



© ЗАО "ВНИИДРЕВ"

## Вестник ВНИИДРЕВ

Выпуск 2 (13) за 2015 год

*Уважаемые коллеги!*

«Вестник ВНИИДРЕВ» предлагает Вашему вниманию материалы 18-ой научно-практической конференции «**Древесные плиты: теория и практика**», прошедшей 18-19 марта с г. Санкт-Петербург

Обращаем Ваше внимание на то, что копирование содержимого материалов запрещено согласно условиям охраны авторских прав. Приобрести напечатанный полный сборник докладов Вы можете в ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский Государственный Лесотехнический Университет им. С.М. Кирова» на кафедре технологии древесных композиционных материалов и инженерной химии.

e-mail: [wood-plast@mail.ru](mailto:wood-plast@mail.ru)

### Содержание

	Стр.
1. <i>И.И. Липовец.</i> Повышение качества плит ДСП	2
2. <i>А.Г. Васичев.</i> Производство древесных плит с использованием современных контрольно-измерительных приборов и установок фирмы «ГреКон»	5
3. <i>В.С. Мальков, Д.А. Перминова, Э.М. Дахнави, Т.Б. Бабушкина</i> Древесные плиты на основе модифицированных карбамидоформальдегидных смол	10

УДК 674.815-41

## Повышение качества плит ДСП

**И.И. Липовец**  
(PAL s. r. l., Италия)

Качество ДСП определяется: качеством поверхности, внутренним строением, физико-механическими характеристиками. Улучшая качество стружки, можно получить качественную ДСП. Какой должна быть поверхность плиты? Органолептическая ее характеристика следующая. Плита должна быть светлая, гладкая, тонкой насыпки, однородная и без включений крупной стружки.

Каким должен быть внутренний слой плиты? Соответственно плотным, компактным, однородным, без крупных стружек и пустот, без торчащих концов стружки. Несоответствующий профиль плиты показан слева, а идеальный профиль плотности – справа (рис. 1).

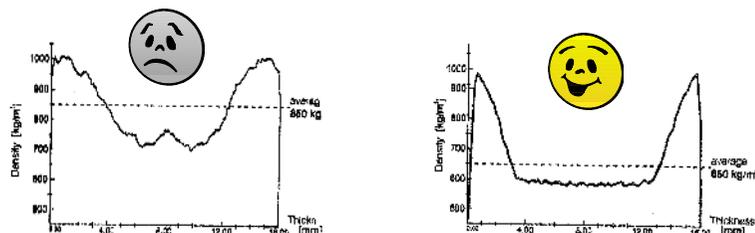


Рис. 1. Распределение плотности плиты по сечению в двух вариантах

Стадии технологического процесса, где можно добиться получения качественной стружки наружных и внутреннего слоев:

1. Стружечное отделение.
2. Сортировка с выделением негабарита и пыли.

Соответствующие требованиям древесные частицы классифицируются на поток внутреннего слоя и поток наружных слоев. С технической точки зрения качественная стружка – это соответствующая требованиям по соотношению длины и толщины стружки, степени её тонкости. Хорошая стружка – длинная, тонкая и имеет волокнистую структуру. На практике, технический термин качества стружки

эквивалентен её толщине. На практике проверить качество стружки можно пятью методами. Рассмотрим их.

А. Контроль толщины стружки после стружечного станка в зависимости от геометрии частиц приведен на рис. 2.

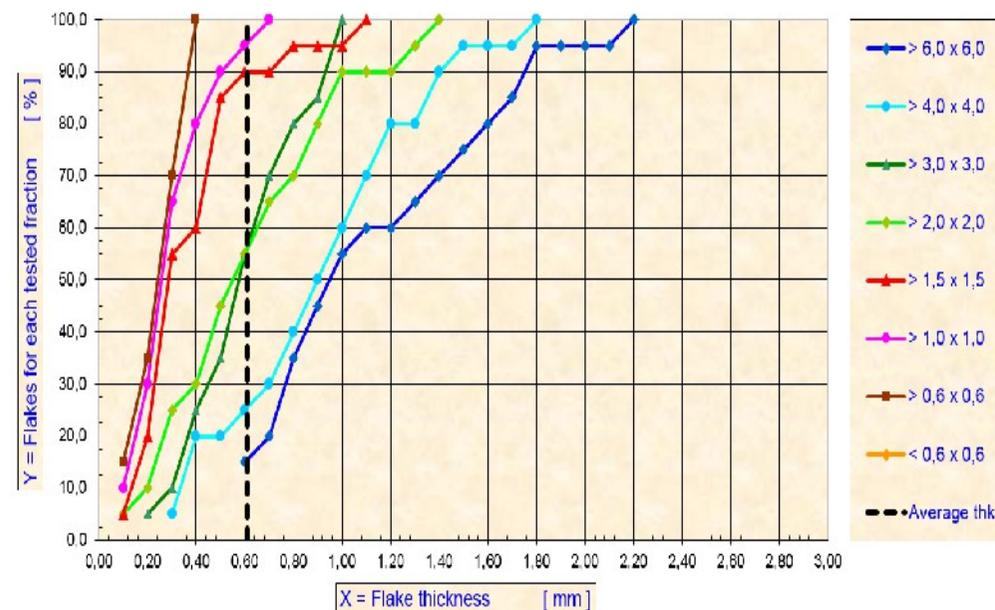


Рис. 2. Распределение древесных частиц по толщине

В. Контроль соотношения (процентного распределения) отдельных фракций сортировщика после сушки (комбинация сит, гарантирующих оценку структура/качество) приведен в табл. 1 и 2.

Таблица 1 – Размеры ячеек сит двух видов

Фракция	Квадратные сита	Прямоугольные сита
Негабарит/внутренний слой	6 × 6 мм	3,5 × 45 мм
Внутренний слой/наружный слой	1,2 × 1,2 мм	0,7 × 2,1 мм
Наружный слой/пыль	0,3 мм	0,3 мм

Таблица 2 – Соотношение / процентное распределение (R/P) отдельных фракций, указывающих на хорошее или плохое качество стружки перед сушилкой

Фракция	Идеальное	Плохое
Негабарит	< 10 %	15...20 %
Внутренний слой	50...55 %	60...65 %
Наружный слой	30...35 %	15...20 %
Пыль	< 5 %	5...10 %

При выяснении плохих показателей фракционного распределения стружки производитель ДСП обычно меняет сита, увеличив размер ячеек.

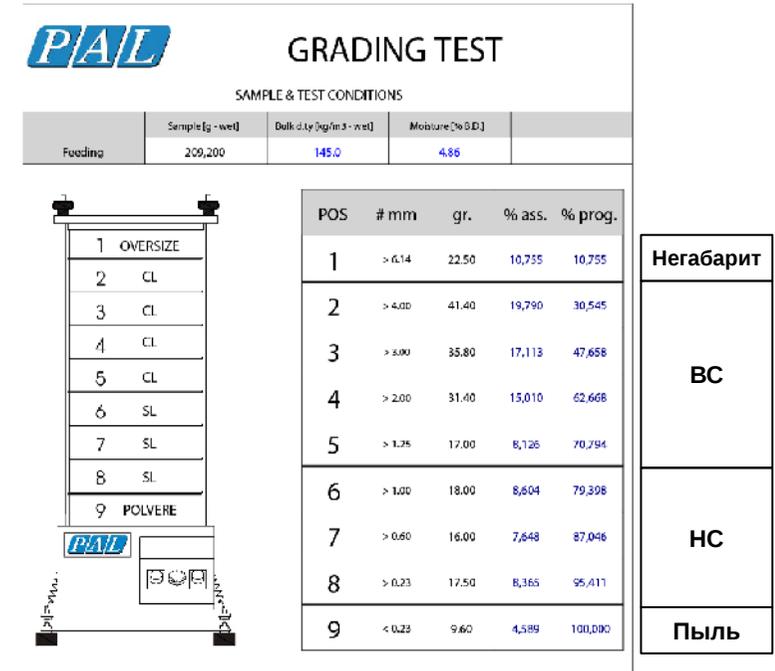
Фракция	Превосходная комбинация	➔	Критическая комбинация
Негабарит / внутренний слой	6 x 6 мм		10 x 10 мм
Внутренний слой / наружный слой	1,2 x 1,2 мм		2 x 2 мм
Наружный слой / пыль	0,3 мм		0,3 мм

Производитель вынужден поменять комбинацию сит, потому что производится много толстой стружки и не обеспечивается достаточное количество мелкой фракции наружного слоя (даже при размоле сухой стружки для получения мелкой фракции).

Замена сит приводит к последствиям:

1. Поверхность становится более шероховатой, с большим содержанием крупных стружек.
2. Некомпактный внутренний слой, с наличием пустот и частицами толстой стружки.
3. Плита высокой плотности, с плохим профилем.

С. Лабораторный анализ стружки после сушилки с хорошим распределением фракций приведен на схеме:



Д. Предусматривается анализ сортировки и контроль графика распределения стружки в отдельных фракциях.

Е. Только для внутреннего слоя используется анализ толщины стружки.

Все указанные тесты могут быть выполнены по Вашему заказу в лаборатории компании *PAL s.r.l.* Присылайте нам образцы вашего материала (по 2 кг на каждый тип фракции)

Технологические меры, позволяющие получить хорошую стружку и качественные плиты, включают два подхода – перед сушилкой и после нее.

Перед сушилкой:

1. Правильная настройка стружечных станков.
2. Сортировка материала перед сушкой с целью сокращения / удаления негабаритной стружки.

После сушилки:

Сортировка смеси материала на 4 или 5 фракций с помощью сит подходящего размера.

Оборудование, обеспечивающее получение хорошей стружки и качественных ДСП, на трех технологических стадиях следующее.

На стадии выработки древесных частиц рекомендуется применять ножевой станок GLOBUS SRC 14.690 AR-54С.

Технические данные:

- Диаметр ножевого барабана 1400 мм;
- Количество ножей 54 шт.;
- Длина ножей 690 мм.

Патент:

- Эксцентриковый распределительный диск;
- Автоматическая заточка.

На стадии сортировки древесных частиц рекомендуется использовать тип сортировки VME-SUPERSCREEN-MULTICROSS.

Технические данные:

- Сортирующая поверхность 8...32 м<sup>2</sup>;
- Производительность 6...25 т/ч;
- Количество сортируемых фракций 2...5.

На стадии воздушной сепарации древесных частиц рекомендуется применять пневматический сепаратор (рис. 3).

Технические данные:

- Сортируемый материал: негабарит, внутренний слой, наружный слой;
- Модель: одинарный или двойной;
- Производительность 3...72 т/ч.

При этом обеспечиваются следующие преимущества:

- Скорость воздуха равномерно распределена по всей поверхности машины;
- Одинаковая и однородная классификация частиц материала на всей поверхности машины;
- Никакой забивки сит.

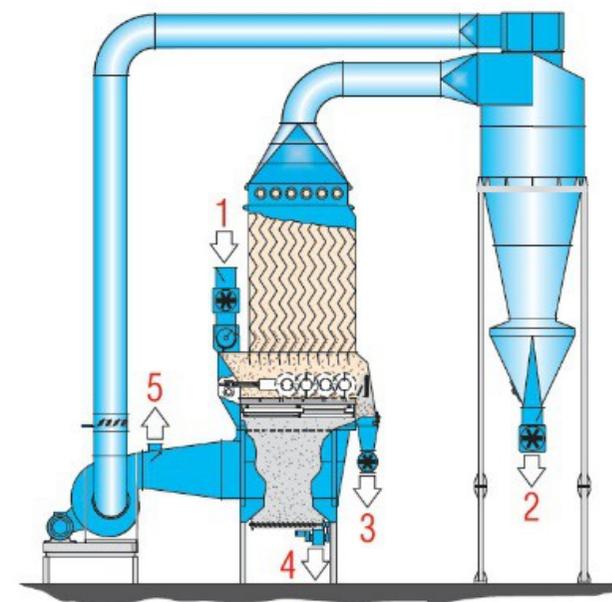


Рис. 3. Пневматический сепаратор

Таким образом, рассмотрены разработки компании PAL s.r.l. по повышению физико-механических показателей ДСП за счет улучшения качества древесных частиц на стадии выработки стружечной массы, ее сортировки и сепарации.

УДК 621.039.564

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

**А.Г. Васичев**  
(фирма «ГреКон»)

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 параметра определяется в зависимости от особенностей технологического процесса, однако существуют такие характеристики, которые важны для любого производства.

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 он-лайн. 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 оптимальная влажность применяемой щепы или волокна. Высокая влажность снижает качество готовых плит. Пересушенный материал связан с лишним расходом энергии. 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 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 формирования 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 удельного веса 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» веса на весах также является всем известным на практике феноменом, вызванным различием напряжений в ленте, влиянием температур и загрязнениями, которые корректируются 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 ковра «Диффензор» удельный вес формирующей ленты на протяжении всего процесса измеряется, и при регулировке скальпера соответствующим образом корректируется вес на единицу площади ковра. 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 ковра из древесных материалов (ДСП, МДФ, OSB) при прохождении внутри пресса в направлении подачи, а также поперек ковра в любом выбранном месте. Контроль можно вести как внутри прессов непрерывного действия, так и в тактовых, и в многоэтажных прессах. Полученные данные дают опосредованную 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 замеры данные по выходе из пресса считываются беспроводным способом. При помощи карты SD или интерфейса данные затем передаются на ПК более высокого уровня. Одновременно могут быть вброшены до 3 датчиков, например, по ширине ковра.

Выход за пределы допусков, определяющих размеры изделия, особенно толщины, снижает качество, увеличивает выход брака, а значит, влияет на снижение общих экономических показателей предприятия. При отклонениях от заданного параметра можно сразу принять необходимые меры, если располагать текущими данными благодаря применению **установки измерения толщины**. Высокочувствительные прецизионные ролики установки **DMR 6000** касаются материала таким образом, что

изменения толщины материала вызывают вертикальное перемещение устройства записи пути. Внутри измерительных головок бесконтактным способом выполняется фиксирование пути. Чаще всего применяется парное (сверху и снизу) размещение измерительных головок, чтобы компенсировать прогиб материала. Наиболее распространенной является комбинация из 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 непроклея, 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 5000 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** 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/с.

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 5000** 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 5000** фирмы «ГреКон», работающие в режиме in-line, обеспечивают автоматизацию контроля распределения материала, а также веса плиты. Особенно для производственных установок с очень высокой скоростью конвейера, в стесненных условиях, при недостатке места или при неблагоприятном соотношении веса стола и веса плиты весы для плит CS 5000 производства фирмы «ГреКон» просто идеальны. В отличие от обычных

весов для плит, оборудованных рабочим столом, установка CS 5000 обеспечивает отображение распределения веса 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 5000 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 веса на единицу площади ( $\text{кг}/\text{м}^2$ ). Диапазон измерений составляет от 2 до 40  $\text{кг}/\text{м}^2$  при толщине плиты до 50 мм и скорости конвейера до 120 м/мин. Погрешность измерений  $\pm 3,5\%$  при 2  $\text{кг}/\text{м}^2$  и  $\pm 0,2\%$  при 40  $\text{кг}/\text{м}^2$ . Надо отметить, что это устройства с узким, полосообразным измерением. Чтобы получить достаточно точное отображение веса 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. Абсолютный вес 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. 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 вес каждой отдельной плиты, а также колебания материала в плите. Одновременно производится контроль взвешивающей техники в форммашине. Таким образом, весы HPS 5000 выдают точный вес 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  $\pm 0,5\%$ .

Системы контроля часто приобретаются с целью исключения поставки покупателям дефектного товара. Функция системы понимается как возможность распознать и отбраковать товар с дефектом. С другой стороны, эту же информацию можно использовать и для оптимизации технологического процесса. 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**. Первоначально установка предназначалась для применения в производстве ламинированного полового покрытия, чтобы быстро и просто проверить большеформатную ламинированную плиту на наличие поверхностных дефектов сразу после пресса, в частности, 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 последующим ее ламинированием, 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 клеевые пятна, 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 5000** фирмы «ГреКон», использующий в качестве источника излучения рентгеновскую трубку, позволяет получить распределение объемной плотности 19 мм-ого 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) и Госстандарта России, сертификаты пожарной безопасности РФ и сертификаты соответствия техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности РФ, допущены к эксплуатации страховыми организациями Factory Mutual System и Союзом страховщиков от ущерба (VdS).

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

УДК 674.816.3

**Древесные плиты на основе  
модифицированных карбаминоформальдегидных смол**

**В.С. Мальков<sup>1</sup>, Д.А. Перминова<sup>1</sup>, Э.М. Дахнави<sup>1</sup>, Т.Б. Бабушкина<sup>2</sup>**  
(Национальный исследовательский Томский государственный университет<sup>1</sup>, ООО «Томлесдрев»<sup>2</sup>)

В лесном и лесоперерабатывающем секторе огромная доля производимой продукции сосредоточена на производстве древесных композиционных материалов на основе карбаминоформальдегидных смол (КФС). Широкое распространение КФС в деревообрабатывающей промышленности обусловлено рядом преимуществ: относительно простая технология производства, сравнительная дешевизна и доступность исходных материалов. Но наряду с достоинствами КФС имеют ряд существенных недостатков, прежде всего, низкая стабильность при хранении, а также высокая эмиссия формальдегида при производстве и эксплуатации их древесных смоляных композиций.

В последнее время особое внимание уделяется разработкам, направленным на снижение токсичности древесных материалов при сохранении высоких эксплуатационных, а также технологических режимов производства древесностружечных плит (ДСП). На сегодняшний день самым распространенным способом снижения токсичности ДСП является уменьшение мольного соотношения формальдегида к карбамиду. Соответственно необходимо использовать КФС с уменьшенным мольным соотношением формальдегида к карбамиду до  $\Phi : K = (1,00...1,15)$ . Низкомольные КФС обладают низкой реакционной способностью, что ведет к увеличению цикла прессования. Древесные материалы на основе таких смол обладают низкой водостойкостью и физико-механическими характеристиками [1-3]. Для повышения физико-механических свойств и индифферентности к воде в древесных материалах в качестве связующих используют меламинакарбаминоформальдегидные смолы. При использовании таких связующих значительно снижается содержание формальдегида. Однако их применение ограничено из-за высокого расхода меламина и, как следствие, повышение цены связующих [4-6].

Распространение, особенно за рубежом, получили разработки различных безформальдегидных связующих, например, на основе

изоцианатов. Эмиссия формальдегида в таких композициях определяется исключительно глубиной химических превращений в древесных волокнах. Так называемое фоновое выделение формальдегида незначительно, и древесные материалы на их основе относятся к классу эмиссии формальдегида E0. Но использование изоцианатных смол не всегда оправдано вследствие высокой стоимости и отсутствия в России действующего производства [7]. Некоторые иностранные исследователи используют для производства связующих природные материалы, такие как лигнины, соевые протеины или другие растительные белки. Но процесс производства древесных материалов на основе различных природных связующих достаточно трудоемок, поскольку требует предварительной переработки и модифицирования природного сырья [8, 9, 10].

В работе исследовано влияние модифицирующей добавки, в качестве которой был выбран гликолурил, на токсикологические и физико-механические характеристики древесных композиционных материалов. Для проведения исследований выбрана коммерческая КФС, модифицированная гликолурилом. Характеристики модифицированных смол представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Качественные показатели КФС

Характеристики	Норма по ТУ 6-06- 12-88	Содержание гликолурила, мас. %				
		1	1,5	2	3	4
Водородный показатель	7,5...8,5	7,70	7,71	7,61	7,81	7,59
Условная вязкость, с	40...60	52	57	50	45	42
Массовая доля сухого остатка, мас. %	66,0 ± 2,0	66,6	66,2	66,4	67,2	66,9
Время отверждения, с	50...70	52	56	58	57	56
Массовая доля свободного формальдегида, мас. %	0,15	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15

Лабораторные однослойные ДСП с расчетной плотностью 750... 800 кг/м<sup>3</sup> толщиной 16 мм получены из осмоленной стружки при соотношении: 86 % – древесной стружки хвойных и лиственных пород

и 14 % – клеевая композиция, содержащая модифицированную КФС и катализатор отверждения в количестве 5 %. Сформированный древесный ковер подавался в прессовальную машину Fontijne TP 600 с температурой платформ 180 °С и усилием смыкания 550 кН, продолжительность прессования составила 180 с.

Исследование влияния токсичности ДСП на основе КФС, модифицированных гликолурилом (рисунок), показало, что при увеличении количества модификатора снижается эмиссия формальдегида, причем модифицирование более 2 % не вносит видимого вклада. Скорее всего, это связано с дополнительным связыванием гидроксиметильных групп, которые влияют на выделение формальдегида из древесных материалов с использованием КФС на основе гликолурила.

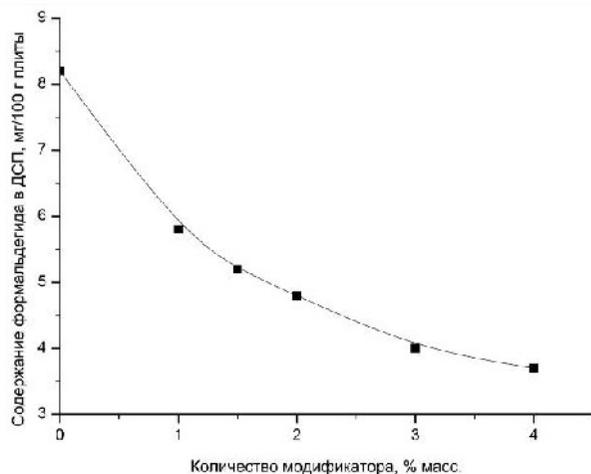


Рисунок. Влияние модифицирующей добавки на эмиссию формальдегида в ДСП

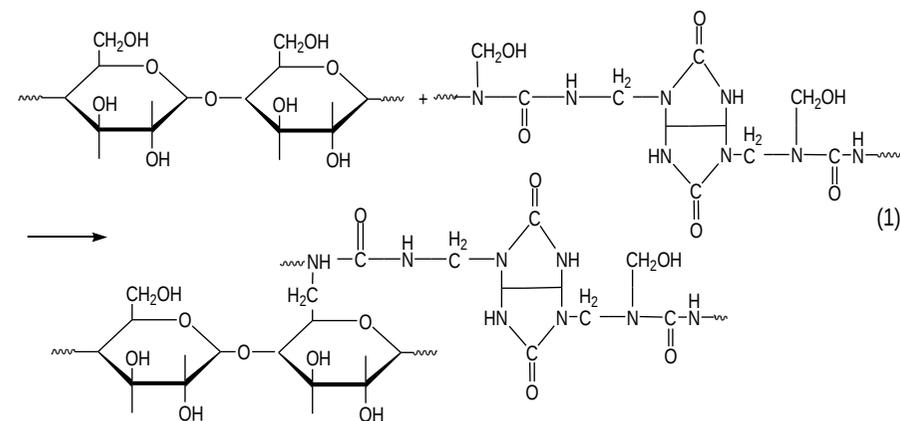
Как известно, дополнительное количество карбамида в карбамидо-формальдегидной клеевой композиции также приводит к связыванию формальдегида в древесных материалах, ухудшая при этом физико-механические свойства древесных материалов.

Модифицирование КФС гликолурилом не приводит к существенному падению прочности при изгибе образцов древесных материалов (табл. 2). По-видимому, гликолурил влияет на подвижность и гибкость олигомерной цепи (схема 1). Поскольку при прессовании

древесным материалам присуща усадка за счет удаляемых низкомолекулярных веществ, то после прессования в древесно-смоляной композиции создаются остаточные напряжения и дефекты [11]. Увеличение разветвленности макромолекулы противодействует возникновению глобулярной структуры, что мешает протеканию реакции в глубине сетчатых агрегатов. Соответственно, развернутая структура макромолекулы обеспечивает большую прочность композиционного соединения за счет большой равномерности сшивков, одинаково работающих в силовом поле.

Таблица 2 – Физико-механические свойства древесных материалов на основе модифицированных КФС

Показатели	Содержание гликолурила, мас. %					
	0	1	1,5	2	3	4
Плотность ДСП, кг/м <sup>3</sup>	811	811	803	801	802	745
Разбухание в воде, %	30,8	28,5	30,1	34	36	38
Предел прочности при изгибе, МПа	16,0	18,6	17,8	20,6	16,4	16,7



При добавлении модифицирующей добавки более 2 % происходит снижение количества гидроксиметильных групп, которые участвуют в формировании химической связи с древесными частицами (схема 1), что приводит к повышению хрупкости древесных композиционных

материалов. Таким образом, закономерно понижается индиф-ферентность к воде (табл. 2), и снижаются прочностные характеристики древесных материалов.

На основе проведенных экспериментов на производственной площадке ООО «Томлесдрев» была выпущена КФС, модифицированная гликолурилом в количестве 2 %. Получена опытно-промышленная партия трехслойных ДСП при существующих на предприятии технологических режимах. В табл. 3 представлены результаты физико-механических и токсикологических испытаний ДСП на основе модифицированной гликолурилом КФС. Из таблицы видно, что в древесных композиционных материалах на основе модифицированной КФС в 1,5 раза снижается эмиссия формальдегида, а также улучшаются физико-механические характеристики.

Таблица – Токсикологические и физико-механические характеристики образцов опытно-промышленной партии ДСП

Показатель	ДСП на основе смолы марки КФМТ-15	ДСП на основе смолы марки КФМТ-15, модифицированной гликолурилом
Прочность при растяжении перпендикулярно к пласти плиты, МПа	0,47	0,51
Прочность при изгибе, МПа	15,7	17,8
Разбухание в воде, %	27,4	21,2
Содержание формальдегида в плите, мг/100 г плиты	8,2	5,4

Установлено, что оптимальное количество модификатора в КФ-олигомере, которое не приводит к падению физико-механических характеристик материалов на его основе, составляет 2 %. Проведены промышленные испытания по созданию модифицированных гликолурилом КФС и трехслойных опытно-промышленных ДСП на их основе,

которые показали снижение токсичности на 40 % по сравнению с древесными плитами на немодифицированном связующем и сохранение всех физико-механических показателей.

Работа поддержана грантом по конкурсу, проводимому Министерством образования и науки Российской Федерации на основании Постановления Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 г. № 218 по отбору организаций на право получения субсидий на реализацию комплексных проектов по созданию высокотехнологичных производств; договор № 02.G25.31.0048.

Литература:

1. Пат. 2160744 Российская Федерация, МКИ C08 G12/12. Способ получения карбамидоформальдегидной смолы / Н.А. Янковский, В.А. Степанов, М.Ю. Родыгин, А.И. Островская, Б.В. Кравченко, Е.А. Заугольникова, Т.Н. Золотарева, Ю.И. Иванов. – № 99119213/04; Заявл. 01.09.1999; Оpubл. 20.12.2000.

2. Пат. 4536245 США, МКИ C08 G12/38, C09 J161/30. Low formaldehyde emission urea-formaldehyde resins containing a melamine additive / D.W. Shiau, E. Smith. – № 06/540.305; Заявл. 11.10.1983; Оpubл. 20.08.1985.

3. Пат. EP0322297, МКИ C08 G12/38, C08 L61/30, C08 L97/02. Process for the preparation of aminoplast resins with a very low formaldehyde emission / B. Druet, D. Hopin. – № 88403236.8; Заявл. 19.12.1988; Оpubл. 25.11.1992.

4. Пат. 8088881 США, МКИ C08 L61/00, C08 L61/24, C08 G 12/00, C08 G12/38. Storage stable melamine-urea-formaldehyde resins and applications thereof / Byung Young No, W.K. Motter, D.M. Harmon. – № 20090326185; Заявл. 25.06.2008; Оpubл. 03.01.2012.

5. No B.Y., Kim M.G. Evaluation of melamine-modified urea-formaldehyde resins as particleboard binders //J. Appl. Pl. – 2007. – Vol. 106. № 3. – P. 4148–4156.

6. Zynska K., Mazur J., Ofwinowska H. Zyvice aminowe do produkcji tworzyw drewnopodobnych. Cz. I. Badame chenizmu kondensacyi // Polim-towrz. Wielkocasteczk. – 1992. – Vol. 37. № 1. – P. 25–30.

7. Пат. 6723745 США, МКИ A61 K31/381, C07 D333/22. Prevention or treatment of autoimmune disease in warm blooded animal / Takahide Nishi, Toshiyasu Takemoto, Takaichi Shimozato, Futoshi Nara. – № 10/337.702; Заявл. 07.01.2003; Оpubл. 20.04.2004.

8. Пат. 2325419 Российская Федерация, МПК C09 J189/00, C09 J197/00. Не содержащие формальдегида клеи и лигноцеллюлозные материалы на основе этих клеев / Ли Кайчан. – № 2006130304/04; Заявл. 19.01.2005; Оpubл. 27.05.2008.

9. Пат. 7736559 США, МКИ C08 L89/02, C08 L97/02. Binding wood using a thermosetting adhesive composition comprising a protein-based component and a polymeric quaternary amine cure accelerant / J.D. Rivers, B.D.J. Griffin, C. Nagiopol, R.A. Breyer, W.T. Liles. – № 11/258.382; Заявл. 26.10.2005; Оpubл. 15.06.2010.

10. Пат. EP2197970, МКИ C09 J189/00. Crosslinker containing adhesive compositions / R.L. Brady, Qu-Ming Gu, R.R. Staib. – № EP20080838549; Заявл. 09.10.2008; Оpubл. 23.06.2010.

11. Леонович А.А. Физико-химические основы образования древесных плит. – СПб.: Химиздат, 2003. – 192 с.