

7. Маслова С.О. Ринок фінансових послуг : навч. посібн. / С.О. Маслова, О.А. Опалов. – К. : Вид-во "Кондор". – 2006. – 192 с.

8. Мишкін С.Ф. Економіка грошей, банківської справи і фінансових ринків : пер. с англ. / С. Ф. Мишкін. – К. : Вид-во "Основи", 1998. – 963 с.

9. Ринок фінансових послуг. Програма дистанц : навч. посібн. / за заг. ред. Т.С. Смовженко. – К. : Вид-во НБУ. – 1998. – С. 256-258.

10. Школьник І.О. Стратегія розвитку фінансового ринку України : дис. ... д-ра екон. наук: спец. 08.00.08 – гроші, фінанси і кредит / І.О. Школьник. – Суми, 2008. – 440 с.

#### **Шелестак А.Т. Сущность и значение деятельности небанковских финансовых институтов в развитии финансового посредничества**

Рассмотрены основные подходы к трактовке понятия небанковские финансовые институты и проанализировано их место и значение в развитии финансового посредничества

**Ключевые слова:** небанковские финансовые учреждения, конкурентоспособность, рынок финансовых услуг

#### **Shelestak A.T. Essence and meaning of non-bank financial institutions in development of financial intermediation**

In the article basic approaches are considered in relation to interpretation of concept nonbank financial institutes and their place and value are analysed in development of financial mediation

**Keywords:** nonbank financial institutions, competitiveness, market of financial services.

## **5. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ГАЛУЗІ**

УДК 674.047

*Проф. І.М. Озарків, д-р техн. наук; доц. І.А. Соколовський, канд. техн. наук; аспір. О.І. Озарків; аспір. В.С. Козар – НЛТУ України, м. Львів*

### **КІНЕТИКА І ДИНАМІКА ПРОЦЕСУ СУШІННЯ КАПІЛЯРНО-ПОРИСТИХ КОЛОЇДНИХ МАТЕРІАЛІВ**

Наведено аналіз механізму процесу сушіння вологих матеріалів на прикладі деревини, як типового колоїдного капілярно-пористого тіла. Показано рівняння, які дають змогу визначити тепломасообмінні параметри.

Як відомо [1, 2], у сушильній техніці тепломасообмінні процеси аналізують за кривими зміни середньої вологості матеріалу в часі (кривими сушіння) і кривими зміни температури матеріалу в центрі й на зовнішній поверхні його в часі (температурними кривими).

Як показали дослідження процесів сушіння різних вологих матеріалів рослинного походження за різних способів підведення тепла до об'єкта сушіння (конвекцією, терморадіацією, кондукцією) при постійних режимних параметрах процес сушіння складається з трьох періодів: періоду початкового прогрівання, періоду постійної швидкості сушіння та періоду заповільнювальної швидкості сушіння. При цьому в першому періоді сушіння (періоді постійної швидкості сушіння) наявна максимальна інтенсивність випаровування води, яка протягом цього періоду є постійною. Перший період триває до так званої критичної точки, що фіксує межу закінчення періоду постійної швидкості сушіння і початок настання заповільнювальної (спадної) швидкості сушіння, тобто початок другого періоду сушіння.

Проте зауважимо, що в процесі сушіння тонких листових матеріалів (лущеного та струганого шпону, картону, паперу тощо), коли сам матеріал надходить в сушарку без попереднього нагрівання, у першому періоді наявне незначне усунення вологи з матеріалу, що пояснюється зрівноваженням дії градієнтів вологості (вологовмісту) і температури. Для відносно дуже тонких листових матеріалів (коли товщина менша ніж 0,80 мм) період постійної швидкості сушіння не спостерігається, тобто настає відразу період сповільненої швидкості сушіння. Інакше кажучи, швидкість сушіння в цьому другому періоді поступово зменшується і в кінці самого процесу асимптотично наближається до лінії рівноважного вологовмісту, величина якого відповідає цьому режиму сушіння і визначається за діаграмою рівноважної вологості. Температура матеріалу безперервно зростає (поверхневих шарів – швидше, а центральних – повільніше) і прямує в кінці процесу до температури агента сушіння ( $t_c$ ).

Деякі особливості має процес сушіння, коли температура поверхні вологого матеріалу досягає 100 °С і вище. У цьому випадку спостерігається в першому періоді сушіння стабілізація температури в центрі матеріалу на рів-

ні 100 °С, а температура поверхні матеріалу стабілізується на дещо більшому рівні (101...103 °С) або процес відбувається без стабілізації температури поверхні. Такий розподіл температури в періоді постійної швидкості сушіння свідчить про те, що в середині матеріалу існує сталий надлишковий тиск і виникає молярне перенесення вологи. Найбільш характерним прикладом такого процесу є сушіння деревини за вологості понад 30 %, в перегрітій парі при атмосферному тискові, інакше кажучи, коли відбувається високотемпературний процес сушіння, що супроводжується не випаровуванням, а кипінням вологи в деревині ( $t_m \approx 100^\circ\text{C}$ ). Процес кипіння, на відміну від випаровування води, відбувається за температури (вищої за 100 °С), за якої тиск пари рідини дорівнює тиску навколишнього середовища, тобто коли внаслідок кипіння витискується із простору повітря. Крім того, під час кипіння води неможливо підвищити температуру випаровуваної фази рідини вище від температури пароутворення до моменту перетворення всієї рідини в пару.

У загальному випадку густину потоку вологи в деревині під дією градієнтів вологості, температури і тиску описують рівнянням

$$\frac{\partial U}{\partial \tau} = -\alpha'_m \cdot \rho_0 \left( \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \delta_i \cdot \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} \right) - \alpha'_m \cdot \nu \cdot \frac{\partial^2 P}{\partial x^2}, \quad (1)$$

де:  $\alpha'_m$  – коефіцієнт вологопровідності;  $\rho_0$  – густина деревини в абсолютно сухому стані, кг/м<sup>3</sup>;  $\delta_i$  – термоградієнтний коефіцієнт;  $\nu$  – коефіцієнт молярного перенесення вологи;  $\frac{\partial U}{\partial x}$ ,  $\frac{\partial t}{\partial x}$ ,  $\frac{\partial P}{\partial x}$  – відповідно, градієнти вологовмісту, температури і тиску.

Зауважимо, що коефіцієнт  $\nu$  потребує експериментального визначення і даних про його чисельні значення поки що немає.

На основі результатів власних досліджень процесів сушіння деревини в середовищі атмосферного повітря і перегрітої пари в межах зміни температури поверхні матеріалу  $t_m=60...100$  °С, коли перенесення вологи здійснюється під дією капілярного потенціалу, молекулярної та молярної дифузії, ми отримали формулу для визначення коефіцієнта вологопровідності [2].

$$\alpha'_m = 23,5 \cdot 10^{-8} \left( \frac{T_m}{273} \right)^{23} \cdot \left( \frac{\rho_{i,\delta}}{400} \right)^{-3,9} \cdot \left( 1 + \frac{2V_{np}}{100} \cdot \frac{\sin \beta}{\sin 90^\circ} \right), \text{ см}^2/\text{с}; \quad (2)$$

де:  $T_m$  – температура матеріалу, яка дорівнює температурі мокрого термометра, К;  $\rho_{i,\delta}$  – базова густина будь-якої породи деревини (сосни, липи –  $\rho_\delta=400$  кг/м<sup>3</sup>; бука –  $\rho_\delta=530$  кг/м<sup>3</sup>; дуба –  $\rho_\delta=560$  кг/м<sup>3</sup>; берези –  $\rho_\delta=500$  кг/м<sup>3</sup>);  $V_{np}$  – об'єм серцевинних променів у деревинній речовині (сосни – 6 %, берези – 11 %, клена – 15 %, дуба – 25 %, бука – 35 %);  $\beta$  – кут, утворений дотичною до річних кілець і нормаллю, проведеною до зовнішньої площини по середині ширини сортименту (для радіального потоку вологи  $\beta=90^\circ$ , а для тангентального –  $\beta=0^\circ\text{C}$ ).

Граничні умови для конвективного сушіння для низькотемпературного процесу сушіння будуть мати вид [1, 2]

$$\alpha_k (t_c - t_m) = r \cdot q'_m + \rho_\delta \cdot c \cdot R \frac{dt}{d\tau}, \quad (3)$$

де:  $\alpha_k$  – коефіцієнт конвективного теплообміну;  $r$  – питома теплота пароутворення;  $q'_m$  – інтенсивність випаровування вологи з поверхні матеріалу;  $c$  – питома теплоємність вологої деревини;  $R$  – характерний розмір ( $R = S_1/2$ , де  $S_1$  – товщина матеріалу).

Інтенсивність сушіння деревини в періоді постійної швидкості сушіння визначають за формулою

$$q'_m = \frac{Nu \cdot \lambda_c}{r \cdot L} (T_c - T_m), \quad (4)$$

де  $Nu$  – критерій Нусельта;  $\lambda_c$  – коефіцієнт теплопровідності повітря, як агента сушіння;  $L$  – ширина штабеля (або матеріалу для одиничного сортименту).

Величину критерію Нусельта може бути визначена за виразом

$$Nu = 0,0641 \cdot \text{Re}^{0,80} \left( \frac{T_c}{T_m} \right)^2 \cdot \text{Pr}^{0,33} \cdot \left( 1 - \frac{1}{\text{Re}_{e,m}} \cdot \frac{\epsilon_{um}}{S_1} \right)^4, \quad (5)$$

де:  $\text{Re}$  – критерій Рейнольдса для повітря ( $\text{Re} = (\omega_y - S_1)/\nu$ ,  $\omega_y$  – швидкість циркуляції агента сушіння,  $S_1$  – товщина матеріалу;  $\nu$  – коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря);  $\text{Pr}$  – критерій Прандтля ( $\text{Pr} = N/a$ ,  $a$  – коефіцієнт температуропровідності);  $\text{Re}_{e,m}$  – критерій Рейнольдса для поверхні випаровування вологого матеріалу ( $\text{Re}_{e,m} = (\omega_y - \epsilon_{um})/\nu$ ).

Коефіцієнт теплопровідності повітря (середовища)

$$\lambda_c = [4,67 - (4,16 + 2,45 \cdot \varphi)] \cdot 10^{-2} + (7,14 + 4,46 \cdot \varphi) \cdot 10^{-5} T_c, \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C}) \quad (6)$$

де  $\varphi$  – відносна вологість (ступінь насичення) повітря.

Величину коефіцієнта кінематичної в'язкості вологого повітря можна розрахувати за виразом [3]

$$\nu = [0,113 \cdot T_c - (18,24 + 7,0 \cdot \varphi)] \cdot 10^{-6}, \text{ м}^2/\text{с}. \quad (7)$$

Тоді коефіцієнт теплообміну може бути знайдено за формулою

$$\alpha_k = \frac{Nu \cdot \lambda_c}{\epsilon_{um}}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (8)$$

де  $\epsilon_{um}$  – ширина штабеля.

Швидкість сушіння в періоді постійної швидкості сушіння

$$N = \frac{100 \cdot (t_c - t_m) \cdot \alpha_k}{\rho_\delta \cdot r \cdot R}, \text{ \%}/\text{с}. \quad (9)$$

Питома теплоту пароутворення може бути розраховано

$$r = 2490 \cdot (1 - 0,01 \cdot t_m), \text{ кДж}/\text{кг}. \quad (10)$$

У першому періоді, як відомо, температура поверхні матеріалу є практично постійною ( $dt/d\tau \rightarrow 0$ ). Це означає, що величину коефіцієнта може бути знайдено за формулою

$$\alpha_k = \frac{\rho_0 \cdot R \cdot r \cdot \frac{dW}{d\tau}}{100(t_c - t_{n,m})}, \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}. \quad (11)$$

Величина тиску перегрітої пари пропорційна добутку концентрації молекул на температуру, тобто

$$P = C \cdot k \cdot T, \text{ Па} \quad (12)$$

де:  $C$  – концентрація газу в одиниці об'єму;  $k$  – стала Больцмана ( $k=1,38 \cdot 10^{23}$  Дж/К);  $T$  – температура газу (пари).

Враховуючи те, що концентрацію  $C$  можна представити як

$$C = V \cdot \rho_0, \quad (13)$$

рівняння (12) можна переписати як

$$P = V \cdot \rho_0 \cdot k \cdot T, \text{ Па} \quad (14)$$

де  $V$  – вологовміст, кг/кг сухого матеріалу

Отже, рівняння (14) дає змогу спрогнозувати дію тиску пари в середині деревини під час її сушіння.

### Література

1. Озарків І.М. Використання сонячної енергії у промисловості : навч. посібн. / І.М. Озарків, Й.С. Мисак, З.П. Копинець / за ред. д-ра техн. наук І.М. Озарківа. – Львів : НВФ "Українські технології". 2008. – 276 с.
2. Озарків І.М. Теплові процеси деревообробки : навч. посібн. / І.М. Озарків, П.В. Білей, В.М. Максимів, І.А. Соколовський. – Львів : РВВ НЛТУ України, 2008. – 264 с.
3. Озарків І.М. Основи аеродинаміки і тепломасообміну : навч. посібн. / І.М. Озарків, Л.Я. Сорока, Ю.І. Грицюк. – К. : Вид-во ІЗМН, 1997. – 280 с.

### **Озарків І.М., Соколовський І.А., Озарків О.І., Козар В.С. Кинетика и динамика процесса сушки капиллярно-пористых коллоидных материалов**

Приведен анализ механизма процесса сушки влажных материалов на примере древесины, как типичного коллоидного капиллярно-пористого тела. Приведены уравнения, позволяющие определить тепломассообменные параметры.

### **Ozarkiv I.M., Sokolovskiy I.A., Ozarkiv O.I., Kozar V.S. Kinetics and dynamics of capillary-porous colloidal materials drying process**

Presented analysis of the drying moist materials mechanism for example wood, as a typical colloidal capillary-porous body. Displaying equation for determining heat-mass exchange parameters.

УДК 330.42 + 332.12 + 327.5

Доц. Л.М. Буяк, канд. екон. наук;  
доц. В.К. Паучок, канд. техн. наук –

Тернопільський національний економічний університет

### **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ІНВЕСТИВАННЯ В НИЗЬКОПРОДУКТИВНУ ЕКОНОМІКУ**

Описано математичну модель внутрішнього і зовнішнього інвестування в низькопродуктивну економіку. На основі аналізу розв'язків моделі розкрито процес виникнення інвестиційної залежності країн з низькопродуктивною економікою від іноземних власників.

**Ключові слова:** інвестування, економіко-математичне моделювання, колоніалізм, фізична економіка.

Сучасний розвиток економіки нашої країни пов'язують зі залученням у неї інвестицій, вітчизняних та іноземних. Тема інвестування перебуває в центрі сучасної ідеологічної пропаганди. З інвестуванням пов'язані економічні сподівання багатьох сучасників. Тим часом, емпіричні спостереження показують, що дії інвесторів, результати інвестування часто не збігаються з громадськими та державними інтересами, індивідуальними потребами й очікуваннями. Так, одні підприємства після "отримання інвестицій" припинили свою діяльність, інші – різко змінили соціальні програми, а треті – почали виробництво, яке не збігається з основами національної господарської поведінки.

Ці зауваження показують, що в сучасній економіці нашої країни проявляється своєрідна суперечність між ідеологічною пропагандою щодо інвестування та реальністю. На неоднозначні економічні наслідки іноземних інвестицій вказують історичні приклади інших країн. Так, після відміни колоніалізму, країни Африки продовжували отримувати зовнішні інвестиції, але це не привело до виникнення в них високопродуктивних економік.

Критичний аналіз соціально-економічних наслідків, які виникають за різних історичних умов внаслідок вкладання фінансових коштів окремими власниками підприємств у ті чи інші галузі виробництва, охоплює історичний, політичний, культурний, духовний напрями досліджень. Економічний напрям таких досліджень у нашій країні розпочато працями С. Подолинського [1, 2], І. Франка, які в сучасній інтерпретації представлено в роботах С. Злупка [3, 4]. Спільною для цих досліджень є засаднича теза про те, що добробут, досконалий суспільний лад є результатом плідної, ревної праці, вільної від злого умислу, і справедливого розділення її результатів, контрольованого всіма членами суспільства. При цьому власне фінансовий аспект, інвестиції в організацію цієї праці залишається супровідним чинником. Ці погляди набули розвитку в дослідженнях Л. Гринів, М. Кічурчак [5].

Дослідники науково-технічного прогресу [6], інтелектуальних багатств, людського капіталу [7] відзначають, що саме активна природа людини, її здатність діяти є необхідною умовою економічного розвитку, а фінансові інвестиції щодо них можуть бути сприятливим фактором.

З цього приводу у дослідженнях В. Глушкова [8] наголошено, що розвиток виробництва ґрунтується на послідовній заміні одних технологій іншими, з оптимальною інтенсивністю такого оновлення, яка залежить від того, наскільки продуктивність нового устаткування, впроваджуваного в експлуатацію, перевищує продуктивність старого, виведеного з використання. Інвестиційний аспект такої модернізації засобів виробництва (виражений вартістю обладнання, затратами на демонтаж і впровадження) також не може бути заміщений на аспект втілення нових досягнень науки у виробництво.

Юхновський І. [9] наголошує, що вдосконалення економіки нашої країни має бути базовим принципом суспільного розвитку. Це вдосконалення дослідник пов'язує із зовнішніми впливами, до яких відносить вплив Сонця на створення продукту фотосинтезу; впливи винаходів людського розуму; Силу Всевишнього Творця. І додає, що однією з форм вияву відкритості до