

УДК 631. 362

ФЕНОМЕНОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО ДОСЛІДЖЕННЯ ВІБРОСЕПАРУВАННЯ НАСІННЄВИХ СУМІШЕЙ

Лук'яненко В. М. к.т.н., доц.

Державний біотехнологічний університет

При використанні феноменологічного підходу вібраційний рух частинок насіннєвих сумішей описується моделями руху сипких континуумів на основі механіки суцільного середовища [1 – 4]. Моделі, побудовані на основі механіки суцільного середовища, мають меншу обчислювальну трудомісткість у порівнянні зі статистичними моделями і, разом з тим - досить наочні, дозволяючи досліджувати особливості вібраційного руху на різних режимах.

З метою вибору математичної моделі механіки суцільного середовища [1] для дослідження процесів руху насіннєвих сумішей по віброуючих робочих поверхнях віброочисної машини спочатку потрібно визначити властивості досліджуваного процесу.

Як відомо, рух насіннєвої суміші по поверхні, що вібрує відбувається в двох режимах: в режимі з прослизанням і перекочуванням насіння, а також в режимі відскоку насіння від робочої поверхні.

При використанні першого режиму (рух насіннєвої суміші без відскоку насіння від робочої поверхні), за рахунок придбання імпульсу руху від робочої поверхні, що вібрує, відбувається «зрідження» шарів насіннєвої маси, і вона починає «розтікатися».

За рахунок гніту, який надають частинки з верхніх шарів на частинки, що знаходяться внизу, останні виявляються притиснутими одна до одної. Амплітуда їх коливань під впливом вібрацій робочої поверхні прагне до нуля. При певній (критичній) товщині шару насіннєвої суміші всередині з'являється область, де частинки як би «злипаються» і ця область проявляє себе як тверде тіло (рис. 1).

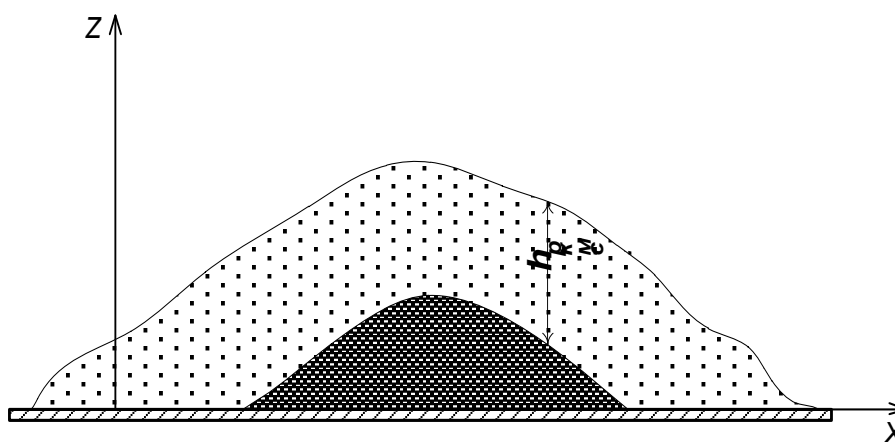


Рисунок 1 – Область насіннєвої суміші, у якій частинки континууму поводяться як єдине тверде тіло

Така картина нерівномірного розподілу амплітуд відносних коливань частинок всередині середовища дозволяє говорити про нерівномірне поле щільностей фракцій суміші. Під час руху від нижніх шарів суміші до верхніх шарів відбувається «спухання» насінневого континууму – зростає його обсяг. Під час руху від вільної межі вглиб, до робочої поверхні – навпаки, відбувається ущільнення суміші, її обсяг зменшується. Тобто має місце зміна густини фракцій насінневої суміші.

Насіння, яке знаходиться у верхніх шарах і має амплітуду коливань, відмінну від нуля, набуває властивостей рідини. Відбувається розтікання суміші. Частинки, що становлять різні фракції насінневої суміші, залежно від своїх фізико-механічних властивостей, набувають різних напрямків руху щодо робочої поверхні. Утворюються течії (струмені) континууму насінневої суміші. Фракції суміші при своєму русі чинять динамічний тиск на навколишні елементи континууму.

Дія сил тертя між частинками насінневої суміші за своїм характером аналогічна дії сил тертя між струменями в'язкої рідини, що рухається. Тобто, в даному випадку, для опису руху суміші застосовується модель в'язкої рідини. У силу того, що щільність насінневої суміші неоднакова по висоті насінневого шару (внаслідок притискання), і вздовж робочої поверхні (внаслідок поділу фракцій та зменшення товщини шару), до в'язкості також слід додати ще й фактор стискання. Тобто, для моделювання руху насінневої суміші при використанні безвідривного режиму руху слід використовувати модель в'язкої рідини або газу, що стискається.

При використанні режиму руху з відривом відбувається зростання імпульсу кількості руху, що надається насінній суміші. Внаслідок цього змінюється характер процесу руху суміші. Відбувається відскакування насіння від робочої поверхні, і вся маса насіння «спухає», збільшуючись в обсязі. Зменшується величина густини суміші. Сили тертя, що діють між частинками суміші, що рухається, у міру зменшення щільності, також зменшуються. Насіннева суміш починає поводитися як в'язкий газ або як в'язка рідина, що стискається. Тобто і в другому випадку, у разі розгляду руху насінневої маси з відскоком насіння від робочої поверхні, також необхідно використовувати математичну модель руху в'язкої рідини, що стискається.

Математична модель динаміки руху насінневої суміші, побудована на основі рівнянь кінематики руху в'язкої рідини, що стискається, дозволяє врахувати обидва розглянутих вище режими роботи віброочисних машин. Отже, як робочу модель для обчислення кінематичних параметрів руху насінневого потоку слід використовувати модель руху ідеальної в'язкої рідини, що стискається.

Рух частинок в'язкої рідини описується за допомогою рівняння Нав'є - Стокса, яке, у векторній формі уявлення, має вигляд

$$\frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{g} - \frac{1}{\rho} \text{grad } p + \frac{\mu}{\rho} \nabla^2 \cdot \vec{v}, \quad (1)$$

де $\vec{v}, \frac{d\vec{v}}{dt}$ – швидкість і прискорення рухомого елемента суцільного середовища щодо обраної інерційної системи координат;

ρ – щільність середовища в околиці виділеного елемента;

$grad p = \frac{\partial p_x}{\partial x} + \frac{\partial p_y}{\partial y} + \frac{\partial p_z}{\partial z}$ – градієнт поверхневого тиску, що діє на

аналізований елемент середовища;

\vec{g} – прискорення вільного падіння;

μ – коефіцієнт динамічної в'язкості середовища в точці, що відповідає виділеному елементу середовища;

$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$ – оператор Лапласа.

Список використаних джерел:

1. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Том 1 / Л.И. Седов. – М.: Наука, 1970. – 492 с.
2. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Том 2 / Л.И. Седов. – М.: Наука, 1970. – 568 с.
3. Тищенко Л.Н. Гидродинамические характеристики псевдооживленных сыпучих сред при виброцентробежном сепарировании на зерноперерабатывающих предприятиях / Л.Н. Тищенко // Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв: Вісник ХДТУСГ. – Харків: ХДТУСГ, 2001. – Вип. 5. – С. 13 – 33.
4. Тищенко Л.Н. К определению гидродинамических характеристик псевдооживленных сыпучих сред при работе виброцентробежных сепараторов / Л.Н. Тищенко // Экология и с. х. техника: Сб. н. тр. СЗНИИМЭСХ. – СПб. – Павловск: СЗНИИМЭСХ, 2000. – Т.1. – С. 70 – 73.