

Рис. 2. Зміна товщини h , мм нанесеного покриття:

Ряд 1 – товщина покриття, h за 1 проход електродом, ряд 2 – товщина покриття h за 2 проходи електродом, ряд 3 – товщина покриття h за 3 проходи електродом

Можемо сказати, що максимальне значення товщини покриття $h_{max} = 2.3$ мм досягається при трьох проходах електроду [4].

Отже, реалізація процесу електроіскрової обробки не вимагає складного обладнання і спеціальних знань з експлуатації. Товщина нанесеного шару дозволяє забезпечити необхідну величину припусків. Проведені дослідження, а також теоретичні розрахунки, свідчать, що при використанні електродів з вмістом вуглецю 1,5-2,5% і хрому 10,0-15,0% доцільно виконувати не більше 3 проходів, так як тоді забезпечується достатній приріст катода.

Список використаних джерел

1. Попов В.С. Зносостійкість сплавів, відновлення та зміцнення деталей машин / Попов В.С. – Запоріжжя: Мотор-Січ, 2006. – 420 с.
2. Іванкова О.В., Бартош В.Ю. Дослідження впливу зміцнюючої технології відновлення деталей на ресурс машин. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків. РВВ ХНТУСГ, 2019. Вип. 199. С. 54–61
3. Відновлення розмірних параметрів зношених зовнішніх поверхонь штовхачів ЗИЛ-130 електроіскровим нарощуванням і зміцненням / І. М. Богатчук, І. Б. Прунько // Вісник НТУ «ХП», 2013. – № 29. – С. 34–41.
4. Рубашко Є.С. Відновлення зношених деталей машин з використанням висококонцентрованих джерел енергії. Збірник тез доповідей студентської науково-практичної конференції ПДАА. Полтава: 2019. С. 160-161.

УДК: 631

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ЩІЛЬНОСТІ ВІД ТИСКУ В КОНУСНОМУ ДВОХЗАХІДНОМУ ШНЕКУ

Корнієнко Д.В., студент
Лапенко Т.Г., к.т.н., доцент
Полтавська державна аграрна академія

Переваги одно- і багатозахідних шнеків можуть змінюватися в залежності від технологічних вимог. Однак, якщо метою є досягнення підвищення щільності кінцевого продукту, перевага двохзахідного шнекового преса перед однозахідним очевидна [1]. В даному дослідженні визначальним фактором, що впливає на динаміку процесу віджиму, буде число заходів гвинтового каналу.

Для аналізу прийняті два варіанти шнека: однозахідний і двохзахідний. Дослідженням однозахідного шнеку і пов'язаних з ним технологічних і конструктивно-режимних параметрів

присвячено багато робіт, в яких в якості додаткового фактора, що підвищує внутрішньоканальний тиск, використаний такий конструктивний прийом як конусність тіла шнека [1]. У досліджуваній установці також застосований варіант з конусним шнеком (рис. 1).

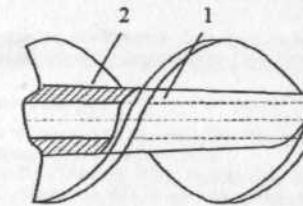


Рис. 1. Двохзахідний конусний шнек:

1 – конічна направляюча, 2 – виток шнеку

Таким чином, аналізується шнек з двома додатковими факторами, які імовірно підвищують якість процесу: конусність тіла шнека і багатозахідність (двохзахідність) гвинтового каналу.

Зв'язок між окремими конструктивними і режимними параметрами преса конструкції однозначно встановити складно, але з певними припущеннями і спрощеннями можливе вирішення даного завдання.

Виходячи з визначення маси як $m = \rho \cdot V$, шляхом диференціювання можна отримати такий вираз [2]:

$$\frac{dm}{dt} = \frac{d\rho}{dt} \cdot V + \rho, \quad (1)$$

де m – поточне значення маси вихідного матеріалу, кг, ρ – поточне значення щільності цього матеріалу, кг/м^3 , V – об'єм даного матеріалу, м^3 , t – час, с.

Очевидно, що в реальному процесі жоден з чотирьох членів правій частини не може дорівнювати нулю. Для подальших перетворень можна скористатися виразом [2]:

$$\frac{\rho_{\infty} - \rho}{\rho_{\infty} - \rho_0} = \exp(-c_1 \cdot \rho), \quad (2)$$

де ρ_{∞} – граничне значення щільності добре спресованої маси, кг/м^3 , ρ – щільність при тиску p , кг/м^3 , ρ_0 – початкова щільність гранулятора, кг/м^3 , c_1 – емпіричний коефіцієнт, $\text{м}^2/\text{Н}$.

При диференціюванні рівняння (2) член в правій частині представляє собою експоненту, що створює певні складнощі при практичному застосуванні формули (2). Тому можна замінити двома першими членами відповідного функціонального ряду [2].

Тоді підсумковий вираз матиме вигляд:

$$Q = c_1(\rho_{\infty} - \rho_0) \cdot V \cdot \frac{d\rho}{d\rho} \cdot v + \rho \frac{d\rho}{d\rho} \cdot v, \quad (3)$$

$$\rho \frac{d\rho}{d\rho} \cdot v = Q - c_1(\rho_{\infty} - \rho_0) \cdot V \cdot \frac{d\rho}{d\rho} \cdot v \rightarrow \rho = \frac{Q - c_1(\rho_{\infty} - \rho_0) \cdot V \cdot \frac{d\rho}{d\rho}}{\frac{d\rho}{d\rho}}, \quad (4)$$

Після деяких перетворень виходить адекватний вираз:

$$\rho_{\infty} - \rho = (\rho_{\infty} - \rho_0) - c_1(\rho_{\infty} - \rho_0) \cdot \rho \rightarrow \rho_0 - \rho = -c_1(\rho_{\infty} - \rho_0) = \rho_0 + c_1(\rho_{\infty} - \rho_0) \cdot \rho \quad (5)$$

$$\Delta\rho = c_1(\rho_{\infty} - \rho_0) \cdot \rho. \quad (6)$$

Вплив конусності не знайшло відображення в підсумковому виразі (5), але це означає, що з точки зору динаміки процесу рівняння адекватно за будь-яких використовуваних значеннях конусності [2] (в тому числі при нульовому).

Динамічний аналіз даних варіантів дозволяє зробити певні висновки.
На рисунку 2 з урахуванням прийнятих припущень показані сили, що діють на матеріал в міжвитковому просторі.

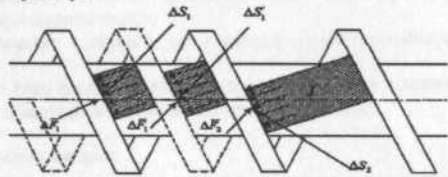


Рис. 2. Сили, що діють на елемент матеріалу, в одно - і двоохзахідному шнеках:
 $\Delta F_1, \Delta F_2$ – сили, що діють на елемент матеріалу відповідно з боку першого і другого гребеня в однозахідному шнеку; $\Delta S_1, \Delta S_2$ – площа контактної поверхні; f – динамічний напір; ΔS_1 – площа контакту в додатковому гребені.

В якості зовнішньої сили приймається сила реакції активної сторони гребеня на динамічний напір матеріалу ($f = \frac{\rho v^2}{2}$). Розміри майданчиків на всіх гребнях вважаються рівними. Зміна щільності матеріалу по ходу руху вважається асимптотично-монотонно зростаючою. Швидкість руху матеріалу приймається постійною.

Замінюючи нелінійну залежність щільності по довжині шнеку кусково-лінійною, де інтервали лінійності відповідають відстані між гребенями, можна записати:

$$\begin{cases} \Delta F_1 = \rho_1 \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \Delta S_1 \\ \Delta F_2 = \rho_2 \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \Delta S_2 \end{cases} \quad (7)$$

де $\Delta F_1, \Delta F_2$ – сили, що діють на елемент матеріалу відповідно зі сторони першого і другого гребеня в однозахідному шнеку, Н; ρ_1, ρ_2 – щільність матеріалу в області контакту, кг/м³; $\Delta S_1, \Delta S_2$ – площа контактної поверхні, м²; ΔF_1 – додаткова сила в двоохзахідному шнековому пресі, Н; ρ_1 – щільність матеріалу, при наявності другого витка, кг/м³; ΔS_1 – площа контакту в додатковому гребені, м²; $v = \text{const}$ – швидкість матеріалу, м/с.

Тоді щільності матеріалу в області контакту гребенів можна виразити таким співвідношенням:

$$\rho_1 = \rho_1 \cdot k_1, \quad (8)$$

$$\rho_2 = \rho_1 \cdot k_2, \quad (9)$$

де k_1, k_2 – коефіцієнти щільності, що підвищуються.

З урахуванням асимптотичного зростання щільності

$$k_1 > 1; k_2 > 1; k_1 < k_2.$$

У цьому випадку зовнішній вплив на елемент матеріалу в двоохзахідному і однозахідному шнеках можна виразити відношенням:

$$\frac{\Delta F_1 + \Delta F_2}{\Delta F_2} = \frac{\rho_1 \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \Delta S_1 + \rho_1 \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \Delta S_2}{\rho_2 \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \Delta S_2} = \frac{\rho_1 + \rho_1 \cdot k_1}{\rho_1 \cdot k_2} = \frac{1 + k_1}{k_2} > 1, \quad (10)$$

Отриманий результат доводить, що активна сила, яка впливає на матеріал в двоохзахідному шнеку, перевершує аналогічну силу в однозахідному, що повинно відобразитися на якості технологічного процесу.

Двоохзахідний шнек має низку переваг перед однозахідним:
- наявність додаткового гребеня практично вдвічі збільшує осьове зусилля, що призводить до значного підвищення тиску;
- двоохзахідність знижує швидкість руху матеріалу, але компенсує це додатковим приростом тиску;
- контактна площа гвинтових каналів збільшується в зв'язку з наявністю додаткових гребенів, що є наслідком підвищення заповнюваності каналів шнеку.

Список використаних джерел

1. Гулій І.С., Пушанко М.М., Орлов Л.О., Мирончук В.Г. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: навч. посібн. Вінниця: Нова книга, 2001. 576 с.
2. Ялпачик В.Ф., Буденко С.Ф., Ялпачик Ф.Ю., Гвоздев О.В., Циб В.Г., Бойко В.С., Самойчук К.О., Олексієнко В.О., Клевцова Т.О., Палайничка Н.О. Розрахунки обладнання харчових виробництв: навч. посібн. Мелітополь: ТДАУ, 2014, 188 с.

УДК: 664

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ РОБОТИ ТЕПЛООВОГО НАСОСА В СКЛАДІ ПАСТЕРИЗАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ

Колінько В.А., студент;
Лапенко Т.Г., к.т.н., доцент
Полтавська державна аграрна академія

У серійних пастеризаційних установках тепло охолодженого молока безповоротно втрачається з потоком води або повітря, які використовуються в якості охолоджуючих середовищ, що знижує ККД установок і не сприяє ресурсозбереженню [2]. Одним із шляхів вдосконалення процесу роботи установки для пастеризації молока є використання на цій стадії охолодження молока теплового насоса для попереднього нагріву холодного молока, що пастеризується, на шляху до пастеризації в ГДН (рис. 1).



Рис. 1. Схема технологічної взаємодії теплових апаратів пастеризаційної установки з використанням теплового насоса

