

Качество поверхности древесностружечных плит в зависимости от температуры их прессования

ВИКТОР ВАСИЛЬЕВ, СЕЙДЕХ ЗАХРА ХОССЕЙНИ

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет

Abstract: *Surface quality of particleboards depending on the temperature of their pressing.* An increase of temperature of pressing of particleboards in the range from 180 to 240 °C leads to decreasing in density of the edge zones of the outer layers of plates that is the reason for decrease of the strength of outer layers and increase in absorbability of liquids by the surface of plates.

Keywords: Particleboards, temperature of pressing, quality of surface, density of edge zone, the absorbability of liquids, pH of surface, strength.

При отделке древесностружечных плит (ДСП) широкое распространение получили жидкие материалы, такие как грунтовка, краска, эмаль, клей. Они представляют собой растворы или дисперсии олигомеров и полимеров с добавками целевого назначения (пигменты, наполнители, отвердители и т.д.). В качестве растворителя преимущественно используется вода, реже органические жидкости.

Для образования прочного адгезионного соединения отделочная жидкость должна смочить поверхность подложки и растечься по ней. Хорошее растекание зависит не только от свойств жидкости, но в значительной мере от величины свободной поверхностной энергии древесной плиты. Мерой взаимодействия жидкости и поверхности твердого тела является величина краевого угла смачивания. Чем ниже его значение, тем лучше растекается жидкость.

Жидкие отделочные материалы при нанесении на поверхность ДСП после растекания заполняют неровности ее поверхности и частично впитываются. Для сокращения расхода отделочных материалов целесообразно уменьшить впитываемость их древесной подложкой.

Поверхность ДСП представляет собой композицию из мелких древесных частиц и коры, отвержденной синтетической смолы, влаги и воздуха. При впитывании жидкость заполняет внутренние полости подложки: межстружечные пространства, поры и капилляры древесины. Снижение объема этих полостей достигается при увеличении плотности краевых зон наружных слоев плиты.

При использовании отделочных материалов на основе термореактивных олигомеров, таких как карбамидоформальдегидные (КФС), меламиноформальдегидные (МФС) смолы и их смеси (МКФС), поверхность подложки может оказывать влияние на скорость реакции поликонденсации олигомеров через величину своей кислотности. Этот эффект особенно заметен при отделке ДСП методом ламинирования. Специалисты рекомендуют поддерживать pH наружного слоя плиты выше 6,0 [1], хотя реально он лежит в диапазоне 5 – 6 [2].

Таким образом, свойства поверхности древесностружечных плит могут оказать значительное влияние на расход отделочных материалов и качество образующихся покрытий. Формирование свойств поверхностных слоев ДСП происходит в процессе горячего прессования, когда под действием температуры и давления уплотняется стружечно-клеевой ковер и отверждается связующее. В настоящее время в промышленности России горячее прессование плит осуществляется на прессовых установках разного

типа при различных температурах. Так, многоэтажные прессы с паровым обогревом обеспечивают температуру 160...180 °С, одно- и двухпролетные прессы обогреваются термомаслом температурой 180...220 °С [3], современные непрерывные ленточно-валковые прессы ContiRoll также обогреваются термомаслом, причем температура на входе составляет 210...240 °С, на выходе снижается до 170...200 °С [4].

Исследовали влияние температуры прессования на свойства поверхностных слоев ДСП. Расчетная плотность плит 650 кг/м³. Для наружных слоев трехслойных плит использовали промышленную микростружку фракции 2/0 мм, для внутреннего слоя брали лабораторную березовую стружку, полученную на дисковом стружечном станке с последующим доизмельчением в молотковой мельнице. Влажность древесных частиц 2...3 %, доля наружных слоев 30 % от массы плиты. Связующее готовили на основе карбамидоформальдегидной смолы (КФС) марки КФ МТ-15. Содержание абс. сух. смолы от массы абс. сух. древесины: в наружных слоях – 14 %, во внутреннем слое – 9 %, концентрация рабочего раствора смолы 55 %. В качестве отвердителя использовали 20 %-й раствор хлорида аммония в количестве 0,6 % (наружный слой) и 2,0 % (внутренний слой) от массы абс. сух. КФС. Горячее прессование ДСП толщиной 16 мм размером 400 × 400 мм проводили на стальных поддонах толщиной 3,0 мм.

Температуру прессования изменяли в диапазоне от 180 до 240 °С. Удельное время прессования при температуре 180 °С – 0,26 мин/мм, при 200 °С – 0,22 мин/мм, при 220 °С – 0,18 мин/мм, при 240 °С – 0,14 мин/мм. Максимальное давление 2,7 МПа.

После горячего прессования плиты выдерживали при комнатных условиях в течение 3 суток, шлифовали вручную шкуркой Р80 и подвергали испытаниям. Физико-механические свойства ДСП определяли по действующим ГОСТам России. Для нахождения кислотности поверхностного слоя плит с них срезали 15 г стружки на глубину не более 2 мм, заливали их 200 см³ дистиллированной воды, кипятили с обратным холодильником в течение 30 мин., охлаждали до комнатной температуры и определяли величину рН. По величине краевого угла оценивали смачивающую способность КФС концентрацией 55 %. Объем капли смолы 0,03 см³. Через 2 мин. после нанесения КФС на поверхность плиты замеряли диаметры и высоту капли. Расчет тангенса краевого угла смачивания производили по известной формуле [5].

Поверхностное впитывание оценивали с использованием двух жидкостей: толуола и воды. Методика определения впитываемости толуола регламентирована европейским стандартом EN 382-1 для MDF [6]. В соответствии с ним на плиту, расположенную под углом 60 °, наносят 1 см³ толуола и определяют длину трассы его стекания. Чем длиннее трасса, тем меньше впитываемость.

Поглощение воды поверхностью ДСП проводили по предложенной нами методике [7] на круглых образцах диаметром 35 мм. Торец образца гидроизолировали с помощью скотча и резиновой прокладки, располагали образец горизонтально, наливали на него 10 см³ дистиллированной воды, через час удаляли остатки воды и замеряли толщину и массу образца. По полученным данным рассчитывали разбухание по толщине, впитываемость и скорость впитывания воды. Расчет впитываемости воды поверхностью ДСП (B) и скорости впитывания ($V_{\text{вп}}$) производили по формулам:

$$B = \frac{M_2 - M_1}{S}, \text{ кг/м}^2 \quad (1)$$

$$V_{\text{вп}} = \frac{B_2 - B_1}{\Delta \tau}, \text{ г/м}^2\text{с} \quad (2)$$

где M_1 – масса сухого образца, кг; M_2 – масса влажного образца, кг; S – площадь пласти образца ДСП, m^2 ; V_1 и V_2 – впитываемость за время τ_1 и τ_2 , kg/m^2 ; $\Delta\tau$ – интервал времени от τ_1 до τ_2 , с.

Профили плотности ДСП по толщине определяли на приборе DPX300-LTE (лабораторный измеритель плотности) фирмы IMAL (Италия), оснащенный источником излучения (рентгеновская трубка) и приемником излучения (сцинтиллятор). Точность определения плотности $0,1 \text{ кг/м}^3$ на отрезке $0,01 \text{ мм}$. Распределение плотности по толщине плиты определяли как среднее по 2...4 профилограммам.

Свойства плит приведены в табл. 1. Они показывают, что с ростом температуры прессования довольно значительно снижается прочность при нормальном отрыве наружного слоя. Остальные физико-механические показатели практически не зависят от температуры прессования.

Таблица 1. Свойства ДСП, изготовленных при разных температурах прессования

Показатели	Температура прессования, °С			
	180	200	220	240
Плотность, kg/m^3	654	660	646	656
Прочность при изгибе, МПа	21,6	20,6	19,3	20,0
Прочность при растяжении перпендикулярно пласти, МПа	0,24	0,20	0,19	0,23
Прочность при нормальном отрыве наружного слоя, МПа	0,45	0,38	0,32	0,24
Разбухание по толщине за 24 ч., %	33,9	34,9	34,7	35,1
pH наружного слоя	5,92	6,09	6,28	6,59
Краевой угол смачивания КФС, град.	77° 50′	83° 49′	87° 23′	89° 46′

Увеличение температуры прессования приводит к повышению pH наружных слоев ДСП. Поскольку величина pH численно равна отрицательному десятичному логарифму концентрации водородных ионов, то в нашем случае при повышении температуры прессования от 180 до 240 °С происходит снижение кислотности в $10^{6,59-5,92} = 10^{0,67} = 4,7$, то есть почти в 5 раз. Можно сделать вывод, что повышение температуры прессования способствует ускорению испарения летучих органических и минеральных кислот с поверхности плит.

Одновременно с уходом кислот наблюдается снижение гидрофильности поверхности ДСП, что выражается в ухудшении смачивания поверхности плит водным раствором карбаминоформальдегидного олигомера. При повышении температуры прессования от 180 до 240 °С краевой угол смачивания увеличивается от 77 до 89°. Вероятно при высокой температуре происходит интенсивное термическое превращение древесины и карбамидной смолы, сопровождающееся отщеплением химических групп (гидроксильных, карбоксильных, гидроксиметильных и т.д.), обеспечивающих хорошую смачиваемость плитной подложки.

Показатели поверхностного впитывания жидкостей приведены в табл. 2 и на рис. 1. Результаты испытаний показывают, что повышение температуры прессования приводит к росту впитываемости как толуола, так и воды. Так, длина трассы толуола на поверхности плиты сокращается в полтора раза, а скорость впитывания воды увеличивается на 12 %.

Таблица 2. Впитываемость воды поверхностью ДСП, изготовленных при разных температурах прессования

Показатели	Температура прессования, °С			
	180	200	220	240
Разбухание ДСП по толщине, %	19,7	20,4	21,0	22,3
Впитываемость за 1 час, кг/м ²	7,35	7,61	8,06	8,24

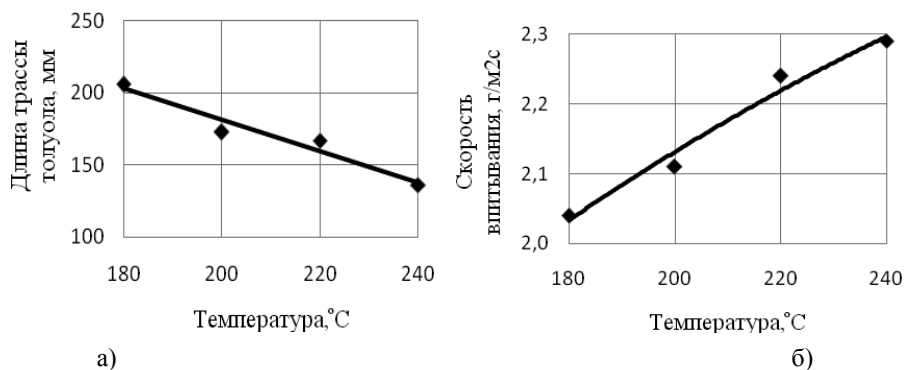


Рис. 1. Показатели впитываемости толуола (а) и воды (б) поверхностью ДСП, изготовленных при разных температурах прессования

На рис. 2 показано распределение плотности по толщине испытуемых плит. Наружные слои имеют увеличенную плотность, однако плотность краевых зон у поверхности плит резко снижается до величин значительно ниже средней плотности ДСП (табл. 3).

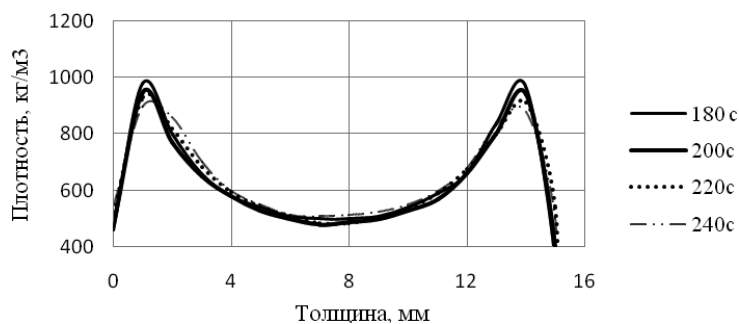


Рис.2. Распределение плотности по толщине ДСП, изготовленных при разных температурах прессования

Таблица 3. Средняя плотность и плотность краевых зон ДСП, изготовленных при разных температурах прессования

Показатели	Температура прессования, °С			
	180	200	220	240
Средняя плотность плит, кг/м ³	654	660	646	656
Средняя плотность поверхностного слоя плиты, кг/м ³	545	540	530	510
Средняя максимальная плотность краевых зон плиты, кг/м ³	980	970	960	940

Разрыхление поверхностей плит происходит в начале технологического процесса прессования, пока не произошла упрессовка пакета до заданной толщины. В начальный период (загрузка пакета, смыкание плит пресса, подъем давления, посадка плит пресса на планки) на пакет действует высокая температура от плит пресса, в силу чего поверхностные слои подсыхают, а связующее начинает отверждаться. В результате пластичность массы снижается, и при достижении максимального давления поверхностные слои имеют более рыхлую структуру по сравнению с нижележащими слоями. Увеличение температуры прессования ускоряет процесс образования рыхлой зоны и приводит к снижению плотности краевых зон поверхности ДСП.

Таким образом, повышение температуры прессования древесностружечных плит от 180 до 240 °С приводит к значительному изменению их свойств, которые важны для последующей отделки. Так, рН наружных слоев плит увеличивается с 5,92 до 6,59, то есть кислотность поверхности снижается в 4,7 раза в результате интенсивного испарения летучих кислот. Приближение величины рН к нейтральному значению (рН = 7,0) обеспечивает более мягкое воздействие подложки на процессы поликонденсации отделочных материалов, например, при ламинировании ДСП.

Вместе с тем, с ростом температуры прессования снижается прочность при нормальном отрыве наружного слоя, ухудшается смачиваемость поверхности плит водным раствором карбамидоформальдегидного олигомера, увеличивается впитываемость жидкостей поверхностью ДСП. Ухудшение показателей качества наружных слоев объясняется снижением плотности краевых зон поверхности плит и химическими превращениями древесного вещества и связующего при высоких температурах прессования.

Поскольку высокие температуры прессования обеспечивают максимальную производительность линий по производству ДСП, и отказываться от них нецелесообразно, необходимо оптимизировать остальные технологические параметры изготовления плит для снижения отрицательного влияния повышенной температуры на свойства ДСП. Возможно также введение специальных добавок, регулирующих процессы структурообразования поверхностных слоев плит в процессе прессования.

ЛИТЕРАТУРА:

- 1) Семенов А.А. Принципиальные показатели ДСП, предназначенных для ламинирования // Древесные плиты: теория и практика: Второй научно-практический семинар. 17-18 марта 1999 г. СПб.: СПбЛТА, 1999. – С. 32-34.
- 2) 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

- 3) Волинский В.Н. Технология стружечных и волокнистых древесных плит. Учебное пособие для вузов. – Таллин: Дезидерата, 2004. – 192 с.
- 4) Волинский В.Н. Технология древесных плит и композитных материалов: Учебно-справочное пособие. – СПб.: Изд-во «Лань», 2010. – 336 с.
- 5) Поверхностные явления и поверхностно-активные вещества: Справочник/ А.А. Абрамзон, Л.Е. Боброва, Л.П. Зайченко и др.; под ред. А.А. Абрамзона и Е.Д. Щукина. – Л.: Химия, – 1984. – 392 с.
- 6) EN 382-1:1993. Fibreboards – Determination of surface absorption – Part 1: Test method for dry process fibreboards.
- 7) Васильев В.В., Сейдех Захра Хосейни. Оценка впитываемости жидкости поверхностью древесностружечных плит // Состояние и перспективы развития производства древесных плит / Под ред. В.П. Стрелкова: Сб. докл. 17-й Междунар. науч.-практ. конф., 19-20 марта 2014 г. – Балабаново: ЗАО «ВНИИДРЕВ», 2014. – С. 39–47.

Streszczenie: *Jakość powierzchni płyt wiórowych w zależności od temperatury prasowania.* Zwiększenie temperatury prasowania płyt wiórowych od 180 do 240 °C prowadzi do zmniejszenia gęstości warstw zewnętrznych, co z kolei powoduje zmniejszenie wytrzymałości oraz zwiększenie nasiąkliwości płyt.

Corresponding authors:

Васильев Виктор Владимирович
Ведущий научный сотрудник
Кафедра Технологии древесных композиционных материалов и инженерной химии
Факультет химической технологии и биотехнологии
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
Институтский пер., д. 5, г. Санкт-Петербург, Россия, 194021.
E-mail: victorvasil@mail.ru

Хосейни Сейдех Захра
Аспирант
Кафедра Технологии древесных композиционных материалов и инженерной химии
Факультет химической технологии и биотехнологии
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
Институтский пер., д. 5, г. Санкт-Петербург, Россия, 194021.
E-mail: seyedehzahrahoseini@yahoo.com