

3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА УСТАТКУВАННЯ ЛІСОВИРОБНИЧОГО КОМПЛЕКСУ

УДК 674.047 Проф. П.В. Білей, д-р техн. наук; аспір. Б.І. Приставський –
НЛТУ України, м. Львів

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ВИТРАТИ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ В ПРОЦЕСАХ СУШІННЯ ШПОНУ

Розглянуто ефективність роботи модернізованої сушильної установки СУР – 4, де як агент сушіння використовують топкові гази. Описано методики визначення вологості шпону, розрахунки тривалості процесу сушіння та витрати палива на одиницю випаровуваної вологи.

Ключові слова: циркуляція, тривалість процесу сушіння, витрата палива, вологість, температура, ефективність, деревина, агент сушіння.

Згідно з літературними даними продуктивність сушильної установки СУР – 4 з паровим обігрівом становить $\Pi = 1,7 \text{ м}^3/\text{год}$ у процесі сушіння березового шпону товщиною $S_l = 1,5 \text{ мм}$, з початковою вологістю $W_n = 80 \%$ та кінцевою $W_k = 8 \%$ і середньої температури сушіння $t_c = 120 \text{ }^\circ\text{C}$ та тривалістю процесу $\tau = 14 \text{ хв}$. Названі дані беремо за основу для підрахунку витрат тепла для сушарки СУР – 4 модернізованої на агент сушіння – суміш повітря з топковими газами.

У модернізованій сушильній установці можна організувати позонну циркуляцію агента сушіння. Процес сушіння шпону умовно поділяють на два періоди, які за тривалістю є практично однаковими, від початкової вологості (W_n) до критичної ($W_{кр}$) та від критичної до кінцевої (W_k). Таким чином, приймаємо, що в першій зоні, яка обслуговується двома відцентровими вентиляторами, температурою середовища $t_c = 130 \text{ }^\circ\text{C}$, а в другій зоні $t_c = 110 \text{ }^\circ\text{C}$, що також обслуговується двома іншими вентиляторами. Швидкість циркуляції агента сушіння приймаємо в першій зоні $V = 2,5 \text{ м/с}$, а в другій зоні $V = 1,5 \text{ м/с}$.

Користуючись методикою, наведеною в спеціальній літературі [1-3], можна визначити очікувану тривалість процесу сушіння за формулою

$$\tau_0 = 3.55 \cdot 10^4 \cdot t_c^{-1.6}, \text{ хв.} \quad (1)$$

Підрахунок тривалості сушіння за формулою (1) для умов, коли висушується березовий шпон товщиною $S_l = 1,5 \text{ мм}$, середня швидкість циркуляції агента сушіння $V = 2,0 \text{ м/с}$, середня температура агента сушіння $t_c = 120 \text{ }^\circ\text{C}$, з початковою вологістю $W_n = 80 \%$, а кінцевою $W_k = 6 \%$ показав, що очікувана тривалість процесу становитиме $\tau_0 = 16,7 \text{ хвилин}$. Масу вологи, яка випаровується з 1 м^3 березового шпону визначають за формулою

$$m_{лм}^3 = \rho_e \frac{W_n - W_k}{100}, \text{ кг/м}^3. \quad (2)$$

Внаслідок підрахунку отримуємо, $m_{лм}^3 = 374,4 \text{ кг/м}^3$ прийнявши, що для берези $\rho_p = 520 \text{ кг/м}^3$. Тоді масу вологи, що випаровується за одиницю часу, визначають за формулою

$$M_c = \frac{m_{лм}^3 \Pi}{3600}, \text{ кг/с.} \quad (3)$$

Внаслідок підрахунку отримуємо $M_c = 0,1768 \text{ кг/с}$. Розрахункову масу вологи, яка випаровується в процесі сушіння шпону, визначимо за формулою

$$M_p = M_c X, \quad (4)$$

де: X – коефіцієнт нерівномірності сушіння, $X = 1,3$ коли $W_k < 12 \%$; $M_p = 0,23 \text{ кг/с}$.

Якщо вважати, що в середньому на 1 кг випаровуваної вологи в процесі сушіння витрачається близько $q_{вип} = 4000 \text{ кДж}$ теплової енергії, то потрібну потужність теплового агрегата для здійснення процесу сушіння шпону сушильною установкою, визначимо за формулою

$$Q_p = q_{вип} M_p, \text{ кВт.} \quad (5)$$

Внаслідок підрахунку отримуємо, що $Q_p = 920 \text{ кВт}$.

Витрату палива на одну сушильну установку визначають за формулою

$$B = \frac{Q_p}{Q_H \eta_{уст}}, \text{ кг/с,} \quad (6)$$

де: Q_p – загальна теплова потужність установки, кВт; Q_H – нижча теплота згорання палива, кДж/кг; $\eta_{уст}$ – к.к.д установки.

За умови використання димових (топкових) газів як агента оброблення (нагрівання, сушіння) баланс тепла визначають за формулою

$$Q_\Sigma = Q_B + (Q_3 + Q_4 + Q_5), \text{ кДж/кг} \quad (7)$$

Максимальне значення коефіцієнта корисної дії теплогенератора, де робочим агентом є димові гази, визначають за формулою

$$\eta_{\max} = \left(\frac{Q_B}{Q_\Sigma} 100\% \right) = 100 - (q_3 + q_4 + q_5). \quad (8)$$

На тривалість процесу сушіння шпону має значний вплив температура агента сушіння, товщина шпону, швидкість циркуляції агента сушіння і порода деревини. Виходячи з кінетики процесу сушіння, доцільно встановити такі швидкості циркуляції агента сушіння: $V_1 = 2,5 \text{ м/с}$ в зоні 1, де очікується інтенсивний процес сушіння від початкової вологості (W_n) до критичної вологості ($W_{кр}$), тобто період постійної швидкості сушіння; та $V_2 = 1,5 \text{ м/с}$ у зоні 2, де відбуватиметься процес сушіння від критичної вологості до кінцевої, тобто процес заповільнюючої швидкості сушіння. Отже, основним змінним фактором є температура агента сушіння в різних зонах сушильної установки. В кожному досліді потрібно визначити початкову і кінцеву вологість шпону (W_n), (W_k) та тривалість сушіння.

Методика визначення вологості шпону. Для визначення початкової вологості з листа шпону, за схемою, показаною на рис. 1, вирізали 10 зразків розміром $100 \times 100 \text{ мм}$. Ці зразки нумерували та зважували на лабораторній електронній вазі з точністю до $0,01 \text{ г}$ складались в сушильну шафу де висушувались до абсолютно сухого стану, коли маса зразка вже не змінювалась.

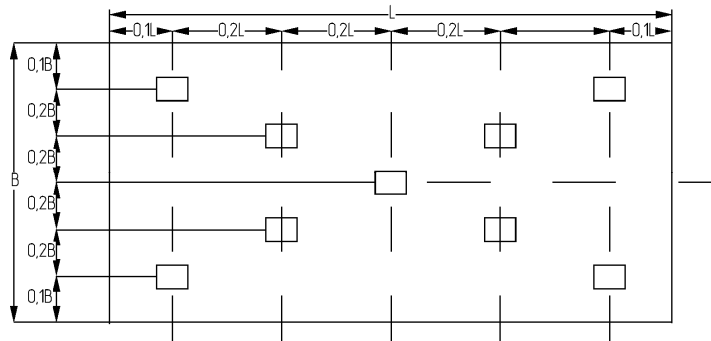


Рис. 1. Схема відбору зразків для визначення вологості шпону

За цими даними за формулою

$$W_i = \frac{m_i - m_{0i}}{m_{0i}} 100\% \quad (9)$$

визначають вологість кожного зразка (W_i). Далі за формулою

$$\bar{W}_n = \frac{1}{n} \sum W \quad (10)$$

визначали середню вологість листа шпону (\bar{W}_n), де: m_i – маса зразка у вологому стані, г; m_0 – маса зразка в абсолютно сухому стані, г; n – кількість зразків

Для визначення початкової і кінцевої вологості шпону в процесі сушіння застосовано таку методику. З тієї партії вибрали будь-які три листи шпону, робили на них свої помітки і зважували на технічній вазі з точністю до 0,1 г. Потім ці листи закладали в сушарку і на виході з неї знову зважували. Початкову середню масу позначимо (M_n), а кінцеву – (M_k). З формули

$$\bar{W}_n = \frac{\bar{M}_n - \bar{M}_0}{\bar{M}_0} 100\% \quad (11)$$

знаходимо середню масу (з трьох листів) шпону в абсолютно сухому стані

$$\bar{M}_0 = \frac{100M_n}{100 + M_n} \quad (12)$$

Потім за формулою

$$\bar{W}_k = \frac{\bar{M}_k - \bar{M}_0}{\bar{M}_0} \quad (13)$$

визначиться кінцева вологість шпону.

Тривалість процесу сушіння шпону. Експериментально тривалість сушіння шпону визначали таким чином. Фіксувався час з точністю до секунди коли були завантажені помічені листи шпону в сушарку та час їх виходу з сушарки. Експериментальні дані з визначення тривалості сушіння шпону можна апроксимувати залежністю

$$\tau_c = At^{-n} S^{-m} V^{-k} \ln \frac{W_n}{W_k}, \quad (14)$$

де: t – середня температура агента сушіння в сушарці, °C; W_n, W_k – початкова і кінцева вологість шпону, %; V – середня швидкість циркуляції агента сушіння в сушарці, м/с; S – товщина шпону, мм.

На основі аналізу літературних даних [2], показники взято; за температури для постійної швидкості; сушіння приймають $n = -1,6$, а у другому періоді $n = -1,8$; за швидкості циркуляції агента сушіння у першому періоді процесу $m = -0,3$, а у другому періоді $m = -0,4$; за товщини шпону показник степені $k = 1,3$. Для розрахунків приймаємо: $n = -1,7$; $m = -0,35$.

Література

1. Стернин Д.М. Сушка в производстве фанеры и древесностружечных плит / Д.М. Стернин. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1977. – 383 с.
2. Білей П.В. Сушіння та захист деревини : підручник / П.В. Білей, В.М. Павлюст. – Львів : Вид-во "Кольорове небо", 2008. – 312 с.
3. Серговский П.С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины / П.С. Серговский, А.И. Расев. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1987. – 360 с.

Білей П.В., Приставский Б.И. Методика исследования затраты тепловой энергии в процессах сушки шпона

Рассмотрена эффективность работы модернизированной сушильной установки СУР – 4, где, в качестве агента сушки используются топочные газы. Описаны методики определения влажности шпона, расчеты длительности процесса сушки, затрат топлива на единицу испаряемой влаги.

Ключевые слова: циркуляция, длительность процесса сушки, затрата топлива, влажность, температура, эффективность, древесина, агент сушки.

Bilej P.V., Pristavskyy B.I. Methodology of research of expense of thermal energy is in the processes of drying of lead

Efficiency of work of the modernized drying setting of SUR is considered – 4 where, as an agent of drying used, fire-box gases. The methods of determination of humidity are described lead, calculations of duration of the process drying, and expense of fuel, on unit of the evaporated moisture.

Keywords: circulation, duration of the drying process, fuel expense, humidity, temperature, efficiency, wood, drying agent.

УДК 634.0377.2

Заст. директора В.В. Іщук, канд. техн. наук – ТзОВ "Світанок", м. Львів; доц. Й.Л. Ацбергер – НЛТУ України, м. Львів

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КАНАТНИХ УСТАНОВОК З РУХОМИМ ТЯГОВО-НЕСНИМ КАНАТОМ

Запропоновано методику розрахунку рухомого тягово-несного каната підвісної канатної установки. Виведено залежності для визначення натягу каната за методом "ланцюгової лінії", прийнявши за розрахункову схему вітку каната з закріпленими кінцями, навантажено у середині прольоту. Отримано залежності для визначення натягу каната зі врахуванням динамічних навантажень. Побудовано графіки для вибору основних параметрів установки залежно від рельєфу траси та експлуатаційних параметрів.

Ключові слова: тягово-несний канат, підвісна канатна установка, натяг каната, динамічні навантаження, основні параметри.