, с нормированными показателями пожарной опасности;
- обеспечение ограничения распространения пожара за счёт конструктивных и планировочных решений;
- устройство системы обнаружения пожара с применением автоматических установок пожарной сигнализации;
- организация автоматической системы своевременного оповещения и эвакуации людей;
- система автоматического пожаротушения от спринклерных установок и пожаротушение из пожарных кранов;
- устройство на технологическом оборудовании систем противовзрывной защиты;
- устройство систем пожаротушения оборудования;
- применение системы противодымной защиты людей от воздействия опасных факторов пожара;
- решения по эвакуационным путям и выходам.

Все вышеуказанные мероприятия в обязательном случае предусматриваются в проектной документации объекта.

Заводы по производству древесных плит – сложные объекты, и зачастую возникают проблемы с тем, что для определенной ситуации отсутствуют нор-

мативные требования; чаще всего это происходит в отношении требований пожарной безопасности. В п.2 статьи 78 ФЗ-123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» постановлено [3]: «Для зданий, сооружений, строений, для которых отсутствуют нормативные требования пожарной безопасности, на основе требований настоящего Федерального закона должны быть разработаны специальные технические условия (СТУ), отражающие специфику обеспечения их пожарной безопасности и содержащие комплекс необходимых инженерно-технических и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности». СТУ являются нормативно-техническим документом, разрабатываются для конкретного случая до разработки проектной документации или параллельно с ней. В состав проектной документации они не входят.

Предприятие по производству древесных плит оказывает воздействие на все компоненты окружающей среды. Основному воздействию подвергнется воздушный бассейн, водные объекты, почвенно-растительный покров и земельные ресурсы при размещении отходов. Основными задачами по охране окружающей среды при проектировании предприятий являются:

- оценка воздействия объекта строительства на окружающую среду;
- разработка предложений по нормативам допустимых воздействий на окружающую среду;
- разработка мероприятий по охране окружающей среды при строительстве и эксплуатации объекта строительства и расчёт затрат на их реализацию;
- разработка программы производственного экологического контроля (мониторинга).

Для снижения антропогенной нагрузки и устранения последствий техногенного воздействия на экосистемы, предупреждение сверхнормативного загрязнения окружающей среды, сохранение биологического и ландшафтного разнообразия, сохранение нормальных условий жизнедеятельности населения, как правило, предусматривается:

- очистка всех видов сточных вод (производственных, ливневых стоков);
- утилизация всех видов твердых отходов, которые максимально возвращаются в производство или утилизируются в энергоустановках;
- предусматриваются мероприятия по очистке выбросов в атмосферу.

В проекте должны быть предусмотрены решения по обеспечению ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны: системы аспирации, вентиляции, устройство операторных с дистанционным управлением оборудованием с требуемыми показателями микроклимата согласно СанПиН. Это далеко не полный перечень вопросов, которые возникают при проектировании и требуют решения для создания современного предприятия.

Литература:

1. АО «НИИПлесдрев». Общая информация о компании. [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.niiples.ru/index.php?name=About_Kompany, свободный. [Дата обращения – 31.01.19].

2. ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21 июля 1997 года (ред. от 29.07.2018) № 116-ФЗ // СПС Консультант-Плюс [Электронный ресурс] / Режим доступа:

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/, свободный. [Дата обращения – 01.02.19].

3. ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 28 июля 2008 года № 123-ФЗ // СПС КонсультантПлюс [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/, свободный. [Дата обращения – 01.02.19].

УДК 620.11/17

Исследование зависимости результатов физико-механических испытаний древесных материалов между стандартизированным методом и методом заводского производственного контроля

Б.К. Иванов, В.А. Бардонов

ООО «Лессертика»

Работа посвящена исследованию и установлению коэффициентов корреляции между результатами физико-механических испытаний образцов фанеры после кондиционирования (стандартизованный метод) и до кондиционирования образцов (метод заводского производственного контроля). При совмещении результатов испытаний при изгибе вдоль и поперёк волокон шпона наружных слоёв коэффициент корреляции средних значений предела прочности при изгибе составил более 0,91, модуля упругости более 0,95. Сообщается об услугах, которые оказывает ООО «Лессертика» по расчёту коэффициентов корреляции, и по изготовлению, аттестации и поставке предприятиям камер кондиционирования объёмом 250 л или 1000 л.

Ключевые слова: фанера, предел прочности при изгибе, модуль упругости, физико-механические испытания фанеры, коэффициент корреляции.

Одним из требований, предъявляемых зарубежными экспертами, которые ежеквартально тестируют российских поставщиков фанеры в ЕС и США является подтверждение изготовителями фанеры того, что перед проведением физико-механических испытаний, в частности, по пределу прочности при изгибе и модулю упругости при изгибе, образцы фанеры должны пройти стадию кондиционирования [1]. Имеется в виду, что согласно ГОСТ 9620–94 [3] до проведения физико-механических испытаний образцов фанеры (изгиб и модуль упругости) их кондиционируют до нормализованной влажности при влажности воздуха $65 \pm 5 \%$ и температуре $20 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$. При этом, окончание кондиционирования устанавливают по изменению массы двух - трёх контрольных образцов повторными взвешиваниями через каждые 24 ч. Кондиционирование прекращают, когда разница между последовательными взвешиваниями будет не более 0,1 %

массы образца. Влажность образцов фанеры в момент испытаний должна соответствовать стандартизованной, т.е. достигнутой после кондиционирования.

На практике не многие фанерные предприятия имеют в наличии камеры кондиционирования, следовательно, проводят испытания образцов фанеры сразу после изготовления, что запрещено ГОСТ 9620–94 и, тем более, Рабочей инструкцией WKI, согласно которой предприятие-изготовитель фанеры обязан провести сравнительные испытания для расчёта коэффициента корреляции между стандартизованным методом испытаний фанеры [1], т.е. после её кондиционирования и методом заводского производственного контроля (до кондиционирования) согласно стандарту EN 326-2:2000 [2]. Такие коэффициенты корреляции предприятия затем используют при расчёте фактического значения предела прочности при изгибе и модуля упругости при изгибе, полученные при заводском производственном контроле, т.е. – до кондиционирования образцов. Сравнительные испытания могут проводить, как предприятия-изготовители фанеры, оснащённые камерами кондиционирования, так и аккредитованные испытательные лаборатории WKI, или ООО «Лессертика». При этом WKI оставляет за собой право проверить достоверность таких сравнительных испытаний и одобрить полученные коэффициенты корреляции.

Механизм организации и проведения сравнительных физико-механических испытаний по расчёту коэффициентов корреляции приведён в [1, 4]. Это, в частности, заключается в следующем:

- для сравнительных испытаний должны быть взяты в общей сложности 12 листов фанеры, например, толщиной, мм – 4; 5; 6; 8; 10; 11; 12; 15; 18; 20; 21; 24;

- из каждого листа фанеры должны быть выпилены 12 пар образцов, в т.ч. 6 пар – вдоль волокон и 6 пар – поперёк волокон;

- общее количество образцов, выпиленных из 12 листов фанеры должно составлять 288 штук;

- для получения достоверной корреляции при сравнительных испытаниях образцы должны отбираться методом случайного отбора со всей поверхности листа фанеры, при этом, необходимо, что бы каждая пара образцов вдоль или поперёк волокон, располагалась плотно друг к другу;

- группу образцов, предназначенных для производственного контроля (без кондиционирования) обозначают литерой X, а группу образцов, подлежащих кондиционированию и предназначенных для лаборатории WKI или ООО «Лессертика» обозначают литерой Y. В зависимости от условий договора фанерного предприятия с WKI или ООО «Лессертика» испытания образцов фанеры до кондиционирования может проводить заводская лаборатория, но лучшая сходимость результатов испытаний достигается, если физико-механические испытания проводятся на одной и той же разрывной машине до кондиционирования и после;

- образцы группы Y WKI или «Лессертика» подвергают кондиционированию, а затем проводят их испытания по определению предела прочности при изгибе и модулю упругости при изгибе;

После испытания 288 образцов фанеры до кондиционирования и после кондиционирования в ООО «Лессертика» произвели обработку результатов испытаний с использованием математических статистических методов оценки коэффициентов связи рядов данных полученных в результате указанных испытаний.

Оценка коэффициента линейной парной корреляции r (Пирсона) для индивидуальных значений внутри серии образцов с одинаковой толщиной X vs Y серии показала отсутствие значимых зависимостей в этих рядах данных, поэтому расчеты проводили с использованием средних значений показателей образцов с одинаковой толщиной.

Предварительная выборочная проверка выявила невозможность применения гипотезы о принадлежности данных, относящихся к образцам разной толщины, к одной генеральной совокупности. Проверка проводилась путем сравнения по F -критерию и t -критерию [5]

Оценка коэффициента парной линейной корреляции (Пирсона), для средних значений результатов испытаний образцов X vs Y серии показала существенную связь между этими рядами данных. При совмещении результатов испытаний при изгибе вдоль и поперёк волокон шпона наружных слоёв коэффициент корреляции средних значений предела прочности при изгибе составил $r > 0,91$, а для значений модуля упругости $r > 0,95$.

Проверка гипотезы о несущественности расхождения между рядами результатов испытаний образцов X vs Y серии проводилась в соответствии со стандартом (нулевая гипотеза о равенстве средних результатов).

В результате проверки гипотеза о несущественности расхождения между рядами результатов испытаний образцов X vs Y серии в парных наблюдениях согласно не может быть отвергнута:

а) для рядов данных предела прочности при изгибе в диапазоне использования поправки от 6,0 до 19,0 (МПа)

б) для рядов данных модуля упругости при изгибе в диапазоне использования поправки от 60,0 до 1120 (МПа).

Вследствие значимой корреляционной связи рядов данных методом наименьших квадратов были найдены коэффициенты уравнений парной линейной регрессии:

а) для рядов данных предела прочности при изгибе: $Y = 0,62X + 21,69$ (МПа);

б) для рядов данных модуля упругости при изгибе: $Y = 0,88X + 544,82$ (МПа);

Для приближенных расчетов были найдены упрощенные уравнения пересчета:

а) для рядов данных предела прочности при изгибе: $Y = 0,70X$ (МПа);

б) для рядов данных модуля упругости при изгибе: $Y = 0,89X$ (МПа).

ООО «Лессертика» имеет опыт выполнения такой работы для промышленного предприятия и для аккредитованной испытательной лаборатории. Учитывая значительные затраты времени на предприятии при проведении конди-

ционирования образцов фанеры, а также большие объёмы испытаний для различных толщин ООО «Лессертика» предлагает услуги по расчёту коэффициентов корреляции, а также сможет изготовить, аттестовать и поставить предприятию камеру кондиционирования объёмом 250 л или 1000 л. В нашей лаборатории постоянно эксплуатируются камеры кондиционирования объёмом 250 л и 7000 л.

Литература:

1. EN 13986:2015 «Древесные плиты, применяемые в строительстве. Характеристики, оценка соответствия и маркировка».
2. EN 326-2:2000 Wood-based panels – Sampling. Cutting and inspection – Part Quality control in the factory.
3. ГОСТ 9620-94 Древесина слоистая клеёная. Отбор образцов и общие требования при испытаниях
4. Матиас Бельда, Майк Матолин. Типовое испытание (ИТТ) согласно EN 13986:2015 // Древесные материалы: требования и сертификация в Европе, России и США: сб. науч. тр. по итогам Междунар. симп. / Под общ. ред. В.А. Бардонова, Балабаново: WKI -Лессертика, 2016. – С.158-171
5. Дозрфель К. Статистика в аналитической химии. – М.: Мир, 1969 – 223 с.
6. ГОСТ Р 50779.23-2005 (ИСО 3301:1975) Статистические методы. Статистическое представление данных. Сравнение двух средних в парных наблюдениях.

УДК 613.648; 674.815-41

Изучение экранирующей эффективности древесностружечных плит от электромагнитного излучения ноутбука

А.Ф. Меркулова, В.В. Васильев

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова*

Ноутбук марки Dell Inspiron 3521 излучает различное электрическое поле по своим сторонам в диапазоне частот 2...400 кГц. Напряженность электрического поля, исходящего с лицевой поверхности (экрана) ноутбука на расстоянии 0,5 м отвечает требованиям – 0,81 В/м. При приближении к источнику излучения напряжённость возрастает, достигая 2,33...11,07 В/м при его касании. Древесностружечные плиты мебельного назначения толщиной 16 мм с отделкой и без отделки не поглощают электрическое поле от ноутбука.

Ключевые слова: электромагнитное излучение, электрическое поле, ноутбук, санитарные нормы, древесностружечные плиты, мебель.

В последние десятилетия в нашу жизнь активно внедряются различные электрические приборы. Вместе с тем они являются источником электромаг-

нитного излучения (ЭМИ), которое может оказывать влияние на здоровье человека. Это излучение представляет собой процесс испускания электромагнитных волн (ЭМВ), а также само электромагнитное поле (ЭМП) этих волн. ЭМИ – это взаимосвязанные электрическое и магнитное поля. Изменение одного из них приводит к изменению другого.

ЭМИ возбуждается различными излучающими объектами, например, заряженными частицами, атомами, молекулами, а также генерирующими устройствами. Чем больше мощность источника, тем выше ЭМИ. ЭМП ослабевает по мере удаления от источника излучения. Скорость распространения ЭМВ в космическом пространстве находится на уровне скорости света, т. е. около 300 тыс. км/с. При прохождении ЭМВ через различные материалы скорость снижается [1].

ЭМИ характеризуют частотой и длиной волны. В зависимости от частоты ЭМВ подразделяют на электротехнический и радиочастотный диапазоны, инфракрасное излучение, видимый свет, ультрафиолетовый диапазон, рентгеновское, гамма-излучение и ещё более высокие частоты космических излучений.

Широкое применение электрических приборов привело к повышению уровня ЭМИ на частотах от 0 до 300 ГГц. Это так называемые неионизирующие ЭМИ электротехнического и радиочастотного диапазонов, и именно они являются предметом изучения медиков воздействия их на безопасность жизнедеятельности человека [2]. В бытовой практике к этим источникам ЭМИ относятся окружающие нас приборы: электроплиты, микроволновые печи, холодильники, телевизоры, радиоприемники, компьютеры, мобильные телефоны и т.д., а также внутрисетевая электрическая разводка.

Повышенное ЭМИ оказывает неблагоприятное влияние на организм человека и может быть причиной заболевания [3]. Реакция человека на ЭМП повышенной интенсивности проявляется, в первую очередь, поражениями иммунной, эндокринной и центральной нервной системы. ЭМИ приводит к развитию синдрома старения организма, признаками которого являются снижение работоспособности и иммунитета, наличие многих заболеваний, раннее нарушение уровня холестерина, угнетение функции репродуктивной системы, развитие возрастной патологии в ранние годы (гипертоническая болезнь, церебральный атеросклероз).

ЭМИ оценивается тремя основными параметрами:

- напряженность электрического поля, E , В/м,
- напряженность магнитного поля, H , А/м
- плотность потока энергии (ППЭ), мкВт/см^2 .

Допустимые уровни ЭМП для населения на селитебной территории, в местах массового отдыха и внутри жилых помещений установлены Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СанПиН 2.1.2.2645–10 [4]. Они устанавливают предельно допустимые уровни (ПДУ) воздействия на людей электромагнитных излучений (ЭМИ РЧ) в диапазоне частот 30 кГц – 300 ГГц. Требования приведены в табл. 1, они исключают нижний и включают верхний предел частоты.

Селитебная территория – территория, предназначенная для размещения жилого фонда, общественных зданий и сооружений, в том числе научно-исследовательских институтов и их комплексов, а также отдельных коммунальных и промышленных объектов, не требующих устройства санитарно-защитных зон; а также территория для устройства путей внутригородского сообщения, улиц, площадей, парков, садов, бульваров и других мест общего пользования

Таблица 1 – Допустимые уровни ЭМП диапазона частот 30 кГц - 300 ГГц для населения

Диапазон частот	30...300 кГц	0,3...3 МГц	3...30 МГц	30...300 МГц	300 МГц – 300 ГГц
Нормируемый параметр	Напряженность электрического поля, E (В/м)				Плотность потока энергии, ППЭ (мкВт/см ²)
Предельно допустимые уровни	25,0	15,0	10,0	3,0	10; 25*

* для случаев облучения от антенн, работающих в режиме кругового обзора или сканирования.

В настоящее время одним из основных источников излучения, с которым человек проводит много времени в контакте, является компьютер. Санитарные нормы по организации работы на нем установлены СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [5]. В соответствии с ними измерение уровней ЭМП производится на расстоянии 50 см от экрана. Допустимые уровни воздействия на людей электромагнитных излучений приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемые ПЭВМ

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

Требования СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 устанавливают, что экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600...700 мм, но не ближе 500 мм. Если для стационарного компьютера это расстояние можно установить, то при работе с ноутбуком оно сокращается до 350...400 мм. Ещё меньшее расстояние между нижней стороной ноутбука и коленями пользователя – 100...200 мм в зависимости от роста человека, когда ноутбук установлен на столе, или оно равно нулю, если ноутбук лежит на коленях. Таким образом, активное пользование ноутбуком может нести негативное воздействие на здоровье человека, поскольку ЭМП усиливается по мере приближения к его источнику.

Исследовали электромагнитное излучение, исходящее с разных сторон ноутбука, а также способность древесностружечных плит (ДСП) поглощать ЭМИ. Последнее обосновано тем, что современная бытовая и офисная мебель изготавливается преимущественно из древесных плит, и необходимо выяснить, насколько элементы рабочего стола (столешница, боковые стенки, дверцы) способны экранировать излучение, исходящее от электрического прибора на примере ноутбука.

В качестве объекта ЭМИ использовали ноутбук марки Dell Inspiron 3521. Параметры ноутбука: 15,6 " HD (1366×768) WLED, Pentium2117U, 4GB, 500GB, DVD+/-RW, integrated, WiFi + BT, WebCam 1Mr, 4cell, Win8. Размеры ноутбука: 375×258×25 мм. Год производства 2013.

Напряженность переменных электрических полей, создаваемых ноутбуком, фиксировали измерителем электрического поля марки ИЭП-05. В приборе в качестве датчиков используются дипольная антенна и дисковый пробник. Диапазоны частот пропускания от 2 до 400 кГц. Диапазоны измеряемых значений напряженности электрического поля от 0,7 до 199 В/м. Основная относительная погрешность измерения напряженности электрического поля в нормальных климатических условиях не более $\pm 20 \%$.

Так как напряженность электрического поля величина векторная, то для определения её в выбранной точке пространства измеряли три взаимно-ортогональные составляющие этого вектора $E_{изм_x}$, $E_{изм_y}$, $E_{изм_z}$, а затем определяли напряженность $E_{изм}$ по формуле:

$$E_{изм} = \sqrt{E_{изм_x}^2 + E_{изм_y}^2 + E_{изм_z}^2}$$

Измерения параметров электромагнитного поля проводили, устанавливая ноутбук и приборы контроля на лабораторном деревянном столе со столешницей из диэлектрического материала из декоративного бумажно-слоистого пластика. Во время измерения металлические конструкции находились на расстоянии более 3 м от прибора (норматив не менее 1 м). Посторонние источники электрических полей (кабели освещения) находились на расстоянии более 5 м от прибора. Лабораторное оборудование, находящееся в помещении, в момент замеров было отключено от питания. Замеры показателей электромагнитного поля производили на расстояниях 0; 0,05; 0,25; 0,50 и 1,0 м от работающего ноутбука.

При определении экранирующих способностей ДСП использовали промышленные плиты, которые широко применяются при изготовлении мебели: ДСП общего назначения типа Р2 неотделанную и отделанную методом ламинирования, а также влагостойкую ДСП типа Р3. Плиты отвечают требованиям ГОСТ [6, 7, 8]. Свойства плит приведены в табл.3.

Таблица 3 – Свойства древесностружечных плит

Тип ДСП	Конструкция, обработка поверхности, отделка плиты	Толщина, мм	Плотность, кг/м ³
P2	Трёхслойная, шлифованная, неотделанная	16,3	658
P3	Трёхслойная, шлифованная, неотделанная	16,3	642
P2	Трёхслойная, шлифованная, отделанная бумажно-смоляной пленкой методом ламинирования с двух сторон	16,3	762

При замерах параметров ЭМП плиты устанавливали на расстоянии 10...20 мм от источника ЭМИ. Размеры образцов плит составляли от 300 до 500 мм, т.е. они перекрывали поверхность ноутбука. Замеры показателей электромагнитного поля производили на расстояниях 0,05; 0,25; 0,50 и 1,0 м от источника. В табл. 4 представлены значения напряженности электрического поля в диапазоне частот 2...400 кГц на разном расстоянии по сторонам ноутбука.

Таблица 4 – Напряжённость электрического поля в диапазоне частот 2...400 кГц по сторонам ноутбука

Расстояние от источника излучения, м	Напряжённость электрического поля, В/м, по сторонам ноутбука				
	Лицевая	Боковая	Задняя	Нижняя	Верхняя
0	11,07	2,33	8,00	10,42	7,17
0,05	2,90	1,92	3,07	3,22	2,79
0,25	2,20	0,79	1,06	1,16	2,20
0,50	0,81	0,49	0,62	0,56	0,89
1,00	0,46	0,33	0,46	0,27	0,52

Результаты испытаний показывают, что на расстоянии 500 мм от ноутбука напряженность электрического поля находится в пределах 0,49...0,89 В/м, т.е. она меньше 2,5 В/м, что установлено в качестве верхнего предела СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [5]. Таким образом, исследованный нами ноутбук отвечает санитарным нормам.

Вместе с тем при приближении к источнику излучения напряженность электрического поля возрастает до 1,92...3,22 В/м на расстоянии 50 мм от ноутбука и до 2,33...11,07 В/м при его касании. Наиболее высокие уровни излучения исходят со стороны лицевой, нижней и задней поверхностей ноутбука.

Исследовали способность ДСП поглощать электрическое поле, исходящее от ноутбука. Из ДСП могут быть изготовлены столешница стола и защитный экран, установленный на столешнице позади излучателя. Эти детали мебели располагаются на пути ЭМИ от нижней и задней поверхности ноутбука, как одних из наиболее опасных. Результаты испытаний представлены в табл. 5.

Результаты испытаний показывают, что величины напряженности электрического поля за экраном из ДСП близки к значениям ЭМИ без экрана. Для подтверждения этого вывода сделали расчёты эффективности экранирования по материалам табл. 4 и 5. За 100 % принимали напряженность поля без экрана.

Знак «–» означает снижение показателя за плитой, знак «+» – повышение показателя. Результаты расчетов представлены в табл. 6.

Таблица 5 – Напряженность электрического поля в диапазоне частот 2...400 кГц по сторонам ноутбука за экраном из ДСП разных типов

Расстояние от источника излучения, м	Сторона ноутбука					
	Нижняя			Задняя		
	Напряжённость электрического поля, В/м, за экраном из ДСП типа					
	Р2 без отделки	Р3 без отделки	Р2 ламинированная	Р2 без отделки	Р3 без отделки	Р2 ламинированная
0,05	3,24	3,49	3,86	3,58	3,67	3,59
0,25	1,22	1,14	1,11	1,09	1,10	1,16
0,50	0,55	0,56	0,52	0,52	0,57	0,57
1,00	0,24	0,30	0,31	0,35	0,29	0,35

Расчёты показывают, что изменение электрического поля за экраном из ДСП составляет $\pm 20\%$, т.е. оно укладывается в диапазон погрешности прибора ИЭП-05. Таким образом, исследованные нами ДСП не поглощают электрическое поле, исходящее от ноутбука.

Таблица 6 – Изменение напряженности электрического поля по сторонам ноутбука за экраном из ДСП разных типов

Расстояние от источника излучения, м	Сторона ноутбука					
	Нижняя			Задняя		
	Изменение напряжённости электрического поля, %, за экраном из ДСП типа					
	Р2 без отделки	Р3 без отделки	Р2 ламинированная	Р2 без отделки	Р3 без отделки	Р2 ламинированная
0,05	+ 0,6	+ 8,4	+ 19,9	+ 16,6	+ 19,5	+ 16,9
0,25	+ 5,2	– 1,7	– 4,3	+ 2,8	+ 3,8	+ 9,4
0,50	– 1,8	0,0	– 7,1	– 16,1	– 8,1	– 8,1
1,00	– 11,1	+ 11,1	+ 14,8	– 2,8	– 19,4	– 2,8

Проведенное исследование показало, что в диапазоне частот 2...400 кГц ноутбук марки Dell Inspiron 3521 излучает различное электрическое поле по своим сторонам. Наиболее высокие уровни излучения исходят со стороны лицевой, нижней и задней поверхностей ноутбука. Напряженность электрического поля, исходящего с лицевой поверхности (экрана) ноутбука на расстоянии 0,5 м, как это предусмотрено российскими СанПиН, отвечает требованиям, – 0,81 против 2,5 В/м.

При приближении к источнику излучения напряженность электрического поля возрастает до 1,92...3,22 В/м на расстоянии 50 мм от ноутбука и до 2,33...11,07 В/м при его касании, т.е. наблюдается превышение нормы. Это обстоятельство необходимо учитывать, поскольку при работе с ноутбуком расстояние между нижней стороной ноутбука и коленями пользователя составляет

100...200 мм в зависимости от роста человека, когда ноутбук установлен на столе, или оно равно нулю, если ноутбук лежит на коленях.

Исследование способности древесностружечных плит мебельного назначения поглощать ЭМИ показало, что изменение электрического поля за экраном из ДСП составляет $\pm 20\%$, т.е. оно укладывается в диапазон погрешности прибора ИЭП-05. Таким образом, плиты толщиной 16 мм с отделкой и без отделки не поглощают электрическое поле, исходящее от ноутбука.

В связи с этим считаем перспективным проведение исследовательских работ по разработке и освоению технологии древесных плит, поглощающих электромагнитное излучение. Такие плиты могут быть использованы для изготовления бытовой и офисной мебели.

Литература:

1. Элементарный учебник физики. В 3 т./ Под ред. Г.С. Ландсберга: Т. 2. Электричество и магнетизм. – 12-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. – 480 с.
2. Тихонов М.Н., Довгуша В.В., Довгуша Л.В. Механизм влияния естественных и техногенных электромагнитных полей на безопасность жизнедеятельности. Анализ риска здоровью. – 2014, № 4. – С. 85-100.
3. Довгуша В.В., Тихонов М.Н. Электромагнитный фактор – источник множества заболеваний. Медицина экстремальных ситуаций. – 1999, № 1. С. 5-10.
4. СанПиН 2.1.2.2645-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и сооружениях».
5. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
6. ГОСТ 10632–2014. Плиты древесно-стружечные. Технические условия. Введ. 01.07.2015. М.: Стандартинформ, 2014. – 16 с.
7. ГОСТ 32399–2013. Плиты древесно-стружечные влагостойкие. Технические условия. Введ. 01.07.2014. М.: Стандартинформ, 2014. – 18 с.
8. ГОСТ 32289–2013. Плиты древесно-стружечные, облицованные плёнками на основе термореактивных полимеров. Технические условия. Введ. 01.07.2014. М.: Стандартинформ, 2014. – 51 с.

УДК 674.076.077; 674.049.3

Огнезащита древесноплитных материалов с помощью бинарного покрытия

А.А. Леонович, А.В. Шелоумов

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова*

Разработано бинарное покрытие для огнезащиты древесноплитных материалов, в основе действия которого лежит совмещение пропитки и нанесения покрытия путем использования в них одного и того же антипирена ами-

дофосфата КМ. Особенностью данного покрытия является образование при огневом воздействии устойчивого защитного карбонизованного слоя с вовлечением поверхностного слоя защищаемого древесного материала.

Ключевые слова: огнезащитные покрытия, антипирены, амидофосфат, полиакриламид, горючесть.

Поскольку древесные плиты могут быть защищены от возгорания с помощью различных покрытий [1], то сочетание пропитки и покрытия может дополнительно усилить их огнезащитность, позволит уменьшить требуемую глубину пропитки, а также обеспечит отсутствие высаливания и вымывания пропиточного состава. Основной сложностью при этом является совмещение двух составляющих – пропиточного состава и композиции для покрытия.

Использование таких эффективных антипиренов, как $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, не позволяет получить устойчивые покрытия с достаточными прочностными и абразивными характеристиками из-за плохой совместимости с меламиноформальдегидными и меламинокарбамидоформальдегидными смолами [2]. Поэтому требуется технологический приём, включающий пропитку древесины высокоэффективным огнезащитным составом и последующее нанесение покрытия с использованием соединений с максимально близкой природой.

В разработку бинарного огнезащитного покрытия принят способ огнезащиты совмещением пропитки и нанесения покрытия при использовании в них одного и того же фосфоразотсодержащего антипирена класса аддуктов благодаря возможности направленного регулирования их кислотности, в частности, амидофосфата КМ [3]. Пропитывающий состав должен содержать антипирен, структурирующую добавку для повышения вязкости раствора, а также краситель для тонирования защищаемого древесного материала. Кроющий состав помимо антипирена должен содержать карбамидоформальдегидный олигомер холодного отверждения для обеспечения механической прочности покрытия. При этом требуется определить условия совмещения выбранного антипирена как со структурирующей добавкой и тонирующим компонентом пропитывающего состава, так и с олигомерным компонентом кроющего состава.

В качестве модели подложки выбрана древесина заболони сосны плотностью $400...550 \text{ кг/м}^3$ и влажностью $8 \pm 2 \%$ в соответствии с требованиями к образцам для определения огнезащитных свойств пропиток и покрытий для древесины по ГОСТ 16363–98.

При разработке рецептуры пропитывающего состава в качестве структурирующей добавки принят полиакриламид (ПАА) по ТУ 6-01-1049–92, а в качестве красителя дихромат калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (ГОСТ 4220–75), который также относят к антипиренам. Для разработки кроющего состава использовали карбамидоформальдегидную смолу (КФС) марки М-70 производства ООО «Резион», Санкт-Петербург (ТУ 13-369–77) с массовой долей сухого остатка 67 %. В качестве антипирена применяли амидофосфат марки КМ (ТУ 2499-001-05091160–2012). При этом в пропитывающем составе использовали амидофосфат КМ с

атомным соотношением $N/P = 3$ и $pH\ 5,5$ (КМ-3-5,5), а в кроющем составе по условиям отверждения КФС – КМ с $N/P = 3$ и $pH\ 1,5$ (КМ-3-1,5).

Плотность пропитывающего состава определяли денситометрически с помощью ареометров типа АОН-1, соответствующих ГОСТ 18481–81. Кинематическую вязкость пропитывающего состава определяли в вискозиметре типа ВПЖ-3 (ГОСТ 10028–81) с диаметром капилляра 0,92 мм. Динамическую вязкость пропитывающего состава рассчитывали, исходя из его кинематической вязкости и плотности.

Составы бинарного огнезащитного покрытия на поверхность образцов древесины наносили кистью и определяли расход в соответствии с требованиями ГОСТ 20022.9–93. Цветовые характеристики образцов древесины с бинарным огнезащитным покрытием определяли по Атласу цветов [4]. Водопоглощение по массе (ΔW) для образцов древесины с бинарным огнезащитным покрытием определяли по ГОСТ 16483.20–72.

При испытании на горючесть образцов древесины с бинарным огнезащитным покрытием регистрировали относительную потерю массы (Δm) и продолжительность самостоятельного горения и тления образцов ($\tau_{ст}$). Группу огнезащитной эффективности бинарного покрытия для древесноплитных материалов определяли в сертифицированной лаборатории Независимого испытательного центра пожарной безопасности Санкт-Петербургского филиала ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России» по ГОСТ 16363–98.

Для приготовления пропитывающего состава (состав I) в реактор, оборудованный мешалкой и обогревом, заливали воду и нагревали её до температуры $60 \pm 5\ ^\circ\text{C}$. Затем в реактор загружали ПАА и перемешивали со скоростью $60...120\ \text{мин}^{-1}$ ($Re = 35000...70000$) до полного растворения. После этого в реактор добавляли 50 %-й водный раствор амидофосфата КМ-3-5,5 и перемешивали до получения однородной жидкости. $K_2Cr_2O_7$ в виде сухого порошка вводили в раствор и растворяли при непрерывном перемешивании.

Для приготовления кроющего состава (состав II) в смеситель загружали 67 %-й водный раствор КФС и воду и перемешивали до получения однородной массы. Затем к смеси добавляли необходимое количество 40 %-го водного раствора амидофосфата КМ-3-1,5 и перемешивали. Варианты рецептур бинарного огнезащитного покрытия приведены в табл. 1.

Состав I наносили кистью в один или два приёма в зависимости от свойств защищаемой древесины. Состав II наносили кистью в два слоя на древесину, обработанную составом I, после полного его впитывания. Сушка покрытия протекала при комнатной температуре в течение 12...48 ч. Образцы древесины испытывали на горючесть и водопоглощение.

При испытаниях на горючесть потеря массы образцов древесины, обработанных по вариантам 2, 3 и 4, составляет 5...7 %, а время самостоятельного горения не превышает 30 с. Бинарное огнезащитное покрытие также позволяет снизить водопоглощение образцов обработанной древесины.

Таблица 1 – Рецептуры и расход бинарного огнезащитного покрытия древесины

Компоненты	Варианты рецептур				
	1	2	3	4	5
<i>Состав I (мас. %):</i>					
КМ-3-5,5	30	40	52	65	70
ПАА	0,5	0,3	0,2	0,1	–
K ₂ Cr ₂ O ₇	1,7	0,8	0,5	0,2	0,1
Вода	67,8	58,9	47,3	34,7	29,9
Расход по абс. сух. веществам, г/м ²	45	104	139	171	156
<i>Состав II (мас. %):</i>					
КФС	35	40	45	50	55
КМ-3-1,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Вода	64	58	52	46	40
Расход по абс. сух. веществам, г/м ²	59	126	144	163	228
<i>Покровение в целом:</i>					
Расход по абс. сух. веществам, г/м ²	104	230	283	334	384

Свойства образцов древесины сосны, обработанных бинарным огнезащитным покрытием по пяти вариантам, приведены ниже.

Показатели	1	2	3	4	5	контроль
Δt , %	12,5	7,3	4,7	6,0	79,0	79,7
$\tau_{сг}$, с	94	26	0	0	65	602
ΔW за 24 ч, %	16,8	13,0	10,3	11,5	14,7	17,1

Снижение массовой доли амидофосфата КМ-3-5,5 в составе I до 30 % вызывает уменьшение расхода состава I, в результате чего не обеспечивается необходимый уровень огнезащиты обработанной древесины. Увеличение содержания ПАА более 0,3 % ухудшает смешиваемость растворов ПАА и КМ. Повышенное разбавление КФС водой и недостаточное количество амидофосфата КМ-3-1,5 в составе II приводят к ухудшению отверждения покрытия и его липкости (вариант 1).

При увеличении содержания амидофосфата КМ-3-5,5 в составе I более 65 % даже в отсутствии ПАА раствор имеет большую вязкость, что затрудняет пропитку древесины и приводит к снижению расхода состава I. Недостаточное разбавление КФС водой и избыток амидофосфата КМ-3-1,5 в составе II вызывает коагуляцию и преждевременное отверждение смолы, что приводит к растрескиванию покрытия. В результате даже при значительном расходе покрытия обработанные образцы древесины имеют низкую степень огнезащищённости (вариант 5).

Разработанное бинарное огнезащитное покрытие предназначается для древесины и древесноплитных материалов и имеет следующие характеристики. Состав I имеет плотность 1200...1320 кг/м³, динамическую вязкость 5,5...16,7 мПа·с и предназначен для пропитки материала. Жизнеспособность

состава I – 1 год. Состав II готовят непосредственно перед использованием. Состав II выполняет функцию кроющего слоя и защищает состав I от вымывания и атмосферных воздействий, чем обеспечивается стабильность огнезащиты материала во времени. Оптимизированный по критерию горючести и механической прочности расход компонентов для приготовления состава I и состава II указан в табл. 2.

Состав I наносят кистью в один или два приёма в зависимости от свойств защищаемого материала и геометрии конструкций. На горизонтальные поверхности (при нанесении сверху) состав наносят в один приём, на вертикальные поверхности – в два приёма. Минимальное время между двумя нанесениями составляет от 20 мин до 2 ч в зависимости от температуры окружающей среды. Расход состава I находится в пределах 105...170 г/м² по абс. сух. веществам.

Состав II наносят кистью в два слоя на материал, обработанный составом I, после полного его впитывания. Расход состава II находится в пределах 125...165 г/м² по абс. сух. веществам. Сушка покрытия протекает естественно при температуре 15...50 °С в течение 12...48 ч. Общий расход бинарного огнезащитного покрытия составляет 230...335 г/м² по абс. сух. веществам.

Таблица 2 – Рецепт бинарного огнезащитного покрытия

Компоненты	Расход, мас. %
<i>Состав I (пропитывающий):</i>	
Амидофосфат КМ-3-5,5	40...65
ПАА	0,1...0,3
K ₂ Cr ₂ O ₇	0,2...0,8
Вода	34,7...58,9
<i>Состав II (кроющий):</i>	
КФС марки КФ-О	40...50
Амидофосфат КМ-3-1,5	2,0...4,0
Вода	46...58

При испытании на горючесть образцов древесины с бинарным огнезащитным покрытием при расходе 308 г/м² по абс. сух. веществам по ГОСТ 16363–98 средняя потеря массы составила 6,3 %, на основании чего данное покрытие может быть отнесено к I группе огнезащитной эффективности.

Отличительной особенностью предложенного способа огнезащиты является образование при огневом воздействии устойчивого защитного карбонизированного слоя с вовлечением поверхностного слоя защищаемого древесного материала, что повышает устойчивость огнезащитного слоя. Известные композиции для огнезащитных покрытий содержат углеродсодержащие компоненты для стабильности возникающего покрытия [5]. В данной разработке в качестве источника углерода используется лигнин древесины, который при нагревании в присутствии антипирена благодаря ароматическим структурам повышает выход углерода по сравнению с полисахаридами до развития условий горения незащищенной древесины.

Таким образом, бинарное покрытие осуществляет своё огнезащитное действие в предповерхностном слое древесных плит на их поверхности, реализуя

соответственно механизм огнезащиты в конденсированной фазе по теории каталитической дегидратации и механизм теплоизоляции по теории так называемого кроющего слоя [6]. Вымывания пропитывающего состава не происходит благодаря защите кроющего состава, что обеспечивает стабильность огнезащитного покрытия во времени.

Бинарное огнезащитное покрытие является неукрывистым, причём декоративные свойства материала не изменяются или направленно регулируются. В зависимости от расхода $K_2Cr_2O_7$ в составе I цвет поверхности образцов может изменяться от оранжевого слабонасыщенного светлого (цветовой тон $\lambda = 584$ нм, чистота $p = 37$ %, светлота $\rho = 70,5$ %) до оранжево-жёлтого средненасыщенного средней светлоты ($\lambda = 579$ нм, $p = 43$ %, $\rho = 44,5$ %). Это позволяет использовать разработанное покрытие также и при реставрации памятников деревянной архитектуры.

Простота приготовления и использования, а также доступность компонентов открывают возможность широкого применения бинарного огнезащитного покрытия для обработки древесноплитных материалов. На огнезащитное покрытие получен патент РФ № 2079405 от 20.05.1997 г. [7].

Выводы

1. Разработан способ огнезащиты древесноплитных материалов с помощью бинарного покрытия, предполагающий совмещение пропитки и нанесение покрытия путём использования в них одного и того же антипирена амидофосфата КМ.

2. Отличительной особенностью покрытия является образование при огневом воздействии устойчивого защитного карбонизованного слоя с вовлечением поверхностного слоя защищаемого древесного материала.

Литература:

1. Леонович А.А. Новые древесноплитные материалы. – СПб.: Химиздат, 2008. – 160 с.
2. Пат. 2326915 Российская Федерация, МПК⁸ C09 D183/04, C09 D5/18. Состав для огнезащитного покрытия древесины / Т.С. Тимофеева, В.П. Эндюшкин, Н.Б. Тяпина, В.В. Кулагин. – № 2007107737; Заявл. 01.03.2007; Оpubл. 20.06.2008.
3. Пат. 517491 Российская Федерация, МКИ⁶ B27 K3/52, B29 J5/00. Антипирен и способ его приготовления / А.А. Леонович. – № 2108036/30-15; Заявл. 21.02.75; Оpubл. 05.03.93, Бюл. № 22.
4. Рабкин Е.Б. Атлас цветов. – М.: Медгиз, 1956. – 54 с.
5. Пат. 2119516 Российская Федерация, МПК⁶ C09 D5/18. Огнезащитный вспучивающийся состав для покрытия деревянных поверхностей / Р.Г. Амбарцумян. – № 97111992/04; Заявл. 16.07.97; Оpubл. 27.09.98, Бюл. № 27.
6. Леонович А.А. 21 принцип модифицирования древесных плит от Леоновича. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. – 80 с.

7. Пат. 2079403 Российская Федерация, МКИ В27 К3/52. Способ огнезащиты древесных конструкций и материалов / А.А. Леонович, Л.П. Бичева, А.В. Шелюмов. – № 5008248/04; Заявл. 02.08.91; Опубл. 20.05.97, Бюл. № 14.

УДК 674-419

Плитный материал с использованием картонных гильз

В.Е. Микрюкова, М.А. Седых

Поволжский государственный технологический университет

С ростом популярности облегчённых плитных материалов была поставлена задача по созданию нового материала, решением которой стало использование картонных гильз для внутреннего слоя. Такой материал имеет несколько преимуществ по сравнению с другими облегченными материалами. Экономия материала и легкий вес – лишь некоторые из них.

Ключевые слова: облегчённый плитный материал, картонные гильзы, использование макулатуры, материалоемкость, экологичность, MDF.

Благодаря развитию новых технологий появляется все больше новых материалов на основе древесины для мебельного производства. Это могут быть как более плотные, так и облёгченные плиты. Был проведен анализ существующих разработок облегчённых материалов. Сейчас наиболее популярным облегчённым материалом для мебельного производства является тамбурат (рис.1, а).

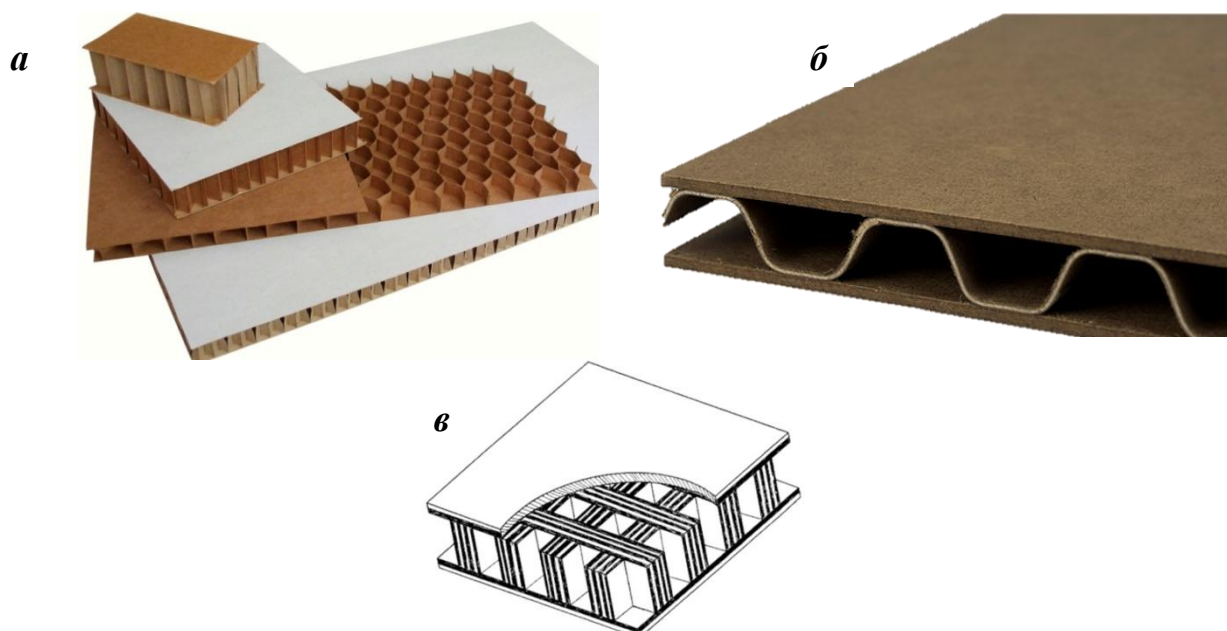


Рис.1. Облегченные плитные материалы: тамбурат (а), H-Corr панель (б), фанерная панель (в)

Тамбурат – это сэндвич-панель, у которой внутренним заполнителем является бумажная ячеистая конструкция, а наружные слои чаще всего выполнены

из листовых древесноволокнистых (ДВП) или древесностружечных плит (ДСП). Плотность плиты с закладными элементами составляет примерно 300 кг/м^3 [1]. Схожим с тамубратом материалом является H-Corr Panels (рис.1, б). Это слоистая панель, между внешними слоями которой расположены полосы гофрированного картона. В такой плите могут сочетаться различные материалы. Особенностью H-Corr Panels является возможность легко сделать панель любой реальной толщины [2].

Другой материал представляет собой фанерную панель (рис. 1, в), которая включает в себя наружные слои из лущеного шпона, и внутренний слой в виде решётчатой конструкции. Внутренний слой выполнен из отходов фанерного производства (реек), установленных с интервалами образующими полости. Укладка в виде решётчатой конструкции внутреннего слоя из реек позволяет повысить прочность фанерной панели [3].

Исследование по похожей разработке велось в Латвии. Их задачей была оптимизация жёсткости внутреннего слоя сэндвич-панели из берёзовой фанеры. Исследования подтвердили, что возможно сделать фанерные панели с рёбрами жёсткости, чтобы они имели показатели жёсткости как у обычных фанерных плит. Экспериментально приобретённая средняя масса уменьшилась при сравнении структуры сэндвича с традиционной доской на 45 % [4].

Анализируя информацию по облегчённым материалам, мы создали такую конструкцию, которая удовлетворяет требованиям по снижению материалоемкости и низкой плотности. Предлагаемый материал состоит из трёх слоев. Все три слоя склеены между собой при помощи клея. Наружные слои изготавливаются из листового древесного материала. В качестве таких материалов могут быть: листы ДСП или ДВП, шпон или фанера. Внутренний слой изготавливается из частей картонных гильз. Картонные гильзы представляют собой скрученный цилиндр картона, пропитанный клеем. Сырьём для производства картона служит бумага, а также макулатурное сырьё. Такой материал как картонные гильзы является экологически безопасным [5]. Располагаться картонные гильзы могут вплотную либо на расстоянии друг от друга (рис. 2).

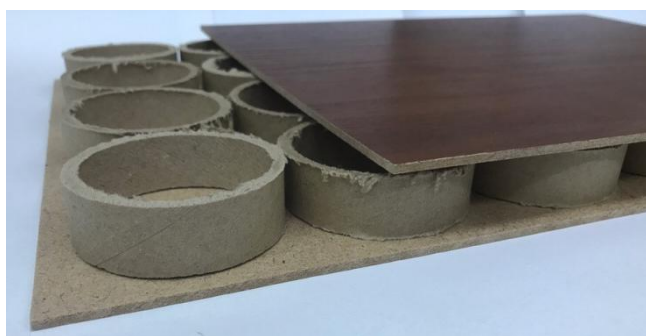


Рис. 2. Расположение частей картонных гильз во внутреннем слое плитного материала

На конструкцию облегчённого материала с использованием картонных гильз получен патент на полезную модель [6]. Данный материал обладает такими преимуществами как небольшая плотность при высокой прочности, эколо-



Рис.3. Плитный материал с использованием картонных гильз

гичность, низкая материалоемкость и стоимость за счёт рационального использования отходов в виде картонных гильз (рис. 3).

Были проведены исследования по определению плотности данного материала с различными материалами наружного слоя, такими как древесноволокнистые плиты средней плотности или MDF (от англ. *medium density fiberboard*), толщиной 3 и 6 мм, сосновый шпон толщиной 3 мм и фанера толщиной 4 мм, при этом толщина плитного материала во всех случаях составляла 25 мм.

Согласно данным табл. 1 плотность нового плитного материала толщиной 25 мм варьируется от 283 до 447 кг/м³ в зависимости от материала наружных слоёв. Это в 1,5...2,5 раза ниже плотности ДСП как одного из основных конструкционных материалов в производстве мебели.

Таблица 1 – Результаты определения плотности

Толщина образцов, мм	Материал наружного слоя	Толщина материала наружного слоя, мм	Плотность, кг/м ³
25	MDF	3	334
25	MDF	6	447
25	шпон сосны	3	283
25	фанера	4	291

Для определения технических преимуществ нового материала было проведено испытание на определение прочности при сжатии перпендикулярно пласти. Были изготовлены плитные материалы с внутренним слоем из картонных гильз диаметрами 30, 33, 48 и 56 мм с наружными слоями из MDF толщиной 3 и 6 мм. Толщина плит составляла 25, 31 и 40 мм. Для испытания были выпилены образцы размерами по пласти 50×50 мм. Далее образцы нагружали с постоянной скоростью в направлении, перпендикулярном к пластям материала. Результаты испытания приведены в табл. 2.

Исходя из результатов, приведенных в таблице, средние значения прочности при сжатии у нового материала варьируются от 0,87 до 1,43 МПа. При этом у наиболее близкого аналога – тамбурата прочность при сжатии составляет 0,15 МПа [1]. Прочность на сжатие у нового плитного материала уменьшается при увеличении диаметра картонных гильз и толщины плит, составляющих наружные слои.

Таблица 2 – Результаты испытания образцов на определение прочности при сжатии

№ плиты	Материал наружных слоёв	Толщина наружного слоя, мм	Наружный диаметр картонных гильз, мм	Толщина плиты, мм	Прочность при сжатии, МПа
1	MDF	3	30	25	1,427
2	MDF	3	33	40	1,138
3	MDF	3	48	25	1,286
4	MDF	3	48	40	0,872
5	MDF	3	56	25	1,046
6	MDF	6	48	31	1,124

Данный плитный материал обладает такими преимуществами как: небольшая плотность, сниженная материалоемкость, экологичность, возможность использования в качестве наружного слоя любой материал, способность создания облегчённого плитного материала любой толщины. Облегчённый плитный материал с использованием картонных гильз может найти применение в сфере дизайна интерьеров (перегородки, декоративные стены), при производстве межкомнатных дверей, в мебельном производстве.

Литература:

1. Лёгкие материалы EUROLIGHT компании Эггер [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.egger.com/downloads/bildarchiv/18000/1_18030_PP_Eurolight_RU.pdf [Дата обращения 10.01.2019].
2. О компании Corruven [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.corruven.com>. [Дата обращения 20.01.2019].
3. Патент № 178646 РФ, МПК: В27D 1/06. Фанерная панель / Угрюмов С.А., Митрофанов В.Е. – № 2017144536; Заявл. 19.12.2017; Оpubл. 16.04.2018, Бюл. № 11.
4. Heräjärvi H. Variation of Basic Density and Brinell Hardness within Mature Finnish *Betula pendula* and *B. pubescens* Stems // Wood and Fiber Science. 2004. No. 2. Pp. 216–227.
5. Картонные гильзы (шпули, втулки) – что собой представляют, сфера использования [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.makulaturin.ru> [Дата обращения 19.01.2019].
6. Патент № 184792 РФ, МПК: E04C 2/32, В32В 7/12, В32В 21/06, В32В 29/08. Конструкционный плитный материал / Микрюкова Е.В., Седых М.А., Якманов М.Л. – № 2018132120; Заявл. 07.09.2018; Оpubл. 09.11.2018, Бюл. № 31.

Использование обобщённой функции желательности Харрингтона для оценки качества древесных плит

Д.В. Иванов

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова*

Сообщается о способе комплексной оценки показателей древесных плит с использованием функции желательности Харрингтона, позволяющей представить весь перечень физико-механических свойств в виде одного обобщённого показателя. Приводится методика расчёта на примере оценки качества стандартных древесностружечных плит.

Ключевые слова: функция желательности Харрингтона, комплексная оценка качества, сравнительный анализ, качество древесных плит, древесностружечные плиты.

Древесные плиты, являясь промышленной продукцией, обладают широким набором свойств, определяющим их качество. Оценка качества – важнейшая часть как производственного процесса, так и экспериментальной работы, которая, в свою очередь, подразумевает сравнительный анализ исследуемых плит. Как правило, при оценке промышленных или лабораторных образцов рассматривают основные показатели по отдельности, что затрудняет комплексную оценку. Выражение обобщённого показателя, который учитывал бы все свойства плиты и представлял бы их в более наглядном виде возможно путём построения психофизических функций, одной из которых является функция желательности Харрингтона [1].

Функция Харрингтона используется как при сравнении технических средств и продуктов [4], так и во многих других областях. Её использование подразумевает числовую и лингвистическую оценку качества (табл. 1), путём выражения *натуральных показателей* (y) через такие субъективные лингвистические категории как «плохо» и «хорошо». В основе анализа лежит пересчёт натуральных показателей в *кодированные значения* (d) с их последующим представлением в виде одного *обобщённого показателя* (D).

Таблица 1 – Интервалы кодированных значений лингвистических категорий

Лингвистическая категория	Кодированное значение (d)
Очень хорошо	0,80...1,00
Хорошо	0,63...0,80
Удовлетворительно	0,37...0,63
Плохо	0,20...0,37
Очень плохо	до 0,20

Для графического построения функции Харрингтона (рис. 1) на оси абсцисс располагают *числовые значения* (n), лежащие в интервале от -2 до 5 с гра-

дацией через 0,5. Ось ординат состоит из кодированных значений, найденных по формуле:

$$d = \exp [-\exp(-n)], \quad (1)$$

где n – числовое значение, лежащее в интервале от -2 до 5 .

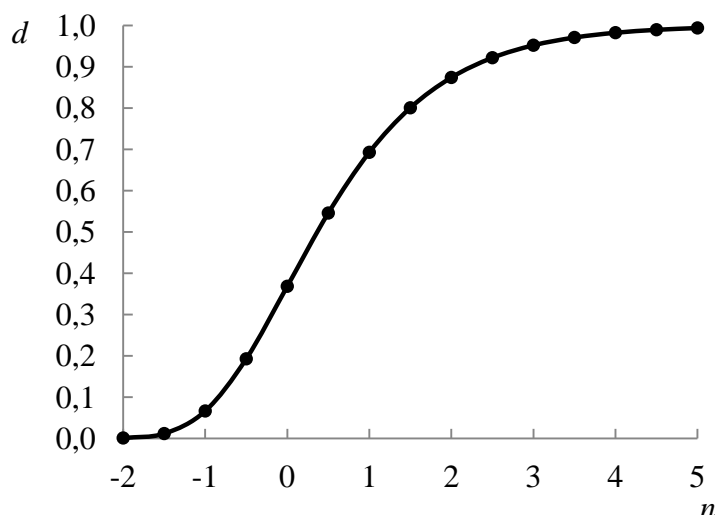


Рис. 1. Обобщённая функция желательности Харрингтона

Функция построена таким образом, что в области «удовлетворительно» она близка к линейной и наиболее чувствительна к изменению показателя. В других областях изменение показателя не будет оказывать сильного влияния на значение d .

Использование функции Харрингтона рассмотрим на примере оценки качества древесностружечных плит общего назначения типа Р2, (согласно ГОСТ 10632–2014). Для анализа выбрали четыре варианта плит,

отличающихся друг от друга основными физико-механическими показателями (табл. 2).

Таблица 2 – Физико-механические свойства древесностружечных плит

Наименование показателя	Номер варианта				
	1	2	3	4	ГОСТ 10632–2014
$\sigma_{\text{изг}}$, МПа	11,5	11,4	10,0	11,7	11,0
E_y , МПа	1650	1650	1550	1700	1600
σ_{\perp} , МПа	0,37	0,36	0,25	0,40	0,35
$\sigma_{\text{отр}}$, МПа	0,85	0,83	0,72	0,87	0,80
$E_{\text{ф}}$, мг/100 г плиты	7,7	9,5	3,8	3,5	E1 – не более 8 E0,5 – не более 4

Обозначения: $\sigma_{\text{изг}}$ – предел прочности при изгибе; E_y – модуль упругости при изгибе; σ_{\perp} – предел прочности при растяжении перпендикулярно к пласти плиты; $\sigma_{\text{отр}}$ – удельное сопротивление нормальному отрыву наружного слоя; $E_{\text{ф}}$ – содержание формальдегида по перфоратору.

Прежде чем перейти от натуральных значений к кодированным требуется найти соответствие y и n . Для этого натуральные значения следует расположить в интервале, который соответствует числовому интервалу от -2 до 5 (табл. 3). Применительно к рассматриваемым вариантам древесностружечных плит интервал натуральных значений для прочностей и модуля упругости подбирали так, чтобы значение y в начале области «удовлетворительно» ($d = 0,368$) соответствовало натуральному значению, указанному в ГОСТ. Для содержания

формальдегида значение y в начале области «удовлетворительно» приняли на уровне граничном для класса эмиссии E1, то есть 8 мг/100 г плиты.

Таблица 3 – Интервалы натуральных, кодированных и числовых значений в области функции Харрингтона

Числовые значения (n)	Кодированные значения (d)	Натуральные значения (y)				
		$\sigma_{изг}$, МПа	E_y , МПа	σ_{\perp} , МПа	$\sigma_{отр}$, МПа	E_{ϕ} , мг/100г
-2,0	0,001	7,4	1440	0,15	0,60	11,0
-1,5	0,011	8,3	1480	0,20	0,65	10,3
-1,0	0,066	9,2	1520	0,25	0,70	9,5
-0,5	0,192	10,1	1560	0,30	0,75	8,8
0	0,368	11,0	1600	0,35	0,80	8,0
0,5	0,545	11,9	1640	0,40	0,85	7,3
1,0	0,692	12,8	1680	0,45	0,90	6,5
1,5	0,800	13,7	1720	0,50	0,95	5,8
2,0	0,873	14,6	1760	0,55	1,00	5,0
2,5	0,921	15,5	1800	0,60	1,05	4,3
3,0	0,951	16,4	1840	0,65	1,10	3,5
3,5	0,970	17,3	1880	0,65	1,15	2,8
4,0	0,982	18,2	1920	0,70	1,20	2,0
4,5	0,989	19,1	1960	0,75	1,25	1,3
5,0	0,993	20,0	2000	0,80	1,30	0,5

Как видно из таблицы, для каждого из получившихся интервалов характерен определённый шаг и не всегда среди представленных величин оказывается реальное значение какого-либо физико-механического показателя (y_p). На рис. 1, заменив числовой интервал на натуральный для конкретного физико-механического показателя, можно определить в какой области желательности (по табл. 1) находится интересующее реальное значение, однако для точного определения кодированной величины и дальнейшего вычисления обобщённого показателя графический способ не подходит. Аналитически определить соответствие реального натурального значения и реального кодированного значения d_p возможно использованием линейной интерполяции по формуле [3]:

$$d_p = d_1 + \frac{(y_p - y_1)}{y_2 - y_1} (d_2 - d_1), \quad (2)$$

где y_p – значение реального показателя, которому соответствует d_p ; y_1 – ближайшее значение натурального показателя, которое меньше y_p ; y_2 – ближайшее значение натурального показателя, которое больше y_p ; d_1 – значение кодированного показателя, которое соответствует y_1 ; d_2 – значение кодированного показателя, которое соответствует y_2 .

Например, значение d_p для прочности при изгибе у плит варианта 3 равно:

$$d_n = 0,066 + \frac{(10 - 9,2)}{10,1 - 9,2} (0,192 - 0,066) = 0,178$$

Более точным, однако, и более трудоёмким способом является нахождение соответствующих y_p числовых значений (n_p) с их последующим преобразованием в кодированные величины по уравнению (1). Для этого необходимо построить функцию $n = f(y)$. Полученная зависимость имеет вид прямой (рис. 2), для которой можно вычислить уравнение $n = ky + b$. Значение коэффициентов k и b определяют согласно методике [2]. Значение k определяют по формуле:

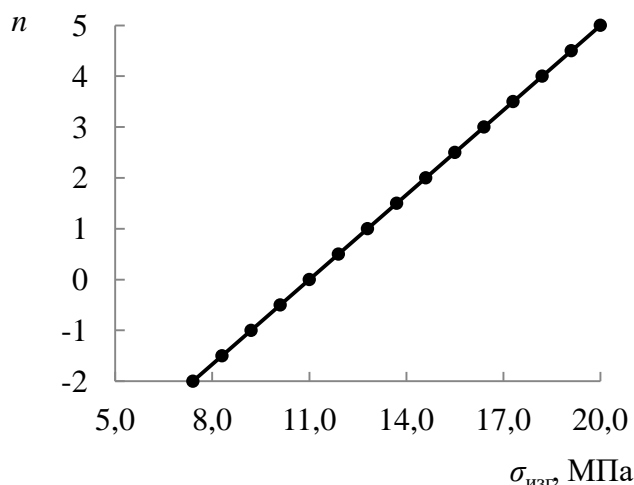


Рис. 2. Зависимость $n = f(\sigma_{изг})$

$$k = \frac{n_2 - n_1}{y_2 - y_1}, \quad (3)$$

где n_1 , y_1 и n_2 , y_2 — координаты двух случайно выбранных точек.

Значение b можно вычислить, подставив в уравнение прямой найденный коэффициент k и координаты любой из известных точек:

$$b = n - ky \quad (4)$$

Так, для зависимости $n = f(\sigma_{изг})$ уравнение прямой, рассчитанное по формулам 3 и 4, примет вид: $n = 0,555\sigma_{изг} - 6,105$. Для плит варианта 3 значение n_p , найденное по этому уравнению составит $-0,555$; подставив его в уравнение (1) можно вычислить d_p , которое будет равно $0,175$. Аналогично можно найти значение d_p для всех остальных показателей (табл. 4).

Таблица 4 — Числовые и кодированные значения, соответствующие реальным натуральным значениям исследуемых свойств плит

Номер варианта		Наименование показателя				
		$\sigma_{изг}, \text{МПа}$	$E_y, \text{МПа}$	$\sigma_{\perp}, \text{МПа}$	$\sigma_{отр}, \text{МПа}$	$E_{\phi}, \text{мг/100 г}$
1	y_p	11,5	1650	0,37	0,85	7,7
	n_p	0,282	0,600	0,200	0,500	0,133
	d_p	0,469	0,578	0,441	0,545	0,417
2	y_p	11,4	1650	0,36	0,83	9,5
	n_p	0,222	0,600	0,100	0,300	-0,999
	d_p	0,449	0,578	0,405	0,477	0,066
3	y_p	10,0	1550	0,25	0,72	3,8
	n_p	-0,555	-0,600	-1,000	-0,800	2,797
	d_p	0,175	0,162	0,066	0,108	0,941
4	y_p	11,7	1700	0,40	0,87	3,5
	n_p	0,389	1,200	0,500	0,700	2,997
	d_p	0,508	0,740	0,545	0,609	0,951

Обобщённый показатель D находили с учётом всех физико-механических свойств рассматриваемых вариантов:

$$D = \sqrt[N]{d_{p.1} + d_{p.2} + d_{p.3} + d_{p.i}}, \quad (5)$$

где N – число исследуемых физико-механических показателей.

Так, для варианта 3 значение обобщённого показателя будет равно:

$$D = \sqrt[5]{0,175 + 0,162 + 0,066 + 0,108 + 0,941} = 0,180$$

Аналогично можно найти обобщённый показатель для остальных вариантов. В табл. 5 дана оценка качества рассматриваемых вариантов плит с указанием лингвистических категорий, к которым они относятся.

Таблица 5 – Оценка качества рассматриваемых вариантов плит

Показатели	Номер варианта			
	1	2	3	4
Обобщённый показатель (D)	0,468	0,319	0,180	0,653
Лингвистическая категория	удовлетворительно	плохо	очень плохо	хорошо

Как видно из итоговой таблицы, сравнение обобщённых показателей даёт наглядную картину по качеству плит. Кроме того, зная d_p каждого физико-механического показателя можно проследить из-за какого свойства рассматриваемый вариант попадает в ту или иную область желательности. Так, наилучшей желательностью (в области «хорошо») обладают плиты варианта 4, главным образом, из-за «очень хорошего» содержания формальдегида ($d_p = 0,951$). Плиты варианта 3, хотя имеют такую же низкую токсичность ($d_p = 0,941$), крайне нежелательны для использования из-за «очень плохих» прочностей и модуля упругости. Также при сравнении плит вариантов 1 и 2 видно, что попадание варианта 2 в область «плохо» связана с «очень плохим» содержанием формальдегида ($d_p = 0,066$), в то время как у варианта 1 все показатели лежат в области «удовлетворительно».

Таким образом, использование обобщённой функции желательности Харрингтона позволяет оценивать качество древесных плит путём определения лингвистических категорий, к которым они относятся, и проводить сравнительный анализ различных вариантов путём сопоставления обобщённых показателей (D) и кодированных значений (d_p). Универсальность функции желательности и отсутствие привязки к конкретным физическим параметрам делают её удобным и полезным инструментом, как для производственных условий, так и для экспериментальной работы.

Литература:

1. Ахназарова С. Л., Кафаров В. В. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии. – М.: Высшая школа, 1978. – 319 с.
2. Леонович А.А. Основы научных исследований: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 18.03.01. «Химическая

технология» и 18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» / А.А. Леонович, А.В. Шеломов. – СПб.: СПбГЛТУ, 2015. – 52 с.

3. Линейная интерполяция. [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://econom.misis.ru/s/Hel/Matem/IntpL_Tab.htm, свободный. [Дата обращения – 23.01.19].

4. Пичкалев А.В. Обобщённая функция желательности Харрингтона для сравнительного анализа технических средств // Исследования наукограда. 2012. № 1. С. 25-28.

УДК 665.939.56; 674.815

Карбамидоформальдегидные смолы с мольным соотношением формальдегида к карбамиду менее единицы

С.Н. Вьюнков, В.В. Васильев

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Разработан синтез карбамидоформальдегидных смол с мольным соотношением формальдегида к карбамиду от 1:1 до 0,8:1. В сравнении с традиционными смолами они имеют повышенное содержание свободного формальдегида и низкую вязкость. Показатели прочности древесностружечных плит на инновационных смолах отвечают требованиям к плитам общего назначения типа P2 и P1. Эмиссия формальдегида из плит на смолах с мольными соотношениями формальдегида к карбамиду равными 0,9 и 0,8 находится на уровнях 3,7 и 3,4 мг/100 г древесностружечных плиты соответственно, т.е. плиты относятся к классу E0,5.

Ключевые слова: карбамидоформальдегидная смола, мольное соотношение формальдегида к карбамиду, свободный формальдегид, отверждение смол, древесностружечные плиты, прочность, эмиссия формальдегида.

Основная масса производимых в России древесностружечных плит (ДСП) и древесноволокнистых плит средней плотности (ПМВ или MDF) используется для производства мебели, стеновых панелей и ламинированных полов, то есть изделий, эксплуатируемых внутри жилых и производственных помещений. Одним из важнейших показателей для этих изделий является выделение из них формальдегида в окружающую среду, т.е. характеристика их токсичности.

По российским стандартам наиболее жёсткие нормы на предельное содержание формальдегида в ДСП относятся к классу эмиссии E0,5 и составляют не более 4 мг/100 г абс. сухой плиты [1], а для ПМВ – к классу эмиссии E1 и составляют не более 8 мг/100 г абс. сухой плиты [2]. В настоящее время в стадии обсуждения находится вопрос дальнейшего ужесточения норматива до класса E0,25, т. е. не более 2 мг/100 г абс. сухой плиты. Этот уровень соответствует

эмиссии формальдегида, выделяющегося при горячем прессовании древесных частиц без связующего. Так, в процессе прессования при температуре 220 °С, что принято на современных линиях производства древесных плит, смеси букowych стружек выделение формальдегида составляет 0,15...0,41; ели – 0,09...0,23; сосны – 0,12...0,25 мг/100 г стружки [3].

Связующим в производстве древесных плит общего назначения являются недорогие карбаминоформальдегидные смолы (КФС) разных марок. Они являются основным источником формальдегида, который содержится в свободном виде в готовой смоле, выделяется при горячем прессовании плит и в процессе их эксплуатации. В производстве синтетических смол снижение токсичности КФС и материалов на их основе достигают путём уменьшения мольного соотношения формальдегида к карбамиду ($\Phi : K$), а также введением в состав смол добавок меламина и акцепторов.

Технология изготовления ДСП класса эмиссии E0,5 освоена на 7 российских предприятиях [4]. Все они применяют меламинокарбаминоформальдегидные смолы (МКФС), содержание меламина в которых составляет не менее 6 % [4]. Однако использование добавок меламина при синтезе смол приводит к их значительному удорожанию. Так, себестоимость ДСП при изготовлении плит E0,5 возрастает за счет применения МКФС до 15 %, а плит ПМВ – до 20 % по сравнению с плитами класса E1 без добавки меламина [5].

Более кардинальным и экономичным является использование КФС, синтезированной с пониженным мольным соотношением $\Phi : K$. При соотношениях $\Phi : K$ равных 1,3 : 1; 1,25 : 1; 1,2 : 1 и 1,1 : 1 содержание свободного формальдегида в смолах составляет 0,19; 0,13; 0,12 и 0,10 %, а эмиссия формальдегида из древесной плиты – соответственно 20...26; 16...20; 13...16 и 5...9 мг/100 г абс. сухой плиты [6].

Очевидно, для дальнейшего снижения токсичности древесных плит необходимо использовать КФС с меньшим мольным соотношением. Однако многочисленные исследования показывают, что смолы со сниженным соотношением $\Phi : K$ имеют пониженную реакционную способность, увеличенную долю водорастворимых веществ в отверждённых смолах и ограниченный срок хранения, а плиты на их основе требуют увеличенного времени горячего прессования и характеризуются ухудшенными в 1,5...2,0 раза показателями прочности и водостойкости [3, 7].

Таким образом, проблема синтеза КФС с мольным соотношением $\Phi : K$ на уровне и менее единицы является актуальной. Предположили, что синтез смол этого класса требует значительного изменения технологии их изготовления.

Поставленную цель решили путём корректировки порционной загрузки компонентов и количеств их загрузок, значений pH на разных стадиях процесса, а также продолжительности этих стадий. Мы не раскрываем конкретных значений указанных параметров, поскольку это является предметом ноу-хау.

Синтезировали КФС с мольным соотношением $\Phi : K$ от 1,0 до 0,8. Для синтеза использовали формалин концентрацией 37 %, КФК-85, карбамид и регуляторы pH среды. Синтез производили в лабораторной установке в трёхгор-

лой колбе объёмом 500 мл. Для сравнения использовали смолу марки КФ-МТ-15 производства ПАО «Акрон» с мольным соотношением $\Phi : K = 1,22 : 1,00$. Показатели смол определяли по ГОСТ 14231–88 [8]. Содержание гидроксиметильных групп находили по реакции с йодом [9]. Свойства КФС представлены в табл. 1.

Полученные данные показывают, что опытные смолы значительно отличаются от традиционной КФС марки КФ-МТ-15. С увеличением доли карбамида в смоле содержание гидроксиметильных групп уменьшается с 10,0 % для смолы с $\Phi : K = 1$ до 5,6 % у смолы с $\Phi : K = 0,8$. Особенностью новых смол является повышенное содержание свободного формальдегида в них. Для КФС с $\Phi : K$ равному 1 оно в 2 раза выше, чем у смолы КФ-МТ-15, и снижается до её уровня у смолы с мольным соотношением 0,8. Высокое содержание формальдегида обеспечивает образование дополнительных сшивок в процессе отверждения маломольных КФС. Величина pH опытных смол 7,5...7,7, что несколько ниже, чем у смолы КФ-МТ-15.

Таблица 1 – Физико-химические свойства КФС с разным мольным соотношением $\Phi : K$

Наименование показателя	Мольное соотношение $\Phi:K$			
	1,22 : 1 КФ-МТ-15	1 : 1	0,9 : 1	0,8 : 1
Содержание гидроксиметильных групп, %	12,0	10,0	8,4	5,6
Содержание свободного формальдегида, %	0,14	0,28	0,23	0,14
Значение pH	8,2	7,5	7,7	7,7
Сухой остаток при 105 °С, %	66	60	60	60
Время желатинизации при 100 °С, с	46	42	—	—
Условная вязкость по ВЗ-4, с	73	17,0	17,1	33,0

Отверждение супермаломольных смол с $\Phi : K = 0,9$ и 0,8 показало, что при использовании стандартного метода в пробирке постепенно образуется гелеобразный продукт, а не твёрдый полимер, что не позволяет зафиксировать время желатинизации. Вероятно, в присутствии большого количества воды молекулы олигомера с небольшим количеством гидроксиметильных групп неспособны образовать достаточное количество поперечных связей и превратить растущие молекулы в компактный, однородный образец полимера, отделенный от водной субстанции. В то же время, отверждение опытных КФС на нагретой металлической пластине по методике, применяемой для фенолоформальдегидных смол [10], показало образование твёрдой полимерной плёнки.

Вязкость маломольных КФС значительно ниже, чем у смолы КФ-МТ-15. Это объясняется меньшей концентрацией смол – 60 против 66 %, а также меньшими размерами образующихся олигомеров и присутствием в смоле не связанного карбамида, который, растворяясь в воде, разжижает смолы. Для КФС с $\Phi : K = 0,8 : 1,0$ увеличили размер олигомеров для связывания карбамида, что привело к повышению условной вязкости с 17 до 33 с. Жизнеспособность смол составила не менее 7 суток, что позволяет их транспортировать.

На основе синтезированных смол изготовили однослойные древесностружечные плиты толщиной 10 мм, размером 400×400 мм. Для производства плит использовали резаную березовую стружку влажностью 3 %. Расчетная плотность плит 650 кг/м³, содержание абс. сух. смолы 9 % от массы абс. сух. древесины, концентрация рабочего раствора смолы 60 %. В качестве отвердителя использовали 20 %-й раствор хлорида аммония в количестве 2,0 % от массы абс. сух. КФС. Горячее прессование ДСП проводили при температуре 180 °С, давлении 2,5 МПа, удельном времени 0,4 мин/мм толщины готовой плиты.

После горячего прессования плиты выдерживали при комнатных условиях в течение 3 суток и раскраивали на образцы. Определение физико-механических свойств проводили по ГОСТ 10634, ГОСТ 10635, ГОСТ 10636. Эмиссию формальдегида определяли методом WKI, выдерживая образцы в стеклянных ёмкостях над поверхностью воды при T = 60 °С в течение 4 часов [11]. Определение формальдегида в водном растворе проводили в присутствии ацетилаcetона и ацетата аммония на микроколориметре типа МКМФ-1.

Плотность образцов опытных ДСП варьировала в диапазоне от 610 до 700 кг/м³. Для получения сравнимых показателей прочности и водостойкости плит провели пересчёт результатов испытаний образцов к одной плотности 650 кг/м³ по методикам [12]. Показатели плит приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Физико-механические показатели и токсичность ДСП плотностью 650 кг/м³ на КФС, синтезированных с разным мольным соотношением

Мольное соотношение Ф : К	Прочность при статическом изгибе, МПа	Прочность при растяжении, МПа	Разбухание по толщине, %	Содержание формальдегида, мг/100 г
1,22 : 1 КФ-МТ-15	26,8	0,40	38,5	12,6
1 : 1	23,3	0,51	56,6	7,9
0,9 : 1	21,3	0,43	62,6	3,7
0,8 : 1	19,7	0,33	87,1	3,4

Экспериментальные данные показывают, что КФС с мольным соотношением Ф : К = 1,0...0,8, синтезированные по разработанной нами технологии, могут быть использованы для изготовления древесностружечных плит общего назначения по ГОСТ 10632-2014 [1]. Показатели прочности ДСП на смоле с Ф : К = 1,0...0,9 отвечают требованиям, предъявляемым к плитам типа Р2, а показатели ДСП на смоле с Ф : К = 0,8 – к плитам типа Р1. Несомненным достоинством смол с Ф : К равным 0,9 и 0,8 является то, что они обеспечивают получение ДСП класса эмиссии формальдегида Е0,5.

Таким образом, разработана технология синтеза карбамидоформальдегидных смол с мольным соотношением формальдегида к карбамиду от 1 : 1 до 0,8 : 1. Она отличается от традиционной технологии массой порций загружаемых компонентов и количеств их загрузок, значений рН на разных стадиях процесса, а также продолжительностью этих стадий. Особенностью маломольных КФС в сравнении с традиционными смолами является повышенное содержание свободного формальдегида и низкая вязкость.

Древесностружечные плиты, изготовленные на инновационных смолах, имеют показатели прочности при изгибе и растяжении, отвечающие требованиям к плитам общего назначения типа Р2 и Р1. Эмиссия формальдегида из плит на КФС с мольными соотношениями $\Phi : K$ равными 0,9 и 0,8 находится на уровнях 3,7 и 3,4 мг/100 г ДСП соответственно, т.е. плиты относятся к классу Е0,5. Предполагаем, что модифицирование этих смол меламином позволит изготовить плиты класса Е0,25. Предлагаем заинтересованным организациям провести совместную работу по проверке и освоению разработанной технологии синтеза маломольных КФС в промышленных условиях.

Литература:

1. ГОСТ 10632–2014. Плиты древесно-стружечные. Технические условия. Введ. 01.07.2015. М.: Стандартинформ, 2014. – 16 с.
2. ГОСТ 32274–2013. Плиты древесные моноструктурные. Технические условия. Введ. 01.07.2014. М.: Стандартинформ, 2014. – 13 с.
3. Роффаэль Э. Выделение формальдегида из древесностружечных плит. – М.: Экология, 1991. – 160 с.
4. Шалашов А.П., Стрелков В.П. Перспективы производства древесных плит. Проблемы обеспечения лесопромышленного комплекса формальдегидсодержащими смолами. Состояние и перспективы развития производства древесных плит: Сборник докладов 17-й междунар. науч.-практ. конф. 19-20 марта 2014 г. – Балабаново, ВНИИДРЕВ, 2014. – С. 3-18.
5. Стрелков В.П., Бардонов В.А. Проблемы экологической безопасности древесных плит и мебели. Древесные материалы: требования к сертификации в Европе, России и США: Сборник науч. трудов по итогам междунар. симпоз. – Балабаново: WKI-ООО ЦСЛ «Лессертика», 2016. – С. 34-39.
6. Кондратьев В.П., Кондращенко В.И. Синтетические клеи для древесных материалов. – М.: Научный мир, 2004. – 520 с.
7. Кондратьев В.П., Кондращенко В.И., Шредер В.Е. Синтетические смолы в деревообработке. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. – 412 с.
8. ГОСТ 14231–88. Смолы карбамидоформальдегидные. Технические условия. Введ 01.07.1989 г. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 15 с.
9. Калинина Л.С., Моторина М.А., Никитина Н.И., Хагануридзе Н.А. Анализ конденсационных полимеров. – М.: Химия, 1984. – 296 с.
10. ГОСТ 20907-2016. Смолы фенолоформальдегидные жидкие. Технические условия. Введ 01.01.2017 г. – М.: Стандартинформ, 2017. – 22 с.
11. Васильев В.В. Экспресс-метод определения содержания формальдегида в древесных плитах. Древесные материалы: требования к сертификации в Европе, России и США: Сборник науч. трудов по итогам междунар. симпоз. – Балабаново: WKI-ООО ЦСЛ «Лессертика», 2016. – С. 85-87.
12. Шварцман Г.М., Щедро Д.А. Производство древесностружечных плит. – М.: Лесн. пром-сть, 1987. – 320 с.

**Рецептурно-технологические аспекты синтеза
карбамидоформальдегидных смол для производства низкотоксичной
клеёной продукции из древесины**

А.А. Браццайко

Независимый эксперт

Рассматриваются варианты синтеза совмещённых альдегидных смол для снижения токсичности прессованной продукции и примеры утилизации надсмольных вод.

Ключевые слова: модификатор, карбамидоформальдегидная смола, клеёная продукция, акцепторы формальдегида, параформ.

Известно, что значительное влияние на интенсивность и продолжительность эмиссии свободного формальдегида из карбамидных смол оказывает молярное соотношение ее исходных компонентов – карбамида и формальдегида (К : Ф). Например, при соотношении 1 : 1,6 содержание формальдегида в смоле не превышает 0,9 %, а эмиссия свободного формальдегида из готовой древесной продукции составляет 30...80 мг/100 г. При соотношении К : Ф равном 1 : 1,3; 1 : 1,25; 1 : 1,2; 1 : 1,1 соответствующие показатели будут равны 0,19; 0,13; 0,12; 0,10 % и 20...26, 16...20, 13...16 и 5...9 мг/100 г.

Изменение соотношения К : Ф от 1,3 до 1,1 уменьшает выделение формальдегида в два раза, однако приводит к значительному ухудшению прочностных показателей и водостойкости изделий (в 1,5...2 раза). Этого можно избежать путём увеличения расхода связующих. Но использование таких смол сопряжено с рядом трудностей. Во-первых, их применение требует усиленного контроля над технологическим процессом производства клеёной продукции. Во-вторых, эти смолы создают дополнительные трудности в вопросах транспортировки и хранения, особенно в летнее время. Это приводит к необходимости создания новых связующих материалов, которые будут направлены на получение экологически чистых древесностружечных и древесноволокнистых плит (ДСП и ДВП), плит из ориентированной крупноразмерной стружки (OSB), фанеры, другой клеёной продукции из древесины при обязательном сохранении их высокого качества.

Выделение формальдегида из изделий связано с дальнейшими превращениями отверждённых формальдегидных связующих и с деструкцией древесины на стадиях сушки и горячего прессования. Один из подходов к решению этой проблемы предусматривает разработку технологии производства гидролитически устойчивых синтетических смол нового поколения, а также новых клеевых композиций, применяемых в настоящее время, поскольку маломольные карбамидоформальдегидные смолы останутся и на перспективу основным крупнотоннажным связующим.

Фундаментальным направлением остаётся изучение надмолекулярной структуры отверждающихся олигомеров и её регулирование с целью обеспечения оптимальных условий межфазного контакта на границе древесины – полимер и создание за счёт этого композиционных материалов с регулируемыми свойствами. Практическим результатом этих исследований является разработка технологии производства древесностружечных плит с использованием кремнезоля, использование связующих, содержащих гетероатомы, необходимые для огнезащитного действия и образования межчастичных связей.

Осуществив и проанализировав значительный массив данных по экспериментальным и производственным испытаниям, выполненным с целью улучшения технологических процессов и физико-механических характеристик производимой продукции из древесины, для приготовления клеевых композиций разработан и внедрён модификатор термообработанной комбинированной фракции (МТКФ), обладающий развитой поверхностью. Оптимизацией качественного и количественного состава композиций удалось повысить стойкость клея к влаге, при этом исключив образование бактерий и плесени, обеспечив однородность и живучесть композиций, значительно улучшив физико-механические показатели прочности клеёной продукции. С экономической точки зрения производство оказалось рентабельным.

Другим существенно важным фактором стало то, что МТКФ является эффективным акцептором формальдегида, что позволяет производить продукцию класса эмиссии по формальдегиду E0, E1, средней, повышенной, высокой водостойкости. Клеевая композиция включает формальдегидсодержащую смолу, МТКФ, отвердитель. В качестве формальдегидсодержащей смолы композиция может содержать карбамидоформальдегидную, карбамидомеламинаформальдегидную, меламинаформальдегидную, фенолоформальдегидную смолы. Такие составы могут использоваться не только для изготовления древесных плит, но и в производстве продукции из древесины, а также строительных конструкций пониженной пожарной опасности.

Положительные результаты использования разработанных композиций в древесных плитах обусловлены свойствами модификатора, входящего в базовый состав, и количественным соотношением ингредиентов смеси. Совокупность ингредиентов обеспечивает синергический эффект, который в сравнении с известными композициями обнаруживается в изменении свойств в отношении прочности, вязкости и времени жизнеспособности.

Совмещение формальдегидсодержащей смолы с модификатором увеличивает пластичность клеевого шва при условии, что достигается высокая степень диспергирования смеси, которая обеспечивает однородность, теплостойкость, а также морозостойкость клея и изделий при длительном хранении.

При использовании клеевых композиций используются отвердители, которые широко применяются в классических вариантах для производства продукции из древесины. Разработанные клеевые композиции с использованием МТКФ нашли серийное применение на предприятиях, производящих фанеру и

ДСП класса эмиссии E1, E0 для производства фанеры средней, повышенной и высокой водостойкости.

В настоящее время производство карбамидоформальдегидных смол осуществляют по безотходной и экологически чистой технологии на основе карбамидоформальдегидного концентрата (КФК). В отличие от получения смолы на формалине 37 %-ной концентрации, такая технология имеет ряд существенных преимуществ и позволяет обеспечить полное отсутствие сточных вод и других отходов производства, также она дает возможность вдвое увеличить производительность оборудования, в 5...6 раз уменьшить потребление пара и электроэнергии.

Существуют также производства смол на основе высококонцентрированного безметанольного формалина концентрацией до 55 %. Сохранились в некоторых случаях подразделения, производящие смолы из 37 %-ного формалина. Известно, что производство карбамидоформальдегидных смол из такого формалина, их применение для изготовления клеёной продукции из древесины сопровождается образованием отходов. Но и они могут быть полезны, если их правильно использовать. Так, например, переработка метанолаформальдегидсодержащих надсмольных вод даёт возможность производить высокоазотистую кормовую добавку «Метди».

При хранении формалина 37 %-ной концентрации образуется параформ (параформальдегид), который выпадает в осадок твёрдой или пастообразной консистенции. Образование параформа в ёмкостях для хранения формалина приводит к изменению химического состава и концентрации последнего. Из-за плохой растворимости параформа в воде, удаление его из ёмкостей и последующая утилизация сопряжены с определёнными трудностями. В то же время химический анализ показывает, что параформ, в зависимости от консистенции осадка, содержит от 70 до 80 % формальдегида. В связи с этим параформальдегид остаётся потенциальным сырьём для производства КФС и другой продукции производственно-технического назначения.

В последнее время нами разработан ряд технологий по использованию параформа для производства карбамидоформальдегидных смол, кормовой добавки и других продуктов.

Апробировано использование новых продуктов, получаемых из отходов производства и применения КФС в растениеводстве. Результаты этих исследований стали полезным резервом рационального использования сырья и увеличения сельскохозяйственной продукции.

В настоящее время нами разработаны и апробированы рецептуры синтеза смол из формалина, крепкого формалина, параформальдегида, карбамидоформальдегидного концентрата, их смесей в оптимальных соотношениях с последующим отгоном от 0,5 до 1,5 % конденсационной воды перед стадией доконденсации, если нужно, то после стадии конденсации, варьируя необходимой температурой и значением pH.

Образующийся дистиллят возвращается в производство синтеза различных марок смол.

Плитная продукция, изготовленная на вышеуказанных смолах, обладает улучшенными потребительскими свойствами, низкой эмиссией формальдегида. С целью производства высокопрочной плитной продукции с эмиссией формальдегида 2...3 мг/100 г абсолютно сухой плиты, сохранив при этом высокую производительность технологического оборудования, нами разработан и апробирован высокоэффективный акцептор формальдегида АВВАВ, позволяющий использовать смолы с более широким диапазоном мольных соотношений формальдегида и карбамида, обладающий ингибирующим эффектом, что положительно сказывается на состоянии технологического оборудования.

УДК 665.939.56; 674.815

Роль карбамида при отверждении карбамидоформальдегидных смол

С.Н. Вьюнков

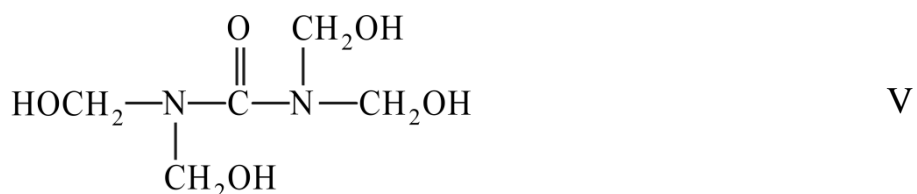
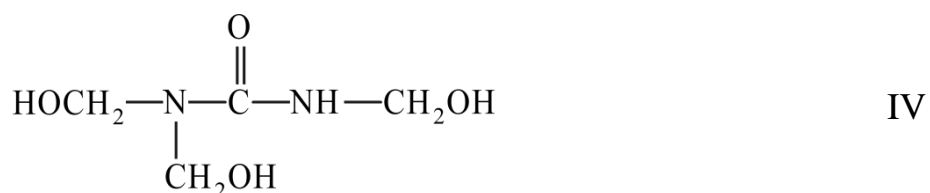
*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова*

Изучено влияние карбамида в карбамидоформальдегидных смолах с различным мольным соотношением в системе карбамид : формальдегид. Установлено, что при мольном соотношении карбамид : формальдегид 1:2 процесс отверждения направлен в сторону образования метиленовых и диметиленэфирных связей. Введение в смолу карбамида до мольного соотношения карбамид : формальдегид 1 : 1,65 приводит к деструкции метиленэфирных связей под действием амидных групп карбамида, формированию на их месте метиленовых мостиков, образованию мономерных продуктов, которые включают в себя карбамид и его гидроскиметильные производные.

Ключевые слова: карбамидоформальдегидная смола, карбамид, формальдегид, гидроксиметильная группа, отверждение, метиленовая связь, диметиленэфирная связь.

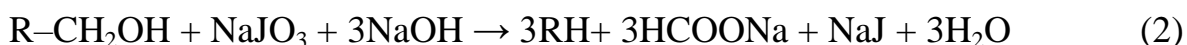
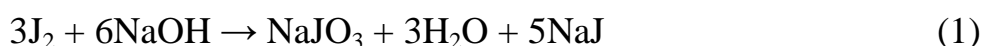
Регулярное ужесточение стандартов по токсичности древесностружечных плит (ДСП) направляет исследования в сторону изучения химических превращений, происходящих при синтезе и отверждении карбамидоформальдегидных смол (КФС). За почти вековую историю были изучены основные закономерности взаимодействия исходных компонентов, таких как карбамид и формальдегид, и продуктов синтеза на их основе. Изучение КФС упирается в сложность разделения компонентов, их неустойчивость во времени, взаимопревращениях, а процесс обратимости реакций тормозит попытки детального изучения реакционных процессов [1]. Работы по исследованию, происходящих при синтезе и отверждении КФС изменений, позволят решить основную задачу – создание условий для протекания процессов, направленных в сторону снижения токсичности готовых изделий до комфортного для пребывания человека уровня.

В работе предложена методика суммарного определения карбамида, гидроксиметильных производных карбамида (соединения I, II, III, IV, V) в КФС, а также на основании полученных данных рассмотрены вероятные реакции, происходящие в процессе отверждения.



В исследовании применяли промышленную КФС марки КФ-МТ-15 производства ПАО «Акрон» и лабораторную КФС (ЛКФС). Смола КФ-МТ-15 имеет молярное соотношение карбамид : формальдегид (далее К : Ф) равное 1 : 1,22. Синтез ЛКФС осуществляли при молярном соотношении исходных компонентов К : Ф – 1 : 2, по следующей схеме. В колбу загружали отмеренное количество формалина, который при постоянном перемешивании доводили раствором гидроксида натрия до pH 7...8, после чего вводили карбамид. Смесь нагревали до 90 ± 2 °C и выдерживали при этой температуре 10 мин. Затем pH смеси снижали раствором хлорида аммония до значения 4,2...4,5 и продолжали процесс при 90 ± 2 °C в течении 25 мин. Готовый продукт нейтрализовали раствором гидроксида натрия до pH 7,5...8,5 и охлаждали.

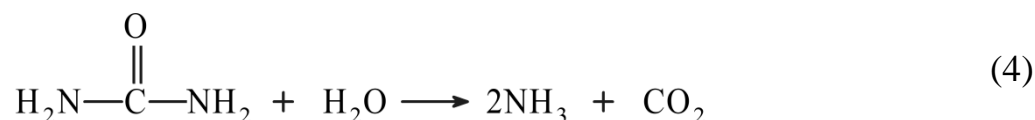
Метод суммарного определения гидроксиметильных групп и свободного формальдегида заключается во взаимодействии с йодом в щелочной среде [2] по реакциям:



Избыток йода оттитровывали раствором тиосульфата натрия.

Метод определения суммарного содержания веществ I, II, III, IV, V, основан на окислении гидроксиметильных производных по реакции (2), приводящей в итоге к образованию карбамида. При этом присутствующий ранее в образце карбамид, не связанный в реакциях с формальдегидом, устойчив в данных условиях.

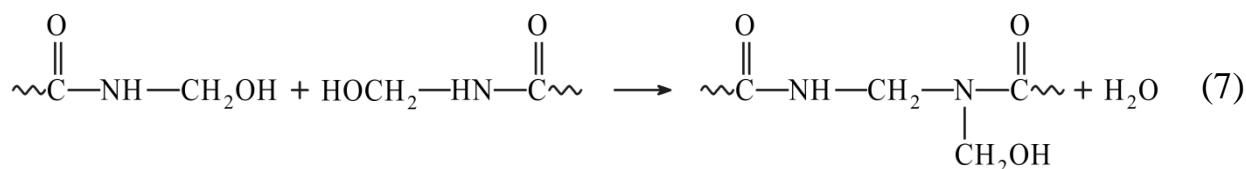
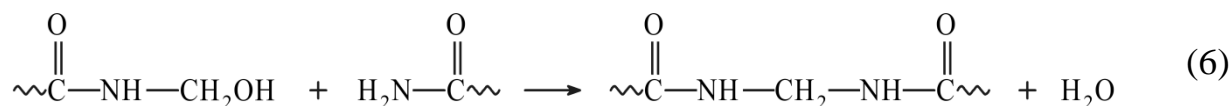
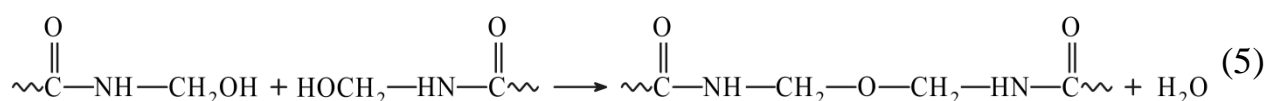
Количественное определение карбамида проводили, используя уреазно-гипохлоритный метод [3], при котором уреаза гидролизует карбамид до аммиака и диоксида углерода:



Далее аммиак определяли по его цветной реакции с гипохлоритом натрия.

Отверждение КФС проводили при 20 °С, в качестве катализатора использовался раствор щавелевой кислоты в количестве 0,3 % по абсолютно сухим веществам.

В результате исследований установлено, что при отверждении ЛКФС с мольным соотношением К : Ф составляющим 1 : 2 проходят реакции поликонденсации, приводящие к образованию метиленовых (–CH₂–) и диметиленэфирных (–CH₂–O–CH₂–) связей по механизмам [4]:



Об этом свидетельствует снижение содержания гидроксиметильных групп (табл.1) с 10,6 % до 4,0 % в процессе отверждения. Содержание свободного формальдегида изменяется мало и находится в пределах 4,1...4,6 %.

Таблица 1 – Влияние времени отверждения КФС на содержание гидроксиметильных групп, формальдегида и веществ I, II, III, IV, V (К : Ф – 1 : 2)

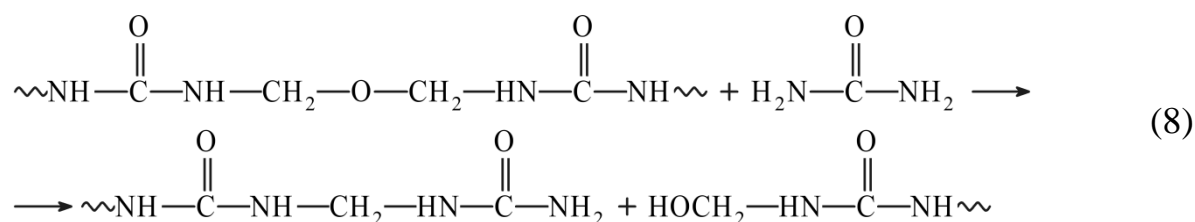
Содержание, %	Время отверждения, мин					
	0	10	20	30	40	50
Гидроксиметильные группы	10,6	9,6	7,7	6,9	5,5	4,0
Формальдегид	4,3	4,2	4,6	4,3	4,2	4,1
Вещества I, II, III, IV, V	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0

Следует отметить, что содержание веществ I, II, III, IV, V в результате эксперимента обнаружено в минимальном количестве, и изменяется с 0,2 % в начале процесса до 0 уже после 20 мин. Совершенно иная ситуация наблюдается при введении в ЛКФС с мольным соотношением К : Ф 1 : 2 дополнительного карбамида до мольного соотношения 1 : 1,65 (табл. 2).

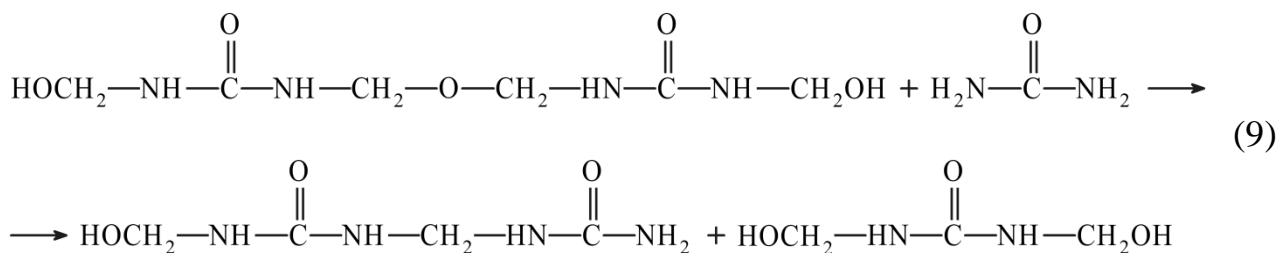
Таблица 2 – Влияние времени отверждения КФС на содержание гидроксиметильных групп, формальдегида и веществ I, II, III, IV, V (К : Ф – 1 : 1,65)

Содержание, %	Время отверждения, мин						
	0	10	20	30	40	50	60
Гидроксиметильные группы	9,9	9,0	8,8	8,0	6,9	5,1	4,8
Формальдегид	4,2	4,0	2,7	2,6	2,8	2,6	1,9
Вещества I, II, III, IV, V	5,3	6,2	6,7	4,8	3,5	2,6	0,0

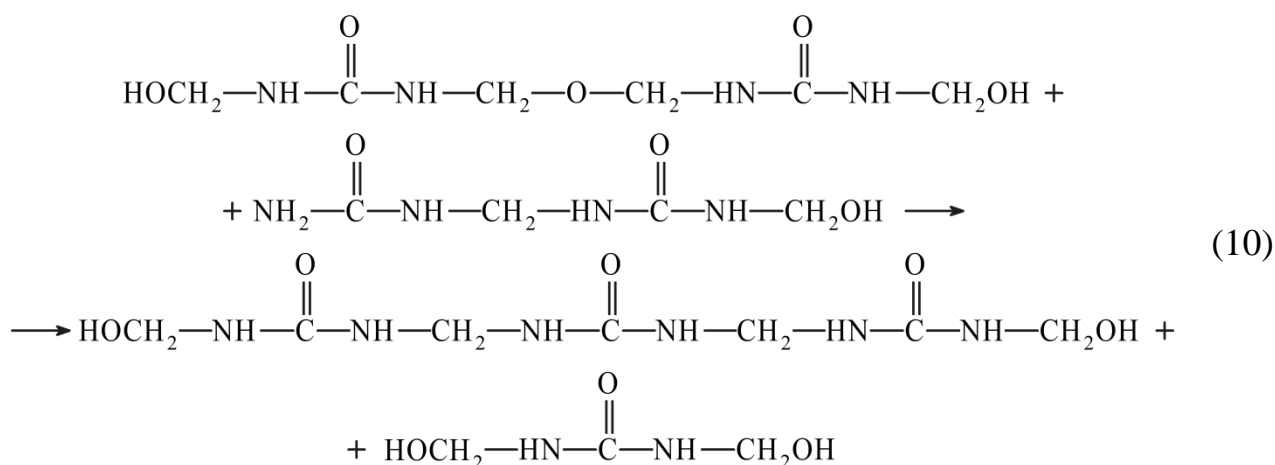
Как видно из данных, в процессе отверждения содержание веществ I, II, III, IV, V возрастает с 5,3 % в начале реакции до 6,7 % через 20 мин. Этот эффект связан с расщеплением под действием амидной группы ($\text{NH}_2\text{—C(O)—}$) карбамида, присутствующих в смоле метиленэфирных связей (см. реакцию 5) по схеме:



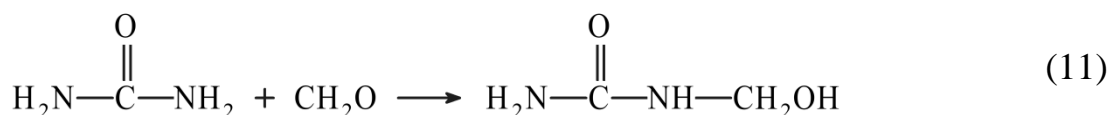
Рассмотрим на примере следующих реакций наблюдаемое увеличение количества веществ I, II, III, IV, V. На первой стадии происходит взаимодействие одной амидной группы карбамида с диметиленэфирной связью молекулы КФ-олигомера, что приводит к образованию метиленовой связи, в данном случае, соединения III:



На второй стадии, оставшаяся свободная амидная группа разрушает диметиленэфирную связь другой молекулы КФС с образованием ещё одного соединения III (реакция 10). Таким образом, одна молекула карбамида способна в результате взаимодействия с компонентами КФС к образованию двух молекул из числа соединений I, II, III, IV, V.



Уменьшение присутствия гидроксиметильных групп с 9,9 % до 4,8 % также описывается вышеприведенными реакциями, а наблюдаемая небольшая их стабильность (около 9 %) обусловлена связыванием формальдегида карбамидом с образованием гидроксиметильных групп. Это подтверждается изменением содержания формальдегида с 4,2 % до 2,7 %. В качестве примера можно привести следующее взаимодействие:



Причём после расходования реакционноспособных центров карбамида по реакции присоединения с формальдегидом, количество последнего стабилизируется на уровне 2,6...2,8 %.

Проведение эксперимента по отверждению промышленной смолы КФ-МТ-15 позволило установить, что содержание веществ I, II, III, IV, V сначала возрастает с 17,4 % в начале реакции до 22,2 % через 20 мин, что подтверждает результаты раннего эксперимента, после чего снижается до 0 (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние времени отверждения КФ-МТ-15 на содержание гидроксиметильных групп, формальдегида и веществ I, II, III, IV, V

Содержание, %	Отверждение, мин					
	0	10	20	30	40	50
Гидроксиметильных группы	12,0	9,6	8,4	7,3	4,8	2,7
Формальдегид	0,1	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3
Вещества I, II, III, IV, V	17,4	20,0	22,2	13,8	4,3	0,0

Таким образом, процесс отверждения смол с различным мольным соотношением в системе К : Ф идёт по разным направлениям. Так, при соотношении 1 : 2 взаимодействие направлено в сторону равномерного снижения содержания гидроксиметильных групп, приводящего к образованию метиленэфирных и метиленовых связей между молекулами. Наличие в структуре смолы большого количества иминных групп (—NH—) не приводит к образованию веществ I, II, III, IV, V. Доказано, что введение в смолу с мольным соотношением К : Ф равном 1 : 2 дополнительного карбамида способствует, за счёт присутст-

вия у последнего амидных групп, разрушению присутствующих метиленэфирных связей (реакция 8), образованию метиленовых связей и дополнительного количества веществ I, II, III, IV, V (реакции 10, 11). При этом проходит и реакция присоединения формальдегида к карбамиду, с образованием гидроксиметильных производных карбамида.

Литература:

1. Романов Н.М. Химия карбамидо- и меламиноформальдегидных смол. – М.: ООО Адвансед Солюшиз, 2016. – 528 с.
2. Кастерина Т.Н. Калинина Л.С. Химические методы исследования синтетических смол и пластических масс. – М.: Гос. научн.техн. изд.-во хим. лит.-ры, 1963. – 288 с.
3. Сборник инструкций / Научно-производственных центр «ЭКОСЕРВИС». – М.: 2017. – 84 с.
4. Николаев А.Ф. Синтетические полимеры и пластические массы на их основе. – Л.: Изд-во «Химия», 1966. – 768 с.

УДК 674.076.077

Влияние термообработки на сорбционные свойства шунгитов

К.Г. Брутян, Г.С. Варанкина

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова*

Приведены исследования по влиянию температуры на сорбционные свойства шунгитов. Изменяя условия термомодифицирования можно регулировать среднее содержание углерода в шунгитовых породах, и, соответственно, сорбционные характеристики материала.

Ключевые слова: шунгит, сорбционные свойства, термомодифицирование.

Метод модификации синтетических смол является основным и наиболее эффективным способом придания требуемых свойств древесным плитам. В большинстве случаев в качестве модификаторов используются низкомолекулярные соединения, которые имеют те или иные реакционноспособные функциональные группы, либо изменяют физическую природу, либо действуют комплексно. Модификация карбамидоформальдегидных смол реакционноспособными соединениями может придать этим синтетическим олигомерам после отверждения ряд положительных технологических свойств. В качестве модификаторов для карбамидо-, фенолоформальдегидных смол нами были выбраны шунгитовые сорбенты. Более широкому вовлечению в промышленность природных композиционных материалов способствует развитие таких направлений минералогии, как микроминералогия и наноминералогия.

Накопленный в настоящее время опыт по изучению минерального состава совершенно разных по значимости видов сырья (океанических оксидных желе-

зомарганцевых руд с высоким содержанием марганца, цветных металлов и нерудного сырья – шунгитовых пород) показывает, что методический подход в обоих случаях может быть одинаков. Получение всесторонней и достоверной информации об этих породах, а также продуктах их переработки возможно только с использованием комплекса минералого-аналитических исследований (высокоразрешающей оптической и электронной микроскопии, рентгенографии, инфракрасной спектроскопии, дериватографии, рентгенотомографии, элементного анализа). Полезным может оказаться сочетание как минералого-аналитических, так и физико-химических и технологических методов.

Целью работы было установить влияние термообработки на сорбционные свойства шунгитосодержащих пород. Поставленные в работе задачи решались путём экспериментальных исследований с применением современных методов исследований, методик, приборов и оборудования. Методами электронной микроскопии выявлены микроструктурные особенности шунгитовых сорбентов. Содержание основных компонентов шунгитовых пород SiO_2 , Al_2O_3 и Fe_2O_3 измеряли фотометрическим, С – газометрическим методами [1, 2].

Минеральный состав и структурные особенности шунгитовых пород позволяют применять технологии направленного модифицирования, обеспечивающие создание новых композиционных сорбционно-каталитических материалов с заданными свойствами.

Каталитические свойства шунгитовой породы изучали на пробах Карельского Зажогинского месторождения, содержащих до 35 % углерода и находящихся в последнее время самое широкое применение как в исследованиях сорбционно-каталитических свойств, так и непосредственно в качестве сорбционных материалов для снижения содержания свободного формальдегида в феноло-, и карбамидоформальдегидных смолах. Однако до последнего времени неясна степень участия углеродной и кремнистой составляющих, а также действия элементов – примесей, в основном металлов, в процессах сорбции и катализа, протекающих на поверхности шунгитовой породы.

По минеральному составу главными породообразующими минералами являются кварц и углеродистое вещество. В меньшем количестве присутствуют полевой шпат, карбонаты и слоистые алюмосиликаты:

Минеральная фаза	Содержание минералов, мас. %
Кварц	41
Иллит	2,5
Альбит	3,0
Микроклин	1,5
Доломит	0,7
Кальцит	0,6
Пирит	0,8
Хлорит	0,5
Р/а фаза	49

Особенности минерального состава шунгитовой породы таковы, что исследование углеродистой составляющей, а также её взаимоотношения с кварцевой составляющей невозможно лишь с использованием метода рентгенографи-

ческого анализа, так как главные породообразующие фазы – углеродистое вещество и кварц, слагающие матрицу породы, являются тонкодисперсными, а углеродистое вещество – аморфным образованием и характеризуются сложными границами срастания. Поэтому для определения содержания и изучения распределения породообразующих минералов использовали рентгенотомографический и оптико-геометрический методы. Количество углеродистого вещества в породе в широких пределах варьирует от 14 % до 87 %, кварца от 12 % до 85 %. В незначительном количестве присутствуют карбонаты [3].

Электронно-микроскопическими исследованиями выявлено, что углеродистое вещество тёмно-серого цвета характеризуется преимущественно коллоидным микростроением (рисунок), и обладает пористостью. Размер и форма пор разнообразны. Встречаются губчатая и глобулярная микроструктура углеродистого вещества. Размер отдельных глобул составляет 2...3 мкм.

Сорбционные свойства шунгитовых пород определяются наличием пористой структуры, удельной поверхности, сорбционной ёмкости и сорбционной способности по отношению к разным веществам. Шунгитовые породы Зажогинского месторождения имеют удельную поверхность 6...20 м²/г, суммарный объём пор до 0,05...0,15 см³/г при эффективном радиусе 0,3...1,0 мкм. Невысокие значения текстурных характеристик предполагают возможные способы модифицирования шунгитовой породы с целью повышения эффективности использования её в сорбционно-каталитических процессах синтетических смол.

Исследовали поведение основных породообразующих минералов, а также элементов примесей с использованием термообработки.

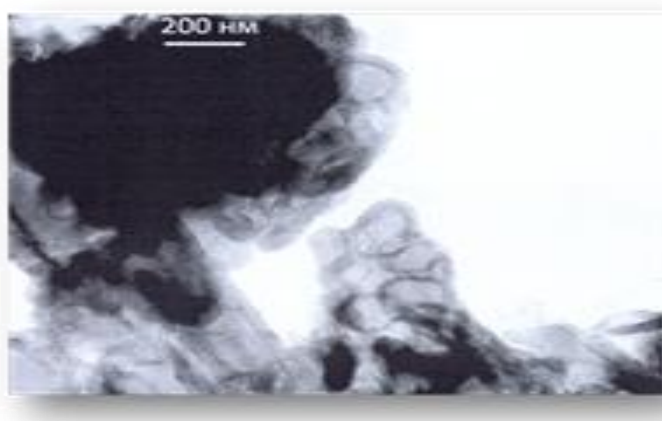


Рисунок. Микростроение шунгитовой породы с макропорами

На основе дериватографического исследования шунгитовой породы получили, что повышение температуры обработки приводит, в основном, к снижению содержания углерода в породе и одновременно к возрастанию содержания оксидов кремния и алюминия (табл.1).

Термообработка при 410 и 530 °С приводит к изменению текстурных характеристик шунгитовых пород. Нагревание шунгитовых пород при температуре 410° в течение 1 ч увеличивает величину

$S_{уд}$ в 1,5 раза, а в течение 8 ч более чем в 3 раза. Наибольшая величина $S_{уд}$ наблюдалась после обработки шунгитовых пород при 530 °С в течение 1 ч. Увеличение продолжительности обработки при этой температуре приводило к постепенному сокращению $S_{уд}$. Кратковременная обработка шунгитовых пород при 750 °С не изменяла $S_{уд}$, а более продолжительная уменьшала $S_{уд}$ более чем в 3 раза.

Таблица 1 – Химический состав исходной и термообработанной шунгитовой породы

Образец	Состав, масс. %									
	C	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	TiO ₂
ШП	31,00	54,50	4,62	2,04	1,50	0,66	0,02	1,15	0,03	0,22
ШП-410	28,10	59,10	4,87	0,89	0,28	0,66	0,01	1,40	<0,02	<0,02
ШП-530	21,80	64,81	5,00	0,79	0,28	0,64	<0,01	1,37	<0,02	<0,02
ШП-750	9,12	77,35	6,74	1,84	0,28	0,88	0,01	1,90	<0,02	<0,02

Исследования пористой структуры (табл. 2) были проведены для шунгитовой породы, характеризующейся максимальной величиной удельной поверхности при каждой температуре обработки: ШП-410 (8 ч), ШП-530 (1 ч), ШП-750 (1 ч). Отмечено, что при температурах 410 и 530 °С наблюдается увеличение значения сорбционной активности, что свидетельствует о развитии микропористой структуры породы (для ШП-410 практически в два раза). При 530 и 750 °С очевидно начинается разрушение межпоровых перегородок и образование мезопор, о чем свидетельствует и рост практически на 50 % пористости.

Таблица 2 – Характеристика шунгитового сорбента, прошедшего термическую обработку

Технологическая характеристика	Образцы шунгитовой породы			
	ШП	ШП-410	ШП-530	ШП-750
Температура обработки, °С	–	410	530	750
Продолжительность обработки, ч	–	8	1	1
Сорбционная активность, мг/г	11,40	23,17	16,07	9,84
Суммарный объем пор, см ³ /г	0,09	0,094	0,14	0,17

Полученные данные показывают возможность термомодифицирования шунгитовой породы с целью увеличения удельной поверхности и регулирования пористой структуры. Изменение химического состава, удельной поверхности и пористой структуры при термообработке шунгитовых пород необходимо учитывать не только при выборе условий модифицирования термическими методами, но и для разработки оптимальных режимов терморегенерации.

Таким образом, изменяя условия термомодифицирования можно регулировать среднее содержание углерода в шунгитовых породах, содержание углерода и железосодержащей фазы на поверхности и, соответственно, сорбционные характеристики материала.

Литература:

1. Брутян К.Г., Варанкина Г.С., Глебов М.П. Новые наполнители для синтетических смол, применяемых в деревообработке. Деп. в ВИНТИ. М.: № 369-В2003. – 30 с.
2. Глебов М.П., Брутян К.Г. Анализ природных минеральных модификаторов для клеящих смол. Первичная обработка древесины: Лесопиление и сушка пиломатериалов. Состояние и перспективы развития. Материалы Междуна-

родной научно – практической конференции. СПб.: СПбГЛТА: 2007. – С. 28-33.

3. Глебов М.П., Варанкина Г.С., Брутян К.Г. Наполнители для производства низкотоксичных древесностружечных плит. Современные проблемы лесозаготовительных производств, производства материалов и изделий из древесины: пиломатериалы, фанера, деревянные дома заводского изготовления, столлярно – строительные изделия. Материалы Международной научно – практической конференции. СПб.: СПбГЛТА., 2009. – С. 109-113.

4. Чубинский А.Н., Варанкина Г.С., Брутян К.Г. Совершенствование технологии склеивания фанеры. Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии: Вып. 179. СПб.: СПбГЛТА, 2007. – 336 с.

5. Юшкин Н.П. Глобулярная надмолекулярная структура шунгита: данные растровой туннельной микроскопии. Доклады Академии наук, 1994, том № 6. – С.800-803.

УДК 691.1/7:006.354

Технологические факторы, влияющие на качество декоративных бумажнослоистых пластиков

Л.И. Бараиш
(ОАО «ОСК»)

Рассматривается зависимость качества бумажнослоистых пластиков от различных параметров технологического процесса их изготовления. Особое внимание уделено влиянию основных показателей применяемых связующих на характеристики готовой продукции.

Ключевые слова: декоративные бумажнослоистые пластики, декоративные поверхности, пропитка бумаг, пропиточные смолы, стойкость поверхности к износу, горючесть.

Промышленно развитые страны, включая Россию, при достижении определённого уровня благосостояния сталкиваются с таким негативным явлением как контрафакт. Термин «контрафакт» в переводе с латинского (*contrafactio*) означает «подделка», поэтому наиболее очевидным является определение контрафакта как подделки – некачественной продукции, выдаваемой за качественную (созданную в соответствии с необходимыми стандартами (ГОСТ, ТУ), но по факту таковой не являющуюся).

По данным ВТО, в первом десятилетии XXI века продажа контрафактных товаров занимала примерно 5...7 % мирового товарооборота и снижала выручку компаний, становящихся жертвами подделок, примерно на 500 миллиардов долларов ежегодно. По мнению экспертов, в области производства декоративных бумажнослоистых пластиков (ДБСП) и облицовочных декоративных по-

верхностей существует проблема в самом подходе к трансляции информации от производителя к потребителю.

Если вы знаете свойства исходного сырья, то вы правильно его перерабатываете и получаете конечные изделия с прогнозируемыми потребительскими характеристиками и сроками эксплуатации. Но, как это часто бывает на практике, большая часть проблем скрывается в деталях. Для получения бумажнослоистых пластиков необходимо два основных компонента – это бумаги и связующие. Для соединения их в единый пакет предварительно следует основополагающий процесс в производстве пластиков – пропитка бумаг для последующего их прессования.

Рассматривая де-факто прессовое оборудование, пропиточно-сушильные линии и синтез смол, отдельно существующие в разных компаниях, которые производят полуфабрикаты для ДБСП, мы сталкиваемся с очень серьёзными скрытыми проблемами. Необходимо помнить, что технологические нарушения при производстве полуфабрикатов кардинально влияют на качество готовых пластиков. Рассмотрим основные факторы, оказывающие существенное влияние на качество бумажнослоистых пластиков и создающие потенциальные предпосылки для выпуска контрафактных материалов:

1. Адаптация пропитанных бумаг с различными связующими в процессе прессования;
2. Стойкость поверхности пластиков к износу;
3. Производство трудногорючих пластиков.

1. Адаптация пропитанных бумаг с различными связующими в процессе прессования

Пропитка бумаг – это важнейшая стадия, определяющая впоследствии качество готовых пластиков. Пропитке подлежат следующие бумаги:

1. Оверлей – меламиноформальдегидной смолой;
2. Декоративная (с рисунком или однотонная) – аминоальдегидными смолами;
3. Барьерная (андерлей) – аминоальдегидными смолами;
4. Внутренняя (крафт) – фенолоформальдегидными смолами;
5. Компенсирующий слой – аминоальдегидными смолами.

Как правило, все эти бумаги пропитываются в различных компаниях. Некоторые из них территориально располагаются в разных странах. При необходимости не всегда возможно быстро получить обратную связь для корректировки технологического процесса.

Свойства смол оказывают существенное влияние на свойства пластиков. С учётом различных типов прессов и марки смол – связующих, находящихся в пропитанных бумагах, предназначены для решения различных проблем. Для адаптации пропитанных бумаг к условиям их производства наиболее важными являются вопросы, связанные с химической структурой, реакционной способностью и отверждением связующих.

Существенно важной является связь между отдельными показателями смол. На реакционную способность связующего, главным образом, влияют хи-

мическая структура смолы, катализатор отверждения и величина рН. Виды смол с высоким содержанием гидроксиметильных групп и/или более высоким уровнем рН характеризуются повышенной реакционной способностью. Всегда ли сохраняется процесс адаптации – это серьёзная практическая проблема, которая, по мнению автора, не всегда реализуется из-за недостаточной компетентности работников производства, что приводит к выпуску контрафактной продукции.

2. Стойкость поверхности пластиков к износу

Для компаний, выпускающих ДБСП высокого давления на основе термоактивных смол, существует Европейский стандарт EN 438 : 2005. Промышленные компании, выпускающие бумажнослоистые пластики непрерывным способом на двухленточных прессах с удельным давлением 2,0...2,5 МПа (CPL), которые полагают, что качество их пластиков соответствует де-факто требованиям международных стандартов и хотят интегрироваться в эту систему качества, также должны руководствоваться методами проведения испытаний (тестов) по EN 438 : 2005.

Стойкость поверхности к износу – это тест, который определяет способность декоративной поверхности пластика оказывать сопротивление сквозному протиранию до нижнего слоя. Износ достигается при вращении испытываемого образца под нагруженной определённым весом парой цилиндрических роликов, оклеенных шлифовальной бумагой. Фрикционные ролики располагают таким образом, чтобы их цилиндрические поверхности находились на одинаковом расстоянии от оси вращения испытываемого образца, однако не проходили к ней по касательной.

Количество оборотов испытываемого образца, которое требуется для достижения определённой степени износа, используют в качестве меры для определения стойкости поверхности к износу (указанные испытания проводятся на приборе абразиметре фирмы TABER, рис. 1). Так как при вращении испытываемого образца ролики вращаются, то на поверхности образца образуется кольцообразный след (рис. 2).



Рис. 1. Прибор абразиметр фирмы TABER

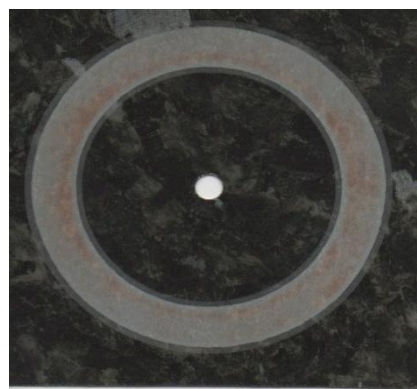


Рис. 2. Определение стойкости поверхности к износу

Стойкость поверхности к износу для каждого испытываемого образца рассчитывается по формуле:

$$\text{Стойкость поверхности к износу} = \frac{HT + KT}{2}, \quad (1)$$

где HT – начальная точка износа испытанных образцов, является средней величиной, полученной для трёх испытанных образцов; KT – конечная точка износа для цветного декоративного слоя

Конечная точка считается достигнутой, если площадь сквозного истирания декоративного слоя составляет примерно 95 %, а для однотонного декоративного слоя – если видно примерно 95 % нижнего слоя другого цвета.

В качестве показателя стойкости поверхности к износу указывают среднее значение результатов испытаний трёх образцов с округлением до 50 оборотов. Стойкость поверхности к износу декоративной поверхности пластиков выражается числом оборотов. Приведенные выше пояснения и формула из Международного стандарта и есть принципиальный основополагающий фактор, который определяет качество декоративной поверхности пластика и длительность его эксплуатации в изделиях.

Стандартом также предусматривается цифровой индекс для определения стойкости поверхности к износу, который отражает свойства износа декоративной поверхности пластика. Цифровой индекс, отражающий стойкость декоративной поверхности к износу, исключительно важен, поскольку он используется в системе классификации и определяет область применения ДБСП. Необходимо акцентировать внимание на следующем:

- пластики, где число оборотов ≥ 350 , с цифровым индексом 3, и пластики с числом оборотов ≥ 1000 с цифровым индексом 4 имеют широкий спектр применения; используются в качестве самонесущих компонентов (компакт-ламинатов) в вагоностроении: стен, стеллажей, подвергаемых высоким нагрузкам, столешниц, рабочих поверхностей кухонных, ресторанных столов и т. п.;
- пластики, где число оборотов составляет 150, с цифровым индексом 2 обладают средней стойкостью и используются для облицовки вертикальных поверхностей.

Приведенные показатели – объективная реальность для пластиков HPL. Низкие показатели, менее 350 оборотов, соответствуют пластикам CPL, если они прессуются без оверлея.

При продаже данного материала изготовители ДБСП обязаны выдавать сертификат, в котором указываются тип пластика и параметры тестовых испытаний (стандартная методика, по которой проводились испытания, в т. ч. по стандарту EN 438 : 2005 или документу, утвержденному внутри компании аналогично содержанию EN 438 : 2005). Если тестовые испытания прошли с отступлением от стандарта EN 438 : 2005, особенно по определению уровня стойкости поверхности пластика к износу, это является неприемлемым, и такой материал нельзя использовать для работы в горизонтальных поверхностях.

Принимая изложенную информацию к практическому применению специалисты мебельных и строительных предприятий должны проявлять компетентность при приобретении покрывных материалов для изделий, используемых в изготовлении мебели, не допуская подмены одного материала другим. Особенно это касается покрывных материалов для продукции, подвергающейся повышенному износу. И здесь мы тоже можем столкнуться с реализацией контрафактной продукции.

Если компании при изготовлении столешниц, столов и аналогичных им изделий применяют тонкие ДБСП, которые предназначены для облицовки вертикальных поверхностей, но изготовлены без использования защитной бумаги оверлей, то они производят контрафактную продукцию. Это влечёт за собой ответственность, предусмотренную законодательными актами Российской Федерации. Любые юридические или физические лица вправе предъявить претензию изготовителю за реализацию контрафактной продукции и получить возврат затраченных средств, а также компенсацию за моральный ущерб.

3. Производство трудногорючих пластиков

Современная технология изготовления ДБСП позволяет производить их в огнезащищенном исполнении. Существуют определенные условия по выпуску и применению трудногорючих декоративных бумажнослоистых пластиков.

Как это достигается? Необходимо напомнить, что ДБСП состоят из слоёв крафт-бумаги (основы), пропитанных фенолоформальдегидными связующими и покрытых с одной или двух сторон декоративными листами бумаги, пропитанными меламиноформальдегидными смолами. Эти пластики изготавливают способом прессования при температуре 150...160 °С и давлении 9...10 МПа в многоэтажных гидравлических прессах. На практике трудногорючие пластики производят только при высоком давлении, получая монолитный материал.

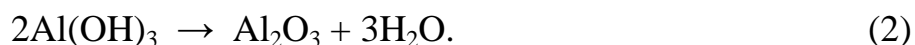
Тонкий ДБСП толщиной менее 2 мм не является самонесущим материалом и может использоваться только в сочетании с твёрдой основой, например, с древесностружечной плитой (ДСП), образуя склеенный композитный материал. Древесноплитное производство в РФ имеет в своём промышленном арсенале огнезащищённые ДСП, которые вырабатываются по техническим условиям ТУ 5534-039-00401294–10 «Плиты древесностружечные огнестойкие «Hard flame» с применением антипирена амидофосфата КМ. По указанным ТУ плиты соответствуют следующим нормам пожарной опасности: группа горючести Г2 (умеренно горючие); группа воспламеняемости В2 (умеренно воспламеняемые); группа распространения пламени РП2 (с медленным распространением пламени по поверхности); группа дымообразующей способности Д2 (с умеренной дымообразующей способностью); класс опасности по токсичности продуктов горения Т2 (умеренноопасные).

Основополагающим фактором при получении трудногорючих ДБСП являются качественно подготовленные исходные компоненты: крафт-бумага со специальными предохраняющими от возгорания добавками – антипиренами, которые вводятся в процессе её изготовления в бумагоделательных машинах, и модифицированная пропиточная смола, смешанная с огнезащитными средства-

ми. Без использования этих двух составляющих получить трудногорючий ДБСП невозможно. При этом доминирующим фактором является крафт-бумага с антипиреном, поскольку она составляет основную долю в пластике – 65...68 % и более, в зависимости от толщины материала. За счёт введения огнезащитных средств в состав ДБСП в процессе их изготовления достигается снижение воспламеняемости, распространения пламени, задымленности, токсичности продуктов горения.

При изготовлении крафт-бумаг чаще всего используется антипирен европейской марки АТН, содержащий гидроксид алюминия $\text{Al}(\text{OH})_3$. Его огнезащитное действие заключается в том, что он затрудняет воспламенение и замедляет распространение пламени за счёт охлаждающего и гасящего эффектов.

Огнезащитный эффект $\text{Al}(\text{OH})_3$ основан на его эндотермическом разложении на оксид алюминия Al_2O_3 и воду (реакция 2). При горении материала образуются только нетоксичные и не вызывающие коррозии продукты разложения. В процессе разложения АТН поглощается существенное количество теплоты:



Гидроксид алюминия получают путём выделения осадка из алюминиево-натриевого раствора. Эта добавка, по-видимому, наилучшим образом подходит для производства трудногорючей бумаги-основы при изготовлении ДБСП. Поскольку антипирен марки АТН не содержит таких характерных для многих других антипиренов элементов, как фосфор, азот и особенно галогены, то его влияние на токсичность среды пожара оказывается минимальным.

Главная проблема состоит в том, что при недостаточном удельном давлении (до 2,5 МПа) получить плотный монолитный продукт невозможно. Как правило, трудногорючие пластики производят толщиной не менее 3 мм, т.к. листы указанной толщины являются самонесущими и не требуют их наклеивания на плиту-основу, например ДСП. В России флагман отечественных производителей бумажнослоистых пластиков ПАО «Мосстройпластмасс» (г. Мытищи Московской обл.) предусматривал в ТУ и производил трудногорючие пластики толщиной от 3 мм и выше. Аналогичное положение было и на Ленинградском заводе слоистых пластиков.

Есть ещё одна серьёзная опасность – это человеческий фактор. В погоне за наживой некоторые собственники компаний используют при изготовлении ДБСП обычную крафт-бумагу, изготовленную без огнезащитных добавок, и проводят прессование при давлении ниже 9...10 МПа, выдавая готовый пластик за трудногорючий материал. Совершая такую подмену материала, который является контрафактной продукцией, они подвергают опасности жизни сотен тысяч людей, при этом покупатель может и не подозревать, что стал жертвой подлога. А ведь последствия применения такого якобы «трудногорючего» пластика, например, в общественном транспорте, могут быть поистине трагическими.

Изготовленный трудногорючий ДБСП при отгрузке потребителю обязательно должен сопровождаться сертификатом, в котором излагается состав использованных материалов, в т.ч. название антипиренов, введенных в бумагу и в

связующие вещества. При этом пластик должен соответствовать определенным техническим условиям, ведомственным нормам пожарной безопасности и изготавливаться по технологической документации, утвержденной в установленном порядке.

Для строительных материалов эти условия регламентируются СНиП, для судостроения – морским регистром (для морских судов), для железнодорожных вагонов, речных судов, автобусов и т.п. – своими соответствующими нормами. Пластик должен иметь сертификат пожарной безопасности и санитарно-эпидемиологическое заключение, выданное главным государственным санитарным врачом ведомства (например, по железнодорожному транспорту).

Трудногорючий ДБСП во время эксплуатации не должен оказывать вредного воздействия на организм человека в соответствии с установленными требованиями. Не допускается выделение из бумажнослоистого пластика в воздушную среду химических веществ 1-го класса опасности. Трудногорючий ДБСП должен соответствовать следующим пожароопасным характеристикам: группа горючести Г2 (умеренно горючие), группа воспламеняемости В2 (умеренно воспламеняемые), группа распространения пламени РП2 (с медленным распространением пламени по поверхности); группа дымообразующей способности Д2 (с умеренной дымообразующей способностью), класс опасности по токсичности продуктов горения Т2 (умеренно опасные по токсичности продуктов горения).

Для предотвращения возможных технологических нарушений и сокращения зависимости от импорта ДБСП в Россию по инициативе известного специалиста по производству древесных плит В.Г. Шпаковского и автора данной публикации проведена большая практическая работа (конкретные переговоры и встречи с ведущими европейскими компаниями) по поставкам оборудования. В настоящее время разработан указанный выше проект по созданию и организации комплексного производства по выпуску ДБСП на современном оборудовании: высокопроизводительные прессы; скоростные пропиточно-сушильные линии, оснащённые синхронизированной электронной системой; оборудование цифровой печати; установки по нейтрализации вредных выбросов в атмосферу паровоздушных смесей; электронные синхронные средства по управлению технологическим процессом; централизованная энергосистема, обслуживающая различные агрегаты.

Всё это оборудование будет расположено на одной промышленной территории, что позволит адаптировать химические и технологические составляющие производственных процессов. За счёт транспортировки полуфабрикатов между агрегатами повысится экономическая эффективность производства. Исходные сырьё и материалы будут обеспечены отечественными изготовителями. Вновь выпускаемые ДБСП по своим качественным параметрам будут соответствовать требованиям международных норм, они могут быть предложены рынку и позволят снизить зависимость от импорта данной продукции в Россию.

К обоснованию условий и режимов склеивания осинового шпона**А.Н. Чубинский, Д.С. Русаков, Г.С. Варанкина, И.В. Коваленко***Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова*

Применение древесины осины в промышленном производстве материалов и изделий ограничено из-за её низких механических свойств, подверженности поражению коррозионно-деструктивной гнилью, отсутствием должного обоснования технологии её переработки. Фанера, склеенная из осинового шпона по применяемым на практике режимам, характеризуется меньшей прочностью по сравнению с берёзовой фанерой. Одним из эффективных способов повышения прочности клеевого соединения является применение лигносульфонатов в качестве модификатора для синтетических смол.

Ключевые слова: древесина осины, карбамидоформальдегидная смола, фенолоформальдегидная смола, лигносульфонаты, фанера, склеивание шпона.

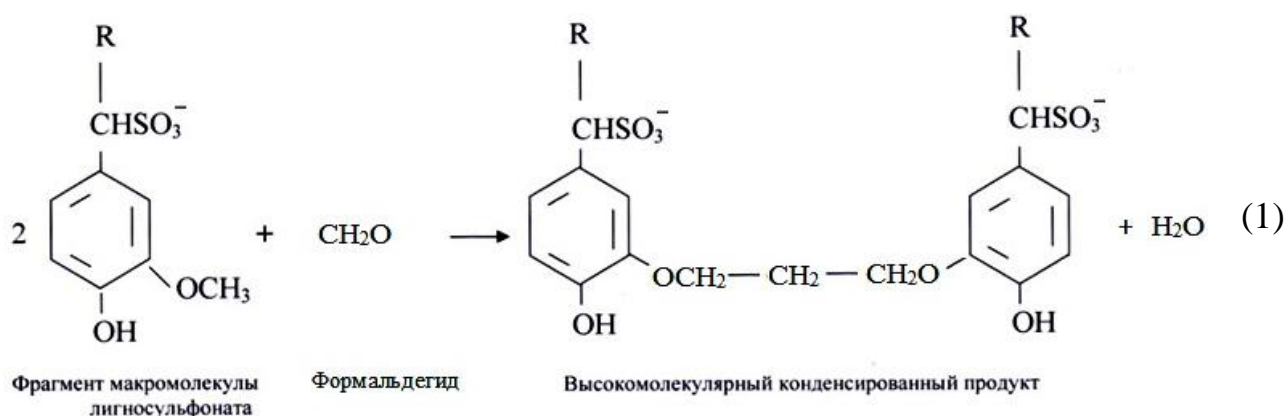
Осина относится к рассеянососудистым безъядровым породам. Центральная зона растущего дерева не отличается от периферийной по цвету, но по влажности обнаруживаются значительные различия. Центральная часть ствола (спелая древесина) имеет влажность ниже, чем периферийная, поэтому осину относят к спелодревесным породам. Древесина белая, иногда с зеленоватым оттенком. Годичные слои плохо выражены. Сердцевидные лучи не видны. Плотность древесины осины в среднем 490 кг/м^3 . Свежесрубленная осина имеет влажность 82 %. Максимальная влажность осины при водопоглощении достигает 185 % [1]. Применение древесины осины в промышленном производстве материалов и изделий ограничено из-за её низких механических свойств, подверженности поражению коррозионно-деструктивной гнилью, отсутствием должного обоснования технологии её переработки. Невостребованная осина осложняет условия хозяйствования в лесу, ухудшает породный состав древостоев, препятствует возобновлению хвойных пород древесины.

Известно, что изготовленная из осинового шпона фанера при прочих равных условиях имеет меньшую прочность и повышенную разнотолщинность по сравнению с берёзовой [2]. Качество формирования клеевых соединений древесины при склеивании шпона зависит от многих факторов, основными из которых являются плотность и влажность древесины, её поверхностные свойства, вид клея и его характеристики, режимы склеивания [2, 5].

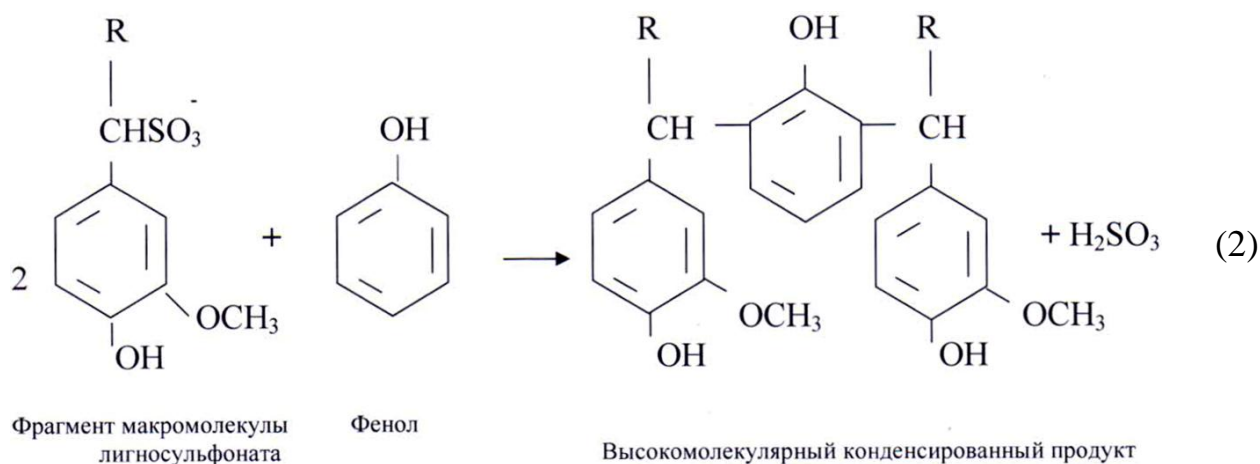
Прочность склеивания древесины и прочность фанеры возрастает с увеличением давления прессования [1, 2, 3], однако приводит к увеличению остаточной деформации и вероятности возникновения «пузырей» в склеиваемом пакете шпона. Вот почему обоснование режимов склеивания и расхода модифицированного клея для склеивания шпона на основе свойств и строения древесины осины является актуальной задачей.

Для проведения исследований использовали осиновый и берёзовый шпон толщиной 1,5; 1,55; 1,8; 2,2 и 3,0 мм влажностью 5...10 %, который склеивали клеем на основе карбамидоформальдегидной смолы марки КФ-МТ-15 и клеем на основе фенолоформальдегидной смолы марки СФЖ-3013 модифицированной лигносульфонатами. Режимы склеивания фанеры приведены [4, 6]. Для карбамидоформальдегидного клея исследовали влияние давления прессования и количества лигносульфонатов на прочность фанеры при скалывании по клеевому слою; для фенолоформальдегидного клея исследовали влияние температуры прессования и количества лигносульфонатов на прочность фанеры при скалывании по клеевому слою по стандартной методике [6].

Охарактеризовать лигносульфонаты достаточно сложно, поскольку они представляют собой полидисперсную систему, нестабильное соотношение фракций в которой может оказывать существенное влияние на коллоидно-химические свойства. Однако представляется возможным выявить основные закономерности. Известно [5], что метоксильные группы ($-\text{OCH}_3$), содержащиеся в лигносульфонатах, в определённых условиях способны взаимодействовать с формальдегидом согласно реакции 1.



При повышенной температуре лигносульфонаты легко реагируют с фенолами резорцинового ряда, образуя высокомолекулярные конденсированные продукты. Фенол «сшивает» между собой структурные единицы лигносульфонатов (реакция 2), причём в реакции участвуют бензилспиртовые группы [4].



Анализ строения древесины осины и берёзы показывает их существенные различия, влияющие на прочность фанеры. У древесины осины волокон либриформа меньше, чем у берёзы более чем на 20 %, а сосудов в 2 раза больше. Диаметр и толщина стенок волокон либриформа у осины меньше по сравнению с древесиной берёзы. Клеевой слой на осиновом шпоне тоньше, чем на берёзовом при одинаковом расходе клея. Вследствие низкой плотности осиновый шпон уплотняется значительно больше берёзового при действии одинакового усилия горячего прессования [2, 3]. При этом с увеличением давления прессования растёт и прочность фанеры (рис. 1).

Для обоснования режимов склеивания и увеличения прочности фанеры проведён многофакторный эксперимент по склеиванию фанеры с использованием осинового шпона на модифицированном карбамидоформальдегидном клее. Склеивание проводили в условиях фанерного производства в соответствии с принятым на предприятии технологическим регламентом. Склеенную фанеру испытывали на прочность при скалывании по клеевому слою ($\sigma_{\text{скал}}$).

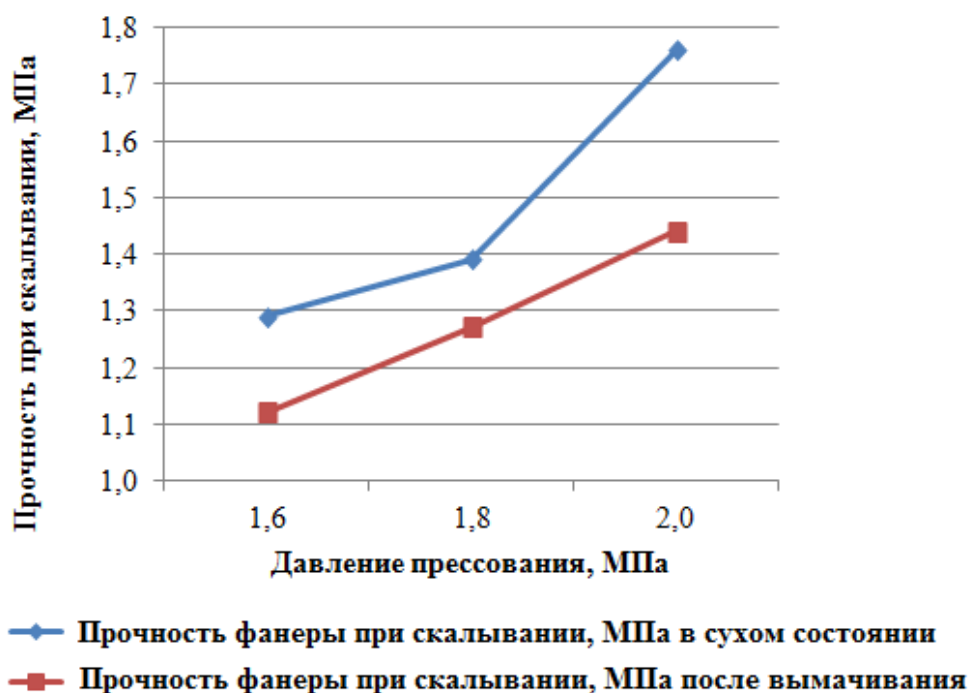


Рис. 1. Зависимость прочности осинового шпона от давления прессования

В результате математико-статистической обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии (1):

$$\sigma_{\text{скал}} = 0,841 + 0,021n + 0,129P \quad (1)$$

где $\sigma_{\text{скал}}$ — предел прочности фанеры при скалывании, МПа; n — содержание лигносульфонатов в смоле, мас.ч. (принимали 5...15 мас.ч); P — давление прессования, МПа (принимали 1,6...2,0 МПа).

С увеличением содержания лигносульфонатов в смоле растёт прочность фанеры при скалывании (рис. 2).

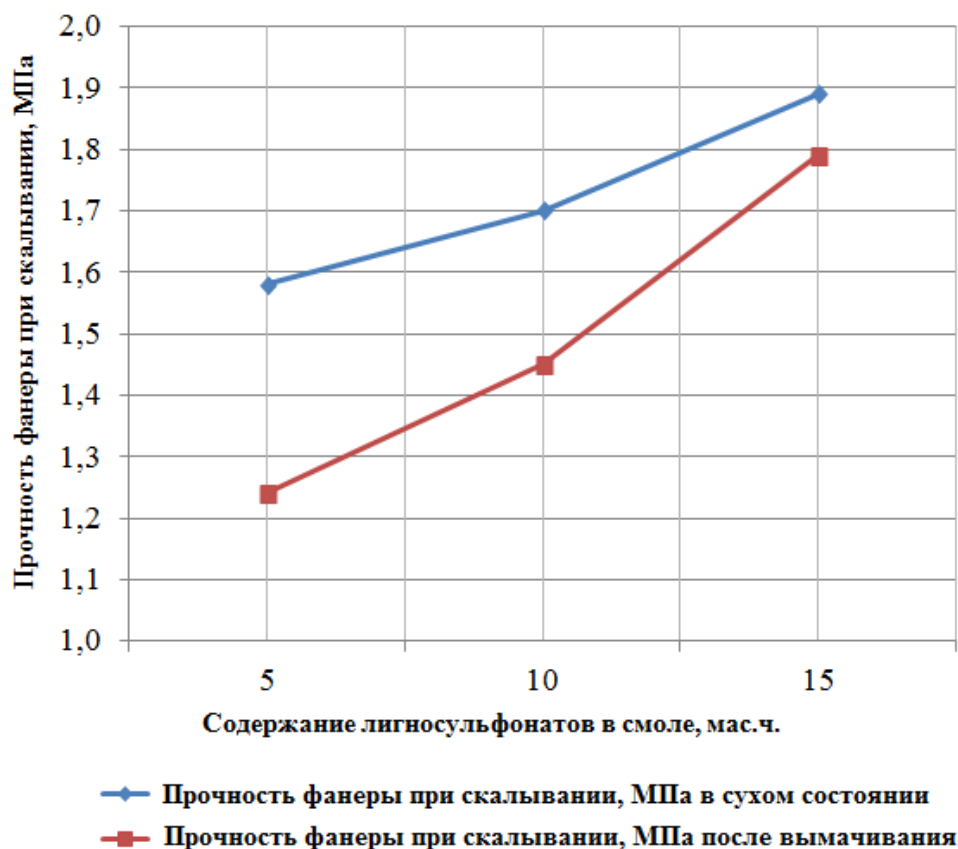


Рис. 2. Зависимость прочности осиновой фанеры от содержания лигносульфонатов в смоле

Полученные уравнения регрессии, связывающие прочность клеевого соединения с влияющими факторами, позволяют определить рациональные режимы склеивания шпона модифицированным лигносульфонатом клеем КФ-МТ-15.

Для обоснования режимов склеивания и увеличения прочности готовой продукции проведён многофакторный эксперимент по склеиванию фанеры с использованием осинового шпона на модифицированном фенолоформальдегидном клее. Склеивание производили в условиях фанерного завода в соответствии с принятым на предприятии технологическим регламентом. Склеенную фанеру испытывали на прочность при скалывании по клеевому слою ($\sigma_{\text{скал}}$).

В результате математико-статистической обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии (2):

$$\sigma_{\text{скал}} = 2,0998 + 0,0032n - 0,0041T + 0,00187n^2 - 0,00016nT \quad (2)$$

где $\sigma_{\text{скал}}$ – прочность при скалывании по клеевому слою, МПа; n – содержание лигносульфонатов в смоле, мас.ч. (принимали 5...15 мас.ч); T – температура греющих плит пресса, °С (принимали 108...122 °С).

Графическая зависимость прочности при скалывании от влияющих факторов представлена на рис. 3.

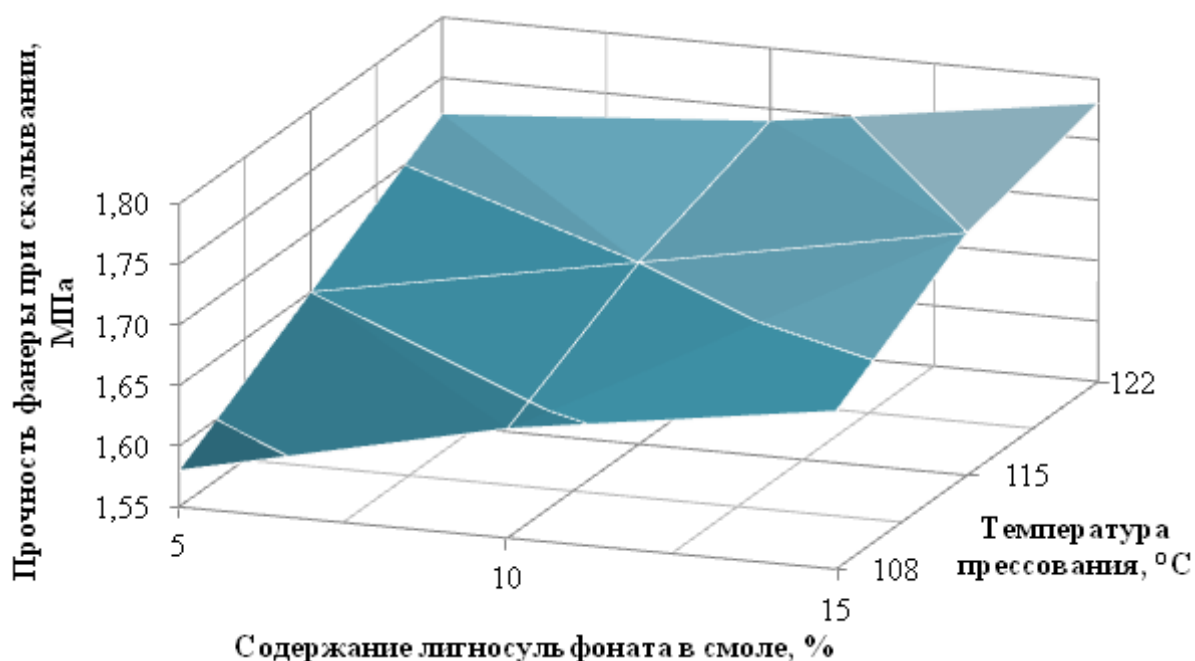


Рис. 3. Зависимость прочности фанеры при скалывании от содержания лигносульфонатов и температуры прессования.

Полученные уравнения регрессии, связывающие прочность клеевого соединения с влияющими факторами, позволяют определить рациональные режимы склеивания шпона модифицированным лигносульфонатом клеем СФЖ-3013.

Выводы

1. Строение древесины осины и берёзы имеет существенные различия, влияющие на прочность фанеры. Так, вследствие низкой плотности осиновый шпон уплотняется значительно больше берёзового при действии одинакового давления.
2. Технические лигносульфонаты, благодаря своим клеящим и поверхностно активным свойствам, повышают прочность клеевого соединения путём улучшения смачиваемости и образования новых углерод–углеродных связей, макромолекулы лигносульфонатов встраиваются в молекулу полимера карбамидо- и фенолоформальдегидной смолы, образуя пространственно-разветвленную структуру.

Литература:

1. Варанкина Г.С., Русаков Д.С., Коваленко И.В., Иванов А.М., Плотникова Г.П. Склеивание осинового шпона модифицированной фенолоформальдегидной смолой // Системы. Методы. Технологии, № 4 (32). Братск, БрГУ, 2016. – С. 135-141.
2. Чубинский А.Н., Коваленко И.В., Русаков Д.С., Варанкина Г.С. Обоснование режимов склеивания осинового шпона // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. Вып. 218. СПб.: СПбГЛТУ. 2017. – С. 174-199.

3. Русаков Д.С. Модификация фенолоформальдегидной смолы продуктами сульфитно-целлюлозного производства // Системы. Методы. Технологии, № 1 (29). Братск: БрГУ, 2016 – С. 113-119.

4. Русаков Д.С., Варанкина Г.С., Чубинский А.Н. Модификация феноло- и карбамидоформальдегидных смол побочными продуктами производства целлюлозы // Клеи. Герметики. Технологии. № 8, 2017. – С. 16-21.

5. Чубинский А. Н., Ермолаев Б.В., Сосна Л.М., Кандакова Е.Н., Коваленко И. В. Свойства поверхности древесины во взаимодействии с жидким адгезивом. Деревообрабатывающая промышленность, №1. 2003. – С.25.

6. Онегин В.И., Чубинский А. Н., Сосна Л.М., Кандакова Е.Н., Коваленко И. В. Особенности свойств осинового шпона и технологии его склеивания. Деревообрабатывающая промышленность, №3. 2002. – С.10.

УДК 674.038

Исследование качества облицовывания фанеры шпоном из древесины разных пород порошкообразным клеем

Д.С. Русаков, М.А. Чубинский, А.М. Иванов, Г.С. Варанкина

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова*

Введение наполнителя в виде смеси древесной муки и шунгитового сорбента позволяет увеличить прочность на отрыв облицовочного материала. При введении смеси до 10 мас. ч. прочность увеличивается, а затем падает. Очевидно, что введение наполнителя заполняет поры и микронеровности, увеличивает площадь контакта клея с поверхностью основы и шпона, обеспечивает образование сплошного клеевого слоя и уменьшает просачивание клея на лицевую поверхность.

Ключевые слова: карбамидоформальдегидный клей, шунгит, склеивание шпона, фанера.

Качество облицовывания характеризуется просачиваемостью клея на лицевую поверхность и прочностью склеивания. Оно зависит от многих факторов, в том числе от породы древесины и характеристик склеиваемых поверхностей. Поверхность шпона можно представить как совокупность микроразрушений, образовавшихся при лущении (строгании), разрезанных клеток сосудов, волокон, трахеид (рис. 1), оторванных от цельной древесины волокон, с которыми клей вступает в контакт.

Исследования с использованием сканирующей электронной микроскопии [1, 2] (рис. 2) показывают, что клей, заполняя микротрещины, не всегда проникает в полости перерезанных древесных клеток. Проникновение клея в полости клеток зависит от его способности смачивать древесину, свойств древесины и клея, размеров клеток древесины и молекул клея, режимов прессования [1-10].

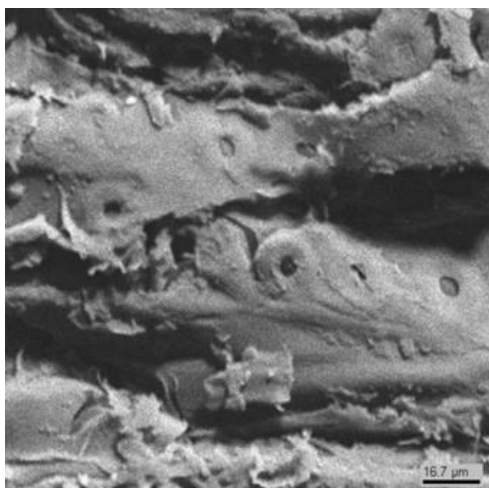


Рис. 1. Поверхность древесины сосны при 500-кратном увеличении [3].

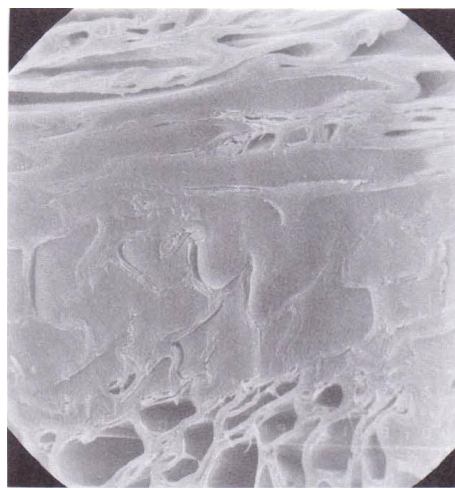


Рис.2. Заполнение полостей клеток древесины клеем [2].

В последнее время для склеивания шпона предлагают использовать порошкообразные карбамидоформальдегидные клеи, обладающие рядом преимуществ: долгий срок хранения (например, смолы марки T800 / T820 TRF хранятся без потери свойств один год); удобство при транспортировке смол (фасовка по 20...25 кг в мешке); стабильность физико-химических свойств; лёгкость в работе.

В этой связи представляется целесообразным изучить способность этих клеев взаимодействовать с древесиной. Исследование включало два этапа. На первом исследовали способность порошкообразных клеев на основе карбамидоформальдегидной смолы смачивать поверхность лущеного шпона из древесины ольхи, осины, бука и лиственницы. Угол смачивания определяли при помощи окулярного оптического микроскопа по известной методике [3]. Использовали шпон толщиной 1,45 мм (для облицовочного слоя 0,2...0,3 мм). Фанеру склеивали по режимам принятым на предприятии ООО «Балтика Леспром СПб».

На втором – определяли прочность фанеры при скалывании по клеевому слою после вымачивания в воде в течение 24 часов, а также прочность на отрыв облицовочного слоя фанеры. Визуально оценивали просачивание клея на поверхность фанеры. Для уменьшения вероятности просачивания клея на поверхность облицовочного слоя в состав порошкообразного клея на основе карбамидоформальдегидной смолы вводили наполнитель из смеси древесной муки и шунгитового сорбента.

Испытания проводили в соответствии с ГОСТ 14231–88 «Физико-химические свойства карбамидоформальдегидных смол» и ГОСТ 9624–2009 «Физико-механические свойства фанеры». Обработка результатов эксперимента проводилась методами математической статистики.

Известно [3], что одним из свойств поверхности твёрдого тела является её способность смачиваться жидкими клеящими и защитно-декоративными веществами. Образование молекулярного межфазного контакта на стадии формирования клеевого соединения считается основной предпосылкой для реализации

адгезионного взаимодействия. Чаще всего процесс образования адгезионного контакта жидкий клей – древесина рассматривается с позиций термодинамики поверхностных явлений. Термодинамическая концепция смачивания в её строгом виде имеет ограниченные возможности при описании процесса адгезионного взаимодействия такой сложной системы как клей – древесина. Значение краевого угла смачивания поверхности древесины клеем не может служить однозначным показателем адгезионной прочности будущего клеевого соединения. Смачивание только создает необходимые условия для адгезии, являясь необходимым, но еще недостаточным условием формирования адгезионного контакта жидкий клей – древесина. Кроме того, при оценке механизма формирования адгезионного контакта следует учитывать физические, физико-химические и реологические свойства клея и древесины.

Ранее проведенные исследования [4, 5, 8], показывают, что у более плотных пород древесины (дуб, лиственница) критическое поверхностное натяжение выше, чем у менее плотных (осины и ольхи), более плотные породы древесины смачиваются лучше по сравнению с менее плотными. Исключением является древесина бука, т.е. критическое поверхностное натяжение зависит не только от плотности древесины, но и её анатомического строения и химического состава. Полученные результаты для лиственницы и бука не согласуются с данными о влиянии способности древесины смачиваться на прочность клеевых соединений [8], что и потребовало проведения дальнейших исследований способности древесины разных пород смачиваться и влияния смачиваемости на прочность склеивания.

Выполненные эксперименты показали удовлетворительную способность смачиваться поверхностями шпона из древесины всех исследуемых пород. Угол смачивания находится в диапазоне от 65 до 72 ° при условной вязкости клея 80 с (рис. 3).

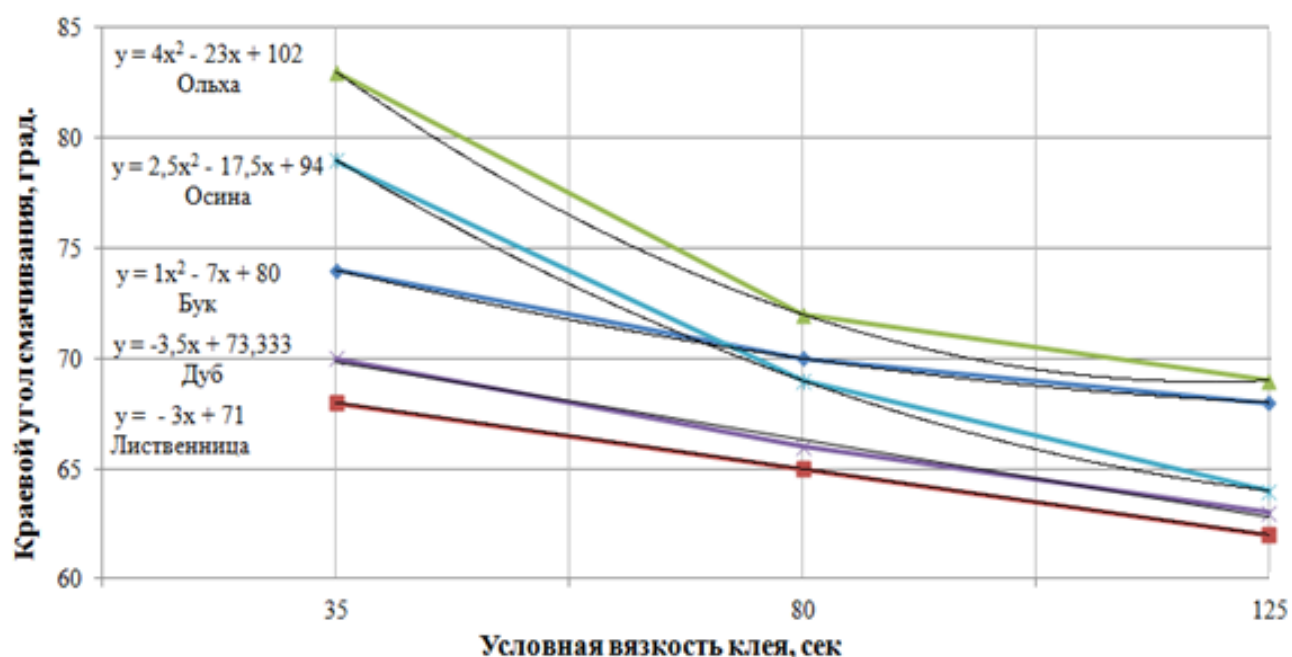


Рис. 3. Зависимость краевого угла смачивания от условной вязкости клея

Основными прочностными показателями облицованной фанеры являются прочность при скалывании по клеевому слою после вымачивания в воде в течение 24 часов, а также на отрыв облицовочного материала от основы. Результаты многофакторного эксперимента представлены на рис. 4 и рис. 5.

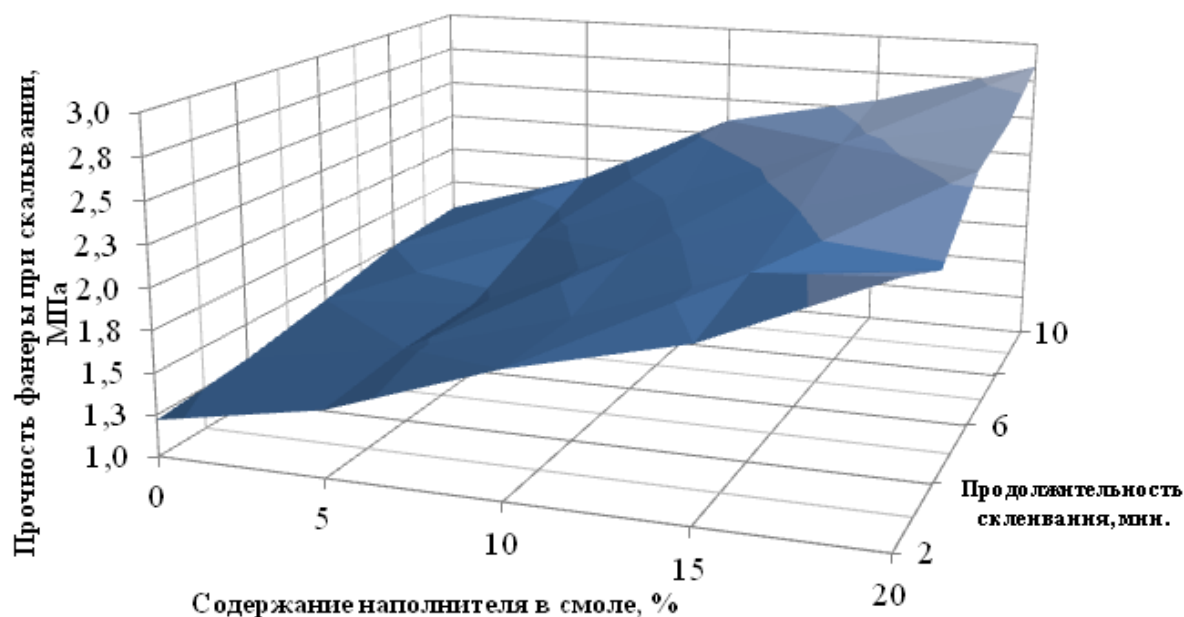


Рис. 4. Зависимость прочности при скалывании по клеевому слою после вымачивания в воде в течение 24 часов от содержания наполнителя в смоле и продолжительности склеивания

Анализ результатов показывает, что введение наполнителя (смеси древесной муки и шунгитового сорбента) до 10 мас. ч позволяет увеличить прочность на отрыв облицовочного материала, а затем прочность падает.

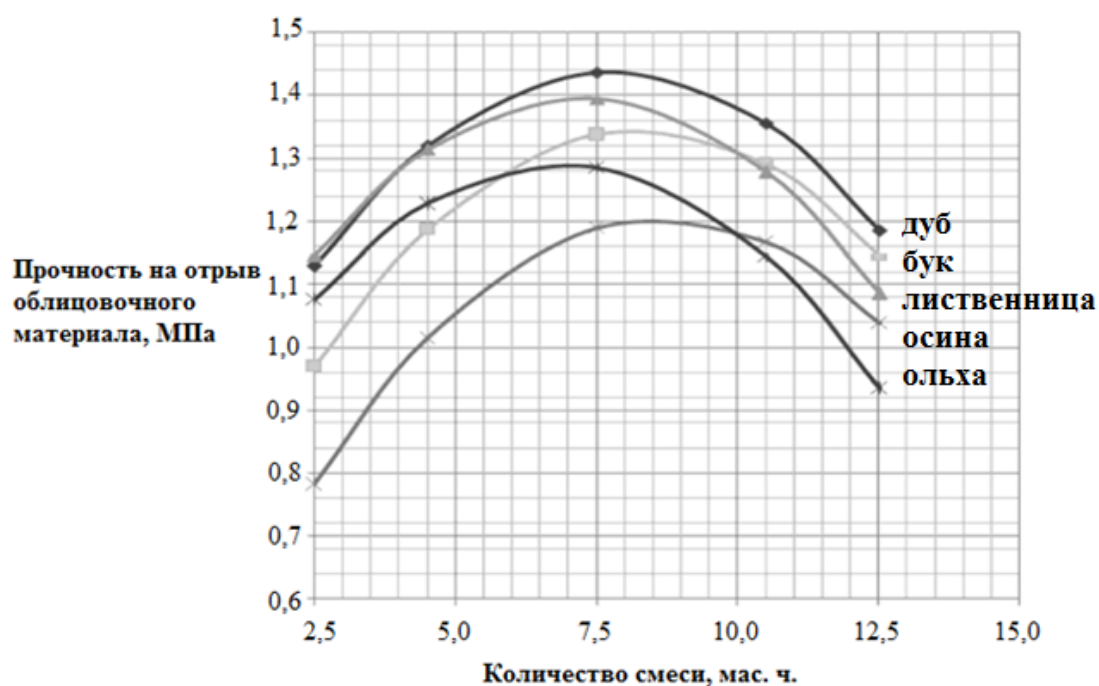


Рис. 5. Зависимость прочности на отрыв облицовочного слоя из разных пород древесины от количества смеси древесной муки и шунгитового сорбента

Очевидно, введение смеси до определенного предела заполняет поры и микронеровности, увеличивает площадь контакта клея с поверхностью основы и шпона, поэтому обеспечивает образование сплошного клеевого слоя и уменьшает просачивание клея на лицевую поверхность. Однако чрезмерное количество смеси ухудшает смачивание древесины. Максимальные значения предела прочности при нормальном отрыве облицовочного материала достигается при введении смеси 10 мас. ч. Содержание сухого вещества в клеевой композиции составило 54 %. Визуальный осмотр показал отсутствие просачивания клея на поверхность облицовочного слоя.

Выводы:

1. Шпон из древесины ольхи, осины, бука и лиственницы удовлетворительно смачивается порошкообразным клеем на основе карбамидоформальдегидной смолы.
2. Прочность фанеры при скалывании и при отрыве облицовочного слоя, склеенной порошкообразным клеем на основе карбамидоформальдегидной смолы удовлетворяет требованиям стандартов.
3. Введение в состав порошкообразного клея на основе карбамидоформальдегидной смолы, наполнителя в виде смеси древесной муки и шунгитового сорбента снижает вероятность просачивания клея на поверхность облицовочного слоя.

Литература:

1. Чубинский А.Н. Блыскова Г. Микроскопическое исследование фанеры в области клеевого слоя // Лесной журнал, 1987 г., № 1. – С. 122-124.
2. Chubinsky A.N., Okuma Motoaki, Sugiyama Junji. Observation on the Deformation of Wood Cells in the Gluing process of Veneer // Bulletin of the Tokyo University Forests-Tokyo: Tokyo University, 1990. № 82. – P.131-135.
3. Чубинский А.Н., Тамби А.А., Варанкина Г.С., Федяев А.А., Чубинский М.А., Швец В.Л., Чаузов К.В. Физические методы испытаний древесины. СПб.: СПбГЛТУ, 2015. – 125 с.
4. Коваленко И.В., Чубинский М.А., Русаков Д.С., Варанкина Г.С. Поверхностные свойства и строение древесины осины // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2016. Вып. 217. – С. 182-193.
5. Чубинский А.Н., Тамби А.А., Федяев А.А. Влияние строения и свойств древесины на прочность ее склеивания // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. Вып. 190, СПб.: СПбГЛТА, 2010. – С. 155-163.
6. Исаев С.П. Структура клеевых слоев и качество склеивания лиственничного шпона // Актуальные проблемы лесного комплекса. Изд.: Брянская государственная инженерно-технологическая академия (Брянск). 2017. № 48. – С. 39-42.
7. Мелехов В.И., Рудная Н.С. Влияние микрорельефа сопрягаемых поверхностей древесины на прочность склеивания // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2014. № 6 (342). – С. 102-108.

8. Русаков Д.С., Иванов А.М., Чубинский М.А., Варанкина Г.С. Исследование критического поверхностного натяжения и способности смачиваться древесины разных пород // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2017. Вып. 221. – С. 271–281.

9. Рыбин Б.М., Д. В. Кириллов. Оценка фактического объема полостей неровностей на обработанной поверхности древесины // Вестник Московского государственного университета леса: научно-информационный журнал Лесной вестник: МГУЛ. 2014. Вып. 4. – С. 131–137.

10. Чубинский А.Н., Коваленко И.В., Русаков Д.С., Варанкина Г.С. Обоснование режимов склеивания осинового шпона // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2017. Вып. 218. – С. 187–198.

11. Чубинский А. Н., Ермолаев Б.В., Сосна Л.М., Кандакова Е.Н., Коваленко И. В. Свойства поверхности древесины во взаимодействии с жидким адгезивом. Деревообрабатывающая промышленность, 2003. №1. – С.25.

12. Онегин В.И., Чубинский А. Н., Сосна Л.М., Кандакова Е.Н., Коваленко И. В. Особенности свойств осинового шпона и технологии его склеивания // Деревообрабатывающая промышленность, 2002. №3. – С.10.

УДК 674.812.2

О невозможности замены древесного слоистого пластика марки «б» цельного на составной

А.М. Столбов¹, А.А. Леонович², А.В. Пермяков²

¹ОАО «Фанпласт»

*²Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова*

Ключевые слова: древесный слоистый пластик, объёмное разбухание по толщине, давление набухания, водопоглощение, вкладыш подшипников.

Древесные слоистые пластики (ДСП), изготовленные из листов берёзового лущёного шпона, находят широкое применение как конструкционный и антифрикционный материал. Их конкретное назначение, в том числе определяется порядком укладки шпона в пластике. Пластик марки ДСП-Б изготавливают двух типов: цельный склеивают из целых по длине листов шпона, составной – из нескольких листов, уложенных внахлестку или встык. Приложением ГОСТ 13913–78 [1] не указывается на различие в назначении пластиков, хотя нормы для показателей качества различаются в пользу пластика цельного. Но и рыночная цена у цельного выше.

В статье мы рассматриваем ограничения, которые накладываются на невозможность замены в применении пластика цельного на составной, для вкладышей подшипников гребных и дейдвудных валов. Средой эксплуатации изделий является вода.

При замене пластика цельного на составной в конкретном узле надо учитывать явление набухания в воде, изменение вследствие этого геометрии элементов и проявление трения между соприкасающихся поверхностей. Его называют трением скольжения внешним – механическим сопротивлением, возникающим при относительном перемещении двух соприкасающихся тел в плоскости их касания. Сила сопротивления, направленная противоположно относительно перемещения тел, называется силой трения. В конкретном узле при службе подшипника проявляется трение скольжения, характеристикой которого служит коэффициент трения f_c – безразмерная величина, равная отношению силы трения к нормальной нагрузке.

В реальных условиях трение обусловлено разбуханием пластика как материала дейдвудного подшипника. Если сила трения превысит критическое значение, то скольжение не возникает. Понятно, что при расчёте конструкторы использовали определенные характеристики ДСП-Б, а именно – то давление в контакте соприкасающихся поверхностей, которое возникает из-за водопоглощения и как следствие его проявления факта разбухания. Результаты первоначального решения узла подшипника и требования к ДСП-Б предполагали, что вырезанные из него заготовки, находясь в свободном состоянии, разбухают по толщине плиты до 20 % от первоначального размера, а находясь в сжатом состоянии при разбухании в пластике возникает усилие, достигающее 15...20 МПа. Например, при длине набора во втулке 120 см и высоте планок в наборе 2,2 см развиваемое по расчету разработчиков [5] возникающее усилие разбухания составит $120 \times 2,2 \times 20 = 52,8$ т. Это слишком большое усилие, которым пренебрегать нельзя.

При мероприятиях по замене ДСП цельного на любой другой материал как более доступный или более дешёвый (побудительные мотивы не рассматриваем) составной необходимо получить сравнительную информацию по поведению конкретного другого материала в водной среде (как среде эксплуатации). При совпадении таких параметров как равновесное разбухание и давление набухания следует учитывать механические показатели, определяющие долговечность изделия. При расхождении параметров водостойкости и прочности базового и предлагаемого для замены материалов возможны нарушения режима либо в отношении больших энергетических затрат на преодоление сил трения, либо в крайнем случае вообще невозможность работы («отказ» по терминологии теории надёжности).

Отметим, что термин «разбухание» относится к материалу, а термин «набухание» относится к полимерному веществу, в частности, к древесинному веществу, являющемуся причиной изменения геометрических размеров при поглощении молекул воды полярным соединением. При стандартном испытании древесины (как материала) используется термин *разбухание* [3], однако когда рассматриваются следствия воздействия воды, в частности возникающее при этом давление, то более строго используется академическое понятие *давление набухания* [4].

Следует также отметить, что содержится в ГОСТ 13913–78 показатель водопоглощения за 24 ч с ограничением «не более» не может служить эксплуатационной характеристикой. Он введён для оперативного контроля процесса изготовления, при отклонении от нормы стандарта следует искать и удалять технологические нарушения. Кроме того, показатель приведен одной значащей цифрой (не более 1 % или не более 2 %, или не более 3 % – как функция толщины) для всех марок ДСП, не выявляет различия в свойствах пластиков, а лишь указывает послойное проникновение воды в испытуемый образец.

Данные лаборатории ОАО «Фанпласт» для периода наблюдения за качеством двух типов пластика ДСП-Б и обработанные статистически при $P = 0,95$ [2] показали достоверное различие показателя водопоглощения за 24 ч для образцов одинаковой толщины, составляющей 50 мм.

	Составной	Цельный
Среднее арифметическое значение (\bar{y}), %	1,69	1,12
Среднее квадратическое отклонение s , %	0,34	0,084
Ошибка среднего арифметического m , %	0,25	0,06
Вариационный коэффициент v , %	20,1	7,5

Коэффициент v является относительной величиной, выражение его в процентах не имеет смысла показателя водопоглощения, а указывает на вариабельность определяемого показателя. Составной пластик в большей степени подвержен воздействию воды. Ещё раз подчеркнём, что показатель водопоглощения за 24 ч в стандарте [1] не отражает реальных условий постоянного воздействия воды, не отражает реакцию всего материала на разбухание.

Компонентом пластика, ответственным за набухание, является древесинное вещество. Количественной характеристикой набухания служит степень и скорость набухания. Степень набухания (a) определяют отношением массы (объёма) поглощённого веществом низкомолекулярной жидкости (в нашем случае воды – m_b к массе (объёму) исходного полимера (в нашем случае древесинного вещества – m_d). Тогда $a = (m_b - m_d) / m_d$. Скорость набухания dx / dt (продолжительность набухания) может быть описана дифференциальным уравнением:

$$\frac{dx}{dt} = K(a_{max} - a_\tau), \quad (1)$$

или интегральным (уравнение 2):

$$K = \frac{1}{\tau} \ln \frac{a_{max}}{(a_{max} - a_\tau)}. \quad (2)$$

где K – константа скорости набухания; a_τ – степень набухания к моменту времени τ ; a_{max} – максимальная или равновесная степень набухания.

Кинетическая кривая набухания пластика ДСП-Б цельного и составного приведена на рисунке. При набухании в условиях сохранения постоянного объёма

ёма образца внутри его развивается высокое давление. При поглощении последующих порций воды оно снижается. Установление равновесия отвечает нулевому давлению набухания.

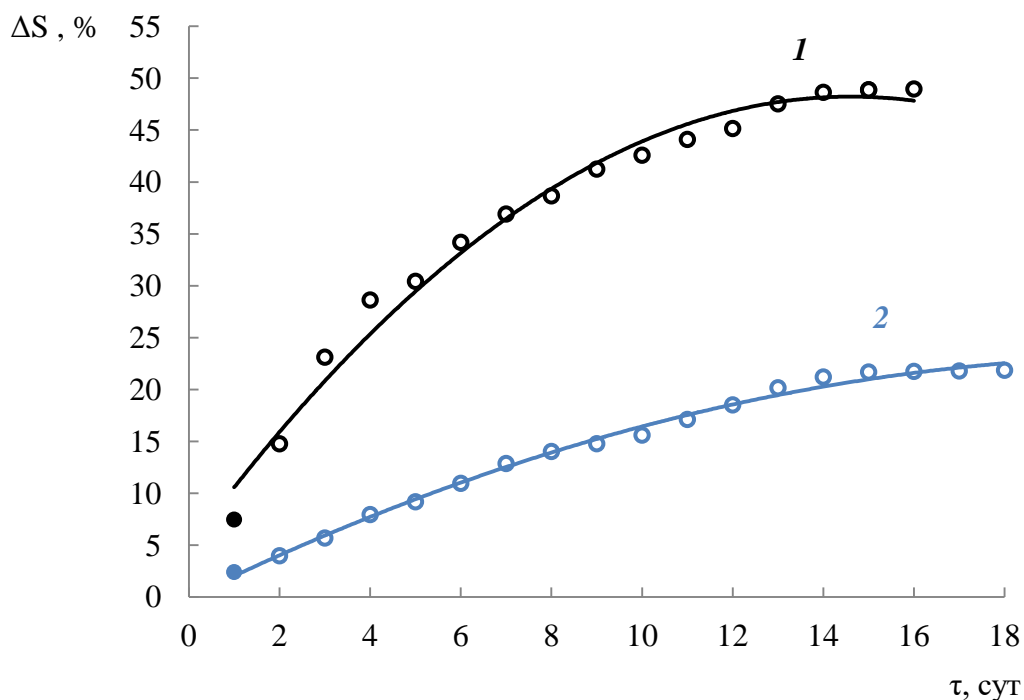


Рисунок. Зависимость набухания ДСП-Б составного (1) и цельного (2) от времени (тёмные точки – стандартное набухание за 24 ч)

Анализируя те ограничения, которые накладываются на возможности замены цельного пластика на составной и имея в виду реакцию геометрических размеров на водопоглощение отметим, что показатели предельного объёма разбухания и водопоглощения у пластика составного типа не нормируются и могут составлять величину, значительно превышающую 22 и 20 %, то есть предельное значение для ДСП-Б цельного типа.

Смысл отсутствия ограничения, вероятно, состоит в том, что разработчики стандарта исключили показатель как неудобный, в составном типе возможны микродефекты на границе контактирующих элементов, что может приводить к повышенному разбуханию и нарушению режимной службы дейдвудных подшипников.

Кроме того, анализируя нормы расхода бакелитового лака, считаем существенным в объяснении различного разбухания ДСП-Б составного и ДСП-Б цельного указать на различие в доле отвержденного фенолоформальдегидного полимера в готовых изделиях. В цельном она больше как минимум на 10 %. И это та часть пластика, которая из-за трёхмерной структуры синтетического полимера не набухает. А вот доля древесинного вещества в составном пластике больше.

Поскольку причиной нарушения работы подшипника может служить объёмное разбухание в воде, которое относится к древесинному веществу, и следовательно, чем выше доля древесинного вещества в готовом изделии, тем ниже

качество изделия и выше вариабельность геометрических размеров в водной среде. Большее содержание древесины в составном пластике можно установить по материальному балансу, принимая одинаковую плотность и объём обоих типов пластика. А также учитывая толщину березового шпона, используемого для цельного пластика (1,15 мм) и для составного пластика (1,5 мм).

При выборе для замены материала, используемого в производстве дейдвудных подшипников гребного вала необходимо руководствоваться показателями предельного водопоглощения и предельного объёмного разбухания. Тогда суждение о применении ДСП-Б составного, как не охарактеризованного показателем ни предельного водопоглощения, ни предельного объёмного разбухания, следует рассматривать только при наличии экспериментально обоснованного заключения компетентных сертифицированных служб. Принимать решение без этого недопустимо.

В связи с отсутствием в составном пластике показателя, характеризующего его поведение в воде как среде эксплуатации объекта, а также принимая во внимание вероятность разбухания за установленные пределы и развитие предельного трения, следует признать, что замена цельного пластика на составной не гарантирует надежности объекта. Или в общем виде – способности выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения.

Тот факт, что водопоглощение за 24 ч зависит от толщины образца, свидетельствует, что показатель не служит характеристикой самого вещества, а лишь отражает кинетику водопоглощения по мере послойного проникновения воды. Но разбухание при службе объекта (изделия) в воде захватывает весь объём, и здесь для характеристики заменяемого материала имеет значение только предельное разбухание как следствие предельного водопоглощения.

Для изделия толщиной 25...50 мм показатель за 24 ч ограничивается лишь десятой частью образца, тогда как давление разбухания – интегральный показатель, работает целиком. И именно предельное состояние определяет работоспособность или неработоспособность изделия, последнее в теории надежности называют отказом.

И ещё отметим, что при первоначальной разработке по применению подшипников из ДСП [5] специально вводилась характеристика разбухания по толщине в свободном состоянии до 20 %. Отсутствие такой характеристики в ДСП-Б составном делает решение о замене им ДСП-Б цельного неграмотным.

Таким образом, ДСП-Б составной не может без экспериментальной проверки быть рекомендован как полноценный заменитель ДСП-Б цельного в подшипниках гребных валов. Более того, имеются основания считать, что поведение рассматриваемых марок пластиков при эксплуатации в водной среде окажется существенно различающимся. Ограничения ДСП-Б составного состоят в невозможности простой замены на цельный, если средой эксплуатации является вода.

Литература:

1. ГОСТ 13913–78. Пластики древесные слоистые (ДСП). Технические условия. – М.: ИПК изд-во стандартов, 1995. – 13 с.

2. Клячкин В.Н. Статистические методы в управлении качеством. – М.: Финансы и статистика, 2009. – 304 с.
3. ГОСТ 16483.14–72. Древесина. Методы испытания на разбухание. – М.: ИПК изд-во стандартов, 1999. – 7 с.
4. Иванов Ю.М. О давлении набухания древесины. – Труды Института леса АН СССР, 1953, т 9. – С. 2336-249.
5. Временная инструкция по проектированию, изготовлению и эксплуатации подшипников валопроводов с антифрикционными вкладышами из древесного слоистого пластика (ДСП). № 5-169-54. – Л.: ЦНИИ имени академика А.Н. Крылова, 1954. – 11 с.

Алфавитный список авторов

Абрамов Николай Александрович – магистрант кафедры технологии древесных и целлюлозных композиционных материалов СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург (E-mail: wood-plast@mail.ru).

Бараш Леонид Исакович – эксперт по производству слоистых пластиков ОАО «Объединённая строительная компания», к.т.н., профессор, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург (E-mail: barashl@mail.ru).

Бардонов Василий Андреевич – генеральный директор ООО «Лессертика», к.т.н., Российская Федерация, Калужская область, г. Балабаново (E-mail: lessertika@ya.ru).

Бращайко Александр Андреевич – независимый эксперт, Федеративная Республика Германия, Свободное государство Бавария, г. Ингольштадт (E-mail: alexanderbraschaiko@gmail.com).

Брутян Кристина Гагиковна – преподаватель кафедры технологии материалов, конструкций и сооружений из древесины СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, к.т.н., Российская Федерация, г. Санкт-Петербург (E-mail: kristina.brutyant@gmail.com).

Варанкина Галина Степановна – профессор кафедры технологии материалов, конструкций и сооружений из древесины СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, д.т.н., Российская Федерация, г. Санкт-Петербург (E-mail: varagalina@yandex.ru).

Васильев Виктор Владимирович – ведущий инженер кафедры технологии древесных и целлюлозных композиционных материалов СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, к.т.н., Российская Федерация, г. Санкт-Петербург (E-mail: victor.vasil@mail.ru).

Васичев Алексей Геннадьевич – руководитель филиала фирмы «ГреКон» в Российской Федерации и странах СНГ, г. Москва, Российская Федерация, (E-mail: Alexey.Vasichev@grecon.ru).

Винцюн Зоя Роальдовна – начальник технологического отдела АО «НИИПлесдрев» по СМК, главный инженер проектов, к.т.н., Российская Федерация, Тюменская область, г. Тюмень (E-mail: niiples@yandex.ru).

Вьюнков Сергей Николаевич – ведущий инженер кафедры технологии древесных и целлюлозных композиционных материалов СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, к.т.н., Российская Федерация, г. Санкт-Петербург (E-mail: a_tv@list.ru).

Гамова Ирина Александровна – доцент кафедры технологии древесных и целлюлозных композиционных материалов СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, к.т.н., Российская Федерация, г. Санкт-Петербург (E-mail: wood-plast@mail.ru).

Грошев Иван Михайлович – начальник центральной заводской лаборатории ОАО «Витебскдрев», руководитель филиала кафедры технического регулирования и товароведения «ВГТУ» на ОАО «Витебскдрев», к.т.н., Республика Беларусь, Витебская область, г. Витебск. (E-mail: groshev.i@wood.by).

Дойлин Юрий Владимирович – генеральный директор ОАО «Витебскдрев», Республика Беларусь, Витебская область, г. Витебск. (E-mail: drev@vitebsk.by).

Захаров Сергей Сергеевич – специалист по учебно-методической работе кафедры технологии древесных и целлюлозных композиционных материалов СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, к.т.н., Российская Федерация, г. Санкт-Петербург. (E-mail: wood-plast@mail.ru).

Зими́на Елена Леонидовна – доцент кафедры конструирования и технологии одежды и обуви Витебского государственного технологического университета, к.т.н., Республика Беларусь, г. Витебск. (E-mail: alenakul26@mail.ru).

Иванов Александр Михайлович – аспирант кафедры технологии материалов, конструкций и сооружений из древесины СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург (E-mail: ivanovsashaxxl@gmail.com).

Иванов Борис Константинович – руководитель испытательной лаборатории ООО «Лессертика», Российская Федерация, Калужская область, г. Балабаново (E-mail: lessertika@ya.ru).

Иванов Даниил Валерьевич – специалист по учебно-методической работе кафедры технологии древесных и целлюлозных композиционных материалов СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург. (E-mail: ivanov.d.v.spb@74.ru).

Коваленко Ирина Вячеславовна – старший преподаватель кафедры технологии и оборудования деревообрабатывающих производств СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург (E-mail: tdp@spbftu.ru).

Леонович Адольф Ануфриевич – заведующий кафедрой технологии древесных и целлюлозных композиционных материалов СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург. (E-mail: wood-plast@mail.ru).

Лысова Татьяна Сергеевна – ведущий инженер технологического отдела АО «НИИПлесдрев» по СМК, главный инженер проектов, к.т.н., Тюменская область, г. Тюмень (E-mail: niiples@yandex.ru).

Меркулова Александра Федоровна – магистрант кафедры технологии древесных и целлюлозных композиционных материалов СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург. (E-mail: merkulova.sasha@yandex.ru).

Микрюкова Елена Вячеславовна – доцент кафедры деревообрабатывающих производств Поволжского государственного технологического университета, к.т.н., Российская Федерация, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола (E-mail: mikryukovaev@volgatech.net).

Пермяков Антон Владимирович – магистрант кафедры технологии древесных и целлюлозных композиционных материалов СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург. (E-mail: anton-896@mail.ru).

Петров Анатолий Павлович – ректор Всероссийского института повышения квалификации руководящих работников и специалистов лесного хозяйства, д.э.н., профессор, Российская Федерация, Московская область, г. Пушкино (E-mail: appetrov180118@gmail.com).

Русаков Дмитрий Сергеевич – доцент кафедры технологии материалов, конструкций и сооружений из древесины СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, к.т.н., Российская Федерация, г. Санкт-Петербург (E-mail: dimaru25@mail.ru).

Седых Мария Александровна – магистрант кафедры деревообрабатывающих производств Поволжского государственного технологического университета, Российская Федерация, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола (E-mail: mikryukovaev@volgatech.net).

Семёнова Вера Борисовна – заместитель генерального директора АО «НИИПлесдрев» по СМК, главный инженер проектов, к.т.н., Тюменская область, г. Тюмень (E-mail: niiples@yandex.ru).

Столбов Александр Максимович – генеральный директор ОАО «Фанпласт», Российская Федерация, г. Санкт-Петербург (E-mail: 9102321@mail.ru).

Тарутько Константин Игоревич – магистрант кафедры технического регулирования и товароведения Витебского государственного технологического университета, Республика Беларусь, Витебская область, г. Витебск. (E-mail: groshev.i@wood.by).

Толстик Юлия Валерьевна – заместитель генерального директора по качеству УП "БР-Консалт", Республика Беларусь, г. Минск. (E-mail: tolstik.y@wood.by).

Угрюмов Сергей Алексеевич – профессор кафедры технологических процессов и машин лесного комплекса СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, д.т.н., профессор, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург. (E-mail: ugr-s@yandex.ru).

Чернышева Эвелина Станиславовна – студент кафедры технологии древесных и целлюлозных композиционных материалов СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург (E-mail: wood-plast@mail.ru).

Чубинский Анатолий Николаевич – заведующий кафедрой технологии материалов, конструкций и сооружений из древесины СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, д.т.н., профессор, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург (E-mail: a.n.chubinsky@gmail.com).

Чубинский Максим Анатольевич – доцент кафедры общей экологии физиологии растений и древесиноведения СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, к.б.н., Российская Федерация, г. Санкт-Петербург (E-mail: mchubinsky@gmail.com)

Шалашов Александр Петрович – генеральный директор ЗАО «ВНИИДРЕВ», к.т.н., Российская Федерация, Калужская область, г. Балабаново (E-mail: vniidrev@mail.ru)

Шелоумов Андрей Валентинович – профессор кафедры технологии древесных и целлюлозных композиционных материалов СПбГЛТУ имени С.М. Кирова, д.т.н., профессор, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург. (E-mail: wood-plast@mail.ru).

Ширшиков Владимир Иннокентьевич – преподаватель кафедры технологии лесохимических продуктов, химии древесины и биотехнологии СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, д.т.н., профессор, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург (E-mail: mousebell@yandex.ru).

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Предисловие</i>	1
<i>Шалашов А.П.</i> Состояние и перспективы развития производства древесных плит в России	4
<i>Грошев И.М., Дойлин Ю.В., Толстик Ю.В.</i> Рынок фанеры и смол на основе формальдегида в Республике Беларусь.....	7
<i>Петров А.П.</i> Древесноплитное производство как экономическая основа интенсификации использования и воспроизводства лесов	18
<i>Леонович А.А.</i> О расширении сырьевой базы древесноплитного производства.....	20
<i>Ширишков В.И.</i> Оценка состояния лесосырьевой базы для плитного производства	29
<i>Угрюмов С.А.</i> Плитные материалы на основе недревесных наполнителей и модифицированных клеев	39
<i>Тарутько К.И., Дойлин Ю.В., Грошев И.М.</i> Перспективные эколого-ориентированные разработки изделий строительного назначения из отходов деревообрабатывающего производства и лёгкой промышленности.....	43
<i>Гамова И.А., Абрамов Н.А., Чернышева Э.С.</i> Использование отходов декоративных бумажно-смоляных плёнок.....	48
<i>Зими́на Е.Л., Грошев И.М.</i> Прогнозирование физико-механических свойств нетканых материалов, изготовленных путём горячего прессования ...	52
<i>Бардонов В.А.</i> Алгоритм внедрения наилучших доступных технологий в стандартизации требований химической безопасности древесных материалов и мебели.....	55
<i>Васичев А.Г.</i> Производство древесных плит с использованием современных контрольно-измерительных приборов и установок фирмы «ГреКон».....	62
<i>Семёнова В.Б., Винцюн З.Р., Лысова Т.С.</i> Проектирование предприятий по производству древесных плит	69
<i>Иванов Б.К., Бардонов В.А.</i> Исследование зависимости результатов физико-механических испытаний древесных материалов между стандартизированным методом и методом заводского производственного контроля.....	73
<i>Меркулова А.Ф., Васильев В.В.</i> Изучение экранирующей эффективности древесностружечных плит от электромагнитного излучения ноутбука	76

Леонович А.А., Шелоумов А.В. Огнезащита древесноплитных материалов с помощью бинарного покрытия	82
Микрюкова В.Е., Седых М.А. Плитный материал с использованием картонных гильз	88
Иванов Д.В. Использование обобщённой функции желательности Харрингтона для оценки качества древесных плит	92
Вьюнков С.Н., Васильев В.В. Карбамидоформальдегидные смолы с мольным соотношением формальдегида к карбамиду менее единицы.....	97
Брацыйко А.А. Рецептурно-технологические аспекты синтеза карбамидоформальдегидных смол для производства низкотоксичной клеёной продукции из древесины	102
Вьюнков С.Н. Роль карбамида при отверждении карбамидоформальдегидных смол	105
Брутян К.Г., Варанкина Г.С. Влияние термообработки на сорбционные свойства шунгитов	110
Бараи Л.И. Технологические факторы, влияющие на качество декоративных бумажнослоистых пластиков	114
Чубинский А.Н., Русаков Д.С., Варанкина Г.С., Коваленко И.В. К обоснованию условий и режимов склеивания осинового шпона	121
Русаков Д.С., Чубинский М.А., Иванов А.М., Варанкина Г.С. Исследование качества облицовывания фанеры шпоном из древесины разных пород порошкообразным клеем	126
Столбов А.М., Пермяков А.В., Леонович А.А. О невозможности замены древесного слоистого пластика марки «б» цельного на составной	131
Алфавитный список авторов.....	137

ВСЕ ДЛЯ ДЕРЕВООБРАБОТКИ, ПРОИЗВОДСТВА МЕБЕЛИ И ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ

<http://www.faeton-spb.ru>



Фирма «ФАЭТОН», основанная в 1991 году, поставщик импортного оборудования, технологий, программ, инструментов и материалов для производства мебели, деревообработки и деревянного домостроения.

Нашими основными партнерами являются немецкие фирмы-производители оборудования: ALTENDORF, AYEN, AVOLA, BARTH, BECK, ELKOM, GOETZINGER, GRAULE, GOTTSCHILD, HAGER, JOOS, JOSTING, KILLINGER, KLUGE, KUPER, KOCH, LOEWER, PAUL, REINHARDT, SCHEER, SCHEPPACH, SCHMALZ, STEGHERR, WALTER PILOT, WANDRES, WEINMANN, WEGOMA, WEIMA, WINTER, WIRTH, WIWA и других



Мы продаем качественные станки непосредственно от фирм – производителей из:

Италии – ALFAMACCHINE, ANDREONI, BIESSE, BALESTRIERI, BALESTRINI, BIGONDRY, BREVETTI, CARMAC, CAMAM, CEFLA, CENTAURO, ESSEPIGI, GREDA, GRIGGIO, LOCATELLI, MD DARIO, MAGGI, MANEA, MASTER WOOD, MARIOTTINI, OMGA, ORMAMACCHINE, OSAMA, PAOLONI Onelio, PANOTEC, PUTSCH Meniconi, QUICK Wood, STEMAS, STETON, SARMAX, STROMAB, TRABATTONI, VAL.MEC, VOLPATO; Австрии – AUER, BECK, COLUMBUS, GANNER, MERLIN, RAPHA; Боснии и Герцеговины – WISCHT Дании – AAGAARD, DAN LIST, Q-SYSTEM, LEIF & LORENZ, TRANSLYFT; Испании – BARBERAN, CMB, INTOREX; Словении – LEDINEK, TRIMWEX; США – CR.ONSURD, US CONCEPTS, VOORWOOD, SAFETY; Украины – OSV; Финляндии – MAKRON; Чехии – ACWORD, ADAMIK, BALINEK, MARSHAL-CZ, NEVA, ROJEK, RWT, SOUKUP, STOERI MANTEL, TOS SVITAVY; Швейцарии – LAMELLO; России – TIGROUP, БАКАУТ и других.

С 2001 года работает подразделение по продаже бывших в употреблении деревообрабатывающих станков производства европейских фирм.

Совместно с европейскими партнерами специалисты нашей фирмы осуществляют:

*анализ действующих предприятий для оптимизации технологических потоков с конкретными рекомендациями по увеличению выпуска изделий. Проектирование и модернизацию всех видов деревообрабатывающих производств, включая изготовление столярных изделий, деревянных коттеджей, евроокон и дверей, мебели (в том числе, стульев), паркета, евротары, гробов и т. п. – совместно с фирмой LIGNUM Consulting (Германия)

* внедрение программного обеспечения для:

- управления производством мебели «заказ-производство-склад», 20-20 TECHNOLOGIES (Канада)
- управления оконным и дверным производством, ³E LOOK (Германия)
- конструирования деревянных конструкций, лестниц и домов, SEMA (Германия)
- 3D – моделирования и проектирования обработок изделий, ALPHACAM (Германия);

* подбор и поставку оборудования как в комплекте (линия, цех, завод), так и позиционного, с привязкой, по Производительности, к существующему производству и по Вашим финансовым возможностям;

* монтаж и наладку приобретенного у нас оборудования и обучение Вашего технологического персонала работе на нем. Гарантийное и послегарантийное обслуживание поставленных станков;

* обеспечение запасными частями и расходными материалами.

Помимо станков «Фаэтон» производит продажу со складов в Санкт – Петербурге, Москве и Краснодаре:

- ✓ Деворезающих инструментов любого типа от фирм GUHDO, LEUCO, AKE, ITAL TOOLS и т.д.;
- ✓ Заточного оборудования фирм KAINDL и VOLLMER (Германия), OSAMA, VISCAT, MVM (Италия) и т.д.;
- ✓ Клеев и герметиков, а также полиуретановых композиций для декора фирмы KLEBCHIMIE (Германия);
- ✓ Лакокрасочных материалов, грунтов фирм VOTTELER (Германия), WIPCOATINGS (ICSAM) (Италия);
- ✓ Облицовочных пленок, пластиков и кромоочных материалов на основе пропитанных декоративных бумаг, синтетических полимеров BAUSCHLINNEMANN, RENOLIT, DOELLKEN, ALKOR, IMPRESS, LAMITEX, CHIYODA, SAVIOLA;
- ✓ Автономных систем аспирации измельченных древесных отходов фирмы ACword (Чехия);
- ✓ Гвозде-, скобо-, шпилькозабивных пневмо- и газовых пистолетов фирм BECK, HAUBOLD и PASLODE;
- ✓ Профессионального ручного плотницкого инструмента фирмы PROTOOL, SCHEER (Германия);
- ✓ Крепежных материалов для сборки каркасно-панельных деревянных домов и т.д.

Мы приглашаем Вас в офисы компании «ФАЭТОН» в Санкт- Петербурге, Москве и Краснодаре, имеющие демонстрационные залы с действующим оборудованием, обширные информационные материалы и обсудить с Вами вопросы по технологиям деревообработки, подбору и приобретению станков, инструментов, материалов, программ.

ООО «ФАЭТОН»:

197 343, Санкт - Петербург,
ул. Матроса Железняка, 41
Телефон /812/ 320 48 98,
факс /812/ 320 48 97
e-mail: enginery@faeton-spb.ru

Представительство в Москве:

129 343, Москва,
проезд Серебрякова, 2/1, офис 17
Телефон /495/ 221 07 88, 640 43 31
факс /495/ 221 07 88
e-mail: moscow@faeton-spb.ru

Представительство в Краснодаре:

350 031, Краснодар, пос. Березовый
ул. Карла Гусника, 17/5
Телефон /861/ 277 37 13,
факс /861/ 277 37 13
e-mail: krasnodar@faeton-spb.ru

ДРЕВЕСНЫЕ ПЛИТЫ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

**22-я Международная научно-практическая конференция
20-21 марта 2019 г.**

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции
ОК 005-93, т. 2; 95 3004 – научная и производственная литература

Подписано в печать 28.02.2019. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 9,0. Тираж 100 экз. Заказ 17623б.

Отпечатано с готового оригинал-макета, предоставленного организаторами конференции,
в типографии Издательства Политехнического университета.
195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.

Производственная компания ООО «ГРИНДЭЛ» предлагает высококачественные шлифовальные бесконечные ленты собственного изготовления для машинного плоского шлифования на плитных производствах из материалов немецкой компании AWUKO.

Зернистость по FEPA P36, P40, P50, P60, P80, P100, P120, P150.



SU 22 SY >>panel express<< достижение в истории разработки абразивных материалов. Обычно для шлифовки плит предлагались сегментированные широкие ленты, состоявшие из двух или более сегментов, соответственно имеющие несколько швов. Мы предлагаем широкие шлифовальные ленты рабочей поверхностью до 2000 мм имеющие только один шов и сегментированные ленты с двумя швами при ширине ленты более 2000 мм. Это высокопродуктивный абразивный материал высочайшего качества. Широко применяется для шлифования ДСП и МДФ.

Сочетание: карбид кремния, специальные связывающие элементы и сверх тяжёлые полиэфирные ткани, имеющие специальную фрикционную графитовую добавку, и антистатические свойства, – гарантируют наилучшую шлифовку, долгую эксплуатацию абразивного материала, улучшенные характеристики движения ленты.

KU 22 SY абразивный материал с зерном оксид алюминия на тяжёлой полиэфирной ткани.

SK 22 S в этом шлифовальном материале на комбинированной основе в качестве подложки используется соединение хлопковой ткани и плотной бумаги. Ткань повышает устойчивость к растяжению и защищает бумагу от ломкости. Антистатические свойства противодействуют преждевременному забиванию пылью, а внутренний бумажный слой ленты позволяет её применение на горячей плите. Применяется для шлифования ДСП и фанеры.

Материал **SK 22 S** для шлифовальных лент выпускается AWUKO шириной 1650 мм и 2050 мм, что позволяет изготавливать ленты с одним швом для большинства производств или сегментированные ленты с двумя швами при ширине ленты более 2000 мм.

ООО «ГРИНДЭЛ»

Россия, г.Санкт-Петербург, ул.Минеральная, д.32, литера Ч

тел/факс: **+7 (812) 740-78-41, 740-78-42**

E-mail: grind-l@bk.ru