

УДК 631. 362

РУХ НАСІННЯ У МІЖДЕКОВОМУ ПРОСТОРІ ВІБРОФРИКЦІЙНОГО СЕПАРАТОРА

Козаченко О. В., Піх Є. О.

Державний біотехнологічний університет

Багаторічний досвід післязбирального обробітку насінневого матеріалу (НМ) сільськогосподарських культур вказує на ефективність застосування у технологічних лініях віброфрикційних сепараторів (ВФС), які забезпечують розділення компонентів за комплексом фізико-механічних властивостей: форми, пружності і фрикційних властивостей [1]. Робочим органом таких сепараторів є фрикційні поверхні (деки), змонтовані в блоки, які встановлюються на рамі сепараторів з певним зазором між ними та відповідним кутом поперечного та повздовжнього нахилу до горизонту. При цьому задана ефективність процесу сепарації забезпечується за умови реалізації відривного режиму роботи сепараторів, що зумовлює врахування, крім конструктивно-режимних параметрів, додаткових чинників впливу на якість протікання технологічного процесу, зокрема, впливу утворюваного повітряного потоку у міждековому просторі сепараторів [2]. Це визначає доцільність подальшого вивчення технологічного процесу вібросепарації на основі математичної моделі руху частинок насінневої суміші в повітряному потоці у міждековому просторі ВФС.

Відомі наукові праці [1, 4] містять результати впливу параметрів повітряного потоку на ефективність роботи ВФС. Базуючись на встановлених припущеннях щодо уявлення повітря у вигляді ідеального газу, насіння – у вигляді об'ємного твердого тіла встановленої форми, робочої поверхні – як шороховатої нахиленої площини, науковцями проаналізовано вплив фізико-механічних і геометричних характеристик компонентів НС, геометричних характеристик робочих поверхонь, вертикального зазору між робочими поверхнями і амплітудою їх коливань на рівень впливу аеродинамічного фактору щодо якості розділення НМ. Математичним моделюванням робочого процесу встановлено, що тангенційна складова швидкості повітря між поверхнями блоку ВФС збільшується при зростанні амплітуди коливань та відстані між деками у пакетах. Авторами встановлено, за амплітудою зростання швидкості лінійний характер – має місце приріст при збільшенні амплітуди коливань робочого органу ВФС. Стосовно обрання зазору між деками сепараторів спостерігається нелінійне зростання. Дослідниками, зокрема в [4], створено динамічну модель вібраційного безвідривного руху компонентів НМ по робочому органу сепаратора, але, як відомо, найбільший вплив швидкість повітря має місце при відривному режимі руху насіння у міждековому

просторі ВФС.

Завданням даного дослідження було виконати теоретичний аналіз руху насіння в міждековому просторі ВФС із урахуванням впливу повітряного потоку та виявити раціональні інтервали варіювання його конструктивно-режимних параметрів.

Аналізу руху насіння у міждековому просторі ВФС передбачав розгляд окремих етапів переміщення: політ частинки, стан відносного спокою на робочій площині, ковзання частинки по площині вперед (по відношенню обраної системи координат) або назад. Такий підхід пов'язаний з тим, що діючі на частинку сили в польоті і в проміжку контакту її з робочою площиною є різними, то й диференціальні рівняння польоту та безвідривного переміщення її по робочому органу ВФС також будуть різними. Крім того, рівняння ковзання насіння по фрикційній поверхні сепаратора вперед-назад і стан відносного спокою також мають свої особливості.

Для визначення стану насіння після зіткнення з площиною використано гіпотезу Ньютона відновлення нормальної швидкості, гіпотезу в'язкого тертя, тобто, якщо нормальна складова швидкості при ударі менше певної критичної величини, то частинка приймається абсолютно не пружною і її нормальна швидкість після удару дорівнює нулю. Така критична швидкість названа «швидкістю прилипання». Для випадку, коли нормальна швидкість частинки при ударі більше швидкості прилипання, то нормальна швидкість після удару визначається відповідно до гіпотези Ньютона. Рух насіння по робочій поверхні ВФС реалізовано при наступних установочних параметрах: амплітуда коливань $A = 1 \text{ мм}$; частота коливань $\omega = 200 \text{ с}^{-1}$; позадвжній кут нахилу $\alpha = 5^\circ$; кут спрямованості коливань $\varepsilon = 38^\circ$; зазор між деками $H = 10 \text{ мм}$. Досліджували рух частинки у міждековому просторі ВФС з урахування та без урахування опору повітряного середовища. За результатами проведених теоретичних досліджень встановлено, що для забезпечення заданої точності розділення компонентів НС дрібнонасіньних культур доцільним є урахування впливу повітряного потоку, що утворюється у міждековому просторі ВФС. Встановлено що, урахування тільки стаціонарної складової дає уявлення про рух повітряного потоку між деками «в середньому», вплив пульсуючої складової швидкості повітряного потоку між ними для окремих режимів вібраційного переміщення може бути визначальним для якісного протікання технологічного процесу сепарації НМ. За результатами виконаного дослідження встановлено доцільні інтервали зміни конструктивно-режимних параметрів ВФС: збільшення частоти і амплітуди коливань робочого органу зумовлює зростання середньої швидкості руху насіння, максимальна швидкість переміщення частинки досягається в інтервалі зміни параметрів: $A = 1,0-1,7 \text{ мм}$; $\omega = 200-260 \text{ с}^{-1}$, а подальше

збільшення значень цих параметрів призводить до зменшення швидкості вібраційного переміщення компонентів, що є небажаним для якісного протікання технологічного процесу сепарації. При цьому, швидкість переміщення частинки без врахування впливу повітряного середовища має тенденцію до зростання. При швидкості руху робочого органу ($A\omega$) більше 27-30 см/с вплив повітряного середовища призводить до зниження швидкості вібраційного переміщення частинок НМ. Для забезпечення заданої продуктивності процесу швидкість руху робочого органу не повинна перевищувати вищенаведених значень.

Встановлено, що середня швидкість переміщення частинок має тенденцію до зменшення при збільшенні значення повздовжнього кута α нахилу деки, причому при досягненні певного значення кута нахилу, частинка зупиняється, а при подальшому збільшенні α переміщається у зворотному напрямку. Частинка з меншим значенням коефіцієнта миттєвого тертя λ змінює напрямок руху при меншому значенні кута нахилу деки, а з більшим λ – при більшому значенні α . Зокрема, при значенні кута $\alpha = 7,5^\circ$ частинки з $\lambda = 0,076$ мають тенденцію до переміщення вниз деки, а часточки з $\lambda = 0,27$ будуть переміщатися вгору по робочій площині, тобто буде відбуватися процес розділення компонентів НМ. Суттєвий вплив на протікання технологічного процесу мають кут спрямованості коливань робочого органу ВФС та зазор між деками в пакеті. При цьому міна кута спрямованості коливань ε має не такий суттєвий вплив на швидкість переміщення насіння, як амплітуда і частота коливань, збільшення значення кута ε до $35-40^\circ$ забезпечує збільшення швидкості переміщення, а подальше збільшення кута ε призводить до зниження середньої швидкості руху насіння по робочому органу ВФС. Найбільшої продуктивності ВФС можна досягти при використанні значенні кута спрямованості коливань $\varepsilon = 35-40^\circ$. При збільшенні зазору між деками ВФС H від 3 до 6 мм швидкість переміщення має тенденцію до зниження, а при подальшому збільшенні зазору збільшується і після 12 мм залишається постійною. З точки зору швидкості переміщення компонентів НМ по робочій поверхні ВФС зазор між деками в межах 3,5-10 мм є менш доцільним.

Список використаних джерел

1. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Очистка і сортування насіння. Т. III, розділ 7. Харків: Око, 2006. 407 с.
2. Козаченко О.В. Обґрунтування ефективності використання віброфрикційного сепаратора при підготовці насінневого матеріалу гірчиці / О.В. Козаченко, Е.Б. Алієв, М.В. Бакум, А.Д. Михайлов, М.М. Крекот // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, № 31, 2021. С. 1-10.
3. Козаченко О.В. Підвищення посівних властивостей насіння сафлору красильного на вібраційній насіннеочисній машині / О. В. Козаченко, М. В. Бакум, А. Д. Михайлов, М. М. Крекот, О. С. Чала,

О.І.Завгородній // Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2023. Вип. 7(38), ч.ІІ. С. 83-89.

4. Anton Nykyforov, Roman Antoshchenkov, Ivan Halych, Victor Kis, Pavlo Polyansky, Vitalii Koshulko, Dmytro Tymchak, Alla Dombrovska, Inna Kilimnik. Construction of a regression model for assessing the efficiency of separation of lightweight seeds on vibratory machines involving measures to reduce the harmful influence of the aerodynamic factor. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. ISSN 1729-3774. P 24-34.

ISBN 978-617-8102-06-7

Міністерство освіти і науки України
Національний університет біоресурсів
і природокористування України
Механіко-технологічний факультет
Кафедра сільськогосподарських машин
та системотехніки імені академіка П. М. Василенка

ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
XXV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
"Сучасні проблеми землеробської механіки"
(17–19 жовтня 2024 року)

*присвяченій 124-й річниці з дня народження академіка
Петра Мефодійовича Василенка, 95-й річниці з дня заснування
механіко-технологічного факультету НУБіП України*



Київ – 2024

ББК40.7

УДК 631.17+62-52-631.3

JEL CLASSIFICATION Q 01; D 24; P 42

З 38

Рекомендовано до друку збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" вченою радою механіко-технологічного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України від 15 жовтня 2024 року протокол № 3.

Збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" (17–19 жовтня 2024 року). МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2024. 527 с.

ISBN 978-617-8102-06-7

В збірнику тез представлено анотований зміст доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок з: розвитку сучасної землеробської механіки; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для рослинництва; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для тваринництва; смарт-технологій машиновикористання, інженерного менеджменту, технічного сервісу; транспортних технологій та логістики; історії аграрної освіти і науки; будівництва сільських територій; надійності машин для сільського, лісового і водного господарств та харчових технологій; удосконалення та нові розробки біотехнологічних процесів і технічних засобів.

Організаційний комітет:

Ткачук В.А. – д.е.н., проф., ректор Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП), голова.

Ніколаєнко С.М. – д.п.н., проф., академік НАПН, академік НААН, президент НУБіП, співголова.

Тонха О.Л. – д.с.-г.н., проф., проректорка з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП, співголова.

Братішко В.В. – д.т.н., проф., декан НУБіП, співголова.

Войтюк Д.Г. – к.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри НУБіП, співголова.

Адамчук В.В. – д.т.н., проф., академік НААН, директор ІМА АПВ.

Аулін В.В. – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.

Барановський В.М. – д.т.н., проф., ТНТУ імені Івана Пулюя.

Борак К.В. – д.т.н., проф., заступник директора ЖАТФК.

Бредихін В.В. – д.т.н., доц., декан ДБУ.

Вергунов В.А. – д.с.-г.н., д.і.н., проф., академік НААН, директор ННСГБ НААН.

Вечера О.М. – ст. викл. кафедри НУБіП, секретар оргкомітету конференції.

Гуменюк Ю.О. – к.т.н., доц., завідувач кафедри НУБіП.

Гуцол О.П. – к.т.н., доц., керівник приватного підприємства.

Зубко В.М. – д.т.н., проф., декан СНАУ.

Іванишин В.В. – д.е.н., проф., академік НААН, ректор ЗВО «ПДУ».

Іценко Т.Д. – к.п.н., проф., директор ДУ «НМЦВФПО».

Калетнік Г.М. – д.е.н., проф., академік НААН, президент ВНАУ.

Кірчук Р.В. – к.т.н., проф., декан ЛНТУ.

Кобець А.С. – д.н. з держ. упр., проф., ректор ДДАЕУ.

Ковалишин С.Й. – к.т.н., проф., декан ЛНУП.

Гуцол О.П. – к.т.н., власник і бенефіціар аграрних компаній.

Козаченко Л.П. – президент Української аграрної конфедерації.

Кравчук В.І. – д.т.н., проф., академік НААН, директор УМІ АПІ.

Кропівний В.М. – к.т.н., проф., ректор ЦНТУ.

Кульгавий В.Ф. – генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів».

Кюрчев В.М. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, радник ректора ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Кюрчев С.В. – д.т.н., проф., ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Лавріненко О.Т. – к.т.н., доц. кафедри НУБіП.

Лукач В.С. – к.п.н., проф., директор ВП НУБіП «НАТІ».

Маруцак П.О. – д.т.н., проф., проректор ТНТУ імені Івана Пулюя.

Мельник В.І. – д.т.н., проф., професор кафедри ДБУ.

Мироненко В.Г. – д.т.н., проф., ІМА АПВ.

Мороз О.О. – Голова Верховної Ради України двох скликань.

Надикто В.Т. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Панцир Ю.І. – к.т.н., доц., декан ЗВО «ПДУ».

Пастухов В.І. – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.

Пилипака С.Ф. – д.т.н., проф., завідувач кафедри НУБіП України.

Пугач А.М. – д.н. з держ. упр., проф., декан ДДАЕУ.

Пушка О.С. – к.т.н., доц., проректор УНУС.

Ребенко В.І. – к.т.н., доц., доцент кафедри НУБіП.