

ТЕОРІЯ ПНЕВМОСЕПАРАЦІЇ ЗЕРНОВИХ СУМІШЕЙ З ЙОГО ПОПЕРЕДНІМ РОЗШАРУВАННЯМ

Борщ Ю.П.

Науковий керівник – к.т.н., доц. 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)

Пневмосепаруючі канали (ПК) комплексних барабанних сепараторів типу КБС призначені для очищення зернових сумішей у повітряному потоці від легких домішок. Зношеність техніки, підвищення засміченості та обсягів виробництва зерна призводять до зниження пропускної здатності, вимагають підвищення ефективності процесу пневмосепарації зернових матеріалів. Проведеним аналізом відомих досліджень і конструкцій встановлено, що перспективним напрямком підвищення ефективності очищення зернових сумішей є інтенсифікація процесу та застосування нової конструкції ПК з розшаруючим пристроєм. Таким чином, обґрунтування параметрів процесу очищення ЗС і розробка нової конструкції ПК є актуальним і перспективним завданням для розвитку агропромислового комплексу України.

Метою роботи є підвищення ефективності процесу очищення зернових сумішей від легких домішок шляхом обґрунтування його параметрів та розроблення нової конструкції пневмосепаруючого каналу зернових сепараторів.

Для підвищення ефективності процесу очищення ЗС пропонується використати перспективний спосіб попередньої підготовки ЗС шляхом використання розшаруючого повітропроникного пристрою в пневмоканалах. Для цього в аспіраційній камері серійного сепаратора КБС, а саме у пневмосепаруючому пристрої (ПСП), встановлено скатну та повітропроникну поверхні. Скатна поверхня формує висоту шару ЗС, що надходить у вертикальний ПК. Для здійснення перерозподілу частинок в ЗС використано повітропроникна поверхня. При проходженні повітряного потоку через ЗС, яка рухається по поверхні, частинки легких домішок перерозподіляються у верхні підшари. Таким чином, у ПК надходить двошарова ЗС, в якій зверху знаходяться легкі домішки. При розділенні у ПК легкі домішки виносяться з ЗС та осаджуються у пиловловлювачі.

Таким чином, обґрунтування параметрів процесу очистки ЗС від легких домішок розробленим ПСП підвищує ефективність очистки і веде до створення конкурентоздатних зернових сепараторів, що є актуальним завданням для розвитку зернопереробної галузі України.

Моделювання процесу очищення ЗС на розробленому ПСП проводилося з використанням гідродинамічної аналогії та з метою вирішення трьох завдань: моделювання нелінійної динаміки ЗС по нахиленій лускатій поверхні ПСП, моделювання процесу розшарування двофазного потоку «зерно – легкі

домішки» на повітропроникній лускатій поверхні ПСП, моделювання процесу очистки розшарованої ЗС у основному вертикальному каналі ПСП.

В результаті проведених теоретичних досліджень створені математичні моделі нелінійної динаміки: ЗС по нахиленій лускатій поверхні ПСП; процесу розшарування двофазного потоку ЗС «зерно - легкі домішки» на повітропроникній лускатій поверхні ПСП; процесу очистки розшарованої ЗС в основному вертикальному каналі ПСП. У моделях вперше враховано гідродинамічні аналогії з рухом нестискаємої неньютонівської рідини відповідно до реологічного закону, умов на скатній лускатій повітропроникній поверхні ПСП.

Проведеним аналізом результатів математичного моделювання динаміки ЗС по нахиленій лускатій поверхні ПСП встановлено основний вплив на підвищення продуктивності має товщина зернового шару і кут нахилу скатної поверхні. При збільшенні товщини шару ЗС з 2 см до 5 см продуктивність різко зростає (до 10 разів), в той час як збільшення кута нахилу скатної поверхні (з 35° до 45°) призводить до незначного підвищення продуктивності (до 10%). Однак, збільшення товщини шару ЗС призводить до погіршення ступеня очищення в ПК.

Проведеним аналізом результатів математичного моделювання нелінійної динаміки процесу розшарування двофазного потоку ЗС «зерно - легкі домішки» на повітропроникній лускатій поверхні ПСП встановлено, що рух частинок домішок всередині шару залежить від їх властивостей та технологічних параметрів процесу (завантаження та швидкості повітряного потоку). Так, при щільності 100-200 кг/м³ координати частинок домішок підвищуються на 10-15% у порівнянні з частинками щільності 600 кг/м³ з рухом по лускатій поверхні.

Ступінь розшарування псевдозрідженої ЗС на скатній поверхні прохарактеризовано коефіцієнтом розшарування, який дорівнює відношенню товщини шару, вільної від домішок відповідної фракції, до сумарної товщини зернового шару. Збільшення швидкості продування поверхні лускатого решета в діапазоні з 1 м/с до 3 м/с підвищує коефіцієнт розшарування на 20 - 25%. Зменшення щільності частинок домішок, в діапазоні що досліджується, також підвищує коефіцієнт розшарування на 25 - 35%. Зменшення висоти шару також позитивно впливає на процес розшарування, коефіцієнт розшарування збільшується на 30-35% при зменшенні висоти шару з 0,05 м до 0,02 м.

Проведеним аналізом математичного моделювання нелінійної динаміки процесу очистки розшарованої ЗС у основному вертикальному каналі ПСП встановлено:

- розшарування ЗС на скатній поверхні дозволяє істотно збільшити ефективність сепарації. Для каналу шириною 0,06 м при швидкості повітряного потоку повітря 6 м/с ефективність ПК для зазначених фракцій домішок не перевищувала 0,66, а для найбільш великих і важких домішок дорівнювала 0,40. Попереднє розшарування ЗС дозволило підвищити ефективність сепарації з 0,4 до 0,57 - для великих і важких домішок; і з 0,66 до 0,80 - для легких домішок ЗС.

- встановлено, що максимальне розшарування ЗС ($k_1=0,31\dots0,37$) спостерігається зі збільшенням діаметру частинок домішок у діапазоні $d=0,0017\dots0,002\text{м}$ і зменшенні їх щільності у межах $\rho_0=200\dots500\text{ кг/м}^3$;

- максимальна ефективність вертикального ПК ($k_2=0,62\dots0,66$) спостерігається при діаметрах частинок домішок $0,001\dots0,0016\text{ м}$ і їх щільності $200\dots330\text{ кг/м}^3$;

- максимальна загальна ефективність розробленого пневмосепаруючого пристрою ($E=0,9\dots0,98$) спостерігається при збільшених діаметрах частинок домішок ($d=0,0015\dots0,002\text{м}$) і зменшених їх щільності ($\rho_0=200\dots300\text{ кг/м}^3$);

- поряд з ефективністю вертикальних ПК великий вплив робить розшарування ЗС, яке характеризується коефіцієнтом k_1 . Ураховуючи вхідні параметри процесу максимальна ефективність отримана при діапазонах коефіцієнту розшарування $k_1=0,26\dots0,37$ та коефіцієнту ефективності каналу $k_2=0,55\dots0,66$.

У результаті проведених теоретичних досліджень встановлені закономірності керування якістю та продуктивністю, виявлена і доказана реальна можливість істотної інтенсифікації процесу очистки ЗС від легких домішок розробленим ПК з розшаруючим пристроєм.