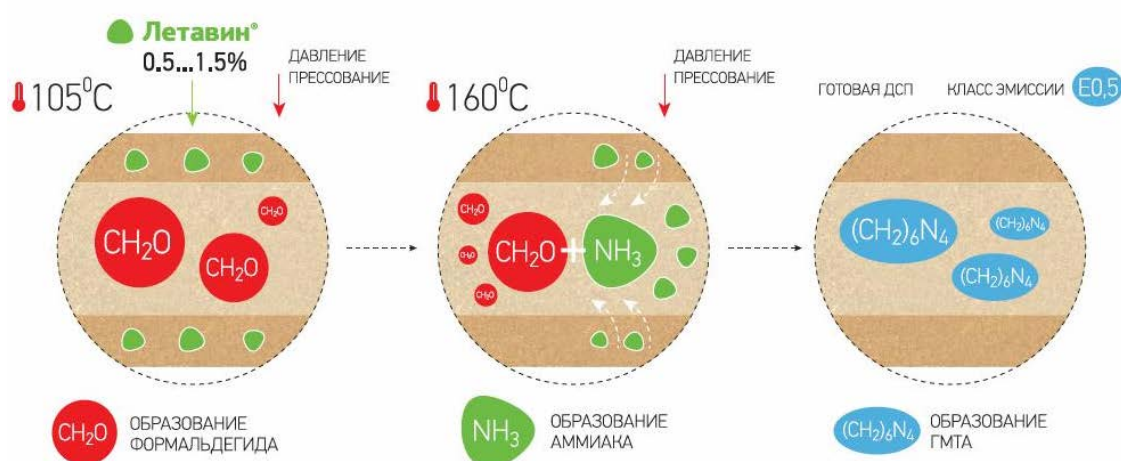


Ужесточение требований по токсичности древесностружечных плит побуждает предприятия искать и осваивать способы снижения содержания формальдегида CH_2O в готовой продукции. Способов предлагается много, однако вопрос стоимости их использования значительно укорачивает их список, к тому же многие акцепторы работают как сорбенты, лишь растягивая во времени эмиссию формальдегида.

Для производства ДСП класса эмиссии E0,5 в СПбГЛТУ разработан специальный акцептор, химически связывающий формальдегид в стабильное состояние. Синтезированный акцептор запатентован и получил название ЛЕТАВИН. Механизм действия при изготовлении низкотоксичных древесностружечных плит реализуется в три стадии.



Летавин вводится в древесностружечную массу наружного слоя и не претерпевает каких-либо изменений на первой стадии процесса прессования, когда с увеличением температуры внутреннего слоя до порядка 105°C протекает отверждение связующего с выделением CH_2O , который проникает в пористую структуру древесных частиц и между частицами.

На второй стадии прессования с ростом температуры в плите летавин активизируется, в результате преобразования выделяется аммиак. Объем аммиака в газообразном состоянии возрастает весьма существенно, в силу чего он проникает во внутренний слой плиты, «находит» формальдегид, взаимодействуя с которым образует гексаметиленetetрамина $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$.

Гексаметилентетрамин – термически устойчивое соединение, он не разлагается и связанный химическим образом формальдегид не выделяется в течение всего срока службы. Тем не менее, поскольку условия протекания рассмотренной реакции строго не выполняются, потому что они обуславливаются режимом горячего прессования плит, и следы формальдегида сохраняются в готовой продукции. Гармонизация трех факторов (температурный интервал активации летавина, кислотность среды и количество образующегося аммиака) и оптимизация технологических параметров изготовления ДСП снижают остаточное содержание формальдегида в готовых плитах до значения менее 4 мг/100г плиты, то есть до соответствия плит классу эмиссии E0,5.

Необходимо особо выделить то, что любая добавка в рецептуру ДСП может повлиять (чаще отрицательно) на основные свойства готовых плит, поэтому необходима оценка и других параметров. Начнём с качества склеивания. В табл. 1 приведены данные, относящиеся к связующему (смола марки СКФ-НМ с отвердителем NH₄Cl) концентрацией 45 %, наносимому на березовый шпон, в одном случае пропитанный 0,5 %-ным раствором летавина с последующей сушкой, а в другом нет. В данном эксперименте шпон моделирует поверхность древесных частиц.

Таблица 1 – Краевой угол смачивания и работа адгезии КФС к березовому шпону, содержащему новый акцептор

Акцептор	Вдоль волокон		Поперек волокон	
	θ, град	W _a , мДж/м ²	θ, град	W _a , мДж/м ²
Летавин	19 ± 0,7	39 ± 0,3	37 ± 1,4	35 ± 0,3
Контроль (без акцептора)	35 ± 0,8	36 ± 0,7	58 ± 1,9	31 ± 0,9

Как показали результаты исследования, у образца, содержащего летавин меньше краевой угол смачивания и больше величина работы адгезии в сравнении с образцом без акцептора, что говорит о лучшем качестве склеивания.

Следующий важный параметр для введения акцептора - время отверждения. Для сравнения приведены данные по влиянию карбамида в стандартных условиях при температуре 100 °С в присутствии акцепторов в количестве 0,5 мас. ч. на 100 мас. ч. абс. сух. связующего составила. Продолжительность желатинизации составила:

- с добавкой летавина.....78 ± 0,9 с
- с добавкой карбамида.....86 ± 0,9 с
- без добавок (контроль).....75 ± 0,5 с

Очевидно, что летавин практически не увеличивает время отверждения, в то время как карбамид существенно увеличивает продолжительность отверждения, следствием чего становится необходимость увеличения продолжительности горячего прессования во избежание снижения глубины отверждения и прочности ДСП.

В табл. 2 приведены показатели плит как функция летавина в наружных слоях, составляющих примерно 40 % массы готовой плиты. Расход летавина при подаче в наружные слои составляет 1,60 – 1,66 %, что в пересчете на массу всей плиты толщиной 16 мм составит 0,6 – 0,7 %, считая на сухие вещества. В таблице также приведены данные ГОСТ 10632–2007 для двух марок ДСП. При содержании летавина в наружных слоях 1 % плиты относятся только к классу эмиссии формальдегида E1, а избыток более 1,66 % не оправдан по экономическим соображениям. Следовательно, столбцы таблицы с расходом 1,60 и 1,66 % удовлетворяют по основным показателям требованиям ГОСТ, а по токсичности требованиям класса E0,5.

Таблица 2 – Показатели ДСП, изготовленных с применением летавина

Показатели	Содержание летавина в наружных слоях ДСП, %				Марка	
	1,00	1,60	1,66	2,31	П-А	П-Б
ρ , кг/м ³	675	685	681	675	550...820	
$\sigma_{изг}$, МПа	16,9	16,4	16,3	16,1	≥ 14	≥ 12
σ_{\perp} , МПа	0,54	0,47	0,45	0,42	$\geq 0,30$	
СН ₂ О, мг/100 г плиты	5,6	3,6	3,5	2,5		

Выработка производственной партии плит произведена в цехе ДСП ЗАО «Череповецкий ФМК» на базе пресса «Диффенбахер». Общий объем партии ДСП составил 250 м³ (15 625 м² при толщине 16 мм). Характеристика изготовленных плит следующая: $\sigma_{изг} = 15,3 \pm 0,2$ МПа; $\sigma_{\perp} = 0,42 \pm 0,03$ МПа; содержание СН₂О (на перфораторе) $3,2 \pm 0,2$ мг/100 г; эмиссия формальдегида по газоаналитический методу $2,0 \pm 0,07$ мг/(м²·ч). Данная выработка свидетельствует о соответствии экологически доброкачественных ДСП требованиям ГОСТ 10632 и EN 312. Помимо эмиссии формальдегида и прочности, определяемых стандартными методами, важно рассмотреть долговечность плит.

Методом оценки долговечности по Журкову определена продолжительность сопротивления разрушению промышленных образцов в зависимости от постоянно действующей внешней нагрузки. Оказалось долговечность почти не зависит от использования летавина, тогда как карбамид отрицательно влияет на долговечность.

В табл. 3 приведена информация по изменению содержания CH_2O при экспозиции образцов в течение 1 года. Она свидетельствует в пользу способа химического связывания формальдегида путем использования летавина.

Таблица 3 – Содержание формальдегида в ДСП (мг/100 г плиты)

Условие испытаний	Летавин	Карбамид	Контроль
Первоначальное	3,2	5,8	7,9
Через 1 год экспозиции	2,8	3,1	3,6
Выделение за 1 год	0,4	2,7	4,3

В качестве контроля использованы плиты промышленного производства, изготовленные на ЗАО «Череповецкий ФМК», без использования акцептора. Результаты указывают, что эмиссия формальдегида по сравнению с контрольными плитами сокращается в 10 раз. В итоге это обеспечивает доброкачественность среды обитания при использовании древесностружечных плит для мебели.

Леонович А.А. – СПбГЛТУ имени С.М. Кирова

Шпаковский В.Г. – ОАО «ОСК»

Войтова Т.Н. – ЗАО «Череповецкий ФМК»