

3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА УСТАТКУВАННЯ ЛІСОВИРОБНИЧОГО КОМПЛЕКСУ

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"

ОТРИМАННЯ СУХИХ ДРІЖДЖІВ ІЗ СУСПЕНЗІЇ

Наводяться результати узагальнення кінетики сушіння пекарських дріжджів методом фільтрації теплоносія через висушуваний шар матеріалу із створеною в ньому штучною пористістю та додатковим підведенням тепла: тривалості процесу та кількісного розрахунку кінетики сушіння у другому умовному періоді.

*Prof. Ya.M. Khanyk, eng. O.V. Stanislavchuk,
Assist. prof. V.P. Duleba – NU "Lviv polytechnica"*

Receipt of dry east from pulp

In entry presentation the result of summarizing of kinetic filtration drying layer yeast with porous and positive heating: duration of drying and quantitative calculation kinetic of drying in second relative period.

Постановка питання. До величезного різноманіття матеріалів, які підлягають сушінню, належить і такий біологічно-активний продукт як пекарські дріжджі. У виробництві для їх отримання у сухому вигляді дріжджову суспензію (молоко) фільтрують на барабанних вакуум-фільтрах. Отриманий матеріал (дріжджове тісто) вологістю $W_c = 222-265\%$ зрізають ножом зі стрічки барабану, формують і подають на сушіння. Для зневоднення пекарських дріжджів здебільшого використовують сушарки киплячого шару, які поряд з перевагами мають і такі недоліки: стирання матеріалу під час сушіння, винесення дрібнодисперсної фази у довкілля, низький коефіцієнт тепловіддачі порівняно із сушінням у стаціонарному шарі тощо.

Аналіз джерел літератури. У працях [1-8] доведено ефективність фільтраційного методу сушіння для матеріалів різної структури та природи. Суть методу полягає у фільтруванні гарячого теплоносія через газопроникний матеріал під дією перепаду тисків. Під час фільтраційного сушіння частина вологи видаляється механічно без затрат теплової енергії, а теплоносій омиває не тільки зовнішню поверхню висушуваного матеріалу, але і його внутрішню структуру, внаслідок чого поверхня масотеплообміну багатократно зростає. Механічне винесення вологи, яка заповнює макрокапіляри, є великою перевагою фільтраційного методу сушіння.

Основні результати дослідження. Враховуючи переваги сушіння методом фільтрації теплоносія через шар матеріалу [1], нами досліджено можливість здійснення процесу зневоднення безпосередньо після стадії фільтрування дріжджового молока (уникаючи стадії формування матеріалу). Для цього на поверхню шару матеріалу (дріжджового тіста), утвореного після фільтрування і розміщеного на перфорованій перегородці, подавався теплоносій, який під дією перепаду тисків "профільтровувався" через нього. Для збільшення поверх-

ні тепломасообміну і для зменшення гідравлічного опору шару, перфораторами з різною кількістю перфоруючих елементів створювали штучну пористість ($S = 1,32; 5; 10 \%$). Крім цього, для додаткового підведення тепла в шар, у ньому розміщали металеві сітки плоскої та об'ємної форми.

Для визначення критичної вологості та її залежності від величини штучної пористості S , отримані експериментальні дані представлено у вигляді графічної залежності в напівлогарифмічних координатах: $\lg(W - W_p) = f(\tau)$ (рис. 1), де W і W_p – потокова і рівноважна вологості, τ – час сушіння.

Із збільшенням значення штучної пористості час досягнення критичної вологості зменшується від 1200 до 900 с. Величина критичної вологості не залежить від S і становить $W_{кр} = 49,75 \%$.

На основі отриманих даних виконано узагальнення результатів кінетики процесу сушіння матеріалу із штучно створеною в шарі пористістю і отримано рівняння для визначення тривалості сушіння у першому умовному періоді

$$\tau_{кр} = \frac{0,62 - N}{1,9 \cdot 10^{-4}}, \quad (1)$$

де N – швидкість сушіння у першому умовному періоді, $\%/с$.

Для кількісного розрахунку кінетики сушіння у другому умовному періоді використано залежність [9]

$$\frac{W - W_p}{W_{кр} - W_p} = e^{-\chi \cdot N \cdot (\tau - \tau_{кр})}, \quad (2)$$

для якої визначено величину відносного коефіцієнта сушіння $\chi = 0,003 \text{ 1/с}$, відповідно

$$\frac{W - W_p}{W_{кр} - W_p} = e^{-0,003 \cdot N \cdot (\tau - \tau_{кр})}. \quad (3)$$

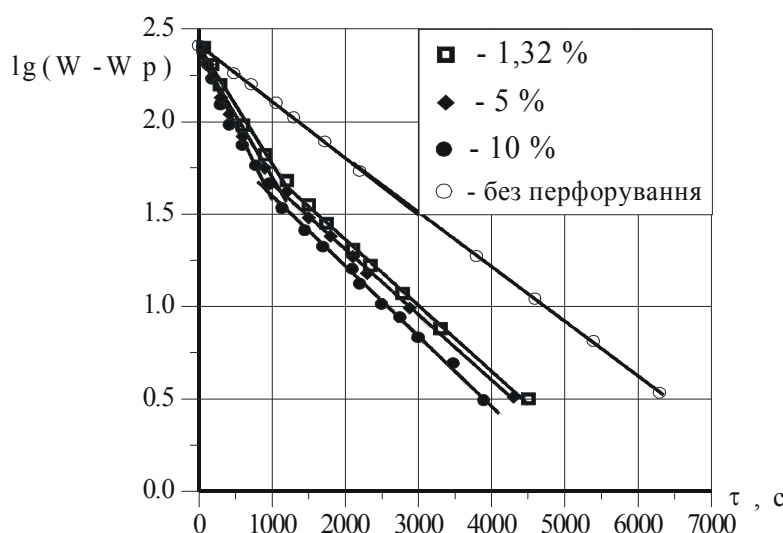


Рис. 1. Графічний метод визначення критичної вологості та часу її досягнення для суцільного шару матеріалу та за наявності в ньому змінних значень штучної пористості

Загальний час сушіння пекарських дріжджів методом фільтрації теплоносія через висушуваний шар із створеною в ньому штучною пористістю, відповідно до рівнянь (1) і (3), становить:

$$\tau = \frac{0,62 - N}{1,9 \cdot 10^{-4}} + \left[-\frac{1}{0,003 \cdot N} \cdot \ln \frac{W - W_p}{W_{кр} - W_p} \right]. \quad (4)$$

Кінетика сушіння для шарів матеріалу зі штучною пористістю визначається його живим перетином, усадковими явищами каналів, молекулярною дифузією вологи до каналів і часткою пароутворення в міжканальних ділянках та частковим руйнуванням каналів. На основі проведених досліджень можна сказати, що створення штучної пористості в шарі матеріалу дещо інтенсифікує процес сушіння, однак не дає необхідних результатів через низьку інтенсивність підведення тепла у зону сушіння.

Для збільшення поверхні тепломасообміну в шарі матеріалу було розміщено плоску металеву сітку. Тобто, сушіння проводили комбінованим фільтраційно-контактним методом, коли тепло передається матеріалові як від теплоносія, що "профільтровується" через шар матеріалу, так і від нагрітої ним сітки. Час досягнення критичної вологості змінюється із зростанням пористості від 550 до 450 с у 11,87 раза (рис. 2). Величина критичної вологості не залежить від значення S і становить $W_{кр} = 89,28 \%$.

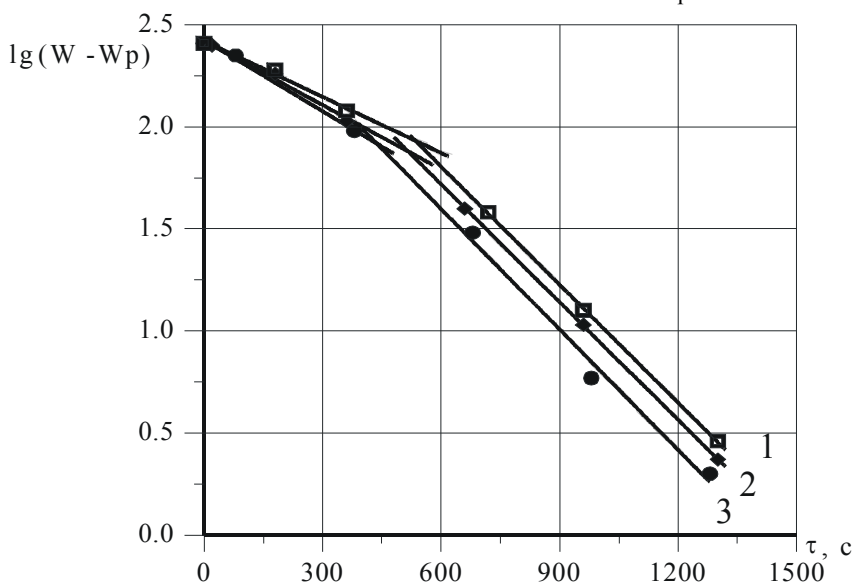


Рис. 2. Визначення критичної вологості та часу її досягнення для матеріалу з різними значеннями штучної пористості та розміщеною плоскою металевую сіткою в шарі:
1, 0-0,16 %; 2, 0-0,67 %; 3, 0-1,9 %

Аналізуючи результати досліджень сушіння пастоподібного матеріалу із розміщеною в його шарі плоско-металевою сіткою та штучною пористістю, можна зробити висновок, що величина штучної пористості істотно не впливає на кінетику сушіння, оскільки створена поверхня тепло масообміну, внаслідок руйнування шару матеріалу під дією усадкових явищ, є значно більшою від поверхні, утвореної штучно. Наявність плоскої металеві сітки в шарі призводить до стабілізації штучної пористої структури і підведення тепла кондуктивним методом до висушуваного матеріалу у місці її розміщення. Наслідком такого процесу сушіння є зменшення тривалості процесу.

Внаслідок узагальнення першого умовного періоду кінетики сушіння отримано рівняння (5) для визначення тривалості сушіння у першому умовному періоді матеріалу зі створеною пористістю та розміщеною в шарі плоскою металевую сіткою

$$\tau_{кр} = \frac{0,63 - N}{3,8 \cdot 10^{-4}} \cdot \quad (5)$$

Рівняння для розрахунку кінетики сушіння у другому умовному періоді за визначеного значення відносного коефіцієнта сушіння $\chi = 0,0101 \text{ л/с}$ можна записати

$$\frac{W - W_p}{W_{kp} - W_p} = e^{-0,01 \cdot N \cdot (\tau - \tau_{kp})} \quad (6)$$

Рівняння для розрахунку загального часу сушіння пастоподібного біологічно-активного матеріалу із розміщеною в шарі плоскою металевою сіткою та створеною в ньому штучно пористістю матиме вигляд

$$\tau = \frac{0,63 - N}{3,8 \cdot 10^{-4}} + \left[-\frac{1}{0,01 \cdot N} \cdot \ln \frac{W - W_p}{W_{kp} - W_p} \right] \quad (7)$$

Отримані нами рівняння дають можливість прогнозувати процес сушіння пекарських дріжджів із розміщеною в шарі плоскою металевою сіткою, як у першому, так і у другому періоді.

Збільшити поверхню тепломасообміну дало змогу розміщення у шарі матеріалу об'ємної металевої сітки. Форма такої сітки дає змогу додатково підводити тепло по всій висоті матеріалу. Крім цього, частина сітки є невтопленою в шар, тому вона від початку сушіння контактує з теплоносієм, нагрівається і передає тепло матеріалу по всій його висоті. Критична вологість матеріалу не залежить від значення штучної пористості (рис. 3), однак є меншою, ніж у попередньому випадку (рис. 2).

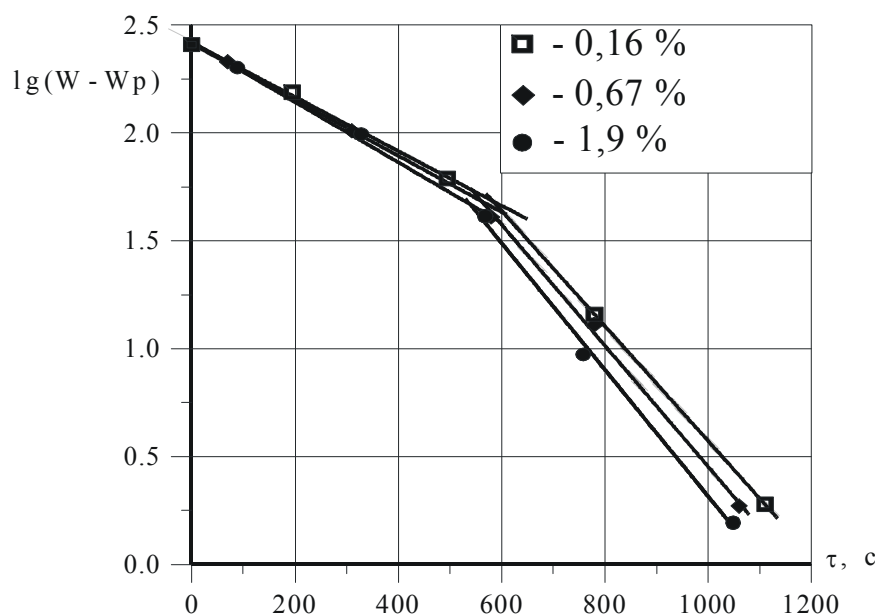


Рис. 3. Графічний метод визначення критичної вологості та часу її досягнення для матеріалу з різними значеннями штучної пористості та розміщеною об'ємною сіткою в шарі

На основі проведених досліджень та отриманих даних виконано узагальнення результатів кінетики процесу сушіння матеріалу із створеною штучною пористістю та розміщеною в шарі об'ємною металевою сіткою і отримано рівняння для визначення тривалості сушіння у першому умовному періоді

$$\tau_{kp} = \frac{1,48 - N}{1,65 \cdot 10^{-3}} \quad (8)$$

Для кількісного розрахунку кінетики сушіння у другому умовному періоді отримано рівняння:

$$\frac{W - W_p}{W_{kp} - W_p} = e^{-0,0059 \cdot N \cdot (\tau - \tau_{kp})} \quad (9)$$

Загальний час сушіння становить

$$\tau = \frac{1,48 - N}{1,65 \cdot 10^{-3}} + \left[-\frac{1}{0,0059 \cdot N} \cdot \ln \frac{W - W_p}{W_{kp} - W_p} \right]. \quad (10)$$

Висновки. На основі отриманих результатів досліджень можна зазначити, що у разі розміщення в шарі матеріалу об'ємної металевої сітки, величина штучно утвореної пористості істотно не впливає на кінетику сушіння, оскільки значення сумарного живого перетину, утвореного внаслідок усадкових явищ, значно перевищує значення живого перетину штучної перфорації. Рівномірність мікротріщин дещо залежить від живого перетину штучної пористості на початку процесу, що позитивно відображається на кінетиці сушіння (рис. 3).

Отримані рівняння, з врахуванням зміни створеної пористості та форми підведення додаткового тепла в шар матеріалу, дають можливість прогнозувати процес сушіння як у першому періоді, так і у другому, а також спроектувати сушильний апарат відповідно до конкретних гідродинамічних та кінетичних умов процесу сушіння.

Література

1. Ханьк Я.М. Фильтрационная сушка плоских проницаемых материалов: Дисс. ... д-ра техн. наук. – Львов: ГУ "Львовская политехника", 1992. – 36 с.
2. Ханьк Я.М., Атаманюк В.М. Фільтраційне сушіння хімічного волокна// Стан і перспективи розвитку хімічної науки та промисловості в західному регіоні: Тез. наук. конф. – Львів: ДУ "Львівська політехніка". – 1994. – С. 192.
3. Ханьк Я.М., Білецька Л.З., Креховецький О.М. Особливості процесу фільтраційного сушіння у разі інфрачервоного нагріву матеріалу// Хімічна промисловість України. – 1996, № 3. – С. 19-21.
4. Ханьк Я.Н., Атаманюк В.М., Билецкая Л.З. Непрерывный процесс фильтрационной сушки ленточных газопроницаемых материалов при наличии усадочных явлений// Труды Междунар. конф.: Тепломассообмен. ММФ-96. – Минск. – 1996. – С. 25-27.
5. Дулеба В.П., Ханьк Я.М., Атаманюк В.М. Гідродинаміка при русі через шар сухого зернистого поліакриламідну// Хімічна промисловість України. – 1997, № 2. – С. 17-20.
6. Гузьова І.О., Атаманюк В.М., Ханьк Я.М. Інтенсифікація фільтраційного сушіння сипких зернистих матеріалів// Хімічна промисловість України. – 2001, № 4. – С. 17-19.
7. Кіндзера Д.П., Ханьк Я.М., Атаманюк В.М. Гідродинаміка фільтраційного сушіння торфу// Вісник ДУЛП: Хімія, технологія речовин та їх застосування. – 2001, № 426. – С. 204-208.
8. Кіндзера Д.П., Ханьк Я.М., Атаманюк В.М. Зернистий матеріал. Гідродинаміка полідисперсного шару// Хімічна промисловість України. – 2002, № 6. – С. 38-42.
9. Лыков А.В. Теория сушки. – М.: Энергия, 1968. – 472 с.

УДК 674.093.02 Доц. Л.Н. Горбачова, канд. техн. наук; проф. Р.І. Мацюк,
канд. техн. наук; студ. М.М. Ільків – НЛТУ України, м. Львів

АНАЛІЗ ВПЛИВУ СПОСОБІВ РОЗПИЛЮВАННЯ ПИЛОВНИКА НА ОБ'ЄМНИЙ ВИХІД ПИЛОМАТЕРІАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНОГО КОЛОДОПИЛЯЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

Проаналізовано вплив способів розпилювання пилової сировини та типу колодопиляльного обладнання на об'ємний вихід обрізних стандартних пиломатеріалів та чотириконтного бруса, призначеного для дерев'яного домобудування.