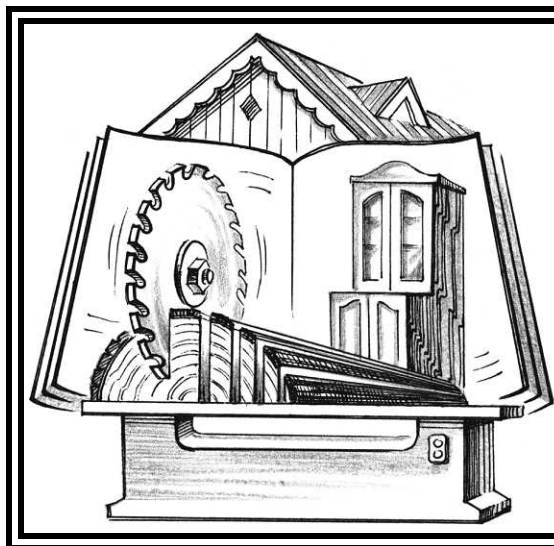




3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА УСТАТКУВАННЯ ДЕРЕВООБРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

УДК 66.047

*Проф. Я.М. Ханик, д-р техн. наук; інж. О.В. Станіславчук;
доц. В.П. Дулеба, канд. техн. наук – НУ "Львівська політехніка"*

КІНЕТИКА КОНВЕКТИВНО-КОНДУКТИВНОГО СУШІННЯ ПАСТОПОДІБНИХ ТЕРМОЛАБІЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Наводяться результати розрахунків кінетики конвективно-кондуктивного сушіння дріжджів у щільному шарі, як у першому періоді, так і у другому, а саме: визначення коефіцієнта пропорційності та показників степенів критеріїв подібності у критеріальному рівнянні для розрахунку коефіцієнта масовіддачі, а відтак і швидкості сушіння в першому періоді, тривалості першого та другого періоду, а також часу сушіння в цілому.

*Prof. Ya.M. Khanyk, ing. O.V. Stanislavchuk,
doc. V.P. Duleba – NU "L'vivs'ka Politekhnik"*

Konvektive-contact kinetic of drying the termosensitive materials

In entry presentation the result consideration of kinetic the konvektive-contact drying yeast of unbroken layer material in the first and second period: determination of proportionate coefficient and position a Ma power of similarity criterion in the criterion Ma equation for consideration of the massdevotion coefficient and speed of drying in the first period, durability of the first and second period and the time of drying on the whole.

Постановка питання. Зростання попиту на сухі хлібопекарські дріжджі ставить задачу пошуку та промислового впровадження раціональних методів сушіння, які забезпечать збереження їх якості, а також стійкість під час транспортування та зберігання. На дріжджових заводах, в основному, застосовують конвективне сушіння дріжджів. Це обумовлено специфічними властивостями дріжджових клітин, які характеризуються термолабільністю, а також підвищеною чутливістю до зовнішніх чинників (зміна температури та вологості, швидкості теплоносія та тиску середовища, швидкості зневоднення тощо).

Аналіз останніх джерел літератури. У роботах дослідників, очолюваних Е.А. Плевако, детально вивчені біохімічні і фізико-хімічні процеси, які відбувається під час конвективного сушіння дріжджів. Менше вивчені теплофізичні явища матеріалів, а також їх механізм сушіння [1].

Механізм сушіння пресованих пекарських дріжджів, що являють собою колоїдний капілярно-пористий матеріал, ускладнений біологічними властивостями дріжджових клітин, які можуть різко змінюватись під час значного зниження вмісту внутрішньоклітинної вологи. Сушіння є важливим технологічним процесом, який має забезпечити пониження вологості дріжджів із збереженням у дріжджових клітинах всього комплексу ферментів. Поряд з температурою нагрівання дріжджів важливу роль під час сушіння має тривалість процесу. Розвиток сучасної технології сушіння базується на таких основних принципах: від властивостей продукту як об'єкта сушіння – до вибору методів і режимів сушіння, і на цій основі – до створення досконалих конструкцій сушильних установок. Ці принципи повинні бути покладені в основу розв'язку проблеми сушіння пекарських дріжджів.

Однією з основних задач технології сушіння є керування технологічним процесом, що узгоджується з властивостями об'єктів сушіння та механізмом перенесення вологи в них і дає змогу отримувати матеріали та продукти необхідної якості із заданими характеристиками. Значний інтерес має метод кондуктивно-конвективного енергопідведення, за якого, крім конвективного теплопідведення, відбувається кондуктивне підведення тепла через вологий шар матеріалу, а міграція пари – через протилежний, сухий шар. Таким чином, процеси тепломасообміну проходять в шарах з різними параметрами.

Ми дослідили конвективний метод сушіння пастоподібних матеріалів, вплив температури і швидкості теплоносія, а також висоти шару висушуваного матеріалу на швидкість сушіння та на якість отриманого продукту [2], однак він має певні недоліки (низька продуктивність та довготривалість процесу). Основною причиною небажаної тривалості сушіння є низька інтенсивність підведення тепла в зону сушіння.

Постановка завдання. Мета нашого дослідження полягає в інтенсифікації сушіння пастоподібного біологічно-активного матеріалу, зниженні питомих затрат і підвищенні якості готової продукції. Ми дослідили вплив температури і швидкості теплоносія, а також висоти шару матеріалу на кінетику конвективно-кондуктивного сушіння пастоподібного біологічно-активного матеріалу.

Ми досліджували конвективно-кондуктивне сушіння, коли теплоносій омиває поверхню матеріалу і тепло підводиться до нижніх шарів матеріалу теплопровідністю через металічний контейнер. Випаровування в цьому випадку здійснюється з однієї поверхні, поверхнею бокової площі зразка матеріалу можна знехтувати, оскільки вона є незначною порівняно з верхньою поверхнею випаровування. Оскільки пара біля поверхні матеріалу є насиченою і відповідає температурі мокрого термометра, то брали швидкість поверхневого випаровування вологи з матеріалу такою, що дорівнює швидкості випаровування її з вільної поверхні рідини.

Внаслідок досліджень отримано графічні залежності, які вказують на вплив температури та швидкості теплоносія, а також висоти шару матеріалу на швидкість сушіння. Досліджено вплив параметрів теплоносія та висоти шару матеріалу на тривалість першого періоду. На основі отриманих даних

проведено узагальнення результатів кінетики процесу сушіння і отримано рівняння (1) для визначення часу сушіння в першому періоді:

$$\tau_{кр} = -0,95 \sqrt{\frac{N}{23.12}} \quad (1)$$

Залежність $\tau_{кр}$ від швидкості сушіння у першому періоді N показано на рис. 1.

Для ширшого узагальнення першого періоду сушіння ми використали критеріальну залежність (2) [3]:

$$Nu' = f(Re; Pr'; Gu; Gr; Ho, \Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \dots) \quad (2)$$

де: Nu' – дифузійний критерій подібності Нуссельта; Re – критерій подібності Рейнольдса; Pr' – дифузійний критерій подібності Прандтля; Gu – критерій подібності Гухмана; Gr – критерій подібності Грасгофа; Ho – критерій гомохронності, $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3$ – геометричні симплекси.

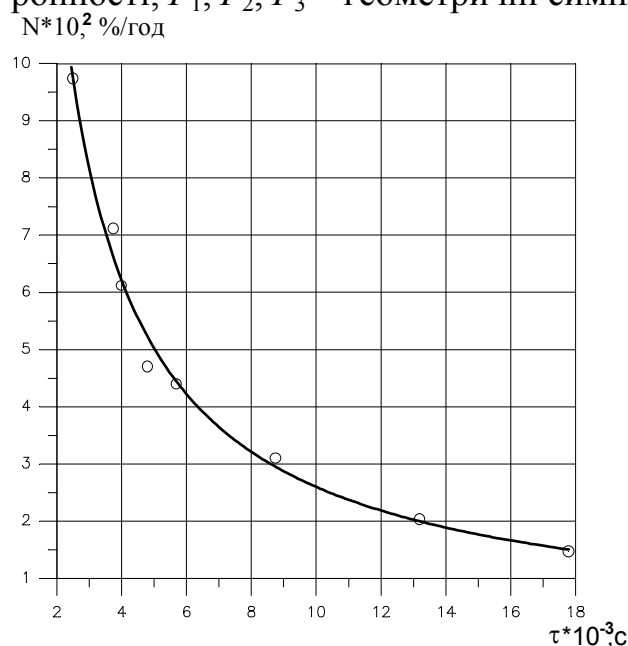


Рис. 1. Залежність $\tau_{кр}$ від швидкості сушіння N

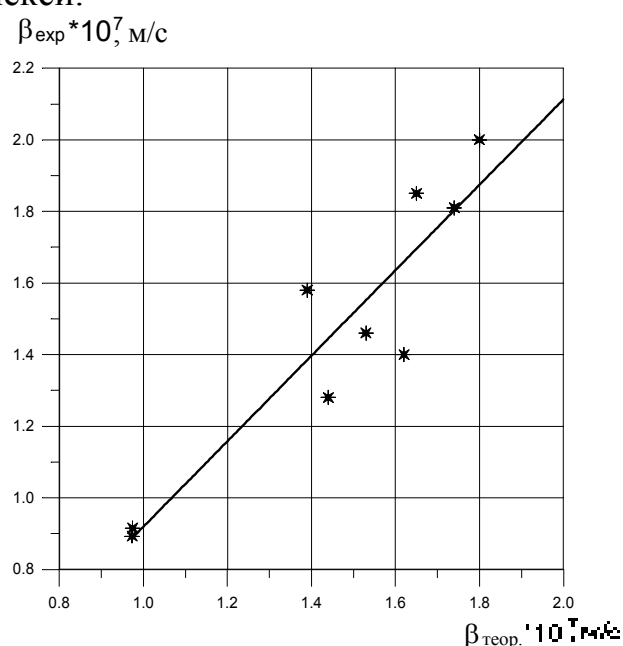


Рис. 3. Зіставлення розрахункових та експериментальних значень β . Відносна похибка не перевищує 18 %

Для отримання конкретної критеріальної залежності (3) розраховували коефіцієнт пропорційності A та показники степенів m, n, k, s , які можуть бути визначені за відомих значень критерію Nu' залежно від різних параметрів процесу.

$$\frac{\beta \cdot l}{D} = A \cdot \left(\frac{\omega \cdot l \cdot \rho}{\mu} \right)^m \cdot \left(\frac{\mu}{\rho \cdot D} \right)^n \cdot \left(\frac{T_c - T_m}{T_c} \right)^k \cdot \left(\frac{l_1}{l_2} \right)^s \quad (3)$$

де: β – коефіцієнт масовіддачі, м/с; l – довжина шару матеріалу, м; D – коефіцієнт дифузії, м²/с; A – коефіцієнт пропорційності; ω – швидкість теплоносія, м/с; ρ – густина теплоносія, кг/м³; μ – динамічний коефіцієнт в'язкості теплоносія, Па·с; T_n – температура середовища, °К; T_m – температура мокрого термометра, °К; l_1 і l_2 – відношення геометричних параметрів, м; m, n, k, s – показники степенів критеріїв подібності.

Для визначення експериментальних значень критерію Nu' використовували залежність (4) [3]:

$$Nu' = \frac{\beta \cdot \ell}{D} = \frac{J}{\frac{D}{\ell} \cdot (p_n - p_c)}, \quad (4)$$

де: J – інтенсивність процесу випаровування з поверхні матеріалу, кг/(м²·с); p_n, p_c – різниця парціальних тисків на поверхні тіла та в навколишньому середовищі відповідно, Н/м².

У кінцевому підсумку з врахуванням комплексу геометричної подібності $\left(\frac{\ell}{h}\right)^s$, де h – висота шару матеріалу, отримано критеріальне рівняння:

$$Nu' = 0.14 \cdot 10^{-7} \cdot Re^{0.98} \cdot Pr^{3.94} \cdot \left(\frac{\ell}{h}\right)^{0.61} \quad (5)$$

яке дає змогу розрахувати з достатньою точністю для інженерних розрахунків коефіцієнт масовіддачі, а відтак швидкість сушіння в першому періоді до досягнення критичної вологості, що приблизно дорівнює (залежно від температури) $W_{kp} = 48-52,5$ %. Зіставлення розрахункових та експериментальних значень коефіцієнту масовіддачі β показано на рис. 3.

Тривалість першого періоду, згідно з результатами досліджень, можна визначити за відомими значеннями коефіцієнта масообміну за рівнянням (6)

$$\tau_1 = \frac{G_n \cdot (W_n - W)}{100 \cdot \beta \cdot F \cdot (p_n - p_c)} \quad (6)$$

Для кількісного розрахунку кінетики сушіння у другому періоді використовуємо залежності (7), (8) [3]

$$\frac{W - W_p}{W_{kp} - W_p} = e^{-K \cdot (\tau - \tau_{kp})} \quad \frac{W - W_p}{W_{kp} - W_p} = e^{-\chi \cdot N \cdot (\tau - \tau_{kp})} \quad (7), (8)$$

і в кінцевому результаті отримуємо:

$$\frac{W - W_p}{W_{kp} - W_p} = e^{-0,024 \cdot N \cdot (\tau - \tau_{kp})} \quad (9)$$

Загальна тривалість сушіння становить

$$\tau = \frac{G_n \cdot (W_n - W)}{100 \cdot \beta \cdot F \cdot (p_n - p_c)} + \left[-\frac{1}{0,024 \cdot N} \cdot \ln \frac{W - W_p}{W_{kp} - W_p} \right] \quad (10)$$

Отримані рівняння з врахуванням зміни рівноважної вологості від температури і швидкості теплоносія, а також товщини шару матеріалу дають змогу прогнозувати процес конвективно-кондуктивного сушіння пастоподібних біологічно-активних матеріалів, як в першому періоді, так і в другому, спроектувати сушильний апарат для заданої продуктивності відповідно до конкретних гідродинамічних та кінетичних умов процесу сушіння.

Література

1. Гинзбург А.С., Улумиев А.А., Васильева А.С. Методы сушки пекарских дрожжей// Пищепром: Обзор. – М.: ЦНИИТЭИ, 1970. – 40 с.
 2. Станіславчук О.В., Ханик Я.М. Термолабільні матеріали. Кінетика конвективного сушіння// Хімічна промисловість України: Наук.-виробн. журнал. – 2005, № 2(67). – С. 36-38.
 3. Лыков А.В. Теория сушки. – М.: Энергия, 1968. – 472 с.
-

УДК 674.02:621.923

Доц. О.А. Кійко, канд. техн. наук – НЛТУ України

ДОВЖИНА ШЛІФУВАННЯ ЗА ПЕРІОД СТІЙКОСТІ ЖОРСТКОГО АБРАЗИВНОГО ЦИЛІНДРА У ПРОЦЕСІ КАЛІБРУВАННЯ-ШЛІФУВАННЯ ДЕРЕВНОСТРУЖКОВОЇ ПЛИТИ

Розроблена імітаційна модель для визначення довжини процесу калібрування-шліфування деревностружкових плит жорсткими абразивними циліндрами за період стійкості. Здійснено порівняльний аналіз роботи інструментів із врахуванням та без врахування флуктації товщини плити.

Doc. O.A. Kyiko – NUFWT of Ukraine

Length of sanding for period of stability by rigid abrasive cylinders during calibrating-sanding of particle board

The simulation model for definition of length calibrating – sanding process of particle board by rigid abrasive cylinder for period of stability is designed. The comparative operational analysis of tools with the registration and without the registration variability of particle board thickness is carried out.

Стабільний ріст темпів деревообробної та меблевої галузей спричиняє постійне вдосконалення існуючих технологій. Екологічна та ресурсощадна проблема заміни масивної деревини, як основного конструкційного матеріалу у виробництві меблів, вирішується сьогодні зростаючими об'ємами використання плитних деревних матеріалів.

Процес калібрування (оброблення в розмір за товщиною) деревностружкових плит є одним із найбільш трудомістким, а відтак таким, що потребує детального вивчення і удосконалення.

В Українському державному лісотехнічному університеті [1-4] розроблений і впроваджений у виробництво жорсткий абразивний циліндр для здійснення процесу калібрування шліфування ДСП – ефективний заміник дорогої і малопродуктивної шліфувальної шкурки. Недоліком проведених в УкрДЛТУ досліджень із вивчення особливостей роботи абразивних циліндрів є те, що у них не враховано випадковий характер товщини оброблюваного матеріалу. Натомість, існуюча різнотовщинність деревностружкової плити (результати попередніх досліджень показали, що різнотовщинність ДСП після пресування може складати 3...4 мм) істотно впливає на основні показники процесу оброблення.

Таким чином, завданням даної роботи є встановлення основних закономірностей роботи абразивного інструмента у процесі калібрування-шліфування ДСП із врахуванням флуктації товщини плити.