

УДК 631.356.43.

СТРУКТУРНА МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

С.М. Грушецький, к.т.н.

Подільський державний аграрно-технічний університет

Ключові слова: картоплекопач, збирання, сепарація, картопля, модель.

Key words: potatodig, collection, separator, potato, model.

Розроблена структурна і розгорнута модель руху часток вороху по лемішно-полицевій поверхні і процесу сепарації картопляного вороху для функціонування нової картоплезбиральної машини з метою зменшення механічних пошкоджень бульб при забезпеченні якісних показників процесу сепарації для подальшого конструктивного вдосконалення.

Designed and deployed a structural model of motion of particles in vorohu lemishno-polytseviy surface and separation of potato vorohu for the operation of new machines kartoplezbyralnoyi to reduce mechanical damage to tubers, while ensuring quality of separation for constructive improvement.

Постановка проблеми. При збиранні картоплі значна кількість ґрунту попадає на транспортуючі органи картоплезбиральних пристроїв, погіршуючи якість товарної продукції. В зв'язку з цим актуальною стає проблема активної сепарації картопляного вороху і створення пристроїв для реалізації такої сепарації. Не менш важливим слід вважати створення теорії активізованої сепарації і її застосування для аналізу роботи конкретних сепаруючих пристроїв.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вперше в найбільш загальному вигляді теорія активізованої сепарації була запропонована в [1]. Ця теорія базується на аналізі еволюції функції розподілу ґрунтових фракцій

по розмірах при проходженні їх через сепаруючий пристрій. Зрозуміло, що початковий вигляд функції розподілу залежить від типу і стану ґрунту, а також від підкопуючих робочих органів [2]. Кінцевий же вигляд визначається в основному сепаруючими пристроями. Введення в розгляд функції розподілу передбачає, що ворох являє собою набір майже не з'єднаних між собою ґрунтових агрегатів [3]. Така модель ґрунту дозволяє використовувати для аналізу динаміки диференціальні рівняння [4] і отримати нульову математичну модель процесу активізованої сепарації конкретним сепаруючим пристроєм.

Тому удосконалення існуючих та винайдення нових методів підкопування робочими органами і сепарації вороху для цих цілей є важливим завданням.

Постановка завдання. Розробити структурну модель руху часток вороху по лемішно-полицевій поверхні і процесу сепарації картопляного вороху для функціонування нової картоплезбиральної машини [5, 6, 7, 8].

Виклад основного матеріалу. Під моделлю розуміють таку представлену подумки чи матеріально реалізовану систему, яка, відображаючи чи відтворюючи об'єкт дослідження, здатна заміщати його так, що її вивчення подає нову інформацію про цей об'єкт, а побудова, вивчення і використання моделей об'єктів як спеціального засобу пізнання називається моделюванням.

Математична модель – це система математичних співвідношень – формул, функцій, рівнянь, систем рівнянь, що описують ті чи інші сторони досліджуваного об'єкту, явища процесу.

Суттєвим у розробці моделей є відбір факторів, які визначають об'єкт дослідження та його стан. Якщо до початку дослідження відсутні які-небудь теоретичні проробки, тоді об'єкт дослідження розглядається як “чорна скринька”.

Базою для розробки моделей фізичних процесів є закони фізики, які на даний час не можуть бути теоретично обґрунтовані. Прикладом такого процесу є рух часток вороху по лемішно-полицевій поверхні і сепарація картопляного вороху картоплезбиральної машини. Проте цей процес, як і багато інших, можна дослідити за допомогою імітаційного моделювання. Істотною перевагою моделювання є те, що різні фізичні ефекти, які спостерігаються в реальному процесі, можуть розглядатись ізольовано, що дозволяє краще зрозуміти сам характер протікання процесу. Так, досить складно розглядати і моделювати реальні матеріали, тому що складові компоненти суміші мають неоднаковий розмір, форму, фізико-механічні властивості тощо. При моделюванні спрощених процесів можна включити або виключити той чи інший ефект, чи властивість і цим самим описати вплив кожного фактора на процес.

У нашому випадку рух часток вороху по лемішно-полицевій поверхні і сепарації картопляного вороху складається з шести незалежних одночасно протікаючих процесів:

- рух часток вороху по лемішно-полицевій поверхні;
- руйнування грудок ґрунту на лемішно-полицевій поверхні;
- просіювання прохідної фракції ґрунту з верхнього шару вороху;
- перемішування вороху;
- руйнування грудок ґрунту на сепараторі;
- просіювання прохідної фракції ґрунту з нижнього шару вороху.

Окрім цього, протікає ще один побічний і небажаний процес – пошкодження картопляних бульб сепаратором.

На протікання цих процесів впливають як механіко-технологічні властивості вороху і його складових, так і конструктивні та технологічні параметри лемішно-полицевого картоплекопача з барабанним сепаратором

картопляного вороху.

Таким чином, при побудові загальної моделі руху і сепарації картопляного вороху вона буде складатися з двох основних процесів:

1. Руху часток вороху по лемішно-полицевій поверхні;
2. Сепарації картопляного вороху.

Вхідними змінними при побудові загальної моделі будуть: властивості вороху (некеровані фактори):

- робота руйнування картопляного вороху лемешем A_1 ;
- кінетична енергія картопляного вороху, який сходить з полиці W_v ;
- потенціальна енергія картопляного вороху W_h ;
- потенціальна енергія стиснутого ґрунтового повітря W_p ;
- профіль картопляної грядки $z_n(t)$;
- фракційний склад картопляного вороху $\xi(\delta)$;
- густина вороху γ ;
- міцність грудок r_{δ} ;
- міцність бульб r_b ;

параметри процесу руху часток вороху по лемішно-полицевій поверхні (керовані фактори):

- початкова товщина шару вороху h_k ;
- тривалість руху T_p ;

параметри процесу руху часток вороху по лемішно-полицевій поверхні (змінні фактори):

- поступальна швидкість V_m ;
- кут нахилу лемішно-полицевої поверхні α_n ;
- кут постановки полицевої поверхні до напрямку руху β ;

параметри процесу сепарації (керовані фактори):

- тривалість сепарації T_c ;
- товщина шару вороху при попаданні на сепаратор h_k' ;

параметри сепаратора (змінні фактори):

- кут конусності сепаратора α_δ ;
- колова швидкість V_κ ;
- подача Q .

Вихідними параметрами процесу сепарації є:

- величина чистоти бульб Ψ' ;
- ступінь ефективності сепарації E ;
- величина втрат бульб B_δ ;
- ступінь пошкодження бульб Π_δ .

Модель процесу руху часток вороху по лемішно-полицевій поверхні і сепарації картопляного вороху набуде вигляду (рис. 1).

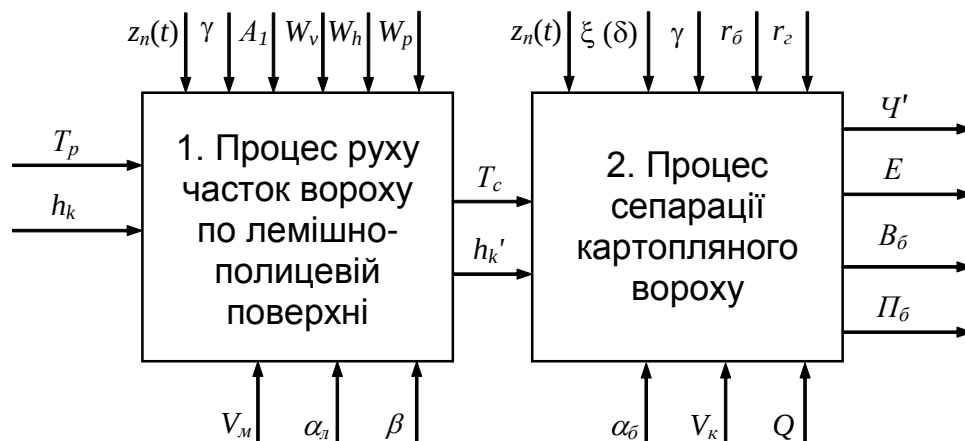


Рис. 1. Модель процесу руху часток вороху по лемішно-полицевій поверхні і сепарації картопляного вороху

Відомі також такі закономірності протікання окремих складових про-

цесів руху часток вороху по лемішно-полицевій поверхні і сепарації картопляного вороху:

- рух часток вороху по лемішно-полицевій поверхні залежить від форми леза лемеша, поверхні лемеша і грудей полиці, а також від форми полицевої поверхні [2];
- руйнування грудок ґрунту на лемішно-полицевій поверхні залежить від властивостей ґрунту, форми відносної траєкторії вороху на полицевій поверхні, кінетичної і потенціальної енергії маси вороху і потенціальної енергії стиснутого ґрунтового повітря [2];
- просіювання прохідної фракції ґрунту пропорційне кількості цієї фракції у верхньому шарі картопляного вороху [1, 9, 10];
- перемішування вороху за законами дифузії та броунівського руху [1, 9, 10];
- руйнування грудок ґрунту на сепараторі залежить від їх віддаленості від робочого органу, частоти обертання і радіуса барабана [11];
- просіювання прохідної фракції ґрунту пропорційна кількості цієї фракції в нижньому шарі картопляного вороху [1, 9, 10].

Очевидно, що і процес руху часток і перемішування вороху, руйнування грудок ґрунту і просіювання дрібних частинок залежать від розподілу фракцій ґрунту по товщині вороху. Виходячи з цього, можна побудувати розгорнуту модель процесу руху часток вороху по лемішно-полицевій поверхні і сепарації картопляного вороху (рис. 2).

Для обґрунтування такої математичної моделі слід розглянути спочатку всі складові незалежно одна від одної, а потім перейти від часткового до загального – об'єднати окремі впливи в кінцеву модель процесу руху часток вороху по лемішно-полицевій поверхні і сепарації картопляного вороху.

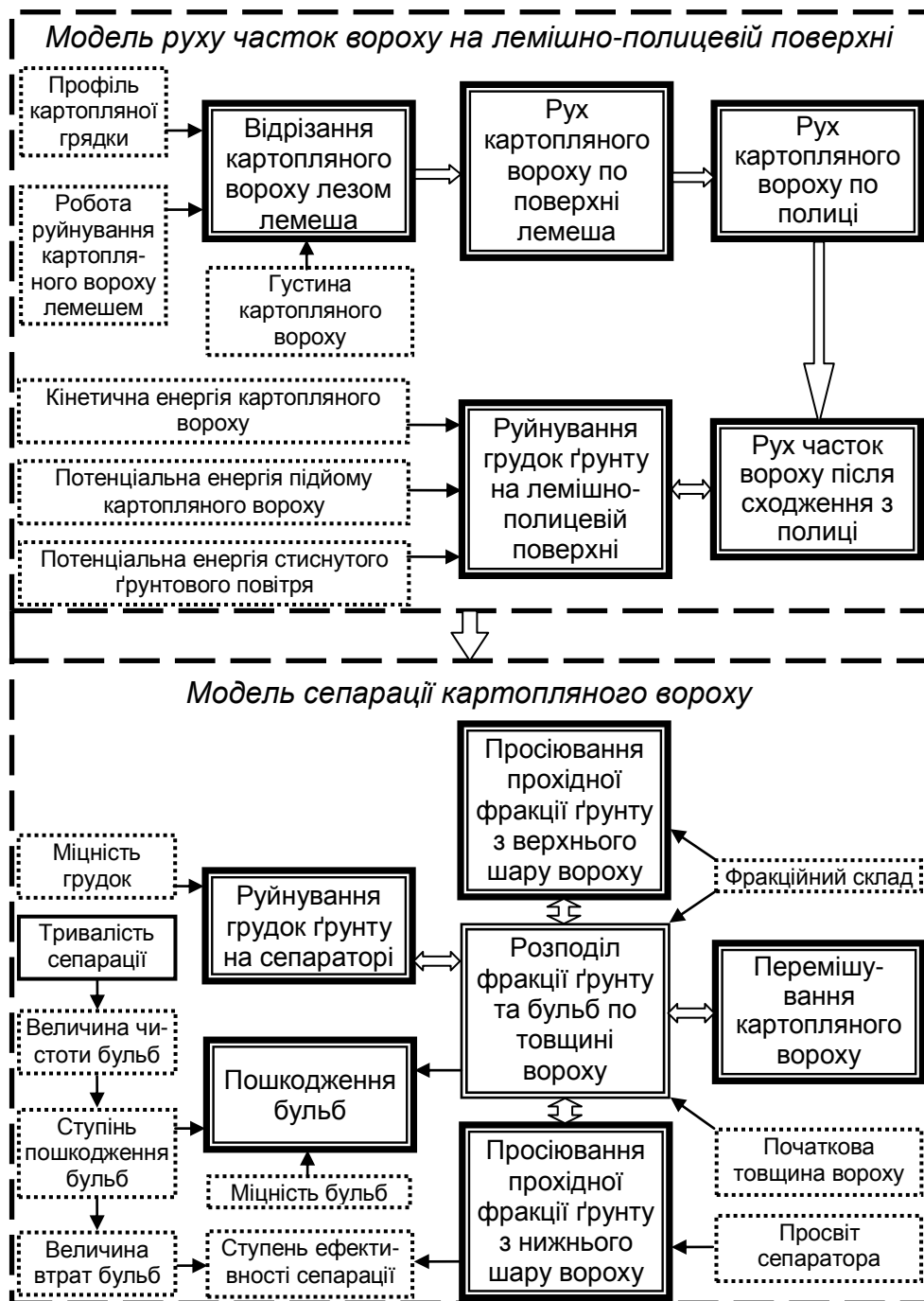


Рис. 2. Розгорнута модель руху часток вороху по лемішно-полицевій поверхні і сепарації картопляного вороху

Висновки. Таким чином структурна модель руху часток вороху по лемішно-полицевій поверхні і процесу сепарації картопляного вороху для функціонування нової картоплезбиральної машини дозволить змінювати конструктивні і кінематичні параметри картоплезбиральної машини з метою підвищення якісних показників роботи сепарації для подальшого конструктивного вдосконалення, а також теоретичного та експериментального дослідження.

Існуючі результати досліджень процесу руху і сепарації вороху не дозволяють однозначно визначити конструктивні і кінематичні параметри сепаруючих робочих органів. Більшість досліджень є часткові випадки розв'язку загальних задач. Оскільки процес відокремлення домішок на сепараторах картопляного вороху має специфічний характер, тому питання розгляду руху часток по робочій поверхні і дослідження процесу сепарації потребують подальших теоретичних досліджень.

Бібліографічний список

1. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение. – 1984. – 320 с.
2. Гячев Л.В. Теория Лемешно-отвальной поверхности // Труды института Зернограда. – 1961. – Вып. 13. – 317 с.
3. Грушецький С.М. Тенденції розвитку сепаруючих пристроїв картоплезбиральних машин / С.М. Грушецький, І.М. Бендера // зб. наук. праць ПДАТА. – Кам'янець-Подільський: Абетка, 2004. – № 12. – С. 227-230.
4. Грушецький С.М. Динаміка бульбоносної ґрунтової суміші в барабанному сепараторі / С.М. Грушецький, О.А. Андрєєв // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства [“Механізація сільськогосподарського виробництва”]. – Вип. 20. – Харків: ХДТУСГ, 2003. – С. 207-218.

5. Грушецький С.М. Патенти і авторські свідоцтва / С.М. Грушецький, М.І. Алещенко, І.М. Бендера, (гол. ред.) Бурдега В.Ю. та ін. // Інститут механізації і електрифікації сільського господарства. – Кам'янець-Подільський: Аксіома, 2006. – С. 268-271.
6. Грушецький С.М. Картоплезбиральна машина з барабанним сепаратором / С.М. Грушецький, М.І. Самокиш, І.М. Бендера, П.І. Роздорожнюк // Наукові розробки рекомендовані виробництву: доп. і перер. під заг. ред. І.М. Бендери, О.В. Ткача. Хмельницький ЦНТІ – Хмельницький, 2006. – № 4 – С. 25, 28.
7. Грушецький С.М. Лемішно-полицевий картоплекопач / С.М. Грушецький, І.М. Бендера // Наукові пошуки молоді у третьому тисячолітті: VI державна науково-практична конференція молодих вчених, аспірантів і докторантів. – Біла Церква, 2007. – С. 85.
8. Пат. 66658А Україна, МКВ A01D17/04. Картоплезбиральна машина з барабанним сепаратором / Грушецький С.М., Самокиш М.І., Бендера І.М., Роздорожнюк П.І., Врадин В.В. – № 2003087897; заявл. 21.08. 03; опубл. 17.05. 04, Бюл. № 5. – 4 с.
9. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины : расчет и проектирование / Г.Д. Петров – М. : Машиностроение, 1972. – 400 с.
10. Петров Г.Д. Основы расчета технологического процесса картофелеуборочного комбайна / Г.Д. Петров // Труды ВИСХОМ. – 1967. – Вып. 55. – С. 309-382.
11. Зеленин А.Н. Основы разрушения грунтов механическими способами / А.Н. Зеленин. – [2-е изд., доп]. – М.: Машиностроение, 1968. – 370 с.