

Акционерное общество  
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ВНИИДРЕВ»  
АО «ВНИИДРЕВ»

**СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ  
РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА  
ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ**

**21 – я Международная  
научно-практическая конференция  
21 – 22 марта 2018 г.**

**Сборник докладов**

**Балабаново  
2018**

Ответственный редактор:

Заместитель генерального директора  
АО «ВНИИДРЕВ»  
**Гнутова Е.П.**

Редакционный комитет:

**Леонович А.А.** - заведующий кафедрой СПбГЛТА, профессор, доктор техн. наук, заслуженный деятель науки РФ, академик МАНЭБ.

**Шалашов А.П.** – генеральный директор АО ВНИИДРЕВ», канд. техн. наук.

Организационный комитет:

**Шалашов А.П.** – председатель оргкомитета

**Гнутова Е.П.** – член оргкомитета

**Гусева О.Н.** – член оргкомитета

**УДК 674.817-41/815-41**

Состояние и перспективы развития производства древесных плит: Сборник докладов 21–ой международной научно-практической конференции 21 - 22 марта 2018 г./Под ред. Е.П. Гнутовой. - Балабаново, 2018. - 214 с.

## СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ В РОССИИ

*А.П. ШАЛАШОВ – АО «ВНИИДРЕВ»*

В России продолжается рост производства древесных листовых материалов. Однако темпы роста по сравнению с нулевыми годами снизились (таблица 1).

В 2017 г. объемы производства ДСП составили 8,41 млн.м<sup>3</sup> и увеличились по сравнению с 2016 г. на 8 %.

Продолжается рост производства ДВП в целом по России. Производство ДВП мокрым способом ежегодно сокращается при росте объемов выпуска плит сухим способом производства (в основном, плит МДФ).

По оперативным данным Росстата объемы производства ДВП в 2017 г. увеличились на 6 % по сравнению с 2016 г. и составили 590 млн.м<sup>2</sup>.

Производство фанеры неожиданно упало на 1 %.

Мировой спрос на древесные плиты в 2016 г. составил 225 млн.м<sup>3</sup> (среднегодовой рост за 2012-2016 гг. — 4,2 %) и был распределен следующим образом:

- ДВП (без МДФ/ХДФ) — 5 %,
- МДФ/ХДФ — 43 %, ДСП — 39 %,
- ОСП — 13 %.

ДВП включает 2 подгруппы: древесно-волоконистые плиты средней и высокой плотности (МДФ/ХДФ) и все остальные плиты, относящиеся к категории древесно-волоконистых плит — ДВП (без МДФ/ХДФ).

Мировой спрос на ДВП (без МДФ/ХДФ) снижался, в среднем, на 1,5 % в год в период 2012-2016 гг. и составил 11,8 млн.м<sup>3</sup> в 2016 г. В то же время спрос на ДВП на ключевых для России рынках стран-импортеров (Узбекистан, Казахстан, Таджикистан, Турция) в 2012-2016 гг. снижался, в среднем, на 4,2 % и составил 0,22 млн.м<sup>3</sup> в 2016 г.

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

	Ед. изм.	Объемы по годам					2030 г.
		2013	2014	2015	2016	2017	
Древесно-стружечные плиты (ДСП) и ориентированно-стружечные плиты (ОСП)	тыс. м <sup>3</sup>	6652	6825,3	7209	7330	8473	8300-9600
Древесно-волоконистые плиты (ДВП), всего	млн. м <sup>2</sup>	426,1	468,6	502,2	553,8	590,3	1000-1100
Фанера	тыс. м <sup>3</sup>	3335	3561	3648,7	3759,3	3729	5400

В период 2012-2016 гг. спрос на ДВП (без МДФ/ХДФ) в России снижался значительно быстрее рыночных темпов, в среднем, на 18,8 % в год и составил 0,4 млн.м<sup>3</sup> в 2016 г.

Мировой спрос на МДФ/ХДФ рос, в среднем, на 4,0 % в период 2012-2016 гг. и составил 96 млн.м<sup>3</sup> в 2016 г. Рост объясняется распространением ламинированных полов и частичным вытеснением фанеры и ДСП при производстве мебели. Наиболее быстро спрос на МДФ/ХДФ в период 2012-2016 гг. рос в Иране (+ 9,1 %), Европе (+ 6,1 %), России (+ 5,5 %), Китае (+ 4,0 %). Среднегодовой темп роста спроса на внешних рынках, на которые исторически фокусировались российские экспортеры (Казахстан, Узбекистан, Белоруссия, Турция), составлял 6,4 % в год за последние 5 лет.

В 2016 г. объем производства МДФ/ХДФ в России составил 2,6 млн.м<sup>3</sup>. На рынке практически полностью вытеснен импорт (менее 0,3 млн.м<sup>3</sup> в 2016 г.), наблюдается рост экспорта: так, в 2016 г. он составил около 0,6 млн.м<sup>3</sup>, увеличившись по сравнению с 2015 г. почти вдвое.

Мировой спрос на ДСП растет (+ 4,3 %), в период с 2012-2016 гг. спрос вырос с 75 до 88 млн.м<sup>3</sup>. Основными потребителями ДСП в мире являются Китай, на который приходится четверть мирового потребления ДСП, и Европа, которая потребляет еще 40 %. В 2012-2016 гг. наибольший рост потребления ДСП показали Китай — 14,8 %, Северная Америка — 4,1 % и Европа — 3,5 %.

В 2016 г. объем производства ДСП в России составил 6,6 млн.м<sup>3</sup> при внутреннем потреблении, равном 5,2 млн.м<sup>3</sup>. Экспорт ДСП увеличился на 30 % по сравнению с 2015 г. и составил 1,6 млн.м<sup>3</sup> в 2016 г. Экспорт в страны СНГ — традиционный рынок сбыта российских ДСП — составил 81 % от общего в 2016 г. Тем не менее, девальвация российского рубля обусловила увеличение экспорта ДСП в страны Европы (13 % всего экспорта), по этому направлению наблюдалось почти двукратное увеличение объема по сравнению с 2015 г. Девальвация, а также оптимизация транспортных издержек, в частности — использование обратной загрузки контейнеров —

позволила российским производителям также увеличить экспорт ДСП в Китай — в абсолютном значении прирост составил около 17,5 тыс.м<sup>3</sup>. Несмотря на это, доля Китая в структуре российского экспорта ДСП пока остается небольшой — 1,1 %.

Мировое потребление ОСП в 2016 г. составило 29 млн.м<sup>3</sup>, среднегодовой рост за 2012-2016 гг. в мире — 8,1 %, в СНГ — 14,6 %. Рост потребления ОСП связан с замещением хвойной фанеры и других материалов благодаря лучшему сочетанию цены и прочности, удобству обработки. Лидерами по потреблению ОСП являются США — 58 % в структуре мирового спроса, Европа — 20 % и Канада — 8 %.

Рынок ОСП в России показывал высокие темпы среднегодового роста в период 2012-2016 гг. — 19,5 %, в связи с тем, что они стали замещать другие материалы в конструкциях деревянных домов. Высокие темпы роста обусловлены ростом деревянного домостроения, а также другого строительства и ремонта домов.

В 2016 году 36 % российского спроса удовлетворялось за счет импорта. Однако, в период 2012-2016 гг. наблюдалась тенденция на снижение импорта (среднегодовой темп роста - 7,4 %) в связи с активным развитием отечественного производства (+ 127,0 % за аналогичный период). Ожидается, что тенденция вытеснения импортных ОСП с рынка будет продолжаться.

На сегодняшний день российская продукция потребляется преимущественно на внутреннем рынке и в незначительных объемах экспортируется в ближнее зарубежье и страны Европы. Крупнейшими импортерами российских ОСП являются: Казахстан (41 тыс.м<sup>3</sup>), Украина (6 тыс.м<sup>3</sup>) и Великобритания (4 тыс.м<sup>3</sup>). Не высокие объемы экспорта ОСП обусловлены работой российских производителей на насыщение внутреннего рынка. Однако ОСП российского производства конкурентоспособно по цене также в странах СНГ, Европы, Северной Америки, в связи с чем существует большой потенциал экспорта ОСП в эти страны. По данным крупных российских производителей ОСП, себестоимость российских ОСП с доставкой в США составляет около \$ 210-220 за

кубический метр, в то время как средняя цена на рынке США — около \$ 300 за кубический метр.

Рост спроса на ДВП внутри страны прогнозируется незначительным — с 0,40 млн.м<sup>3</sup> в 2016 г. до 0,5 млн.м<sup>3</sup> в 2030 г.

Хорошими рыночными перспективами внутри Российской Федерации обладает МДФ, замещающие другие виды плит в строительстве и мебельной промышленности. Рост спроса на МДФ внутри страны прогнозируется на уровне 3,7-4,0 % в год с 2,3 млн.м<sup>3</sup> в 2016 г. до 3,8 млн.м<sup>3</sup> в 2030 г.

С 2016 по 2030 г. спрос на ДСП в России будет расти, в среднем на 1,5 % в год и составит 6,4 млн.м<sup>3</sup> в 2030 г.

В период 2016-2030 гг. в России прогнозируется среднегодовой рост потребления ОСП на уровне 4,0 %: с 1,1 до 1,9 млн.м<sup>3</sup>, обеспеченный потребностями деревянного домостроения, другим строительством и ремонтом, производством мебели и упаковки.

В перспективе до 2030 г., отечественный рынок, рынки стран СНГ и Восточной Европы останутся наиболее значимыми рынками сбыта для российских производителей древесных плит. Однако страны дальнего зарубежья — Китай, Западная Европа и США — так же станут потенциальными рынками сбыта для российских производителей. Это стало возможным по причине девальвации российского рубля, уменьшения транспортных издержек (например, путем обратной загрузки контейнеров, идущих в Китай) и увеличения доли насыщенности локального рынка (например, по ОСП).

США, крупнейший рынок ОСП, рассматривается как наиболее перспективный для экспорта этого вида плит, в то время как в Китай и Европу существует возможность экспортировать ОСП, ДСП и МДФ плиты. Потенциал развития экспорта ДВП (без МДФ/ХДФ) ограничен, в связи с падением спроса на этот продукт в мире и отсутствием у российских производителей ценового преимущества.

В настоящий момент российские производители ОСП, ДСП и МДФ плит имеют существенное преимущество (до двух и более раз) по себестоимости производства в сравнении с

зарубежными игроками. Однако целесообразность экспорта во многом зависит от величины логистических издержек. Ценовое преимущество сохраняется, в основном, при условии расположения производственных предприятий близко к границе с экспортным рынком, либо вблизи морского порта или транспортного контейнерного хаба. Именно поэтому развитие транспортной инфраструктуры в местах концентрации большого числа производственных предприятий будет во многом определять перспективы российского экспорта. На данный момент некоторые российские производители плит не рассматривают возможности выхода на экспорт ввиду нахождения производств в глубине страны, либо отдаленности от развитой логистической сети. Примером же успешно реализованного проекта по развитию логистической сети можно назвать транспортный хаб Ворсино в Калужской области, построенный в рамках «нового шелкового пути» и упрощающий российским экспортерам доступ к китайскому рынку.

В перспективе до 2030 г. в стратегии развития ЛПК, разработанной Минпромторгом РФ, были сформированы два сценария развития экспорта в зависимости от развития транспортной инфраструктуры и уровня государственной поддержки экспорта. Сценарии представлены в таблице 2.

Существующих производственных мощностей по производству ДВП достаточно для удовлетворения спроса в 2030 г.

До 2030 г. планируется ввод 2,3 млн.м<sup>3</sup> мощностей по производству МДФ/ХДФ в 6 субъектах РФ: Смоленской, Ленинградской, Томской, Калужской и Калининградской областях, Хабаровском крае и в Республике Татарстан (таблица 3). Суммарная мощность производств составит 4,9 млн.м<sup>3</sup>, что достаточно для покрытия спроса в 2030 г. в консервативном сценарии. Однако для удовлетворения спроса в оптимистичном сценарии может понадобиться ввод дополнительных мощностей по производству до 0,8 млн.м<sup>3</sup> МДФ/ХДФ.

Таблица 2 – Прогноз производства древесных плит в России, млн.м<sup>3</sup>

Продуктовая группа	Производство 2016 г.	Производство 2030 г. (инерц.-страт. сценарии)	Экспорт 2030 г. (инерц.-страт. сценарии)	Доля экспорта в производстве 2030 г., %
ДСП	7,4	8,3-9,6	2,1-3,4	25-35%
ДВП (без МДФ)	0,4	0,6	0,2	30%
МДФ/ХДФ	2,6	4,9-6,1	1,3-2,5	25-40%
ОСП	0,8	2,6-3,4	0,8-1,5	30-45%

Таблица 3 – Проекты строительства заводов по производству МДФ

№ п/п	Мощность, тыс.м <sup>3</sup> /год	Предприятие, оборудование	Сроки реализации проектов
1	200	ЗАО «РосКитИнвест» (Томская область)	2018 г.
2	300	ОАО «Дальлеспром»	2018 г.
3	400	Компания «Kastamonu Entegre» (Турция) в ОЭЗ «Алабуга», Татарстан	
4		«Кроношпан» (Калининградская область)	

Новые производства ДСП заявлены в Брянской, Кемеровской и Калужской областях. Прирост мощности существующих предприятий оценивается в 0,5 млн.м<sup>3</sup> (с текущих 7,0 до 7,5 млн.м<sup>3</sup> в 2030 г.). Для удовлетворения спроса в 2030 г. потребуются ввод дополнительных мощностей по

производству 0,5-2,1 млн.м<sup>3</sup> в зависимости от сценария (таблица 4).

Таблица 4 - Проекты строительства заводов по производству ДСП

№ п/п	Мощность, тыс. м <sup>3</sup> /год	Предприятие, оборудование	Сроки реализации проектов
1	150	Завод ДСП в пос. Итатка Томской обл.	2018 г.
2	160	ПГ «Союз-Центр» (Калужская область) Линия с непрерывным прессом ф. «Зимпелькамп»	2018 г.
3	600	Промышленная Группа «СВЕЗА» в Алапаевском районе Свердловской области на базе ОАО «Фанком»	Отложено финансирование
4	120	ЗАО «Мариинский плитный комбинат», Кемеровская обл. (ДСП)	2020 г.
5		РосКитИнвест Асино	2020 г.

Заявленные новые мощности (в том числе приведенные в таблице 5) по производству ОСП до 2024 г. составляют 3,9 млн.м<sup>3</sup>. Проекты заявлены в ХМАО, Кемеровской, Нижегородской, Кировской и Вологодской областях, в республиках Карелия, Башкортостан и Бурятия. Заявленных мощностей хватит для покрытия спроса в 2030 г. в обоих сценариях.

Поскольку основным источником роста спроса на российские плиты будут экспортные рынки (в основном, дальнего зарубежья), расположение новых плитных производств должно производиться с учетом не только близости к

древесному сырью, но и достижения приемлемого уровня транспортных затрат на экспорт. Это должно обеспечиваться либо за счет создания производств вблизи границ экспортных рынков, либо вблизи развитых логистических контейнерных хабов.

Таблица 5 – Некоторые проекты строительства заводов по производству ОСП

№ п/п	Мощность, тыс.м <sup>3</sup> /год	Наименование предприятия	Сроки реализации проектов
1	250	Компания «Югра-плит»	2020 г. отложен
2	500	Компания «Kastamonu Entegre» (Турция) ОЭЗ «Алабуга», Татарстан.	2018 г.
3	400	Компания «Реал-Инвест» (Нижегородская обл.)	2019 г.

#### Список литературы

1. Отчетные данные Росстата РФ за 2017 год.
2. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года: Проект / Минпромторг РФ. – 2017.

## **СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЛИСТОВЫХ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ И МЕБЕЛИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

*И.М. ГРОШЕВ, Ю.В. ДОЙЛИН – ОАО «ВИТЕБСКДРЕВ»*

*Ю.В. ТОЛСТИК – УП «БР-КОНСАЛТ»*

*Н.А. МИНИН - ПКТБМ ОАО «МИНСКПРОЕКТМЕБЕЛЬ»*

Лесопромышленный комплекс (ЛПК) Республики Беларусь является динамично развивающейся отраслью народного хозяйства – это законченный производственный цикл от выращивания и заготовки леса до выработки готовой продукции. Это единый цельный хозяйственный организм и в экономическом отношении, и в производственном, и в плановом. Оптимальная мощность, профиль и структура производства, сроки существования ЛПК определяются величиной и породным составом сырьевой базы при непрерывном пользовании лесом.

По запасам древесины и площади лесов (180 м<sup>3</sup> и 0,9 га на человека соответственно) наша страна входит в пятерку лидеров среди государств Европы. ЛПК страны представлен более чем 5-ю тысячами предприятий. Из них доминируют производства деревообрабатывающей промышленности. На их долю приходится свыше 66 % общего объема продукции отрасли, в том числе на мебельное – около 40 %, строительных деталей и плит из древесины – около 20 % и около 2 % всего общего объема обрабатывающей отрасли Беларуси. Менее развита химическая переработка древесины и составляет примерно 21 %, в том числе: производство целлюлозной бумаги и картона приблизительно 8 %, изделия из бумаги и картона – 7 %, бумажная и картонная тара – 5 %, лесохимическая – 1 %.

На предприятиях ЛПК Республики Беларусь производится более 6 % всей продукции промышленности (в странах СНГ от 1 до 4 %). Экспорт лесопродукции составляет около 7 % всего отечественного экспорта. При этом неоправданно низкая доля ЛПК в ВВП, приблизительно 4-5 %.

Основные запасы древесины сконцентрированы в Гомельской (около 22,8 %), Минской (около 21 %) и Витебской (около 18 %) областях. Производство же продукции ЛПК сосредоточено, в основном, в Минской (около 32,5 %) и Гомельской (около 24 %) областях. В Витебской всего 7,3 %. Лесистость территории Республики Беларусь составляет около 40 % (в Гомельской области более 45 %). Общий запас древесины составляет 1,7 млрд. м<sup>3</sup> при общей площади лесного фонда 9,5 млн. га.

Для справки: площадь территории Республики Беларусь составляет 207,6 тыс. км<sup>2</sup>, плотность населения 48 человек на 1 км<sup>2</sup>.

Выход готовой продукции с 1 м<sup>3</sup> древесины в Беларуси далек от оптимального. Например, в Финляндии из 1 м<sup>3</sup> древесины производят 166 тыс. долларов США, в Республике Беларусь – 73 тыс. долларов США, то есть в 2,2 раза меньше. Один из показателей уровня развития общества – потребление бумаги и картона на душу населения. Оно составляет до 300 кг в развитых странах, в Республике Беларусь – не более 50 кг. Поэтому для нас важно развитие целлюлозно-бумажного производства и доведение общего количества целлюлозосодержащих полуфабрикатов (древесной массы) до 250 тыс. т в год, что позволит увеличить эффективность ЛПК. Химическая и химико-механическая переработка древесины, примерно в 30 раз увеличивает прибыль от использования лесных ресурсов. Более полная переработка древесного сырья экономит лес. Например, 1 м<sup>3</sup> ДСП, изготовленных из низкосортной древесины, отходов заготовки и переработки древесного сырья, заменяет 3,6 м<sup>3</sup> круглого леса, а 1 млн. м<sup>3</sup> ДВП мокрого способа производства сохраняет около 300 га леса.

Деревообрабатывающая отрасль Беларуси представлена, главным образом, концерном «Беллесбумпром», УП «БР-Консалт» - Управляющая компания Холдинга организаций деревообрабатывающей промышленности с 01.04.2016 года (9 предприятий). Производство мебели сосредоточено также на

крупных вневедомственных предприятиях, таких как СП «Черный-Красный-Белый», «Инволюкс», «Явид», ЧУПП «Мебельсервис», ОДО «Дельта», ЧТУП «Арт-Трио», ООО «Майстра Классик», «Эмпорио», «Студия К-мебель», «Мебель Аквилон Стил», «Мебельная фабрика К.В.П» и другие.

В Республике Беларусь функционируют 16 совместных и иностранных предприятий деревообработки, которые производят пиломатериалы, картон, мебель, древесные плиты, карбамидоформальдегидные смолы и другие товары.

В лесном фонде Беларуси достаточно высокий процент мягколиственных пород (23,2 % - березы, 8,5 % - ольхи, 2,1 % - осины). Этот ресурс был слабо задействован в производстве. Эффективность его использования из-за низкой добавочной стоимости была недостаточной. Исправить ситуацию и призваны новые деревообрабатывающие мощности – плитные и фанерные производства.

Указом Президента Республики Беларусь от 18 октября 2007 г. № 529 «О некоторых мерах по развитию деревообрабатывающей промышленности» определено проведение работ по созданию (строительству), техническому переоснащению, модернизации и реконструкции производства базовых организаций. Цель реализации инвестиционных проектов – создание эффективных и современных деревообрабатывающих производств, обеспечивающих комплексное и рациональное использование древесины, задействование и сохранение ресурсного и кадрового потенциала для освоения выпуска конкурентоспособной экспортоориентированной продукции. Модернизация деревообрабатывающей промышленности, начатая в 2008 году, обошлась в 1 млрд. евро. Сроки погашения кредитов и сроки реализации инвестиционных проектов, в соответствии с Указом № 160 от 09.04.2015 г., продлены еще на 5 лет и обязательства предприятий перед банками могут растянуться до 2029-2030 гг.

Производственная мощность инвестиционных проектов базовых организаций представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Производственная мощность инвестиционных проектов базовых организаций

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование организации</b>	<b>Наименование проекта</b>	<b>Производственная мощность</b>
1	ОАО «Ивацевичдрев»	Производство плит ДСП	250 тыс. м <sup>3</sup> /год
2	ОАО «Борисовдрев»	Производство плит МДФ	60 тыс. м <sup>3</sup> /год
3	ОАО «Витебскдрев»	Производство плит МДФ, в т.ч. линия напольных покрытий	140 тыс. м <sup>3</sup> /год 2,5 млн. м <sup>3</sup> /год
4	ОАО «Речицадрев»	Производство плит ДСП	200 тыс. м <sup>3</sup> /год
5	ОАО «ФандОК»	Производство плит ДСП	30 тыс. м <sup>3</sup> /год
6	ГП «МозырьскийДОК»	Производство изоляционных ДВП	230 тыс. м <sup>3</sup> /год
7	ОАО «Гомельдрев»	Производство плит МДФ, в т.ч. линия напольных покрытий	150 тыс. м <sup>3</sup> /год 8 млн. м <sup>3</sup> /год
8	ОАО «Мостовдрев»	Производство плит МДФ, в т.ч. линия напольных покрытий	150 тыс. м <sup>3</sup> /год 4,5 млн. м <sup>3</sup> /год

Объемы производства предприятий концерна «Беллесбумпром» за 2014-2017 годы представлены в таблице 2.

Загрузка производственных мощностей предприятий концерна «Беллесбумпром» за 2017 год представлена в таблице 3.

Основная причина низкой загрузки мощностей – снижение емкости мирового, Российского, Украинского потребительских рынков древесных плит и рынка стран ЕАЭС.

В совокупности мощности модернизированных предприятий в настоящее время составляют 1,5 млн. м<sup>3</sup> древесноволокнистых плит (МДФ/ХДВ), более 1,8 млн. м<sup>3</sup> древесностружечных плит (ДСП), 1,1 млн. м<sup>3</sup> изоляционных древесноволокнистых и ориентировано-стружечных плит (ИДВП/ОСБ), а также 290 тысяч м<sup>3</sup> фанеры. Это общие объемы с учетом Кроношпан и ВМГ Индустри.

Мощности концерна «Беллесбумпрома» при этом составляют: ДСП – 510 тыс. м<sup>3</sup>; ДВП – 610 тыс. м<sup>3</sup>; фанера – 280 тыс. м<sup>3</sup>; ламинированные напольные покрытия – 15,1 млн. м<sup>2</sup>; ИДВП – 230 тыс. м<sup>3</sup>.

Производство мебели – основа деревообрабатывающей промышленности Республики Беларусь, позволяющая максимально перерабатывать сырье на территории страны и экспортировать готовую продукцию с высокой добавленной стоимостью. Белорусская мебель – это уже визитная карточка, представляющая нашу страну.

Производство мебели в Республике Беларусь осуществляют порядка 600 предприятий различных форм собственности, 19 из которых входят в состав концерна «Беллесбумпром». Они производят около одной трети выпускаемой в республике мебели (33,1 %).

Всего мебельная продукция предприятий концерна экспортируется в 34 страны.

Экспорт по всем видам продукции предприятий концерна охватывает более 50 стран. В 2017 году он составил 400 млн. долларов США, что на 42 % больше, чем в 2016 году.

Таблица 2 - Объемы производства предприятий концерна «Беллесбумпром»

Предприятие	Объем производства			
	2014	2015	2016	2017
<b>Фанера клееная, тыс. м<sup>3</sup></b>				
Борисовдрев	0,0	2,9	0,5	8,4
Гомельдрев	10,6	10,1	10,9	25,1
Мостодрев	46,7	28,0	24,9	44,4
Речицадрев	14,9	23,5	23,8	36,1
ФанДОК	26,1	18,9	17,3	34,4
Пинскдрев	71,6	74,8	91,8	96,3
<b>ВСЕГО</b>	<b>169,9</b>	<b>158,2</b>	<b>169,2</b>	<b>244,7</b>
<b>Древесностружечные плиты, тыс. м<sup>3</sup></b>				
Витебскдрев	29,5	12,6	2,5	0,0
Речицадрев	45,0	79,2	147,4	214,2
ФанДОК	1,8	1,4	2,0	17,5
Ивацевичдрев	329,8	302,1	305,5	322,8
<b>ВСЕГО</b>	<b>406,1</b>	<b>395,3</b>	<b>457,4</b>	<b>554,5</b>
<b>Древесноволокнистые плиты, усл. тыс. м<sup>2</sup></b>				
Борисовдрев	7622	12569	11843	14965
Витебскдрев	12399	10479	7951	15929

Предприятие	Объем производства			
	2014	2015	2016	2017
Гомельдрев	0	9089	21921	38480
Мостовдрев	407	10022	16758	33300
Борисовский ДОК	21061	16926	14789	16722
<b>ВСЕГО</b>	<b>41489</b>	<b>59085</b>	<b>73262</b>	<b>119396</b>
<b>Древесноволокнистые плиты ИДВП, усл. тыс. м<sup>2</sup></b>				
Мозырский ДОК	308	265	279	377
<b>ВСЕГО</b>	<b>308</b>	<b>265</b>	<b>279</b>	<b>377</b>
<b>Мебель,</b>	<b>млн. руб. (до деноминации)</b>		<b>тыс. руб. (после деноминации)</b>	
Бобруйскмебель	113169	99320	10436	12536
Борисовдрев	3177	0	0	0
Гомельдрев	132317	79486	8440	8926
Гомельская мебельная фабрика «Прогресс»	201824	220628	22449	23451
Зов-ЛЕН-Евромебель	755240	703476	38607	49239
Ивацевичдрев	0	2155	988	1956
Лидская мебельная фабрика	48458	49644	2793	2735
Минскмебель	51670	42295	0	0

Продолжение таблицы 2

Предприятие	Объем производства			
	2014	2015	2016	2017
Минскпроектмебель	26578	18914	4109	4537
Могилевдрев	20424	22882	2525	2318
Мозырский ДОК	28917	26811	2508	3060
Мозырьлес	10025	10059	1379	1078
Молодечномебель	339329	355367	36696	39263
Мостовдрев	13964	11960	501	303
Пинскдрев	1203774	1290599	141124	145122
Речицадрев	8510	13793	1262	1662
Ружанская мебельная фабрика	45147	42509	2030	524
Слониммебель	165600	187342	18325	21851
Сосновый Бор	3262	0	0	0
ФанДОК	9012	9971	1767	2319
<b>ВСЕГО</b>	<b>3180397</b>	<b>3187211</b>	<b>295939</b>	<b>320880</b>

Таблица 3 - Загрузка производственных мощностей предприятий концерна «Беллесбумпром» за 2017 год

Предприятие	Установленная мощность	Объем производства	Процент использования мощностей
<b>Фанера клееная, тыс. м<sup>3</sup></b>			
<b>Предприятия Холдинга</b>			
Борисовдрев	27	8,4	31,1
Гомельдрев	45	25,1	55,8
Мостовдрев	50	44,4	88,8
Речицадрев	42	36,1	86,0
ФанДОК	50	34,4	68,8
<b>ИТОГО</b>	<b>214</b>	<b>148,4</b>	<b>69,3</b>
<b>Предприятия концерна</b>			
Пинскдрев	100	96,3	96,3
<b>ИТОГО</b>	<b>100</b>	<b>96,3</b>	<b>96,3</b>
<b>ВСЕГО</b>	<b>314</b>	<b>244,7</b>	<b>77,9</b>
<b>Древесностружечные плиты, тыс. м<sup>3</sup></b>			
<b>Предприятия Холдинга</b>			
Витебскдрев	34	0	0,0
Речицадрев	200	214,2	107,1
ФанДОК	30	17,5	58,3
<b>ИТОГО</b>	<b>264</b>	<b>231,7</b>	<b>87,8</b>

<b>Предприятие</b>	<b>Установленная мощность</b>	<b>Объем производства</b>	<b>Процент использования мощностей</b>
<b>Предприятия концерна</b>			
Ивацевичдрев	250	322,8	129,1
<b>ИТОГО</b>	<b>250</b>	<b>322,8</b>	<b>129,1</b>
<b>ВСЕГО</b>	<b>514</b>	<b>554,5</b>	<b>107,9</b>
<b>Древесноволокнистые плиты, усл. тыс. м<sup>2</sup></b>			
<b>Предприятия Холдинга</b>			
Борисовдрев	18750	14965	79,8
Витебскдрев	25125	15929	63,4
Гомельдрев	42700	38480	90,1
Мостовдрев	32300	33300	103,1
<b>ИТОГО</b>	<b>118875</b>	<b>102674</b>	<b>86,4</b>
<b>Предприятия концерна</b>			
Борисовский ДОК	21900	16722	76,4
<b>ИТОГО</b>	<b>21900</b>	<b>16722</b>	<b>76,4</b>
<b>ВСЕГО</b>	<b>140775</b>	<b>119396</b>	<b>84,8</b>
<b>Древесноволокнистые плиты ИДВП, усл. тыс. м<sup>2</sup></b>			
<b>Предприятия холдинга</b>			
Мозырский ДОК	5330	377	7,1
<b>ВСЕГО</b>	<b>5330</b>	<b>377</b>	<b>7,1</b>

Экспорт в Россию составляет более 50 % всего экспорта страны, Польшу – около 10 %, Германию – более 6 %, страны Балтии – около 10 %, Казахстан – около 6 %, Украину – около 1,5 %, другие страны – более 18 %.

На долю мебели приходится около 32 % всего экспорта отрасли, лесозаготовок и пиломатериалов – около 30 %, столярных изделий – около 25 %, картонно-бумажную продукцию – около 11 %, потребительские товары из древесины – около 4 %.

Беларусь экспортирует более 35 % объема производства ДСП, более 23 % фанеры, около 12 % ДВП. Около 80 % производства мебели поставляется в Россию, в Казахстан – 11 %, в Германию – около 5 %, во Францию – около 1,5 %, в Польшу – около 1 %, в другие страны – около 3 %.

Планируется ежегодный прирост экспорта на 3-5 % с одновременным снижением импорта до 1-2 % за счет реализации мероприятий программы модернизации деревообрабатывающих предприятий и выпуска импортозамещающей и экспортноориентированной продукции, соответствующей по качеству мировым аналогам. При этом 75 % производимой продукции предполагается реализовывать на экспорт.

Основные страны-импортеры продукции деревообработки – Россия, Украина, Италия, Франция, Германия, Польша, страны Балтии и другие. Импорт в 2014 году составил 478 млн. долларов США и имеет тенденцию к сокращению. На долю России приходится около 60 % импорта, доля Украины составляет около 15 %, Германии – около 11 %, Польши – около 12 %, стран Балтии – около 2 %, других стран – около 2 %.

60 % импорта приходится на картонно-бумажные изделия, 23 % - на столярные изделия, более 11 % - мебель, древесина и пиломатериалы 1,2 и 2,5 % соответственно.

В соответствии с «Основными положениями программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2016-2020 годы» главная цель развития страны – повышение

качества жизни населения на основе роста конкурентоспособности экономики, привлечение инвестиций и инвестиционного развития.

Одним из основных приоритетов для достижения поставленных целей на текущую пятилетку – экспорт, как основа нашей экономики, поступления валюты в страну, прибыли - предприятиям, налогов - в бюджет. За счет выполнения инвестиционных проектов планируется довести объем экспорта до 1,5 млрд. долларов США, в 2,4 раза превышающий уровень 2013 года.

Пути достижения, инструменты экономической политики заключаются в снижении затрат и повышении качества продукции. Особое внимание будет обращено на совершенствование систем управления качеством, унификации ТНПА с требованиями международных стандартов, усиления контроля за качеством выполнения отраслевых технологических регламентов. Повышение конкурентоспособности и создание экспортоориентированных производств – ключ к производству импортозамещающей продукции.

Выход на полную мощность модернизированных производств в деревообработке и целлюлозно-бумажной промышленности позволит увеличить с 42 % до 60 % долю продукции глубокой переработки древесины и заместить экспорт древесного сырья продукцией с высокой добавленной стоимостью. Полная и эффективная переработка древесины и одновременно сбережение леса – две ключевые задачи в лесной отрасли. Будет сформирован полноценный рынок лесных ресурсов, полностью обеспечивающий потребности отечественной деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности. Планируется обеспечить в жилищном строительстве широкое применение отечественных строительных материалов с высокими техническими характеристиками до 85 % в 2020 году для возведения энергоэффективных и ресурсоэкономичных, экологически чистых зданий и сооружений. В соответствии с Протоколом Комиссии по вопросам промышленной политики от 03.05.2017

г. № 07/39 пр., п.2, вносятся изменения в реализуемые и разрабатываемые проекты, типовые проекты, в Перечень обязательных к сертификации материалов для отделки ламинированными напольными покрытиями белорусского производства объектов жилищного и социально-гражданского назначения. В этот перечень вошло также использование в строительстве ДСП и ДВП.

Президентом Республики Беларусь Лукашенко А.Г. на 5-ом Всебелорусском народном собрании 22 июня 2016 года поставлена задача перед крупными промышленными объединениями и научными организациями о создании новых материалов, в том числе ассортимента древесно-плитной продукции. Более подробная информация о состоянии развития отрасли содержится в [1-4].

Республика Беларусь производит карбамидные, для изготовления ДСП, МДФ, клееных деталей мебели, фанеры, и меламиновые смолы для водостойких ДСП, МДФ/ХДФ. 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 выдано техническое задание на производство фенольной смолы для ДВП на ООО «Кронохем», г. Могилев. Основные производители КФС в Республике Беларусь – ОАО «Речицадрев», ОАО «Мостовдрев», ОАО «Ивацевичидрев», ОАО «Витебскдрев», ОАО «Лесохимик», ООО «Кронохем» и другие.

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 на эффективных технологиях.

### Список литературы

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, - 2016. - №5 (98).

2. Беларусь факты // информационный портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belarusfacts.by>

3. ЗАО «Инвестиционная компания «Юнитер»» // Деревообрабатывающая отрасль [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://uniter.by>. - Минск, 2016.

4. ИК «Энтер» ООО (EnterInvest) // Обзор лесной отрасли [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://enter-invest.com.-> Минск, 2013.

## **НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ**

*В.В. КИСЛЫЙ - НТО древпром*

*Изложены положения стандарта НТО древпром*

В процессе изготовления и применения древесных плит они выделяют различные химические вещества, негативно влияющие на человека и окружающую среду. Это создало проблему оценки и нормирования этих вредных выделений, которые исследуются и обсуждаются несколько десятилетий, при-

нимаются и применяются различные частные решения при отсутствии при этом единого методологического подхода.

Для детального анализа проблемы, с учетом рекомендаций предыдущей конференции, Правление НТО деревообрабатывающей промышленности в инициативном порядке сформировало временный творческий коллектив (ВТК) из ученых и специалистов отрасли. Основное внимание члены ВТК уделили состоянию экологической и химической безопасности древесных плит.

Проблема безопасности древесных плит имеет много аспектов: отсутствие единого перечня химических вредных веществ, выделяемых из древесных плит, отсутствие оценки совместного (кумулятивного) влияния этих веществ на человека и окружающую среду, отсутствие обоснования предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в воздухе помещений, отсутствие методов определения и способов ограничения выделений на всех стадиях производства и применения древесных плит, их классификации по обеспечению ПДК и влиянию величины ПДК на стоимость плит и др.

Важным аспектом проблемы в условиях рыночных отношений так же является правовое положение заказчика (потребителя) древесных плит.

Частные решения в такой ситуации не только малоэффективны, но и могут быть противоречивыми. Так, действующий с 1 июля 2014 г. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 025/2012 «О безопасности мебельной продукции» установил, что выделения формальдегида из применяемых в изделиях мебели древесных плит не должны превышать  $0,01 \text{ мг/м}^3$  воздуха помещений. Но введенные с этой же даты межгосударственные (для стран СНГ) ГОСТы на древесно-стружечные и древесно-волоконистые плиты, применяемые в мебельных производствах, определяют эту норму, превышающую установленную техрегламентом Таможенного союза в более чем в 12 (!) раз, т.е. до  $0,124 \text{ мг/м}^3$ . В этих условиях заказчики древесных плит – мебельные предприятия вынуждены защищать древесные плиты

всевозможными покрытиями, либо применять плиты по ГОСТ и, тем самым, нарушать регламент Таможенного союза.

Итогом работы ВТК стало решение Правления о целесообразности разработки нормативно-методического документа – стандарта СТО НТО ДП «Плиты древесные. Основные требования обеспечения экологической и химической безопасности». Такое решение базировалось на положениях Федерального закона «О техническом регулировании», позволяющих разрабатывать стандарты организаций (СТО) по результатам научных исследований, и учитывало практику создания СТО нашим НТО.

Разработанный стандарт (СТО НТО ДП-9-2017) определяет общий методологический подход к решению актуальной проблемы и регламентирует основные положения такого подхода:

- классификацию древесных плит по уровню их безопасности (выше, ниже нормативных значений и соответствие им) с соответствующим ранжированием их стоимости, а так же по виду защищенности поверхностей плит (защищенные и незащищенные);

- приоритетное, в соответствии с Гражданским кодексом Российской Федерации, положение заказчика в договорных отношениях с изготовителями древесных плит;

- оценку и контроль параметров безопасности на всех стадиях цикла существования древесных плит – от изготовления до утилизации;

- полное информационно-справочное обеспечение (в разделах паспорта или инструкции) как изготовленных партий древесных плит, так и изделий с их применением, в частности, в мебели;

- необходимость нормирования насыщенности помещений изделиями из древесных плит и кумулятивного влияния вредных выделений.

Стандарт не распространяется на технические требования к древесным плитам и методы их испытаний. Его проект рассылался предприятиям и организациям и не получил отрицательных отзывов.

Стандарт позволит устранить существующие разногласия между изготовителями и потребителями древесных плит и создать комплексный методологический подход к решению актуальной проблемы древесноплитной отрасли деревообработки.

В 2018 г. стандарт рассылается Правлением НТО древопром по заявкам заинтересованных структур для его добровольного освоения и применения.

## **УСЛОВИЯ ПРИЗНАНИЯ ПРОТОКОЛОВ ИСПЫТАНИЙ АККРЕДИТОВАННОЙ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ НА МЕЖДУНАРОДНОМ РЫНКЕ**

*В.А. БАРДОНОВ - ООО «ЛЕССЕРТИКА»*

30 октября 2017 года Федеральная служба РФ по аккредитации («Росаккредитация») принята в состав ИЛАК (англ. ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation) – международной организации по аккредитации лабораторий, которая создана в 1977 году для развития международного сотрудничества в целях содействия развитию торговли путём продвижения результатов испытаний лабораторий, аккредитованных в этой системе. В 1996 году ИЛАК получил статус официального представителя, главной целью которого является установление связей между органами по аккредитации по всему миру. Соглашение ИЛАК – это результат многолетней напряженной работы.

Так, 2 ноября 2000 года в Вашингтоне 36 органов по аккредитации из 28 стран подписали Соглашение о взаимном признании ИЛАК (в настоящее время к ИЛАК присоединилось 80 органов по аккредитации из 64 стран). Соглашение вступило в силу 31 января 2001 года. Соглашение ИЛАК помогает развитию международной торговой системы путём признания

результатов испытаний, полученных в лабораториях разных стран.

Из российских органов по аккредитации участником соглашения ИЛАК с 2004 года является Ассоциация аналитических центров «Аналитика», которая выполняет функции органа по аккредитации аналитических лабораторий в области прикладной аналитической химии с целью международного признания их протоколов испытаний.

Вступление в ИЛАК автоматически не означает свободного обращения товаров, поскольку требования к продукции и методам ее исследования могут существенно отличаться у разных стран. Реальное признание сертификатов может быть обеспечено либо в пределах региональных объединений типа Евразийского экономического союза, где единообразная процедура аккредитации подкреплена еще и эквивалентными требованиями в других сферах деятельности, или же за счет заключения соответствующих соглашений.

По данным Федеральной службы РФ по аккредитации «Росаккредитация» в ближайшие годы в систему ИЛАК смогут вступить около 30 % российских аккредитованных лабораторий. Одной из них, на наш взгляд, может быть испытательная лаборатория древесных плит и фанеры ООО «Лессертика» (ИЛ «Лессертика»).

Основанием для реализации такой возможности является следующее:

- у испытательной лаборатории древесных плит и фанеры и органа по сертификации лесопромышленной продукции ООО «Лессертика», аккредитованных по критериям международных стандартов ГОСТ SO/МЭК 17025 [1] и ГОСТ Р ISO/МЭК 17065 [2], имеющей на протяжении 10 лет опыт сотрудничества с фирмами WKI (Германия) и IKEA (Швеция), в сравнении с другими аналогичными российскими лабораториями имеются определенные преимущества. Так, WKI имеет контракт с ООО «Лессертика» по проведению местных инспекций на российских предприятиях по системе CARB-регулирования и SE-маркировке. Проведено обучение и сертификация со стороны

WKI двух специалистов ООО «Лессертика» по новой системе сертификации древесных композиционных материалов Агентства ЕРА (США) на право проводить от имени WKI местные инспекции на российских предприятиях, поставляющих древесные плиты и фанеру на экспорт;

- испытательная лаборатория ООО «Лессертика» оснащена: климатическими камерами для определения миграции формальдегида и других вредных летучих химических веществ из древесных материалов и мебели. В лаборатории установлены: камеры объемом 225 л; 500 л; 1000 л; 30 м<sup>3</sup> по ISO 12460-1, EN 717-1, ГОСТ 30255-2014; приборы газового анализа по ISO 12460-3, EN 717-2, ГОСТ 32155-2013; перфораторы по EN 120, ГОСТ 26768-2014; камера для кондиционирования образцов древесных материалов по ГОСТ 10633-2018; камера переменных температур с пределами испытаний от – 40 °С до + 100 °С по ГОСТ 32399-2013; полный комплект аттестованного лабораторного оборудования для проведения физико-механических испытаний древесных плит и фанеры, напольных покрытий, декоративных стеновых панелей и т.п. согласно области аккредитации испытательной лаборатории. При этом ИЛ ООО «Лессертика» оснащена современными средствами для испытаний, изготовленными в Швеции, Австрии, Бельгии, США, России;

- разработана и внедряется Концепция нормирования выделения формальдегида и других вредных летучих химических веществ из древесных плит, фанеры и мебели [3];

- имеется опыт проведения испытаний, сертификации и декларирования продукции, начиная с 1992 года по настоящее время по 835 заявкам от промышленных предприятий и предпринимателей;

- существует возможность расширения количества российских предприятий, поставляющих фанеру, древесные плиты в страны ЕС и США в соответствии с требованиями новой системы сертификации ЕРА;

- организованы и проведены Обществом с ограниченной ответственностью Центром по стандартизации

лесопромышленной продукции «Лессертика» (ООО ЦСЛ «Лессертика») для этих целей два международных семинара по следующим направлениям – «Древесные материалы: требования и сертификация в Европе, России, США»; «Внедрение новой системы сертификации древесных композиционных материалов – ЕРА «Агентства по охране окружающей среды США», с общим числом участников более 150 человек. По итогам указанных семинаров нами изданы два сборника научных трудов объемом более 500 страниц [4, 5]. В работе семинаров приняли участие: эксперты WKI (Германия), IKEA (Швеция), представители предприятий и организаций России, Республики Беларусь, в том числе крупных транснациональных компаний - ООО «Кроношпан», ООО «Кроностар», ООО «Эггер Древопродукт», ООО «IKEA ИНДАСТРИ Новгород», ООО «Сыктывкарский фанерный завод», НАО «Свеза Уральский», АО «ВНИИДРЕВ», СпбГЛТУ, Воронежский лесотехнический университет, Томский лесотехнический университет, фирма «Акзо Нобель», Минпромторг РФ и многие другие.

За период с 2011 года и по настоящее время по инициативе и при непосредственном участии ООО ЦСЛ «Лессертика», при методическом и финансовом обеспечении ТК 121 «Плиты древесные», в содружестве с передовыми российскими промышленными предприятиями разработано более 25 межгосударственных стандартов (ГОСТ) и национальных стандартов (ГОСТ Р) на лесопромышленную продукцию, взаимопоставляемую странами Союза независимых государств (СНГ) и являющуюся предметом экспорта–импорта. К числу таких стандартов 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 32687-2014 «Плиты древесноволокнистые сухого способа производства, облицованные плёнками на основе термореактивных полимеров. ТУ» (EN 14322-2004);

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

ГОСТ 32304-2013 «Ламинированные напольные покрытия на основе древесноволокнистых плит сухого способа производства. ТУ» (EN 13329+A1:2008);

ГОСТ 32297-2013 «Панели декоративные для стен на основе древесноволокнистых плит сухого способа производства. ТУ» (EN 14322:2004);

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);

Проект ГОСТ 4598 «Плиты древесноволокнистые мокрого способа производства. ТУ» (EN 13986:2004), взамен ГОСТ 4598-86, утверждение предстоит в 2018 году;

ГОСТ 34007-2016 «Плиты древесно-стружечные. Определения и классификация» (EN 309:2005);

ГОСТ 34026-2016 «Плиты древесноволокнистые. Определение, классификация и условные обозначения» (EN 316:2009);

ГОСТ Р 56070-2014 «Отходы древесные. ТУ»;

ГОСТ Р 56071-2014 «Изделия и заготовки культурно-бытового и хозяйственного назначения из древесины, древесных материалов. ТУ»;

ГОСТ 32683-2014 «Материал кромочный на основе бумаг, пропитанных термореактивными полимерами. ТУ»;

ГОСТ 32716-2014 «Материал облицовочный на основе бумаг с глубокой степенью отверждения смолы. ТУ»;

Проект ГОСТ 10633 «Плиты древесно-стружечные и древесно-волоконистые. Общие правила подготовки и проведения физико-механических испытаний», взамен ГОСТ 10633-78 и ГОСТ 19592-80, (ИСО 16984, ЕН 319), утверждение предстоит в 2018 году;

Проект ГОСТ 10636 «Плиты древесно-стружечные и древесно-волоконистые. Метод определения предела прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты», взамен ГОСТ 10636-90, ГОСТ 26988-86, утверждение предстоит в 2018 году.

Естественно, такой массив новых нормативных документов, включая дополнительно разработанные нами проекты стандартов на общетехнические требования: (ГОСТ 7307-2016 «Детали из древесины и древесных материалов. Припуски на механическую обработку»; ГОСТ 9330-2016 «Основные соединения деталей из древесины и древесных материалов. Типы и размеры»; ГОСТ 33795-2016 «Древесное сырье, лесоматериалы, полуфабрикаты и изделия из древесины и древесных материалов. Допустимая удельная активность радионуклидов, отбор проб и методы измерения удельной активности радионуклидов», стандарты на технические требования к продукции и стандарты на методы испытаний древесных плит и фанеры) привлекли внимание и оценку релевантности со стороны специалистов научных организаций и промышленных предприятий России и Республики Беларусь.

Учитывая, что ООО ЦСЛ «Лессертика» регламентировала требования к основным видам древесноплитных материалов, таких как: древесно-волоконистые плиты сухого способа производства облицованные и окрашенные; древесно-стружечные плиты влагостойкие и огнестойкие; древесные плиты с ориентированной стружкой типа OSB, обосновала и впервые ввела в эти стандарты, включая фанеру, класс эмиссии формальдегида Е 0,5, ламинированные напольные покрытия на основе древесно-волоконистых плит сухого способа производства; декоративные

стенные панели на основе древесно-волокнистых плит сухого способа производства и т.п., возникла необходимость подтвердить (обосновать) выбор степени соответствия межгосударственных стандартов уровню аналогичных международных и региональных стандартов и соответствие их принципам релевантности. Релевантность (адекватность) - это мера соответствия получаемого результата. В области стандартизации релевантность необходимо рассматривать не только как оценку степени соответствия, например, ГОСТа, требованиям аналогичного стандарта EN, ISO, но и степень практического применения результатов стандартизации, в частности, межгосударственного стандарта.

При этом ООО ЦСЛ «Лессертика» учитывалось, что основными целями межгосударственной стандартизации являются: защита интересов потребителей в вопросах качества и безопасности продукции и услуг; обеспечение совместимости и взаимозаменяемости продукции; содействие экономии всех видов ресурсов; устранение технических барьеров в производстве и торговле в странах СНГ; содействие повышению безопасности хозяйственных объектов государств СНГ при возникновении природных и техногенных катастроф. Кроме того, при разработке межгосударственных стандартов ООО ЦСЛ «Лессертика» руководствовалось следующими принципами:

- обеспечение согласия всех заинтересованных государств СНГ в требуемом качестве и безопасности взаимопоставляемой продукции;
- целесообразность разработки межгосударственного стандарта, учитывающего техническую необходимость и приемлемость для использования в странах СНГ;
- обеспечение гармонизации межгосударственных стандартов с международными и региональными стандартами;
- пригодность межгосударственных стандартов для целей сертификации и декларирования продукции и услуг;

- обеспечение соответствия межгосударственных стандартов современным достижениям науки и передового опыта;
- согласование требований межгосударственных стандартов со всеми заинтересованными государствами СНГ, входящими в Межгосударственный совет по стандартизации;
- содействие соблюдению требований технических регламентов, например, ТР ТС 025/ 2012 «О безопасности мебельной продукции», т.е., как презумпции внедрения ТР.

При разработке межгосударственного стандарта особенно важным являлось установить степень соответствия ГОСТ международным (региональным) стандартам EN, ISO, которая характеризуется следующим:

ID – идентичная (100 % гармонизация по техническому содержанию и форме представления);

MOD – модифицированная (гармонизированные стандарты, в которых имеются отклонения от технических требований или по форме представления, но эти отклонения подтверждены идентификацией и разъяснениями);

NEQ – неэквивалентная (стандарты, в которых имеются не идентифицированные отклонения в технических требованиях и форме представления).

На стадии выбора степени соответствия ГОСТ международным или региональным стандартам необходимо учитывать фактическую готовность стран СНГ в полной мере внедрить требования гармонизированного стандарта и оценить риски, возникающие при использовании такого стандарта. В связи с этим ООО ЦСЛ «Лессертика» при разработке всех указанных стандартов была выбрана модель неэквивалентного подхода – NEQ. Инициатива и непосредственно разработка комплекса новых межгосударственных стандартов на древесные материалы и методы тестирования их характеристик подтверждает осведомленность и техническую компетентность специалистов испытательной лаборатории, претендующей на аккредитацию в системе ИЛАК в вопросах уровня химической и механической безопасности продукции деревообработки.

Включение в 2017 году Российской Федерации в ИЛАК по признанию протоколов аккредитованных испытательных лабораторий на международном рынке, предусматривает необходимость проведения аккредитования испытательной лаборатории Федеральной службой по аккредитации («Росаккредитация») при участии одной из признанных аналогичных лабораторий из стран ЕС, США, Китая и др. стран в зависимости от страны ориентированного экспорта, например, древесных плит и фанеры;

- рассмотрена методология и практика внедрения в испытательной лаборатории новой системы сертификации древесных композиционных материалов США – ЕРА;

- разработан и внедрен в ИЛ ООО «Лессертика» стандарт организации (СТО) по управлению рисками в соответствии с ISO 9001-2015 и ISO 17025-2015 при подтверждении соответствия древесных материалов;

- развиваются подходы к взаимовыгодному сотрудничеству ООО «Лессертика» с фирмами Германии и Швеции;

- осуществлен мониторинг экологической безопасности (по выделению формальдегида) древесных плит и фанеры, выпускаемых российскими предприятиями [6];

- рассматриваются вопросы признания испытательной лаборатории и органа по сертификации ООО «Лессертика» на международном уровне.

ООО ЦСЛ «Лессертика» принимают усилия по оснащению российских предприятий оборудованием для контроля эмиссии формальдегида из древесных материалов. Так, с 2008 года по настоящее время, ООО ЦСЛ «Лессертика» разработало проектную, технологическую и нормативную документацию, изготовило и поставило 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<sup>3</sup>) для определения эмиссии формальдегида и других вредных летучих химических веществ; 3 камеры 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.

С фирмой ИКЕА нас связывают долгосрочные взаимовыгодные отношения.

Например, в 2008 году по предложению фирмы ИКЕА испытательную лабораторию ООО «Лессертика» признали 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.

В настоящее время с фирмой ИКЕА продолжают активные контакты по следующим направлениям:

- проводятся телефонные конференции со специалистами головного офиса фирмы по проблемам стандартизации, сертификации и технического регулирования, в частности, рассматривается состояние применения Технического регламента «О безопасности мебельной продукции» (ТР ТС 025/2012), возможность аттестации испытательной лаборатории ООО «Лессертика» на право проведения испытаний по миграции формальдегида из древесных материалов камерным методом по стандартам ISO, EN;

- рассматривается возможность массовой поставки предприятиям фирмы ИКЕА, расположенным на территории Российской Федерации, климатических камер для оценки уровня миграции вредных летучих химических веществ из древесных материалов и мебели, в том числе, камеры различного объема от 0,25 до 15 м<sup>3</sup>;

- 12 декабря 2017 года на базе испытательной лаборатории ООО «Лессертика» проведена встреча представителей головного офиса фирмы с коллективом

лаборатории с целью оценки перспектив дальнейшего сотрудничества, в том числе, возможности аттестации лаборатории на право тестирования миграции формальдегида из древесных материалов камерным методом по американским стандартам ASTM E 1333–10 и ASTM D 6007–02 по заявкам предприятий-поставщиков древесных плит и фанеры в страны ЕС и США;

- отмечен интерес фирмы ИКЕА к сотрудничеству с испытательной лабораторией ООО «Лессертика» по правилам новой системы сертификации древесных композиционных материалов ЕРА (США), т. к. в названных семинарах принимали участие 8 специалистов от предприятий фирмы;

- существует возможность расширения количества российских предприятий, поставляющих фанеру и древесные плиты в страны ЕС и США по требованиям системы сертификации ЕРА.

Для организации признания испытательной лаборатории ООО «Лессертика» в системе ИЛАК планируем подать заявку в 2020 году в комитет ИЛАК, согласовать область аккредитации, Руководство по качеству, и обеспечить условия для работы комиссии в составе, например, экспертов от институтов Германии, Швеции.

#### Список литературы

1. ГОСТ ИСО/МЭК 17025 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий».
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 17065 «Оценка соответствия. Требования к органам по сертификации продукции, процессов и услуг».
3. Бардонов В.А. Концепция нормирования выделения формальдегида и других вредных летучих химических веществ из древесных плит, фанеры и мебели // Качество и жизнь.- 2014.- № 1.- С. 72-82
4. Древесные материалы: требования и сертификация в Европе, России, США: Сборник научных трудов / под общ..

ред. В.А. Бардонова - Балабаново: Ваша реклама. - 2016. - 185 с.

5. Внедрение новой системы сертификации древесных композиционных материалов-ЕРА "Агентства по охране окружающей среды США": Сборник научных трудов / под общ. ред. В.А. Бардонова - Балабаново: Ваша реклама. - 2017. - 309 с.

6. Бардонов В.А. Состояние миграции вредных летучих химических веществ из заготовок и деталей для мебели // Мебельщик. - 2017. - № 4. - С.34-39.

## **ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВНУТРИЗАВОДСКОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ И ФАНЕРЫ, ПОСТАВЛЯЕМЫХ В ЕВРОПУ И США**

*Б. К. ИВАНОВ — ООО «ЛЕССЕРТИКА»*

В настоящее время одними из самых важных зарубежных систем сертификации являются системы, регулирующие выделение формальдегида из поставляемых древесных плит и фанеры. Регионы, страны и отдельные компании предъявляют поставщикам требования и правила, которые становятся строже год от года. Фактический и плотный контроль со стороны аккредитованного органа по сертификации стимулирует производителя гарантированно поставлять качественную продукцию [1, 2].

Основным методом испытаний, определяющим безопасность продукции в системах США и Европы, является определение выделения формальдегида с использованием испытательных камер большого объема. На основании результатов этих и других испытаний орган по сертификации выдает предприятию-изготовителю сертификат и нормативные

значения, которые производственные лаборатории используют в отчете о проведении внутривзаводского произведенного контроля безопасности продукции по выделению формальдегида (ВПКБП) [3 — 5].

Несколько раз в год проводятся инспекционные проверки работы предприятия-изготовителя, в которых, в числе всего остального, уделяется пристальное внимание производственной лаборатории, поскольку в ней проводятся испытания продукции в ходе ВПКБП. В лаборатории должны функционировать соответствующие приборы и оборудование, должно быть доступно методическое обеспечение, а персонал должен быть специально обучен. Правильность выполнения испытаний проверяют в ходе контрольного теста образцов, полученных из органа по сертификации.

**Отбор образцов.** Образцы выпускаемой продукции для испытаний ВПКБП отбирают случайным образом из намеченной партии в соответствии с требованиями методик проведения испытаний. Всю процедуру описывают в Руководстве по качеству, которое является основным руководящим документом, и регламентирует действия по управлению безопасностью выпускаемой продукции. Ответственный за проведение отбора оформляет сопроводительные документы, содержащие информацию о тестируемом образце: номер партии, дата производства, характеристики (например, толщина), дата и место отбора и пр. Вместе с сопроводительными документами образцы направляют в лабораторию. Образцы отбирают каждый раз для очередного испытания, а их количество и частота отборов зависят от требований к проведению испытаний. При планировании отбора образцов учитывают, что продукция должна пройти полный технологический цикл, включая охлаждение, шлифование и пр. В первые сутки в древесных композиционных материалах еще продолжаются процессы формирования полимера связующего. Поэтому в инструкции по отбору указывают минимально необходимый промежуток времени между моментом выхода продукции с линии и моментом отбора проб. Также же приводят

карту раскроя и описывают дополнительные условия отбора, включая герметичную упаковку и маркировку образцов. Планирование отбора образцов так же предусматривает возможность проведения испытания до отгрузки продукции, чтобы существовала возможность при необходимости вовремя отделить и изолировать партии продукции, не соответствующей уровню безопасности, указанному в действующем на нее сертификате.

**Проведение испытаний.** Для проведения испытаний ВПКБП разрабатывают специальную инструкцию на основе стандарта на метод, рекомендованный органом по сертификации. Эта инструкция входит в состав Руководства по качеству и определяет конкретные действия обслуживающего персонала с учетом возможностей и особенностей используемого оборудования, приборов и реактивов.

Для проведения испытаний по согласованию с органом по сертификации (например, в системах CARB и EPA TSCA) используют метод газового анализа согласно EN 717-2:1995, EN ISO 12460-3-2016 и перфораторный метод согласно EN 120:1992, EN ISO 12460-5-2015. Возможно использование и других методов.

Древесные плиты (ДСП, ДВП, МДФ и др.) испытывают каждую смену продолжительностью  $(8\pm 1)$  ч или  $(12\pm 1)$  ч вне зависимости проходил выпуск плит полную смену или нет. Испытания проводят раздельно для каждой производственной линии и для каждого типа (марки) плиты. Кроме этого необходимы дополнительные испытания на этапе окончания процесса производства данного типа (марки) плиты, при замене связующего на состав с более высоким мольным соотношением формальдегида к карбамиду и/или при увеличении расхода связующего более чем на 10 % и т.д.

Частота проведения испытаний может быть сокращена, если производственный процесс протекает стабильно, а результаты испытаний продукции соответствуют рассмотренным далее критериям QCL, EL и TOL.

Фанеру испытывают с частотой, в зависимости от

количества произведенной продукции, но не менее 1-го раза в месяц и не более 4-х раз в неделю.

Так же как и для древесных плит необходимо проводить дополнительные испытания в описанных выше случаях на этапе окончания процесса производства и т.д.

**Отчетность.** Производитель высылает в адрес органа по сертификации ежемесячные отчеты с результатами испытаний сертифицированной продукции. Такие же отчеты за период от проверки до проверки предоставляют проверяющему представителю органа по сертификации при посещении предприятия. Эти отчеты представляют собой таблицы и графики результатов проведенных испытаний сертифицированной продукции, с указанием наименования предприятия и подписями ответственных лиц. Таблица и график должны содержать результаты последних 30-ти испытаний и следующие вычисленные значения выделения/содержания формальдегида (CARB, TSCA):

1 контрольный уровень (QCL), вычисляется органом по сертификации;

2 максимально допустимый уровень (EL), вычисляется как  $EL = QCL + 1,35 \times SD$ ;

3 целевой уровень (TOL), вычисляется как  $TOL = QCL - 1,65 \times SD$ ,

где SD — значение среднеквадратичного стандартного отклонения значений результатов последних не менее 30-ти испытаний.

Такие отчеты составляют о работе каждой производственной линии или установки для производства каждого из сертифицированных видов продукции. В таблицу в отчете включают, кроме уже указанных сведений, еще обязательные технические данные: вид (тип) продукции, дата изготовления, дата испытания, результат испытания и т.д.

На рисунках 1 и 2 представлены примеры отчета о производстве и испытаниях древесно-волоконистой плиты перфораторным методом при значении QCL, равном 6 мг/100 г продукта.

USEPATSCA Title VI or CARB Regulation, TPC4										
NAME of MANUFACTURER Test results report of medium density fiberboard (HDF) for the period from 29.08.2015 to 06.09.2015						НАИМЕНОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ Отчет о результатах испытаний древесно-волоконистых плит (ХДФ) за период с 29.08.2015 г. по 06.09.2015 г.				
Perforator method according EN 120, mg/100 g						Перфораторный метод согласно EN 120, мг/100 г				
№ п/п	Date of manufacturing	Batch number	Batch volume, cu m	Thickness, mm	Mixture content, %	Density, kg/cu m	Glue content, %	Date of sampling	Date of test	Result of test
	Дата изготовления	Номер партии	Объем партии, куб.м	Толщина материала, мм	Влажность материала, %	Плотность, кг/куб.м	Содержание клея, %	Дата отбора образца	Дата испытания	Результат испытания
1	29.08.15	09/1	100	6	2,8	916	15	30.08.15	30.08.15	5,4
2	09.09.15	09/1	120	6	2,9	901	15	10.09.15	10.09.15	4,4
3	11.09.15	09/2	135	6	3,2	928	15	12.09.15	12.09.15	4,5
4	13.09.15	09/3	85	6	3,3	919	15	14.09.15	14.09.15	4,6
5	15.09.15	09/4		6	3,3	891		16.09.15	16.09.15	5

Рисунок 1 — Фрагмент примера таблицы из отчета о производстве и испытаниях древесно-волоконистой плиты перфораторным методом

На рисунке 1 видно, что таблица содержит всю необходимую информацию, а заголовки приведены на русском и английском языках. Это первая страница отчета.

На второй странице отчета (рисунок 2) сверху над графиком находятся вспомогательные таблицы среднего и экстремальных значений во всей выборке и в нескольких последних значениях. Такие сведения также могут интересовать орган по сертификации. Таблица рядом содержит значения QCL, TOL и EL. Ниже на графике эти значения представлены горизонтальными линиями разных цветов с подписями к ним. На графике видно, что ломаная линия фактических значений 30-ти результатов испытаний ХДФ ни разу не пересекает линию QCL, а среднее значение не превышает значения TOL. Из этих сравнений и по ходу линии фактических значений видно, что

производственный процесс в этом примере настроен и протекает стабильно.

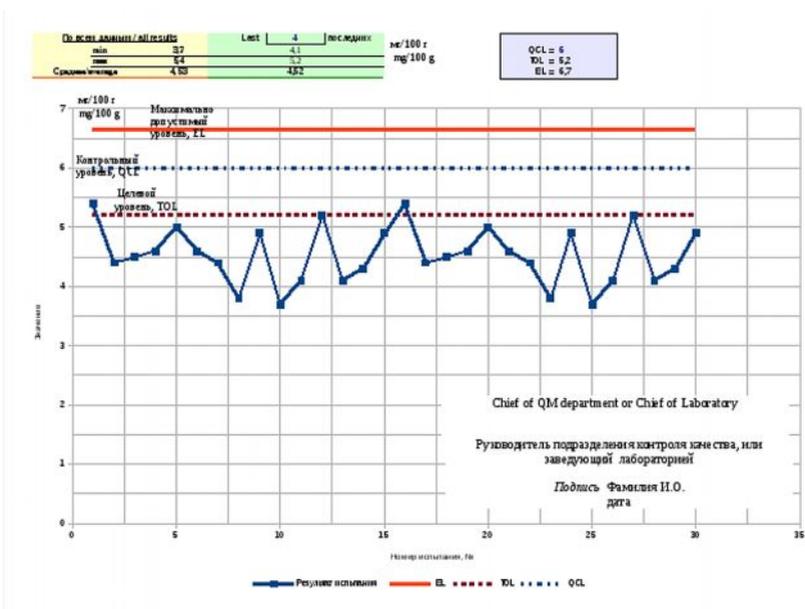


Рисунок 2 — Пример графика из отчета о производстве и испытаниях древесно-волоконистой плиты перфораторным методом (CARB, TSCA)

Начиная с этого года, каждая произведенная партия продукции, результат испытаний которой превысил значение контрольного уровня качества (QCL), является несоответствующей требованиям US EPA TSCA Title VI (non-complying lot) в момент обнаружения превышения. Действия, которые должны быть произведены с этой партией продукции, должны быть описаны в Руководстве по качеству, включая идентификацию, изоляцию, корректирующие действия, предупреждающие действия и т.д.

Если продукция сертифицирована на технический класс эмиссии формальдегида E1, то отчет предоставляется один раз в

полгода, и таблица должна быть аналогичной таблице на рисунке 1.

В этом случае контроль процесса ведут по сравнению среднего значения результатов испытаний с заданным нормативным значением. В этом случае отчеты также составляют для каждого типа сертифицированного продукта и каждой производственной линии или установки, и они должны содержать не менее 30 значений результатов испытаний сертифицированной продукции. На рисунке 3 представлен график для такого способа ведения производственного контроля. На графике нормативное значение средней величины содержания формальдегида в плите было определено согласно требованиям руководящих документов ф. ИКЕА (IOS MAT 0003).

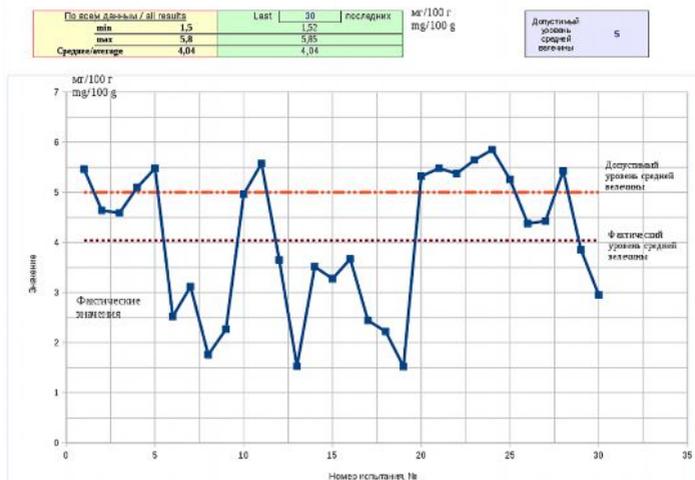


Рисунок 3 — Пример графика из отчета о производстве и испытаниях древесно-волоконистой плиты перфораторным методом (E1)

**Персонал лаборатории.** Решающим фактором, определяющим компетенцию лаборатории, является правильный подбор и управление персоналом.

Лица, непосредственно выполняющие испытания, повышают свою квалификацию на специальных курсах, где осваивают тонкости выполнения используемого метода. Несомненное преимущество при этом имеют те, у которых есть базовое химическое образование, поскольку им легче понять основы и у них есть практические навыки проведения химических процедур.

Внимание к персоналу лаборатории особенно важно, поскольку эти лица отвечают за достоверность проведенных испытаний и, следовательно, за выявление несоответствующей продукции и запуск процедуры её обработки.

Компетентность лаборатории подтверждается несколько раз в год во время проведения регулярных проверок с выполнением испытаний контрольных образцов.

**Обеспечение.** Около 10-ти лет специализированное подразделение ООО «Лессертика» поставляет приборы, а так же оказывает услуги технической поддержки в период освоения их работы. Соответствующее программное обеспечение и методическая литература входят в пакет поставки и выдаются специалистам в период обучения работе с испытательным оборудованием.

Регулярное проведение семинаров, конференций, а так же индивидуальные консультации по возникающим вопросам проведения испытаний призваны помочь отечественным производителям в освоении новых выгодных рынков сбыта своей продукции. Прохождение курсов в ООО «Лессертика» оформляется сертификатом и засчитывается в послужной список повышения квалификации. Инспекторы зарубежных сертификационных центров принимают во внимание повышение квалификации на этих курсах как вполне достаточные.

Кроме того, испытательная лаборатория также более 10 лет является одобренной лабораторией ф. ИКЕА, так что предприятия-поставщики этой фирмы пользуются нашими

услугами для проведения контроля безопасности своей продукции.

Список литературы:

1. CARB. Composite Wood Products ATCM.
2. US EPA TSCA Title VI. Final rule.
3. Мейер Б., Матолин М. CARB: общие требования, предельные значения, методы испытания, определение корреляции. Древесные материалы: требования и сертификация в Европе, России, США: Сборник научных трудов/ Под общей редакцией В.А. Бардонова. - Балабаново: ООО «Лессертика», 2016. С. 114 – 134.
4. Бардонов В.А. О требованиях системы сертификации древесных композиционных материалов Агентства по охране окружающей среды США (EPA). Внедрение новой системы сертификации древесных композиционных материалов — EPA «Агентства по охране окружающей среды США»: Сборник научных трудов / под общей редакцией В.А. Бардонова. - Балабаново: ООО «Лессертика», 2017. С. 3 - 49.
5. Иванов Б.К. Опыт работы отечественных деревообрабатывающих предприятий в условиях поставки продукции на экспорт. Внедрение новой системы сертификации древесных композиционных материалов — EPA «Агентства по охране окружающей среды США»: Сборник научных трудов / под общей редакцией В.А. Бардонова. - Балабаново: ООО «Лессертика», 2017. С. 49- 74.

# **ОСОБЕННОСТИ АККРЕДИТАЦИИ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ ПО КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ НА СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ ЕВРОПЕЙСКИХ И МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ**

*И.М. ГРОШЕВ, Е.А. ТЕРЕНТЬЕВА, К.И. ТАРУТЬКО –  
ОАО «ВИТЕБСКДРЕВ»*

*И.В. ВАСИЛЕВСКИЙ – БЕЛОРУССКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЦЕНТР АККРЕДИТАЦИИ  
А.В. СМОЛЯКОВ – УО «БНТУ*

Устойчивое развитие Республики Беларусь напрямую зависит от конкурентоспособности отечественной продукции, в том числе древесных плит. Важная роль при этом принадлежит качеству контроля, осуществляемого испытательными лабораториями в целях подтверждения соответствия продукции требованиям основополагающих стандартов. Гарантом технической компетентности в проведении испытаний, механизмом доверия к испытаниям является аккредитация. Производственные организации используют аккредитацию лабораторий как инструмент доказательства их технической компетентности в определенных видах испытаний и, как следствие этого, гарантируют, что испытания продукции их собственными лабораториями выполняются достоверно.

Аккредитация лабораторий обеспечивает официальное признание и высоко ценится на национальном и международном уровнях как надежный индикатор технической компетентности в оценке соответствия продукции. В современном мире глобального рынка, когда продукция перемещается потребителям в любую страну, аккредитация призвана обеспечить доверие между поставщиками и потребителями.

Для обеспечения постоянного соответствия аккредитованных лабораторий они подвергаются периодической оценке компетентности органом по аккредитации. Аккредитация способствует лабораториям в оценке и

поддержании своей компетентности, самостоятельно и адекватно оценивать уровень выполнения своей работы и постоянно совершенствовать свой профессионализм.

Аккредитация – эффективный инструмент маркетинга для испытательных лабораторий, а также «визитная карточка» для представления предложений услуг по испытаниям организациям, ищущим аккредитованные лаборатории.

В конечном итоге, аккредитация – ключ к «завоеванию» рынка, созданию высококачественной, безопасной продукции, способ обретения международного признания за счёт подтверждения данных, сопровождающих экспортные товары на внешнем рынке, один из гарантов повышения эффективности предприятий и экономического благополучия как предприятий, так и государства в целом.

В Национальной системе аккредитации Республики Беларусь аккредитацию осуществляет орган по аккредитации Республики Беларусь – Республиканское унитарное предприятие «Белорусский государственный центр аккредитации». В рамках национальной системы аккредитации в Республике действуют 2504 испытательных лабораторий.

Требования к заявителям на аккредитацию и аккредитованным субъектам установлены нормативными правовыми актами Республики Беларусь (Закон Республики Беларусь от 24.10.2016 г. № 437-З «Об оценке соответствия техническим требованиям и аккредитации органов по оценке соответствия», Правила аккредитации, утв. Постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 31.05.2011 г. № 27, основополагающими стандартами по оценке соответствия, а также требованиями межгосударственных правил в сфере аккредитации, международных документов Европейской организации по аккредитации (EA), Международной организации по аккредитации лабораторий (ILAC), Международного форума по аккредитации (IAF).

В 2011 году БГЦА прошел процедуру признания со стороны Международной организации по аккредитации

лабораторий (ILAC) и Европейской организации по аккредитации (EA) и стал их ассоциированным членом.

В настоящее время в завершающей стадии находится работа по присоединению к соглашению с EA для создания условий по признанию в Европейском союзе и на международном уровне протоколов и сертификатов, выданных аккредитованными в Национальной системе аккредитации органами по оценке соответствия. По мнению экспертов Европейской организации по аккредитации БГЦА обладает компетентным персоналом, соответствующей инфраструктурой и профессионально осуществляет оценки компетентности заявителей на аккредитацию и аккредитованных субъектов.

С 2015 года БГЦА является членом Международного форума по аккредитации (IAF), представляет Республику Беларусь по вопросам аккредитации в Международной ассоциации по стандартизации (MAC), Межгосударственном совете по стандартизации, метрологии и сертификации СНГ.

В рамках Евразийского экономического союза БГЦА проводит эффективную работу по созданию доверия к результатам оценки соответствия 57 органов по сертификации и 403 испытательных лабораторий, включенных в Единый реестр органов по сертификации и испытательных лабораторий, выполняет работы по подтверждению соответствия продукции требованиям рынка ЕАЭС.

Аккредитация осуществляется экспертами по аккредитации (73 человека) с привлечением технических экспертов по аккредитации (750 человек) для оценки компетентности в специфических испытаниях и измерениях.

Привлекаемые к аккредитации технические эксперты действуют в соответствии с кодексом эксперта по аккредитации и декларации о беспристрастности, что гарантирует объективность и независимость заключений при оценке компетентности лабораторий.

Техническая оценка процедур в заявленной области аккредитации осуществляется на основании документальных данных, результатов участия в проверках квалификации и

межлабораторных сличениях, путем непосредственного наблюдения за испытательной деятельностью на месте и др.

При аккредитации лабораторий для определения их технической компетентности используются специально разработанные критерии и процедуры, гарантирующие всестороннюю, объективную, профессиональную оценку испытательной деятельности лаборатории, а значит, и получение заказчиками точных и надёжных результатов испытаний, предоставляемых такой лабораторией.

Процесс аккредитации состоит в тщательной оценке всех элементов системы менеджмента лаборатории и её технической оснащённости, которые в той или иной мере имеют влияние на испытательную деятельность.

В Республике Беларусь в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 18 октября 2017 г. № 529 введены в действие новые предприятия по выпуску древесно-волоконистых плит сухого способа производства (ЛДФ, МДФ, ХДФ) и покрытий напольных ламинированных. К сожалению, реализация данного Указа проходит без обеспечения национальными, европейскими и международными техническими нормативными правовыми актами (ТНПА), отсутствии испытательного оборудования и средств измерений, соответствующих требованиям данных стандартов, что делает невозможным подтверждение выпускаемой продукции требованиям безопасности и качества.

В связи с вышеупомянутым, каждое предприятие было вынуждено разрабатывать технические условия на новую продукцию, которые позволяли сертифицировать ее и реализовывать, в основном, на внутреннем рынке и рынке ЕАЭС. Использование межгосударственных стандартов, подготовленных и предлагаемых к использованию Евразийским советом по стандартизации, метрологии и сертификации в качестве рабочих не решало проблемы, так как степень соответствия их европейским и международным стандартам неэквивалентная (NEQ) и приводит к различному толкованию результатов испытаний.

О разных подходах в данном вопросе свидетельствует проходившее 11.01.2018 г. совещание (видеоконференция – Россия, Казахстан, Беларусь), инициированное Департаментом технического регулирования и аккредитации Евразийской экономической комиссии с целью снятия разногласий по проекту методологии выбора для объектов технического регулирования методик (методов) исследований (испытаний) и измерений, которые могут быть использованными для применения и исполнения требований Технического регламента Евразийского экономического союза и осуществления оценки соответствия объектов технического регулирования технического регламента Евразийского экономического союза (далее – проект методологии).

Методология разработана в целях реализации Порядка разработки и принятия перечней международных и региональных стандартов, или национальных, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований технического регламента ЕАЭС, и перечней международных, региональных или национальных стандартов, содержащих правила и методы испытаний и измерений, в том числе правила отбора проб, необходимые для применения и исполнения требований технического регламента ЕАЭС и осуществления оценки соответствия объектов технического регулирования, в части оптимизации способов и определения принципов выбора методик испытаний и измерений, которые до разработки соответствующих межгосударственных стандартов могут быть включены в состав перечней стандартов, содержащих правила и методы испытаний и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимые для применения и исполнения требований технического регламента ЕАЭС и осуществления оценки соответствия (решение Совета Евразийской экономической комиссии от 18.10.2016 г. № 161 – «Порядок разработки и принятия перечней стандартов»). Министерство экономики, Госстандарт Республики Беларусь и другие заинтересованные стороны, соглашаясь с необходимостью и важностью

«методологии», представили ряд замечаний (в количестве 16), ставящих под сомнение утверждение проекта методологии в качестве рабочей. Белорусскую сторону поддержал Казахстан. Основные замечания – толкование терминов и подходы к выбору методик. Для снятия разногласий было предложено Департаменту технического регулирования и аккредитации доработать Проект методологии с учетом замечаний Республики Беларусь и Казахстана и вернуться к обсуждению проекта в апреле месяце текущего года.

Данный пример показывает, насколько важно взаимопонимание и единое толкование по использованию терминологии, выборе методов испытаний и измерений, их метрологическом обеспечении и трактовке результатов испытаний и измерений.

Республика Беларусь производит почти все виды изделий из древесины и листовых древесных материалов. Испытание их на соответствие требованиям ТНПА производят 37 аккредитованных испытательных лабораторий, в том числе 14 из них осуществляют контроль качества древесных плит и мебели. Ни одна из них не обладает возможностью проводить испытания данной продукции в полном объеме на соответствие европейским и международным стандартам. Основная причина – отсутствие необходимых ТНПА и испытательного оборудования.

Поэтому разработка и применение современных национальных стандартов, в том числе на основе идентичного перевода европейских и международных стандартов в Республике Беларусь является важным фактором экономической и технической политики и рассматривается как инновационное направление обеспечения разработки, производства безопасной и конкурентоспособной продукции, повышения экспортного потенциала, снижения материало- и энергоемкости продукции.

Материалы и изделия из древесины, в том числе древесные плиты – ДСП, ДВП, МДФ, ХДФ и ПНЛ попадают под действие технического регламента Республики Беларусь ТР 2009/013/ВУ «Здания и сооружения, строительные материалы и

изделия. Безопасность» и подлежат обязательному подтверждению соответствия существенным требованиям данного технического регламента и выполнением требований взаимосвязанных ТНПА с использованием для целей подтверждения соответствия методов контроля и испытаний, также установленных во взаимосвязанных ТНПА. ДСП, ДВП, МДФ попадают также под действие Технического регламента ТР 025/2012 «О безопасности мебельной продукции».

Республика Беларусь не в полной мере обеспечена стандартами, в том числе и европейскими и международными в ранге национальных, позволяющими испытательным лабораториям осуществлять контроль качества плитной продукции на соответствие требованиям европейских и международных стандартов. Поэтому Президент Республики Беларусь Лукашенко А.Г. на встрече с представителями бизнеса четко сформулировал задачи, стоящие перед государственными органами в области технического нормирования и стандартизации. В первую очередь было обращено внимание на необходимость постоянного мониторинга со стороны государственных органов требований к продукции с учетом действующих государственных стандартов (СТБ, ГОСТ), международных и региональных стандартов, национальных стандартов, других стандартов и выработки стратегии по техническому нормированию и стандартизации.

Мониторинг качества ввозимой в Республику Беларусь плитной продукции на соответствие обязательным для соблюдения требованиям ТНПА в области технического нормирования и стандартизации для обеспечения эксплуатационной надежности и безопасности проводится в стране с 07.02.2015 г. во исполнение п.3 Протокола от 18.06.2015 г. № 07/57пр., поручений Премьер-министра Республики Беларусь, данных по результатам совещания у Президента Республики Беларусь по вопросам финансового оздоровления и развития деревообрабатывающих предприятий, протокола заседания комиссии по вопросам промышленной политики в Совете Министров Республики Беларусь от

25.11.2015 г. № 07/150, а также во исполнение п.2.2 Протокола Совета Министров Республики Беларусь от 27.04.2016 г. № 07/52пр. об активизации работы по исследованию и анализу поступающей на внутренний рынок импортной продукции в отношении заявленных характеристик и требований безопасности, установленных законодательством Республики Беларусь и Техническими регламентами Таможенного союза и ЕАЭС с ежеквартальным отчетом о проводимой работе.

Обеспокоенность правительства о защите рынка обоснована тем, что в Республику ввозится из России, ЕС, Китая, Украины около 1 млн. м<sup>3</sup> древесных плит, причем не самого лучшего качества. Лаборатория ОАО «Витебскдрев» принимала активное участие в реализации Постановления Совета Министров. По результатам испытаний около 30 % поступающих по импорту древесных плит не соответствовали требованиям действующих ТНПА. К сожалению, из-за отсутствия необходимых стандартов и испытательного оборудования, такие показатели как светостойкость, механическая прочность поверхности, прочность при циклических испытаниях и другие, влияющие на эксплуатационные свойства, не определялись

Учитывая вышеизложенное и во исполнение п.3 заседания № 5 Плана работы Комиссии по вопросам промышленной политики на 2017 год, утвержденного Заместителем Премьер-министра Республики Беларусь 21 июня 2017 г., протокол от 21.10.2017 г. № 07/59пр., признано необходимым определение центра для испытаний по всем показателям на соответствие европейским, международным стандартам и перевода их в ранг национальных на основе идентичного перевода (протокол Заседания комиссии по вопросам промышленной политики от 03.05.2017 г. № 07/39). Этому также посвящено информационное письмо Госстандарта Республики Беларусь от 17.05.2017 г. № 02-12/5093. В нем указывалась необходимость организации совещания с участием Госстандарта, Минстройархитектуры, Банка развития, концерна «Беллесбумпром», УП «БР-Консалт», ОАО «Витебскдрев» с

целью выработки общих решений по данному вопросу. Совещание состоялось 18 сентября 2017 г., на котором принято решение о создании центра испытаний плитной продукции на базе ЦЗЛ ОАО «Витебскдрев» с аккредитацией ее в дополнительной области аккредитации с выделением финансовых средств на закупку европейских и международных стандартов, перевода основополагающих стандартов в ранг национальных и приобретения соответствующего испытательного оборудования и средств измерения в IV кв. 2017 – I кв. 2018 гг.

На сегодняшний день приобретено и переведено около 50 европейских и международных стандартов. Дополнительно к действующим в Республике Беларусь СТБ EN и СТБ ISO, передано в РУП «Стройтехнорм» шесть европейских и международных стандартов для перевода их в ранг национальных. В 2017 году закуплено и введено в эксплуатацию испытательного оборудования и средств измерения на сумму около 200 тыс. евро. В текущем году предстоит освоить на приобретение и перевод ТНПА и приобретение испытательного оборудования и средств измерения около 100 тыс. евро.

Лаборатория успешно прошла процедуру аккредитации в дополнительной области аккредитации в Национальной системе аккредитации Республики Беларусь.

В соответствии с Руководством по качеству ЦЗЛ, областью аккредитации и планом производственного контроля ЦЗЛ ОАО «Витебскдрев» осуществляет следующие виды деятельности:

- 1 входной контроль сырья и материалов;
- 2 испытания изделий из древесины – качественные характеристики, в том числе сертификационные испытания, приемосдаточные, периодические, при постановке продукции на производство;
- 3 радиационный контроль сырья, материалов и готовой продукции;

4 научно-исследовательские работы и разработка технологий по переработке отходов, очистке сточных вод и воздуха, в том числе разработка ТНПА – технических условий:

4.1 составов для защиты древесины (био-, огнезащита), повышения прочностных характеристик древесины, в том числе низкосортной, разработка технологий защиты древесины;

4.2 составов на основе отходов производства КФС для защиты животных, растений от грибов, вредителей и болезней, обработки складов и помещений;

4.3 разработка технологии производства и реализации консерванта кормов НВ-2, НВ-2М, дезинфектанта НВ-1 из отходов производства КФС;

5 санитарно-гигиенический контроль условий труда на рабочих местах, в том числе аттестация рабочих мест;

6 экологический контроль, в том числе за качеством:

- сточных вод;
- питьевой воды;
- поверхностных вод (техническая из реки Западная Двина);
- промышленных выбросов;
- атмосферного воздуха;

6.1 радиационный контроль источников (РИП), рабочей зоны;

7 контроль качества изделий из древесины сторонним организациям, в том числе по постановлению Совета Министров Республики Беларусь;

8 контроль эффективности работы ГПУУ, ВС, очистных сооружений сточных и ливневых вод, ХВО;

9 паспортизация цехов;

10 другое, согласно РК ЦЗЛ, плану производственного контроля предприятия.

Основная задача и цель ЦЗЛ – реализация Политики предприятия в области качества. Реализация указанной политики обеспечивается функционированием системы менеджмента, ЦЗЛ аккредитована на соответствие требованиям СТБ ИСО/МЭК 17025, идентичного международному стандарту

ISO/IEC 17025 (Аттестат аккредитации ВУ/112 2.0250, срок действия до 15.08.2020 г.).

Для обеспечения качественного проведения испытаний изделий из древесины ЦЗЛ имеет квалифицированный, компетентный персонал, испытательное оборудование и средства измерения, ТНПА и комплекс производственных помещений для проведения испытаний. Все это позволяет ЦЗЛ оказывать услуги сторонним организациям и зарабатывать для предприятия денежные средства.

ЦЗЛ активно работает и в области аттестации рабочих мест, контроля за условиями труда в производственных подразделениях предприятия, осуществляет экологический локальный мониторинг, проводит радиологические исследования входного сырья, материалов, готовой продукции, радиационный мониторинг.

Сотрудниками ЦЗЛ проводится большой объем научно-исследовательской работы, педагогическая деятельность, подготовлено и опубликовано более 200 научных и практических статей, в том числе 20 авторских свидетельств СССР и патентов РБ, защищена кандидатская диссертация. Ежегодно на базе ЦЗЛ выполняются до 5-ти дипломных работ, готовится к защите 4 кандидатские и одна докторская диссертации.

Совместно с техническими службами предприятия разработаны и внедрены технологии получения малотоксичных древесно-стружечных плит, акцепторов для снижения токсичности плит, малотоксичной карбамидоформальдегидной смолы. Предложена технология и оборудование для очистки сточных вод в цехе ДВП, МДФ/ХФД и другое.

Из отходов производства КФС разработаны и предложены для внедрения в с/х производство дезинфектант НВ-1, консервант кормов НВ-2, модифицированный микроэлементами НВ-2М. Реализовано с 1993 года около 5 тысяч тонн дезинфектанта НВ-1 и консерванта кормов НВ-2. Для защиты древесины разработаны и предложены антисептики НВ-1К, НВХМ, НВББ и другие. Разработана и внедрена технология

термической обработки упаковочного материала. С 2015 года осуществляется, в соответствии с Постановлением Совета Министров Республики Беларусь, мониторинг качества поступающих в страну плитных древесных материалов (ДСП, ДВП, МДФ, ПНЛ).

Несмотря на более чем 20-летний опыт работы по испытаниям изделий из древесины, многократной подготовки лаборатории к аккредитации нам пришлось столкнуться с рядом трудностей в дополнительной области аккредитации. В первую очередь, это низкое качество переводов европейских и международных стандартов, использование переводчиками терминов и определений, не соответствующих ТНПА. Более подробная информация по проблемам использования международных стандартов в отрасли производства листовых древесных материалов и пути их решения изложены нами в [1].

Ввиду того, что технические требования к древесным плитам и методы их испытаний изложены как в национальных, межгосударственных, так и в международных ТНПА, Госстандартом рекомендовано включить их в дополнительную область аккредитации и производить испытания по методам, удовлетворяющим потребителей как в Республике Беларусь, так и России, Украине, странах ЕЭАС и странах ЕС. Это связано с тем, что методы испытаний по современным ГОСТам на плитную продукцию, разработанные ЕАЭС, значительно отличаются от методов, изложенных в международных стандартах. Для их гармонизации необходимо, на наш взгляд, решить вопрос о принятии международных стандартов в качестве государственных с идентичной или модифицированной степенью соответствия. Разный подход к определению того или иного показателя (например, стойкости ЗДП к истиранию) приводит к тому, что результаты испытаний не совпадают. Методы испытаний, изложенные в ряде международных стандартов и испытательное оборудование, носят рекомендательный характер и эффективность их использования можно проверить только после приобретения и ввода в эксплуатацию, например, использование спектрофотометров с

кюветой 50 мл вместо 10 мл. Методы испытаний напольных ламинированных покрытий, в основном, ссылаются на стандарты, используемые в легкой промышленности. Имеются определенные трудности по подбору измерительного оборудования, его ценой деления, площадью измерительной поверхности, химическому составу, материалов для изготовления вспомогательных приспособлений и требования к их качеству, а также метрологическому контролю измерительного оборудования. Зачастую требуется разработка и документальное оформление документации по метрологическому контролю закупаемого импортного измерительного оборудования и расчету неопределенности результатов измерений с применением такого оборудования. Отсутствуют учебные центры по повышению квалификации специалистов по работе на испытательном оборудовании по методам испытаний, приведенным в международных стандартах. Не для всех показателей в международных стандартах приведена периодичность контроля, например, для НПЛ. Тем не менее, проблемы, возникающие в процессе аккредитации, были решены. Имеется договоренность с рядом аккредитованных лабораторий в Польше и Германии о проведении обучения сотрудников ЦЗЛ методам испытаний плитной продукции, использования измерительного оборудования для этих целей в соответствии с требованиями европейских и международных стандартов. Определена периодичность контроля показателей качества плитной продукции.

Таким образом, аккредитация в дополнительной области аккредитации позволит ЦЗЛ осуществлять контроль плитной продукции на соответствие требованиям европейских и международных стандартов, существенным требованиям ТР 2009/013/ВУ и ТР 025/2012, в полном объеме реализовать План мероприятий по сертификации продукции деревообрабатывающих организаций, входящих в «Холдинг организаций деревообрабатывающей промышленности» и концерн «Беллесбумпром», осуществлять мониторинг качества

поступающих в Республику Беларусь по импорту листовых древесных материалов и положительно влиять на объем экспорта плитной продукции, ее конкурентоспособность, повышение ее качества и безопасности.

### Список литературы

1. Грошев И.М., Буркин А.Н., Дубоделова Е.В. Проблемы использования международных стандартов в отрасли производства листовых древесных материалов // Состояние и перспективы развития производства древесных плит: Сборник докладов 19-ой международной научно-практической конференции 16 -17 марта 2016 г. / под редакцией Е.П. Гнутовой. – Балабаново, 2016. – С. 15-21.

## **СНИЖЕНИЕ ПЛОТНОСТИ И ГОРЮЧЕСТИ ДРЕВЕСНО-ВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ НА ФЕНОЛЬНОМ СВЯЗУЮЩЕМ**

*А.А. ЛЕОНОВИЧ, А.В. ШЕЛОУМОВ – СПбГЛТУ имени  
С.М. Кирова*

Глобальная проблема ресурсосбережения перманентно решается по нескольким направлениям. В производстве древесных плит особое значение приобретает рациональное использование природных ресурсов. Одним из направлений является снижение массы единицы продукции, в частности, снижение плотности вырабатываемых древесно-волоконистых плит. Так возникли MDF – ДВП средней плотности, или плиты древесные моноструктурные по ГОСТ Р 33274–2013.

Принципиально новым явилось создание плит с условным названием «воплан» – вспененных огнезащищенных плит Лесотехнической академии [1, 2]. Снижение плотности достигается использованием вспенивающегося

трехкомпонентного порошкового фенолоформальдегидного связующего при обязательном создании эффекта пластификации древесного волокна за счет химического состава антипирена, используемого для огнезащиты композиции. Благодаря этому создается «внутреннее» давление, необходимое для контакта волокон и взаимодействия между ними. Требуемое внешнее давление горячего прессования оказывается существенно пониженным без потери необходимых для плитообразования условий. В результате плотность плит может быть понижена с сохранением значений прочностных параметров на уровне, при котором воплан соответствует конкретным требованиям. В частности, при назначении воплана в качестве огнезащищенных MDF при плотности от 500 до 750 кг/м<sup>3</sup> его прочность при изгибе будет изменяться от 15 до 40 МПа, модуль упругости - от 2,5 до 4 ГПа, удельная ударная вязкость - от 3 до 6 кДж, твердость - от 20 до 50 МПа.

При назначении воплана в качестве жесткого пенопласта для целей строительства его плотность может быть понижена до 350...400 кг/м<sup>3</sup>. Прочность его при этом сравнима с пенополиакрилонитрилом (ППАН) и эпоксидноноволачным пенопластом (ПЭН):

Вид материала	Воплан	ППАН	ПЭН
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	395	425	350
Прочность при изгибе, МПа	11,9	13,6	10
Приведенная прочность, $\sigma/\rho$	0,03	0,032	0,028

Материал выдерживает огневые испытания без самостоятельного горения. При этом огнезащищенность является дополнительным преимуществом. Воплан технологичен при установке: хорошо обрабатывается обычным столярным инструментом, в него легко заколачиваются и прочно удерживаются гвозди ( $\sigma_F = 3...4$  МПа), пригоден под окраску благодаря дифференцированному распределению плотности, которая из-за пластификации для поверхностных слоев достигает 1000 кг/м<sup>3</sup> при интегральной плотности 550

кг/м<sup>3</sup>. При этом коэффициент температуропроводности составляет  $13,2 \cdot 10^{-8}$  м<sup>2</sup>/с, теплопроводности - 0,068 Вт/(м·град) [3].

Выработанные плиты использованы для изготовления выставочного оборудования. Для применения при сооружении модульной выставочной экспозиции залов Международной выставки (г. Лондон) они сертифицированы органами пожарной охраны и санитарии Великобритании. Однако отечественный потребитель не проявляет интереса по организации регулярного выпуска таких плит по ряду причин. Для мебели в нашей стране нет ограничений по горючести, а некоторые изменения технологической схемы с дооснащением некоторым оборудованием для малотоннажного выпуска отдельных партий ради расширения областей использования огнезащищенных древесно-волоконистых плит изготовителя не интересуют. Необходим поиск областей применения, где критериальными являются и пониженная горючесть, и сниженная плотность.

Для продвижения на рынок разработанной продукции мы несколько упростили технологию, используя в качестве связующего стандартно вырабатываемую по ГОСТ 20907–75 фенолоформальдегидную смолу марки СФЖ-3014 производства ЗАО «Метадинеа» (г. Орехово-Зуево Московской области) с массовой долей сухого остатка 43 %. В качестве антипирена использовали фосфоразотсодержащее огнезащитное средство класса аддуктов с переменной кислотностью – антипирен амидофосфат КМ. Помимо эффективного снижения горючести материала амидофосфат КМ в процессе образования структуры плиты активно участвует в межволоконном взаимодействии, выполняя функции пластификатора в начальной стадии горячего прессования и сшивающего агента при его завершении [4]. Эффект пластификации и сшивания был подтвержден на твердых ОДВП толщиной в пределах 3...4 мм без применения синтетических связующих и при более мягком режиме горячего прессования. С целью завершения процессов образования структуры ОДВП и повышения их водостойкости помимо использования гидрофобизатора вводится стадия

послепрессовой термической обработки плит при температуре  $(165 \pm 5) ^\circ\text{C}$  в течение 60...90 мин непосредственно после стадии горячего прессования. Однако такая стадия не предусмотрена технологией изготовления стандартных ДВП сухого способа.

Пластификация древесного волокна при использовании амидофосфата КМ помимо снижения горючести MDF открывает возможность сократить расход синтетического связующего. Однако полностью отказаться от применения связующего в данном случае невозможно в связи с необходимостью обеспечения требуемых физико-механических показателей при пониженной плотности плит. Необходимый уровень расхода связующего диктуется заданной плотностью и допустимыми параметрами технологического процесса.

Проверку возможности получения OMDF с применением амидофосфата КМ проводили с использованием в качестве связующего ФФС при содержании в волокне 5 %, считая на сухие вещества.

Для изготовления опытных образцов OMDF использовали древесное волокно лиственных пород древесины, полученное без введения упрочняющих и гидрофобизирующих добавок, производства ООО «Шекснинский КДП», г. Шексна Вологодской области. Породный состав древесного волокна: береза – 80 %; осина – 20 %; степень помола 12 °ШР. Для гидрофобизации древесного волокна использовали парафин нефтяной твердый (ГОСТ 23683–89).

В качестве огнезащитного средства для обработки древесного волокна при получении опытных образцов OMDF использовали антипирен амидофосфат марки КМ (ТУ 2499-001-05091160–2012), содержащий 16,5 % фосфора и 22,4 % азота. Для синтеза антипирена КМ применяли кислоту фосфорную (ГОСТ 6552–80) и карбамид (ГОСТ 6691–77), а также катализатор, составляющий ноу-хау режима синтеза (патент РФ № 517491 от 05.03.1993 г. [5]). Мольное соотношение фосфорной кислоты и карбамида при синтезе составляло 1:1,5, что соответствует атомному соотношению азот:фосфор N/P = 3, значение pH раствора готового продукта составляло  $7,5 \pm 0,5$ .

Использование амидофосфата КМ с высоким значением рН связано с тем, что отверждение фенольного связующего может происходить в присутствии щелочных катализаторов.

Влажность древесного волокна определяли весовым методом по ГОСТ 16483.7–71 на влагомере лабораторном весовом марки ML-50 фирмы AND, Япония (BS EN 61326). Плотность растворов антипирена КМ определяли денситометрически с помощью ареометров стеклянных общего назначения, соответствующих ГОСТ 18481–81 Е. Кислотность растворов антипирена КМ определяли на рН-метре-милливольтметре типа рН-150М (ТУ 25-7410.003–86).

Для изготовления опытных образцов OMDF на воздушно-сухое древесное волокно при перемешивании в барабанном смесителе со скоростью 16 мин<sup>-1</sup> последовательно наносили 50 %-й раствор амидофосфата КМ и расплав парафина путем распыления под давлением 0,32 МПа. Содержание амидофосфата КМ в волокне составляло 17,7 %, парафина – 1 %. Обработанное волокно высушивали в сушильном шкафу конвективного типа при температуре 80 °С до относительной влажности 4...6 %, затем путем распыления наносили на него 43 %-й раствор ФФС. Формирование волокнистого ковра производили в лабораторной вакуум-формирующей машине с размерами формы 200×200 мм. Плиты толщиной 10 мм и расчетной плотностью  $(800 \pm 50)$  кг/м<sup>3</sup> прессовали при температуре 210 °С, максимальном удельном давлении 3 МПа в течение 10 мин. Готовые образцы OMDF кондиционировали при температуре  $(20 \pm 5)$  °С и относительной влажности воздуха  $(65 \pm 15)$  % в течение трех суток.

Толщину  $h$ , плотность  $\rho$ , разрушающее напряжение при статическом изгибе  $\sigma_{изг}$ , водопоглощение  $\Delta W$  и разбухание в воде  $\Delta S$  для образцов OMDF определяли по ГОСТ 19592–80. Разрушающее напряжение при растяжении перпендикулярно пласти плиты  $\sigma_{\perp}$  для образцов OMDF определяли по ГОСТ 26988–86. При испытании образцов OMDF на горючесть по методу «огневой трубы» [6] регистрировали относительную потерю массы образца  $\Delta m$  и продолжительность

самостоятельного горения и тления образцов  $\tau_{\text{сг}}$ . Эмиссию формальдегида из образцов OMDF определяли по методу WKI с использованием ацетилацетона [7] на микрофотокolorиметре типа МКМФ-1 (ТУ 64-1-3445–80).

Результаты физико-механических и огневых испытаний образцов OMDF представлены в таблице 1. Для сравнения в ней также приведены нормативные требования к ДВП отечественного производства по ГОСТ Р 33274–2013 (плотность 600...800 кг/м<sup>3</sup>), а также к MDF зарубежного производства по EN 622-5–2006 [8] (плотность 700...870 кг/м<sup>3</sup>) толщиной, наиболее близкой к толщине опытных образцов.

При введении антипирена КМ в древесное волокно происходит увеличение прочности образцов OMDF по сравнению с контрольными образцами плит (без антипирена), поскольку пластифицирующее действие аммиака способствует межволоконному взаимодействию, а взаимодействие огнезащитного средства с компонентами древесинного вещества приводит к образованию прочно связанного огнезащитного комплекса. Кроме того, обработка волокна амидофосфатом КМ позволяет резко снизить водопоглощение и разбухание образцов OMDF. Так, при содержании в плите антипирена КМ разбухание образцов снижается почти в 2 раза по сравнению с контрольными образцами.

Сравнение прочности образцов OMDF с требованиями к ДВП по ГОСТ Р 33274–2013 и MDF общего назначения по EN 622-5–2006 показывает, что полученные плиты имеют более высокие прочностные показатели, чем аналогичные стандартные материалы. Прочность при изгибе для образцов OMDF почти в 2,5 раза превышает прочность стандартных ДВП и MDF общего назначения (марка MDF) и на 60 % превышает данный показатель для конструкционных влагостойких MDF (марка MDF.HLS). Прочность при растяжении перпендикулярно пласти плиты для образцов OMDF на 40 % выше, чем прочность стандартных ДВП и MDF общего назначения и удовлетворяет требованиям EN 622-5–2006 по данному показателю для конструкционных влагостойких MDF (марка MDF.HLS).

Таблица 1 – Физико-механические свойства и горючесть образцов OMDF в сравнении с нормативными требованиями

Материал, толщина	Антипирен	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\sigma_{изг}$ , МПа	$\sigma_{\perp}$ , МПа	$\Delta W$ , %	$\Delta S$ , %	Показатели горючести	
							$\Delta m$ , %	$\tau_{сг}$ , с
OMDF, 10 мм	КМ-3-7,5	795	52,1	0,83	25,3	10,6	6,0	17
	контроль	784	47,5	0,48	36,4	19,3	91,6	2215
ДВП <sup>1</sup> , 9...12 мм	–	не норм.	$\geq 22,0$	$\geq 0,60$	не норм.	$\leq 15,0$	не норм.	не норм.
MDF <sup>2</sup> , 9...12 мм: MDF MDF.H MDF.L A MDF.H LS	–	не норм.			не норм.		не норм.	не норм.
			$\geq 22,0$	$\geq 0,60$		$\leq 15,0$		
			$\geq 26,0$	$\geq 0,80$		$\leq 10,0$		
			$\geq 27,0$	$\geq 0,65$		$\leq 15,0$		
			$\geq 32,0$	$\geq 0,80$		$\leq 10,0$		

Примечания:

1 – требования к плитам производства РФ по ГОСТ Р 33274–2013;

2 – требования к плитам производства стран Европейского Союза по EN 622-5–2006: MDF – плиты общего назначения; MDF.H – плиты общего назначения влагостойкие; MDF.LA – конструкционные плиты; MDF.HLS – конструкционные влагостойкие плиты.

Показатель разбухания образцов OMDF в 1,5 раза лучше нормативных показателей для ДВП по ГОСТ Р 33274–2013 и MDF общего назначения и соответствует требованиям EN 622-5–2006 для влагостойких MDF общего назначения (марка

MDF.H) и конструкционных влагостойких MDF (марка MDF.HLS).

Полученные OMDF выдерживают с большим запасом стандартные испытания на горючесть, согласно которым потеря массы не должна превышать 20 %, а продолжительность их самостоятельного горения и тления должна быть менее 60 с. Таким образом, введение в древесное волокно огнезащитного средства КМ в количестве 2,5 % по фосфору обеспечивает выполнение условий огнезащитности плит по данному методу испытания на горючесть.

Использование амидофосфата КМ для снижения горючести MDF на фенольном связующем также позволяет снизить их токсичность по формальдегиду, поскольку на стадии горячего прессования плит образующийся при превращениях антипирена аммиак взаимодействует с выделяющимся формальдегидом с образованием гексаметилентетрамина (уротропина). Содержание формальдегида в образцах OMDF находится на фоновом уровне, обусловленном деструкцией древесного волокна с выделением низкомолекулярных соединений, в том числе формальдегида, и составляет 1...2 мг/100 г абс. сух. плиты. На этом основании по токсичности данные плиты могут быть отнесены к классу эмиссии формальдегида E0,5.

## **Выводы**

1 Показано, что применение амидофосфата КМ для изготовления огнезащитных MDF позволяет в 2...3 раза сократить расход связующего благодаря пластифицированию древесного волокна и образованию межволоконных шивок за счет огнезащитного средства.

2 Использование в качестве связующего фенолоформальдегидных олигомеров, в том числе порошковых вспенивающихся, способствует улучшению показателей водостойкости плит, снижению их токсичности по

формальдегиду и открывает возможность их применения в стандартном домостроении, судо- и вагоностроении.

### Список литературы

1. А. с. 481456 СССР. Способ изготовления плит из древесного волокна / А.А. Леонович. – 1975, Бюл. № 31.
2. Леонович А.А. О снижении плотности древесноволокнистых плит сухого способа производства // Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн. – 1975. – № 5. – С. 161–163.
3. Леонович А.А. Теоретические основы и методы изготовления огнезащищенных древесноволокнистых плит: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Л.: ЛТА, 1979. – 38 с.
4. Леонович А.А. Физико-химические основы образования древесных плит. – СПб.: Химиздат, 2003. – 192 с.
5. Пат. 517491 Российская Федерация, МКИ<sup>6</sup> В27 К3/52, В29 J5/00. Антипирен и способ его приготовления / А.А. Леонович. – № 2108036/30-15; Заявл. 21.02.75; Оpubл. 05.03.93, Бюл. № 22.
6. Монахов В.Т. Методы исследования пожарной опасности веществ. – 2-е изд., перераб. – М.: Химия, 1979. – 424 с.
7. Роффазль Э. Выделение формальдегида из древесностружечных плит: Пер. с нем. А.П. Штембаха и В.Б. Семеновой / Под ред. А.А. Эльберга. – М.: Экология, 1991. – 159 с.
8. Волынский В.Н. Технология древесных плит и композитных материалов: Учеб.-справ. пособие. – СПб.: «Лань», 2010. – 336 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАРБОНАТА КАЛЬЦИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДВП СП

*А.А. БАГАЕВ, С.А. АНИКАНОВА – СПбГЛТУ  
А.Б. НИКАНДРОВ - СПб УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИИ  
И ДИЗАЙНА*

*Рассматривается возможность использования карбоната кальция для изготовления ДВП СП. Использование карбоната кальция позволяет снизить расход древесного сырья и способствует снижению эмиссии формальдегида из плиты.*

Потребность в древесине как в строительном материале с каждым годом увеличивается, в связи с чем может возникнуть проблема дефицита сырья. Самым крупным потребителем древесины является деревообрабатывающая промышленность, состоящая из ряда отраслей: лесопиления, производства древесностружечных и древесно-волоконистых плит, фанеры и так далее. Поскольку предприятия по переработке древесины имеют колоссальные мощности, в скором времени может возникнуть сырьевой кризис. Поэтому одним из важных вопросов лесной отрасли будет являться её рациональное использование.

Поскольку все предприятия по производству ДВП СП (древесно-волоконистые плиты средней плотности) имеют высокую производительность, как следствие, имеют высокую потребность в древесном сырье, которое вносит основной вклад в себестоимость готовой продукции. Одной из задач является снижение расхода древесного волокна при производстве ДВП СП. Решением данной проблемы может служить частичная замена древесного сырья на минеральные добавки.

Производство ДВП СП характеризуется повышенной эмиссией формальдегида, что ограничивает их производство и потребление. В данной работе была поставлена задача оценить влияние добавки минеральных компонентов на прочностные свойства плит и эмиссию формальдегида из них.

Сырьем для изготовления лабораторных образцов ДВП СП являлось древесное волокно промышленного способа производства ОАО «Лесплитинвест» без введения химических добавок. В качестве добавок при изготовлении образцов плит использовались карбамидоформальдегидное связующее марки КФМТ-15 с ОАО «Завод Невский Ламинат», отвердитель  $\text{NH}_4\text{Cl}$  в виде 20 %-ного раствора, парафин,  $\text{CaCO}_3$  на основе мрамора марок Hydrocarb 40-UR, Омыcarb 15-UR, Омыcarb 5-KV, отличающихся размерами частиц. Свойства образцов карбоната кальция приведены в таблице 1.

Таблица 1- Свойства промышленных марок карбоната кальция

Показатели	Марки $\text{CaCO}_3$		
	Hydrocarb 40-UR	Омыcarb 5-KV	Омыcarb 15-UR
Сертифицирован	ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001		
Насыпная плотность, $\text{кг/м}^3$	1300	1500	1500
pH	9		
Содержание карбонатов, %	98		
Остаток на сите 45 мкм, %	0,1		
Максимальный размер частиц, содержащихся в 98 % продукта, ( $d_{98}$ %), мкм, не более	12	34	96
Средний размер частиц ( $d_{50}$ %), мкм	3	6	16,5
Частицы < 2 мкм, %	36	25	14

При изготовлении образцов плит карбонат кальция наносили на древесное волокно двумя способами:

- в виде суспензии с помощью пневматического распылителя в смесительном барабане, с дальнейшим высушиванием на воздухе в течение 72 часов. После чего проводили осмоление волокна, формирование древесно-волокнутого ковра и прессование;

- на осмолённое волокно в виде порошка с последующим формированием древесно-волокнутого ковра и прессованием.

Расход добавки карбоната кальция составил 10 % и 5 % от массы абсолютно сухого волокна. После нанесения на волокно карбоната кальция с разной степенью дисперсности, были взяты пробы волокна и вновь проведён анализ на влажность. Этот показатель изменился и составил для марки добавки Hydrocarb 40-UR – 3,25 %, Омукарб 15-UR – 3,95 %, Омукарб 5-KV – 3,52 %. В то же время влажность самих добавок составляет: Hydrocarb 40-UR – 0,20 %, Омукарб 15-UR – 0,09 %, Омукарб 5-KV – 0,12 %.

Далее волокно подсушивалось до влажности 6 – 8 %, только после чего была введена карбамидоформальдегидная смола в количестве 10 %. В качестве отвердителя был использован 20 %-ный раствор  $\text{NH}_4\text{Cl}$  в количестве 2 % от массы абсолютно сухой смолы. Расход смолы составил 10 % от массы абсолютно сухого волокна.

Горячее прессование проводили на лабораторном гидравлическом прессе при температуре  $(200 \pm 10)$  °C при удельном давлении 3,0 МПа и удельном времени прессования - 0,5 мин/мм.

Для определения удерживаемости вводимой минеральной добавки на волокне, в количестве 10 %, определяли зольность волокнутого материала после обработки химическими добавками. Эксперименты показали, что наибольшей удерживаемостью обладает добавка Hydrocarb 40-UR – 9,25 %, наименьшей – Омукарб 5-KV (2,46 %).

Были изготовлены лабораторные образцы ДВП СП с применением карбоната кальция и определены их физико-механические показатели: плотность  $\rho$ , предел прочности при статическом изгибе  $\sigma_{\text{изг}}$ , разбухание по толщине  $\Delta S$  и

водопоглощение  $\Delta W$  за 24 часа. Результаты представлены в таблице 2

Таблица 2 - Физико-механические показатели ДВП СП

Расход 10 % смолы/10 % CaCO <sub>3</sub>	Физико-механические показатели плит			
	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\sigma_{изг}$ , МПА	$\Delta S$ , %	$\Delta W$ , %
Hydrocarb 40-UR	773	22,6	44,3	115,0
Омукарб 15-UR	718	13,4	33,7	119,8
Омукарб 5-KV	867	22,5	42,5	114,7
Контроль	745	22,8	34,7	103,3

При нанесении добавки карбоната кальция на волокно в виде суспензии, наблюдали потери: на стенках смесительного барабана образовывался осадок карбоната кальция, поэтому полный его объём, согласно технологическому расчёту, ввести не удалось. Поэтому, при проведении следующих экспериментов, мы перешли к другой системе введения карбоната кальция, а именно, в виде порошка на предварительно осмолённое волокно. Поскольку именно смола, за счёт своей липкости, позволяет удержать все мелкие частицы вводимой добавки.

Исходя из первых экспериментов, мы наблюдали, что с применением добавок марки Омукарб 15-UR и Омукарб 5-KV физико-механические показатели плит являются более высокими. Поэтому, опираясь на данные эксперимента, при 5 % расходе карбоната кальция от массы абсолютно сухого волокна мы выбрали добавки марок Омукарб 15-UR и Омукарб 5-KV. Результаты экспериментов представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Физико-механические показатели ДВП СП

Расход	Физико-механические показатели плит			
	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\sigma_{изг}$ , МПА	$\Delta S$ , %	$\Delta W$ , %
10 % смолы/5 % CaCO <sub>3</sub>	<u>759,16</u>	<u>23,19</u>	<u>43,99</u>	<u>134,51</u>
	787,6	25,80	47,35	113,43

\*Примечание - в числителе находятся данные для добавки марки Omyacarb 15-UR, в знаменателе - Omyacarb 5-KV

Использование большого количества карбамидоформальдегидного связующего (до 10 %) при изготовлении ДВП СП приводит к повышенной эмиссии формальдегида из этих плит. Для определения содержания свободного формальдегида в ДВП СП использовали фотоколориметрический метод. Экспериментальные данные приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Эмиссия свободного формальдегида из ДВП СП по методу WKI

	Hydrocarb 40-UR	Omyacarb 15-UR	Omyacarb 5-KV	Контроль
Эмиссия формальдегида, мг CH <sub>2</sub> O/100 г плиты	<u>7,49</u> -	<u>9,70</u> 16,57	<u>11,38</u> 14,29	13,38

\*Примечание - в числителе находятся значения при 10 % расходе CaCO<sub>3</sub> от массы абсолютно сухого волокна, в знаменателе расход CaCO<sub>3</sub> составил 5 % от массы абсолютно сухого волокна.

Экспериментальные результаты показывают, что введение карбоната кальция в композицию ДВП СП позволяет снизить содержание формальдегида с класса эмиссии E2 до E1. Это явление, по-видимому, можно объяснить тем, что карбонат кальция обладает большим значением коэффициента теплопроводности и меньшим значением коэффициента теплоёмкости, что обеспечивает более быстрое и равномерное прогревание всей плиты при горячем прессовании, особенно внутреннего слоя. Можно предположить, что это позволит сократить время горячего прессования, что в конечном итоге приведёт к повышению общей производительности

предприятия. В таблице 5 приведены данные показателей теплопроводности для древесины, карбоната кальция, бумаги и картона

Таблица 5 - Значения показателей теплопроводности и теплоемкости для различных веществ

Вещество	К теп. Вт/(м·град)	Т сти, кДж/кг
CaCO <sub>3</sub> , ρ=1300-2800 кг/м <sup>3</sup>	0,8 - 2,2	0,8 – 0,88
Древесина	0,14 – 0,35	2,39 – 2,72
Бумага	0,21	1,51
Картон	0,14 – 0,35	1,51

Из вышеприведённого можно сделать вывод, что применение карбоната кальция в качестве добавки в изученных пределах при производстве ДВП СП не ухудшает физико-механические показатели плит, по сравнению с контрольными показателями, и соответствует требованиям ГОСТ 32274-2013. Более того, за счёт введения CaCO<sub>3</sub> при расходе 10 % от массы абсолютно сухого волокна нам удалось снизить количество выделяемого свободного формальдегида с класса эмиссии E2 до E1. Поэтому по данной технологии можно предложить введение карбоната кальция для снижения расхода волокна и с целью снижения выделения формальдегида в процессе эксплуатации.

## Выводы

Проведенные исследования показали, что применение минеральных продуктов на основе карбоната кальция в композиции для изготовления ДВП СП позволяет уменьшить расход древесного волокна.

Следует ожидать, что карбонат кальция обеспечит более быстрое и равномерное прогревание всей плиты при горячем прессовании, особенно внутреннего слоя, что позволит сократить время горячего прессования.

Определён коэффициент удерживаемости карбоната кальция при различных способах смешивании его с волокном и связующим. Предложено вводить порошок карбоната кальция в смеситель после осмоления волокна.

Выявлено, что введение 10 % карбоната кальция не ухудшает физико-механические показатели древесноволокнистых плит средней плотности. Полученные значения находятся на уровне контрольных показателей, удовлетворяющих требования ГОСТ 32274-2013.

Определено, что использование карбоната кальция в качестве добавки, позволяет снизить класс эмиссии формальдегида из плит с E2 до E1.

## **ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОФИЛЬНОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ ДРЕВЕСНО-ВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ СРЕДНЕЙ ПЛОТНОСТИ**

*Т.В. ЕФИМОВА, Е.М. РАЗИНЬКОВ – ВОРОНЕЖСКИЙ ГЛТУ*

В настоящее время древесноволокнистые плиты средней плотности (MDF) широко используются при производстве корпусной мебели. Для изготовления из таких плит фасадов мебели поверхность MDF подвергается профильному фрезерованию концевыми фрезами, после чего профильная поверхность плит подлежит облицовыванию тонкими бумажно-смоляными пленками в вакуумных прессах.

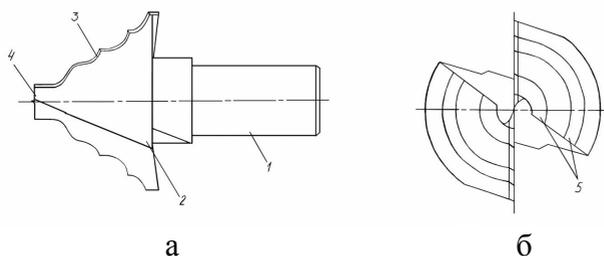
При таком фрезеровании важно не только получение качественной поверхности плит, но и сохранение режущих свойств инструмента в течение длительного времени.

Качество поверхности плит характеризуется, в основном, шероховатостью ее поверхности. Для того чтобы после облицовывания плит тонкими пленками на поверхности мебельных щитов не было видимых выступов и впадин необходимо, чтобы шероховатость поверхности плит (в том числе и фрезерованной поверхности) была не выше 60 мкм. Достичь на практике такой шероховатости достаточно трудно и связано это не только с качеством MDF, но и с геометрическими параметрами концевых фрез. Из этих параметров важную роль играют угловые параметры фрезы и ее износостойкость.

Для изготовления режущих пластин (напаяк на концевую фрезу) обычно используют вольфрам-кобальтовый сплав ВК8, который является достаточно износостойким при деформации, ударе, больших нагрузках, высоком давлении, коррозии и высокой температуре.

За счет изменения угловых параметров предложенная нами модель концевой фрезы (рисунок 1) во многом решает задачу повышения качества поверхности плит и повышения срока службы концевых фрез (периода между переточками) [1].

Фреза содержит хвостовик 1 и рабочую часть с корпусом 2, боковыми режущими кромками 3 и торцовыми режущими кромками 4, оснащенными пластинами твердого сплава. Канавки для стока стружки 5 выполнены перпендикулярно оси вращения фрезы. Угловые параметры углов фрезы, град: передний - 0; задний - 15; угол заточки - 75.



а – общий вид; б – вид слева

Рисунок 1 - Фреза твердосплавная концевая для обработки древесноволокнистых плит средней плотности

Процесс стружкообразования при фрезеровании поверхности MDF предложенной фрезой происходит следующим образом. У древесины характер стружкообразования связан со свойством анизотропности, то есть при различной ориентации волокон стружкообразование происходит по-разному. В нашем случае MDF считается материалом с относительно высокой изотропией, поэтому возникновение аналогичных дефектов (опережающая трещина), имеющих место при обработке древесины, полностью исключается. Единственная проблема обработки плит MDF – возникновение ворса на поверхности фрезерования, что в результате требует дополнительного времени на процесс шлифования (в том числе и ручного) изделий.

Стружка, подрезанная режущей кромкой лезвия, скользит по передней грани. Нормальное давление передней грани и силы трения создают сосредоточенную силу, которая поворачивает стружку как консольно защемленную балку.

Наибольшая деформация материала происходит в плоскости стружкообразования, расположенной под углом к плоскости резания.

Высокое качество поверхности обработки можно объяснить как результат удара волокон о плоскость резца. В зоне лезвия отмечается высокая концентрация механической энергии, в результате развиваются высокие давления и возникают значительные напряжения в режущей части инструмента. Чем выше концентрация энергии в этой зоне, тем направленнее происходит разрушение обрабатываемого материала, тем лучше управляем процесс резания и выше качество обработки. Воздействие высокой температуры, возникающей на контактных поверхностях, обуславливает пластификацию лигнина и припаивание волокон к поверхности.

Нормальная сила направлена внутрь материала, что исключает образование опережающей трещины. Возникновение ворса при обработке затупленным резцом может быть обусловлено тем, что при больших углах заточки может значительно увеличиваться первоначальный радиус закругления

лезвия, который даже для вновь заточенного резца имеет уже значительную величину. В связи с этим на шероховатость поверхности оказывает дополнительное влияние притупленный резец, работающий при сильном сжатии срезаемой стружки.

В работе [2] нами предложена математическая модель зависимости контактных характеристик ( $q_0$ ;  $l_n$ ;  $n$ ) и параметров зоны стружкообразования ( $\varepsilon$ ;  $x_0$ ) с условиями резания ( $a$ ;  $\gamma$ ;  $\mu$ ;  $\sigma_m$ ):

$$\left. \begin{aligned} \frac{\lambda_2}{\sqrt{3}} C - \frac{q_0}{\sigma_m} \frac{l_n}{n+1} - \frac{\cos(\varepsilon - \psi)}{\cos \mu} &= 0; \\ A - B - \frac{\lambda_2}{\sqrt{3}} C \operatorname{tg}(\varepsilon - \psi) &= 0; \\ \left( \frac{a}{\sin \varepsilon} - \lambda_1 \right) A - \lambda_1 B - \lambda_2^2 C - 2 \frac{q_0}{\sigma_m} \frac{l_n}{n+1} \frac{l_n}{n+2} &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$A = \sqrt{\left( \lambda_1 + \frac{a}{\sin \varepsilon} \right)^2 + \lambda_2^2}; \quad (2)$$

$$B = \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}; \quad (3)$$

$$\psi = \gamma - \mu; \quad (4)$$

$$C = \ln \left| \frac{A + \lambda_1 + \frac{a}{\sin \varepsilon}}{\lambda_1 + B} \right|, \quad (5)$$

где  $q_0$  - максимальное нормальное напряжение на передней поверхности, МПа;

$l_n$  - длина контакта стружки с передней поверхностью, мм;

$n$  – показатель степени, характеризующий неравномерность распределения нормальных контактных напряжений;

$a$  – толщина срезаемого слоя, мм;

$\gamma$  – передний угол, град;

$\sigma_m$  – предел пластического течения материала, МПа;

$\varepsilon$  – угол стружкообразования, град;

$\lambda_2$  – расстояние от нейтральной линии до сечения, в котором нормальные напряжения в  $\sqrt{3}$  раз превышают касательные;  $\lambda_2 = 0,5$ ;

$\mu$  – угол трения стружки по передней поверхности, град;

$\lambda_1 = x_0$ ;  $x_0$  – расстояние от режущей кромки до нейтрального сечения.

Постоянную  $\lambda_1$  рассчитывали, исходя из данных [3]:

$$\lambda_1 = \left( \frac{\frac{a}{\sin \varepsilon} - \lambda_2}{2} \right) 0,93. \quad (6)$$

Реальные значения переменных при обработке MDF следующие:  $l_n = 0,2-0,8$  мм,  $n = 1 \dots 5$  с градацией 1,  $a = 0,05-0,35$  мм,  $\gamma = 0-15^\circ$ ,  $\sigma_m = 13,5$  МПа,  $\lambda_2 = 0,5$ ,  $\mu = 10-50^\circ$ .

Расчеты были произведены с использованием компьютерной программы Mathcad. Передний угол, угол стружкообразования и угол трения выражали в радианах.

Для наших условий введем поправочную функцию, учитывающую ряд специфических особенностей, имеющих место при обработке MDF:

$$\phi(\gamma) = -16290 \gamma^3 + 661,92 \gamma^2 - 11,513 \gamma + 7,149. \quad (7)$$

Расчет провели для условий, при которых  $l_n = 0,4$  мм,  $n = 3$ ,  $a = 0,05$  мм,  $\sigma_m = 13,5$  МПа,  $\lambda_2 = 0,5$ ,  $\mu = 0.175$  рад,  $\lambda_1 = -0.206$

являлись постоянными. Переменные:  $\gamma = 0, 1, 2, 3, 4, 5^0$  или  $0, 0,018, 0,035, 0,053, 0,07, 0,088$  рад; соответственно  $\varepsilon = 90, 89, 88, 87, 86, 85^0$  или  $1,579, 1,561, 1,544, 1,526, 1,509$  рад.

В конечном виде величина  $q_0$  определится по следующему уравнению

$$\begin{aligned}
 q_0 = & (-16290\gamma^3 + 661.92\gamma^2 - 11.513\gamma + 7.149) \times \frac{\sigma_m}{\left(\frac{l_n}{n+1} + 2\left(\frac{l_n}{n+1}\right)\left(\frac{l_n}{n+2}\right)\right)} \times \\
 & \times \left(\frac{\lambda_2}{\sqrt{3}} \ln \left| \frac{\sqrt{\left(\lambda_1 + \frac{a}{\sin \varepsilon}\right)^2 + \lambda_2^2} + \lambda_1 + \frac{a}{\sin \varepsilon}}{\lambda_1 + \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}} \right| - \frac{\cos(\varepsilon - \gamma + \mu)}{\cos \mu} + \sqrt{\left(\lambda_1 + \frac{a}{\sin \varepsilon}\right)^2 + \lambda_2^2} - \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2} - \right. \\
 & \left. - \frac{\lambda_2}{\sqrt{3}} \left| \frac{\sqrt{\left(\lambda_1 + \frac{a}{\sin \varepsilon}\right)^2 + \lambda_2^2} + \lambda_1 + \frac{a}{\sin \varepsilon}}{\lambda_1 + \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}} \right| \cdot \operatorname{tg}(\varepsilon - \gamma + \mu) + \left(\frac{a}{\sin \varepsilon} - \lambda_1\right) \cdot \sqrt{\left(\lambda_1 + \frac{a}{\sin \varepsilon}\right)^2 + \lambda_2^2} - \right. \\
 & \left. - \lambda_1 \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2} - \lambda_2^2 \frac{\sqrt{\left(\lambda_1 + \frac{a}{\sin \varepsilon}\right)^2 + \lambda_2^2} + \lambda_1 + \frac{a}{\sin \varepsilon}}{\lambda_1 + \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}} \right). \quad (8)
 \end{aligned}$$

В таблице 1 приведены значения максимального нормального напряжения на передней поверхности.

Как видно из таблицы 1, с уменьшением переднего угла силы нормального давления на передней поверхности увеличиваются. Соответственно, коэффициент трения уменьшается, и улучшается качество обработки.

Как показали наши микротехнологические исследования, качество обработки может повышаться дополнительно за счет возможного «приглаживания» фрезерованной поверхности, предложенной фрезой. Связано это с тем, что в зоне контакта

фрезы с поверхностью плит, за счет повышения температуры в этой зоне, находящийся в древесных волокнах лигнин расплавляется и возникает эффект склеивания волокон между собой и «приглаживания» фрезерованной поверхности.

Таблица 1 - Расчетное максимальное нормальное напряжение  $q_0$ , МПа

№	$\gamma$ , град	$\gamma$ , рад	$\varepsilon$ , град	$\varepsilon$ , рад	$q_0$ , МПа
1	0	0	90	1,579	468,908
2	1	0.018	89	1,561	463,560
3	2	0.035	88	1,544	467,431
4	3	0.053	87	1,526	459,905
5	4	0.070	86	1,509	421,168
6	5	0.088	85	1,491	75,106

Проведенные нами опыты в промышленных условиях с использованием концевой фрезы предложенной конструкции показали возможность получения шероховатости фрезерованной поверхности MDF на уровне 32-40 мкм.

## Выводы

1 Разработана конструкция фрезы, позволяющая значительно повысить ее износостойкость и снизить шероховатость фрезерованной поверхности плит. Угловые параметры фрезы: передний угол  $\gamma = 0^\circ$ , угол заточки  $\beta = 75^\circ$ , задний угол  $\alpha = 15^\circ$ . Профиль фрез может быть различным.

2 Создана математическая модель процесса профильного фрезерования МДФ, отличающаяся от известной наличием в ней факторов, присущих процессу фрезерования плит волоконной

структуры, что позволяет аналитически рассчитывать значения основных факторов работы копировально-фрезерного станка для получения требуемой шероховатости профильной поверхности, предназначенной для облицовывания тонкими бумажно-смоляными пленками.

3 Проведенные нами опыты в промышленных условиях с использованием концевой фрезы предложенной конструкции показали возможность получения шероховатости фрезерованной поверхности MDF на уровне 32-40 мкм.

### Список литературы

1. Пат. 62059 РФ, МПК В 27 G 13/00. Фреза твердосплавная концевая для обработки древесноволокнистых плит средней плотности / Е.М. Разиньков, Т.В. Ефимова, С.Н. Послухаев; заявитель и патентообладатель ВГЛТА.– 2006140614/22; заявл. 16.11.2006; опубл. 27.03.2007, Бюл. № 9. 1 с.

2. Ефимова, Т.В. Кинематика процесса фрезерования плит МДФ // Природопользование: ресурсы, техническое обеспечение: межвузовский сборник науч. тр.– Воронеж, 2007.- С. 56-59

3. Косарев, В.А. Шлифование древесностружечных плит: Обзорная информация..- М.: ВНИПИЭИлеспром, 1981.- 52 с. (Сер. Плиты и фанера, вып. 3).

## **ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ ПОСЛЕ ИХ ГОРЯЧЕГО ПРЕССОВАНИЯ**

*Т.Л. ИЩЕНКО, Е.М. РАЗИНЬКОВ –ВОРОНЕЖСКИЙ ГЛТУ*

Известно [1-3], что повышенная температура выгруженных из пресса древесно-стружечных плит (ДСтП) долгое время сохраняется в период их послепрессовой

выдержки. При этом, если плиты не проходят стадию охлаждения, то происходит снижение их физико-механических показателей, что связано с термодеструкцией связующего.

Целью нашей работы, на первом этапе, было изучение распределения температуры по сечению и формату ДСтП в процессе их послепрессовой выдержки, в том числе и до укладки их в плотные пакеты, что не исследовалось ранее.

Испытания проводили в производственных условиях на КДП «Красный Октябрь» в г. Тюмени. Для исследования брали ДСтП следующей характеристики: формат обрезной плит, м - 3,5x175, толщина нешлифованной плиты, мм – 17,7, плотность, кг/м<sup>3</sup> – 735, влажность, % - 8,2. Породы древесины, используемые для изготовления древесных частиц с их процентным содержанием: осина (50 %), береза (30 %); сосна (20 %). Марка смолы – карбамидоформальдегидная КФ-МТ-15, содержание которой по слоям ДСтП трехслойной конструкции от массы абсолютно сухой стружки составляло, %: наружные – 12,0; внутренний - 9,5. В качестве отвердителя используется хлористый аммоний (0,7 %).

Режим прессования плит: температура, °С – 175; давление прессования, МПа – 2,6; продолжительность прессования, минут – 6,6.

Прессование осуществлялось в 20-этажном прессе марки ПР-6М.

Измерение температуры поверхности плит горячего пресса и температуры поверхности древесно-стружечной плиты осуществлялось с помощью лазерного прибора марки «CENTER 350-INFRARED TERMOMETER LASER RADIATION».

Температуру поверхности плиты определяется в трех точках (1, 2 и 3), как представлено на рисунке 1.

В ходе работы была изучена динамика изменения температуры на поверхности плит в период их послепрессовой выдержки. Для этого необходимо было определить изменение температуры на поверхности плит до цеховой температуры в нескольких вариантах: после непосредственной выгрузки из горячего пресса (через 3 минуты): при выдержке плиты в

свободном состоянии в цеховых условиях; при выдержке верхней плиты (наверху пачки); при выдержке плиты в центре пачки.

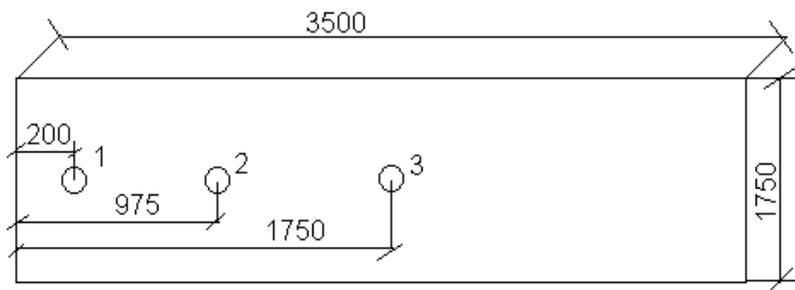


Рисунок 1 - Схема определения температуры на поверхности ДСтП

Опыты были проведены по плану полного факторного эксперимента с влиянием на выходной параметр (температуру на поверхности плиты -  $y_1$ ) двух факторов: продолжительность выдержки плит в плотной пачке,  $\tau_{\text{выд}}$ , сутки ( $x_1$ ); место ее расположения плиты в пачке,  $n$ , № плиты ( $x_2$ ). Результаты опытов приведены в таблице 1.

На рисунке 2 представлены графики изменения температуры поверхности выгруженных из пресса ДСтП. На этом же рисунке приведен график изменения температуры плит пресса в зависимости от этажа пресса.

Таблица 1 - План и результаты эксперимента

№ опыта	Переменные факторы				Выходной параметр
	x <sub>1</sub>		x <sub>2</sub>		y <sub>1</sub>
	кодир. значение	натур. ед., сутки	кодир. значения	натур. ед., № плиты	$\tau, ^\circ\text{C}$
1	-1	1,7	-1	2	33
2	+1	5,3	-1	2	21,5
3	-1	1,7	+1	9	70
4	+1	5,3	+1	9	27,5
5	- 1,414	1	0	6	68
6	+ 1,414	6	0	6	23
7	0	3,5	- 1,414	1	20
8	0	3,5	+ 1,414	10	45
9	0	3,5	0	6	33
10	0	3,5	0	6	35
11	0	3,5	0	6	32
12	0	3,5	0	6	36
13	0	3,5	0	6	34

По данным авторов [2], поверхность ДСтП, изготовленных при температуре 165 °С, даже через 2 часа имеет температуру 120-135 °С, в то время как по нашим данным плиты после выгрузки из пресса быстро охлаждаются и уже через 3 мин температура их поверхности приближается к 100 °С. Вероятнее всего такое различие связано с отсутствием в то время (1970 год) точного прибора для определения температуры поверхности материалов, которым пользовались мы (авторы измеряли температуру поверхности плит термопарой).

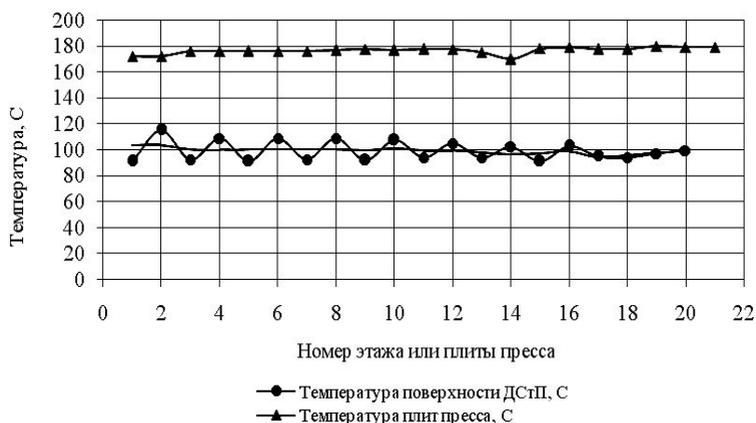


Рисунок 2 - Зависимость температуры поверхности выгруженных из пресса ДСтП и плит пресса

После обработки экспериментальных данных было получено уравнение регрессии в натуральных переменных (адекватно описывающее процесс) для аналитического расчета температуры на поверхности ДСтП в зависимости от искомых факторов.

$$y_1(\tau, n) = 34 - 11,6\tau + 8,2n + 1,7\tau^2 - 1,4\tau n \quad (1)$$

По результатам последующих опытов построены графические зависимости, представленные на рисунке 3.

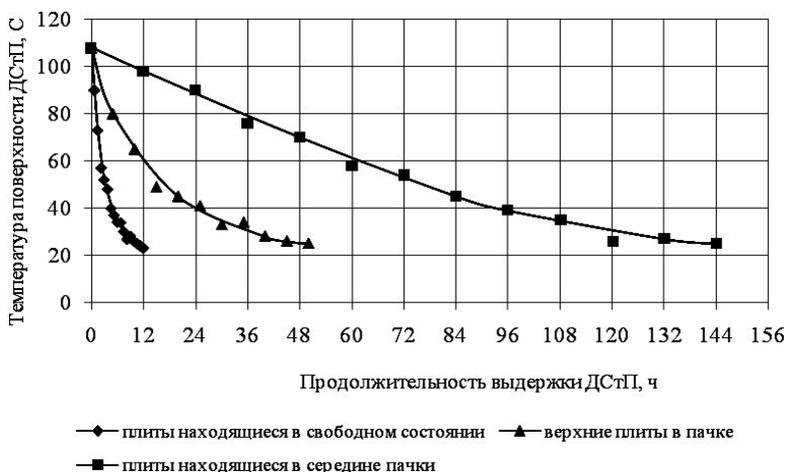


Рисунок 3 - Зависимость температуры поверхности ДСтП от продолжительности их послепрессовой выдержки и места расположения плиты в пачке

Эти зависимости показывают, что достижение цеховой температуры поверхностью плиты, находящейся в свободном состоянии, наступает через 12 часов. Причем, в первые 4 часа поверхность плиты охлаждается быстрее, чем в последующие часы.

Как видно из рисунка, верхняя плита в пачке охлаждается до цеховой температуры намного дольше, чем в свободном состоянии. Это время более чем в 4 раза больше и составляет 50 вместо 12 часов.

Из рисунка также следует, что время достижения поверхностью плиты, находящейся в центре пачки, цеховой температуры в 2,4 раза больше, чем плиты на поверхности пачки и составляет 144 часа.

Следующим этапом нашей работы было исследование изменения физико-механических свойств ДСтП в исследуемом процессе.

## **Выводы**

1 Достижение цеховой температуры поверхностью плиты, находящейся в свободном состоянии, наступает через 12 часов. Причем в первые 4 часа поверхность плиты охлаждается быстрее, чем в последующие часы.

2 Верхняя плита в пачке охлаждается до цеховой температуры намного дольше, чем в свободном состоянии, и это время составляет 50 часов.

3 Время достижения поверхностью плиты, находящейся в центре пачки, цеховой температуры составляет 144 часа.

## **Список литературы**

1. Азаров, В.И. К вопросу гидролитической и термической устойчивости карбамидных смол в условиях прессования, акклиматизации и термозакалки ДСП / В. И. Азаров, А. Н. Обливин, В. И. Семенов // Лесной журнал. - 1975. - № 4. С.103 -107.

2. Жуков, В. П. Охлаждение древесностружечных после выгрузке из пресса / В. П. Жуков, Н. А. Михайлов // Деревообрабатывающая промышленность. – 1971. - № 7. – С. 3 - 4.

3. Жуков, В.П. Прочность древесностружечных плит в процессе их акклиматизации / В.П. Жуков, Н.А. Михайлов // Деревообрабатывающая промышленность. – 1970. - № 6. – С. 2 - 4.

## **ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ НА МАЛОТОКСИЧНОЙ СМОЛЕ ПОСЛЕ ИХ ГОРЯЧЕГО ПРЕССОВАНИЯ**

*Т.Л. ИЩЕНКО, Е.М. РАЗИНЫКОВ - ВОРОНЕЖСКИЙ ГЛТУ*

Известно, что при послепрессовой выдержке древесностружечных плит (ДСтП) происходит снижение физико-

механических свойств плит в связи с термодеструкцией связующего из-за повышенной температуры ДСтП [1-5]. Известные исследования были проведены в 70-х, начале 80-х годов прошлого века, когда в технологии ДСтП использовались карбамидоформальдегидные смолы повышенной токсичности (марок УКС, КС-68, М 19-62 и др.). Содержание свободного формальдегида в этих смолах составляло более 1,0 %. В настоящее время используются малотоксичные смолы, содержание свободного формальдегида в которых намного меньше, чем в применяемых ранее, и достигает 0,12-0,15 %.

Цель нашей работы состояла в изучении изменения прочностных свойств ДСтП на малотоксичной смоле после горячего прессования плит и в сравнении полученных результатов с известными данными.

Испытания проводили в производственных условиях на КДП «Красный Октябрь» в г. Тюмени. Для исследования брали ДСтП следующей характеристики: формат обрезной плиты, м - 3,5x175, толщина нешлифованной плиты, мм – 17,7, плотность, кг/м<sup>3</sup> – 735, влажность, % - 8,2. Породы древесины, используемые для изготовления древесных частиц с их процентным содержанием: осина - (50 %), береза (30 %); сосна (20 %). Марка смолы – малотоксичная карбамидоформальдегидная КФ-МТ-15 с содержанием свободного формальдегида 0,15 %. Содержание связующего по слоям ДСтП трехслойной конструкции от массы абсолютно сухой стружки составляло, %: наружные – 12,0; внутренний - 9,5. В качестве отвердителя используется хлористый аммоний (0,7 %).

Режим прессования плит: температура, °С – 175; давление прессования, МПа – 2,6; продолжительность прессования, минут – 6,6.

Прессование осуществлялось в 20-этажном прессе марки ПР-6М.

Выходными параметрами были пределы прочности при изгибе ( $\sigma_{изг}$ , МПа) и при растяжении перпендикулярно пласти

плиты ( $\sigma_{\perp}$ , МПа), а переменными - продолжительность выдержки плит в плотной пачке,  $\tau_{\text{выд}}$ , сутки ( $x_1$ ); место расположения плиты в пачке,  $n$ , № плиты ( $x_2$ ). Планы эксперимента ПФЭ= $2^n$  и значения выходных параметров приведены в таблицах 1 и 2.

Ниже приведены уравнения регрессии в фактических переменных.

$$Y_1(\tau, n) = 16,3 + 1,95\tau + 0,21n - 0,186\tau^2 - 0,06\tau n; \quad (1)$$

$$Y_2(\tau, n) = 0,312 + 0,0535\tau + 0,0103n - 0,0043\tau^2 - 0,0039\tau n. \quad (2)$$

Графические зависимости прочностных свойств плит от исследуемых приведены на нижеприведенных рисунках 1 и 2.

Из рисунка 1 следует, что начальная прочность плит довольно низкая. Это связано, видимо, в основном с тем, что отвержденное при  $100^{\circ}\text{C}$  связующее на основе малотоксичной смолы представляет собой *резиноподобную* массу, прочность которой в начальный момент низкая. Со временем прочность его растет и, одновременно с этим растет до определенного предела и прочность плит. Затем прочность плит остается на том же уровне или незначительно падает.



Рисунок 1 - Изменение предела прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты в зависимости от продолжительности выдержки

Таблица 1 - План и результаты эксперимента по определению предела прочности плит при изгибе

№ опыта	Переменные факторы				Выходной параметры
	x <sub>1</sub>		x <sub>2</sub>		У <sub>1</sub>
	кодир. значения	натур. ед., сутки	кодир. значения	натур. ед., № плиты	$\sigma_{изг}$ , МПа
1	-1	1,7	-1	2	19,3
2	+1	5,3	-1	2	20,5
3	-1	1,7	+1	9	20,2
4	+1	5,3	+1	9	20,2
5	- 1,414	1	0	6	18,5
6	+ 1,414	6	0	6	20,65
7	0	3,5	- 1,414	1	20,6
8	0	3,5	+ 1,414	10	20,5
9	0	3,5	0	6	20,8
10	0	3,5	0	6	20,9
11	0	3,5	0	6	20,5
12	0	3,5	0	6	20,4
13	0	3,5	0	6	20,9

Таблица 2 - План и результаты эксперимента по определению предела прочности плиты при растяжении перпендикулярно пласти

№ опыта	Переменные факторы				Выходные параметры
	x <sub>1</sub>		x <sub>2</sub>		У <sub>2</sub>
	кодир. значения	натур. ед., сутки	кодир. значения	натур. ед., № плиты	$\sigma_{\perp}$ , МПа
1	-1	1,7	-1	2	0,412
2	+1	5,3	-1	2	0,432
3	-1	1,7	+1	9	0,44
4	+1	5,3	+1	9	0,38
5	- 1,414	1	0	6	0,381
6	+ 1,414	6	0	6	0,413
7	0	3,5	- 1,414	1	0,455
8	0	3,5	+ 1,414	10	0,4125
9	0	3,5	0	6	0,43
10	0	3,5	0	6	0,424
11	0	3,5	0	6	0,429
12	0	3,5	0	6	0,431
13	0	3,5	0	6	0,416

Начальная прочность плит составляет всего 0,27 МПа. Плиты, выдерживаемые в свободном состоянии и охлаждаемые быстрее, чем все другие плиты, набирают максимальную прочность через 3,5 суток, которая в 1,7 раза выше начальной прочности. У плит же, где дольше сохраняется повышенная температура, максимальная прочность достигается быстрее. Для верхней плиты пакета она достигается за 2,5 суток, для промежуточной – за 2,0 и для центральной – за 1,5 суток. Для этих плит через указанное время прочность начинает незначительно снижаться, за исключением плит, выдерживаемых в свободном состоянии. Особенно значительное снижение (на 17,8 %, с 0,45 до 0,37 МПа через 6 суток) характерно для центральных плит пакета. Для промежуточных плит пакета снижение прочности с максимальной происходит на 6,5 %, а для плит, выдерживаемых в свободном состоянии, снижение составляет всего 4,3 %.

Аналогичная картина наблюдается с ходом кривых прочности плит при изгибе (рисунок 2). Плиты достигают своей максимальной прочности при изгибе практически за ту же продолжительность выдержки, при которой они достигают максимальной своей прочности при растяжении перпендикулярно пласти. Прочность плит при изгибе нарастает от 16,0 до 21,0 МПа в зависимости от способа выдержки и места нахождения плиты в пакете. С максимального значения незначительно теряют прочность только плиты, в которых очень долго сохраняется повышенная температура, т.е. находящихся в промежутке или центре пакета. Это снижение для таких плит составляет соответственно всего 1,4 и 2,4 %.

Если провести анализ полученных нами результатов с известными результатами [4,5] с плитами на смоле УКС с большим содержанием свободного формальдегида (1,0-1,5 %), то имеется существенная разница.

На смоле УКС плиты достигают своей максимальной прочности при растяжении перпендикулярно пласти через 1 сутки, а на малотоксичной смоле КФ-МТ-15 только через 1,5 – 3,5 суток в зависимости от способа выдержки и места

расположения плиты в пакете. На смоле УКС прочность при изгибе достигает своего максимального значения через 1,5 – 2,0 суток, а на малотоксичной смоле только через 1,5 – 3,0 суток в зависимости от способа выдержки и места расположения плиты в пакете. Это говорит о более низкой скорости доотверждения малотоксичной смолы.



Рисунок 2 - Изменение предела прочности плиты при изгибе в зависимости от продолжительности выдержки

На смоле УКС максимальная прочность плит при растяжении перпендикулярно пласти в 1,1 раза выше начальной прочности, а на малотоксичной смоле максимальная прочность в 1,7 раза выше начальной прочности. При изгибе максимальная прочность плит на смоле УКС в 1,18 – 1,37 раза выше начальной прочности, на малотоксичной смоле максимальная прочность плит в 1,25 – 1,31 раза выше начальной прочности.

Можно отметить, что величины роста прочности плит при изгибе через 6 суток выдержки имеют близкие друг к другу значения независимо от марки смолы. Однако величина роста прочности плит на смоле КФ-МТ-15 при растяжении перпендикулярно пласти намного больше, чем на смоле УКС.

На смоле УКС плиты со своего максимального значения со временем теряют прочность при растяжении перпендикулярно пласти до 1,55 раза, а на смоле КФ-МТ-15 всего до 1,18 раза. Аналогичные результаты и для прочности при изгибе. Это говорит о том, что плиты на малотоксичной смоле, после достижения своей максимальной прочности, меньше подвержены отрицательному воздействию еще остающейся в них повышенной температуры, чем плиты на смоле УКС.

В связи с тем, что современные малотоксичные КФС содержат незначительное количество формальдегида, изменяется процесс отверждения данного связующего и, в конечном виде, эти смолы после отверждения имеют не твердое, а резиноподобное состояние. При этом охлаждать сразу выгруженные из пресса плиты нецелесообразно. Их следует сначала выдержать в штабеле, затем уже подавать на охлаждение.

#### Список литературы

1. Жуков, В. П. Охлаждение древесностружечных после выгрузки из пресса / В. П. Жуков, Н. А. Михайлов // Деревообрабатывающая промышленность. – 1971. - № 7. – С. 3-4.
2. Жуков, В.П Прочность древесностружечных плит в процессе их акклиматизации / В.П. Жуков, Н.А. Михайлов // Деревообрабатывающая промышленность. – 1970. - № 6. – С. 2-4.
3. Азаров, В.И. К вопросу гидrolитической и термической устойчивости карбамидных смол в условиях прессования, акклиматизации и термозакалки ДСП / В. И. Азаров, А. Н. Обливин, В. И. Семенов // Лесной журнал. - 1975. - № 4. - С.103-107.
4. Эльберт, А.А. Водостойкость древесностружечных плит /А. А. Эльберт. - М.: Лесн. пром - сть, 1970. - 96 с.
5. Эльберт А.А. Химическая технология древесностружечных плит. – М.: Лесн. пром – сть, 1984. – 224 с.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОДНОЛЕТНИХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*А.А.НИКИТИН, В.Е. ЦВЕТКОВ - МФ МГТУ им. Н.Э. БАУМАНА*

В настоящее время по объемам производства композиционные материалы занимают одно из ключевых мест в мировой экономике. Они представлены широким перечнем разнообразных по свойствам и методам производства материалов, благодаря чему существенно потеснили традиционные материалы в большинстве отраслей промышленного производства, и производство их быстро развивается в количественном и в качественном отношении.

Особое место занимают композиционные материалы на основе древесины, обладающие комплексом ценных свойств и широко используемые для решения различных задач. Несомненно, выбор этого материала как основы для изготовления композитов во многом обусловлен тем, что он относится к возобновляемым сырьевым ресурсам и сам является природным композиционным материалом. Необходимо отметить, что потребность в этом сырьевом материале неизменно возрастает, и расширяются области его использования.

Считается, что в ближайшие годы получит существенное развитие технология производства композитов на основе однолетних растений. Для таких прогнозов есть основания – ограниченность лесных ресурсов, большая и постоянно растущая потребность в высококачественных строительных и конструкционных материалах. При этом необходимо отметить наличие богатой сырьевой базы в виде различных однолетних растений практически во всех регионах мира, включая Россию.

Существует опыт использования одревесневшей части (костры) стеблей прядильных растений (льна, конопли, кенафа и др.) для производства теплоизоляционных плитных материалов (костробетонов), бумаги, топливных брикетов, плитных материалов строительного назначения и других материалов.

Костра у этих растений составляет до 70 % массы лубяного стебля и в основном состоит из целлюлозы (45 – 59 %), лигнина (20 – 29 %) и пентозанов (21 – 23 %). По своему химическому строению костра приближается к строению древесины. Наравне с кострой для производства композиционных материалов используется солома злаковых и бобовых зерновых культур (пшеничная, ячменная, ржаная, рисовая и др.).

На кафедре ТДПиП проводились [1,3] и проводятся в настоящее время работы, направленные на получение различных композиционных материалов с использованием в качестве основы или компонентов разнообразных видов сырьевых материалов, полученных из однолетних растений. Последние работы были посвящены изучению возможности использования волокноподобных частиц, полученных из измельченной пшеничной соломы в производстве древесно-волоконистых плит мокрым способом.

Получение волокноподобных частиц из пшеничной соломы проводилось в два этапа. На первом этапе из соломы была получена сечка длиной 25 – 50 мм, из которой, после гидротермообработки, методом размола получены волокноподобные частицы.

Проведена оценка свойств волокнистой массы, полученной на основе соломы, результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование показателя	Полученное значение
рН	4,9
Размеры волокон:	
- длина, мм	0,1 – 20
- ширина, мм	0,01 – 1,2
Степень размола массы, ДС	112

Размеры волокон определялись с использованием оптических измерительных окуляр-микрометров МПБ-2 и МПБ-

3. Каплю исследуемой волокнистой массы наносили на препаратное стекло и высушивали. Измерение проводилось для 100 частиц при случайной выборке. Результаты, отражающие распределение размеров частиц по длине и ширине (толщине), представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Длина волокнистых частиц, мм	Содержание частиц, %, в интервале
от 0,1 до 4	60
от 4 до 8	23
от 8 до 12	6
от 12 до 16	6
от 16 до 20	5

Таблица 3

Ширина (толщина) волокнистых частиц, мм	Содержание частиц, %, в интервале
от 0,01 до 0,24	52
от 0,24 до 0,48	18
от 0,48 до 0,72	22
от 0,72 до 0,96	4
от 0,96 до 1,2	4

Полученные результаты позволяют сделать ряд заключений:

- в волокнистой массе большая часть волокон имеет небольшую длину и толщину;

- достаточно много волокон (до 10 %) имеют форму плоской частицы, для которой характерна большая ширина при относительно небольшой длине;

- более 80 % волокнистых частиц в массе имеют длину, не превышающую 6 мм.

Полученные результаты хорошо согласуются с показателем степени размола массы (112 ДС) и позволяют сделать предположение о том, что при переработке волокнистой массы могут возникать проблемы с её обезвоживанием и прессованием во влажном состоянии.

Для проверки этого предположения было изучено влияние концентрации волокнистой массы, полученной из соломы на процесс обезвоживания. Проверку скорости обезвоживания проводили с использованием прибора Дефибратор-секунда. Для сравнения использовали древесно-волокнистую массу, полученную из хвойных пород древесины (ель) и используемую для производства ДВП мокрым способом. При оценке скорости обезвоживания отлив проводили при различной концентрации массы от 0,1 до 1,2 %. Результаты оценки скорости обезвоживания представлены в таблице 4.

Таблица 4

Концентрация волокнистой массы полученной из соломы при отливе ковра, %	Время обезвоживания, ДС
0,1	22
0,2	29
0,4	38
0,8	85
1,2	112
Концентрация древесно-волокнистой массы при отливе ковра, %	
1,2	22

Полученные при отливе ковры из волокнистой массы, полученной из соломы, дополнительно отжимали в холодном прессе. Ковры при отжиме в прессе теряют форму и растекаются под нагрузкой.

Вероятно, волокнистая масса, полученная из соломы, может быть использована при изготовлении волокнистых плит

мокрым способом в составе композиции совместно с древесно-волокнистой массой из хвойной древесины. Для проверки этого предположения были изготовлены плиты с содержанием волокнистой массы из соломы 0, 10, 25 и 50 % от массы древесно-волокнистой массы. При получении ковров из композиций проводилась оценка времени обезвоживания, контролировали толщину получаемых ковров после отлива и их отжима в холодном прессе. Кроме того, проводился контроль массы получаемых плит после горячего прессования, что позволило оценить потерю волокнистой части при отливе ковров. Расчетное количество волокнистой массы - 128 г по сухому волокну. С использованием каждой композиции было изготовлено по три плиты. Результаты проведенной оценки представлены в таблице 5.

Таблица 5

Содержание волокнистой массы полученной из соломы, %	Время обезвоживания, ДС	Толщина ковра после отлива, мм	Толщина ковра после отжима в холодном прессе, мм	Масса готовой плиты, г	Потеря массы волокна относительно начальной массы, %
0	22, 21, 22 Среднее значение: 21,6	30, 28, 29 Среднее значение: 29	11, 10, 11 Среднее значение: 10,6	125, 126, 125 Среднее значение: 125,3	2,1
10	21, 21, 22 Среднее значение: 21,3	25, 26, 26 Среднее значение: 25,6	9, 9, 8 Среднее значение: 8,6	127, 126, 125 Среднее значение: 126	1,6

Содержание волокнистой массы полученной из соломы, %	Время обезвоживания, ДС	Толщина ковра после отлива, мм	Толщина ковра после отжима в холодном прессе, мм	Масса готовой плиты, г	Потеря массы волокна относительно начальной массы, %
25	26, 27, 27 Среднее значение: 26,3	20, 20, 20 Среднее значение: 20	6, 6, 6 Среднее значение: 6	100, 101, 100 Среднее значение: 100,3	21,6
50	27, 29, 28 Среднее значение: 28	9, 8, 9 Среднее значение: 8,6	5, 4, 4 Среднее значение: 4,3	90, 87, 93 Среднее значение: 90	29,7

Увеличение доли волокнистой массы, полученной из соломы, в составе композиции приводит к увеличению времени обезвоживания ковра в ходе отлива, при этом, наблюдается снижение толщины отливаемого ковра и увеличение потери волокна. Вероятно, потеря волокна обусловлена ростом доли в композиции волокнистой массы, полученной из соломы, у которой большая часть частиц имеет небольшие размеры. Используемая сетка отливной машины не может удержать волокнистую массу из соломы в процессе отлива ковра.

Горячее прессование проводилось по стандартной диаграмме прессования при температуре 190 °С, общая продолжительность прессования - 7,5 минут.

Для полученных волокнистых плит проведена оценка физико-механических характеристик – плотности, прочности на изгиб и водопоглощения лицевой поверхностью. Результаты оценки представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Физико-механические показатели плит, изготовленных с использованием композиции древесного волокна, и волокнистого материала, изготовленного из соломы

Наименование показателей	Содержание волокнистого материала из соломы в составе композиции, %			
	0	10	25	50
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	934	930	933	868
Предел прочности при изгибе, МПа	23,8	23,5	35,6	21,2
Водопоглощение лицевой поверхностью плиты, %	99	120	151	196

Полученные результаты позволяют сделать заключение о возможности использования данного материала (волокнистого материала, полученного из соломы) в виде добавки к древесному волокну при получении плит по традиционной технологии мокрого способа производства. Рационально использовать волокнистый материал, полученный из соломы в количестве 10 – 20 % от массы древесного волокна. Увеличение содержания волокнистой массы из соломы в композиции (более 25 %) приводит к снижению плотности получаемых плит и их прочности, кроме того существенно повышается водопоглощение лицевой поверхностью получаемых плит. Повышение содержания волокнистого материала из соломы приводит к снижению формоустойчивости формируемого ковра и росту потери волокнистой массы в процессе отлива ковра. Желательно при изготовлении плит использовать упрочняющие добавки (фенольные смолы) и гидрофобизирующие вещества, что позволяет получать плиты с нормированными ГОСТ показателями.

#### Список литературы

1. Тришин С.П., Никитин А.А., Федоткин А.А. Использование отходов льноволокнонного производства в

производстве древесноволокнистых плит. //Технология и оборудование для переработки древесины /Науч. тр. – Вып. 324. – М.: МГУЛ, 2003. Табл. 2, С. 152 – 154.

2. Козлов Ю.Д., Малый В.Т., Усаченко А.Н. Волокнистые плиты из отходов сельского хозяйства и макулатуры. // Строительные материалы и конструкции.- Вып. 32. – 1994, С. 9 – 10.

3. Щербаков А.С., Гамова И.А., Мельникова Л.В. Технология композиционных древесных материалов. – М.: Экология, 1992.– 192 с.

4. Петри В.Н. Плитные материалы и изделия из древесины и других одревесневших растительных остатков без добавления связующих. – М.: Лесная промышленность. 1976. – 360 с.

5. Волынский В. Н. Технология древесных плит и композиционных материалов: Учебно-справочное пособие. – СПб.: «Лань», 2010. – 336 с.

6. Тришин С. П. Технология древесных плит: учеб. пособие. – 3-е изд. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. – 188 с. : ил. 87

7. Ребрин С. П., Мерсов Е. Д., Евдокимов В. Г. Технология древесноволокнистых плит. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Лесная промышленность, 1982. – 272 с.

8. Справочник по древесноволокнистым плитам. – М.: Лесная промышленность.1981. - 248 с.

9. ГОСТ 4598-86 Плиты древесноволокнистые мокрого способа производства. Технические условия.

10. Кучерявый В.И. Физико-механические свойства соломы // Научн. труды МЛТИ.- Вып. 204. - 1988. – С. 79 – 84.

## **КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ ПЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ**

*В.В. ВАСИЛЬЕВ, С.З. ХОССЕЙНИ – СПбГЛТУ,  
Л.И. СИЗОВА, Е.В. КОНДРАТЬЕВА – ООО «ЗАВОД  
НЕВСКИЙ ЛАМИНАТ»*

За последние 15 лет в Российской Федерации сформировалась развитая подотрасль древесных плит. Производимые плиты используются преимущественно в мебельной промышленности и строительстве, где они, как правило, подвергаются отделке. Актуальной задачей является повышение качества отделки и сокращение расхода отделочных материалов.

Для отделки древесных плит в основном используют пленочные и лакокрасочные материалы. Жидкие отделочные материалы (шпатлевка, грунтовка, краска, эмаль, клей) при нанесении на поверхность древесной плиты смачивают ее и растекаются, заполняя неровности поверхности и частично впитываясь материалом подложки. Таким образом, оптимальный расход жидких отделочных материалов определяется несколькими процессами (смачивание, растекание, впитывание), которые зависят от свойств поверхности древесных плит и наносимой на нее жидкости. По оценке специалистов роль подложки при образовании покрытия более значима по сравнению с ролью отделочного материала [1].

Учитывая многообразие процессов, происходящих при отделке древесных плит, качество подложки оценивают несколькими показателями. Российские ГОСТы на древесные плиты нормируют характеристики поверхности их пласти, в том числе ее шероховатость, отдельные включения крупной стружки и коры, прочность и другие. Современное производство плит имеет необходимые технологии и оборудование для удовлетворения этим требованиям.

Вместе с тем, социологический опрос специалистов подотрасли показал, что имеются показатели поверхности

подложки, которые не входят в состав действующих отечественных нормативных документов, но которые важны с точки зрения качества отделки и расхода отделочных материалов [2]. К ним относятся плотность поверхностного слоя плиты, впитываемость жидкости поверхностным слоем, разбухание поверхностного слоя, рН наружного слоя.

Плотность поверхности подложки оказывает значительное влияние на расход жидких отделочных материалов – чем выше плотность, тем ниже скорость впитывания жидкости [3]. При отделке плит клеями на основе терморективных олигомеров, например, карбамидоформальдегидными, поверхность подложки может оказывать влияние на скорость реакции поликонденсации олигомеров через величину своей кислотности. Специалисты рекомендуют поддерживать рН наружного слоя плиты выше 6 [4].

Способность жидкости к растеканию по поверхности твердого тела оценивают величиной краевого угла смачивания. Чем ниже его значение, тем лучше жидкость распределяется на подложке.

Для изготовления плит применяют различные древесные частицы, связующие и специальные добавки. Выбор их зависит от типа выпускаемой продукции. Так, наружные слои ДСП изготавливают из микростружки, а внутренний слой – из стружки. Для производства древесноволокнистых плит средней плотности (плиты моноструктурные волокнистые – ПМВ) используют древесное волокно дефибраторного размола. Стружечные плиты общего назначения и ПМВ изготавливают на карбамидоформальдегидном связующем (КФС), а влагостойкие плиты – на меламинокарбамидоформальдегидном (МКФС).

В композиции наружных слоев могут присутствовать различные добавки: отвердители, гидрофобизаторы, антиадгезивы и др. Высокое содержание кислого отвердителя, например, хлорида аммония, приводит к повышению кислотности поверхности, что нежелательно для плит, отделываемых методом ламинирования и каширования.

В качестве гидрофобизатора для повышения влагостойкости ДСП применяют добавки парафина. Его вводят также в состав ПМВ. Это твердое вещество – смесь предельных углеводородов  $C_{18} - C_{35}$  с температурой плавления  $45 - 65$  °С. Эффективность его действия основана на изменении смачиваемости поверхности, на которую он нанесен. Мерой взаимодействия твердого материала и воды является величина краевого угла смачивания, которая для гидрофобных веществ более  $90^\circ$ . Так, краевой угол смачивания воды на поверхности парафина составляет  $106,5^\circ$  [5]. Высокое содержание парафина может ухудшить смачивание поверхности плит отделочными жидкостями и способствовать снижению адгезионной прочности между подложкой и отделочным материалом.

Антиадгезивы вводят в наружные слои древесных плит для снижения прилипания стружечно-клеевой массы к поверхности оборудования (транспортеры, формирующие машины, прессы). Основной компонент их - поверхностно-активные вещества [6]. Они так же как парафин снижают адгезию отделочного материала.

Таким образом, использование для производства древесных плит различных древесных частиц, связующих и добавок может оказать значительное влияние на свойства их поверхности.

Исследовали физико-механические и поверхностные свойства четырех партий промышленных ДСП разных типов и одной партии промышленных ПМВ. Плиты изготовлены на различных предприятиях России. Исследования проведены в лаборатории ООО «Завод Невский ламинат» (пос. Дубровка Ленинградской обл.) и на кафедре Технологии древесных композиционных материалов и инженерной химии Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета.

Испытаны следующие виды древесных плит:

1 ДСП общего назначения типа Р2, I сорта, с мелкоструктурной поверхностью, шлифованная, толщиной 16,3 мм;

2 ДСП влагостойкая типа Р3, I сорта, с мелкоструктурной поверхностью, шлифованная, толщиной 22,0 мм;

3 ДСП влагостойкая типа Р5, I сорта, с мелкоструктурной поверхностью, шлифованная, толщиной 16,3 мм;

4 ДСП высоконагружаемая несущего назначения для эксплуатации в сухих условиях типа Р6 по EN 312:2010 [7], I сорта, с мелкоструктурной поверхностью, шлифованная, толщиной 22,2 мм;

5 Плита древесная моноструктурная волокнистая марки ПМВ, I сорта, шлифованная, толщиной 16,3 мм.

Анализируемые плиты отличаются рецептурным составом. ДСП типа Р2, Р6 и ПМВ изготовлены на карбамидоформальдегидной смоле, а ДСП повышенной влагостойкости типа Р3 и Р5 – на меламинакарбамидоформальдегидной. Для повышения влагостойкости в состав плит ДСП типа Р3, Р5 и Р6, а также в плиты ПМВ введен парафин.

Физико-механические свойства плит определяли по ГОСТ РФ. Поверхностное впитывание оценивали с использованием двух жидкостей: толуола и воды. Методика определения впитываемости толуола регламентирована европейским стандартом EN 382-1 [8]. В соответствии с ним на плиту, расположенную под углом  $60^\circ$ , наносят  $1 \text{ см}^3$  толуола и определяют длину трассы его стекания. Чем длиннее трасса, тем меньше впитываемость.

Поглощение воды поверхностью ДСП проводили на круглых образцах диаметром 35 мм. Торец образца гидроизолировали с помощью скотча и резиновой прокладки, располагали образец горизонтально, наливали на него  $10 \text{ см}^3$  дистиллированной воды, через 10 и 60 минут удаляли остатки воды и измеряли толщину и массу образца. По полученным данным рассчитывали разбухание по толщине, впитываемость и скорость впитывания воды. Расчетные формулы приведены в [9].

Профили плотности ДСП по толщине определяли на приборе DPX300-LTE (лабораторный измеритель плотности) фирмы IMAL (Италия). В приборе устанавливали вертикально образцы размерами 50 × 50 мм, затем при их перемещении через торец образцов пропускали радиоактивное излучение от рентгеновской трубки. Плотность слоя плиты определяли с помощью датчика по потере силы излучения. Точность определения плотности - 0,1 кг/м<sup>3</sup> на отрезке 0,01 мм. Распределение плотности по толщине плиты определяли как среднее по 2...4 профилограммам.

Для нахождения кислотности поверхностного слоя плит с них срезали 15 г стружки на глубину не более 2 мм, заливали их 200 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, кипятили с обратным холодильником в течение 30 мин, охлаждали до комнатной температуры и определяли величину pH [10].

По величине краевого угла оценивали смачивающую способность пленкообразователя, в качестве которого использовали водный раствор КФС концентрацией 55 %. Объем капли смолы - 0,03 см<sup>3</sup>. Через 2 мин после нанесения смолы на поверхность плиты замеряли диаметры капли с помощью микроскопа стереоскопического МБС-2 и высоту капли с помощью катетометра R FUESS (Германия). Расчет тангенса краевого угла смачивания производили по формуле:

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{4dh}{(d^2 - 4h^2)}, \quad (1)$$

где  $\theta$  – краевой угол смачивания, град.;

$d$  – диаметр капли, мм;

$h$  – высота капли, мм.

Свойства плит приведены в таблице 1. Результаты физико-механических испытаний показывают, что древесно-стружечные плиты по показателям прочности и водостойкости отвечают требованиям российских [11, 12, 13] и европейских [8,

14] стандартов, плита ПМВ имеет несколько пониженные по сравнению с требованиями ГОСТ 32274-2013 показатели прочности при статическом изгибе и при растяжении перпендикулярно пласти плиты. Остальные показатели этой плиты соответствуют ГОСТ.

Плита типа Р2 имеет более высокий показатель разбухания при выдержке в воде по сравнению с другими типами плит, поскольку в ее составе нет гидрофобизатора – парафина. Кислотность поверхности древесных плит изменяется в диапазоне рН от 6,0 до 6,7, что соответствует рекомендациям специалистов.

Таблица 1 – Свойства промышленных древесных плит разных типов

Показатели	Тип древесной плиты				
	ДСП Р2	ДСП Р3	ДСП Р5	ДСП Р6	ПМВ
Толщина, мм	16,3	22,0	16,3	22,2	16,3
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	645	670	693	730	752
Предел прочности при изгибе, МПа	17,1	17,6	23,1	26,3	19,3
Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти, МПа	0,39	0,42	0,54	0,57	0,38
Удельное сопротивление нормальному отрыву наружного слоя, МПа	0,90	1,02	0,95	0,83	0,80
Разбухание по толщине за 24 ч, %	19,5	13,0	7,9	13,5	7,1
рН наружного слоя	6,72	5,97	6,17	6,32	6,50
Краевой угол смачивания КФС, град	79° 37'	84° 49'	80° 46'	84° 57'	68° 00'

Величина краевого угла смачивания раствора карбамидоформальдегидной смолы на поверхности ДСП находится в интервале от  $79^\circ$  до  $85^\circ$ , а на поверхности волокнистой плиты –  $68^\circ$ . Полученные данные показывают, что водный раствор пленкообразователя лучше растекается на пласти плиты ПМВ.

Показатели поверхностного впитывания жидкостей приведены в таблице 2. Результаты испытаний показывают, что плиты значительно различаются между собой по этим показателям. Так, длина трассы толуола изменяется от 57 мм у плиты ПМВ, что является худшим показателем, до 351 мм у ДСП типа Р5.

Впитывание воды также изменяется в широком диапазоне. За 10 минут плита ПМВ впитывает  $67 \text{ г/м}^2$  поверхности (лучший показатель), а ДСП типа Р2 –  $712 \text{ г/м}^2$ . Аналогичное распределение свойств плит наблюдается для показателя скорости впитывания воды. При проведении испытания в течение 60 минут закономерности в различиях свойств плит сохраняются, причем с большей разницей.

Таблица 2 – Впитываемость жидкостей поверхностью пласти древесных плит

Показатели	Тип древесной плиты				
	ДСП Р2	ДСП Р3	ДСП Р5	ДСП Р6	ПМ В
Толщина, мм	16,3	22,0	16,3	22,2	16,3
Длина трассы толуола, мм	175	305	351	301	57
Впитываемость воды за 10 мин, $\text{г/м}^2$	712	176	85	124	67
Впитываемость воды за 60 мин, $\text{г/м}^2$	3620	470	193	277	147
Скорость впитывания воды за 10 мин, $\text{г/м}^2\cdot\text{с}$	1,19	0,29 3	0,142	0,207	0,11 2

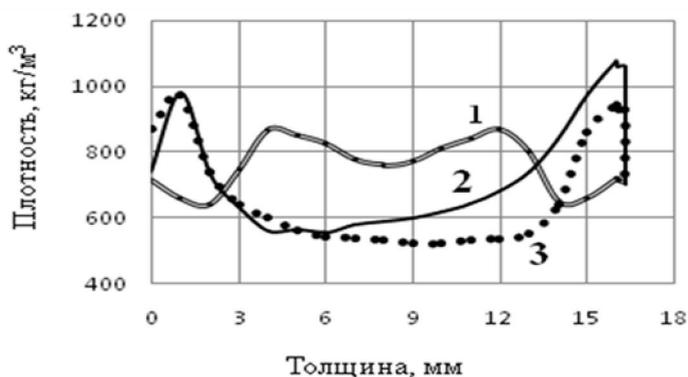
Показатели	Тип древесной плиты				
	ДСП Р2	ДСП Р3	ДСП Р5	ДСП Р6	ПМ В
Скорость впитывания воды за 60 мин, г/м <sup>2</sup> ·с	1,00	0,130	0,054	0,077	0,041
Разбухание по толщине за 10 мин, %	0,27	0,05	0,08	0,23	0,28
Разбухание по толщине за 60 мин, %	5,83	0,25	0,41	0,40	0,48

Разбухание плит по толщине в результате поверхностного впитывания воды в течение 10 минут дает возможность выявить вид связующего, на котором изготовлены плиты. Так, ДСП типа Р2 и Р6, а также плита ПМВ, изготовленные на КФС, имеют показатель разбухания в диапазоне от 0,23 до 0,28 %. Плиты повышенной влагостойкости типа Р3 и Р5, изготовленные на МКФС, за это же время испытания разбухают на 0,05...0,08 %, то есть меньше примерно в 4 раза.

При увеличении продолжительности испытания до 60 минут влияние вида синтетической смолы теряет свое значение. Главным фактором, оказывающим преимущественное значение на величину разбухания, становится наличие гидрофобной добавки в составе плиты. ДСП без парафина типа Р2 разбухает на 5,83 %, а остальные плиты с парафином только на 0,25...0,48 %.

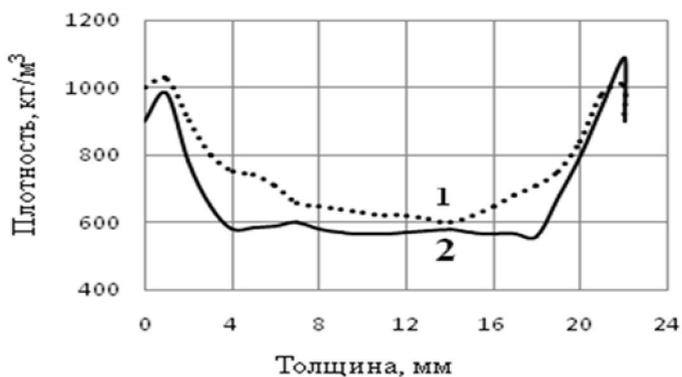
На рисунках 1 и 2 показано распределение плотности по толщине плит. Наружные слои имеют увеличенную плотность, однако плотность краевых зон у поверхности плит снижается (таблица 3). Снижение плотности на поверхности пласти плиты от максимальной плотности наружного слоя достигает для древесно-стружечных плит следующих величин: 32 кг/м<sup>3</sup> (ДСП Р2), 97 кг/м<sup>3</sup> (ДСП Р3), 103 кг/м<sup>3</sup> (ДСП Р5) и 20 кг/м<sup>3</sup> (ДСП Р6).

Распределение плотности по толщине плит ПМВ отличается от плит ДСП (рисунок 1). Максимум их плотности находится на поверхности пласти. При движении вглубь плиты плотность поверхностного слоя снижается на  $21 \text{ кг/м}^3$ , а затем повышается до уровня, выше плотности краевых зон.



Тип плиты: 1– ПМВ; 2– ДСП Р5; 3– ДСП Р2

Рисунок 1 - Распределение плотности по толщине промышленных древесных плит толщиной 16 мм



Тип плиты: 1– ДСП Р6; 2– ДСП Р3

Рисунок 2 - Распределение плотности по толщине промышленных древесных плит толщиной 22 мм

Толщина краевых зон снижения плотности, т.е. расстояние от поверхности пласти плиты до уровня максимальной плотности наружного слоя, изменяется у древесно-стружечных плит в диапазоне 250...300 мкм, у плиты ПМВ она выше – 800 мкм. При нанесении клея на древесный шпон в процессе изготовления фанеры клей мигрирует в древесину на глубину до 160 мкм [15], что сопоставимо с толщиной краевых зон ДСП. Поскольку плотность краевых зон изменяется от поверхности плиты в глубину, построили зависимости между средней плотностью краевых зон и показателями впитываемости жидкостей. На рисунке 3 показана впитываемость толуола, выраженная через длину трассы его стекания.

Таблица 3 – Плотность краевых зон поверхности древесных плит разных типов

Показатели	Тип древесной плиты				
	ДСП P2	ДСП P3	ДСП P5	ДСП P6	ПМВ
Средняя плотность плиты, кг/м <sup>3</sup>	645	670	693	730	752
Средняя минимальная плотность краевых зон плиты, кг/м <sup>3</sup>	942	978	984	1006	690
Средняя максимальная плотность краевых зон плиты, кг/м <sup>3</sup>	974	1075	1087	1026	711
Средняя плотность краевых зон плиты, кг/м <sup>3</sup>	958	1027	1036	1016	700
Средняя толщина краевых зон плиты, мкм	250	300	250	300	800

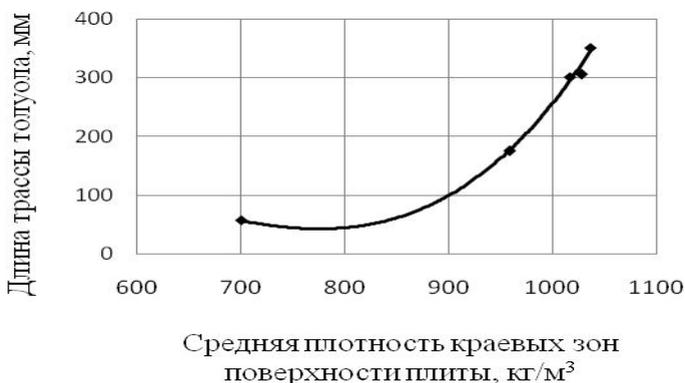


Рисунок 3 - Зависимость длины трассы толуола от плотности краевой зоны древесных плит

Зависимость описывается уравнением с коэффициентом корреляции  $r = 0,997$ :

$$L = -952,9 + 6,102\rho - 0,010\rho^2 + 6 \cdot 10^{-6}\rho^3, \quad (2)$$

где  $L$  – длина трассы толуола, мм;

$\rho$  – средняя плотность краевых зон древесной плиты, кг/м<sup>3</sup>.

Таким образом, процесс впитывания толуола поверхностью древесной плиты зависит, преимущественно, от величины средней плотности краевых зон поверхностного слоя плиты, то есть от пористости ее поверхности. Чем выше плотность, тем ниже впитываемость толуола.

Построение графиков зависимости впитываемости воды от плотности краевых зон поверхности древесных плит показало их неадекватность. Это говорит о том, что пористость поверхностного слоя древесных плит не является главным параметром, влияющим на скорость впитывания воды.

По данным таблицы 3 древесные плиты, содержащие в своем составе гидрофобную добавку (плиты типа Р3, Р5, Р6 и ПМВ), имеют значения скорости впитывания воды одного порядка, а плита типа Р2, изготовленная без парафина,

показывает резкое увеличение этого показателя. Так, скорость впитывания воды за 10 минут плитой P2 составляет 1,19 г/м<sup>2</sup>·с, а у остальных плит она лежит в диапазоне 0,112...0,293 г/(м<sup>2</sup>·с).

Присутствие парафина в композиции наружных слоев древесных плит затрудняет прохождение воды при впитывании её поверхностью плит в результате чисто механического заполнения капиллярной структуры древесных частиц. Кроме того, поскольку капля воды при контакте с частицей парафина приобретает шаровидную форму, вода не может контактировать с поверхностью древесины, находящейся в проекции этого шара. То есть наблюдается снижение площади контакта жидкости и гидрофобизированной древесины. Можно сделать вывод, что скорость впитывания воды поверхностью древесных плит зависит преимущественно от наличия гидрофобной добавки в композиции наружного слоя.

Парафин, как представитель предельных углеводородов, хорошо растворяется в органических растворителях, в том числе и в толуоле [16]. В результате при анализе впитываемости толуольным методом парафин не оказывает влияния на скорость впитывания, так как при нанесении толуола на поверхность плит с гидрофобизатором происходит быстрое растворение парафина в толуоле.

## **Выводы:**

1 Российская промышленность древесных плит освоила производство плит различных типов, отличающихся рецептурным составом по виду применяемых древесных частиц, синтетических смол и добавок целевого назначения (отвердители, гидрофобизаторы, антиадгезивы, антипирены, антисептики и др.).

2 Исследовали свойства 4 типов промышленных древесно-стружечных плит (P2, P3, P5, P6) и 1 типа древесно-волоконистых плит средней плотности (MDF), выпускаемых в России под названием плиты древесные моноструктурные волокнистые марки ПМВ. Результаты физико-механических

испытаний показывают, что древесно-стружечные плиты по показателям прочности и водостойкости отвечают требованиям российских и европейских стандартов, плита ПМВ имеет несколько пониженные по сравнению с требованиями ГОСТ 32274-2013 показатели прочности при статическом изгибе и при растяжении перпендикулярно пласти плиты. Остальные показатели этой плиты соответствуют ГОСТ.

3 Исследование физико-химических свойств поверхности пласти древесных плит показало, что кислотность поверхности древесных плит изменяется в диапазоне pH от 6,0 до 6,7, что соответствует рекомендациям специалистов. Величина краевого угла смачивания раствора карбамидоформальдегидной смолы на поверхности ДСП находится в интервале от 79° до 85°, а на поверхности волокнистой плиты – 68°. Полученные данные показывают, что водный раствор пленкообразователя лучше растекается на пласти плиты ПМВ.

4 Впитывание жидкостей поверхностью пласти плит различных типов значительно различается. Испытания по европейской методике EN 382-1 показали, что длина трассы толуола изменяется в диапазоне от 57 мм (плита ПМВ) до 351 мм (плита ДСП тип P5), т.е. плита ПМВ активно впитывает органический растворитель. Впитывание воды также изменяется в широком диапазоне. Так, за 10 минут плита ПМВ впитывает 67 г/м<sup>2</sup> поверхности, а ДСП типа P2 – 712 г/м<sup>2</sup>.

5 Процесс впитывания толуола поверхностью древесной плиты зависит, преимущественно, от величины средней плотности краевых зон поверхностного слоя плиты, то есть от пористости ее поверхности. Чем выше плотность, тем ниже впитываемость толуола. Вид синтетического связующего, на котором изготовлена плита, и присутствие гидрофобных добавок в виде парафина практически не влияют на этот показатель.

6 Скорость впитывания воды поверхностью древесных плит зависит, в основном, от наличия гидрофобизатора в наружных слоях плит, а также от плотности краевых зон поверхности. В присутствии парафина впитываемость воды

резко снижается. Повышение плотности поверхности также способствует снижению скорости впитывания воды.

7 Разбухание плит по толщине в результате поверхностного впитывания воды в течение 10 минут дает возможность выявить вид связующего, на котором изготовлены плиты. Плиты на КФС имеют показатель разбухания в диапазоне от 0,23 до 0,28 %, а плиты повышенной влагостойкости, изготовленные на МКФС, за это же время испытания разбухают на 0,05...0,08 %, то есть меньше, примерно, в 4 раза. При увеличении времени испытания до 60 минут влияние вида синтетической смолы на показатель разбухания теряет свое значение.

### Список литературы

1 Онегин В.И. Свойства древесины, учитываемые при формировании защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов // ИВУЗ. Лесной журнал. 2015. Вып. 6. С. 116-125

2 Васильев В.В., Хоссейни С.З. Современные требования к древесным плитам для отделки. Древесные плиты: теория и практика: 20-я Междунар. науч.-практ. конф., 15-16 марта 2017 г. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – С. 62-71

3 Васильев В.В., Хоссейни С.З. Влияние плотности древесностружечных плит на качество их поверхности. // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2016. № 216. С. 175 –188

4 Семенов А.А. Принципиальные показатели ДСтП, предназначенных для ламинирования. Древесные плиты: теория и практика: Второй науч.-практ. семинар. 17-18 марта 1999 г. СПб.: СПбЛТА, 1999. – С. 32-345. Эльберт А.А. Химическая технология древесностружечных плит. М.: Лесн. пром-сть, 1984. – 224 с

6 Кондратьев В.П., Кондращенко В.Н. Синтетические клеи для древесных материалов. - М.: Научный мир, 2004. – 520 с

7 EN 312:2010. Particleboards - Specifications

8 EN 382-1:1993. Fibreboards – Determination of surface absorption – Part 1: Test method for dry process fiberboards

9 Васильев В.В., Сейдех Захра Хосейни. Оценка впитываемости жидкости поверхностью древесностружечных плит. Состояние и перспективы развития производства древесных плит: Сб. докл. 17-й Междунар. науч.-практ. конф., 19-20 марта 2014 г. – Балабаново: ЗАО «ВНИИДРЕВ», 2014. – С. 39–47

10 Васильев В.В., Завражнов А.М., Кротова С.А. Влияние технологических факторов на кислотность древесностружечных плит. Плиты и фанера. Реферативная информация, 1976, № 12. С. 7-8

11 ГОСТ 10632-2014. Плиты древесно-стружечные. Технические условия

12 ГОСТ 32399-2013. Плиты древесно-стружечные влагостойкие. Технические условия

13 ГОСТ 32274-2013. Плиты древесные моноструктурные. Технические условия

14 EN 622-5:2009. Fibreboard - Specifications - Part 5: Requirements for dry process boards (MDF)

15 Чубинский А.Н. Формирование клеевых соединений древесины. – СПб, Изд-во СПб университета, 1992. – 164 с

16 Бибик Е.Е., Быкова Л.М., Вавилов В.Г. и др. Новый справочник химика и технолога. – СПб.: Профессионал, 2006. – 1464 с

# ИЗГОТОВЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ДРЕВЕСНО-ВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИЦИАНДИАМИДА КАК АКЦЕПТОРА ФОРМАЛЬДЕГИДА

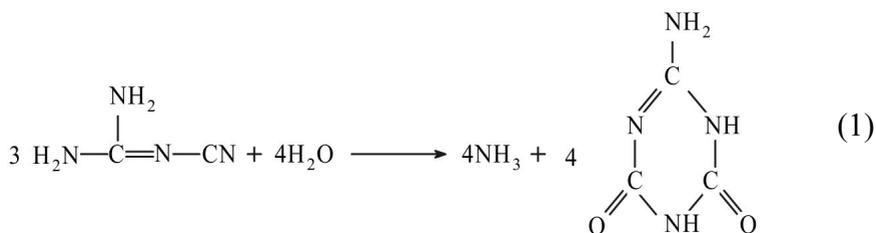
*Д.В. ИВАНОВ, А.А. ЛЕОНОВИЧ, М.Д. СИЛИЧЕВА –  
СПбГЛТУ им. С.М. КИРОВА*

Известен способ снижения токсичности древесных плит, изготовленных на основе карбамидоформальдегидной смолы (КФС), путём химического связывания выделяющегося формальдегида ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) за счёт реакции с аммиаком ( $\text{NH}_3$ ). Образование аммиака в процессе горячего прессования обеспечивают так называемые акцепторы опосредованного действия [5], самым распространённым из которых является карбамид. Находясь в газообразном состоянии,  $\text{NH}_3$  во время прессования заполняет весь объём плиты, что обеспечивает высокий фазовый контакт взаимодействия с  $\text{CH}_2\text{O}$ . Его недостатком является щелочная реакция, которая препятствует отверждению КФС; из-за образования  $\text{NH}_3$  древесные плиты, изготовленные с использованием карбамида, имеют пониженную прочность.

Альтернативой карбамиду служит летавин [6] – акцептор, действующий при заданной температурной последовательности процессов. Летавин разлагается с образованием  $\text{NH}_3$  при температуре от 150 °С, когда уже достигнута достаточная глубина отверждения КФС [4]. При его использовании возможно получить химически безопасные древесные плиты без ухудшения их физико-механических свойств. Однако летавин, являясь аддуктом каталитического взаимодействия карбамида и фосфорной кислоты, имеет сложную процедуру синтеза. Целесообразен поиск аналогов среди более простых, однородных химических соединений, способных в условиях горячего прессования выделять аммиак.

В качестве акцептора был выбран дициандиамид ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{N}_4$ ), который обладает более высокой температурой

разложения, составляющей 209 °С против 132 °С у карбамида. Он выделяет в 3 раза больше NH<sub>3</sub> на один моль соединения. Следует отметить, что из-за образования в процессе горячего прессования большого количества водяного пара термопревращение C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>N<sub>4</sub> может проходить при меньшей температуре (реакция 1).



Важно, что аминогруппы C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>N<sub>4</sub> могут непосредственно взаимодействовать с CH<sub>2</sub>O по реакции присоединения, что потенциально обеспечивает его реакционную способность в условиях внутреннего слоя древесных плит без изменения кислотности. Последнее особенно важно для технологии древесно-волоконистых плит средней плотности (MDF), где не подразумевается разделения потока древесных частиц для отдельного осмоления и формирования внутреннего и наружных слоёв.

Дициандиаמיד представляет собой слабое основание, плохо совместимое с процессом отверждения КФС. Для изготовления образцов MDF при введении C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>N<sub>4</sub> в составе связующего требовалось подобрать расход катализатора отверждения. Исследовали смолу КФ-МТ-15; в качестве отвердителя использовали хлорид аммония (NH<sub>4</sub>Cl) в виде 20 %-го водного раствора, массовую долю C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>N<sub>4</sub> в составе связующего приняли в количестве 10 % от массы абс. сух. смолы. Испытания проводили согласно ГОСТ 14231–88 [2], результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Зависимость времени отверждения карбамидоформальдегидной смолы от расхода отвердителя

Массовая доля отвердителя в составе связующего, %	Время желатинизации, с	
	КФ-МТ-15 с $C_2H_4N_4$	КФ-МТ-15
1	79	66
1,5	70	60
2	64	52

Непосредственное введение  $C_2H_4N_4$  в смолу увеличивает время её желатинизации. В дальнейшей работе для изготовления древесно-волоконистых плит при введении  $C_2H_4N_4$  в составе связующего массовая доля отвердителя составила 2 % от массы абс. сух смолы. При нанесении  $C_2H_4N_4$  отдельно от смолы – 1 %.

Для испытания  $C_2H_4N_4$  в условиях технологии MDF готовили лабораторные образцы плит толщиной 10 мм. Температура прессования составила 220 °С, удельное давление - 2,8 МПа, время выдержки в прессе - 0,3 мин/мм толщины. Массовые доли абс. сух. КФС и дициандиамида от абс. сух. плиты составили 13 % и 1 % (10 % в пересчёте на абс. сух. смолу) соответственно. Для чистоты эксперимента гидрофобизатор не использовался.

Дициандиамид наносили на волокно двумя способами: в составе связующего на стадии осмоления волокна и отдельно от смолы на стадии формирования брикета. Из-за плохой растворимости в воде (3,5 г/100 г воды при 20 °С) нанесение  $C_2H_4N_4$  в виде водного раствора реализовать не удалось, поэтому при введении отдельно от связующего его наносили в виде сухого порошка фракции 0,5/-. В смеси с КФС порошок образует стабильную дисперсию, что облегчило его введение в составе связующего. Основные свойства MDF определяли согласно ГОСТ 32274–2013 [3], содержание формальдегида определяли усовершенствованным методом WKI [1]. Результаты испытаний сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Свойства древесно-волоконистых плит средней плотности, изготовленных при разных способах нанесения дициандиамида на волокно

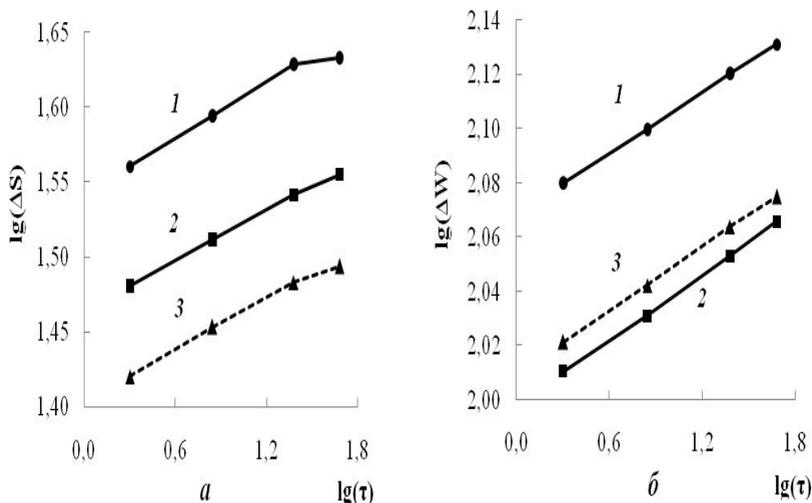
Наименование показателя	MDF при нанесение $C_2H_4N_4$ на волокно		MDF без добавок
	отдельно от связующего	в составе связующего	
Стандартные показатели			
$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	715 ± 20	717 ± 14	696 ± 22
$\sigma_{изг}$ , МПа	18,2 ± 1,4	18,9 ± 1,6	21,5 ± 2,2
$\sigma_{\perp}$ , МПа	0,21 ± 0,06	0,35 ± 0,03	0,42±0,05
$S_s$ , %	43 ± 2	35 ± 1,3	30 ± 2
$E_{упр}$ , МПа	2511 ± 249	2838 ± 230	2424 ± 275
$E_{\phi}$ , мг/100 г плиты	6,75 ± 0,7	9,1 ± 0,31	11,2 ± 0,58
Дополнительные показатели			
pH водной вытяжки	5,27	4,71	4,6
$\Delta S_{\phi}$ , %	13,29	11,84	10,92
$\Delta W_{\phi}$ , %	11,12	10,72	10,90

Обозначения, принятые в таблице:  $\rho$  – плотность, кг/м<sup>3</sup>;  $\sigma_{изг}$  – прочность при изгибе, МПа;  $\Delta S$  – разбухание по толщине %;  $\sigma_{\perp}$  – прочность при растяжении перпендикулярно к пласти плиты, МПа;  $E$  – модуль упругости при изгибе, МПа;  $E_{\phi}$  – содержание формальдегида в плите, мг/100 г плиты;  $\Delta S_{\phi}$  – разбухание по толщине на воздухе при влажности 100 % за 7 суток, %;  $\Delta W_{\phi}$  – водопоглощение на воздухе при влажности 100 % за 7 суток, %.

Данные таблицы свидетельствуют о снижении токсичности MDF при использовании  $C_2H_4N_4$ , однако имеет место ухудшение физико-механических свойств плит вне зависимости от способа введения добавки. Наиболее заметно показатели падают при нанесении  $C_2H_4N_4$  отдельно от смолы. При снижении содержания  $CH_2O$  на 40 % наблюдается падение прочности при изгибе на 15 %, прочности при растяжении - на 50 % и увеличение разбухания - на 30 %. При введении  $C_2H_4N_4$  в

составе связующего свойства MDF ухудшаются не так сильно, однако содержание  $\text{CH}_2\text{O}$  снижается только на 18,7 %.

Завышенные показатели разбухания по толщине связаны с отсутствием в составе композиции гидрофобизатора. Для проверки влияния  $\text{C}_2\text{H}_4\text{N}_4$  на водостойкость MDF была изучена зависимость разбухания и водопоглощения образцов плит от времени выдержки в воде (рисунок 1).



а – разбухание по толщине; б – водопоглощение; 1 – образцы, изготовленные при нанесении дициандиамида отдельно от смолы; 2 – образцы, изготовленные при введении дициандиамида в составе связующего; 3 – образцы без добавок.

Рисунок 1 - Кинетика разбухания и водопоглощения в воде за 48 часов в координатах  $\lg(x) - \lg(y)$

Изучение кинетики водопоглощения (рисунок 1, а) позволило выявить, что плиты, изготовленные при нанесении акцептора на осмолённое волокно поглощают больше воды за единицу времени, что приводит к их наибольшей деформации (рисунок 1, б). При введении  $\text{C}_2\text{H}_4\text{N}_4$  в составе связующего

водопоглощение практически не отличается от водопоглощения образцов без добавок, однако разбухание по толщине у них больше. Похожие результаты были получены при изучении влагостойкости MDF. Вероятно, это связано с тем, что в ходе превращения  $C_2H_4N_4$  при его нанесении на осмолённое волокно образуется больше гидрофильных продуктов, что влияет на водопоглощение и разбухание. При введении акцептора в составе связующего гидрофильные продукты образуются в меньшем количестве, однако меньшая глубина отверждения КФС по сравнению с плитами без добавок приводит к понижению гидрофобности смолы и к увеличению разбухания плит.

При разных способах введения добавки наблюдаются разные изменения свойств MDF. Так, образцы, изготовленные при введении  $C_2H_4N_4$  в составе связующего по сравнению с образцами, полученными при нанесении акцептора на осмолённое волокно, отличаются повышенными прочностью, модулем упругости и содержанием  $CH_2O$ , лучшей водо- и влагостойкостью, а также более низкой величиной рН водной вытяжки. Повышенный модуль упругости косвенно свидетельствует о большем числе связей в плите, в то время как величина рН водной вытяжки и повышенная влагостойкость говорят о меньшем количестве щелочных гидрофильных продуктов, имеющих в структуре плиты. Повышенная прочность при разрыве перпендикулярно к пласти говорит о лучшем отверждении КФС во внутреннем слое плиты. Вероятно, при совмещении дициандиамида со смолой он действует не как акцептор, выделяющий  $NH_3$ , а по иному механизму, требующему более подробного изучения.

Исследование образцов MDF показало, что принцип температурной последовательности действия  $C_2H_4N_4$  как акцептора  $CH_2O$  не обеспечивает сохранения физико-механических свойств плит по аналогу летавина. Хотя температура термопревращения  $C_2H_4N_4$  превышает температуру превращения летавина, наблюдается сильное падение прочности. В два раза ухудшается прочность при разрыве

перпендикулярно к пласти плиты, что свидетельствует о сильном ухудшении отверждения смолы во внутреннем слое MDF. Возможно,  $\text{NH}_3$ , образующийся в наружных слоях, переходит во внутренний слой до того как там достигается достаточная глубина отверждения связующего.

Чтобы исключить неравномерный прогрев плиты во время горячего прессования готовили древесно-волоконистые плиты высокой плотности (HDF) толщиной 3,5 мм и расчётной плотностью  $950 \text{ кг/м}^3$ . Массовую долю КФС увеличили до 20 %, дициандиамида - до 1,5 % в пересчёте на абс. сух. вещества. Параметры горячего прессования остались неизменными; акцептор, как и при изготовлении MDF, вводили двумя способами. Результаты испытания образцов HDF приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Свойства древесно-волоконистых плит высокой плотности, изготовленных при разных способах нанесения дициандиамида на волокно

Наименование показателя	HDF при нанесение $\text{C}_2\text{H}_4\text{N}_4$ на волокно		HDF без добавок
	отдельно от связующего	в составе связующего	
Расход смолы 20 %			
$\rho$ , $\text{кг/м}^3$	$944 \pm 18$	$955 \pm 13$	$948 \pm 21$
$\sigma_{\text{изг}}$ , МПа	$60,3 \pm 4,5$	$48,8 \pm 1,6$	$58,7 \pm 2,4$
$\Delta S$ , % *	$36 \pm 1,8$	$33 \pm 1$	$30 \pm 2$
E, мг/100 г плиты	$6,1 \pm 0,7$	$9,3 \pm 0,31$	$16,4 \pm 0,58$
Расход смолы 10 %			
$\rho$ , $\text{кг/м}^3$	$870 \pm 20$	$876 \pm 15$	$873 \pm 26$
$\sigma_{\text{изг}}$ , МПа	$28,0 \pm 3,1$	$24,5 \pm 2,8$	$26,9 \pm 2,3$
$\Delta S$ , % *	$30 \pm 1,5$	$27 \pm 2$	$25 \pm 1$
E, мг/100 г плиты	$3,6 \pm 0,12$	$6,4 \pm 0,55$	$8,4 \pm 0,33$

\* Примечание: завышенные показатели разбухания по толщине связаны с отсутствием в составе композиции гидрфобной добавки

В присутствии  $C_2H_4N_4$  при получении HDF представляется возможным снизить расход смолы до 10 % и добиться класса эмиссии E0,5 с сохранением прочности в пределах требований стандарта. При этом обязательно введение акцептора отдельно от связующего.

Для образцов HDF, изготовленных при нанесении акцептора на осмолённое волокно, наблюдаются несколько иные закономерности изменения свойств по сравнению с MDF. Падение прочности не наблюдается, а содержание  $CH_2O$  снижается более чем в два раза. Это косвенно подтверждает, что действие  $C_2H_4N_4$  при заданной температурной последовательности процессов соблюдается, однако лишь в условиях равномерного прогрева плиты. В то же время имеет место увеличение разбухания по толщине, что связано с гидрофильностью самого  $C_2H_4N_4$  и продуктов его превращения.

Несколько иначе меняются свойства плит при введении акцептора в составе связующего. Как для MDF, так и для HDF наблюдаются схожие закономерности изменения прочности, водостойкости и содержания  $CH_2O$ . Это подтверждает предположение об отличном механизме действия  $C_2H_4N_4$  при его совмещении со смолой.

## **Выводы**

1 Дициандиамид как акцептор формальдегида может быть использован для изготовления химически безопасных по формальдегиду древесно-волоконистых плит на основе карбамидоформальдегидной смолы.

2 Дициандиамид наиболее эффективен при изготовлении тонких HDF. При расходе 1,5 % он обеспечивает снижение содержание формальдегида более чем в два раза без ухудшения прочности.

3 Дициандиамид способен работать как акцептор формальдегида с заданным температурным интервалом действия, однако только при введении отдельно от связующего и лишь в условиях равномерного прогрева плиты.

## Список литературы

1. Васильев В.В. Экспресс-метод определения содержания формальдегида в древесных плитах // Древесные материалы: требования и сертификация в Европе, России и США. Сборник научных трудов / под общ. ред. В.А. Бардонова. – Балабаново: Ваша реклама. - 2016. С. 85-87.

2. ГОСТ 14231–88. Смолы карбамидоформальдегидные. Технические условия. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200020671>, свободный. [Дата обращения – 08.02.18].

3. ГОСТ 32274–2013 Плиты древесные моноструктурные. Технические условия.

4. Леонович А.А., Войтова Т.Н., Шпаковский В.Г. Акцептор формальдегида с заданным температурным интервалом действия // Древесные плиты: теория и практика: 18-я Междунар. науч.-практ. конф., 18-19 марта 2015 г. / под. ред. А.А. Леоновича: – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015. – 101 с.

5. Леонович А.А., Иванов Д.В. К вопросу минимизации содержания формальдегида в древесных плитах // Древесные плиты: теория и практика: 20-я Междунар. науч.-практ. конф., 15-16 марта 2017 г. / под. ред. А.А. Леоновича: – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – 122 с.

6. Пат. 2535737 Российская Федерация, МПК В27 N3/00. Применение летавина в качестве компонента древесных плит на основе амидоформальдегидного связующего / А.А. Леонович, Т.Н. Войтова, В.Г. Шпаковский. – № 2013113154/13; Заявл. 22.03.2013; Опубл. 20.12.2014, Бюл. № 35.

## **ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ДСтП ПОД ВЛИЯНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*Е. В. КАНТИЕВА, Л. В. ПОНОМАРЕНКО -  
ВОРОНЕЖСКИЙ ГЛТУ*

Многие из нас не раз слышали и возможно произносили сами юмористическое высказывание, что в России заборы строят из натуральной древесины, а мебель - из стружки. И это действительно так, но не только потому что мебель из древесно-стружечных плит (ДСтП) значительно дешевле натуральной, но и потому что ДСтП обладают многими достоинствами. Надо, прежде всего, указать на то, что ДСтП при небольшой толщине (10, 14, 16 и т.д. мм) имеют большую площадь, что очень удобно в производстве корпусной мебели, также имеют небольшой объемный вес, достаточную прочность и т.п. [5]. К тому же, с появлением новых технологий и современных облицовочных материалов, производство изделий из ДСтП перемещается на новый качественный уровень. Не хочется быть голословными и мы решили проанализировать качество ДСтП на некотором протяжении времени.

В Советском союзе понятие качества изделия было неразрывно с понятием ГОСТ. ГОСТ и сегодня в нашем сознании означает качество. Государственный стандарт используется в производстве уже более 85 лет. ГОСТ – нормативно-технический документ, устанавливающий комплекс норм, правил и требований к объекту стандартизации и утвержденный соответствующими органами.

Каждый вид продукции имеет, как правило, комплексное нормативно-техническое обеспечение от стандартов на терминологию и требований к сырью, материалам и комплектующим изделиям до стандартов на методы испытаний, упаковку, хранение и т.п.

В государственных стандартах содержатся обязательные и рекомендательные требования к объекту стандартизации. К обязательным относятся: безопасность (продукта, услуги, процесса для здоровья человека, окружающей среды,

имущества, а также производственная безопасность и санитарные нормы); техническая и информационная совместимость и взаимозаменяемость изделий; единство методов контроля и маркировки.

Другие требования ГОСТов могут быть признаны обязательными в договорных ситуациях, либо если имеются соответствующие указания в технической документации изготовителя (поставщика) продукции или услуг.

ГОСТ — параметр не постоянный. Со временем меняются требования к качеству продукции. Стандарты терпят регулярные изменения и дополнения. При этом переработка ГОСТов основывается на объединенных достижениях науки, техники и передового опыта. Таким образом, стандартизация определяет основу не только настоящего, но и будущего развития и осуществляется неразрывно с научно-техническим прогрессом. Особое влияние стандартизация оказывает на качество продукции.

Мы рассмотрим процесс таких изменений на примере ГОСТ 10632 «Плиты древесностружечные. Технические условия» за последние 40 лет. В этот период действовали редакции ГОСТ, утвержденные в 1977, 1989, 2007 и 2014 гг. (действует в настоящее время) [1,2,3,4].

В таблице 1 приведены марки, размеры и физико-механические показатели ДСтП по стандартам разных лет.

Из таблицы видно, что одни показатели претерпели незначительные изменения, некоторые существенные. Рассмотрим подробнее последние.

**Марка плит.** Деление ДСтП на марки идет по физико-механическим показателям. Причем до 2014 г плиты марки П-1 или П-А обладают более высокими физико-механическими показателями. В настоящее время марка плит обозначается Р1, Р2 и плиты марки Р2 обладают лучшими свойствами. Смена буквенного обозначения марки плит, вероятно, связана с гармонизацией с зарубежными стандартами. В соответствии с требованиями Европейского стандарта EN 312 для эксплуатации во влажных условиях выпускаются три типа влагостойкой ДСП:

Таблица 1 - Основные показатели плит ДСтП

Показатель	1977	1989	2007	2014
Марки плит	П1 П2 П3	П-А П-Б	П-А П-Б	Р1 Р2
Габаритные размеры, (мм):				
Длина	2440,2750,3500, 3660,5500;	1830,2040,2440,2500 .....5680;	1830,2040,2440,2500 .....5680;	От 1800 и более с гр. 10;
Ширина	1220,1500,1750, 1830,2440;	До 2500;	До 2500;	От 1200 и более с гр. 10 мм;
Толщина	От 10 до 25.	От 8 до 28 ср. 1 мм	От 3 и более с гр.1 мм	От 1,0 мм и более с гр. 1 мм
Влажность, %	6-10	5-12	5-13	5-13
Покоробленность, %	0,8-1,0	1,2-1,6	1,2-1,6	Р 1- 1,6 Р 2- 1,2
Эмиссия формальдегида мг/100 г абс. сухой плиты	-	Е <sub>1</sub> до 10 Е <sub>2</sub> от 10-30	Е <sub>1</sub> до 8 Е <sub>2</sub> от 8-30	Е <sub>0,5</sub> до 4 Е <sub>1</sub> от 4 до 8 Е <sub>2</sub> от 8 до 20

Продолжение таблицы 1

Показатель	1977	1989	2007	2014
Удельное сопротивление выдёргиванию шурупов, Н/мм : из пласти из кромки	58,8-117,7 49-78,5	60 55 50 45	55 35 45 35	35 55 30 45
Предел прочности при статистическом изгибе, МПа, при толщине плит, мм	До 14 19,61 До 19 17,65 От 20 16,67	До 12 18 От 19 16 От 30 14	До 12 14 До 20 13 До 25 11,5	До 14 11 До 20 11 До 25 10,5 До 32 9,5
Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти, МПа, при толщине плит, мм	0,343; 0,292; 0,392	До 20 0,30 До 30 0,25	До 20 0,40; 0,28; До 25 0,35; 0,24; До 32 0,30; 0,20;	До 20 0,35; 0,24; До 25 0,30; 0,20; До 32 0,25; 0,17

плиты типа Р3 – не несущие нагрузку;  
плиты типа Р5 – несущие нагрузку;  
плиты типа Р7 – несущие усиленную нагрузку.

В ГОСТ 10632-2014 четко указано где должны применяться плиты Р1 и Р2:

Р1 – плиты общего назначения для использования в сухих помещениях;

Р2 – плиты для использования внутри помещения (включая производство мебели) для использования в сухих условиях.

До 2014 г. по гидрофобным свойствам плиты разделялись на обычные и с повышенной водостойкостью, что в условном обозначении отражалось наличием или отсутствием буквы «В». В то же время из ГОСТ убрали показатель разбухание плит по толщине, в том числе характеризующий водостойкость ДСтП.

**Размеры плит.** В редакциях ГОСТ 1977, 1989 и 2007 гг. указаны четкие размеры плит. Причем можно увидеть, что минимальная толщина плит с каждым годом уменьшается. Размеры плит по длине и ширине увязаны с имеющимся на предприятиях оборудованием (многоэтажные прессы периодического действия). В настоящее время вновь вводимые заводы по производству ДСтП оснащаются прессами непрерывного действия, позволяющими получать плиты любых размеров. Это обстоятельство находит свое отражение в ГОСТ 2014 г., который устанавливает только минимальные размеры плит и их градацию (таблица 1).

**Плотность.** Здесь та же тенденция. До 2014 г. указывалась точная плотность плит от 550 до 850 кг/м<sup>3</sup>. В настоящее время этого показателя в стандарте нет. Установлено лишь ограничение по разбросу плотности на пласти - не более 10 %. При этом производитель сам определяется с плотностью плит, руководствуясь соображениями материалоемкости, прочности готовой продукции, пожеланиями потребителей.

**Прочность.** Основными показателями, характеризующими прочность плит, являются предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты и предел

прочности при статическом изгибе, удельное сопротивление выдергиванию шурупов. На рисунке 1 представлены изменения значений прочности при статическом изгибе. На рисунке 2 - изменения значений удельного сопротивления выдергиванию шурупов.

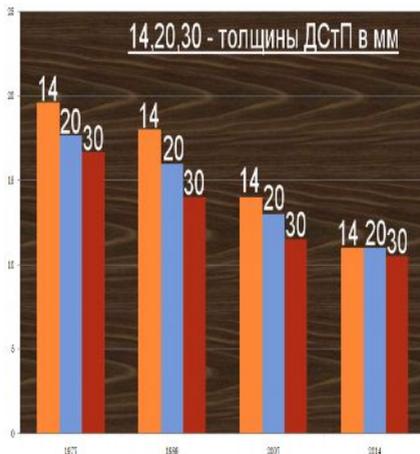


Рисунок 1 - Предел прочности при статическом изгибе, МПа по стандартам разных лет

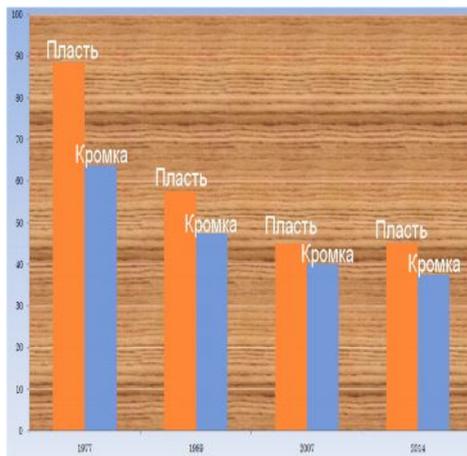


Рисунок 2 - Удельное сопротивление выдергиванию шурупов, Н/мм по стандартам разных лет

Как видно из диаграммы рисунка 1 прочность плит за последние 40 лет падает. Такая же картина и с удельным сопротивлением выдергиванию шурупов. Это можно объяснить изменением состава сырья для производства плит, использованием малотоксичных смол и существующим оборудованием, на что и указывают эксперты.

Некоторые эксперты считают, все дело в сырье. Чем лучше сырье, тем лучше плита. В России сегодня плиты производятся из сырья, которое по своему качеству и составу в разы лучше по сравнению с тем, что перерабатывают на Западе. Но оборудование на заводах, которые не произвели либо произвели частично модернизацию, оставляет желать лучшего. От этого и страдают физико-механические свойства плиты, а также ее себестоимость, которая по сравнению с продукцией, выпущенной на современных заводах, намного ниже. Там, где используются современные технологии на основе комплектов оборудования с прессами непрерывного действия, качество российских плит не уступает качеству плит зарубежных. Однако на внутреннем рынке имеется значительная доля плит не конкурентных по стабильности качества и удельным затратам на производство. Их выпускают предприятия, которые оснащены устаревшим оборудованием, и производят в большинстве своем плиты, по содержанию формальдегида соответствующие классу эмиссии E2.

**Класс эмиссии формальдегида.** Связующим при производстве ДСтП являются синтетические смолы на основе формальдегида. Формальдегид – это бесцветный сильно пахнущий газ, обладающий токсичностью. Он выделяется в процессе прессования плит и эксплуатации изделий, оказывая вредное воздействие на человека [5]. Поэтому к содержанию формальдегида с каждым годом предъявляются более жесткие требования. В зависимости от содержания формальдегида в плите, выделения формальдегида из плиты в воздух ДСтП подразделяют на классы эмиссии E1, E2 (1989, 2007 г.) и E0,5, E1, E2 (2014 г.). Причем содержание формальдегида на 100 г абсолютно сухой плиты в 1989 г. - до 10 (E1) и от 10 до 30 (E2),

в 2007 г. уже до 8 (E1) и от 8 до 30 (E2), а в 2014 г. до 4 (E0,5), от 4 до 8 (E1) и от 8 до 20 (E2). В ГОСТ 1977 г. содержание формальдегида не нормируется, но п. 2.2. гласит «Плиты должны изготавливаться с применением синтетических смол, разрешенных Министерством здравоохранения СССР».

В стандарте 2014 г. даны рекомендации по использованию плит разных классов эмиссии. В таблице 2 приведены эксплуатационные назначения ДСтП по классу эмиссии.

Таблица 2 - Назначение ДСтП по эмиссии формальдегида

Класс эмиссии формальдегида	Применение плит
E0,5	Для производства детской мебели, мебели для учебных заведений, мебели для дошкольных учреждений
E1	Для производства бытовой мебели, мебели для общественных помещений и изделий, предназначенных для эксплуатации внутри жилых помещений и общественных зданий и помещений
E2	Для производства других изделий кроме мебели

На интенсивность выделения формальдегида оказывает влияние целый ряд факторов: содержание свободного формальдегида в смоле, количество добавляемого связующего, условия прессования плит и условия эксплуатации изделий из них [5].

Уменьшение свободного формальдегида в смолах достигается снижением мольного отношения карбамида к формальдегиду (К:Ф) от 1:1,3 до 1:1,12. В нашей стране разработано большое количество низкомолекулярных карбамидоформальдегидных смол различных марок с содержанием свободного формальдегида до 0,1 %. Они

позволяют получать продукцию класса E1 и E2, но при этом снижаются прочностные показатели плит.

Однако большинство смол отечественных химических предприятий не позволяют выпускать низкотоксичную продукцию, способную конкурировать на мировом рынке. Если российская химическая промышленность всерьез задумается над разработкой большого объема малотоксичных смол, то через несколько лет сможет поспособствовать обеспечению рынка древесными плитами с классом эмиссии E0, E1. Сегодня рынок развивается очень динамично, и хотелось бы, чтобы так и продолжалось в период существующих санкций ЕС. Если ситуация не изменится в худшую сторону, то через несколько лет Россия обеспечит внутренний рынок на 100 % собственными ДСП, OSB и MDF, а также будет поставлять эти плиты на экспорт.

Большинство предприятий являются экологически небезопасными. Европейские страны сейчас всё больше уделяют внимание вопросам экологии при лесозаготовках. Без подтверждения соблюдения всех экологических стандартов отечественные лесопромышленники рискуют в скором времени потерять наиболее перспективные рынки.

Для нормального выхода из кризиса необходимо эффективно использовать лесные ресурсы, промышленные и социальные инфраструктуры, квалифицированные трудовые ресурсы. Динамичному развитию российских предприятий препятствует, прежде всего, низкий технологический уровень производства. Прежде всего, необходимо развивать высокотехнологичное производство и решение данной проблемы невозможно без привлечения в отрасль крупных инвестиций.

Кризис в России принёс как плохое, так и хорошее. Кризис лишь ускорил неизбежное – вывод устаревшего оборудования и закрытие не рентабельных производств. Те предприятия по производству ДСтП, которые быстрее воспользуются открывающимися возможностями – смогут быстрее выйти из кризиса.

На первый план выдвигаются определенные ключевые особенности кризисного периода, которые можно было бы назвать «созидательным разрушением». Именно об этом не один раз говорил президент России В.В. Путин. Он уверен, что именно санкции ЕС и последующий за этим экономический кризис в России позволят провести оздоровление Российской экономики, создать новые предприятия, новые рабочие места.

#### Список литературы

1. ГОСТ 10632 – 77. Плиты древесностружечные. Технические условия
2. ГОСТ 10632 – 89. Плиты древесностружечные. Технические условия.
3. ГОСТ 10632 – 2007. Плиты древесностружечные. Технические условия (с изменением № 1).
4. ГОСТ 10632 – 2014. Плиты древесно-стружечные. Технические условия.
5. Разиньков Е.М. Технология и оборудование клееных материалов: Учебное пособие / Е. М. Разиньков, В. С. Мурзин, Е. В. Кантиева.– Воронеж, 2013. – 296 с.

### **ВЫДЕЛЕНИЕ ФОРМАЛЬДЕГИДА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ И ПРЕДЕЛЬНО- ДОПУСТИМАЯ НАСЫЩЕННОСТЬ ПЛИТАМИ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ**

*Е.М. РАЗИНЬКОВ – ВОРОНЕЖСКИЙ ГЛТУ*

Одной из проблем производства древесно-стружечных (ДСтП) является наличие в плитах синтетических смол, которые в процессе их горячего прессования выделяют вредный для человека газ - формальдегид. Причиной его выделения является, с одной стороны, наличие в используемых при производстве

плит формальдегидсодержащих смол (в основном, низкомолекулярных карбамидоформальдегидных - КФС), содержание свободного формальдегида в которых составляет около 0,10-0,15 % от массы жидкой смолы. С другой стороны, формальдегид наиболее интенсивно начинает выделяться из смол при горячем прессовании плит. В результате формальдегид загазовывает рабочую зону цеха и приводит к получению плит повышенной токсичности. Предельно-допустимая концентрация формальдегида в воздухе установлена на уровне: в рабочей зоне - 0,5; в промышленной зоне – 0,03; в воздухе жилых помещений – 0,01

В настоящей статье поставлены две задачи.

1 Теоретически рассчитать потенциальные промышленные выбросы формальдегида при производстве древесно-стружечных плит с тем, чтобы правильно рассчитать параметры вентиляции цеха ДСтП.

2 Теоретически определить предельно-допустимую насыщенность древесно-стружечными плитами объема жилого помещения при безопасной концентрации формальдегида в воздухе.

При решении первой задачи нами выведены расчетные формулы для определения количества выделяемого формальдегида из одной запрессовки ДСтП в пересчете на превышение ПДК его в воздухе рабочей зоны цеха, а также для определения количества выделяемого формальдегида в воздух рабочей зоны в 1 час. Эти формулы справедливы для условия отсутствия вентиляции в цехе, что позволяет рассчитать параметры вентиляции для безопасных условий труда в цехе.

$$\Omega = 10^4 M \cdot K_f \cdot L_n \cdot V_n \cdot n / G_p \cdot V_{вц}, \text{ раз/запрессовку}, \quad (1)$$

где  $\Omega$  - превышение загазованности воздуха в цехе уровня ПДК, раз/запрессовку;

$M$  – масса жидкой смолы в 1 м<sup>3</sup> плит, кг (130-140);

$K_f$  - содержание формальдегида в жидкой смоле, % (0,10 – 0,15);

$L_n, B_n, H_n$  – соответственно длина, ширина и толщина нешлифованной необрезной плиты, м (можно принять соответственно 3,830; 1,8 и 0,0175);

$n$  – количество этажей пресса, шт (можно принять 20);

$G_p$  - уровень ПДК формальдегида в воздухе рабочей зоны, мг/м<sup>3</sup> воздуха цеха (можно принять 0,5);

$V_{вц}$  – объем помещения цеха ДСтП, м<sup>3</sup> (можно принять 30 000).

Подставляя в формулу (1) реальные значения, получим

$$\Omega = 10^4 \times 130 \times 0,15 \times 3,83 \times 1,8 \times 0,0175 \times 20 / 0,5 \times 3 \times 10^4 = 17,42 \text{ раза/запрессовку} \quad (2)$$

$$V_{жз} = 10^4 \cdot K_{ф} \cdot N_{ч} / G_{ж}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (3)$$

где  $V_{жз}$  – объем загазованного формальдегидом воздуха жилой зоны, м<sup>3</sup>/ч;

$N_{ч}$  - часовая мощность цеха, м<sup>3</sup> (можно принять 13,7);

$G_{ж}$  - ПДК формальдегида в воздухе жилой зоны, мг/м<sup>3</sup> воздуха (0,03).

Подставляя в формулу (2) реальные значения, получим

$$V_{жз} = 10^4 \times 130 \times 0,15 \times 13,7 / 0,03 = 89 \times 10^6, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4)$$

На рисунке 1 приведена графическая зависимость  $\Omega = F(K_{ф})$ , построенная по расчетной формуле (1) при значениях входящих в нее величин как и в формуле (2). Величину  $K_{ф}$  варьировали от 0,10 до 0,15 % с градацией 0,01 %. Эта зависимость показывает очень существенное влияние на выходной параметр содержания свободного формальдегида в жидкой смоле. Даже небольшое увеличение величины  $K_{ф}$  (всего на 0,01 %) приводит к увеличению (почти на 10 %) выходного параметра  $\Omega$ .

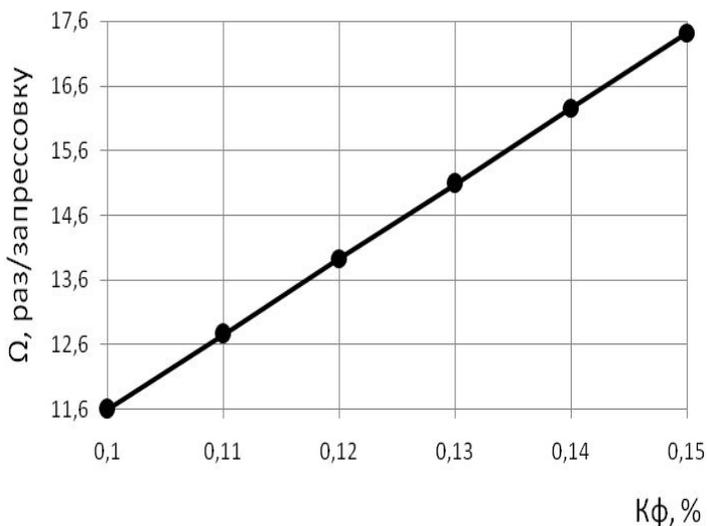


Рисунок 1

Аналогичная ситуация происходит с изменением объема загазованного формальдегидом воздуха жилой зоны в зависимости от часовой мощности цеха (или от производственной мощности цеха). В подтверждение сказанного на рисунке 2 приведена графическая зависимость  $V_{жз} = F(N_ч)$ . Эта зависимость построена по расчетной формуле (3) при значениях входящих в нее величин как и в формуле (4). Величину  $N_ч$  варьировали от 10 до 14 м<sup>3</sup> плит/ч с градацией 1,0 м<sup>3</sup> плит/ч. Как показывает график, достаточно увеличить часовую производительность цеха всего на 1 м<sup>3</sup> плит как объем загазованного формальдегидом воздуха жилой зоны сразу возрастает на 11 %.

При решении второй задачи мы исходили, прежде всего, из того, чтобы проживающие в квартирах люди находились в помещении при безопасной концентрации формальдегида в воздухе при нахождении в квартирах мебели из древесно-стружечных плит.

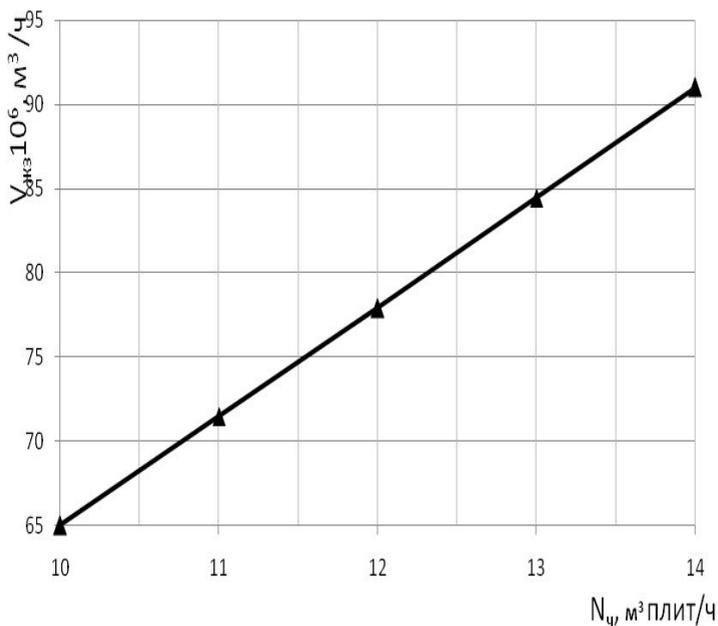


Рисунок 2

Для того, чтобы люди сами могли произвести необходимые расчеты по количеству ДСтП в помещении и жить при этом при безопасной концентрации формальдегида в воздухе необходимо знать следующее:

1 - характеристику применяемых древесно-стружечных плит в конструкции мебели.

Такой характеристикой должна служить величина выделения формальдегида из плит в миллиграммах на  $1 \text{ м}^3$  ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) воздуха (лучше всего в такой размерности, поскольку она является моделируемой для реальных условий эксплуатации плит). Эту величину предприятие–изготовитель должно вносить в паспорт на ДСтП при отправке поставщику (мебельному предприятию). Величина такого выделения определяется в моделируемых условиях камерным методом (ГОСТ 30255-2014 [1] в специальных камерах – генераторах и регламентирована требованиями стандарта на ДСтП – ГОСТ 10632-2014 [2]).

При невозможности определить величину выделения формальдегида камерным методом предприятие–изготовитель должно вносить в паспорт на ДСтП величину выделения формальдегида из плит, определенную экспресс-методом (Перфораторным методом – ГОСТ 27678-88 [3]), в размерности 1 мг/100 г абсолютно сухой плиты (это хуже, чем в размерности 1 мг/м<sup>3</sup> воздуха, поскольку указанный метод в опытах по определению выделения из плит формальдегида не моделирует реальных условий эксплуатации ДСтП, а является лишь экспресс-методом).

2 - предельную насыщенность плитами объема воздуха в конкретном жилом помещении в размерности 1 м<sup>2</sup> плит/м<sup>3</sup> воздуха.

Эта предельная насыщенность будет показывать, какая суммарная площадь плит может быть допустима в мебели из ДСтП для данного помещения. Исходя из полученной величины такой насыщенности, можно будет решить (для примера) дилемму – разместить в комнате мебельную стенку (но тогда с превышением ПДК формальдегида в воздухе комнаты, например, в 3 раза, или же в этой комнате оставить только один письменный одностумбовый стол, но зато выделение формальдегида в воздухе помещения будет на безопасном уровне – на уровне ПДК).

При характеристике выделения из плит формальдегида в размерности мг/м<sup>3</sup> воздуха нами была выведена формула определения предельной насыщенности плитами объема воздуха в конкретном жилом помещении:

$$P_n = [(N_{исп} \cdot x \cdot ПДК_{токс.}) : ПДК_{Е1}] \cdot x S_k \cdot x h_{пл} \cdot м^2 / \text{комнату}, \quad (5)$$

где  $P_n$  - предельная насыщенность плитами объема комнаты, м<sup>2</sup> ДСтП/комнату (искомая величина);

$N_{исп}$  - насыщенность плитами объема воздуха при их испытании камерным методом, м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup> воздуха;

ПДК<sub>токс</sub>- ПДК формальдегида в воздухе жилых помещений (0,01 мг/м<sup>3</sup> воздуха);

ПДК<sub>Е1</sub> - допустимая норма выделения формальдегида из плит определенного класса эмиссии формальдегида, мг/м<sup>3</sup> воздуха (для плит класса Е1 – 0,124, а для плит класса Е0,5 – 0,08 мг/м<sup>3</sup> воздуха);

S<sub>к</sub> - площадь комнаты, м<sup>2</sup> (примем равной 20 м<sup>2</sup>);

h<sub>п</sub> - высота потолка комнаты, м (примем равной 2,5 м).

Произведем по этой формуле расчеты для корпусной мебели, столов, кроватей щитовой конструкции, изготовленных из плит класса эмиссии формальдегида Е1, при величине N<sub>исп</sub> = 1,0 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup> воздуха (по ГОСТ 30255-2014 [1] эта величина должна быть в пределах 0,95 – 1,05).

$$P_n = [(1,0 \times 0,01) : 0,124] \times 20 \times 2,5 = 4,032 \text{ м}^2/\text{комнату.}$$

При такой величине насыщенности плитами объема помещения в этом помещении можно поставить только один шкаф, но никак не мебельную стенку, площадь поверхности ДСтП в которой намного больше.

## **Выводы**

1. Теоретически определены потенциальные промышленные выбросы формальдегида при производстве древесно-стружечных плит для того, чтобы правильно рассчитать параметры вентиляции цеха ДСтП.

2. Теоретически определена предельно-допустимая насыщенность древесно-стружечными плитами объема жилого помещения при безопасной концентрации формальдегида в воздухе.

## **Список литературы**

1. ГОСТ 30255-2014. Мебель, древесные и полимерные материалы. Метод определения выделения формальдегида и

других вредных летучих химических веществ в климатических камерах

2. ГОСТ 10632-2014. Плиты древесно-стружечные. Технические условия

3. ГОСТ 27678-88. Плиты древесностружечные. Перфораторный метод определения содержания формальдегида

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКЦЕПТОРОВ ФОРМАЛЬДЕГИДА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ**

*Е.М. РАЗИНЫКОВ - ВОРОНЕЖСКИЙ ГЛТУ*

Основным направлением нашей работы по производству малотоксичных древесно-стружечных плит (ДСтП) является нахождение и внедрение в практику эффективного способа снижения токсичности плит, основанного на использовании в технологии плит химических препаратов комплексного действия. Эти препараты должны выполнять роль акцептора формальдегида и, дополнительно, должны обладать другими свойствами, такими как антисептик, отвердитель смол, возможно, антипирен. Все эти свойства необходимы для ДСтП.

Как показали наши исследования, наиболее эффективными химическими веществами комплексного действия являются хлорфенольное (ХФ) и хромомедноборное соединения (ХММББ), включающие в себя бихромат натрия, медный купорос, буру, борную кислоту, а также аммонийное кремнефтористое соединение (АКФ).

В зависимости от вида эти вещества можно вводить в плиты различными способами. Так, ХФ целесообразно вводить совместно со связующим (карбамидо-, фенолоформальдегидным). Он хорошо растворяется в воде, подщелачивая, однако, среду. Выход на необходимое время желатинизации смол при 100 °С, характеризующее скорость

отверждения связующего, обеспечивается за счет добавления большего, чем обычно, количества отвердителей (в 2,2-2,5 раза). Режим горячего прессования при этом ничем не отличается от режима при производстве плит без добавки ХФ.

ХМББ наносится на стружку в виде водного раствора с последующей сушкой стружки.

АКФ, являясь хорошим акцептором формальдегида при производстве плит на карбамидоформальдегидных смолах, обладает дополнительно свойствами отвердителя карбамидоформальдегидных смол.

Важным вопросом практического использования всякого практического препарата является степень его вредности для человека, т.е. степень его опасности, регламентированная ГОСТом 12.1.007 (Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности). По общепринятой классификации хромомедноборное соединение относится ко 2-ой, а ХФ – к 3-ей группе, т.е. для них классы опасности по выше приведенному ГОСТу соответственно 1 и 2.

Соли двухвалентной меди, в т.ч. и медный купорос, действуют раздражающе на кожу и слизистые оболочки.

Бура и борная кислота могут оказывать раздражающее действие на кожу, они расцениваются как слабо токсичные вещества.

Для производства древесно-стружечных плит пониженной токсичности в качестве связующего плит целесообразно использовать фенолоформальдегидные смолы, в частности, марки СФЖ-3014 по требованиям ГОСТ 20907-75. В отличие от карбамидоформальдегидных смол марок КФ-МТ-15, КФ-НФП, применяемых в настоящее время в массовом промышленном производстве плит, смола марки СФЖ-3014, хотя и содержит 0,15 % свободного формальдегида, но, как показали наши результаты, плиты на этой смоле имеют намного меньшую токсичность. Однако ее использование в технологии требует увеличения продолжительности горячего прессования. Кроме пониженной токсичности полученные плиты, дополнительно, обладают повышенной био-,

атмосферостойкостью по сравнению с плитами на карбамидоформальдегидном связующем.

Наиболее эффективным и технологичным веществом, для одновременной биозащиты и снижения выделения формальдегида из плит является ХФ. Содержание его в плите должно составлять, в зависимости от вида связующего (карбамидо- или фенолоформальдегидного), от 0,8 до 2,0 % от массы абсолютно сухой стружки. Скорость растворения ХФ в воде, находящейся в смоле, значительно увеличивается при добавке его в смолу для смешивания в виде густого водного (в массовом соотношении ХФ:вода, равном 1:1) раствора.

По результатам совместных работ автора статьи и В.В.Васильева (ныне доцента Санкт-Петербургского лесотехнического университета им. С.М.Кирова), а также бывшим ВНИИГИНТОКСом – г. Киев (ныне институт гигиены и токсикологии им. Л.И.Медведя) еще Минздравом СССР были включены в «Дополнение к перечню полимерных материалов и изделий, разрешенных к применению в строительстве», без ограничения по типам зданий и сооружений – групп А, Б, В и Г (жилые дома, детские сады и ясли, зрелищные заведения), древесно-стружечные плиты на фенолоформальдегидной смоле марки СФЖ-3014 с добавкой ПХФН, ХМББ-3324 и КФА при насыщенности плитами объема воздуха от 0,4 до 1,9 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup> в зависимости от типа здания и климатической зоны страны.

Проведенные нами в настоящее время работы по выпуску опытно-промышленной партии малотоксичных ДСтП на карбамидоформальдегидной смоле марки КФ-МТ-15, с использованием в качестве акцептора формальдегида АКФ, показали возможность производства плит по ГОСТ 10632-2014 класса Е0,5.

Как было указано выше, при производстве малотоксичных ДСтП целесообразнее всего использовать в технологии малотоксичные смолы и, дополнительно, эффективные акцепторы формальдегида, которые вводятся в стружечно-клеевую смесь. Однако, как показывает опыт промышленного производства плит на малотоксичных смолах, выгруженные из горячего прес-

са плиты должны сразу не охлаждаться, как это предусмотрено технологическим регламентом на производство ДСтП, а наоборот определенное время выдерживаться в плотных стопах и, лишь потом, охлаждаться. Связано это с тем, что отвержденная масса связующего, с использованием малотоксичных смол, после горячего прессования не приобретает той твердости и прочности как при использовании смол повышенной токсичности. Отвержденное связующее имеет не твердое, а резиноподобное состояние, и для перехода его в твердое состояние необходимо дополнительное время. При этом режимы охлаждения плит на малотоксичных смолах уже должны быть другими, в отличие от используемых в настоящее время технологий ДСтП [1].

Для промышленного производства малотоксичных ДСтП необходимы определенные подготовительные работы, которые сводятся к следующему.

## 1 Лабораторные опыты

### *1.1 Уточнение растворимости приобретенного препарата в воде.*

На основании ранее проведенных нами работ установлено, что растворимость химических веществ в воде, находящейся в смоле, в 1,05-1,1 раза ниже, чем в обычной (питьевой) воде. Поэтому для установления дозировок акцептора в смолу за предельную растворимость должна быть принята растворимость препарата в 1,1 раза ниже, чем она определена в обычной воде.

### *1.2 Установление дозировки акцептора в смоле.*

### *1.3 Определение основных свойств смолы с добавкой и без добавки акцептора.*

Определяются два основных показателя смолы с добавкой акцептора, оказывающих влияние на технологический процесс производства плит: время желатинизации смолы при 100 °С; жизнеспособность смолы через определение нарастания вязкости смолы во времени.

## 2 Технологические расчеты

### *2.1 Определение расхода смолы и акцептора при промышленном производстве плит.*

### 3 Технология введения в смолу акцептора

#### 3.1 Измельчение акцептора.

#### 3.2 Предварительное частичное растворение акцептора в воде.

Для ускорения растворения акцептора в воде целесообразно вначале произвести его затворение (частичное растворение) в воде с температурой 50-55 °С. Количество воды должно соответствовать количеству для разбавления смолы до концентрации рабочего раствора связующего. Этого количества воды будет недостаточно для полного растворения акцептора, поэтому в водном растворе часть акцептора будет в нерастворенном состоянии.

Полученный раствор акцептора загружается в емкости для смешивания со смолой, где он растворяется окончательно.

4. Особенности конструкции смешивающих устройств и расчета максимальной продолжительности смешивания смолы с акцептором для бесперебойной работы цеха

#### 4.1 Характеристика емкостей для смешивания акцептора формальдегида со смолой.

Для ускорения процесса растворения акцептора в воде, находящейся в смоле, как один из вариантов, ниже приведены разработанные нами требования к емкостям, включающим следующие параметры:

- количество уровней расположения лопастей на валу мешалки, шт;
- количество лопастей на каждом уровне, шт;
- угол наклона лопастей от горизонтали по отношению к валу на каждом уровне, град;
- угол наклона лопастей от горизонтали по отношению к плоскости их вращения на каждом уровне, град;
- наличие шнека на валу (для исключения образования осадка порошка акцептора на дне бака мешалки емкости можно дополнительно оборудовать шнеком по длине вала);
- число оборотов вала мешалки в емкостях;
- величина зазора между концом лопасти и стенкой емкости, мм;
- объем емкости, м<sup>3</sup>, исходя из мощности цеха ДСтП.

*4.2 Расчет максимальной продолжительности смешивания акцепторов со смолой для бесперебойной работы цеха.*

*4.2.1 Количество рабочих растворов смолы в технологическом потоке.*

*4.2.3 Продолжительность цикла горячего прессования плит.*

В целом, подготовительные работы для внедрения в технологию ДСтП акцепторов формальдегида являются не сложными и не требуют больших дополнительных материальных затрат.

### **Выводы:**

1 Выпускаемые в настоящее время промышленностью древесно-стружечные плиты, даже на малотоксичных смолах, не отвечают в полной мере требованиям Минздрава России по выделению из них вредных для человека веществ. Таким веществом является, в основном, формальдегид.

2 Для снижения токсичности ДСтП наиболее эффективным методом является использование в технологии акцепторов формальдегида, способных взаимодействовать в плите с формальдегидом, выделяющимся, в основном, из смол. Такими акцепторами могут служить хлорфенольное, хромомедноборное и аммонийное кремнефтористое соединения.

Помимо действия как акцептора эти препараты дополнительно обладают и другим важным действием. Все они являются эффективными антисептиками для снижения биоразрушения ДСтП, а аммонийное кремнефтористое соединение одновременно является и хорошим отвердителем карбамидоформальдегидных смол, что позволяет исключить из технологии ДСтП использование хлористого аммония (содержащего канцерогенный для человека хлор) как отвердителя таких смол.

3 Подготовительные работы для внедрения в технологию ДСтП акцепторов формальдегида являются не сложными и не требуют больших дополнительных материальных затрат.

4 Проведенные нами исследования показали, что производство малотоксичных ДСтП на малотоксичных смолах, даже без использования в технологии акцепторов формальдегида, требует своего совершенствования в части режимов послепрессовой обработки плит.

#### Список литературы

1. Разиньков Е.М., Ищенко Т.Л. Снижение токсичности древесных плит и клееных материалов: Монография. - . Palmarium Academic Publishing Is a trademark of: AV Akademikerverlag GmbH Co. KG Heinrich-Bocking-Str. 6-8-66121, Saarbrucken. Germany. Оpubл.16.01.2013.

### **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ДРЕВЕСНО-ВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

*О. К. ЛЕОНОВИЧ, И. К. БОЖЕЛКО – УО «БГТУ»  
И. М. ГРОШЕВ – ОАО «ВИТЕБСКДРЕВ»*

Целью работы является исследование эффективной производственной мощности цеха по производству теплоизоляционных плит из древесного волокна по технологии Siempelkamp с учетом технических и технологических возможностей при достижении наивысших физико-механических показателей выпускаемой продукции и расширение области применения плит в строительстве деревянных каркасных домов и утепления газосиликатных, панельных и других ограждающих конструкций в строительстве.

На ОАО «Мозырский ДОК» введен в эксплуатацию цех по производству теплоизоляционных плит из древесного волокна по технологии «Siempelkamp» на смолах РМДИ,

мощностью до 250 тыс. м<sup>3</sup>/год. Плиты могут выпускаться толщиной от 40 до 240 мм и плотностью от 40 до 200 кг/м<sup>3</sup>, в том числе огнестойкие и гибкие плиты на основе биоволокна. По экологическим показателям, коэффициенту теплопроводности теплоизоляционные плиты из древесного волокна значительно превосходят базальтовые и другие утеплительные плиты. Особенно необходимо отметить возможности завода выпускать гибкие плиты, которые расширяют возможности проектантам варьировать конструктивными решениями при формировании архитектурных решений ограждающих и внутренних конструкций строений.

Установлены основные причины, влияющие на производительность пресса и качество выпускаемой продукции:

- смещение ленты, вызывающее одностороннее уплотнение ковра и одностороннее уплотнение по краям, особенно у тонких плит;

- ложные сигналы на входном модуле весов, которые могут исказить насыпной вес до 100 г/м<sup>2</sup>;

- возврат материала из зоны выбраковки, что отрицательно влияет на качество плиты и расход смолы;

- слишком узкий диапазон регулятора высоты выравнивающего узла по длине, который вызывает неравномерность настиления по длине, неравномерность генерирования пара в зоне отверждения и надлежащего контроля образования «точки росы» по всей толщине ковра;

- малая мощность рафинера и мотор-редуктора накопительного бункера;

- отсутствие измерителя плотности ковра.

- производительность линии формирования шипа, смонтированной в производственный поток на тонких плитах, сдерживает производственные мощности до 20 %.

Рекомендовано: постоянно контролировать положение ленты относительно оси конвейера, заземление на входном модуле весов, установить более мощную garnитуру на рафинере и редукторе подачи волокна, установить термометры

сопротивления для контроля температуры пара в зоне отверждения ковра, установить оборудование для измерения плотности непосредственно на линии, что даст возможность оператору оперативно управлять процессом, обеспечивая выпуск качественных плит.

Решение технических вопросов позволит обеспечить высокую производительность и избежать выпуск продукции, не соответствующей требованиям стандартов. Расчет производительности рекомендовано вести с учетом скорости прессы, размеров плит по ширине и толщине, коэффициентов заполнения ковра, рабочего и машинного времени, а так же коэффициента замедления при запуске с учетом низкой температуры в цехе.

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 5 апреля 2013 г. № 267 «О Концепции государственной жилищной политики Республики Беларусь до 2016 года» определено, что целью государственной жилищной политики до 2016 года является создание условий для удовлетворения гражданами потребности в доступном и комфортном жилье сообразно их индивидуальным запросам и финансовым возможностям, формирование полноценного рынка жилья. Наряду со строительством крупнопанельного домостроения, планируется разрабатывать и реализовывать проекты строительства экономичных быстровозводимых домов с учетом использования преимущественно отечественных новых материалов с высокими техническими характеристиками.

При строительстве домов необходимо проектировать ограждающие конструкции, у которых термическое сопротивление теплопередаче не ниже нормативного  $R_{т.норм.} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  в соответствии с требованиями ТКП 45-2.04-43-2006 и изменениями к нему.

Для анализа оптимальных ограждающих конструкций из древесины и панелей стеновых деревянных утепленных наружных и внутренних для домов каркасного типа приведены основные характеристики материала каркаса и изоляционных материалов, используемых при строительстве домов из

массивной древесины и панелей для домов каркасного типа в таблице 1.

Требуемое сопротивление теплопередаче стены рассчитывается по формуле 1.

$$R_m = \frac{1}{\alpha_n} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{X}{\lambda_x} + \frac{1}{\alpha_v} \geq R_{т.норм} \quad (1)$$

где  $\lambda_i$  – коэффициент теплопроводности  $i$ -го слоя панели, Вт/(м·°C);  $\delta_i$  – толщина  $i$ -го слоя панели, м;  $\alpha_n$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для зимних условий, Вт/(м<sup>2</sup>·°C), принимаемый по таблице 5.7 СНБ 2.04.01-97;  $\alpha_v$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м<sup>2</sup>·°C), принимаемый по таблице 5.4 СНБ 2.04.01-97.

Расчет сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции из массива сосны проводится по формуле 2.

$$R_m = \frac{1}{8,7} + \frac{X}{0,14} + \frac{1}{23} \geq 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} \quad (2)$$

Преобразуя приведенное выше выражение для определения толщины слоя из массива сосны, получаем следующий результат:

$$X = \left( 3,2 - \left( \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} \right) \right) \cdot 0,14 = 0,43 \text{ м.}$$

Толщина стены из массивной древесины сосны, соответствующая требованиям ТКП 45-2.04-43-2006 и изменениям к нему, должна быть 43 см, что экономически нецелесообразно. К тому же древесина обладает усадкой поперек волокон около 3 см/м, следовательно, при высоте стены 3 м усадка составит около 10 см.

Таблица 1 – Тепловые характеристики материалов

Наименование материала	Плотность в сухом состоянии $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·°С), при условиях эксплуатации		Коэффициент теплоусвоения $s$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С), при условиях эксплуатации		Коэффициент паропроницаемости $\mu$ , мг/(м·ч·Па)
		А	Б	А	Б	
ОСП	1000	0,23	0,29	6,75	7,70	0,12
Пароизоляция Изоспан	0,064	-	-	-	-	$R_{п}=8,0$ 0
Древесина сосны	500	0,14	0,18	3,87	4,54	0,06
Минераловатная плита ПЛ-50	40	0,039	0,041	0,41	0,45	0,53
Гипсокартон	800	0,19	0,21	3,34	3,66	0,075
Штукатурка	800	0,19	0,21	3,34	3,66	0,075
Изоляционная древесноволокнистая плита по методу Siempelkamp	40-200	0,037-0,050	0,040-0,053	-	-	3,0
Воздушная прослойка	-	0,026	-	-	-	-

Одним из вариантов решения проблемы экономии лесных ресурсов и создания условий для строительства быстровозводимых зданий является проектирование и строительство домов каркасного типа.

На ОАО «Борисовский ДОК» и филиале «Домостроение» РУП «Завод газетной бумаги» имеются промышленные мощности и возможности производить указанные панели. Белорусский государственный технологический университет разработал технические условия на панели стеновые для домов каркасного типа. Опытные образцы панелей прошли испытания нагружением и на определение сопротивления теплопередаче в РУП «Институт БелНИИС». Установлено, что применение данных конструкций правомерно, так как они соответствуют нормативным требованиям. Указанные технические условия прошли экспертизу в РУП «Стройтехнорм».

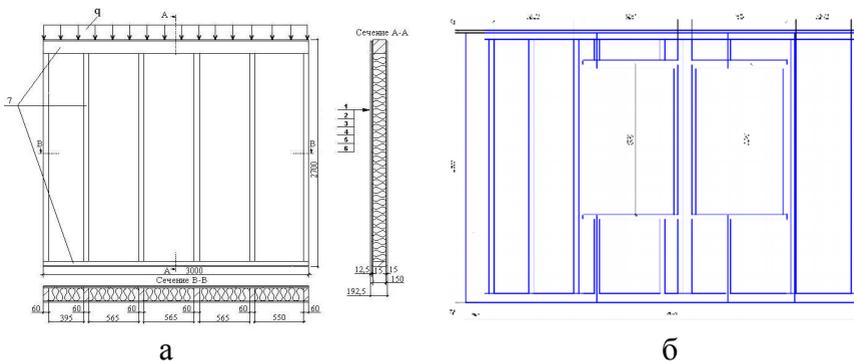
Возможные варианты комплектной поставки стеновых панелей показаны на рисунке 1. Дополнительное утепление панелей пенополистиролом производится на объекте. Ниже приведены расчеты сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции.

Приведенный коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя:

$$\lambda_{np} = \frac{0,18 \cdot 0,98 + 0,041 \cdot 7,12}{0,98 + 7,12} = 0,057 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C}).$$

Сопротивление теплопередаче конструкции:

$$R_m = \frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,29} + \frac{0,150}{0,057} + \frac{0,015}{0,29} + \frac{0,0125}{0,21} + \frac{1}{23} = 2,95 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$



1 – гипсокартон; 2 – ОСП; 3 – пленка пароизоляционная Изоспан В; 4 – теплоизоляционный материал ИзOVERKL-37;  
5 – пленка ветро-влажностная Изоспан АМ; 6 – ОСП

Рисунок 1 – Схема панели дома каркасного типа без проемов (а), с проемами (б)

Конструкция стеновой панели домов каркасного типа заводского изготовления имеет сопротивление теплопередаче  $2,95 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ . Достоверность расчетов подтверждена испытаниями в БелНИИС. Теплотехнические испытания панели с утеплителем из минераловатных плит производства ОАО «Борисовский ДОК» проведены на климатическом комплексе БелНИИС Минстройархитектуры Республики Беларусь в соответствии с ГОСТ 26254-84. Приведенное сопротивление теплопередаче наружной панели составило  $2,93 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ . Для обеспечения теплостойкости конструкции требованиям нормативных документов непосредственно на объекте производится утепление наружной конструкции пенополистиролом, толщиной 50 мм. Расчет толщины дополнительного утепления проведен аналогично расчету толщины слоя массивной древесины, приведенному выше.

Стеновая панель в сборе с утеплителем, произведенная на филиале «Домостроение» РУП «Завод газетной бумаги», была испытана нагружением опытного образца в соответствии с СТБ

1591-2005. Результаты испытаний показали, что условие, заданное в СТБ 1591-2005 выполняется, надежность работы данных конструкций под нагрузкой обеспечивается. Изготовленная и представленная на испытания Филиалом «Домостроение» РУП «Завод газетной бумаги» опытная многослойная стеновая панель соответствует требованиям ТКП 45-2.04-43-2006 (02250) «Строительная теплотехника» по сопротивлению теплопередаче.

Приведенное сопротивление теплопередаче опытного образца многослойной стеновой панели составило  $6,11 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ , что выше нормируемого ТКП 45-2.04-43-2006 (02250) «Строительная теплотехника» и введенного с 01.07.2010 г. значения –  $3,20 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ . Стеновая панель показана на рисунке 2.

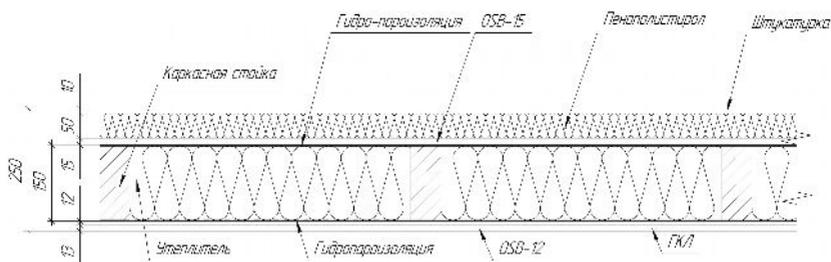


Рисунок 2 – Стеновая панель

На панели стеновые деревянные утепленные наружные и внутренние для домов каркасного типа разработаны технические условия. Была разработана методика прочностных расчетов клееных элементов строительных конструкций.

Необходимо отметить, что минераловатная плита ПЛ-50, используемая в данной панели как утеплитель, дает усадку и создает «мостики холода», тем самым нарушая теплотехнические свойства конструкции. Термическое сопротивление на этом участке изменяется, и на границе материалов с разным термическим сопротивлением возникают условия, вызывающие конденсацию паров.

В связи с вышесказанным рекомендуем в качестве

утеплителя изоляционную древесно-волоконистую плиту сухого способа прессования согласно методу Siempelkamp, производство которой осваивается на ОАО «Мозырьдрев». Свойства плиты указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Свойства изоляционной плиты

Свойства			Плотность, кг/м <sup>3</sup>		
			80	140	200
Давление при 10 % нагрузке	EN 826	кПа	20	120	200
Водопоглощение *)	EN 1609	кг/м <sup>3</sup>	непри- мен.	0,7	0,6
Теплопроводность (номинальное значение)	EN 13171	Вт/м· К	0,037	0,045	0,050
Безопасность воспламенения **)	EN 13501		Класс E		

#### Примечания

\*) - с водоотталкивающей присадкой;

\*\*) - с противопожарной защитой (в зависимости от плотности).

В качестве связующего используется изоцианатный клей MDI без добавок и изоцианатный клей MDI с добавками

Возможно формирование размеров под заказ производителей панелей стеновых для домов каркасного типа.

Для защиты от возможного образования конденсата применяется метод создания вентилируемых фасадов. Для удаления конденсата разработана конструкция стены с воздушной прослойкой. При использовании вентилируемой прослойки, происходит гораздо более быстрое высыхание утеплителя и стены, что приводит к улучшению воздухообмена и повышению термического сопротивления.

Результаты расчета данной ограждающей конструкции приведены ниже.

Приведенный коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя:

$$\lambda_{np} = \frac{0,18 \cdot 0,98 + 0,045 \cdot 7,12}{0,98 + 7,12} = 0,061 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}.$$

Сопротивление теплопередаче конструкции:

$$R_m = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{0,21} + \frac{0,015}{0,29} + \frac{0,020}{0,026} + \frac{0,210}{0,061} + \frac{0,015}{0,29} + \frac{1}{23} = 4,50 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

За счет ветрового и гравитационного давления воздух движется из отверстия в нижней части фасада и выходит в отверстие в верхней части фасада. Благодаря воздушному зазору влага интенсивно испаряется из утеплителя и с воздушным потоком выводится из панели. Для закрепления материалов в стене используются различные профили, кронштейны и другие детали. Поэтому в настоящее время в качестве облицовочного слоя могут применяться различные панели, плитка, листы, гранит и другие материалы.

Для придания био- и огнестойкости применяются конструктивные и химические методы защиты. Конструктивные методы представляют собой использование пленок, покрытий, чтобы тем самым предотвратить возможность взаимодействия панели с окружающей средой. Наружная ветро- и влагоизоляция предохраняет утеплитель от воздействия холодного воздуха, атмосферной влаги и снега, проникающих в вентилируемый зазор под внешнюю облицовку, способствует испарению влаги из утеплителя. Внутренняя пароизоляция предохраняет утеплитель и внутренние элементы конструкции стены от проникновения влаги изнутри помещения, а само помещение - от проникновения частиц волокнистого утеплителя. Химические методы защиты представляют собой введение в конструкционный материал специальных веществ, которые предотвращают горение и не пригодны для жизни микроорганизмов и грибов. Применяться химические методы могут в заводских условиях и на объектах. Следует заметить, что каркас необходимо обрабатывать только в заводских

условиях, так как он поставляется на объекты в собранном виде. Огнезащитную обработку возможно проводить на объекте в соответствии с требованиями нормативной документации.

Обеспечить строительство быстровозводимых и качественных деревянных домов каркасного типа возможно только с соблюдением всех требований нормативной документации применения стеновых панелей заводского изготовления. При производстве стеновых панелей должны быть соблюдены требования по биологической защите конструкций, как конструкционным путем, так и химическим. Теплотехнические параметры стеновых ограждающих конструкций должны быть не ниже нормативных. Таким образом, древесные теплоизоляционные плиты с успехом могут быть использованы в каркасном деревянном домостроении и утеплении ограждающих строительных конструкций.

## **К ВОПРОСУ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ВЫСОКОЙ ПРОЧНОСТИ**

*В.А. ШАМАЕВ, Т.Л. ИЩЕНКО, Т.В. ЕФИМОВА –  
ВОРОНЕЖСКИЙ ГЛТУ*

В настоящее время фанера - широко используемый в производстве мебели, вагоно-, судо-, самолетостроении, строительстве и т.д. - композиционный материал на основе древесины. Чаще всего основой для изготовления фанеры выступает березовый шпон или шпон лиственных пород, чаще всего бука.

На сегодняшний день имеется ряд работ российских и зарубежных исследователей по вопросу использования нанокристаллической целлюлозы (НКЦ) с целью получения композиционных материалов на основе древесины с улучшенными свойствами.

Наноцеллюлоза - материал, представляющий собой набор наноразмерных волокон целлюлозы с высоким отношением

сторон (длины к ширине). Типичная ширина такого волокна - 5-20 нм, а продольный размер варьируется от 10 нм до нескольких микрон.

Целью настоящей работы является получение высокопрочной фанеры из березового шпона, по прочности не только превосходящей фанеру из бука, но и превосходящей фанеру из канадского клена, используемую для производства скейтбордов и штанцформ.

Модифицирование древесины березового шпона, активированной нанокристаллической целлюлозой, позволяет максимально увеличить прочность фанеры в 1,5 раза [1-3], модифицирование массивной древесины березы методом прессования [4-6] увеличивает прочность в 2 раза. Сочетание этих двух способов, то есть комбинированная обработка березового шпона НКЦ и прессованием в пределе могла бы обеспечить увеличение прочности фанеры в 3 раза. Тогда появилась бы возможность увеличить срок эксплуатации штанцформ для разрезания картона с 17 тыс. до 50 тыс. оборотов, а для скейтбордов полностью исключить импорт канадского клена, стоимость которого в 10 раз выше березы [7].

Для экспериментов были подготовлены следующие исходные материалы:

- шпон березовый, размерами 300×300 мм, толщиной 1,5 мм и влажностью  $(8\pm 2)$  % без видимых дефектов;
- шпон буковый, размерами 300×300 мм, толщиной 1,5 мм и влажностью  $(8\pm 2)$  % без видимых дефектов;
- клей карбамидоформальдегидный сухой Jowat 950.20;
- гидрогель нанокристаллической целлюлозы (НКЦ), с размерами частиц 100-400 нм, концентрацией 0,2, 0,4, 2 и 4 %.

Для выполнения экспериментов использовались следующее оборудование и приборы: пресс гидравлический П-474А с усилием 100 т с обогреваемыми плитами; установка ультразвуковая УЗК 4-101 с рабочей частотой 21 кГц; установка импульсного магнитного поля ИМП-1 напряженностью  $18 \cdot 10^4$  А/м; автоклав ВКР-0,5 с давлением до 4 атм; весы электронные ВКЛ-11; штангенциркуль по ГОСТ 166-89 с ценой деления 0,01

мм; испытательная машина по ГОСТ 7855-74 с максимальным разрушающим усилием до 5000 Н (500 кгс); приспособление для закрепления образцов; стакан диаметром 150 мм для замачивания образцов.

Была поставлена серия из десяти опытов, каждый из которых повторялся три раза. Для частичной замены карбамидоформальдегидной смолы, в некоторых опытах использовалась нанокристаллическая целлюлоза. Клей наносился на шпон ручным роликовым распределителем. Расход клея во всех опытах составлял  $160 \text{ г/м}^2$ . Пакет фанеры формировался таким образом, чтобы направление волокон в шпоне было взаимно перпендикулярным в каждом последующем слое шпона. Этот принцип распространялся на все опыты.

Были проведены исследования на определение предела прочности при скалывании по клеевому слою фанеры, предела прочности при статическом изгибе и модуля упругости фанеры. Отбор и подготовка образцов, их испытания проводились в соответствии со стандартами ГОСТ 9620-94, ГОСТ 9624-93 и ГОСТ 9625-87 (СТ СЭВ 2378-80).

При проведении экспериментов все образцы фанеры были выдержаны в течение 2 недель при температуре  $(18 \pm 2) ^\circ\text{C}$  и относительной влажности  $(65 \pm 5) \%$  перед испытанием.

В таблице 1 приведены результаты испытаний различных видов фанеры на предел прочности при статическом изгибе, МПа и модуль упругости  $E_{\text{изг}}$ , ГПа.

Как видно из таблицы 1, модуль упругости буковой фанеры намного выше, чем березовой. Обработанный ультразвуком клей, в состав которого входит гидрогель нанокристаллической целлюлозы, увеличивает прочность березовой фанеры при статическом изгибе, но прочности буковой фанеры не достигает. Дополнительная обработка березовой фанеры импульсным магнитным полем дает значения предела прочности при статическом изгибе 118 МПа. Интересно отметить, что прессование буковой фанеры незначительно увеличивает прочность, тогда как для березовой фанеры

Таблица 1 - Результаты испытаний на определение предела прочности при статическом изгибе и модуля упругости фанеры\*.

№ опыта	Вид фанеры, характер обработки	Предел прочности при статическом изгибе, МПа	Модуль упругости при статическом изгибе, $E_{изг}$ , ГПа
1	Буковая фанера	115	10,86
3	Березовая фанера	82	8,21
4	Березовая фанера, НКЦ 2%, ультразвук	103	9,68
5	Березовая фанера, НКЦ 2%, ультразвук, ИМП	118	13,75
6	Буковая фанера, прессованная	119	13,15
7	Березовая фанера, прессованная	185	20,24
8	Березовая фанера, НКЦ 0,4%, ультразвук	87	9,66
9	Березовая фанера, НКЦ 4%, ультразвук	103	10,22
10	Березовая фанера, НКЦ 4%, ультразвук, ИПМ	109	9,91

\* Среднее арифметическое по 6 образцам.

Таблица 2 - Результаты испытаний на определение предела прочности при скалывании фанеры по клеевому слою\*.

№ опыт а	Размеры площади скалывания см (м)		Р <sub>max</sub> , кгс	τ <sub>ск</sub> , МПа	Характер разрушения
	l	b			
1	4,03	1,24	110	2,1	Наличие древесных волокон
3	4,2	1,31	90	1,6	Частично присутствуют древесные волокна
4	4,07	1,25	103	2,0	Разрушение по клею
5	4,05	1,2	151	3,0	Разрушение по клею
6	4,1	1,25	237	4,6	Разрушение по клею
7	3,9	1,2	264	5,6	Разрушение по клею

\* Среднее арифметическое по 6 образцам.

прессование увеличивает её прочность в два раза - с 82 до 185 МПа. Изменение содержания гидрогеля НКЦ с 2 % до 4 % не вызывает увеличения прочности. Введение НКЦ в малых количествах (0,4 %) не дает эффекта увеличения прочности.

В целом данные таблицы 1 по прочности при изгибе согласуются с данными таблицы 1 по прочности при скалывании вдоль волокон по клеевому слою.

В таблице 2 приведены результаты испытаний различных видов полученной фанеры на прочность склеивания при скалывании по клеевому слою  $\tau_{ск}$ , МПа. Испытанию подверглись образцы из опытов № 1-7.

Как видно из таблицы 2, образцы березовой фанеры, изготовленные с использованием обработанного ультразвуком клея, в состав которого входил гидрогель нанокристаллической целлюлозы, и дополнительно обработанные импульсным магнитным полем (опыт № 4), обладают более высокими физико-механическими характеристиками: предел прочности фанеры при скалывании по клеевому слою увеличивается до 3,0 МПа (при прочности буковой фанеры 2,2 МПа).

Упрессовка буковой фанеры на 19 % позволяет в 2,2 раза увеличить ее прочность по сравнению со стандартной буковой фанерой (опыт № 6), что позволяет рекомендовать этот способ для изготовления штанцформ (матриц крепления ножей) для раскроя картона.

Сочетание использования в составе клея гидрогеля нанокристаллической целлюлозы и прессования (опыт № 7) увеличивает предел прочности при скалывании по клеевому слою березовой фанеры в 3,5 раза. Таким образом, прессованная березовая фанера по прочности при скалывании по клеевому слою (5,6 МПа) соответствует древесным слоистым пластикам и превосходит буковую фанеру в 2,5 раза, фанеру из канадского клена (3,2 МПа) - в 1,75 раза.

## **Выводы**

1 Образцы березовой фанеры, изготовленные с использованием обработанного ультразвуком клея, в состав которого входил гидрогель нанокристаллической целлюлозы, и дополнительно обработанные импульсным магнитным полем, обладают более высокими физико-механическими характеристиками: предел прочности фанеры при скалывании по клеевому слою увеличивается до 3,0 МПа (при прочности буковой фанеры - 2,2 МПа).

2 Упрессовка буковой фанеры на 19 % позволяет в 2,2 раза увеличить ее прочность по сравнению со стандартной буковой фанерой, что позволяет рекомендовать этот способ для изготовления штанцформ (матриц крепления ножей) для раскроя картона.

3 Сочетание использования в составе клея гидрогеля нанокристаллической целлюлозы и прессования увеличивает предел прочности при скалывании по клеевому слою березовой фанеры в 3,5 раза. Таким образом, прессованная березовая фанера по прочности при скалывании по клеевому слою (5,6 МПа) соответствует древесным слоистым пластикам и превосходит буковую фанеру в 2,5 раза, фанеру из канадского клена (3,2 МПа) - в 1,75 раза.

4 Использование обработанного ультразвуком клея, в состав которого входит гидрогель нанокристаллической целлюлозы, увеличивает прочность березовой фанеры при статическом изгибе. Дополнительная обработка березовой фанеры импульсным магнитным полем дает значения предела прочности при статическом изгибе 118 МПа. Предел прочности при статическом изгибе прессованной березовой фанеры возрастает в два раза по сравнению со стандартной березовой фанерой.

#### Список литературы

1. Исследование склеивания фанеры с применением нанокристаллической целлюлозы / В. А. Шамаев, Е. М. Разинь-

ков, Т. Л. Ищенко, А. Э. Зиемелис // Лесотехнический журнал. - 2014. - Т. 4, № 1 (13). - С. 151-155.

2. Шамаев, В. А. Композиционная фанера с добавками наноцеллюлозы / В. А. Шамаев, Д. А. Паринов; Д. А. Паринов // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. - 2016. - Т. 20, № 3. - С. 95-100.

3. И.В. Воскобойников, С.А. Константинова, А.Н. Коротков, Л.С. Гальбрайт, В.Ф. Иванов, С.Н. Никольский, А.И. Михайлов, А.И. Ремезов. Использование нанокристаллической целлюлозы для модифицирования древесно-слоистых пластиков // Химия растительного сырья. -2011. -.№3. - С.43-46.

4. Шамаев В.А. Модификация древесины самопрессованием: Материалы VI симпозиума «Модификация древесины». - Познань, WRZES. – 1989. - С. 173-178.

5. Шамаев В.А. Теоретические и практические аспекты химико-механического модифицирования древесины мочевиной: Сборник статей «Интерпрогресс-87» - Братислава. - 1989. - С. 206-209

6. Шамаев В.А. Модификация древесины мочевиной // Известия Польской Академии Наук, 1987, - С. 112-118.

7. Никулина Н.С., Медведев И.Н., Шамаев В.А. Модифицирование древесины. - М.: Наука, 2013. - 448 с.

## **АМИНОПЛАСТЫ ИЗ ОТХОДОВ ДЕКОРАТИВНЫХ БУМАЖНО-СМОЛЯНЫХ ПЛЁНОК**

*И.А. ГАМОВА, Э.С. ЧЕРНЫШЁВА – СПбГЛТУ  
им. С.М. КИРОВА*

Целью работы является получение аминопластов (АП) из отходов декоративных бумажно-смоляных пленок (БСП). Такие отходы образуются в значительных количествах на производствах декоративных бумажно-слоистых пластиков (ДБСП) и при отделке древесных плит (ДП) методом

ламинирования и на их сбор и утилизацию требуются значительные затраты. В данной работе использовали отходы БСП, которые образуются на ООО «Завод слоистых пластиков», и на их сбор и утилизацию требуются значительные затраты.

**Декоративная БСП** для ДБСП по своему составу незначительно отличается от состава аминопластов: также содержит беленую сульфитную целлюлозу и пропиточную смолу КМлФС или МлФС. Особенность пропиточных смол, предназначенных для изготовления декоративных плёнок на основе бумаги, заключается в том, что синтез смол проводится без вакуумирования, до низкой степени поликонденсации. Молекулярная масса пропиточных смол - 320...410 атомных единиц, температура размягчения - 50...80 °С, вязкость смолы по ВЗ-4 – 13...14 с. Поэтому такие смолы правильнее называть предконденсатами.

Пропитанную бумагу сушат при мягких режимах, чтобы сохранить значительное содержание растворимой, т.е. не отверждённой и реакционно способной смолы. Это необходимо для того, чтобы при прессовании ДБСП образовался монолитный материал с высокими физико-механическими свойствами, а при ламинировании ДП плёнка выполняла роль и клея, и защитно-декоративного покрытия [1].

**Аминопласты** (АП) – это пластические массы, в композиции которых используются предконденсаты карбамидо- и меламиноформальдегидных смол (КФС и МлФС) в количестве 30...40 масс.%, в качестве наполнителя – сульфитная отбеленная целлюлоза. В состав АП входят пигменты, красители, смазочные вещества и катализаторы отверждения [2]. 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. АП составляют значительную часть выпускаемых реактопластов: области их применения постоянно расширяются благодаря дешевизне и доступности сырья для синтеза связующих веществ [3].

Процесс производства прессматериала для АП довольно длительный, требует применения разнообразного оборудования. Изготовление пресспорошка включает многие технологические операции и состоит из следующих стадий: синтез конденсационного раствора; пропитка наполнителя конденсационным раствором; сушка полученной массы; измельчение массы; просеивание пресспорошка; упаковка. Физико-механические свойства образцов АП, изготавливаемых с различными смолами, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные свойства аминопластов [2]

Показатели	КФС	МлФС
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1450...1500	1450...1500
Прочность при изгибе, МПа	70...100	80...100
Удельная вязкость, кДж/м <sup>2</sup>	6,5...9,0	7,0...9,0
Водопоглощение за 24 ч, %	1,0...1,5	1,0...1,5

Таким образом, измельчённые отходы декоративных БСП производства ДБСП, которые по своему композиционному составу идентичны АП, мы использовали в качестве прессматериала для изготовления методом компрессионного прессования стандартных образцов для испытаний. Использовали отходы декоративных БСП одного производителя, но разных по времени их изготовления: недавних поставок (1 вариант) и отходов БСП, которые образовались на производстве и полгода хранились в открытом виде (2 вариант). Измельчение БСП проводили в бытовой кофемолке роторного типа; просеивали порошок через сито с размерами ячеек 0,5 мм и полученные порошки использовали в дальнейших исследованиях.

Для изучения жизнеспособности смолы, содержащейся в БСП, была разработана специальная методика. Использовали методику определения содержания водорастворимой фракции, разработанную ООО «Завод Невский Ламинат», а в фильтрате по методу химического анализа нерастворимых смол

определяли содержание свободного формальдегида и количество гидроксиметильных групп [4]. Результаты анализа БСП двух образцов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты анализа бумажно-смоляных пленок

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

Полученные данные свидетельствуют о том, что образцы одного поставщика, но доставленные на завод в различное время, не отличаются общим количеством смолы и содержанием её растворимой части, и при этом обнаружено различное содержание гидроксиметильных групп и свободного формальдегида. По своим свойствам плёнка, которая полгода хранилась в открытом виде, незначительно отличается от плёнки недавней поставки.

Результаты химического анализа позволяют предположить, что отходы образца 1 и 2 могут применяться для прессования аминопласта. Можно было ожидать, что значительное содержание растворимой смолы и реакционноспособных  $-\text{CH}_2\text{OH}$  групп обеспечат прочность композиционного материала.

Для изучения *параметров изготовления АП* использовали двухфакторный эксперимент, в котором переменными факторами являются температура и удельная продолжительность прессования. Нижний уровень – 130 °С; верхний уровень – 160 °С, нижний уровень удельной

продолжительности – 30 с/мм, верхний – 120 с/мм готового пластика при постоянном давлении, равном 70 МПа.

Принимаем следующие кодовые значения:

$X_1$ – температура прессования,  $X_2$ – удельная продолжительность прессования;

–1 – нижний уровень, +1 – верхний уровень;

$Y_1$ – прочность при изгибе, МПа;  $Y_2$ – водопоглощение за 24 ч, %.

Таблица 3 – Матрица планирования  $2^2$

Номер опыта	$X_0$	$X_1$	$X_2$	$X_1X_2$	$Y_1$	$Y_2$
1	+1	–1	–1	+1	111	1,27
2	+1	+1	–1	–1	115	1,37
3	+1	–1	+1	–1	99,3	1,17
4	+1	+1	+1	+1	91,9	0,99

Получили следующее уравнение регрессии:

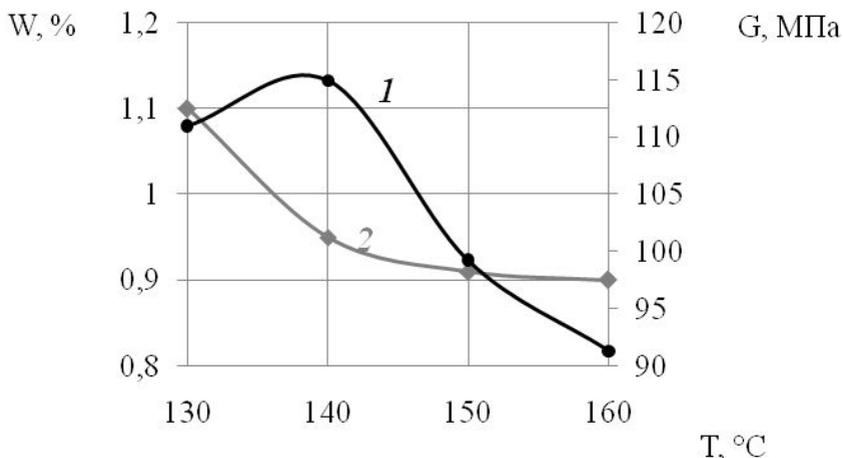
$$Y_1 = 104,3 - 34,8X_2 + 11,4X_1X_2. \quad (1)$$

Уравнение регрессии проверено на адекватность по критерию Фишера. Анализ уравнения показывает, что на прочность пластиков оказывают влияние температура прессования и взаимное влияние температуры и продолжительности прессования. Водопоглощение образцов не зависит от изменяющихся параметров прессования.

Для выявления оптимальной температуры прессования изготовили образцы при продолжительности прессования 30 с/мм и температурах 130, 140, 150 и 160 °С. Данные физико-механических испытаний представлены на рисунке 1.

Данные рисунка показывают, что при температуре прессования 140 °С образцы имеют наилучшие показатели прочности при изгибе, водопоглощение при дальнейшем повышении температуры снижается незначительно.

Физико-механические испытания образцов, изготовленных из порошков БСП 1-го и 2-го вариантов (таблица 4), показали, что срок хранения отходов БСП не влияет на физико-механические показатели АП в проводимом диапазоне исследований.



1 – разрушающее напряжение при изгибе; 2 – водопоглощение

Рисунок 1 – Прочность и водопоглощение образцов в зависимости от температуры прессования образцов

Таблица 4 – Физико-механические показатели полученных образцов

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

Как правило, в композицию АП вводят различные пластификаторы для прессования изделий сложной конфигурации.

Для изучения влияния пластификатора на свойства АП в композицию вводили порошок паратолуолсульфамида в количестве 1 % от массы содержащейся в нём смолы. Образцы прессовали при температуре 140 °С, удельном давлении 50 и 70 МПа и удельной продолжительности 30 с/мм готового образца. В таблице 5 представлены результаты физико-механических испытаний полученных образцов, которые свидетельствуют о том, что введением в композицию пластификатора можно снизить давление прессования без ухудшения основных свойств пластиков.

Таблица 5 – Влияние давления прессования на свойства АП

Показатели	Давление прессования, МПа	
	50	70
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1430	1450
Прочность при изгибе, МПа	104,3	100,3
Водопоглощение за 24 ч, %	1,0	0,9
Ударная вязкость, кДж/м <sup>2</sup>	7,1	7,3

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 – 50 МПа.

## Выводы

Показано, что измельчённые отходы декоративных бумажно-смоляных плёнок могут использоваться для прессования АП, при этом сокращаются затраты на утилизацию отходов, а порошки из БСП являются хорошим сырьём для изготовления различных изделий, соответствующих по свойствам требованиям ГОСТ 9959-80, предъявляемым к аминопластам.

#### Список литературы

1. Плоткин Л.Г., Шалун Г.Б. Декоративные бумажно-слоистые пластики.— Изд. 2-е. перераб. — М.: Лесн. пром., 1978. —328 с.
2. ГОСТ 9959-80 «Аминопласты. Технические условия».
3. 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.
4. Гамова И.А. Химия, технология и применение синтетических полимеров. / Методические указания к лабораторным работам. — СПб.: СПбГЛТУ, 2010. — 44 с.

### **БЕЗМЕТАНОЛЬНЫЙ ФОРМАЛИН, КФК-85, СИНТЕТИЧЕСКИЕ СМОЛЫ: ТРАДИЦИЯ И ИННОВАЦИИ**

*Л.В. ГРАУМАН - ЗАО «БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»*

Промышленная группа «Безопасные Технологии» берет свое начало от одноименной компании, которая была образована в 2000 г. и занималась строительством «под ключ» установок синтеза формальдегида и цехов смол. В то время ситуация с экологическими требованиями к синтетическим смолам была иной, чем сегодня. Несмотря на то, что переход плитной продукции западных производителей на класс эмиссии E1 начался еще в 80-х годах XX века, Международное агентство по изуче-

нию рака только в 2004 году изменило статус формальдегида с «возможно, канцерогенный» на «канцерогенный», в связи с чем и пошла череда дальнейших ужесточений требований по эмиссии формальдегида.

Необходимость в собственной установке формалина и собственном цехе смол всегда была оправданной для деревообрабатывающих предприятий производительностью более 100 000 м<sup>3</sup> плиты в год. Но если ранее она диктовалась удобством и гибкостью технологического процесса, то сегодня, в свете новых экологических требований, изготовление смол из товарного формалина или даже из КФ-концентрата затруднено до предела. Борьба за уменьшение эмиссии из плит заставляет понижать количество формальдегида в смоле, но этот процесс также увеличивает время отверждения смол, приводя к потере производительности плитной линии. Безметанольный высококонцентрированный формалин – идеальное сырье для экологически безопасных связующих, но он не подлежит транспортировке на дальние расстояния, так как хранится при температуре около 60 °С и полимеризуется даже при незначительном ее падении. Относительно стабильный КФ-концентрат подлежит транспортировке, однако он является сырьем для ограниченного ассортимента смол и, кроме того, при транспортировке его качество все же не остается неизменным.

Таким образом, единственный гарантированный источник свежего сырья, необходимого для высококачественных низкомольных смол, – это собственная малотоннажная установка формалина КФК.

Какую технологию предпочесть?

В таблице 1 приведены основные характеристики двух доминирующих на рынке технологических процессов.

В связи с негативным изменением статуса формальдегида и тенденцией к замене процессов с его участием на иные, мировой прирост производства формальдегида (который, по сведениям Transparency market research, обещает достигнуть 36.6 млн. т к 2026 г. умеренный рост на 4,8 %) приходится, в основном, на Китай и юго-восточную Азию. Это означает, что существенных

изменений и усовершенствований технологий ждать не приходится. Существующие технологии лицензируются и дорабатываются на местах, применительно к местным условиям. Традиционно известно, что установки на серебряном катализаторе требуют несколько меньших капитальных затрат, но более энергоемки, не достигают качества продукта металлоксидной технологии и, в связи с наличием в системе свободного водорода, образующегося в процессе, потенциально опасны. Эти недостатки, безусловно, нивелированы в ходе усовершенствования технологии до возможных пределов.

Таблица 1

Параметр	Технология на серебряном катализаторе	Технология на металлоксидном катализаторе
Вид исходного сырья	Смесь метанола-вода	Метанол
Срок службы катализатора	До 6 месяцев	До 3-х лет *
Температура реакции	~ 650 °С	~ 340 °С
Максимальная концентрация продукта	37 %, ГОСТ 1625	До 55 % *
Содержание метанола в продукте	4...8 %	Не более 0,1 % **
Способ обезвреживания газовых выбросов	Сжигание в факеле природного газа	Каталитическая конверсия

\* (данные приведены для установок ЗАО «Безопасные Технологии»);

\*\* для КФК 85.

Процесс получения формальдегида на металлоксидном катализаторе имеет несколько вариантов технологического воплощения. Две главные стадии процесса - окисление метанола

до формальдегида и абсорбция формальдегида. Технология абсорбции сходна для всех вариантов, (хотя различна по исполнению и, как следствие, по эффективности), поэтому главное различие между процессами лежит в принципах работы и устройстве реакторов формальдегида.

В России представлены несколько таких технологий. Одной из них является хорошо и давно известный в мире (с 1954 г.) процесс, запатентованный компанией Alder. Контактный аппарат процесса представляет собой реактор, в котором отвод тепла от реакционных трубок осуществляется расплавом солей, перемешиваемым специальной мешалкой. Эта технология, пришедшая на смену историческому процессу Montecatini, долгое время продавалась третьему миру, наконец, достигла и нашей страны.

Недостатки такого реактора очевидны:

- металлоемкость,
- сложность и дороговизна конструкции (для обеспечения доступа некоторые модификации таких реакторов оборудованы съемной крышкой на фланце),
- трудное и дорогостоящее обслуживание,
- неэффективный отвод тепла от реакционных трубок, приводящий к постепенной потере производительности: мешалка не способна обеспечить равномерного отвода тепла со всех трубок, соответственно, температура в некоторых из них достигает критических для катализатора значений, что приводит к его спеканию. Такая трубка становится непроходимой, нагрузка на остальные увеличивается, что приводит к ухудшению показателей конверсии метанола в формальдегид, увеличению доли побочных продуктов и, в итоге, падению производительности реактора.

Кроме того, при остановке реактора на профилактическое обслуживание или ремонт расплав солей застывает, что приводит к дополнительной нагрузке на металл реактора. Для разогрева требуются ТЭНы значительной электрической мощности.

Всех этих проблем лишены более современные по конструкции реакторы, использующие в качестве теплоносителя

термомасло (дифенильную смесь). Доказано, что наиболее эффективный теплообмен происходит в случае кипения теплоносителя (в точке фазового перехода), что и происходит в данном типе реакторов.

Таков процесс фирмы Formox AB, которой до недавнего времени обладала известная европейская компания Perstorp. В 2013 г. компания Formox была куплена фирмой «Johnson Matthey», являющейся сегодня мировым лидером производства формальдегида. Подобной технологией синтеза обладает и компания ЗАО «Безопасные Технологии», однако существенные различия системы и технологических параметров делает установки «Безопасных Технологий» гораздо более привлекательными для малых и средних диапазонов производительности.

Их отличают:

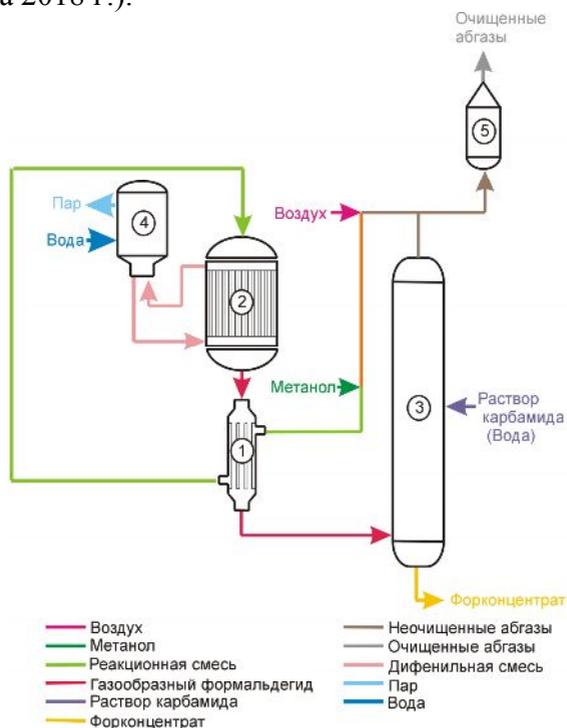
1 Длительный срок службы катализатора: 3 года и более (11-15 месяцев у других поставщиков). Щадящее использование катализатора – свойство самого технологического процесса, применяемого в установках, поэтому длительный срок службы характерен для катализаторов любого производства.

2 Низкий расход электроэнергии.

3 Главное отличие – в качестве конечного продукта. Буферная емкость КФК, получаемого на установках производства «Безопасные Технологии», равна 7-9, содержание уроновых соединений (один из базовых параметров, влияющих на качество смолы) около 0,5 % (у других поставщиков - до 10 %). Содержание метанола в продукте – 0,1 %.

Компания построила более 10 установок КФК/безметанольного формалина на территории России и ближайшего зарубежья, в настоящий момент заканчивается строительство и готовится пуск установки формалина на Achema AB, Литовская республика, прорабатывается проект. Ни одна из этих установок не идентична другой, потому что технологический процесс постоянно совершенствуется. Появились установки, работающие как под атмосферным давлением, так и под положительным, что приводит к более широкому диапазону производительности (ОАО

«Уралхимпласт», г. Нижний Тагил, АВ Аchema, завершение работ весна 2018 г.).



**Общая схема установки для получения КФК:**

- 1-рекуператор; 2-трубчатый реактор;  
 3-абсорбционная колонна; 4-котел-утилизатор;  
 5-устройство для дожигания абгазов.

Мощность производства (по 37 % формалину)	30 000 т/год
Концентрация КФК	85 %
Концентрация формальдегида	(55±1) %
Буферная емкость КФК	7-10
Содержание метанола в КФК	≤ 0,1 %
Полезная конверсия метанола	(92,5±0,5) %
Расход метанола на 1 тонну КФК-85	(692±5) кг

Расход электроэнергии (в пересчете на 37 % формалин)	< 90 кВт/т КФК
Выход пара (кг пара/т)	не менее 450 кг
Мощность производства (по 37 % формалину)	30 000 т/год

В портфолио компании установки с цельным и двухступенчатым абсорбером, однореакторные и двухреакторные с выходом на один абсорбер (ОАО «Щекиноазот»).



Основными особенностями установок КФК-85 ЗАО «Безопасные Технологии» являются:

- 1 Высокие темпы строительства – меньше года от подписания контракта до запуска.
- 2 Высокий уровень автоматизации с дублированием опасных параметров.
- 3 Отсутствие стоков и твердых отходов, минимальные газовые выбросы за счет применения аппарата каталитического дожигания.
4. Собственное производство нестандартного оборудования,

позволяющее контролировать качество на всех стадиях выполнения проекта.

- 5 Низкая металлоемкость установки и, следовательно, относительно низкие капитальные затраты

Санитарно-защитная зона установки на металлоксидном катализаторе составляет 300 м (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03, редакция 1.03.2008 г.).



Компания «Безопасные Технологии» также обладает уникальным опытом в области строительства цехов смол. Для одного из проектов компанией изготовлен самый большой в России реактор фенольных смол объемом 93 м<sup>3</sup>, установленный на производственной площадке ОАО «Щекиноазот». Проект реализован в тесном сотрудничестве с инженерами компании Hexion (ныне Momentive). Отличительной особенностью проекта является высочайшая степень автоматизации процессов.

Загрузка сырья с непрерывным мониторингом критических параметров, технологически связанная с системой ПАЗ, процесс варки и добавления компонентов, выгрузка сырья через станцию налива – происходят либо по командам оператора в полуавтоматическом режиме, либо без вмешательства оператора в автоматическом режиме. Интересная особенность проекта – пигговая очистка трубопроводов. На всех главных трубопроводах, соединяющих реактор и емкости хранилища, установлены системы автоматической пигговой очистки. (Пигги - от слова pig – свинья, англ. – чушка из плотной резины, прогоняемая сжатым воздухом по трубопроводу после каждой откачки смолы из реактора и сгоняющая остатки смолы из трубы в емкость хранения).

Эта редкая в России опция позволяет добиться высочайшего качества продукции, исключая загрязнение смолы несовместимой смолой из предыдущей партии.

В настоящее время компания «Безопасные Технологии» диверсифицировалась, поставляет процессы и оборудование для нефтеперерабатывающей промышленности, коммунального хо-

заяства и других отраслей, но непрерывно совершенствуемая технология синтеза формальдегида по-прежнему остается в фокусе внимания компании.

## **ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАТОРА «GLY4WOOD» НА СВОЙСТВА КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ СМОЛ И ДСП НА ИХ ОСНОВЕ**

*Д.А. ПЕРМИНОВА, В.С. МАЛЬКОВ – ТОМСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
А.С. КНЯЗЕВ – ИНЖИНИРИНГОВЫЙ ХИМИКО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР*

В последнее время значительное внимание уделяется разработкам, направленным на снижение токсичности древесных материалов, за счет изменения технологии производства КФС [1]. В промышленности самой распространенной технологией производства низкотоксичных КФС является уменьшение мольного соотношения формальдегида к карбамиду до экстремально низких значений [2]. Также снижение расхода смолы в плитах позволяет уменьшить содержание формальдегида. Однако такие меры зачастую приводят к увеличению цикла прессования и ухудшению физико-механических свойств древесных плит. В качестве низкотоксичных связующих используют меламинакарбаминоформальдегидные смолы [3-5], но их применение ограничено из-за высокого расхода меламина, а также из-за существенного изменения технологического процесса производства, качественных характеристик смол и древесных материалов на их основе.

Актуальной задачей является разработка технологии модификации КФС, которая позволяет снизить токсичность смол и древесных плит на их основе, существенно не изменяя при этом их основные технологические показатели и

технологический процесс производства. С этой целью, в качестве модификатора КФС было выбрано полифункциональное аминсоединение, наряду с карбамидом и меламинам.

В настоящей работе изучено влияние модификатора «Gly4wood» на процесс поликонденсации карбамидоформальдегидных смол, на их свойства и токсичность однослойных ДСП на их основе.

В качестве стандартной выбрана КФС с конечным мольным соотношением формальдегида к карбамиду 1,15. Модификатор вводился в два разных этапа: в процессе ввода первой порции карбамида и перед доконденсацией второй порцией карбамида. Несмотря на то, что модификатор несколько повышает показатель преломления КФС, поправка на воду в рецептуре не производилась. Содержание модификатора варьировалось от 2,5 до 4 % с шагом 0,5. Мольное соотношение формальдегида к аминам составляло от 1,12 до 1,08.

На рисунке 1 приведена зависимость количества и стадии ввода модификатора от значения pH при поликонденсации в слабокислой среде. При добавлении модификатора на стадии доконденсации второй порцией карбамида, изменение начального мольного соотношения не происходит, поэтому поликонденсация протекает так же как и без модификации смолы, в диапазоне pH 4,9-5,2. При вводе «Gly4wood» с первой порцией карбамида снижается начальное мольное соотношение формальдегида к аминам и повышается коэффициент рефракции, так же за счет структуры модификатора происходит разветвление макромолекул и увеличение частоты поперечных сшивок. Вследствие этого укоряется реакция поликонденсации и для ее замедления, с увеличением количества модифицирующей добавки, необходимо увеличивать значение pH. При добавлении 4 % «Gly4wood» реакция протекает при pH, равном 6,0 (рисунок 1), то есть фактически с минимальным добавлением латентного катализатора, при его увеличении, pH реакционной массы не падает, а реакция ускоряется.

Качественные характеристики КФС определялись согласно ГОСТ 14231-88. Результаты приведены в таблице 1. По мере увеличения концентрации «Gly4wood» увеличивается значение показателя преломления (массовой доли сухого остатка).

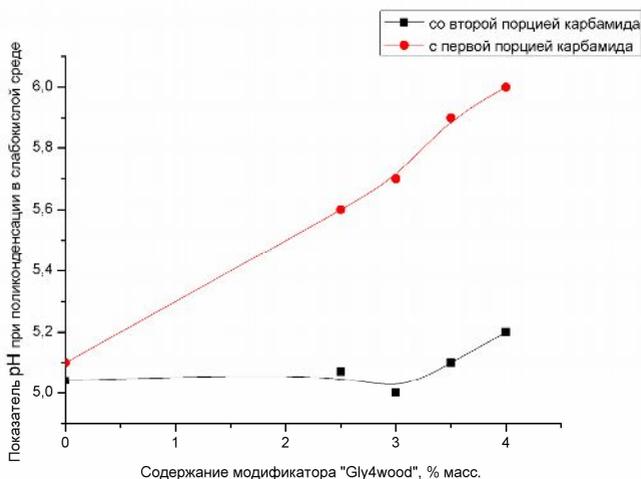


Рисунок 1 – Зависимость показателя pH среды от количества и стадийности ввода модификатора

При добавлении модификатора на стадии доконденсации, с увеличением его содержания, наблюдается небольшое повышение времени желатинизации вследствие уменьшения содержания метилольных групп, которые учувствуют в реакции сшивки, а также дополнительного разветвления макромолекулы. При этом содержание свободного формальдегида фактически не изменяется.

При добавлении модификатора «Gly4wood» с первой порцией карбамида время желатинизации не изменяется. Если в первом случае модификатор вступает в реакцию, в основном, с оставшимися метилольными группами КФ олигомера, то здесь он реагирует, в основном, с метилольными производными мочевины, а также с ее димерами и тримерами и со свободным

Таблица 1 – Качественные характеристики карбамидоформальдегидных смол

Содержание модификатора, % мас.	Вязкость, с	pH	KP	Массовая доля сухого остатка, %	Время желатинизации, с	Содержание свободного формальдегида, % мас.
<b>Ввод модификатора с первой порцией карбамида</b>						
0	40	7,44	1,468	67,7	48	0,100
2,5	45	7,3	1,472	68,8	50	0,088
3,0	51	7,42	1,474	68,9	49	0,078
3,5	41	7,32	1,475	67,9	52	0,072
4	43	7,44	1,474	68,1	49	0,073
<b>Ввод модификатора перед второй порцией карбамида</b>						
0	38	7,32	1,466	66,7	50	0,098
2,5	52	7,54	1,471	67,9	55	0,089
3,0	40	7,45	1,473	68,08	57	0,092
3,5	43	7,46	1,473	67,71	57	0,089
4	44	7,27	1,474	67,6	59	0,098

Примечание. Модификатор вводился в КФС с 1 – первой порцией карбамида, 2 – со второй порцией карбамида.

формальдегидом, а дальнейшее увеличение молекулярной массы, частоты шивок и разветвленности макромолекулы происходят в присутствии модификатора.

На основе полученных смол были запрессованы однослойные древесно-стружечные плиты толщиной 16 см и размерами 400×400 мм. Расход смолы составлял 1,3 кг/м<sup>2</sup>. После прессования плиты хранили при комнатной температуре, относительной влажности 55 % и равновесной влажности 10 % в течение одной недели, после чего содержание формальдегида в готовых образцах плит с влажностью 3 % определялось баночным (WKI) методом согласно европейскому стандарту EN-717-3. Результаты представлены на рисунке 2.

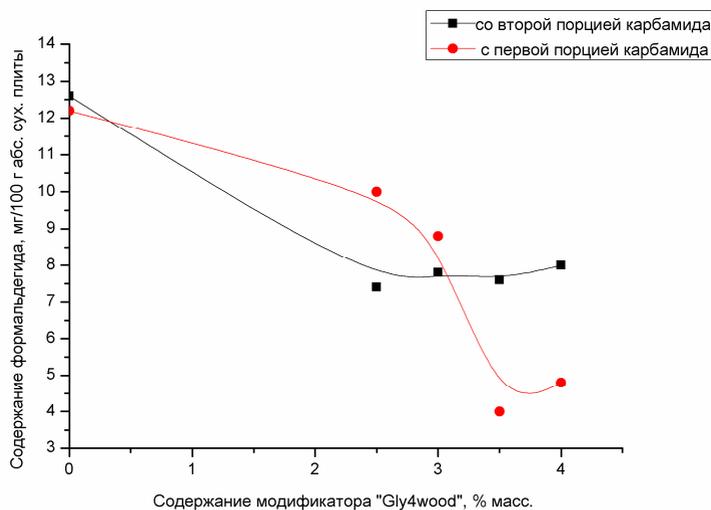


Рисунок 2 – Зависимость содержания формальдегида в ДСП от количества и стадийности ввода модификатора

Как видно из рисунка 2, при добавлении модификатора на стадии доконденсации содержание формальдегида в образце ДСП падает на 45 %, а при увеличении количества добавки дальнейшего снижения не происходит. Ввод «Gly4wood» с первой порцией карбамида приводит к постепенному падению

эмиссии формальдегида и при 3,5 % добавки относительное снижение составляет около 70 %. По мнению некоторых авторов [5], более низкая эмиссия формальдегида связана с большей величиной рН на стадии кислой поликонденсации за счет образования более стабильных метиленовых групп вместо метиленэфирных.

Таким образом, модификация КФС добавкой «Gly4wood» не приводит к существенному изменению технологии производства КФС и позволяет снизить содержание формальдегида в однослойных ДСП до 4 мг/100 г абс. сухой плиты.

### Список литературы

1. Шалашов А. П.. Состояние и перспективы развития производства древесных плит в России: Сборник научных трудов / под общей редакцией В.А. Бардонова. - Балабаново: ООО «Лессертика», 2017. С. 163-173.

2. ZeliQue, TakeshiFuruno, SadanobuKato, Yoshihiko-Nishino. Effectsofurea– formaldehydeeresinmo-leratioonthepropertiesofparticleboard // Building and Environment. - 2007. Vol. 42, P. 1257–1263.

3. Rieux, Michel. Résine pour une composition d'encollage, son procédé de fabrication et la composition d'encollageobtenue. Patent № 88403236.8, T 0850/94. 02 Mars 1998.

4. Byung Young. No, William K. Motter, David M. Harmon. Storage stable melamin-urea-formaldehyde resin and application thereof. № US 8088881B2. Filed jun. 25, 2008 published dec. 31, 2009.

5. Романов Н. М. Химия карбамидо- имеламиноформальдегидных смол. - М.: ООО «АдванседСолюшнз», 2016. – 528 с.

## **ПОДТВЕРЖДЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ МЕБЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*Н.А. МИНИН, Н.Р. КУЩЕВА – ПКТБМ ОАО  
«МИНСКПРОЕКТМЕБЕЛЬ»  
И.М. ГРОШЕВ – ОАО «ВИТЕБСКДРЕВ»  
Ю.В. ТОЛСТИК – УП «БР-КОНСАЛТ»*

Качество и безопасность продукции – это основные критерии, которыми должен руководствоваться человек при выборе любого товара, так как качество нашего выбора основано на нашем отношении к себе. Мебель и строительная продукция – это то, с чем человек постоянно соприкасается в своей повседневной жизни, поэтому качеству данной отрасли в Республике Беларусь уделяется огромное внимание. Показатель этого - соблюдение требований технических регламентов ТР 025 и ТР 013 в нашей стране. При этом, если ТР 025 является межгосударственным, то ТР 013 действует исключительно в Беларуси.

Особое внимание в вышеуказанных регламентах посвящено требованиям безопасности.

Мебельная продукция должна быть изготовлена таким образом, чтобы при ее применении по назначению и при условии соблюдения правил, предусмотренных эксплуатационными документами, она обеспечивала механическую, химическую и санитарно-гигиеническую, пожарную и электрическую безопасность.

*Химическая и санитарно-гигиеническая* безопасность мебельной продукции должны обеспечиваться отсутствием выделения в окружающую среду летучих химических веществ из изделий мебели в количествах, которые могут оказывать неблагоприятное воздействие на организм человека с учетом совместного действия всех выделяющихся веществ, а также не создавать в помещении специфического запаха. Испытательные лаборатории Министерства здравоохранения Республики

Беларусь проводят испытания на миграцию в окружающую среду большого перечня опасных для жизни и здоровья человека летучих химических веществ.

В последнее время в прессе активно стали появляться статьи о негативном влиянии *статического электричества* на организм человека, поэтому требования безопасности по данному показателю были включены в обязательные требования ТР, а испытательные лаборатории Беларуси успешно справляются с данными испытаниями.

К сожалению, последствия аварии на ЧАЭС до сих пор имеют свое негативное влияние на окружающую среду и здоровье человека. Поэтому для предприятий, находящихся на территории государств, затронутых последствиями аварии, должно уделяться большое внимание радиационной безопасности продукции. И продукция деревообработки – продукция, в которой требования радиационной безопасности также являются немаловажными, что отразилось в показателях санитарно-гигиенической безопасности ТР 025. Испытания *по радиационной безопасности* являются обязательными, и поэтому данная область входит в аккредитацию большинства испытательных лабораторий нашей страны.

Современная мебель – это уже не просто элементарные деревянные изделия, иногда в комплектацию кроватей и шкафов входят электроосветительные приборы, бытовая техника, электротехническое оборудование и электроприводы, поэтому требования безопасности такой мебели должны опираться на требования *электрической безопасности*, установленные в Техническом регламенте Таможенного союза «О безопасности низковольтного оборудования». Поэтому при проведении процедуры подтверждения соответствия мебели, имеющей в своей комплектации данные приборы и оборудование, органы по сертификации руководствуются также требованиями безопасности, отраженными в данном техническом регламенте ТР ТС 04, вступившем в силу 15 февраля 2013 года.

Что касается *пожарной безопасности*, то для изготовления мягких элементов мебели для сидения и лежания

не должны применяться легко воспламеняемые и относящиеся к группе Т4 по токсичности продуктов горения обивочные текстильные и кожевенные материалы. В сопроводительных документах к данным материалам указывается информация об их пожарной опасности, поэтому при прохождении процедуры подтверждения соответствия предприятию необходимо провести испытания и на пожарную безопасность. Этого показателя хотелось бы коснуться отдельно.

С введением в Республике Беларусь ГОСТ 19917-2014 у мебельщиков страны появились некоторые трудности при изготовлении мебели для сидения и лежания.

С 2006 года в нашей стране введены испытания мягких элементов мебели и матрацев по показателям воспламеняемости от пламени газовой горелки.

Исходя из практики проведения испытаний от пламени газовой горелки, все мягкие элементы являются легко воспламеняемыми. До введения регламента ТР ТС 025/2012, показатели воспламеняемости указывались в маркировке. С введением регламента и нового ГОСТ 19917-2014, для изготовления мягких элементов мебели для сидения и лежания не должны применяться легко воспламеняемые обивочные текстильные и кожевенные материалы. А это уже определенный барьер для изготовителей мягкой мебели. Не лучше ли было просто предупреждать покупателя, указав в маркировке показатели воспламеняемости?

Если говорить о введенном ГОСТ 19917-2014, то, кроме этого, у нас есть и другие замечания к этому ТНПА, создающему затруднения в работе мебельщиков страны.

Например, усилие трансформации спальных мест диванов-кроватьей величиной 10 даН в большинстве случаев не выдерживается, требуется усилие не менее 20 даН, а это приводит к снижению ассортимента используемых механизмов трансформации и увеличению стоимости продукции при использовании дорогостоящих импортных механизмов.

Требование по нанесению защитных покрытий на внутренние невидимые поверхности деталей из ДСП в изделиях

мягкой мебели также увеличивает себестоимость продукции. При этом, если выделение вредных летучих химических веществ не превышает допустимые уровни миграции в воздушную среду, установленные в ТР ТС 025/2012, проверенные путем испытаний в климатической камере, то возникает вопрос о целесообразности нанесения защитного покрытия или облицовки.

Всего в Республике Беларусь имеется *три* испытательных центра, которые проверяют мебель по всем вышеуказанным в ТР показателям: ПКТБМ ОАО «Минскпроектмебель», Слуцкий ЦСМС и Технический институт сертификации и испытаний (ТИСИ). Хочется при этом отметить, что большинство предприятий нашей страны выпускает и импортирует достаточно качественную мебель, которая успешно проходит испытания по всем показателям безопасности.

В ТР 2009/01/013/ВУ «Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность» приведены показатели безопасности плитных материалов, регламентируемые данным документом. Интенсивный рост объёмов строительства вызвал значительный рост потребности в древесноплитных материалах. Особенно велика потребность в данных материалах для таких типов домостроения, как каркасно-обшивное и панельное, в которых наружные и внутренние стены, черновой пол, потолок, перегородки монтируются из различных древесных плит. В то же время повышаются требования к экологическим характеристикам данных плит, поскольку увеличивается экологическая грамотность населения и стремление массового потребителя жить в экологически безопасном жилье.

С учетом принятых европейских подходов в Регламенте актуализированы объекты технического нормирования (здания и сооружения, проектная документация, работы в строительстве, строительные материалы и изделия), оценка соответствия которых осуществляется не только с точки зрения обеспечения

безопасности жизни и здоровья людей, а также окружающей среды.

Строительные материалы и изделия в общем, и плиты в частности, должны соответствовать требованиям санитарных норм и правил, гигиенических нормативов, а также экологическим требованиям. Поэтому так же, как и в случае с безопасностью мебели, для соблюдения требований **безопасности гигиены, защиты здоровья и наследственности человека и охраны окружающей среды** для плит проводятся испытания на удельную активность цезия-137 и содержание формальдегида, а также испытания на непосредственно так называемые плитные показатели – плотность и влажность. Что касается соблюдения требований **механической прочности и устойчивости**, то необходимо чтобы сооружения были запроектированы и построены таким образом, чтобы во время строительства и расчетного периода эксплуатации любые возможные воздействия не приводили к разрушительным последствиям. Именно по этой причине все плиты, используемые в строительстве, подвергаются *механическим испытаниям* для возможности исключения всех возможных негативных моментов при дальнейшем их использовании. Это - удельные сопротивления нормальному отрыву наружного слоя и выдергиванию шурупов, а также предел прочности при растяжении, покоробленность и шероховатость поверхности пластин, ударная прочность, скольжение и другие.

В Республике Беларусь в соответствии с Указом № 529 Президента Республики Беларусь введены в действие новые производства по выпуску древесно-волоконистых плит сухого способа производства низкой (ЛДФ), средней (МДФ), высокой (ХДФ) плотности и напольных ламинированных покрытий. В связи с отсутствием на данные виды продукции в нашей стране национальных технических нормативных правовых актов, каждое предприятие было вынуждено разработать свои собственные технические условия на новую продукцию, по которым возможна продажа, в основном, только на внутреннем рынке.

Для реализации МДФ и напольных ламинированных покрытий на внешнем рынке и составления достойной конкуренции поставкам аналогичной продукции по импорту необходимо проведение работ по подтверждению соответствия этой продукции требованиям международных стандартов. Решением данной проблемы явилась подготовка РУП «Стройтехнорм» СТБ EN 13329, утвержденного и введенного в действие постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 25 июня 2013 года № 34. Степень соответствия его EN 13329-2006 – идентичная (IDT).

Кроме этого, подготовлены, утверждены и введены в действие следующие СТБ EN (см. таблицу 1):

Таблица 1

СТБ EN 309-2009	Плиты древесно-стружечные. Определение и классификация
СТБ EN 312-2009	Плиты древесно-стружечные. Технические требования
СТБ EN 316-2009	Плиты древесноволокнистые. Определение, классификация и маркировка
СТБ EN 622-2-2009	Плиты древесноволокнистые. Технические требования. Часть 2. Требования к твердым плитам
СТБ EN 622-5-2009	Плиты древесноволокнистые. Технические требования. Часть 5. Требования к плитам, изготовленным по сухому методу (MDF)
СТБ EN 717-1-2008	Плиты древесные. Определение выделения формальдегида. Часть 1. Метод определения формальдегида с использованием испытательной камеры
СТБ EN 717-2-2008	Плиты древесные. Определение выделения формальдегида. Часть 2. Метод определения формальдегида методом газового анализа

СТБ EN 1058-2009	Плиты древесные. Определение механических свойств и плотности
СТБ EN 14041-2013	Покрытия напольные полимерные, текстильные и ламинированные. Общие требования и оценка соответствия
СТБ EN 13986-2004	Плиты древесные для строительства. Характеристики, оценка соответствия и маркировка

К сожалению, использование данных стандартов невозможно по причине того, что они не обеспечены взаимосвязанными с ними ISO и EN, такими как EN 311:2002, 325:2012, 414:2001, 425:2002, 435 – все 8 частей, 10871:1995, ISO 24343-1:2012, IP инструкции для расчета класса покрытий и другие ТНПА, на которые есть ссылки вышеперечисленных стандартов в СТБ EN 13329, СТБ EN 14041 и некоторых других.

На сегодняшний день ни одна из испытательных лабораторий в Республике Беларусь, осуществляющих контроль качества мебельных изделий из древесины и плитной продукции, не аккредитована в полном объеме на методы контроля в соответствии с требованиями EN и ISO, что делает невозможным обеспечение подтверждения соответствия плитной продукции требованиям международных стандартов, в том числе покрытий напольных ламинированных СТБ EN 13329, СТБ EN 140141 и, соответственно, существенным требованиям безопасности по ТР 2009/013/ВУ.

Использование межгосударственных стандартов, подготовленных и предлагаемых к использованию Европейским советом по стандартизации, метрологии и сертификации, в качестве рабочих невозможно, т.к. степень соответствия их международным стандартам неэквивалентная (NEQ). При этом используются действующие (ГОСТы) методы контроля на плитную продукцию, что приводит к различному толкованию результатов исследований, а протоколы не имеют юридической

силы для маркировки продукции на соответствие требованиям действующих в Республике Беларусь международных стандартов.

В настоящее время ведется активная работа по закупке и переводу основополагающих и взаимосвязанных европейских и международных стандартов. Определен центр испытаний плитной продукции, что позволит предприятиям Республики Беларусь проводить сертификацию древесных плит на соответствие требованиям международных стандартов и, тем самым, увеличить экспортный потенциал страны за счет производства высококачественной и безопасной продукции.

В Республике Беларусь разработан и проходит согласование проект государственного стандарта «Экологические критерии мебели и напольных покрытий из древесины и древесных материалов». Введение его позволит нам проводить экологическую сертификацию мебели и напольных покрытий из древесины и древесных материалов и информировать потребителей о продукции, оказывающей наименьшее воздействие на окружающую среду и среди аналогичной продукции. Установленные в данном стандарте экологические критерии охватывают все этапы жизненного цикла продукции и разработаны с учетом принципов СТБ ИСО 14024-2003 «Управление окружающей средой. Экетки и декларации экологические. Экологическая маркировка типа 1. Принципы и процедуры» на основании решения Комиссии от 30.XI.2009 г. № 2009/894/ЕС по установлению экологических критериев по присвоению экологической маркировки в Сообществе деревянной мебели и решения Комиссии от 26.XI.2009 г. № 2010/18/ЕС по установлению экологических критериев по присвоению экологической маркировки в Сообществе деревянных напольных покрытий.

По результатам экологической сертификации мебели и напольных покрытий производитель получает право маркировки их экологическим знаком соответствия, право информировать о том, что мебель и напольные покрытия произведены с применением древесины, полученной в результате устойчивого

лесопользования, содержит меньше вредных веществ для окружающей среды и человека.

## **ПРОИЗВОДСТВО ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ КОНТРОЛЬНО- ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ И УСТАНОВОК ФИРМЫ «ГРЕКОН»**

*А.Г. ВАСИЧЕВ – ФИЛИАЛ ФИРМЫ «ГРЕКОН»  
В РФ И СТРАНАХ СНГ*

Современное производство древесных плит сегодня 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 ее 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 придется 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  $\pm 1$  % 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 транспортерной ленты или высоты расположения гребенки. Диапазон измерений: 0 - 40 кг/м<sup>2</sup>, погрешность измерений -  $\pm 0,25$  % конечной величины, разрешающая способность - 30 г/м<sup>2</sup>.

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 г/м<sup>2</sup> 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<sup>2</sup>, которые, как правило, корректировке не поддаются. При использовании сканера ковra «Диффензор» удельная масса формирующей ленты на протяжении всего процесса измеряется и при регулировке скальпера соответствующим образом корректируется масса на единицу площади ковra. Постоянный контроль распределения веса поперек 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 ContiLog** является новой разработкой для непрерывного измерения в динамике параметров давления газа и температуры внутри ковra из древесных материалов (ДСП, МДФ, OSB) при прохождении внутри пресса в направлении подачи, а также поперек ковra в любом выбранном месте. Контроль можно вести как внутри прессов непрерывного действия, так и в тактовых, и в многоэтажных прессах. Полученные данные дают опосредованную информацию 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 ContiLog 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 формования 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 на 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 трех 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 приемником. 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 определенное процентное содержание небольших дефектов в пересчете 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 непрочлея, 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.

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

Колебания распределения материала и массы плиты ведет 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, причем 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 легких или коротких плит из-за этого становится делом весьма трудным.

**Весы для плит проходного типа CS 6000** фирмы «ГреКон», работающие в режиме online, 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 ее 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 объемную плотность плит, а также ее 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 удельного веса изменяется воспринимаемая приемником 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 составляет  $\pm 3,5 \%$  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, полосообразным 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, дается с определенной 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, причем в зависимости от количества материала и удельного веса 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 легкие 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 поперек 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/м<sup>2</sup> при толщине плиты до 50 мм и скорости конвейера до 240 м/мин. Погрешность измерений составляет ± 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 ее ламинированию, приобретает все большее значение. В систему закладываются для различных типов дефектов пороговые значения. При превышении их выдается соответствующее сообщение об ошибке. Типичными ошибками считаются такие дефекты как пятна клея, крупные куски щепы, царапины и места сошлифовки. Установку можно смонтировать после пресса или после шлифовального станка. В последнем случае она может оказать существенную услугу в правильной оценке процесса шлифования и предоставить сведения о состоянии шлифлент.

**Распределение объемной плотности** также является важной характеристикой древесных плит. **Лабораторный прибор DAX 6000** фирмы «ГреКон», использующий в качестве источника излучения рентгеновскую трубку, позволяет получить распределение объемной плотности 19 мм образца всего за 5 с. Загрузочный магазин вмещает 7 таких образцов. Диапазон измерения - 400 - 1500 кг/м<sup>3</sup>, точность измерений -  $\pm 5$  % 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 транспортерах. После обнаружения и анализа моментально

(время открывания форсунки составляет 250-300 мс 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. еще до того, как появляется огонь. **Производственный процесс при этом может беспрепятственно** продолжаться. Центральный пульт управления принимает и анализирует сигналы тревоги и выдает соответствующие команды автоматике противодействия. В процессе работы происходит регулярное автоматическое тестирование всех датчиков и автоматики противодействия. Тесты, проведенные 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 темные 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 техническому 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.

**Филиал в РФ и странах СНГ:  
117418 г.Москва, ул. Новочеремушкинская, 61  
Тел. (499) 128-87-97, факс (499) 128-94-39  
Email: [Alexey.Vasichev@grecon.ru](mailto:Alexey.Vasichev@grecon.ru)  
[www.grecon.ru](http://www.grecon.ru)**

## Алфавитный список авторов докладов

**Аниканова Светлана Андреевна** - канд. техн. наук, магистр кафедры технологии древесных и целлюлозных композиционных материалов СПбГЛТУ, Санкт-Петербург, РФ

(E-mail: anikasvetaf@yandex.ru)

**Багаев Анатолий Алексеевич** - канд. техн. наук, доцент кафедры технологии древесных и целлюлозных композиционных материалов СПбГЛТУ, Санкт-Петербург, РФ

(E-mail: багаев72@mail.ru)

**Бардонов Василий Андреевич** - канд. техн. наук, генеральный директор ООО ЦСЛ «Лессертика»

**Божелко Игорь Константинович**, заведующий кафедрой ТДП УО «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь

**Василевский Иван Владимирович**, заместитель начальника отдела аккредитации лабораторий РУП «Белорусский государственный центр аккредитации», г. Минск, Республика Беларусь

**Васильев Виктор Владимирович**, доцент кафедры Технологии древесных композиционных материалов и инженерной химии СПбГЛТУ, к.т.н., г. Санкт-Петербург, РФ (E-mail: victorvasil@mail.ru)

**Гамова Ирина Александровна** - канд. техн. наук, доцент кафедры технологии древесных и целлюлозных композиционных материалов СПбГЛТУ, Санкт-Петербург, РФ (E-mail: wood-plast@mail.ru)

**Грошев Иван Михайлович**, канд. техн. наук, доцент, начальник ЦЗЛ АО «Витебскдрев», г. Витебск, Республика Беларусь (E-mail: groshev.i@wood.by)

**Дойлин Юрий Владимирович**, генеральный директор ОАО «Витебскдрев», г. Витебск, Республика Беларусь

**Ефимова Татьяна Владимировна** - канд. техн. наук, доцент кафедры МТД Воронежского ГЛТУ. Воронеж, РФ (E-mail: tanechka-ef@rambler.ru)

**Иванов Борис Константинович**, руководитель испытательной лаборатории ООО ЦСЛ «Лессертика», Балабаново, РФ (E-mail: brs-ivn@list.ru)

**Иванов Даниил Валерьевич** – аспирант кафедры технологии древесных и целлюлозных композиционных материалов СПбГЛТУ, Санкт-Петербург, РФ (E-mail: [ivanov.d.v.SPb@74.ru](mailto:ivanov.d.v.SPb@74.ru))

**Ищенко Татьяна Леонидовна** – канд. техн. наук, доцент кафедры МТД Воронежского ГЛТУ. Воронеж, РФ (E-mail: [tl\\_ischenko@mail.ru](mailto:tl_ischenko@mail.ru))

**Кантиева Екатерина Валентиновна** – канд. техн. наук, доцент кафедры механической технологии древесины Воронежского ГЛТУ, Воронеж, РФ (E-mail: [ekantieva@mail.ru](mailto:ekantieva@mail.ru))

**Кислый Виктор Васильевич**, канд.техн.наук, председатель Правления НТО деревообрабатывающей промышленности, г. Балабаново, РФ (E-mail [mpdom@mail.ru](mailto:mpdom@mail.ru))

**Князев Алексей Сергеевич** – доктор химич. наук, директор Инжинирингового химико-технологического центра, Томск, РФ

**Кондратьева Елена Васильевна**, начальник лаборатории ООО «Завод Невский Ламинат», п. Дубровка, Всеволожский район, Ленинградская область, РФ (E-mail: [dspmasterlab@dspnd.ru](mailto:dspmasterlab@dspnd.ru))

**Леонович Адольф Ануфриевич**, заведующий кафедрой технологии древесных и целлюлозных композиционных материалов СПбГЛТУ, доктор техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, лауреат премии Правительства Санкт-Петербурга, Санкт-Петербург, РФ (E-mail: [woodplast@mail.ru](mailto:woodplast@mail.ru))

**Леонович Олег Константинович**, заведующий НИЛ ОСКМ УО «Белорусский государственный университет», г. Минск, Республика Беларусь

**Мальков Виктор Сергеевич** – канд. химич. наук, старший научный сотрудник Томского Гос. Университета, Томск, РФ (E-mail: [malkovvics@gmail.com](mailto:malkovvics@gmail.com))

Мачнева Ольга Павловна, канд.техн.наук, доцент МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, г Мытищи, РФ (E-mail: [caf-tdpp@mgul.ac.ru](mailto:caf-tdpp@mgul.ac.ru))

**Минин Николай Алексеевич**, директор ПКТЬ «Минскпроектмебель», г. Минск, Республика Беларусь

**Никандров Андрей Борисович** - канд. техн. наук, доцент Санкт-Петербургского Университета технологии и дизайна, Санкт-Петербург, РФ (E-mail: andrej.nikandrov@gmail.com)

**Никитин Алексей Алексеевич**, канд. техн. наук, доцент кафедры ЛТ-12 МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, г Мытищи, РФ (E-mail: caf-tdpp@mgul.ac.ru)

**Перминова Дарья Алексеевна** – аспирант, мл. научный сотрудник Томского Гос. Университета, Томск, РФ (E-mail: vyatkinadasha@gmail.com)

**Пономаренко Лариса Викторовна** – канд. техн. наук, доцент кафедры механической технологии древесины Воронежского ГЛТУ, Воронеж, РФ (E-mail: lara.pon63@yandex.ru)

**Разиньков Егор Михайлович** - доктор техн. наук, профессор, зав. кафедрой механической технологии древесины Воронежского ГЛТУ, Воронеж, РФ (E-mail: rasinkov50@mail.ru)

**Сизова Лариса Игоревна**, главный технолог ООО «Завод Невский Ламинат», п. Дубровка, Всеволожский район, Ленинградская область, РФ (E-mail: sizova@dspnd.ru)

**Силичева Мария Данииловна** – студент кафедры технологии древесных и целлюлозных композиционных материалов СПбГЛТУ, Санкт-Петербург, РФ (E-mail: musia.silicheva@mail.ru)

**Тарутько Константин Игоревич**, инженер-лаборант по метрологическому обеспечению ЦЗЛ ОАО «Витебскдрев», г. Витебск, Республика Беларусь

**Терентьева Елена Алексеевна**, заместитель начальника ЦЗЛ ОАО «Витебскдрев», г. Витебск, Республика Беларусь

**Толстик Юлия Валерьевна**, заместитель директора по качеству УП «БР-Консалт», г. Минск, Республика Беларусь

**Хоссейни Сейедех Захра**, аспирант кафедры Технологии древесных композиционных материалов и инженерной химии СПбГЛТУ, магистр, г. Санкт-Петербург, РФ (E-mail: seyedehzahrahoseini@yahoo.com)

**Цветков Вячеслав Ефимович**, доктор техн. наук, профессор, зав. кафедрой технологии древесных плит МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, г Мытищи, РФ (E-mail: caf-tdpp@mgul.ac.ru)

**Чернышёва Эвелина Станиславовна** - бакалавр кафедры технологии древесных и целлюлозных композиционных материалов СПбГЛТУ, Санкт-Петербург, РФ (E-mail: wood-plast@mail.ru)

**Шалашов Александр Петрович**, канд. техн. наук, Генеральный директор АО «ВНИИДРЕВ», г. Балабаново, РФ (E-mail: vniidrev@mail.ru)

**Шамаев Владимир Александрович** – доктор техн. наук, профессор кафедры древесиноведения Воронежского ГЛТУ. Воронеж, РФ

**Шелоумов Андрей Валентинович**, доктор техн. наук, доцент кафедры технологии древесных и целлюлозных композиционных материалов СПбГЛТУ, Санкт-Петербург, РФ (E-mail: wood-plast@mail.ru)

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
<b>Шалашов А.П.</b> Состояние и перспективы развития рынка древесных плит в России.....	3
<b>Грошев И.М., Дойлин Ю.В., Толстик Ю.В., Минин Н.А.</b> Состояние и перспективы развития производства листовых древесных материалов и мебели в республике Беларусь.....	12
<b>Кислый В.В.</b> Нормативно-методическое обеспечение безопасности древесных плит.....	25
<b>Бардонов В.А.</b> Условия признания протоколов испытаний аккредитованной лаборатории на международном рынке...	28
<b>Иванов Б.К.</b> Вопросы организации внутриводовского производственного контроля безопасности древесных плит и фанеры, поставляемых в Европу и США.....	39
<b>Грошев И.М., Терентьева Е.А., Тарутько К.И.</b> и др. Особенности аккредитации испытательной лаборатории по контролю качества плитной продукции на соответствие требованиям европейских и международных стандартов ...	48
<b>Леонович А.А., Шелоумов А.В.</b> Снижение плотности и горючести древесно-волоконистых плит на фенольном связующем.....	61
<b>Багаев А. А., Аниканова С.А., Никандров А.Б.</b> Использование карбоната кальция для изготовления ДВП СП.....	70
<b>Ефимова Т.В., Разиньков Е.М.</b> Обоснование параметров профильного фрезерования древесно-волоконистых плит средней плотности .....	76
<b>Ищенко Т.Л., Разиньков Е.М.</b> Динамика изменения температуры поверхности древесно-стружечных плит после их горячего прессования.....	83
<b>Ищенко Т.Л., Разиньков Е.М.</b> Изменение физико-механических свойств древесно-стружечных плит на малотоксичной смоле после их горячего прессования.....	89

<b>Никитин А.А., Цветков В.Е.</b> Использование однолетних растений для производства композиционных материалов...	97
<b>Васильев В.В., Хоссейни С.З., Сизова Л.И., Кондратьева Е.В.</b> Качество поверхности пласти промышленных древесных плит.....	105
<b>Иванов Д.В., Леонович А.А., Силичева М.Д.</b> Изготовление химически безопасных древесно-волоконистых плит с использованием дициандиамида как акцептора формальдегида	120
<b>Кантиева Е.В., Пономаренко Л.В.</b> Трансформация показателей качества ДСтП под влиянием современных технологий.....	129
<b>Разиньков Е.М.</b> Выделение формальдегида при производстве древесно-стружечных плит и предельно-допустимая насыщенность плитами жилых помещений.....	138
<b>Разиньков Е.М.</b> Использование акцепторов формальдегида при производстве древесно-стружечных плит.....	145
<b>Леонович О.К., Божелко И.К., Грошев И.М.</b> Применение теплоизоляционных древесно-волоконистых плит в строительстве в республике Беларусь.....	151
<b>Шамаевв.А., Ищенко Т.Л., Ефимова Т.В.</b> К вопросу получения плитных материалов высокой прочности .....	161
<b>Гамова И.А., Чернышёва Э.С.</b> Аминопласты из отходов декоративных бумажно-смоляных плёнок.....	168
<b>Грауман Л.В.</b> Безметанольный формалин, КФК-85, синтетические смолы: традиция и инновации.....	175
<b>Перминова Д.А., Мальков В.С., Князев А.С.</b> Влияние модификатора «Gly4wood» на свойства карбамидо-формальдегидных смол и ДСП на их основе	183
<b>Минин Н.А., Кущева Н.Р., Грошев И.М., Толстик Ю.В.</b> Подтверждение безопасности мебельных изделий и древесных плит в условиях республики Беларусь.....	189
<b>Васичев А.Г.</b> Производство древесных плит с использованием современных контрольно-измерительных приборов и установок фирмы «ГРЕКОН».....	197
Алфавитный список авторов докладов.....	209