

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВА ТЕХНОЛОГІЙ СЕПАРУВАННЯ ЗЕРНОВИХ СУМІШЕЙ

Гапонюк І.І., д-р техн. наук, професор

(Національний університет харчових технологій,)

У цій статті наведено проблемні питання фракціонування суміші сипких тіл. Вказано на проблемність сепарування ситовим та сито-повітряними способами капілярно-пористих тіл підвищеного вологовмісту. Виконано аналіз відомих способів фракціонування та проблемних питань існуючих технологій фракціонування.

Постановка задачі: виконати аналіз, виявити сутність проблемних питань фракціонування сумішей сипких компонентів перемінної вологості й обґрунтувати напрямки їх вирішення.

Відповідно до існуючих нормативних документів зерно зібраного спочатку очищають, а потім сушать до базисних кондицій. Для очищення зерна застосовують різноманітні способи засновані на подільності компонентів. Найпоширенішими із яких є пневматичне та механічне фракціонування на ситових поверхнях різних форм, кутів нахилу та кінематичних параметрів руху.

З огляду на капілярно-пористу колоїдну структуру частинок зерна й окремих домішок, такі тіла можуть змінювати свої структурно-механічні властивості в широкому діапазоні [4, 6, 7].

Параметри роботи більшості зерноочисних машин суттєво залежать від структурно-механічних властивостей зерна і їх продукти-

вність може зменшуватися в 5 – 6 разів від паспортної, а ефективність очищення – в 1,4 – 1,6 разів, особливо за вмістом повноцінного зерна в смітних відходах.

В зарубіжній зернозаготівельній практиці технологія післязбираної обробки зерна подібна вітчизняній: питоме навантаження на ситову поверхню сепараторів складає близько 6,2 – 7 т/м² за годину, а витрати повітря на аспірацію зерноочисного обладнання – подібно вітчизняним [11, 12, 14].

В сучасних дослідженнях вітчизняних і зарубіжних науковців встановлено, що подальша інтенсифікація процесів вібросепарування зернових сумішей удосконаленням відмічених режимних параметрів і вже вичерпана [1, 6]. Тому Л.М.Гросулом, Б.І.Котовим, М.І.Волошиним [1] та іншими визначено, як окремий напрямок інтенсифікації вібраційного сепарування, диференційовано встановлені режимні параметри сепараторів, що ґрунтуються на особливостях густини і розмірів зернин.

Згодом Л.М.Тіщенковим, Д.І.Мазоренком, В.Ф.Рідним та іншими [12] обґрунтовано вплив конструктивних параметрів ситочисних пристроїв на інтенсивність сепарування. Проте в дослідженнях зазначених науковців та інших відомих нам публікаціях, не розглянуто вплив параметрів газових потоків на вологовміст поверхневих шарів частинок суміші, переміни їх структурно-механічних властивостей та диференційованого управління цими показниками компонентів заданими параметрами газів сепаруючого агрегату.

Особливий інтерес являють дослідження впливу міжфазової взаємодії на інтенсифікацію вібраційного сепарування сумішей відо-

кремленням домішок меншої натурної маси вологої та надміру вологої зернової суміші. Актуальність цих досліджень підтверджена виробничими складнощами очищення вологої зернової суміші від домішок, впливу вмісту цих домішок на стабільність та пожежовибухобезпечність швидкісного зневоднення зернової суміші, а також стан забруднення довкілля цими домішками довкілля при охолодженні зневодненої суміші та розміщенні її в ємностях на зберігання.

На нашу думку, заданим змінням вологовмісту поверхневих шарів частинок компонентів зернової суміші можна підвищити сипкість та прискорити фракціонування цієї суміші віброаеродинамічним способом.

За умов переміщення зернової суміші в сепараторах, сили інерції (P_i) повинні перевищувати сили зчеплення частинок зернової суміші ($f \cdot G$) із рухомою ситовою поверхнею ($P_i > f \cdot G$) [6]:

$$m \cdot \alpha > f \cdot m \cdot g, \quad \text{або} \quad \alpha > f \cdot g \quad (1)$$

Для частинок кулеподібної форми, виразивши коефіцієнт тертя-ковзання (f) через коефіцієнт тертя-гойдання (k) до радіуса частинки (r), вираз (1) набуде вигляду:

$$\alpha > \frac{k}{r} \cdot g, \quad (2)$$

У наведених рівняннях руху частинок (1) і (2) умови виписано для горизонтальної площинної ситової поверхні, що не враховує проекцію гравітаційних сил на рушійну ($m \cdot g \cdot \sin \alpha$) та гальмівну ($m \cdot g \cdot \cos \alpha$) складові та стан поверхонь рухомої частинки і нерухомого сита.

Для нахилених ситових поверхонь з кутом нахилу α до горизонтальної проєкції, частинки можуть рухатись вгору, по похилій поверхні сита, або вниз за тих же умов перевищення сил інерції над силами тертя ($P_i > f \cdot G$) із правкою на сили притискування частинки (перпендикулярна складова $P_i^{np} = P_i \cdot \sin \alpha$ та $P_G^{np} = f \cdot G \cdot \cos \alpha$) або послаблення сил тертя, у випадку переміщення частинки вниз [6]:

$$P_i^{pux} > f \cdot G^{cальb} = (P_i \cdot \cos \alpha - G \cdot \sin \alpha) > f \cdot (P_i \cdot \sin \alpha + G \cdot \cos \alpha), \quad (3)$$

Більш узагальнене рівняння (3) не відображає умови коливання сита (частота, амплітуда і кут нахилу прикладених зусиль) та стану шару рухомих частинок.

Для випадку переміщення частинки вниз, рушійна сила не буде послаблена додатковою притискуючою складовою сили інерції ($P_i^{np} = P_i \cdot \sin \alpha$) та сили тяжіння ($P_G^{np} = f \cdot G \cdot \sin \alpha$), а сили тертя ($f \cdot G$) будуть зменшені.

Питоме навантаження (q) залежить від ряду конструктивних параметрів сепаратора, що забезпечують вимогу (1) та ефективність фракціонування суміші (4, 5). Для визначення (q) автори рекомендують застосовувати дослідну формулу щодо встановлення висоти шару суміші, що рухається по поверхні сита:

$$h = \frac{q}{v_{cep} \cdot \gamma \cdot K}, \quad (4)$$

де q – питомого навантаження на 1 см ширини сита, кг/(м·с); v_{cep} – середня швидкість переміщення шару зернової суміші по поверхні сита м/с; γ – об'ємна маса ЗС, кг/м³; K – коефіцієнт розпушеності шару цієї суміші.

З огляду на умови переміщення шару зернової суміші (1) та продуктивності сепаратора (4) із факторів впливу на продуктивність зерноочисної машини необхідно виділити коефіцієнт тертя-ковзання (f) по поверхні сита, а на продуктивність – об’ємну масу суміші (γ) та коефіцієнт розпушеності шару зернової суміші (K).

Очевидно, що за незмінних параметрів зерноочисної машини та складу зернової суміші на зазначені коефіцієнти (f , γ і K) найсуттєвіше впливають вологовміст компонентів шару зерна (W_i) та умови переміщення зернової суміші.

Зважаючи на те, що останній показник впливає в більшій мірі лише на коефіцієнт розпушеності шару зернової суміші (K) і для послаблення його впливу застосовують відомі механічні пристрої.

Слід відмітити, що на коефіцієнти (f і K) впливає в більшій мірі вологість поверхневих шарів частинок компонентів зернової суміші, а вологість внутрішніх шарів лише на коефіцієнт (γ) і в меншій мірі – на коефіцієнт (K).

Що стосується сепарування зернової суміші за ознакою відмінностей аеродинамічних показників окремих її компонентів, то судячи із аеродинамічного балансу сил (форм. 5), вміст вологи компонентів рухомих частинок начебто не повинен суттєво впливати на показники процесу аеросепарації за виключенням компонентів із значною залежністю їх густини (ρ) від вологовмісту (d) [5]:

$$G - R = m \cdot g - \xi \cdot F \cdot \frac{\rho_{z.n} \cdot v_{z.n.}^2}{2} > (<) 0, \quad (5)$$

де G і R – протидіючі сили тяжіння частинки та динамічного потоку газів; m і F – маса (кг) та площа проекції зернинки на плочи-

ну, нормальну до вектора відносної її швидкості, або міделевий перетин (m^2), $\rho_{z.n.}$ і $v_{z.n.}$ – густина (kg/m^3) та швидкість (m/s) газового потоку; ξ – коефіцієнт аеродинамічного опору зернинки газовому потоку.

На нашу думку, виключенням із цього правила можуть бути випадки із наявністю механічно-зв'язаної вологи, що перебуває в рідкому стані на поверхні частинок компонентів зернової суміші і суттєво погіршує її сипкість та однорідність. Оскільки в практичній діяльності такі випадки часто зустрічаються, особливо при заготівлі пізніх зернових культур, тому аеросепарування такої зернової суміші без попередньої її підготовки є неефективним. Низька ефективність процесу аеросепарування, в свою чергу спричиняє низьку ефективність та малу продуктивність ситового сепарування.

Висновки: Отже і на показники процесу аеросепарування великий вплив має наявність механічно-зв'язаної вологи та підвищений вологовміст поверхневих шарів частинок зернової суміші. Вирішення цієї проблеми, на нашу думку, в покращенні сипкості компонентів суміші зміненням коефіцієнту зовнішнього тертя частковим зневоднення поверхневого шару частинки розрахункової товщини.

Список літератури

1. Гросул Л.Г. Механіко-технологічні основи процесів та агрегатного устаткування для виробництва круп// Автореф. дис. доктора техн. наук – Одеса, ОДАХТ, 2002, – 37с.

2. Домарецький В.Н. Технологія харчових продуктів: [Підручник] / В.Н.Домарецький, М.В.Остапчук, А.І.Українець – К.: НУХТ. – 2003. – 572с.
3. Мельник Б.Е.Технология приемки, хранения и перераб зерна/ Б.Е.Мельник,В.Б.Лебедев,Г.Л.Винников–М:Агропромизд,1990.–367с
4. Остапчук Н.В. Основы математич моделирования процессов пищевых производств: [Уч. пособие.]// – К.: Вища шк.– 1991. – 367 с.
5. Інструкція по сушінню продовольчого, кормового зерна, насіння олійних культур та експлуатації зерносуш-к.–Одеса–Київ,1997– 72 с.
6. Тищенко Л.М. Интенсификация сепарирования зерна// – Харьков: – Основа. – 2004. – 222 с.

Annotation

"STATUS AND PROSPECTS OF SEPARATION OF GRAIN MIXTURES"

This article describes issues fractionation mixture of loose bodies. Specified on problematic separation sieve and sieve-air ways capillary-porous body of high moisture content. Analysis of the known methods of fractionation and issues existing technologies fractionation.