

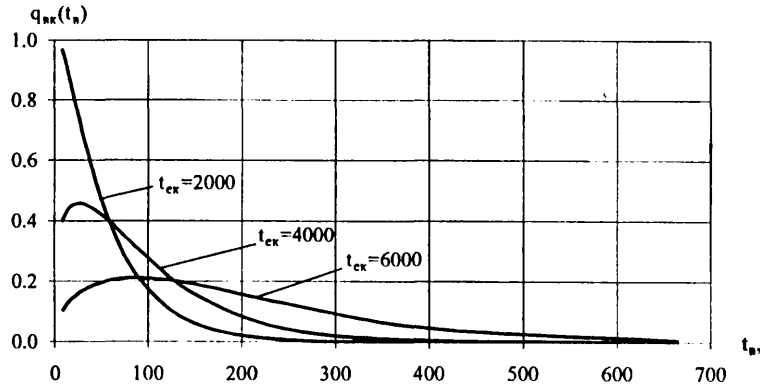
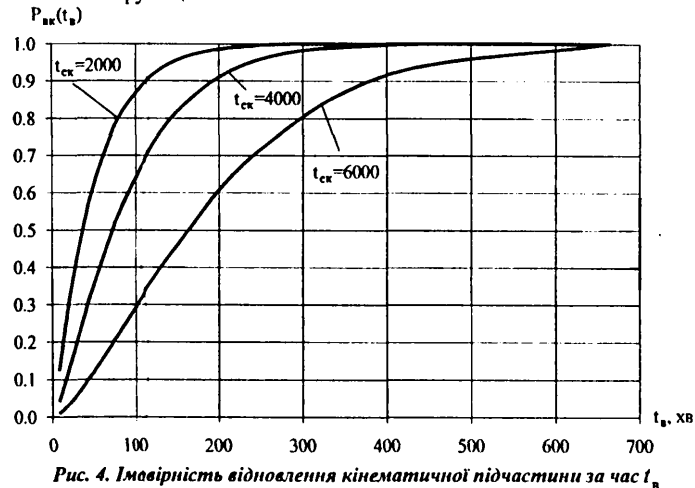


Рис. 3. Густина імовірності розподілу тривалості відновлення кінематичної підчастини

Середня тривалість відновлення кінематичної підчастини на міжремонтному періоді визначається:

$$T_{жж} = a_{жж} \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{b_{жж}}\right) \quad (8)$$

де Γ – знак гамма функції.

Рис. 4. Імовірність відновлення кінематичної підчастини за час $t_{жж}$

З ростом часу експлуатації обладнання середня тривалість відновлення кінематичної підчастини за перші три міжремонтні періоди спадає, але пізніше з ростом часу експлуатації зростає кількість і складність поступових відмов і тривалість відновлення зростає незалежно від попередньо виконаних профілактичних ремонтів.

Висновки

Проведені дослідження дозволили виявити закономірності зміни показників ремонтпридатності кінематичної підчастини обладнання для виробництва ДСП залежно від часу експлуатації і виду попередньо виконаного ремонтного заходу.

Встановлено, що тривалість відновлення кінематичної підчастини має розподіл Гніденка-Вейбулла.

Визначені закономірності дозволяють моделювати тривалість відновлення обладнання лінії формування і пресування ДСП за період ремонтного циклу.

Література

1. Нижурич А.А., Розенблит М.С. Исследование процессов деревообработки. – М.: Лесн. пром-сть, 1984. – 232 с.

УДК 66.047

Аспір. І.О. Гузьова; доц. В.М. Атаманюк, к.т.н.;
проф. Я.М. Ханік, д.т.н. – ДУ "Львівська політехніка"

ОСОБЛИВОСТІ ГІДРОДИНАМІКИ ТА КІНЕТИКИ ФІЛЬТРАЦІЙНОГО СУШНІННЯ ДИСПЕРСНОЇ КАВОВОЇ СИРОВИНИ

Виявлено особливості гідродинаміки та кінетики під час фільтраційного сушіння дисперсної кавової сировини.

Asp. I. Guzeva, doc. B. Atamaniuk, prof. Ya. Hanuk – NU "Lviv'ska Politehnika"

The peculiarities of hydrodynamics of the wet layers and kinetics of the filtration drying of disperse materials (coffee)

Головною операцією під час виробництва розчинної кави є екстрагування розчинних речовин з підсмажених кавових зерен. При цьому, після вилучення екстракту, залишаються відходи (коло 70 % від вихідної сировини). На даний час вони на ряді виробництв викидаються, що призводить до забруднення довкілля, тоді як можливі різноманітні шляхи використання кавового шламу в багатьох галузях виробництва:

- вилучення цінних екстрактивних речовин, зокрема жирів, що широко використовуються в парфумерній, медичній, харчовій та інших галузях промисловості.
- використання кавової сировини без вилучення цінних компонентів, як тверде паливо, добриво чи корм для тварин.

Однак у всіх випадках для подальшого використання кавового шламу його необхідно висушувати. Так, з метою екстрагування цільових компонентів (жирів), в основному використовують екстрагенти органічного походження. Як відомо, із вологого матеріалу процес вилучення важко реалізувати і економічно невигідно. Тому для подальшої переробки цінних відходів при виробництві розчинної кави їх необхідно сушити.

Враховуючи фізико-хімічні властивості шламу, можна сказати, що конвективний метод сушіння в барабанних сушарках, в апаратах киплячого шару, а також в умовах пневмотранспорту в даному випадку є малоефективним. Це є при-

чиною значних енергетичних затрат, значної тривалості процесу і, в кінцевому результаті, – відмови від подальшої переробки твердої фази.

Для розв'язання вищевказаної проблеми нами був запропонований фільтраційний метод, який можна також розглядати, як сушіння в щільному шарі, коли теплоносій рухається в напрямку до перфорованої решітки, на якій розміщений шар.

Було детально вивчено гідродинаміку і кінетику процесу фільтраційного сушіння. Слід зазначити, що при дослідженні фільтраційного методу сушіння шламів нами були отримані результати з гідродинаміки і кінетики процесу, які, з одного боку, підтверджують загальні закономірності сушіння дисперсних матеріалів, а з другого боку – виявляють особливості, які характерні для даного матеріалу. Це пов'язано, насамперед, з формою та розмірами частинок, енергією зв'язку вологи з матеріалом та його хімічними характеристиками. Зокрема, відмінні закономірності фільтраційного сушіння досліджуваного матеріалу спостерігається при вивченні гідродинаміки.

Як відомо, при фільтраційному сушінні із зменшенням вологості швидкість руху теплоносія через пористу структуру зростає, а гідравлічний опір зменшується. В нашому випадку гідравлічний опір зменшується, а швидкість руху теплоносія майже не міняється. Таке явище може бути пояснене крупнопористою структурою шару, значним об'ємним "сіданням" і зменшенням висоти під час сушіння.

Явище об'ємного сідання призводить до зменшення вільного об'єму, а зменшення вологості – до збільшення. В результаті – дії цих двох факторів, які призводять до протилежних наслідків, практично врівноважуються.

Залежність зміни висоти шару, а також залежності зміни Δp і ω в процесі сушіння в часі представлені на рис. 1, з якого випливає, що перепад тиску зменшується від 3550 Па до 2650 Па (крива 2), висота шару – від 30 мм до 12 мм (крива 3), а швидкість руху теплоносія залишається практично незмінною (крива 1).

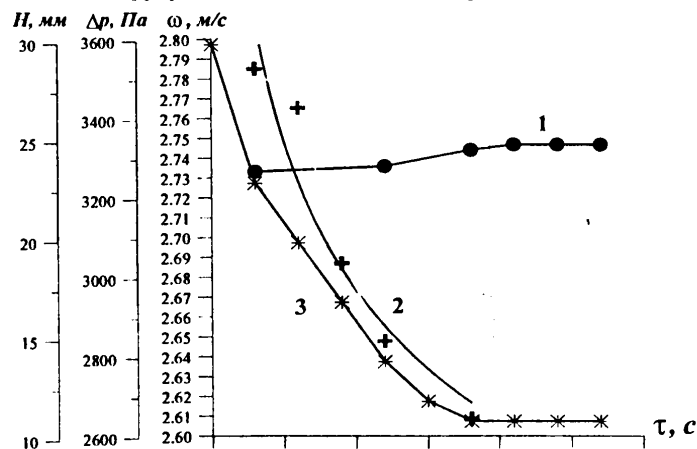


Рис. 1. Залежність зміни висоти шару H (крива 3), гідравлічного опору матеріалу Δp (крива 2) і швидкості руху теплоносія ω (крива 1) в часі

На основі отриманих результатів гідродинаміки нами вибрано режим процесу фільтраційного сушіння і обґрунтовано доцільність його використання. На рис. 2 наведені результати досліджень кінетики фільтраційного сушіння шару різної висоти при $T = 45^\circ\text{C}$; $\omega = 2.7$ м/с

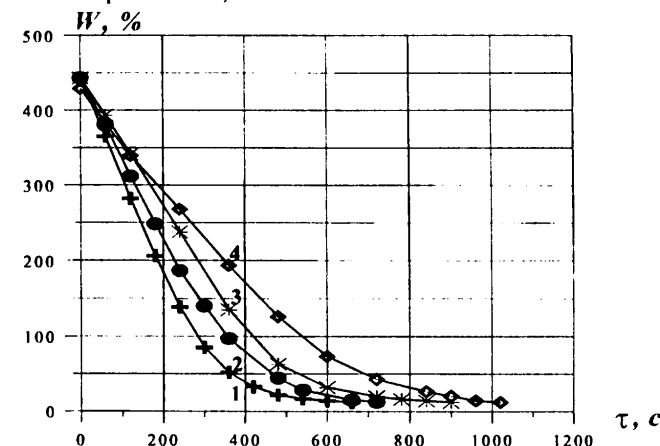


Рис. 2. Зміна вологості в часі при фільтраційному сушінні шару кавового шламу різної висоти при $T = 45^\circ\text{C}$; $\omega = 2.7$ м/с (1 – $H=30$ мм; 2 – $H=40$ мм; 3 – $H=45$ мм; $H=60$ мм)

Як випливає з отриманих результатів досліджень, час сушіння до 8-12 % становить 500-1000 с, залежно від товщини матеріалу при $T = 45^\circ\text{C}$; $\omega = 2.7$ м/с, що підтверджує високу інтенсивність фільтраційного тепломасообміну.

Кінетичні криві сушіння інших дисперсних матеріалів мають значний "перший умовний період" як по тривалості, так і по глибині видалення вологи. В даному випадку сушіння практично відбувається в першому періоді (рис. 2), що є надзвичайно важливим фактором, як з точки зору інтенсивності процесу, так з точки зору питомих енергетичних затрат.

Термін "перший умовний період" лише по формі відповідає аналогічному першому періоду при конвективному сушінні, але за фізичною суттю принципово відрізняється від нього методом сушіння і динамікою зміни параметрів.

Отримані експериментальні дані дають можливість зробити висновок, що застосування фільтраційного сушіння дозволяє знайти нові підходи до використання шламу як з метою екстрагування цінних компонентів, так і з метою отримання твердого палива.

Запропонована нами математична модель дозволяє прогнозувати протікання сушіння. Кінетичне рівняння, яке описує перший умовний період, може бути представлено у вигляді:

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

де a і α – кінетичні коефіцієнти, які визначаються з експериментальних залежностей.