

2. Визначальний вплив на гідравлічний опір сепаратора має простір, який розміщений нижче від вихлопної труби.
3. Збільшення значення глибини занурення вихлопної труби циклона приводить до зростання його гідравлічного опору.
4. Ефективність процесу очищення повітря в разі зростання значення h_3 підвищується до певного значення, характерного для кожної окремої конструкції апарата, після чого починає знижуватися.

Характер залежності гідравлічного опору циклона від значень висоти циліндричної частини і глибини занурення вихлопної труби залежить від конструкції циклона і може бути як лінійним, так і квадратичним. Він не залежить від швидкості потоку повітря у вхідному патрубку, але залежить від висоти циліндричної частини апарата.

Література

1. Лютий Є.М. Моделювання руху частинки деревного пилу в циклонах з фільтрувальною зовнішньою стінкою / Є.М. Лютий, Л.О. Тисовський, А.В. Ляшеник // *Машинознавство* – Львів : Вид-во "Проба-Р", 2005. – № 8. – С. 42-44.
2. Побудова математичної моделі для задачі про рух повітря в циклоні / Л.О. Тисовський, Л.М. Дорундяк, А.В. Ляшеник та ін. // *Всеукраїнський науково-технічний журнал ПГІП* 2 (28), 2010. – С. 57-62.
3. Циклони в деревообробній промисловості : монографія / Є.М. Лютий, Л.О. Тисовський, Ю.Р. Дадак, А.В. Ляшеник. – Львів : Редакція журналу "Український пасічник", 2009. – 148 с.
4. Банит М.И. Пылеулавливание и очистка газов в промышленности строительных материалов / М.И. Банит, А.Д. Мальгин. – М. : Изд-во "Стройиздат", 1979. – 351 с.
5. Пирумов А.И. Обеспыливание воздуха / А.И. Пирумов. – М. : Изд-во "Стройиздат", 1981. – 296 с.
6. Ter Linden A. Investigation into cyclone Dust Collectors / A. Ter Linden // *Proc. Inst. Mech. Eng.*, 1949. – P. 160-233.

Ляшеник А.В., Тисовський Л.О., Дорундяк Л.М., Дадак Ю.Р. Влияние высоты цилиндрической части и глубины погружения выхлопной трубы на характеристики циклона

Исследовано влияние геометрических размеров цилиндрической части циклона и глубины погружения выхлопной трубы на основные эксплуатационные характеристики аппарата на основе теоретических и экспериментальных исследований. Сравнены полученные результаты с известными теориями пыловловления.

Lyashenyk A.V., Tysovskyy L.O., Dorundyak L.M., Dadak Yu.R. About influence of height of cylinder part and depth of immersion of an exhaust pipe on descriptions of cyclone

The basis of theoretical and experimental research of influence of geometric dimensions of the cylindrical cyclone and depth of immersion to the main exhaust pipe performance vehicle described in this paper. Comparison of results with known theories of dust collecting are shown in this paper.

УДК 674.048

*Доц. Ю.М. Губер, канд. техн. наук; асист. Ж.Я. Гуменюк;
інж. В.В. Стародуб – НЛТУ України, м. Львів*

ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗМІНИ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕРЕВИНИ АКАЦІЇ В ПРОЦЕСІ ПРОПАРЮВАННЯ

Наведено методику та результати експериментальних досліджень зміни фізико-механічних властивостей деревини акації в процесі пропарювання. Отримано мате-

матичні та графічні залежності зміни фізико-механічних властивостей деревини акації від тривалості процесу пропарювання.

Вступ. До 1950-х років на деревообробних підприємствах деревину піддавали тільки процесу сушіння. Але на цей момент вже було відомо, що найпростіший спосіб зменшення вологості і екстрагування деяких речовин, які містяться в клітинах деревини, полягав у пропарюванні деревини. Дослідники, які працювали в галузі деревообробки країн СНД, вивчали здебільшого зміну деяких механічних властивостей деревини після сушіння. Вплив теплового оброблення (пропарювання) на фізико-механічні властивості деревини більш докладно вивчали зарубіжні вчені. Це зокрема роботи Б. Гонета [1], С. Николова, А. Райчева та Н. Делінські [2, 3] та інших вчених. Наприклад, E і L. Plath [4] досліджували морфологічні зміни в деревині під час пропарювання. Потрібно зазначити, що хімічні зміни, які відбуваються в деревині під час пропарювання є дуже складними і потребують окремого дослідження.

Технологічною метою оброблення деревини парою є: надання особливих властивостей (зміна характеристик кольору); знищення комах і грибів; полегшення деяких операцій трансформації (згинання деревинних матеріалів, лущення та стругання). Більша частина деревини, яка обробляється парою, експортується в країни ЄС (у Німеччину, Швейцарію, Італію), де попит на деревину певної кольорової гами набагато більший, ніж в Україні. Підприємства проводять пропарювання деревини здебільшого з метою зміни забарвлення деревини та вирівнювання кольору за об'ємом пиломатеріалів із збереженням її екологічності. Таку деревину широко використовують у виробництві меблів та паркету.

Інтенсивність забарвлення залежить від заданої температури і тривалості пропарювання. Так, наприклад, для деревини акації колір може змінюватися від зеленувато-жовтого, зеленувато-сірого або зеленувато-бурого до темно-коричневого, внаслідок чого забарвлення стає більш рівномірним. Однією із причин пропарювання деревини є отримання подібності зовнішнього вигляду продукції, тобто можливість використовувати недорогі породи, як замітники більш цінних порід. Сьогодні деревина акації, оброблена парою, може стати заміником черешні та низки екзотичних порід.

Однак, відомо, що тривала дія високих температур призводить до зменшення міцності деревини і такі показники варто враховувати у подальшому використанні таких пиломатеріалів.

Мета досліджень. Метою цих експериментальних досліджень є встановлення закономірностей впливу тривалості процесу пропарювання на низку фізико-механічних властивостей деревини акації.

Експериментальна установка та підготовка зразків для проведення процесу пропарювання деревини акації. Експериментальні дослідження процесу пропарювання деревини акації проводили у виробничих умовах ТзОВ "МЛ" (м. Кривий Ріг). На цьому підприємстві використано установку для пропарювання, розроблену авторами, це металевий автоклав довжиною 6 м, і діаметром 2,2 м (рис. 1, 2).

Технологічний процес пропарювання розпочинали із завантаження автоклаву. В автоклав завантажували деревину, сформовану у штабель, в якому

заготовки укладали без шпаций на прокладках. Деревина акації була свіжо-розпиляною і мала початкову вологість більше ніж 30 %, що забезпечувало інтенсивну зміну кольору деревини.



Рис. 1. Промислова установка для пропарювання деревини



Рис. 2. Паровий котел в складі установки для пропарювання деревини

Після завантаження автоклаву кришку герметично закривали і подавали пару в середину автоклаву. Пара розподілялася рівномірно за об'ємом автоклаву за допомогою парових труб, на яких розміщено отвори для виходу пари з кроком 150 мм. Для отримання пари використано паровий котел марки РИ-5М-1 з продуктивністю 200 кг пари/год, тиском 4 бари і температурою насиченої пари до 140 °С. Як паливо в котельній установці використано деревні відходи, а саме стружку та тирсу. У цій установці також вимірювали температуру та тиск пари. Технологічний процес пропарювання проходив в автоматичному режимі. Керування процесом пропарювання здійснювали за допомогою пульта керування, який знаходився в приміщенні котельні. До системи керування було підключено комп'ютер для запису та зберігання інформації про хід технологічного процесу.

У процесі проведення експериментів використовували заготовки деревини акації довжиною 300 мм, шириною 90 мм і товщиною 25 мм. Заготовки випилювалися із сировини однієї партії з метою забезпечення наближено однакової вологості у всіх зразках.

Пропарювання деревини акації у виробничих умовах здійснювали за температури 100 °С протягом 192 год. Кожні 24 год процесу пропарювання виймали партію заготовок кількістю 50 шт., на яких надалі проводили визначення міцнісних характеристик. Після проведення процесу пропарювання заготовки висувували до вологості 12 % та розпилювали на дослідні зразки.

Методика проведення експериментальних досліджень з визначення міцності деревини на статичне згинання впоперек волокон. Випробування проводили відповідно до стандарту ГОСТ 16483.3-84 на зразках у формі брусків квадратного перерізу 20×20 мм і довжиною 300 мм. Розміщення річних шарів було паралельним одній парі площин. Зразки вимірювали по середині довжини за допомогою штангенциркуля з точністю до 0,1 мм. Ширину зразка b вимірювали за радіальним напрямком, а висоту h за тангенціальним напрямком, при цьому b і h зазначали на заготовці.

Для експерименту було вибрано триточкову схему випробування. Зразок клали симетрично на дві опори так, щоб зусилля було спрямоване по до-

тичний до річних кілець. Навантаження подавали згори через ніж з радіусом заокруглення крайки 30 мм (рис. 3).

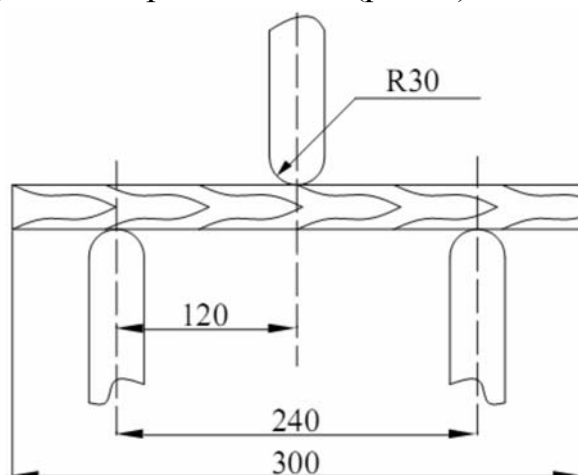


Рис. 3. Схема випробовування деревини на статичне згинання впоперек волокон

Випробування проводили до повного руйнування зразка, тобто до часу, коли навантаження буде максимальним. Міцність на статичне згинання впоперек волокон визначали за формулою

$$\sigma = \frac{3 \cdot P_{\max} \cdot l}{2 \cdot b \cdot h^2}, \quad (1)$$

де: $P_{\max}$ – максимальне навантаження, Н; b – ширина зразка, мм; h – висота зразка, мм; l – відстань між опорами, мм. Результати дослідження міцності пропареної деревини акації на статичне згинання впоперек волокон наведено у табл. 1.

Табл. 1. Середні значення результатів дослідження міцності пропареної деревини акації на статичне згинання впоперек волокон

Час пропарювання, год	σ , МПа
0	168,6
24	167,7
48	160,0
72	156,7
96	157,6
120	148,8
144	135,6
168	135,6
192	119,3

На рис. 4 представлено експериментальні дані міцності пропареної деревини акації на статичне згинання впоперек волокон.

Методика проведення експериментальних досліджень з визначення величини ударної в'язкості деревини. Випробування проводили відповідно до стандарту ГОСТ 16483.4-73 на зразках у формі брусків квадратного перерізу 20×20 мм і довжиною 300 мм. Зразки вимірювали по середині довжини за допомогою штангенциркуля з точністю до 0,1 мм. Ширину зразка b вимірювали за радіальним напрямком, а висоту h за тангенціальним напрямком. Випробування зразків проводили на маятниковому молоті марки МК-10, запас енергії якого становить 100 Дж. Зразок розташовували у нижній частині молота на опорах таким чином, щоб удар головки маятника був спрямований впоперек волокон по дотичній до річних кілець (рис. 5).

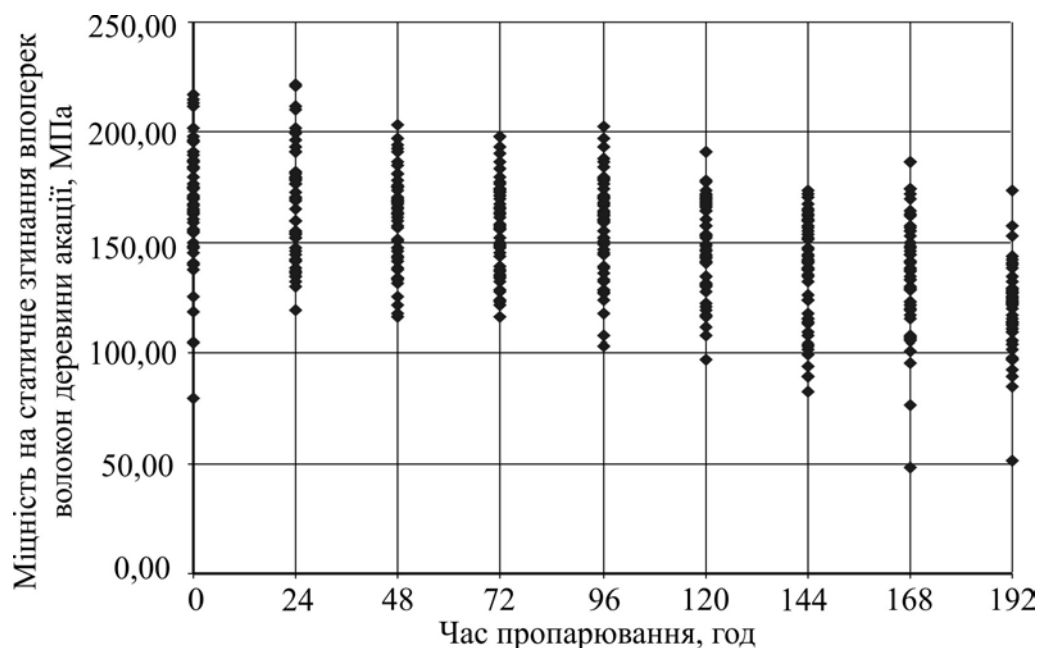


Рис. 4. Експериментальні дані міцності пропареної деревини акації на статичне згинання впоперек волокон

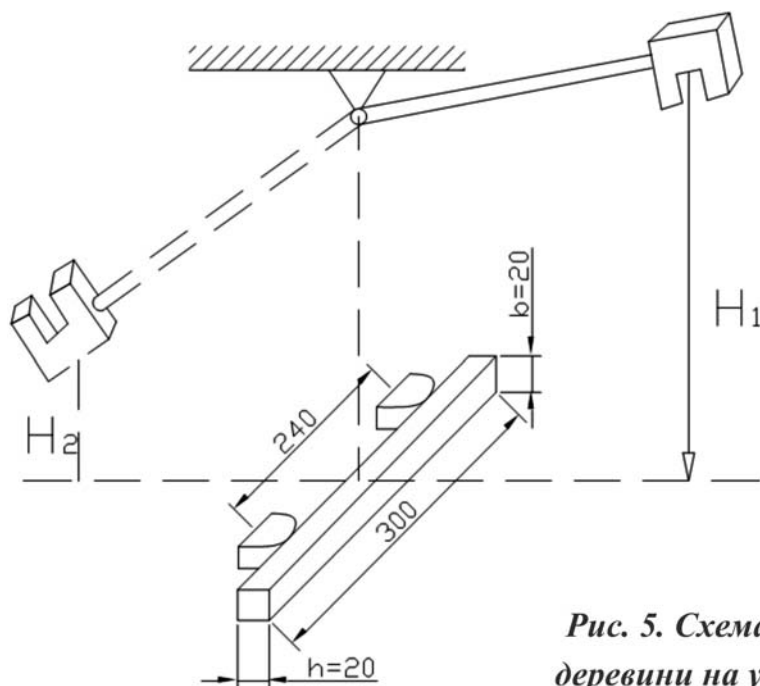


Рис. 5. Схема випробування деревини на ударну в'язкість

Після удару за шкалою маятникового молота відраховували роботу, поглинуту зразком під час його руйнування. Ударну в'язкість обчислювали за формулою

$$A = \frac{L}{b \cdot h}, \quad (2)$$

де: L – робота, виконана під час руйнування зразка деревини, Дж; b – ширина зразка, см; h – висота зразка, см. Результати дослідження ударної в'язкості пропареної деревини акації зведено у табл. 2.

На рис. 6 представлено експериментальні дані ударної в'язкості пропареної деревини акації.

Табл. 2. Середні значення результатів дослідження ударної в'язкості пропареної деревини акації

Час пропарювання, год	$A, \text{Дж/см}^2$
1	2
0	24,01
24	167,7
48	25,55
72	27,56
96	29,35
120	29,80
144	30,63
168	31,37
192	32,57

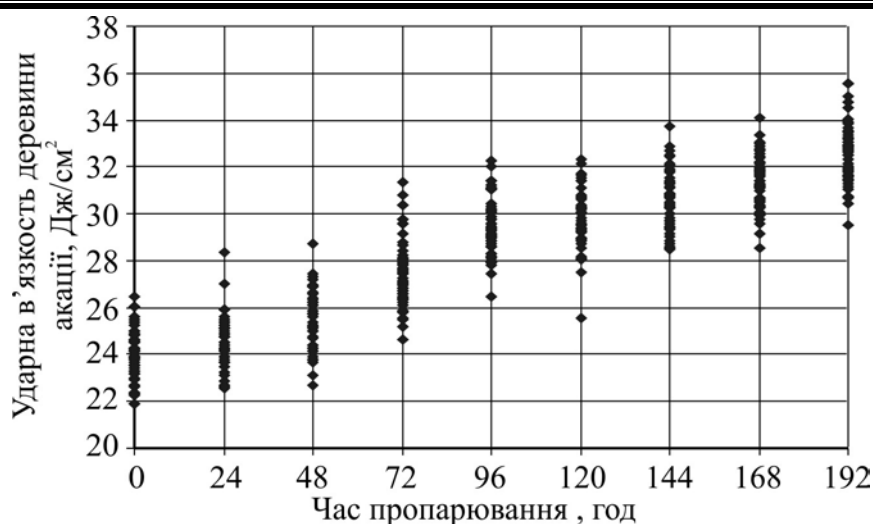


Рис. 6. Експериментальні дані ударної в'язкості пропареної деревини акації

Методика проведення експериментальних досліджень з визначення твердості деревини за методом Роквелла. Статичну твердість деревини визначали на зразках розміром $25 \times 50 \times 50$ мм. Випробування проводили шляхом вдавлювання сталевго пуансона, у вигляді конуса з кутом загострення при вершині 120° , в тангенціальну поверхню (рис. 7).

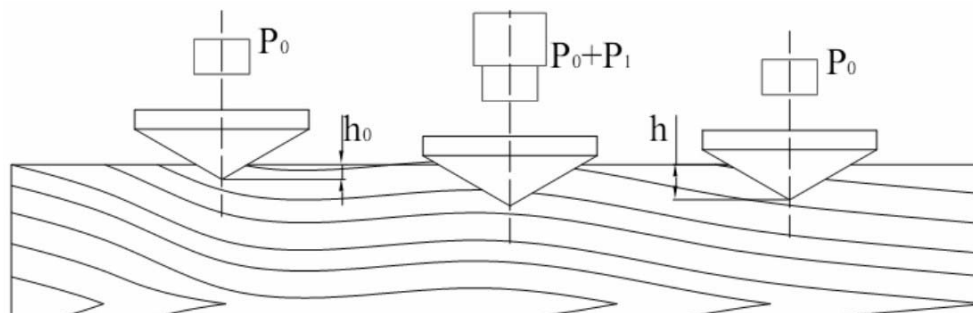


Рис. 7. Схема проведення вимірювання твердості за методом Роквелла

Пуансон вдавлювали в тангенціальну поверхню. У цей же момент за шкалою твердоміра типу ТШ (рис. 8) визначали твердість матеріалу. Середні значення статичної твердості пропареної акації зведено у табл. 3.



Рис. 8. Твердомір типу ТШ

Табл. 3. Середні значення результатів дослідження статичної твердості пропареної деревини акації на тангенціальній площині

Час пропарювання, год	Твердість деревини, в одиницях шкали приладу
0	66
24	66,4
48	64,62
72	57,5
96	53,86
120	54,26
144	54,86
168	51,58
192	50,06

На рис. 9 представлено експериментальні дані статичної твердості пропареної деревини акації.

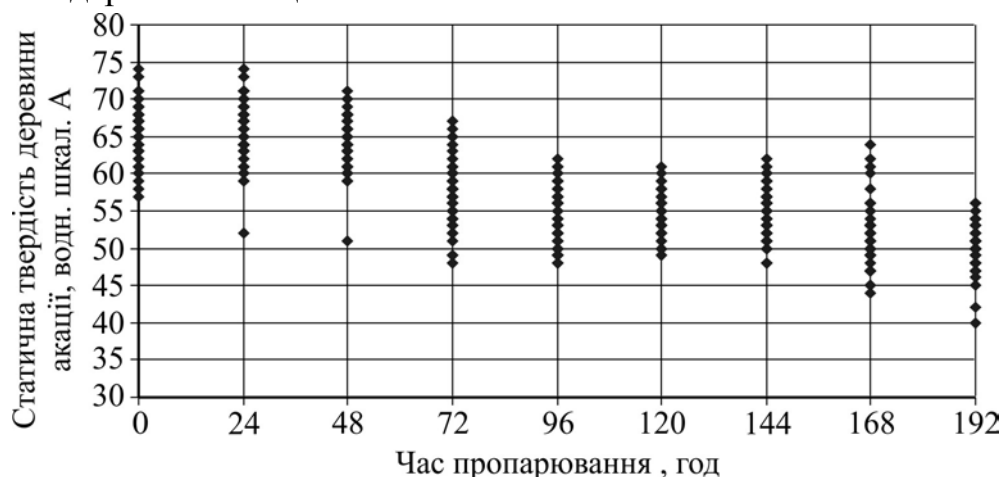


Рис. 9. Експериментальні дані статичної твердості пропареної деревини акації

Результати математичного оброблення експериментальних значень міцнісних характеристик деревини акації в процесі пропарювання. За результатами проведеної математичного оброблення даних отримано такі залежності:

- міцність на згинання впоперек волокон: $\sigma = 173,32 - 0,243\tau$ МПа;
- ударна в'язкість: $A = 0,0464 \tau + 23,929$ Дж/см²;
- статична твердість: $H = 66,412 - 0,0905 \tau$ в одн. шкал. А, де τ – тривалість пропарювання деревини акації за температури 100 °С, год

Висновки:

1. Змінною величиною під час проведення експерименту прийнято тривалість пропарювання. Вихідними величинами є значення міцнісних характеристик деревини акації, а саме міцність на статичне згинання впоперек волокон, ударна в'язкість, статична твердість в тангенціальному напрямку.
2. Збільшення тривалості пропарювання зменшує міцність на статичне згинання деревини акації. Максимальне значення міцності спостерігається у непропарених заготовках, а мінімальне – у заготовках, які пропарювалися 192 год. Зменшення міцності на статичне згинання у кінці процесу становить 29 % (з 168 МПа до 119 Мпа).

3. Збільшення тривалості пропарювання збільшує ударну в'язкість деревини акації. Максимальне значення міцності спостерігається у заготовках, які пропарювалися 192 год, а мінімальне – у заготовках, які не пропарювали. Збільшення ударної в'язкості у кінці процесу становить 35 % (з 24,01 Дж/см² до 32,57 Дж/см²).
4. Збільшення тривалості пропарювання зменшує статичну твердість в тангенціальному напрямку деревини акації. Максимальне значення твердості спостерігається у непропарених заготовках, а мінімальне – у заготовках, які пропарювали 192 год. Зменшення статичної твердості у кінці процесу становить 24 % (з 66 в одн. шкал. А до 50,26 в одн. шкал. А).
5. За результатами проведеної математичного оброблення отримано такі залежності міцнісних характеристик від тривалості пропарювання деревини акації за температури 100°C:
 - $\sigma = 173,32 - 0,243 \tau$, МПа;
 - $A = 0,0464 \tau + 23,929$, Дж/см²;
 - $H = 66,412 - 0,0905 \tau$, в одн. шкал. А, де τ – тривалість пропарювання деревини акації за температури 100°C, год.
6. Оскільки пропарені заготовки деревини акації використовують для виготовлення паркету, важливим є збереження їх хороших фізико-механічних властивостей. Порівнявши отримані показники після процесу пропарювання акації з показниками деревини дуба, яка не проходила теплового оброблення, виявлено, що вони залишаються вищими. Міцність на статичне згинання впоперек волокон непропарених заготовок дуба становить від 108 МПа до 68 МПа, а середнє значення міцності на статичне згинання акації, яка пройшла процес пропарювання становить 119 МПа, що є істотно вищим від показників дуба. Середній показник ударної в'язкості пропареної акації 35 Дж/см², а показники дуба – 69-79 Дж/см². Твердість деревини дуба поступається твердості пропареної деревини акації. Отже, пропарена деревина акації може ефективно використовуватися в паркетному виробництві, оскільки після пропарювання вона набуває відповідні колірні характеристики і при цьому зберігає свої фізико-механічні властивості.

Література

1. **Gonet B.** Der Einfluss des Dampfens auf die Eigenschaften von Rotbuchenholz / B. Gonet. – Holztechnologie, 1973. – № 2.
2. **Николов С.** Влияние на пропарването върху плътността и твърдостта на буковата и смърчовата дървесина / С. Николов, Н. Делински, В. Паулов // Дървообр. и мебелна пром., 1981. – № 2.
3. **Николов С.** Изменение на дървесината при пропарване / С. Николов, Н. Делински. – София : Вид-во "Техника", 1985. – 174 с.
4. **Plath E.** Dampfen von Rundholz / E. Plath, L. Plath. 1. Mitt.: Papier-chromatografische Untersuchungen über das Dampfen von Rotbuche. – Holz als Roh- und Werkstoff, 1957. – № 2.
5. **Вінтонів І.С.** Деревинознавство : навч. посібн. – Вид. 2-ге, [доповн.] / І.С. Вінтонів, І.М. Сопушинський, А. Тайшінгер. – Львів : Вид-во "Апріорі", 2007. – 321 с.
6. **ГОСТ 16483.3-84 (СТ СЭВ 390-76).** Древесина. Метод определения предела прочности при статическом изгибе. Статус: действует. Текст документа: присутствует. – М. : Государственный комитет СССР по стандартам. – 7 с.
7. **ГОСТ 16483.4-73 от 01.07.1984** (текст интегрирован в текст или описание стандарта). Другие ГОСТы. ГОСТ 16483.6-80. Древесина. Метод отбора модельных деревьев и кряжей для определения физико-механических свойств древесины насаждений. – М. : Государственный комитет СССР по стандартам. – 6 с.

Губер Ю.М., Гуменюк Ж.Я., Стародуб В.В. Закономерности изменения физико-механических свойств древесины акации в процессе пропаривания

Приведены методика и результаты экспериментальных исследований изменения физико-механических свойств древесины акации в процессе пропаривания. Получены математические и графические зависимости изменения физико-механических свойств древесины акации от длительности процесса пропаривания.

Huber Yu.M., Humenyuk Zh.Ya., Starodub V.V. Regularities of physical-mechanical change of robinia pseudoacacia wood properties in the steaming process

Methodology and results of experimental investigations of physical-mechanical change of Robinia pseudoacacia wood in the steaming process are provided. Mathematical and graphic dependences of physical-mathematical properties change of Robinia pseudoacacia wood of the steaming process duration are received.

УДК 674.053:621.92.001.53

Доц. Ю.І. Озимок, канд. техн. наук –
НЛТУ України, м. Львів

**МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ
ОХОЛОДЖЕННЯ НОЖА ПІД ЧАС ЗАГОСТРЕННЯ**

Запропоновано методику дослідження продуктивності охолодження ножа під час загострення багаточашковим абразивним інструментом. Результати дослідження показали ефективність загострення дереворізальних ножів цим інструментом без водяного охолодження.

Ключові слова: ніж, абразивний інструмент, круг, охолодження, повітряний потік, анемометр, загострення.

Високоякісне загострення дереворізальних ножів залежить від режимних факторів процесу загострення. Вони повинні забезпечити задані кутові параметри різальних поверхонь, необхідну гостроту леза та відсутність заворотів, завусениць, шліфувальних тріщин, вищербин та інших дефектів.

Одним із важливих факторів процесу загострювання ножів є охолодження. Під час цієї технологічної операції в зону шліфування необхідно подавати мастильно-охолоджувальну рідину (МОР). Це призводить до ускладнення конструкції ножезагострювального верстата, збільшує витрату абразивних кругів і т. ін.

Дослідження інтенсивності повітряного потоку під час загострювання ножа здійснювали суцільним абразивним кругом та багаточашковим абразивним інструментом (рис. 1) [1].

Заміри величини тиску і продуктивності мережі виконували на ділянках з розміщенням мірних перерізів на відстані не менше шести гідравлічних діаметрів за місцем збурення потоку і не менше двох гідравлічних радіусів перед ним. Поперечний переріз повітропроводу, в якому проводяться вимірювання швидкості, розбивається на рівновеликі кільця, і вимірювання проводяться по двох взаємно перпендикулярних діаметрах у чотирьох точках кожного кільця (рис. 2).