

ВИЗНАЧЕННЯ СЕРЕДНЬОЇ ОСЬОВОЇ ШВИДКОСТІ ПЕРЕМІЩЕННЯ ЧАСТИНКИ ПО ЦИЛІНДРИЙНІЙ ПОВЕРХНІ РЕШЕТА

Немикін А.В., к.т.н. Богданович С.А.

Державний біотехнологічний університет

Наведено розрахунок для визначення швидкості руху в осьовому напрямі частинки у барабані що обертається, з урахуванням коливального руху.

Швидкість переміщення матеріалу уздовж осі циліндричного решета є одним з основних параметрів, що визначають його продуктивність. Тому задача визначення цієї швидкості є досить важливою. У гвинтових конвеєрах примусове переміщення матеріалу забезпечується його волочінням по дну жолоба стрічкою гвинтової поверхні шнека, що обертається (рис. 1). Величина швидкості осьового переміщення визначається таким чином [1]:

$$V_{ш} = \frac{S \cdot n_{ш}}{60} = \frac{S \cdot \omega_{ш}}{2\pi},$$

де $S_{ш}$ - крок гвинта шнека; $n_{ш}$, $\omega_{ш}$ - відповідно частота й кутова швидкість обертання шнека.

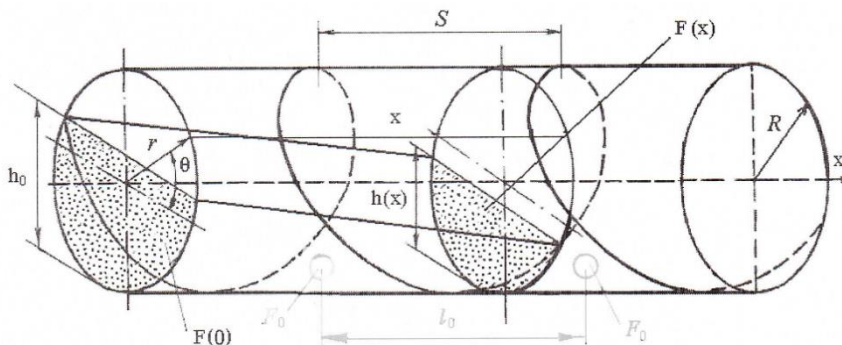


Рис. 1. Схема осьового переміщення матеріалу гвинтовою поверхнею

В циліндричному решеті із внутрішньою гвинтовою поверхнею (спіраллю) відсутній елемент примусового переміщення матеріалу, а відбувається мимовільне його сповзання й скочування. Тому на величину осьової складової швидкості переміщення матеріалу в циліндричному решеті поряд з параметрами гвинта й частотою обертання решета певний вплив мають величина статичного й динамічного коефіцієнтів тертя матеріалу об робочі поверхні циліндра, а також циклічний характер його переміщення.

Для визначення цієї швидкості розглянемо рух матеріального елемента (частинки) в циліндричному решеті (рис. 2) [2].

При обертанні циліндра частинка за рахунок сил зчеплення з поверхнею решета піднімається на якусь висоту й досягає рівня точки В (рис. 2, а, б). При цьому частинка рухається в площині ОАВ, перпендикулярній осі обертання, зі швидкістю, рівною коловій швидкості циліндра, тобто щодо його внутрішньої поверхні частка перебуває в спокої. Досягши рівня точки В, при якому сили тертя, що виникають у результаті притиснення частинки до поверхні циліндра,

урівноважуються тангенціальною складовою сили ваги, частинка зупиняється й починає ковзати. Тертя спокою замінюється тертям руху. Після цього частинка ковзає по циліндричному решету вниз, але вже у вертикальній площині, обумовленою поверхнею гвинта, тобто під кутом $0.5\pi - \alpha$ до осі циліндра (α – кут підйому периферійної гвинтової лінії). При цьому вона переміщається й в осьовому напрямку. Частинка ковзає вниз, а значить і в сторону, протилежну напрямку обертання циліндра доти, поки не зупиниться, тобто швидкість її ковзання не буде рівною нулю.

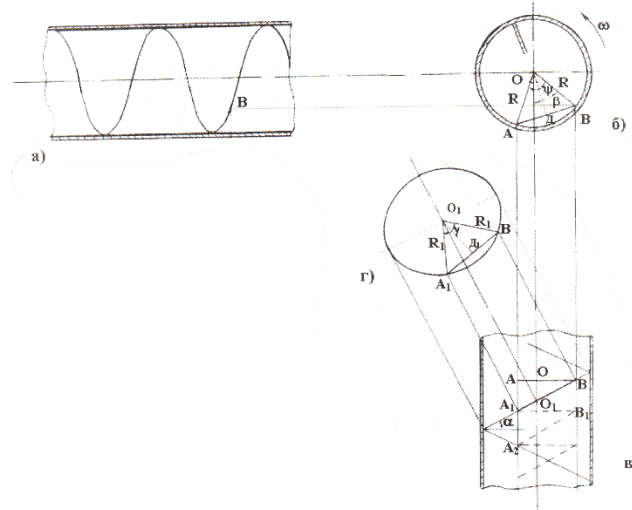


Рис. 2. Схема до визначення закономірностей переміщення частинки в циліндричному решеті із внутрішньою гвинтовою поверхнею

Як тільки частинка зупиниться, виникає тертя спокою і вона знову починає підніматися разом з решетом в площині перпендикулярній до осі обертання. Досягнувши верхнього рівня, починає знову ковзати вниз, але вже у площині під кутом $0,5\pi - \alpha$ до осі циліндра і т.д. Таким чином, частинка мати коливний рух вверх і вниз по решету, переміщуючись при цьому в осьовому напрямі. Переміщення відбувається за один цикл руху, а швидкість, з якою частинка пройде цю відстань і буде її середньою осьовою швидкістю.

Розглянемо більш докладно це переміщення. За один цикл руху з періодом $t_{\text{ц}}$ частинка пройде шлях від А (рис. 2, в) до В і від У до А₁. При цьому вона переміститься в осьовому напрямку на відстань $l = AA_1$, а швидкість осьового переміщення V_{on} можна визначити за формулою:

$$V_{on} = l/t_{\text{ц}}.$$

Із прямокутного трикутника АВА₁, визначимо осьове переміщення частинки

$$l = AA_1 = 2R \sin \frac{\psi}{2} \operatorname{tg} \alpha. \quad (1)$$

Час циклу визначається з виразу:

$$t_{\text{ц}} = t_1 + t_2, \quad (2)$$

де t_1 – час, за який частинка пройде шлях l_1 , що дорівнює довжині дуги АВ; t_2 – час, за яке частинка пройде шлях l_2 , що дорівнює довжині дуги ВА₁,

$$t_1 = l_1 / V_1; \quad t_2 = l_2 / V_2, \quad (3)$$

де V_1 - швидкість, з якою частинка проходить відстань l_1 ; V_2 – швидкість із якою частка проходить відстань l_2 ,

$$l_1 = R\psi; \quad l_2 = R_1\gamma, \quad (4)$$

$$V_1 = \omega R; \quad V_2 = \omega_0 R_1, \quad (5)$$

де ω - кутова швидкість обертання циліндра; ω_0 - кутова швидкість скочування частинки при її русі вниз по дузі ВА₁.

З урахуванням (3), (4), (5) час циклу дорівнює:

$$t_{\text{ц}} = \frac{\psi}{\omega} + \frac{\gamma}{\omega_0} = (\omega_0\psi + \omega\gamma) / (\omega \cdot \omega_0), \quad (6)$$

а середня осьова швидкість переміщення

$$V_{mp} = (2R\omega\omega_0 \cdot \text{tg} \alpha \cdot \sin \frac{\psi}{2}) / (\omega_0\psi + \omega\gamma). \quad (7)$$

З урахуванням того, що $\text{tg} \alpha = \frac{S}{2\pi R}$, вираз (7) прийме вид:

$$V_{mp} = (S\omega\omega_0 \cdot \sin \frac{\psi}{2}) / \pi(\omega_0\psi + \omega\gamma). \quad (8)$$

У рівнянні (8) керованими величинами є ω й S , а залежними - ω_0, γ, ψ . Тому для його рішення необхідно знати ці величини або взаємозв'язок між ними.

Після перетворень одержуємо:

$$\text{tg}(\psi/2) = \cos \alpha \text{tg}(\psi/2), \quad (9)$$

звідки кут γ дорівнює:

$$\gamma = 2 \arctg \frac{\text{tg}(\psi/2)}{\cos \alpha}. \quad (10)$$

Підставивши (10) в (8) одержимо:

$$V_{mp} = \frac{S\omega\omega_0 \sin(\psi/2)}{\pi \left(\psi + \omega_0 + 2\omega \cdot \arctg \left[\frac{\text{tg}(\psi/2)}{\cos \alpha} \right] \right)}. \quad (11)$$

Число циклів $m_{\text{ц}}$ коливного руху, що здійснює частинка за один оберт решета:

$$m_{\text{ц}} = t_{1\text{об}} / t_{\text{ц}} = 2\pi\omega_0 / (\omega_0\psi + \omega\gamma), \quad (12)$$

де $t_{1\text{об}} = \frac{2\pi}{\omega}$ - час одного оберт.

З урахуванням (6) кількість циклів за 1 оберт решета визначається таким чином:

$$m_{\psi} = \frac{2\pi \cdot \omega_0}{\omega_0 \psi + 2\omega \cdot \arctg \left[\frac{\operatorname{tg}(\omega/2)}{\cos \alpha} \right]} \quad (13)$$

Відстань, яку пройде частинка в осьовому напрямку за один оберт решета, визначається з виразу:

$$L = V_{mp} \cdot t_{1об} = \frac{2S\omega_0 \sin(\psi/2)}{\psi\omega_0 + 2\omega + \arctg \left[\frac{\operatorname{tg}(\psi/2)}{\cos \alpha} \right]} \quad (14)$$

Список літератури:

1. Ходоров Е.И. Движение материала во вращающихся печах /Е.И.Ходоров – М.: Промстройиздат, 1957. – 64 с..
2. Дацишин О.В. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв: Навчальний посібник /О.В. Дацишин, А.І. Ткачук, О.В. Гвоздев та ін. – Вінниця: Нова книга, 2008.- 488 с.