

ТЕОРІЯ ПРОСІЮВАННЯ ЗЕРНОВИХ СУМІШЕЙ ЧЕРЕЗ ОТВОРИ ПЛОСКИХ ВІБРОРЕШЕТ

Харченко С.О.

Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка
(61050, Харків, пр. Московський, 45, каф. «Оптимізація технологічних систем
імені Т.П. Євсюкова», тел. (057) 732-98-21, e-mail: kafedra_emtp@ukr.net)

Збільшення виробництва зерна в Україні до 80 млн. т., підготовка необхідного обсягу якісного насіння зернових до 4 млн. т. залежить від ефективності технологічних процесів зерноочисних машин, серед яких решітні вібраційні сепаратори є найпоширенішими. Визначальними в технологічних процесах цих машин є процеси просіювання (ПП) зернових сумішей (ЗС) через отвори віброрешіт. Але решітне просіювання ЗС гречки, кукурудзи та зернобобових культур на серійних вібраційних сепараторах вивчене недостатньо та не в повній мірі задовольняє зростаючі вимоги виробництва. Аналізом значної кількості робіт вчених встановлено відсутність єдиних систематичних досліджень з розвитку нового наукового напрямку інтенсифікації процесів віброрешітного просіювання ЗС. Тільки в окремих роботах розглядаються ПП ЗС на віброрешетах, але математичні моделі є спрощеними, а з застосуванням активаторів просіювання – зовсім відсутні.

Метою роботи є підвищення ефективності післязбиральної обробки зерна шляхом розробки наукових основ і процесів інтенсифікації віброрешітного просіювання ЗС, створення на базі одержаних наукових положень нових методів і засобів інтенсифікації процесів, обґрунтування ефективних параметрів активаторів просіювання.

На підставі методів механіки суцільних середовищ побудовані математичні моделі, за допомогою яких досліджені основні динамічні і кінематичні характеристики руху псевдозрідженого зернового шару по нахиленому плоскому віброрешету, яке здійснює гармонійні коливання в своїй площині. Динаміка ЗС моделюється як рух псевдорідини, яка містить бульбашки газоподібного середовища та представляє собою бульбашкове псевдозріджене середовище (БПС).

Динаміка БПС по нахиленому віброрешету моделюється як рух в'язкої нестискаємої рідини, швидкість якої задовільняє нелінійним рівнянням Нав'є – Стокса. Віброрешето розглядається як періодична структура з періодом, що визначається розташуванням отворів.

Розв'язок нелінійних рівнянь Нав'є – Стокса, який задовільняє крайові умови, побудовано методом послідовних наближень. Рішення першого наближення залежить гармонійно від часу з частотою, яка дорівнює частоті коливань решета і являє собою поле швидкості БПС в лінійному наближенні. Розв'язок другого наближення, поряд з членами, які періодично залежать від часу і змінюються з подвоєною частотою коливань віброрешета, містять постійні складові. Ці постійні складові описують ефект виникнення

стаціонарних потоків. Ці потоки виникають поблизу віброрешета, що коливається. Швидкість цих потоків залишається меншою коливальної швидкості БПС в лінійному наближенні.

Для крайової задачі у першому наближенні рішення будується за допомогою перетворення Лапласа за часом. В результаті отримані парні суматорні рівняння, які методом задачі Рімана-Гільберта зведено до нескінченної системи лінійних алгебраїчних рівнянь другого роду відносно коефіцієнтів розкладання у ряди Фур'є компонент поля швидкості.

Рівняння другого наближення, після усереднення за часом, зведено до неоднорідного рівняння Пуассона. Це рівняння руху шару БПС під дією зовнішніх об'ємних сил – середньої за часом об'ємної сили, яка визначається з розв'язку рівняння першого наближення. Це рішення описує поле швидкості стаціонарних потоків, які виникають у шарі БПС.

Одним з поставлених завдань є розробка алгоритмів ідентифікації значень ефективного коефіцієнта динамічної в'язкості ЗС. Останній входить до відповідних рівнянь Нав'є – Стокса, а його величина визначає характер динамічних процесів БПС на структурних віброрешетах.

З метою отримання повної динамічної картини моделювання БПС на плоских решетах проведено у тривимірному вигляді. Решето складається з базових комірок, які містять отвори. Періодична структура (віброрешето) утворюється трансляцією базової комірки. Віброрешето здійснює гармонійні коливання з амплітудою і круговою частотою.

З одержаних кінцевих рівнянь видно, що функціональна залежність від зміни координат надлишкового тиску і компонент поля швидкості визначається відповідними коефіцієнтами, які в свою чергу суттєво залежать від взаємного розташування та геометричних параметрів отворів віброрешета. Прийнято рівняння, які характеризують геометрію отворів віброрешіт, з формою кола, три або п'ятипелюстковими епіциклоїдами, трикутника, прямокутника.

В результаті моделювання отримані поля швидкості ЗС на серійних та розроблених решетах з активаторами для різних кінематичних режимів і завантажень. Побудована тривимірна гідродинамічна модель дозволяє визначати поле швидкості БПС на нахиленому плоскому решеті, що здійснює гармонічні коливання у своїй площині. Встановлено, що компоненти швидкості БПС є періодичними функціями просторових змінних у площині структурного віброрешета, а їх величини визначаються коефіцієнтами, які залежать від взаємного розташування і геометричних параметрів отворів віброрешета.

Розроблене математичне моделювання дозволило визначити загальну продуктивність, яка в залежності від завантаження решета знаходиться в діапазонах: $0,0039...0,0068 \text{ м}^3/\text{с}$ – для решіт з круглими отворами; $0,0075...0,01 \text{ м}^3/\text{с}$ – з ПЕА; $0,0004...0,0013 \text{ м}^3/\text{с}$ – для решіт з трикутними отворами; $0,0005...0,0015 \text{ м}^3/\text{с}$ – з ТЕА; $0,0008...0,0011 \text{ м}^3/\text{с}$ – з ПОА.

У порівнянні з серійними решетами підвищення продуктивності внаслідок використання розроблених плоских решіт з ПЕА складає в 1,5 – 1,9 рази до $0,01 \text{ м}^3/\text{с}$, і з ТЕА – на 12 – 25% до $0,0015 \text{ м}^3/\text{с}$.