

УДК 621.9.048.6

## Асимптотичні методи у дослідженні руху сипкого середовища при вібросепарації

Стоцько З. А., д.т.н. проф. каф. ЕМБ,  
Ребот Д. П., асп. каф. ЕМБ,  
Топільницький В. Г., к.т.н., доц. каф. ЕМБ

Національний університет «Львівська політехніка»  
(вул. С. Бандери, 12, м. Львів, 79013, Україна)

Вібросепарація широко застосовується в різних галузях промисловості як на первинних так і на фінішних етапах. В процесі вібросепарації сипке середовище рухається вздовж сита, матеріал інтенсивно підкидається і виконує невеликі скачки, внаслідок чого проходить його поділ на фракції. При цьому проходить пофракційне нашарування матеріалу. Для оцінки технологічного процесу важливим фактором є рух сипкого середовища під дією зовнішнього збурення (дебалансу). На сьогоднішній день немає чітко сформованих методик щодо руху останнього у процесі вібросепарації. Пропонується рух сипкого середовища розглядати не як окремої частинки [1], а як нашарування плоских пружно-пластичних балок, товщина яких значно менша від ширини і довжини, при чому вони контактують зі стінками контейнера пружно або як шарнірно закріплені балки [2]. Внаслідок цього модуль пружності сипкого середовища вважатимемо умовним. Матеріал сипкого середовища задовольняє закон пружності, проте модуль пружності у ньому є змінною величиною, у зв'язку з тим, що при русі вздовж сита дрібніші частинки відсіюються.

$$\sigma = E(x)\varepsilon, \quad (1)$$

де  $\sigma$  – нормальне напруження в шарі завантаження,  $\varepsilon$  – відносна деформація шару завантаження,  $E(x)$  – змінний модуль пружності сипкого середовища.

Для випадку: а) швидкість руху частинок середовища вздовж сита є сталою; б) його фізико – механічні характеристики змінні; в) якщо сипке середовище здійснює тільки вільні коливання, диференціальне рівняння його руху буде мати наступний вигляд:

$$u_{tt} + \frac{E(x)J}{\rho} u_{xxxx} = - \left[ V^2 u_{xx} + 2V u_{xt} + \gamma^2 \delta u_{xx} \frac{E(x)J}{\rho} + 2\gamma \delta u_{xxx} \frac{E(x)J}{\rho} \right], \quad (2)$$

де  $V$  – швидкість руху сипкого середовища;  $\rho$  – густина сипкого середовища,  $J$  – момент інерції сипкого середовища.

За умови повільної зміни модуля пружності матеріалу сипкого середовища вздовж сита, малої швидкості його здовжнього руху перше наближення розв'язку рівняння можна подати у вигляді:

$$u = a(t) \sin \frac{k\pi}{l} x \cos \varphi(t). \quad (3)$$

Отримано залежність частоти коливань сипкого середовища від фізико-механічних характеристик середовища та швидкості його поздовжнього руху. Остання визначає при заданих параметрах сита степінь оброблюваності сепарації чи збагачення.

1. И. И. Блехман. Нелинейные задачи теории вибротранспорта и вибросепарации // Тр. междунар. симп. по нелинейным колебаниям, – М., 1963. – Т.3. – С. 41-71.
2. В. Г. Топільницький Моделювання руху шару середовища робочого контейнера вібраційної машини об'ємної обробки виробів. // Укр. «Автоматизація виробничих процесів і виробництв в машинобудуванні і приладобудуванні». – К. – 2000. – С. 104-110.