

$$\frac{W}{W_0} = 1 - \alpha \cdot \tau \cdot e^{-a \cdot h},$$

де " α " і " a " – динамічні коефіцієнти, які визначають із експериментальних даних.

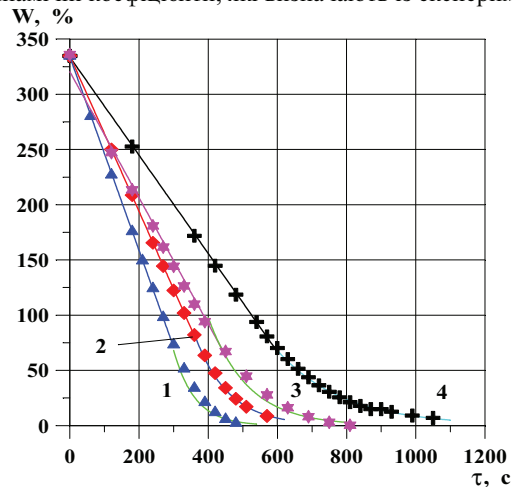


Рис. 2. Кінетичні криві сушіння торфу при різних температурах:
($H = 30 \cdot 10^{-3}$ м; $\Delta P_c = 2360$ Па) 4–313 К; 3–323 К; 2–333 К; 1–343 К.

Рівняння (1) описує кінетику сушіння у першому умовному періоді до досягнення критичної вологості. Разом з тим, порівняно з існуючими методами, використання фільтраційного сушіння усуває забруднення навколишнього середовища твердою фазою, значно зменшує забруднення продуктами горіння внаслідок зменшення питомих енергетичних затрат на випаровування води, а процес сушіння значно інтенсифікується порівняно із існуючими методами.

Література

1. Романков П.Г., Рашковская Н.Б. Сушка в кипящем слое. – М.: "Химия", 1964.
2. Лиштван И.И. Проблемы комплексного использования торфа. ж. Торфяная промышленность. 1986. №2, С. 5-9.
3. Наумович В. М. Искусственная сушка торфа. – М.: Недра, 1984, 222с.
4. Ханьк Я.Н. Фильтрационная сушка плоских проницаемых материалов.: Автореферат дис. док. тех. наук. – Львов, 1992. – 36 с.

УДК 66. 047

Інж. О.П. Кулик; проф. Я.М. Ханьк, д.т.н. – НУ "Львівська політехніка"

ПРОБЛЕМИ СУШІННЯ КАПІЛЯРНО-ПОРИСТИХ КОЛОЇДНИХ ТІЛ ПРИРОДНОГО ПОХОДЖЕННЯ

Проведено аналіз різних методів сушіння капілярно-пористих колоїдних тіл природного походження, в результаті якого була визначена доцільність проведення сушіння цих тіл контактним і фільтраційним методами.

Eng. O. Kulyk, prof. Ya. Hanyk – NU "Lviv'ska Politekhnikha"

The problems drying of naturale capillary porous colloid materials

Die Analyse verschiedener Trocknungsarten der Kapillar Porigskolloidskörper wurde durchgeführt, danach beschlossen wurde, dass man diese Körper mit Kontakts – und Filtersmethoden trocken muss.

Переважно сушіння капілярно-пористих колоїдних тіл природного походження здійснюється методом конвективного сушіння [1-3], яке полягає в тому, що підведення тепла до висушуваного тіла здійснюється за допомогою нагрітого повітря.

Режими температури та вологості повітря, час сушіння залежать від особливостей матеріалу капілярно-пористих колоїдних тіл та вимог до якості кінцевого продукту. Так, наприклад, для сушіння шкіри при температурі повітря від 38 до 65°C час процесу становить 1,5-2 години [1], при температурі повітря 25°C становить вже 2-3 дні, а при температурі 20°C – 3-4 дні [3]. Відносна вологість повітря при конвективному сушінні теж має досить широкий діапазон значень: від 9 до 71 %, але в більшості випадків вона знаходиться в межах від 18 до 40 % [1].

Конвективне сушіння капілярно-пористих колоїдних тіл природного походження здійснюється, як правило, у три етапи:

- *підв'ялення* – попереднє продування холодним повітрям;
 - *головне сушіння* – доведення вмісту води до технологічних параметрів;
 - *відсушування* – вилучення з напівфабрикату надлишкової води після подальших технологічних процесів.
- Існують також наступні різновиди конвективного сушіння:
- у вільному чи статичному стані – напівфабрикат завішують на гачках або в затискачах;
 - у фіксованому стані – напівфабрикат закріплюють затискачами або наклеюють на гладкі поверхні;
 - у динамічному стані – напівфабрикат закріплюють і під час сушіння багаторазово змінюють його форму.

На практиці сушіння в динамічному стані ще не знайшло застосування.

Конвективне сушіння капілярно-пористих колоїдних тіл здебільшого здійснюється в тунельних сушарках. Для них застосовуються одно-, дво- або триконвеєрні агрегати [1]. При наявності конвеєрів більше, ніж один, вони розташовані один над одним. В сушарках потік повітря спрямовується рівнобіжно обом сторонам капілярно-пористих тіл. В одній частині сушарки повітря рухається вгору, в іншій – вниз.

Конвективне сушіння досить просте за виконанням, за рахунок цього воно й досі є найбільш поширеним методом сушіння. Це стосується як сушіння капілярно-пористих колоїдних тіл, так і інших об'єктів. Однак конвективний процес має один істотний недолік. Це його низька економічність. Крім того, конвективне сушіння має тривалий час процесу, тому воно поступово замінюється іншими методами. Серед них необхідно відзначити: контактне сушіння; контактено-вакуумне сушіння; радіаційне сушіння; електронне сушіння; сублімаційне сушіння; фільтраційне сушіння.

Контактне сушіння [2,3] – це сушіння на нагрітій металевій поверхні, коли тепло, необхідне для випаровування води та нагрівання, передається від гарячої

поверхні, а волога поглинається і відводиться навколишнім середовищем. Характерною особливістю контактної сушіння є велика швидкість процесу, яка в багато разів перевищує швидкість конвективного процесу.

За відношенню тіл до контактуючої поверхні контактні сушарки існують двох типів [3,5,6]:

- статичні контактні сушарки, в яких тіла прикріплюються до металевої поверхні;
- динамічні контактні сушарки, в яких тіла рухаються між нагрітими поверхнями.

Статичні контактні сушарки залежно від форми контактної поверхні бувають [7]: пластинчасті, тарілчасті, ємнісні, лопаткові. Прикріплення до контактної поверхні здійснюється здебільшого методом приклеювання. Динамічні контактні сушарки бувають [2,6]: стрічкові, вальцеві, жолобкові – з віброжолобом, оберткові в двох площинах. За типом теплоносія контактні сушарки поділяються на парові та електричні.

Незважаючи на те, що на сьогодні створена досить велика кількість конструкцій контактних сушарок, технологічно контактне сушіння відпрацьоване ще недостатньо як в цілому, так і за відношенню до капілярно-пористих колоїдних тіл природного походження.

Контактно-вакуумне сушіння [3] є контактним сушінням в умовах середнього вакууму при тиску 1,33–13,3 кПа і є найбільш прогресивним методом сушіння, оскільки відрізняється високою інтенсивністю і достатньою економічністю. Тривалість контактно-вакуумного сушіння становить всього лише декілька хв.. На відміну від інших методів, контактне сушіння у вакуумі дає можливість інтенсивно вести процес при більш низьких температурних режимах. Це особливо важливо для сушіння термолабільних матеріалів. Недоліками контактно-вакуумного сушіння є значні габарити і складність обладнання для проведення цього виду сушіння.

Радіаційне сушіння – це сушіння інфрачервоними (тепловими) променями [1]. Теплові промені рухаються прямолінійно, і інтенсивність їх випромінювання незалежно від джерела їх походження зворотно пропорційна квадрату віддалі від нього. Джерелом теплових променів є електрична енергія (нитка накаливання) або безполум'яна газова горілка. Електронне сушіння або сушіння струмами високої частоти [1] поки що знаходиться на початковій стадії розвитку, і застосування його на практиці досить обмежено.

Сублімаційне сушіння полягає у вилученні вологи із замороженого матеріалу шляхом перетворення твердої фази (криги) в газоподібну. Цей метод досить широко застосовується в харчовій та фармацевтичній промисловостях. Для сушіння капілярно-пористих колоїдних тіл природного походження цей метод не застосовується, так само як і фільтраційне сушіння, яке останнім часом набуває все більшого розповсюдження.

Як показав проведений авторами аналіз, для сушіння капілярно-пористих колоїдних тіл природного походження застосовується переважно конвективний метод сушіння. Інші, більш прогресивні методи сушіння або застосовуються обмежено (контактне сушіння), або взагалі не застосовуються. На основі цього аналізу можна констатувати про доцільність проведення досліджень сушіння капілярно-пористих колоїдних тіл природного походження контактним і фільтраційним методами. Дослідження кінетики сушіння показали, що вказаний матеріал при не-

високих температурах і відносно низьких перепадах тисків сушитися за час значно менший, ніж описаними вище методами і забезпечує високі технологічні показники виробу.

Література

1. **The chemistry** and technology of leather. Volume III – process control of leather quality / Fred O'Flaherty, William T. Roddy, Robert M. Lollar// Reinhold publishing corporation, New York, 1962. – 503 S.
2. **Сажин Б.С., Сажин В.Б.** Научные основы техники сушки. – М.: Наука, 1997. – 447 с.
3. **Отделка кож:** Учебн. пособие для студентов вузов. – Изд. 2-е перераб. и доп. / И. П. Страхов, А. А. Головтеев, Д. А. Куцади, Л. Б. Санкин. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 360 с.
4. **Heavy leathers:** preparation and drying methods / Jones Colin// World Leather. – 1999. – 12, № 2. S. 75-76, 79-80.
5. **Trocknungstechnik**// Chem. – Ing. – Techn.. – 1997. – 69, № 12. – S. 1724-1733.
6. **Kontaktbandtrockner.** Eine wirtschaftliche Lösung bei häufigem Produktwechsel / Janosik Manfred, Liedy Werner// Chem. – Ing. – Techn.. – 1991. – 63, № 11. – S. 1135-1137
7. **Im Trend der Zeit** – /Thürmer Franz// Chem. – Ing.. – 1992. – 115, № 1. – S. 42-44.

УДК 674. 047

Доц. І.М. Озарків, к.т.н.; проф. П.В. Білей, д.т.н.;
доц. В.Д. Крамар, к.х.н. – УкрДЛТУ

ВИКОРИСТАННЯ МАТРИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ПРОМЕНЕВОГО ТЕПЛООБМІНУ

Наведено рівняння теплообміну, які базуються на матричну систему.

Doc. I.M. Ozarkiv, prof. P.V. Bilej, doc. V.D. Kramar – USUFWT

Matrix methods application for solar radiation thermoexchange calculation

Equations based on a matrix system have been given.

Відомо, що в променевому теплообміні бере участь 4 або 5 окремих поверхонь (як сірих, так і абсолютно чорних), тому для визначення густин теплових потоків і температур поверхонь доцільно використати стандартні математичні методи, серед них і матричний метод. Проте, необхідно відзначити, що матричні методи можна використати для двох випадків: коли задається температура на поверхні матеріалу (крайова умова I роду) або задається густина питомого теплового потоку (крайова умова II роду).

Теплообмін випромінюванням описується крайовою умовою II роду. Розглянемо три сірі поверхні, які утворюють замкнуту систему. Нехай температури всіх поверхонь, що беруть участь в теплообміні, відомі і нам необхідно визначити результуючі густини потоків на всіх поверхнях. При цьому всі поверхні за відношенню до випромінювання є непрозорими і сірими, а розподіл енергії випромінюванням на поверхнях є рівномірним. Кожна поверхня є ізотермічною.

Необхідно відзначити, що використання матричного методу для розв'язку на ЕВМ має істотну перевагу, бо збільшення кількості поверхонь в задачі визначення густин результуючих потоків незначно збільшує обсяг роботи.

Результуючу густину потоку для кожної з трьох поверхонь можна визначити шляхом комбінації рівнянь: