

¹*І.П. Кравець*, канд. техн. наук, доцент, ¹*А.П. Кушнір*, канд. техн. наук, доцент, ²*Л.І. Кравець*
(¹Львівський державний університет безпеки життєдіяльності),
(²Навчально-методичний центр ЦЗ та БЖД, Львівська область)

ПОКРАЩЕННЯ ПРОСОЧУВАННЯ ДЕРЕВ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ ВОГНЕЗАХИСНИМИ ПОКРИТТЯМИ МЕТОДОМ ЇХ ТЕПЛОВОЛОГООБРОБКИ

Показано залежність між тепловим обробленням деревини і просочуванням її вогнезахисними засобами. Проведені дослідження дозволили визначити вплив теплового оброблення на динаміку зміни фізико-механічних властивостей деревини: внаслідок пропарювання збільшується вологопровідність деревини і тим самим покращується просочування її антипіренами. В результаті математичного оброблення та аналізу результатів експериментальних досліджень під час початкової стадії пропарювання зразків дерев'яних конструкцій отримано залежність тривалості нагрівання від товщини та від вологості дерев'яних заготовок, що дає можливість підібрати оптимальний режим пропарювання не погіршуючи фізико-механічні властивості деревини.

Ключові слова: вогнезахисні покриття, антипірени, теплове оброблення, пропарювання, вологопровідність.

І.П. Кравець, А.П. Кушнір, Л.І. Кравець

УЛУЧШЕНИЕ ПРОПИТКИ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОГНЕЗАЩИТНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ МЕТОДОМ ИХ ТЕПЛОВЛАГООБРАБОТКИ

Показана зависимость между тепловой обработкой древесины и просачиванием ее огнезащитными средствами. Проведенные исследования дали возможность определить влияние тепловой обработки на динамику изменения физико-механических свойств древесины: вследствие пропаривания увеличивается влагопроводность древесины и тем самым улучшается просачивание ее антипиренами. В результате математической обработки и анализа результатов экспериментальных исследований во время начальной стадии пропаривания образцов деревянных конструкций получено зависимость длительности нагревания от толщины и от влажности деревянных заготовок, что дает возможность подобрать оптимальный режим пропаривания не ухудшая физико-механические свойства древесины.

Ключевые слова: огнезащитные покрытия, антипирены, тепловая обработка, пропаривание, влагопроводимость.

I. Kravets, A. Kushnir, L. Kravets

IMPROVING THE IMPREGNATION OF WOODEN STRUCTURES BY FIRE PROTECTIVE COATINGS THROUGH THERMOMOIST PROCESSING

The paper shows the relationship between the heat processing and impregnation of wood by fire protective coatings. Conducted research studies have allowed to determine the effect of heat processing on the dynamics of physical and mechanical properties of wood: steaming results in higher hydraulic conductivity of wood, thus improving its impregnation by fire-retardant agents. As a result of mathematical processing and experimental results analysis during the initial stages of wooden structures steaming, there has been obtained the dependence of heating duration on the thickness and moisture content of wood pieces, which makes it possible to select the optimal mode of steaming without lowering the quality of physical and mechanical properties of wood.

Keywords: fireproof coverages, antipireni, thermal treatment, steaming thoroughly, moistly conductivity.

Постановка проблеми. Із року в рік збільшується попит на вироби з деревини, частіше будуються дерев'яні споруди та використовуються дерев'яні конструкції. Все це призводить до збільшення кількості горючого матеріалу, а отже до збільшення ймовірності зростання кількості пожеж. Не рідко пожежі, які виникають з цієї причини, набувають великих розмірів і завдають значних збитків. Для запобігання пожежам проводять ряд профілактичних заходів, одним з яких є вогнезахист дерев'яних конструкцій, завдяки чому перешкоджається доступу кисню до поверхні деревини і цим самим підвищується її вогнетривкість. Одним з найпростіших засобів вогнезахисту деревини є просочування її антипіренами. Просочування, в значній мірі, залежить від вологопровідності деревини: збільшується вологопровідність – покращується просочування. Попередня теплова обробка деревини покращує її вологопровідність, а отже і просочування вогнезахисними засобами.

Аналіз останніх досліджень. Дослідження, проведені науковцями, допомогли визначити вплив теплової обробки на динаміку зміни фізико-механічних властивостей деревини. Узагальнення отриманих результатів дало можливість вибрати такий вид теплової обробки як пропарювання. Саме воно найбільше сприяє покращенню фізико-механічних властивостей деревини, які необхідні для її подальшого вогнезахисту із збереженням якісних фізико-механічних показників, таких як запобігання втратам деревини при зберіганні і транспортуванні, вирівнювання забарвлення або надання деревині потрібного кольору, покращення міцності і пластичності, прискорення подальшого сушіння.

Вплив початкової вологості (вологовмісту – U , кг/кг) досліджено А.Райчевим [1] на букових пластинках товщиною 10 мм.

Аналіз результатів експериментальних досліджень вказує на складність зміни параметрів (температури деревини по об'єму) в період прогрівання та охолодження. Сам процес пропарювання є стабільним в часі і в просторі.

Розв'язок рівняння теплопровідності Фур'є отримано О.В. Ликовим [2] у вигляді функції

$$\theta = f\left(\frac{x}{R}; F_0; B_i\right). \quad (1)$$

Метою роботи є дослідження процесу теплової обробки деревини для покращення подальшого просочування її вогнезахисними засобами.

Виклад основного матеріалу. Пропарювання, як один з видів теплової обробки, збільшує вологопровідність деревини і тим самим покращує просочування її антипіренами.

Початкова стадія пропарювання полягає в прогріванні матеріалу. На динаміку прогрівання істотний вплив має тиск і температура середовища. Сповільнює прогрівання товщина матеріалу. Однак, вплив температури середовища на прогрівання приблизно в 1,4 раза менший, ніж вплив товщини матеріалу. Таким чином, збільшуючи тиск і температуру, можна інтенсифікувати процеси нагрівання деревини.

Значення температури в центрі сортименту можна визначити за емпіричними формулами [3]:

$$\text{– для товщини } S_1 = 32 \text{ мм} \quad t_x = t_0 + 18,45 \exp\left(\frac{\tau - \tau_0}{24}\right), \quad (2)$$

$$\text{– для товщини } S_1 = 65 \text{ мм} \quad t_x = t_0 + 18,45 \exp\left(\frac{\tau - \tau_0}{55}\right). \quad (3)$$

Провівши аналіз експериментальних даних при пропарюванні в пропарювальних барабанах та згрупувавши їх, отримаємо системи рівнянь:

$$1) \begin{cases} 15,60 = \ln b + \frac{200}{n} \\ 17,10 = \ln b + \frac{540}{n} \end{cases} \quad 2) \begin{cases} 14,84 = \ln b + \frac{300}{n} \\ 17,12 = \ln b + \frac{780}{n} \end{cases} \quad 3) \begin{cases} 12,90 = \ln b + \frac{200}{n} \\ 16,92 = \ln b + \frac{940}{n} \end{cases}$$

Розв'язавши ці рівняння та прийнявши, що:

$$b = \frac{1}{3}(b_1 + b_2 + b_3) = 22,3, \quad (4)$$

знайдемо значення (n):

$$n = 54,8\sqrt{S_1 - 22}. \quad (5)$$

Таким чином, знайдемо емпіричну залежність:

$$t_x = t_o + 22,3 \exp\left(\frac{\tau - \tau_o}{n}\right). \quad (6)$$

Узагальнивши дані, отримаємо рівняння динаміки зміни температури в центрі деревини при тиску $P = 0,02 \dots 0,05$ МПа:

$$t_x = t_o + 22,3 \exp\left(\frac{\tau - \tau_o}{n}\right) \quad (7)$$

при значенні $n = 19,4S_1^{0,68}$

Згідно із визначенням, безрозмірна температура довільної точки:

$$\theta = \frac{t_c - t_x}{t_c - t_o}, \quad (8)$$

Звідки

$$t_x = t_c - \theta(t_c - t_o). \quad (9)$$

Враховуючи рівняння (9), отримаємо формулу для визначення безрозмірної температури експериментальним шляхом:

$$t_c - \theta(t_c - t_o) = t_o + b \exp\left(\frac{\tau - \tau_o}{n}\right),$$

$$\theta = \frac{t_c - t_o + b \exp\left(\frac{\tau - \tau_o}{n}\right)}{t_c - t_o}, \quad \text{або} \quad \theta = 1 - \frac{b \exp\left(\frac{\tau - \tau_o}{n}\right)}{t_c - t_o}. \quad (10)$$

Графіки зміни безрозмірної температури, залежно від товщини матеріалу (S_1), температури середовища (t_c) і тривалості початкового нагрівання, наведені на рис.1.

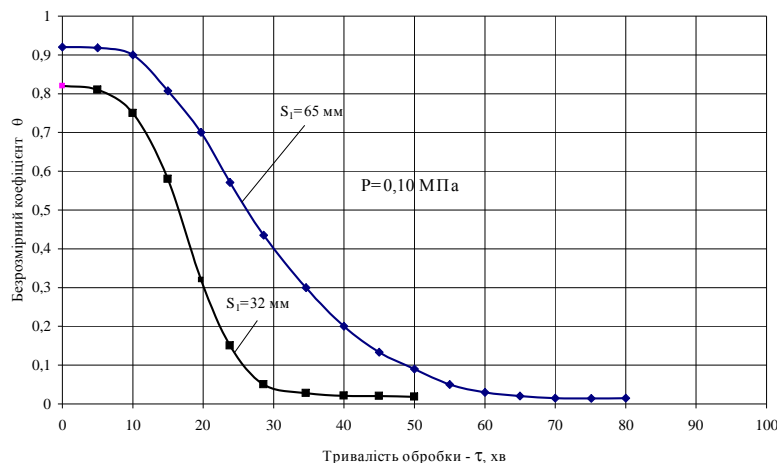


Рис. 1. Графік зміни безрозмірної температури

Маючи значення безрозмірної температури та, необхідну для точки t_x координату (x/R), за номограмою знаходимо значення критерію Фур'є, а за ним – тривалість початкової обробки (τ_n). Маючи всі необхідні експериментальні величини при заданій вологості (W), залежність тривалості нагрівання (τ) від товщини (S_1) можна виразити степеневою функцією $\tau_1 = a_1 S_1^{1,5}$, а залежність (τ) від вологості (W) – логарифмічною функцією $\tau_2 = a_2 \lg W$.

Знайшовши їх добуток, отримаємо емпіричну залежність:

$$\tau_n = 0,15 S_1^{1,5} \lg W . \quad (11)$$

Для зручності в практичному користуванні за залежністю (11) будуємо номограму (рис. 2).

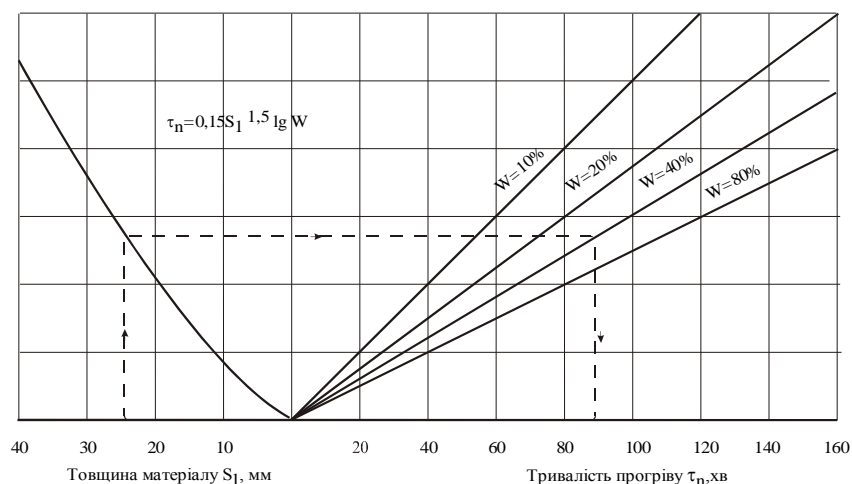


Рис. 2. Тривалість прогрівання букових заготовок

Висновок. Проведено експериментальні дослідження тепловологообробки дерев'яних конструкцій з метою покращення їх подальшого просочування вогнезахисними засобами. В результаті математичного оброблення та аналізу результатів експериментальних досліджень пропарювання зразків дерев'яних конструкцій отримано залежність тривалості нагрівання (τ) від товщини (S_1) та від вологості дерев'яних заготовок (W). Це дає змогу підібрати оптимальний режим пропарювання не погіршуючи фізико-механічні властивості деревини.

Список літератури:

1. **Николов С.** Пропарване на дървесината / Николов С., Райчев А., Делийски Н. – София : Земиздат, 1980. – 216 с.
2. **Лыков А.В.** Теория теплопроводности / Лыков А.В. – М. : Высшая школа. 1967. – 205 с.
3. **Кравець І.П.** Ідентифікація пропарювання букових пиломатеріалів: дис. канд. техн. наук : 05.05.07 / Кравець Ігор Петрович – Л., 2000. – 106с.
4. **Кравець І.П.** Вплив процесу пропарювання деревини бука на якість її обробки вогнезахисними покриттями / І.П. Кравець // Пожежна безпека: Зб. наук. праць. – Львів : ЛІПБ, УкрНДІПБ, 2005. – № 7. – С.99–102.
5. **Божок О. П.** Деревинознавство з основами лісового товарознавства / О.П. Божок, І.С. Вінтонів. – К. : НМК ВО, 1992. – 320 с.
6. **Шубин Г.С.** Сушка и тепловая обработка древесины / Шубин Г.С. – М. : Лесн. пром-ть, 1990. – 336 с.

References:

1. **Nikolov, S., Raichev, A., & Deliiski N.,** (1980). Steaming-out of wood. Sofia: Zemizdat.
2. **Lykov, A.V.** (1967). Theory of heat conductivity. Moscow: Vyshcha shkola.
3. **Kravets, I.P.** (2000). Identification steaming beech timber. Lviv (in Ukr.).
4. **Kravets, I.** (2005). Poured in to the steaming-out process of beech wood onquality of her treatment by fireproof coatings. Lviv: LIPB, UkrNDIPB, 7, 99-102 (in Ukr.)
5. **Bozhok, O.P., & Vintoniv, I.S.** (1992). Derevynoznavstvo with the basics of commodity forest. Kyiv: NMK VO. (in Ukr.)
6. **Shubin G.S.** (1990) Drying and teplovaya monitor of wood. Moscow: Lisna promyslovist. (in Russ.).