

УДК 674.02

**ПІДВИЩЕННЯ ДЕКОРАТИВНИХ І ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ  
ВЛАСТИВОСТЕЙ ШПОНУ ТА ФАНЕРИ В ПРОЦЕСІ ЇХ ТЕРМІЧНОЇ  
ОБРОБКИ**

**Салдан Р.Й., канд. техн. наук, Шепелюк О.О., канд. техн. наук,  
Кузьмин О.М. магістр**  
(Національний лісотехнічний університет України)

*Встановлено, що застосування підвищених температур сушіння шпону (200-290 °С) викликає деяке зменшення його міцності під час розтягу вздовж і впоперек волокон, погіршується його змочувальна здатність. Декоративні властивості шпону при цьому покращуються: збільшується блиск, відбувається його потемніння, шпон із деревини берези стає подібним до горіха. З'ясовано, що фанера, виготовлена з шпону висушеного за різних температур, володіє високою міцністю під час сколювання по клейовому шву,*

*не змінюючи при цьому вологості та характеризується задовільними показниками гідрофобності, водопоглинання і розбухання за товщиною.*

**Постановка наукової проблеми.** За підвищених температур у процесі сушіння відбувається термообробка деревини [1]. Дослідження її впливу на властивості деревини та різних матеріалів з неї завжди цікавили науковців, оскільки властивості матеріалу значною мірою впливають на його якість і застосування. Порівняно з іншими способами покращення властивостей деревини, наприклад її модифікуванням, які базуються переважно на введенні в деревину різними методами найрізноманітніших хімічних речовин (переважно органічних), теплова обробка є абсолютно екологічно чистим способом модифікування. Дослідженням впливу температури на якість матеріалів займалися багато науковців, але результати їх досліджень переважно стосуються масивної деревини, і практично немає даних стосовно впливу температури на властивості шпону. Найповніше вивчено вплив високих температур на зміну властивостей деревини, менше – волокнистих плит мокрому способу виготовлення та стружкових плит і найменшою мірою – фанери [2, 3, 4, 5]. Також під час проведення таких досліджень не достатньо були розглянуті температури вищі 200°C.

**Метою роботи** є дослідження впливу термічної обробки на декоративні й фізико-механічні властивості шпону та виготовленої з нього фанери.

**Матеріали та методи дослідження.** Для проведення досліджень використовували сирий березовий лущений шпон вологістю 690-70% та товщиною  $1,65 \pm 0,1$  мм (ГОСТ 99-96). Даний шпон отримувався в процесі лущення чурбаків після їх гідротермічної обробки на ТзОВ „Одек-Україна” (м. Оржів, Рівненська обл.). Відбір зразків шпону і проведення випробувань проводились згідно ГОСТ 20800-75.

Вибір температур сушіння шпону проводився на основі вже існуючих режимних параметрів, що використовуються на підприємствах галузі. Бралися також до уваги огляд і аналіз літературних джерел по сушінню шпону та термообробці деревини і деревинних матеріалів. Отож сушіння шпону проводили у лабораторній сушильній камері SNOL 67/350 за наступних температур: 20, 50, 80, 110, 140, 170, 200, 230, 260 та 290 °C.

Виготовляли п'ятишарову фанеру на основі фенолоформальдегідної смоли марки Ватекс-244 за таких режимів пресування: тиск – 1,8-2,0 МПа; температура – 120°C; тривалість – 8-10 хв.

Визначали наступні властивості лущеного шпону: межу міцності вздовж та поперек волокон; колір, кут змочування; та найважливіші властивості фанери, які передбачають її використання у будівництві – міцність під час сколювання по клейовому шару, щільність, вологість, водопоглинання і розбухання за товщиною (ГОСТ 9624-93, ГОСТ 9624-72, ГОСТ 9621-72.).

**Результати та їх обговорення.** Закономірності впливу температури сушіння шпону на його міцність. Отримані значення показників міцності шпону під час розтягу вздовж і впоперек волокон від температури сушіння

зведені в табл. 1.

Як бачимо з табл. 1 між температурою сушіння шпону і його міцністю немає чіткої залежності. Але із впевненістю можна сказати, що температури сушіння шпону вище 140°C дещо зменшують його міцність, однак, такі зміни є незначними.

Таблиця 1. Вплив температури сушіння шпону на межу міцності під час розтягу вздовж та впоперек волокон

Температура сушіння, °C	Межа міцності, МПа	
	під час розтягу впоперек волокон	під час розтягу вздовж волокон
20	0,99	126,39
50	0,90	128,00
80	0,84	124,37
110	0,80	123,44
140	0,87	128,18
170	0,81	115,18
200	0,83	119,13
230	0,82	121,30
260	0,69	107,41
290	0,74	124,63

Тобто, висушування шпону при температурах що не перевищують 170°C практично не призводить до змін міцності шпону як вздовж, так і поперек волокон. А застосування вищих температур агента сушіння викликає незначне пониження міцності (в межах 5-10 %). Тобто, температури до 300°C можуть бути використані при виробництві шпону без значних втрат його міцності.

Незначне пониження показників міцності шпону можна пояснити тим, що в процесі нагрівання до високих температур деревини із високою початковою вологістю відбувається її розклад – гідроліз. Однак, до температури 150°C швидкість такого розкладу незначна – з деревини відганяється практично чиста вода. Вище 150°C з помітною швидкістю починають розкладатися геміцелюлози деревини, інтенсивність розкладу яких найбільша у межах 200-270°C. Максимальна швидкість розкладу геміцелюлоз спостерігається при 240-245°C – за цієї температури до 50% маси геміцелюлоз перетворюється у леткі та газоподібні продукти. Серед основних продуктів розпаду є фурфурол [6, 7]. При подальшому сушінні (видаленні зв'язаної вологи нижче 10%) у деревині вже проходить явище піролізу (термолізу). За температури вище 200°C процес піролізу відбувається з більш помітною швидкістю. Внаслідок таких процесів деревина втрачає міцність [2, 3, 7]. Отримані дані узгоджуються з результатами інших досліджень [2, 4, 5].

Закономірності впливу температури сушіння шпону на його колір. Під час проведення досліджень з'ясовано, що високі температури сушіння шпону призводять до відчутних змін забарвлення. Наприклад, шпон висушений за температури 290°C набуває попелястого відтінку і отримує прекрасні декоративні властивості – підкреслюється різниця між ранньою і пізньою зонами, деревина берези стає подібною до горіха (див. рис. 1).

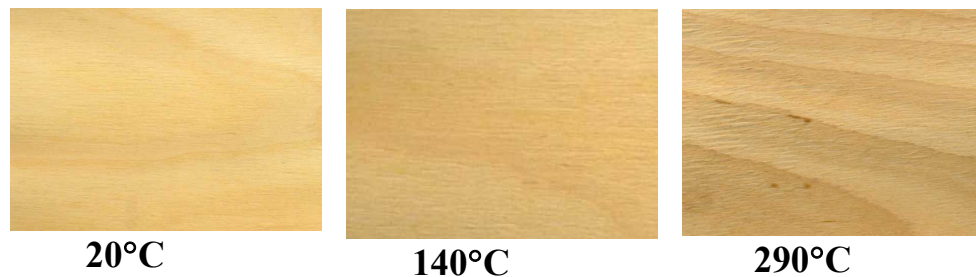


Рис. 1. Колір зразків шпону після сушіння за різних температур

Отже, зміна кольору є наслідком дії високої температури і вологості, що підтверджується й іншими дослідниками [2, 8, 9].

Закономірності впливу температури сушіння шпону на його змочувальну здатність. Під час проведення експериментів було виявлено, що з часом параметри краплі змінюються внаслідок розтікання смоли по поверхні. Однак ці зміни мали різний характер залежно від напрямку волокон: швидкість розтікання вздовж волокон більша в кілька разів аніж впоперек. Це насамперед пов'язано із особливостями будови деревини та підтверджує важливість впливу мікрорельєфу шпону на його змочування і якість склеювання.

Наявність в деревині міжклітинних і внутрішньоклітинних ходів зумовлює різноманітну проникність рідин впоперек і вздовж волокон. Поглинання поверхневими шарами деревини клеїв і розчинників супроводжується набуханням деревини і викликає появу на ній нерівностей у вигляді підійнятого ворсу, покороблення країв пор, мікротріщин та ін. [10]. Враховуючи це, визначення кута змочування здійснювали лише в напрямку паралельному волокнам у деревині. Отримані експериментальні дані зведені в табл. 2.

Таблиця 2. Вплив температури сушіння шпону на його змочування

Температура сушіння шпону, °С	$\cos\alpha$	Кут змочування $\alpha$ , град
20	0,49	60,2
50	0,52	58,3
80	0,69	46,0
110	0,65	49,0
140	0,67	48,0
170	0,68	46,5
200	0,62	51,3
230	0,54	57,1
260	0,54	57,1
290	0,61	51,9

Ще однією із причин збільшення кута змочування є переміщення екстрактивних речовин (особливо жирів) до поверхні і їх перетворення в нерозчинні солі, які перешкоджають змочуванню [11]. Внаслідок цього вони концентруються на поверхні волокон деревини, на стінках клітин та судин, утворюючи таким чином гідрофобну поверхню [12]. Крім цього, при температурах вище 200°C відбувається розм'якшення лігніну та інших аморфних речовин, які й будуть змінювати фізико-механічні властивості деревини [13]. Також на погіршення змочування шпону, висушеного за високих температур, може впливати і збільшення шорсткості. За даними А. Starecki [14] підвищення температури сушіння збільшує шорсткість його поверхні.

Закономірності впливу температури сушіння шпону на фізико-механічні властивості фанери. Отримані показники фізико-механічних властивостей фанери зведені у табл. 3.

Як бачимо з табл. 3, міцність під час сколювання фанери, отримана із шпону висушеного за різних температур, значно не відрізняється одна від одної. Показники міцності перевищують вимоги ГОСТу (не менше 1,5 МПа). Це свідчить про те, що високі температури сушіння шпону забезпечують отримання клейових з'єднань належної міцності і суттєво не понижують якість матеріалу в цілому.

Таблиця 3. Фізико-механічні властивості фанери зі шпону, висушеного за різних температур

Температура сушіння шпону, °С	Межа міцності під час сколювання, МПа	Вологість W, %	Щільність, кг/м <sup>3</sup>	Водопоглинання, %	Розбухання за товщиною, %
110	2,1	5	901	55	36
140	2,2	6	917	56	35
170	2,4	6	886	57	34
200	2,3	5	903	55	32
230	2,5	6	876	53	29
260	2,6	5	875	61	35
290	2,4	5	848	56	34

Варто також відмітити, що при проведенні випробувань фанери на міцність нерідко спостерігалось розшарування або руйнування матеріалу із мінімальним навантаженням у ділянках, де шпон був частково обвуглений. Таке явище спостерігалось за температур сушіння шпону 260 і 290°С. Отож, такі температури недоцільно використовувати для сушіння шпону до низьких значень вологості.

Варто відмітити, що за різної температури сушіння шпону отримується фанера із різною щільністю. Насамперед це пов'язано із термічним розкладом компонентів деревини, особливо геміцелюлоз. Тобто в процесі сушіння шпону за високих температур відбуваються втрати деревної речовини, які й зумовлюють зменшення щільності.

Що ж до вологості фанери, то вона практично залишається без суттєвих змін. Водопоглинання й розбухання фанери також практично не змінюються із підвищенням температури сушіння шпону.

Застосування температур вищих за 230°С спричиняє обгоряння зразків внаслідок піролізу, а тому і понижуються стійкість фанери до води. Такі зміни є небажані. Однак, величина зростання водопоглинання фанери отриманої зі шпону, який висушувався за температур вище 230°С практично рівна початковому значенню (при 110°С). Це свідчить про те, що такі температури можуть використовуватися для сушіння, не призводячи до значних негативних наслідків.

**Висновки та узагальнення.** Для підвищення декоративних і фізико-механічних властивостей шпону і фанери рекомендується здійснювати термічну обробку лушеного шпону в температурному діапазоні від 170 до 230°С. Застосування нижчих температур неефективне з точки зору досягнення бажаних декоративних та фізико-механічних властивостей шпону та фанери. Вищі ж температури термообробки (від 230 до 290°С) хоча й дають змогу покращити декоративні властивості, але призводять до незначного падіння міцності шпону та фанери. Окрім того, застосування високих температур

призводить до значних перевитрат електроенергії, що робить виробництво лущеного шпону та фанери економічно не вигідним.

## Список літератури

1. Бехта П.А. Термообробка деревини і деревинних композиційних матеріалів / П.А. Бехта, Н.С. Бехта, О.М. Кузьмин // Наукові праці Лісівничої академії наук України : збірник наукових праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2005. – Вип. 4. – С. 124-131.
2. Отлев И.А., Дыскин И.М., Конаш Г.И. Прессование древесностружечных плит при высоких температурах: Обзор. информ. Москва: ВНИПИЭИ леспром. – 1984. – 40 с.
3. Эльберт А.А. Химическая технология древесностружечных плит. – Москва: Лесная пром-сть, 1984. – 224 с.
4. Петри Л.Ф. Изучение влияния стационарных высокотемпературных режимов сушки в среде перегретого пара при атмосферном давлении на физико-механические свойства древесины березы, осины и липы: Автореф. дис... канд. техн. наук. – Москва, 1965. – 17 с.
5. Стерлин Д.М. Исследование закономерностей сушки шпона, создание новых машин и внедрение их в фанерную промышленность: Автореф. дис.... д-ра. техн. наук. – Ленинград, 1964. – 42 с.
6. Вінтонів І.С., Сопушинський І.М., Тайшінгер А. Деревинознавство: Навчальний посібник. Львів: РВВ УкрДЛТУ, 2005. – 256 с.
7. Гупало О.П., Тушницький О.П. Хімія деревини: Навчальний посібник. – Львів, 1997. – 197 с.
8. Савенець М.І., Яремчук Л.А. Технологія захисно-декоративних покриттів деревини і деревинних матеріалів: Лабораторний практикум. – Львів: УкрДЛТУ, 1999. – 98 с.
9. Bekhta P., Niemz P. Effect of High Temperature on the Change in Color, Dimensional Stability and Mechanical Properties of Spruce Wood // *Holzforschung*, 2003. №5. – P. 539-546.
10. Крисанфов В.Ф., Рыбин Б.М., Санаев В.Г. Оборудование для отделки изделий из древесины. – Москва: Лесная пром-сть, 1984. – 144 с.
11. Мурзин В.С. Адгезионные свойства березового шпона // *Деревообрабатывающая промышленность*. – 1976. – № 5. – С. 4-5.
12. Ветошкин Ю.И., Кошелева Н.А., Левинский Ю.Б. Исследование процесса формирования контакта клея со шпоном // *Технология и оборудование деревообрабатывающих производств: Межвуз. сб. науч. тр. ЛТА*. – Ленинград, 1979. – С. 48-51.
13. Онегин В.И., Мелешко А.В. Влияние режимов термообработки древесины на ее поперечную активность // *Технология и оборудование деревообрабатывающих производств: Межвуз. сб. науч. тр. ЛТА* – Ленинград, 1988. – С. 81-84.
14. Starecki A. Wpływ temperatury suszenia na skurcz i chropowatość powierzchni łuszczy // *Przem. Drew.* – 1989. – vol.40, №4. – P. 18-21.

## Аннотация

### ПОВЫШЕНИЕ ДЕКОРАТИВНЫХ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ШПОНА И ФАНЕРЫ В ПРОЦЕССЕ ИХ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Салдан Р.Й., Шепелюк О.О., Кузьмын О.М.

*Установлено, что применение повышенных температур сушки шпона (200-290°С) вызывает некоторое уменьшение его прочности на растяжение вдоль и поперек волокон, ухудшая его способность к смачиванию. Декоративные свойства шпона при этом улучшаются: увеличивается блеск, происходит его потемнение, шпон из древесины березы становится подобным текстуре ореха. Установлено, что фанера, изготовленная с шпона высушенного при разных температурах, владеет высокой прочностью на скалывание по клеевому шву, не изменяя при этом влажность. Применение высоких температур (170-230°С) улучшает гидрофобность фанеры, понижая при этом ее водопоглощение и разбухание по толщине.*

## Abstract

### INCREASE OF DECORATIVE AND MECHANICAL PROPERTIES OF VENEER AND PLYWOODS IN THE PROCESS OF THEIR HEAT TREATMENT

Saldan R.Y., Shepelyk O.O., Kuzmyn O.M.

*The highest temperature use for drying veneer is caused by some diminishing of his tensile strength along and cross-grained and decrease wettability. The decorative properties of veneer were increase: brilliance, his darkening, veneer from wood of birch becomes similar to the wood nut. It was set that plywood in the case of veneer of drying by different temperatures have higher shear strength and the satisfactory indexes of hydrophobic, water absorption and thickness swelling.*