

ТОРЦЕВЕ РОЗТРІСКУВАННЯ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ ТА ЙОГО ЗАПОБІГАННЯ

В.С. Коваль, кандидат технічних наук,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Доведено, що особливий характер деформацій деревини в торцевій зоні пиломатеріалів – основна причина виникнення торцевих тріщин. Проведено дослідження режимів сушіння пиломатеріалів твердих листяних порід, які запобігають торцевому розтріскуванню. Показано, що для певної породи деревини найбільший вплив на величину торцевих тріщин мають режимні параметри процесу сушіння та розміри пиломатеріалів. Ступінь впливу цих факторів визначено на основі експериментальних досліджень, що дало змогу знайти оптимальні режимні параметри першого ступеня режиму сушіння пиломатеріалів товщиною 25–40 мм та розробити рекомендації щодо запобігання цьому дефекту сушіння.

Ключові слова: *пиломатеріали, заготовки, тверді листяні породи, дефекти сушіння, торцеві тріщини, причини виникнення, вплив режимних факторів, рекомендації із запобігання.*

Значна частина пиломатеріалів і заготовок твердих листяних порід, що виробляються в Україні, експортується в країни ЄС у вигляді сирих чорнових заготовок. Це здебільшого пояснюється неякісним сушінням деревини твердих листяних порід на вітчизняних підприємствах. Під якісним сушінням деревини слід розуміти як дотримання показників якості, що регламентуються нормативами камерного сушіння пиломатеріалів, так і відсутність дефектів у вигляді розтріскування та жолоблення пиломатеріалів. Запобігання їх появі під час сушіння дає змогу значно зменшити припуски на механічну обробку заготовок і скоротити втрати сухої деревини у вигляді жолоблених дощок та

торцевих відрізків. При сушінні деревини твердих листяних порід одним з основних дефектів є торцеве розтріскування. Втрати деревини в такому випадку настільки значні, що недотримання заходів із захисту торців приводить до значних матеріальних збитків. Тому вивчення умов виникнення і виявлення впливу різних факторів на величину торцевого розтріскування, поряд з розробкою методів запобігання цього дефекту сушіння, є актуальним питанням технології сушіння деревини.

Мета дослідження. Вивчити причини і закономірності торцевого розтріскування пиломатеріалів і заготовок твердих листяних порід під час їх сушіння.

Матеріали і методика досліджень. Відомо, що торцеві тріщини виникають раніше за інші дефекти сушіння, причому вони утворюються практично при всіх режимах сушіння. Дрібні тріщини, що виникли на початку процесу, розширюються й поглиблюються при продовженні процесу без зміни режиму. У разі зменшення напружень у поверхневій зоні торця зростання тріщин призупиняється і в другій стадії процесу вони по ширині закриваються і стають непомітними. Однак якщо тріщина за довжиною стає більшою за величину припуску заготовки на механічну обробку, під час подальшої експлуатації виробу міцність його знижується, що особливо небезпечно у випадку використання заготовок з таким дефектом для шипових з'єднань.

Результати досліджень. Поява торцевих тріщин звичайно пояснюється інтенсивнішим сушінням торцевої зони порівняно з внутрішньою зоною сортименту, тобто нерівномірністю поля вологості у поздовжньому напрямку [1]. Це зумовлюється тим, що вологопровідність деревини вздовж волокон вища, ніж у поперечному напрямку. Як показали аналітичні дослідження поля вологості в період виникнення торцевих тріщин, градієнти кривих вологості в поздовжньому напрямку менші за відповідні величини у поперечному напрямку (рис. 1). Це дає можливість припустити, що в першу чергу, при інших рівних умовах, повинна порушитися цілісність деревини у пласті. Оскільки різні умови вологообміну в зоні торця і пласті незначно впливають на розподіл

поля вологості, особливості масообміну торцевої ділянки не викривають причин першочергового розтріскування торцевих поверхонь пиломатеріалів.

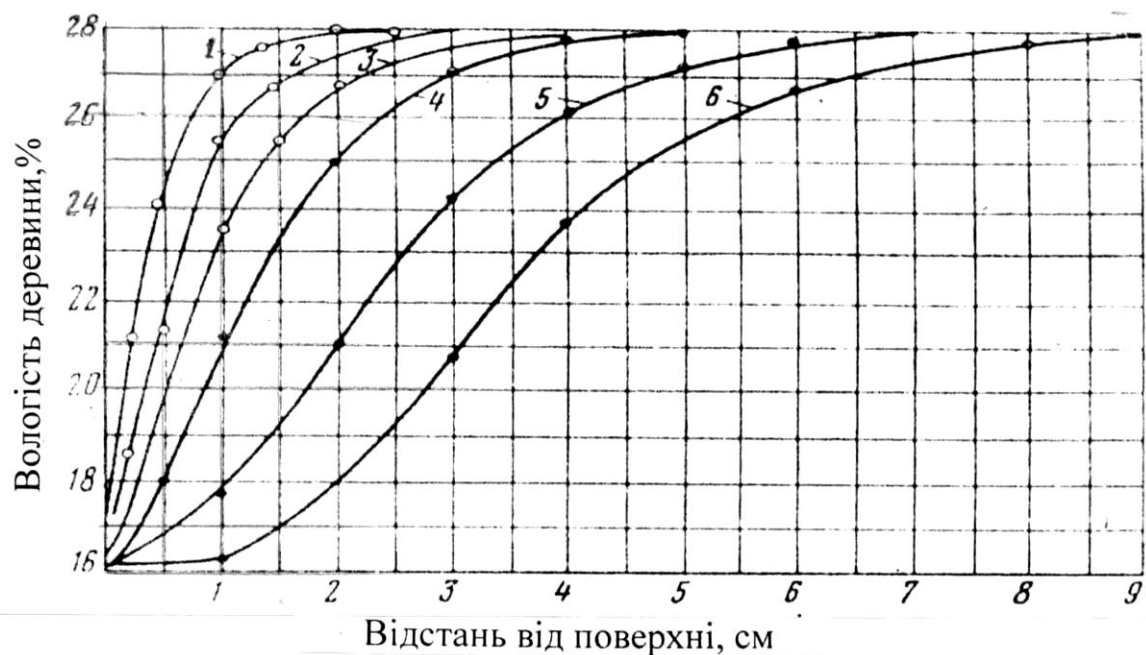


Рис. 1. Розподіл поля вологості в деревині дуба на початковій стадії сушіння ($t_c = 57^\circ\text{C}$; $t_m = 54^\circ\text{C}$):

1, 2, 3 – поперечний напрямок; 4, 5, 6 – поздовжній напрямок;
1, 4 – 10 г; 2, 5 – 24 г; 3, 6 – 48 г.

Величини внутрішніх напружень у поверхневій зоні торця, розраховані за відомою методикою для одноосного напруженого стану [2] експериментально не підтвердилися. За результатами дослідного сушіння, цілісність деревини у торця зберігається тільки тоді, коли режимні параметри середовища знаходяться в області ступеня насиченості сушильного агента близької до одиниці.

Відомо, що достовірність розрахунку напружень залежить, в основному, від достовірності визначення модулів пружності та залишкових деформацій. Значить, невідповідність розрахункових та експериментальних даних зумовлюється недостовірністю прийнятих модулів пружності, що може бути пояснено різним характером деформацій деревини у поверхневих зонах пластів і торця. Якщо в поверхневих зонах пластів волокна деформуються поперечно по відношенню одне до одного, то в поверхневій зоні торця, крім поперечних, маємо деформацію згинання волокон із значно більшим модулем пружності.

Такі деформації згинання викликають збільшення напружень у поверхневих шарах торця, тому їх можна вважати за основну причину розриву деревини у торцевих поверхнях.

Аналіз розвитку напружень у поверхневих зонах сортименту свідчить, що підвищення інтенсивності сушіння в поздовжньому напрямку призводить до того, що напруження розтягу у поверхневій зоні торця виникають та досягають максимальної величини раніше, ніж у поверхневих зонах пласті. Отже, у початковій стадії процесу сушіння режим необхідно визначати, виходячи з цілісності деревини у торців. З урахуванням встановлених у стандартах припущах на торцювання, можливо допустити зниження цілісності деревини в межах цих припущів [3].

Для визначення оптимальних режимних параметрів першого ступеня режимів сушіння, що допускають таке зниження цілісності деревини у торців, були проведені дослідження по методу повного факторного експерименту. За основну величину, що характеризує торцеве розтріскування, була прийнята глибина тріщин, а як змінні вибрано три фактори: температура, психрометрична різниця і товщина пиломатеріалів. Змінні фактори варіювали у наступних діапазонах: $40^{\circ} \leq t_m \leq 67^{\circ}C$; $2^{\circ} \leq \Delta t \leq 5^{\circ}$; $25\text{ мм} \leq S \leq 60\text{ мм}$.

Експериментальні дослідження проводили на дубових і букових пиломатеріалах тангенціального розпилювання товщиною 25 та 60 мм, шириною 100 мм, довжиною 1000 мм. Сушіння здійснювали за постійним режимом до повної стабілізації розмірів торцевих тріщин. Розміри тріщин вимірювали щупом, а їх кінцеву величину визначали в кінці процесу сушіння на поверхні перерізу зразка, просоченого перед розкромом розчином фарби.

У результаті проведених експериментальних досліджень та їх математичної обробки були отримані рівняння регресії, що виражають залежність глибини тріщин від трьох факторів в діапазоні їх варіювання. Ці рівняння мають вигляд:

Для дубових заготовок:

$$Z_{\text{од}} = -45,53 + 11,42\Delta t + 0,102 S + 0,258 t_i + 0,082 \Delta t \cdot S - 0,05 \Delta t \cdot t_i - 0,012 S \cdot t_i - 0,00306 S \cdot t \cdot t_i$$

Для букових заготовок:

$$Z_{\text{од}} = -64,83 + 15,13\Delta t + 0,83S + 0,73t_i + 0,078\Delta t \cdot S - 0,16\Delta t \cdot t_i - 0,0053 S \cdot t_i - 0,00106 S \cdot t \cdot t_i$$

Графічна інтерпретація отриманих залежностей представлена на рис. 2.

Характерним для наведених графіків є зростання в області малих значень психрометричної різниці із збільшенням температури мокрого термометра глибини тріщин, тоді як в області максимальних значень психрометричної різниці ця залежність протилежна. Зміну характеру розвитку тріщин можливо пояснити впливом залишкових деформацій, що виникають у внутрішній зоні торцевої ділянки, яка затримує розвиток торцевих тріщин. За подібними кривими, отриманими для різної товщини пиломатеріалів, побудовані діаграми оптимальних параметрів сушильного агента (рис. 3), на основі яких були визначені параметри сушильного агента на першому ступені процесу сушіння (табл.).

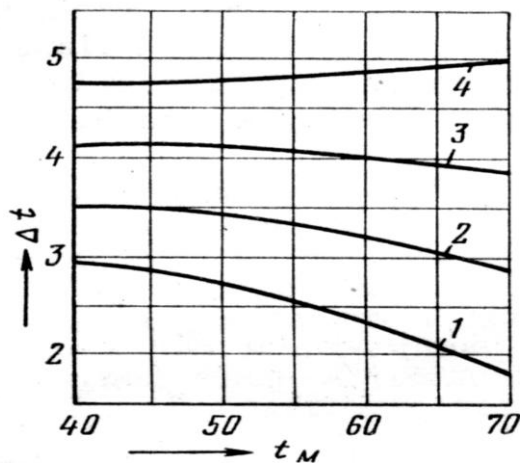


Рис. 2. Залежність глибини розтріскування від режимних параметрів процесу сушіння дубових заготовок товщиною 25 мм:

криві відображають глибину тріщин 1 – 5 мм; 2 – 10 мм; 3 – 15 мм; 4 – 20 мм.

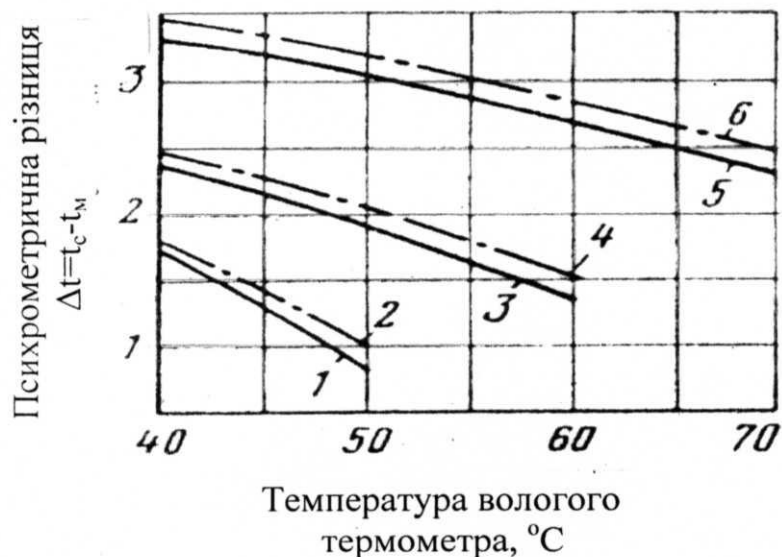


Рис. 3. Діаграма оптимальних режимних параметрів початкової стадії процесу сушіння з урахуванням збереження цілісності деревини в зоні торця:
 1, 3, 5 – дуб; 2, 4, 6 – бук; криві відображають товщину заготовок 1, 2 – 50 мм;
 3, 4 – 40 мм; 5, 6 – 25 мм.

Перехідна вологість деревини при переході з першого на другий ступінь режиму повинна відповідати вологості, при якій настає стабілізація розмірів торцевих тріщин. З дослідів вона визначена на рівні 37–45 % середньої вологості деревини. Таким чином, режими сушіння, що зумовлюють збереження цілісності деревини у торців, мають додатковий ступінь режиму, побудований з урахуванням напружень, що виникають в торцевих ділянках пиломатеріалів і регламентують проведення процесу сушіння до середньої вологості деревини, рівної 40 %. Наступні ступені режимів відповідають стандартним режимам сушіння [4].

Режимні параметри першого ступеня режиму сушіння

Товщина заготовки, мм	Дубові заготовки		Букові заготовки	
	t_c	t_m	t_c	t_m
25	61	58	66	63
40	62	60	62	60
50	54	53	55	54

При сушінні дубових і букових пиломатеріалів, довжина і ширина яких перевищує відповідно 1500 мм і 150 мм, у зв'язку зі збільшенням припусків на обробку, додаткове коригування режимів не потрібне. Отримані режимні

параметри першого ступеня процесу сушіння раціонально застосовувати в камерах з інтенсивністю циркуляції сушильного агента не менше 1,5–2 м/с, що забезпечує незначний перепад температур за об'ємом штабеля. У випадку зниження режимного ступеня насиченості середовища на вході в штабель рекомендується, для її підвищення в зоні торців, при сушінні заготовок вкладати їх одну до одної впритул. Над місцем стику торців встановлюють перекладки. Відкриті торці, що виходять на зовнішню поверхню штабеля, захищають від розтріскування вологозахисними покриттями.

Висновки. Нерівномірність поля вологості вздовж довжини пиломатеріалу зумовлює виникнення деформацій згину волокон, що становить основну причину розривів деревини в зоні торця пиломатеріалу.

Показано, що для сушіння пиломатеріалів та заготовок твердих листяних порід товщиною до 50 мм найраціональнішим способом запобігання торцевому розтріскуванню є застосування спеціальних режимів сушіння із зменшеною жорсткістю на першому ступені режиму.

Список літератури

1. Кречетов И.В. Сушка и защита древесины / Кречетов И.В. – М. : Лесн. пром-сть, 1997. – 326 с.
2. Серговский П.С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины / П.С. Серговский, А.И. Рассев. – М. : Лесн. пром-сть, 1987. – 359 с.
3. Пиломатериалы хвойных и лиственных пород. Режимы сушки в камерах периодического действия: ГОСТ 19773-84. [Введ. 1985-01-01]. – М. : Госстандарт СССР, 1985. – 14 с.
4. Детали из древесины и древесных материалов. Припуски на механическую обработку: ГОСТ 7307-85. [Введ. 1986-01-01]. – М. : Госстандарт СССР, 1985. – 7 с.

Доказано, что основной причиной возникновения торцовых трещин является особенный характер деформаций древесины в приторцовой зоне пиломатериалов. Проведены исследования режимов сушки пиломатериалов

твердых лиственных пород, предупреждающих торцовое растрескивание. Показано, что для определенной породы древесины наибольшее влияние на величину торцовых трещин имеют режимные параметры и размеры пиломатериалов. Степень влияния этих факторов определена на основании экспериментальных исследований, которые дали возможность установить оптимальные режимные параметры первой ступени режима сушки пиломатериалов толщиной 25–40 мм и разработать рекомендации по предупреждению этого дефекта сушки.

Ключевые слова: *пиломатериалы, заготовки, твердые лиственные породы, дефекты сушки, торцовые трещины, причины возникновения, влияние режимных факторов, рекомендации предупреждения.*

Proved that the special nature of deformation in the frontal zone of wood lumber – the main cause of face cracks. The research mode of drying of solid hardwood lumber, which prevent Mechanical cracking. Shown that for certain species of wood the greatest impact on the value of face cracks with operating conditions of drying and size of timber. The degree of influence of these factors based on the experimental research that helped find the optimal operating conditions first stage of drying regime lumber thickness 25–40 mm and develop recommendations to prevent this defect drying.

Keywords: *saw-timbers, bar blank, hard leafy breeds, defects of drying, cutoff cracks, reasons of origin, influence of regime factors, recommendations of warning.*