

У процесі вивчення кінетики сушіння висота шару змінювалась від $2.5 \cdot 10^{-3}$ м до $6 \cdot 10^{-3}$ м. Отримані результати показали, що при зміні висоти у вказаному інтервалі час сушіння збільшився в 3.7 рази при одночасному погіршенні якісних показників. Основною перешкодою для швидкого сушіння суцільного шару даного матеріалу є його дифузійний опір. Процес сушіння супроводжується явищем "сідання", що є причиною появи тріщин (локальне руйнування), а також причиною повного руйнування є розвиток об'ємно-напруженого стану висушуваного матеріалу вище гранично-допустимого для даного матеріалу. Тому конвективне сушіння буде ефективним при оптимальній товщині шару.

Як впливає з отриманих результатів досліджень конвективний метод сушіння термолабільних матеріалів може ефективно використовуватись при обґрунтованих параметрах сушіння і дозволяє отримати сухий продукт високої якості. Однак час сушіння є достатньо значним, що є причиною подальших пошуків ефективних методів сушіння.

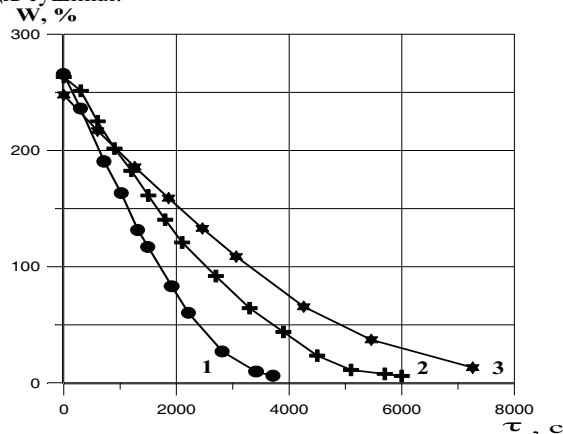


Рис. 2. Кінетика сушіння шару матеріалу дріжджів конвективним методом: 1 – температура теплоносія 60°C ; 2 – 50°C ; 3 – 36°C

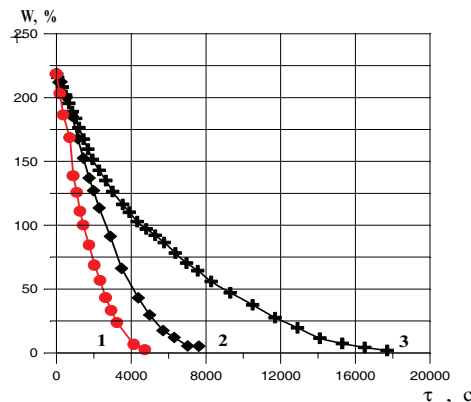


Рис. 3. Кінетика сушіння шару матеріалу дріжджів конвективним методом: 1 – висота шару матеріалу 2,5 мм; 2 – 4 мм; 3 – 6 мм

Література

1. Муштаев В.И., Ульянов В.М. Сушка дисперсных материалов, – М.: Химия, 1988, 349с.
2. Лыков А.Н. Теория сушки, – М.: Энергия, 1968, – 472 с.

УДК 66. 047

Асист. Л.З. Білецька, к.т.н. – НУ "Львівська політехніка"

ПРОБЛЕМИ КОМБІНОВАНОГО СУШІННЯ КАПІЛЯРНО-ПОРИСТИХ КОЛОЇДНИХ МАТЕРІАЛІВ

Наведені результати досліджень комбінованого фільтраційного сушіння матеріалів рівномірної структури в періодичному режимі фільтрації.

L. Biletska – NU "Lviv'ska Politehnika"

The problems of combination drying of capillary porous colloid materials

The results of combination filtration drying investigation in periodical regime of filtration for uniformly porous materials were considered.

При сушінні капілярно-пористих колоїдних матеріалів, які характеризуються значним гідравлічним опором і, відповідно, зменшенням швидкості руху теплоносія через їх пористу структуру, швидкість сушіння загалом лімітується підведенням теплової енергії до висушуваного матеріалу. Через низьку фільтраційну здатність при сушінні вказаних об'єктів інтенсивність підведення тепла є низькою. Тому кінетика сушіння таких капілярно-пористих колоїдних матеріалів характеризується наявністю періоду сповільненого сушіння [1], що є основною причиною зростання тривалості процесу.

Одним з шляхів подальшої інтенсифікації фільтраційного зневоднення є інтенсивне підведення теплової енергії в зону тепломасообміну. До таких інтенсивних методів відноситься нагрівання інфрачервоними променями з одночасним використанням тепла продуктів горіння.

Однак, як було встановлено при вивченні кінетики процесу, з ростом температури поверхні матеріалу зі сторони нагріву ІЧ-променями швидкість сушіння зростає незначно. Це пояснюється явищем термодифузії, яке призводить до того, що волога у вигляді рідини переміщується у нижні шари матеріалу і зростання її вологості, вищою за початкову. Оскільки механічне витіснення вологи для капілярно-пористих колоїдних матеріалів не характерне, то це, відповідно, є причиною зменшення фільтраційної здатності висушуваного об'єкту і, відповідно, – інтенсивності винесення водяних парів. Безперервна робота агрегатів, що створюють перепад тисків, є причиною значних енергетичних затрат.

З метою усунення перерахованих негативних явищ нами був запропонований комбінований метод сушіння [2]. При такому процесі матеріал прогрівається безперервно, а перепад тисків створюється періодично, за певним циклом. Під час прогрівання матеріалу утворюється водяна пара в його пористій структурі, а під час створення перепаду тисків відбувається винесення їх із зони сушіння. При такому комбінованому сушінні зменшуються енергетичні затрати на створення перепаду тисків, а сам процес значно інтенсифікується.

На рис. 1 наведені результати досліджень сушіння листового азбесту різними методами: ІЧ-сушіння, комбіноване фільтраційне та комбіноване фільтраційне з періодичним профільтровуванням теплоносія.

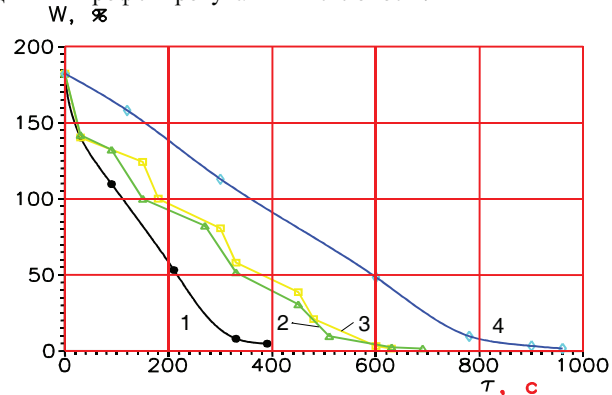


Рис. 1. Кінетика сушіння азбестової тканини товщиною $H=2 \cdot 10^{-3}$ м при $T=323$ К та $\Delta P_c=500$ Па: 1 – безперервне комбіноване фільтраційне сушіння; 2, 3 – періодичне комбіноване; 4 – ІЧ-нагрівання

Для аналізу кінетичних кривих введемо поняття показника циклу $K_{\text{ц}}$, що дорівнює відношенню часу профільтровування вологого матеріалу повітрям $\tau_{\text{ф}}$ до сумарного часу його нагрівання, тобто часу сушіння $\tau_{\text{с}}$. Даний показник періодичного комбінованого процесу змінюється в межах від 0 до 1. Для безперервного комбінованого фільтраційного сушіння $K_{\text{ц}} = 1$, тоді як для ІЧ-сушіння $K_{\text{ц}} = 0$. При збільшенні $K_{\text{ц}}$ крива кінетики процесу наближується до кривої ІЧ-сушіння, а при зменшенні – до кривої кінетики безперервного комбінованого процесу.

При реалізації такого процесу спостерігається збільшення часу сушіння і зменшення часу саме фільтрації теплоносія, і енергетичних затрат на процес порівняно з безперервним комбінованим сушінням. При будь-яких режимах такого процесу зменшуються енергетичні затрати, однак оптимальні умови процесу необхідно знаходити між двома параметрами: загальним часом сушіння і часом створення перепаду тисків.

Отже, час сушіння зменшується відповідно від 980 до 405 с, а питомі енергетичні затрати на випаровування 1 кг води – від 14160 до 3650 кДж.

Комбіноване фільтраційне сушіння капілярно-пористих колоїдних матеріалів, як підтверджують результати досліджень, необхідно проводити в циклічному режимі, щоб перепад тисків використовувався тільки для винесення утворених водяних парів, що утворюються внаслідок прогріву матеріалу ІЧ-променями.

Література

1. Ханьк Я.Н. Фильтрационная сушка плоских проницаемых материалов: Дис. докт. техн. наук, – Львов, 1992, 401 с.
2. Спосіб сушіння газопроникних матеріалів// Ханьк Я.М., Білецька Л.З., Атаманюк В.М./ Патент України N10879a/ Офіційний бюлетень "Промислова власність" – К., 1996. N4.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СКЛАДАННЯ ТА РОЗРАХУНКУ ОДНОПРОХІДНИХ І ДВОПРОХІДНИХ ПОСТАВІВ

Розроблена математична модель складання та розрахунку поставів для однопрохідних та двопрохідних способів розкрою з використанням методу повного перебору.

V.O. Mayevs'kyj, prof. R.I. Matsiuk – USUFWT

Mathematical model of setting and computation for onepass and twopass set of saws

Mathematical model of setting and computation of set of saws for onepass and twopass methods of sawing with use of method of exhaustive search is developed.

Постав є основним технологічним документом лісопиляльного виробництва, який визначає раціональність розпилювання пиловочної сировини. Кількість різних поставів, які можуть бути використані для розпилювання колод одного чи декількох діаметрів, залежить від товщин пиломатеріалів за специфікацією пилопродукції. Використання різних поставів для розпилювання пиловочної сировини однієї і тієї ж розмірно-якісної характеристики може призвести до зміни як об'ємного, так і сортового виходу пиломатеріалів [1], що дозволяє на основі оптимізації плану розкрою сировини вибрати раціональні постави для її розпилювання і, таким чином, певною мірою покращити її використання.

Процес складання та розрахунку поставів ускладнюється рядом технологічних та конструктивних обмежень. Складання непарних та парних поставів необхідно проводити окремо, що пов'язано з відмінностями в розрахунку витрат ширини напівпоставу на серцевинну і центральну дошки.

Перший етап процесу складання та розрахунку поставів – формування масиву можливих товщин пиломатеріалів (разом з припусками на всихання) і їх сортування за спаданням ($t_1+Bc_1 > t_2+Bc_2 > t_3+Bc_3 > \dots > t_n+Bc_n$). Другий етап – перебір всіх можливих варіантів і вибір тих, які відповідають прийнятним обмеженням.

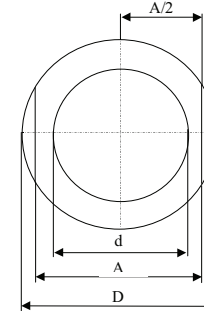


Рис. 1. Розрахункова схема для складання однопрохідних поставів

Складання поставів проводиться за методом повного перебору всіх варіантів. Після реалізації методу повного перебору (з врахуванням обмежень) отримуються всі можливі (допустимі) постави для розкрою сировини.

Задача складання однопрохідних поставів (рис. 1) розглядається як одновимірна задача вписування товщин пиломатеріалів з припусками на всихання (t_i+Bc_i , $i=1, n$) у напівпостав $A/2$, де A – граничне охоплення діаметра колоди поставом.

Товщини пиломатеріалів (разом з припусками на всихання) розглядаються як відрізки, які необхідно розмістити на проміжку $A/2$ (або $E_1/2$ і $E_2/2$ – для складання двопрохідних поставів). Величина $A/2$, спочатку позначається як AR (а ве-