

Література

1. Aloy Kaze Клод. On the Comparison of some Selected Artificial Roughness Geometries used in Solar Air Collectors / Kaze Aloy Клод // Energy and Exergy Analysis. European Journal of Scientific Research. – 2010. – Vol. 45, No. 2. – P. 136-139.
2. Brij Bhushan. A review on methodology of artificial roughness used in duct of solar air heaters / Bhushan Brij, Singh Ranjit // Energy. – 2010. – Vol. 35. – P. 202-212.
3. Mridul Sharma. Varun Performance estimation of artificially roughened solar air heater duct provided with continuous ribs / Sharma Mridul // Department of Mechanical Engineering, National Institute of Technology, Hamirpur, India. – 2010. – Vol. 38. – P. 172-178.
4. Irfan Kurtbas. Firat University, Mechanical Education Department, Elazig, TURKEY / Kurtbas Irfan and Turgut Emre // International Journal of Science & Technology. – 2006. – Vol. 1, No. 1. – P. 75-82.
5. Gupta M.K. Performance evaluation of solar air heater having expanded metal mesh as artificial roughness on absorber plate / M.K. Gupta, S.C. Kaushik // Int. J. of Thermal Sciences. – 2009. – Vol. 48. – P. 1007-1016.
6. Михеев М.А. Основы теплопередачи / М.А. Михеев, И.М. Михеев. – Изд. 4-ое, [перераб. и доп.]. – М.: Изд-во "Энергия", 1977. – 344 с.
7. Возняк О.Т. Основы научных исследований в строительстве / О.Т. Возняк, В.М. Желих. – Львів: Вид-во НУ "Львівська політехніка", 2003. – 173 с.

Лесик Х.Р., Желих В.М. Экспериментальное исследование тепловой мощности термосифонного солнечного коллектора

Представлены результаты натурных экспериментальных исследований по определению тепловой эффективности гелиоколлектора, в зависимости от значения числа Re. Установлен коэффициент полезного действия предложенного термосифонного солнечного коллектора. Получены зависимости для определения количества полученного тепла.

Ключевые слова: термосифонный солнечный коллектор, воздушная система отопления, естественная конвекция, теплопоглощающая поверхность, число Рейнольдса.

Lesik Ch.R., Zhelykh V.M. Experimental research of thermal power of thermo-siphon solar collector

In this article presents the results of natural experiments to determine the thermal power of solar collector depending on the value of the number Re. It was determined the efficiency of the proposed thermo-siphon solar collector. Obtained dependences for determining the amount of generated heat.

Keywords: thermo-siphon solar collector, air heating system, natural convection, absorbent surface, Rejnolds number.

УДК 66.047 Здобувач Б.М. Микичак¹; проф. П.В. Білей¹, д-р техн. наук;
доц. Д.П. Кіндзера², канд. техн. наук

**ГІДРОДИНАМІКА ФІЛЬТРАЦІЙНОГО СУШІННЯ
ПАКЕТА ШПОНУ**

Представлено результати експериментальних досліджень гідродинаміки пакетного сушіння шпону фільтраційним методом. Отримано критеріальні залежності, які дають змогу використовувати результати для проектування нового сушильного обладнання.

Ключові слова: шпон, фільтраційне сушіння, пакет листів шпону, гідродинаміка, тепловий агент, критеріальні рівняння, втрати тиску, геометричні параметри пакета.

¹ НЛТУ України, м. Львів;

² НУ "Львівська політехніка"

Постановка проблеми. Струганий та лушений шпон широко застосовують у меблевій промисловості як личкувальні матеріали та є напівфабрикатами для виготовлення фанери та деревинношаруватих матеріалів. Технологія виготовлення шпону є багатостадійною та енергоємною. Найвищими затратами енергії характеризується стадія сушіння шпону від вологості 40...120 % до 6-12 % [1-4]. Для зневоднення шпону в промислових умовах використовують роликотві сушарки з поздовжньою, поперечною циркуляціями теплового агента та сопловим дуттям. Сушарки із сопловим дуттям є найпродуктивнішим обладнанням для висушування шпону, однак їх вадою є великі витрати електроенергії на створення інтенсивної циркуляції агента сушіння. Отже, впровадження у виробництво високоінтенсивних сушарок, які забезпечували б високу якість шпону за мінімальних енергетичних затрат, є актуальним завданням.

Відомо, що фільтраційне сушіння є високоінтенсивним методом сушіння дисперсних та листових матеріалів і має переваги, порівняно з традиційними методами їх зневоднення, а саме: наявність періоду механічного витіснення вільної вологи для деяких матеріалів; можливість використання теплового агента з низьким температурним потенціалом; зниження затрат теплової енергії на процес, збільшення швидкості сушіння; підвищення якості висушуваних матеріалів, вилучення стадії очищення теплового агента [5-9].

Шпон є одним із матеріалів, для зневоднення якого можна застосувати фільтраційне сушіння. Для реалізації процесу запропоновано пакетне сушіння шпону фільтраційним методом. Формування пакетів із листів шпону забезпечує вільне всихання останніх під час профільтровування теплового агента крізь канали між листами, а також фіксування їх форми для запобігання жолоблення та розривів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Першим етапом дослідження фільтраційного сушіння, як способу зневоднення шпону, є вивчення гідродинаміки, що дає змогу прогнозувати затрати на процес, таким чином вказуючи на доцільність його реалізації. Фільтраційний процес сушіння листових газопроникних матеріалів вивчали на об'єктах різної структурної модифікації [4-8] і одним із важливих завдань, яке виникало перед авторами робіт під час вивчення гідродинаміки, було узагальнення результатів досліджень з отриманням розрахункових залежностей, які давали б змогу розрахувати гідравлічний опір матеріалів залежно від швидкості руху теплового агента, його фізичних параметрів, а також структурних особливостей об'єктів досліджень.

У роботах [7-9] для прогнозування втрат тиску в листових матеріалах використовують залежність Дарсі-Вейсбаха, яку приводять до модифіковано-го двочленного рівняння Ергана і ця залежність є достатньо зручною для використання. У ці рівняння входять коефіцієнти А і В, значення яких змінюються залежно від структурної модифікації газопроникного матеріалу. Автор роботи [8] для розрахунку втрати тиску в шарі сухого матеріалу (азбестовий листовий матеріал нерівномірної структури) застосовує модифіковане рівняння Ергана:

$$\frac{\Delta P}{H} = 6,8 \cdot 10^4 \cdot \omega_0 + 3,1 \cdot 10^4 \cdot \omega_0^2, \quad (1)$$

а в роботі [7] для листового матеріалу "шторм" це рівняння має вигляд:

$$\frac{\Delta P}{H} = 2,9 \cdot 10^5 \cdot \omega_0 + 8,03 \cdot 10^4 \cdot \omega_0^2. \quad (2)$$

Отже, розрахункові залежності для визначення втрат тиску в листових матеріалах, які наведені у зазначених вище роботах, стосуються конкретних матеріалів і не є універсальними, тому застосувати їх для інших листових матеріалів, або за інших режимів руху теплового агента, не можна. Узагальнення результатів досліджень гідродинаміки можна було б представити у вигляді критеріальних рівнянь, щоб дало змогу прогнозувати втрати тиску з більшою точністю та використовувати отримані результати для проектування промислових установок.

Мета досліджень. На основі узагальнення експериментальних досліджень встановити розрахункові залежності та представити їх у безрозмірній формі, зручній для використання в інженерній практиці, які дали б змогу прогнозувати втрати тиску в пакеті листів шпону залежно від фіктивної швидкості фільтрування теплового агента.

Експериментальна частина роботи. Дослідження гідродинаміки пакетного сушіння шпону фільтраційним методом проводили на лабораторній експериментальній установці за розробленою методикою [10]. Пакети формували з листів шпону однакової товщини (1,5; 2; 3; 3,5; 4; 4,5 мм), а тепловий агент профільтовувався крізь канали, утворені між листами шпону.

Залежності втрат тиску в пакетах залежно від фіктивної швидкості фільтрування теплового агента крізь канали зображено на рис. 1.

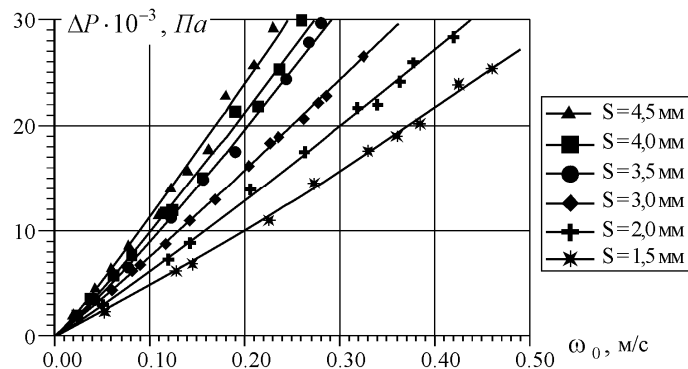


Рис. 1. Залежність втрат тиску в пакетах шпону для різних товщин листів залежно від фіктивної швидкості фільтрування теплового агента

Відомо, що для узагальнення гідродинаміки руху повітря крізь пористу структуру матеріалу використовують теорію подібності та критеріальні рівняння [11]:

$$Eu = f(Re, Fr, Ho) \quad (3)$$

Це рівняння можна спростити, якщо потік повітря вважати встановленим, а вплив сил земного тяжіння на рух повітря незначним, тобто критеріями гомохромності Ho і Фруда Fr можна знехтувати. Отже, рівняння (3) можна представити у вигляді:

$$Eu = f(Re), \quad (4)$$

або залежність (4) можна апроксимувати степеневою залежністю:

$$Eu = A^* \cdot Re_e^n, \quad (5)$$

де: Re_e – критерій Рейнольдса, який враховує значення еквівалентного діаметра каналів між листами шпону, крізь які профільтовується тепловий агент; коефіцієнт " A^* " та показник степеня " n " визначаються експериментально.

Безрозмірна форма представлених результатів досліджень дає змогу поширювати знайдені залежності на групу подібних між собою процесів. Якщо визначальні критерії будуть подібними, то отримані на експериментальному обладнанні результати можна буде використати для проектування нового сушильного обладнання. На рис. 2 представлено експериментальні дослідження гідродинаміки руху повітря крізь пакети листів шпону для різних товщин у вигляді $Eu = f(Re_e)$.

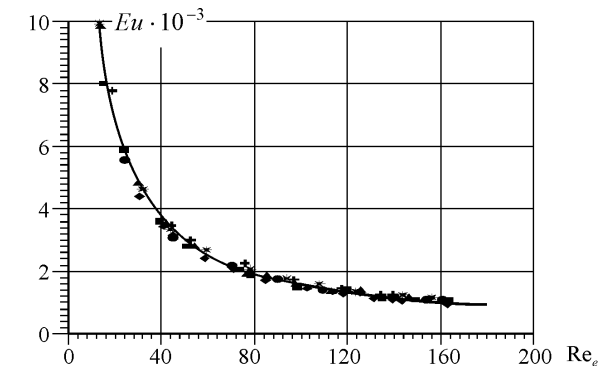


Рис. 2. Залежність числа Ейлера від числа Рейнольдса для пакетів шпону (позначення відповідають рис. 1)

Експериментальні дані (рис. 1) апроксимували степеневою залежністю $Eu = f(Re_e)$ (рис. 2) та визначили невідомі коефіцієнт " A^* " і показник степеня " n " залежності (5), з урахуванням яких (" $A^* = 1 \cdot 10^6$ "; " $n = -0,9$ ") її можна представити так:

$$Eu = 1 \cdot 10^6 \cdot Re_e^{-0,9}. \quad (6)$$

Коефіцієнт " A^* " у розрахунковій залежності (6) враховує вплив гідродинамічних параметрів процесу, які ми не врахували під час представлення експериментальних даних, зокрема геометричних характеристик установки, товщин листів шпону тощо. Внаслідок того, що висоти всіх пакетів шпону є однаковими, а еквівалентний діаметр каналів, крізь які фільтрується тепло-

вий агент, визначається відстанями між листами, які є приблизно однаковими для всіх товщин, ми отримали залежність (6), яка дає змогу визначити втрати тиску в пакетах листів шпону для різних товщин. Однак, для використання цієї залежності з метою проектування промислового обладнання, необхідно врахувати вплив геометричних параметрів пакета, а саме: товщини листів шпону і зазору між ними, еквівалентного діаметра і висоти пакета, що дасть змогу, користуючись теорією подібності, поширити отриману залежність для будь-яких товщин і розмірів пакетів шпону, якщо гідродинамічна картина процесу сушіння буде подібною.

Для врахування впливу змінних геометричних параметрів пакета, а саме: товщини листів шпону, висоти пакета, зазору між листами, залежність (5) необхідно доповнити геометричними симплексами і представити її у вигляді:

$$Eu = A \cdot Re_e^n \cdot \Gamma_1 \cdot \Gamma_2, \quad (7)$$

або

$$Eu = A \cdot Re_e^n \cdot \frac{H}{d_e} \cdot \frac{S}{\delta}. \quad (8)$$

Коефіцієнт "А" у розрахунковій залежності (8) враховує вплив гідродинамічних параметрів процесу, які ми не врахували під час представлення експериментальних даних. Розрахункова залежність (8) справедлива, якщо виконуватиметься умова $10 \leq Re \leq 180$. Підставивши у залежність (8) значення геометричних параметрів установки та пакетів шпону, визначимо істинне значення коефіцієнта "А". Результати розрахунків наведено у табл.

Табл. Значення невідомого коефіцієнта "А" та показника степеня "n" залежності (8) залежно від параметрів установки та пакетів шпону

$\delta \cdot 10^4, \text{ м}$	$d_e \cdot 10^3, \text{ м}$	$\varepsilon, \text{ м}^3/\text{м}^3$	$H \cdot 10^3, \text{ м}$	$S \cdot 10^3, \text{ м}$	A	n
1,5	1,625	0,347	100	8,0	8666	- 0,9
2,0	1,630	0,288			6520	
3,0	1,636	0,245			5230	
3,5	1,641	0,213			4380	
3,5	1,647	0,187			3770	
4,0	1,652	0,171			3300	
4,5	1,657	0,155			2950	

У таблиці введено такі умовні позначення: $Re_e = \frac{\omega \cdot d_e \cdot \rho}{\mu}$ – еквівалентний критерій Рейнольдса; ω – дійсна швидкість руху повітря крізь канали, м/с; d_e – еквівалентний діаметр каналів між листами шпону, м; ρ – густина повітря, кг/м³; μ – коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря, Па·с; $\Gamma_1 = \frac{H}{d_e}$ – симплекс геометричної подібності, що враховує співвідношення висоти листа шпону в пакеті Н [м] до еквівалентного діаметра каналів між листами шпону d_e [м], крізь які профільовується тепловий агент; $\Gamma_2 = \frac{S}{\delta}$ – симплекс геометричної подібності, що враховує співвідношення товщини скоби S [м] до

товщини листів шпону δ [м]; $Eu = \frac{\Delta P}{\rho \cdot \omega^2}$ – критерій Ейлера; ΔP – втрати тиску в пакеті шпону, Па. Як видно з таблиці, зростання товщини листів шпону приводить до зниження значень коефіцієнта "А", що пояснюють зменшенням вільного об'єму пакета, внаслідок зменшення кількості пластин між листами шпону.

На рис. 3. зображено кореляційну залежність між розрахованими за залежністю (8) значеннями втрат тиску $\Delta P_{теор.}$ і експериментальними даними втрат тиску $\Delta P_{екс.}$.

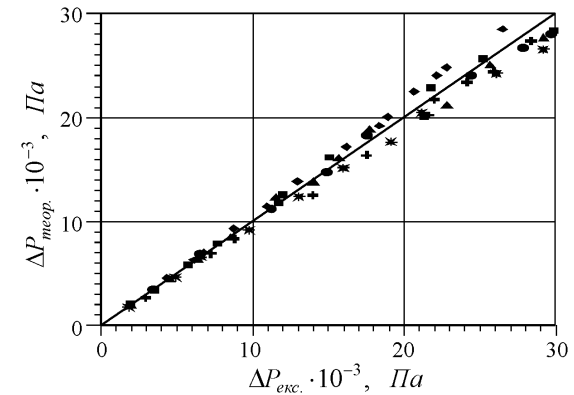


Рис. 3. Кореляційна залежність між розрахованими згідно з залежністю (8) значеннями втрат тиску $\Delta P_{теор.}$ і експериментальними даними $\Delta P_{екс.}$ (позначення відповідають рис. 1)

Як видно з рис. 3, значення розраховано згідно з залежністю (8) збігаються з експериментальними, а максимальне значення відносної похибки не перевищує 10,4 %.

Висновки. На основі проведених експериментальних досліджень та узагальнення результатів встановлено, що втрати тиску в пакеті шпону залежать від товщини листів та відстані між ними і не перевищують 30 кПа за фіктивної швидкості фільтрування теплового агента $\omega_0 = 0,1 \div 0,45$ м/с (дійсна швидкість $\omega = 0,1 \div 1,5$ м/с). Незначний гідравлічний опір рухові теплового агента підтверджує доцільність застосування пакетного сушіння шпону фільтраційним методом, а отримана в критеріальній формі залежність (8) дає змогу прогнозувати гідродинаміку фільтраційного сушіння та енергетичні затрати на створення перепаду тисків і використовувати експериментальні дослідження для проектних розрахунків сушильного обладнання шпону в діапазоні значень чисел Рейнольдса $10 \leq Re \leq 180$ з достатньою для таких розрахунків точністю.

Література

1. Бехта П.А. Виробництво і оброблення лушеного та струганого шпону / П.А. Бехта. – К. : Вид-во ІЗМН, 1995. – 296 с.

2. Бехта П.А. Виробництво шпону : підручник / П.А. Бехта. – К. : Вид-во "Основа", 2003. – 256 с.

3. Білей П.В. Ефективність використання теплової енергії під час виготовлення шпону і фанери / П.В. Білей, І.В. Петришак, І.А. Соколовський // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2008. – Вип. 18.9. – С. 118-121.

4. Білей П.В. Ефективність використання теплової енергії під час виготовлення шпону і фанери / П.В. Білей, І.В. Петришак, І.А. Соколовський // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2008. – Вип. 18.9. – С. 118-121.

5. Ханік Я.М. Сушіння листових газопроникних матеріалів / Я.М. Ханік, Б.М. Микичак, В.М. Кузьма // Поступ в нафтогазопереробній промисловості : тези доп. III наук.-техн. конф. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка", 2006. – С. 260-264.

6. Ханік Я.М. Інтенсифікація процесу сушіння листових деревних матеріалів / Я.М. Ханік, Б.М. Микичак, В.М. Гербей // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 2001. – Вип. 11.2. – С. 82-84.

7. Ханік Я.Н. Фильтрационная сушка плоских газопроницаемых материалов : автореф. дис. на соискание учен. степени д-ра техн. наук. – Львов, 1992. – 36 с.

8. Білецька Л.З. Комбіноване фільтраційне сушіння листових капілярно-пористих колоїдних матеріалів / Л.З. Білецька. – Львів – 1996. – 234 с.

9. Топчий В.И. Фильтрационная сушка и охлаждение плоских капиллярно-пористых материалов : дис. ... канд. техн. наук / В.И. Топчий. – К., 1987. – 20 с.

10. Білей П.В. Методика дослідження фільтраційного сушіння пакету шпону / П.В. Білей, Б.М. Микичак, Д.П. Кіндзера // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.5. – С. 182-184.

11. Гельперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии / Н.И. Гельперин. – В 2-ух кн. – М. : Изд-во "Химия", 1981. – 812 с.

Микичак Б.М., Білей П.В., Кіндзера Д.П. Гидродинамика фильтрационной сушки пакета шпона

Представлены результаты экспериментальных исследований гидродинамики пакетной сушки шпона фильтрационным методом. Получены критериальные зависимости, которые дадут возможность использовать результаты для проектирования нового сушильного оборудования.

Ключевые слова: шпон, фильтрационная сушка, пакет листов шпона, гидродинамика, тепловой агент, критериальные уравнения, потери давления, геометрические параметры пакета.

Mikichak B.M., Biley P.V., Kindzera D.P. Hydrodynamics of filtration drying veneer package

The results of experimental investigations of hydrodynamics of filtration drying veneer package are presented in the article. Obtained criterion depends, according to which the results will be used for designing new drying equipment.

Keywords: veneer, filtration drying, veneer sheets package, hydrodynamics, heat agent, criterial equation, pressure loss, geometric parameters of the package.

4. ЕКОНОМІКА, ПЛАНУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ В ГАЛУЗЯХ

УДК 336.722.15 Проф. С.В. Васильчак, д-р екон. наук – Львівський ДУВС;
доц. О.Р. Жидяк¹, канд. екон. наук; доц. Т.М. Полянчик², канд. екон. наук;
асист. М.П. Дубина², канд. екон. наук

ОСНОВНІ НАПРЯМИ БЮДЖЕТНОЇ ПОЛІТИКИ НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ

Розглянуто окремі аспекти бюджетної політики як фактора впливу на економічний розвиток держави. Розкрито напрями формування й удосконалення сучасної бюджетної політики. Окреслено основні завдання бюджетної політики на сучасному етапі.

Ключові слова: бюджетна політика, економічне зростання, доходи населення, рівень життя, соціально-економічний розвиток.

Постановка проблеми. Забезпечення довгострокового економічного зростання та якісної структури перебудови економіки потребує мобілізації усіх напрямів державної економічної політики, зокрема і бюджетної. Зміна параметрів соціально-економічної системи зумовлює постійне посилення вимог до формування та проведення ефективної бюджетної політики. Це пояснюється тим, що бюджетна політика є активним елементом системи державного регулювання, визначальним фактором управління економічними й соціальними процесами, їх розвитком. З її допомогою держава, розподіляючи і перерозподіляючи валовий внутрішній продукт, здійснює вплив на формування структури виробництва, результати господарювання, проведення соціальних перетворень.

Бюджетна політика є системою заходів і дій органів влади в галузі управління бюджетним процесом на основі концепції розвитку бюджетних відносин у складі загальної економічної політики, спрямованої на реалізацію поставлених завдань та цілей з економічного та соціального розвитку. Вона має сприяти державній підтримці зростання економіки та створенню умов для залучення інвестицій. Стратегічною метою бюджетної політики є забезпечення фінансової та соціальної стабільності в країні.

Аналіз останніх публікацій. Огляд публікацій з питань ефективності бюджетної політики, як інструменту соціально-економічного розвитку свідчить, що зазначена проблематика є актуальною, її досліджували відомі вітчизняні вчені: С. Буковинський, А. Гальчинський, І. Заїчко, М. Крупка, О. Кириленко, В. Кравченко, О. Любіч, І. Лютий, А. Мярковський, В. Міщенко, В. Опарін, Д. Полозенко, К. Павлюк, Ю. Пасічник, А. Філіпенко, І. Чугунов, Н. Юрків, С. Юрій, та зарубіжних – В. Лебедев, А. Лаффер, Дж. Кейнс, А. Сміт, М. Фрідман, В. Симоненко та ін.

¹ Львівський інститут економіки і туризму;

² Львівський НУ ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького