

УДК 631. 3.

АНАЛІЗ РОБОТИ КОНУСНОГО СЕПАРАТОРА

С.М. Грушецький, аспірант, О.А. Андрєєв, к.ф.м.н.

(Подільська державна аграрно-технічна академія)

Ключові слова: збирання, сепарація, картопля, конусний барабан.

Key words: gathering, separation, potatoes, conical drum.

They scrutinized the separation device of the drum – rod type and dynamics of the soil parts in the permeating them on the radiatal rods.

They have got the analytical dependences, which let realize the process of optimization of the technological parameters of the conical separator.

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 бульбоносноґрунтової суміші 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 публікацій. Вперше в найбільш загальному вигляді теорія активізованої сепарації була запропонована в [1]. Ця теорія базується на аналізі еволюції функції розподілу ґрунтових агрегатів по розмірах при проходженні їх через сепаруючий пристрій. Зрозуміло, що початковий вигляд функції розподілу залежить від типу і стану ґрунту, а також від підкопуючи робочих органів. Кінцевий же вигляд визначається в основному сепаруючими пристроями. Введення в розгляд функції розподілу передбачає, що ґрунтова суміш являє собою набір майже не з'єднаних між собою

грунтових агрегатів [2]. Така модель ґрунту дозволяє використовувати для аналізу динаміки диференціальні рівняння [3] і отримати нульову математичну модель процесу активізованої сепарації конкретним сепаруючим пристроєм.

Мета статті. Висвітлити аналіз роботи і теоретичні основи обґрунтування технологічних параметрів конусного сепаратора картоплезбиральної машини, при яких кришення пруткових макроагрегатів стає максимальним.

Виклад основного матеріалу. За результатами пошукових досліджень в лабораторних умовах у Подільській державній аграрно-технічній академії створена картоплезбиральна машина з конусним барабанним сепаратором (рис. 1). Перевагою барабанних сепараторів порівняно з плоскими сепараторами є простота у виготовленні та технологічна надійність.

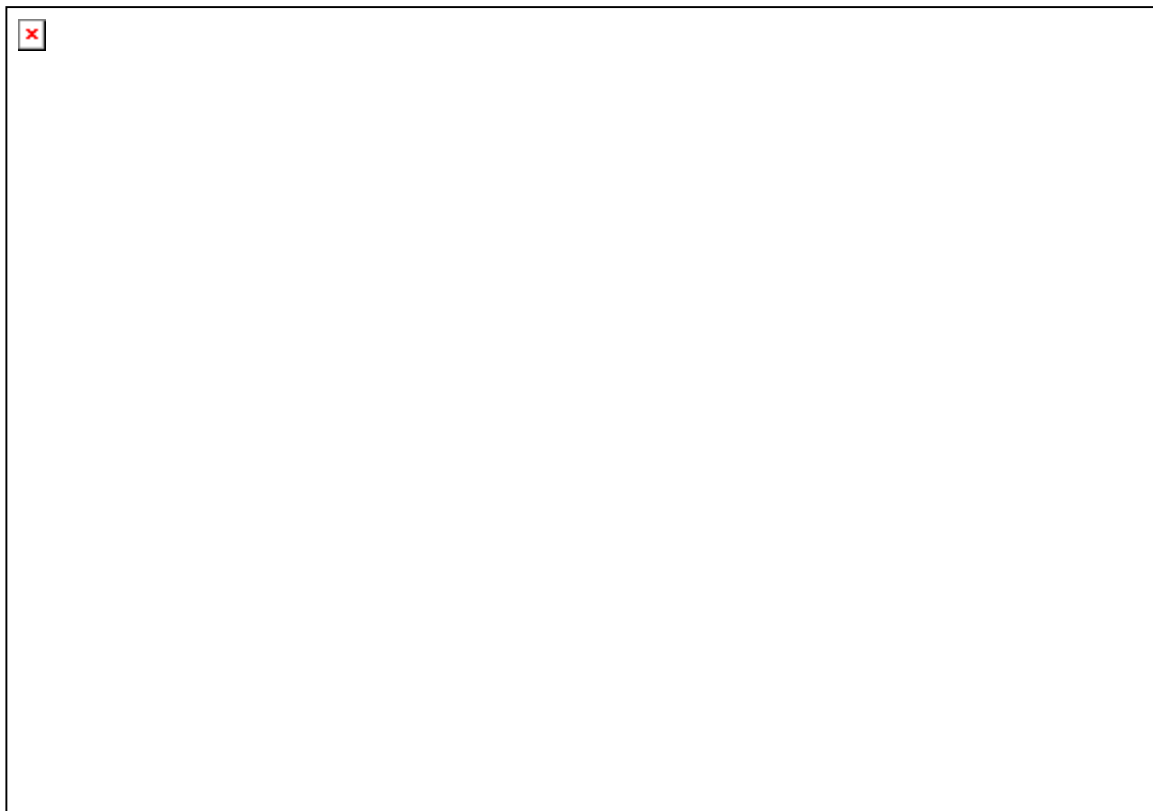


Рис. 1. Схема збирального модуля: 1 – леміш підкопуючий, 2 – правостороння гвинтова полиця, 3 – конусний барабан, 4 – пруткова поверхня барабана, 5 – обід барабана.

Картоплезбиральна машина складається з ряду збиральних модулів, число, яких визначає кількість рядків, що одночасно підкопуються.

Збиральний модуль це – підкопуючий леміш 1 з правостороннім гвинтовим крилом 2, яке своїм кінцем входить в конусний барабан – сепаратор 3 зі сторони меншої основи.

Для забезпечення просіювання ґрунту поверхня барабана виготовлена із прутків 4. Обертання барабана відбувається за рахунок зчеплення ободу 5 із поверхнею ґрунту.

Бульбоносний пласт підкопується лемішом, подається на полицю, а далі частково здеформований та зруйнований на гвинтовій її поверхні крилом завантажується в конусний сепаратор зі сторони меншої основи.

У зв'язку із складним рухом пласта в барабані, контакту ґрунту та клубнів із прутками проходить руйнування ґрунту та просіювання його через між прутковий простір.

Клубні картоплі проходячи барабан в напрямі його осі рівномірно розподіляються по поверхні ґрунту.

Аналіз пропонованого сепаруючого пристрою полягає в дослідженні динаміки часток ґрунтової суміші, які попадають в об'єм конусного сепаратора з подальшою оптимізацією його технологічних параметрів.

Позначимо менший та більший радіуси конуса через R_1 і R_2 , його довжину через L , віддаль між прутками a , мінімальний діаметр клубня d_0 (рис. 2).

Тоді можна записати умову непросіювання клубнів а їх транспортування до виходу з барабану (без врахування товщини прутка):

$$n_1 \geq 2\pi \frac{R_2}{d_0}; n_2 \geq \frac{L}{d_0} . \quad (1)$$

Бульбоплід або ґрунтовий макроагрегат попадає в барабанний сепаратор з початковою швидкістю V_0 під кутом $\gamma < 0$ до горизонту і може

бути зразу ж просіяний ($a \leq d_0$), спинитися на отворі або продовжувати котитися вздовж твірної. Умова затримування часток на отворі має наступний вигляд [3]:

$$\operatorname{tg}\left[\arcsin\frac{d_0}{2a}-\alpha\right] \geq \frac{2 \sin \alpha \sin \frac{\gamma-\alpha}{2}}{(1+\alpha)\left[1-\sqrt{1-\frac{2ga(\gamma-\alpha)}{V_0^2(1+\lambda)} \sin \alpha}\right]}, \quad (2)$$

$$\alpha = \arcsin \frac{R_2 - R_1}{L}.$$



Рис.2. До розрахунку технологічних параметрів конусного сепаратора.

Умовні позначення:  - напрям руху клубнів ;
 - напрям руху відсепарованого ґрунту.

Тут λ - коефіцієнт форми часток. Розписавши підкореневий вираз в ряд Тейлора, можна вияснити діапазон швидкостей, при якому частки затримуються:

$$V_0 \leq \sqrt{\frac{ga(\gamma-\alpha)}{2(1+\alpha)\sin\frac{\gamma-\alpha}{2}} \operatorname{tg}\left[\arcsin\frac{d_0}{2a}-\alpha\right] \frac{1}{1+\lambda}} = V_{kp}. \quad (3)$$

Після послідовного проходження K секцій, частка, яка на першій секції не затрималася в результаті порушення нерівності (3) втрачає частину кінетичної енергії і його швидкість зменшується:

$$V_K = \sqrt{V_0^2 + \frac{2g(R_2-R_1)}{L} \left[d_0 K - \left(a - a\sqrt{1-\frac{d_0^2}{4a^2}} \right) \sum_{i=1}^K i \right]}. \quad (4)$$

Використовуючи формулу для суми арифметичної прогресії, можна знайти число секцій, яка проходить частка до того часу, поки не може виконуватися умова $V_K \leq V_{kp}$:

$$K = \frac{1}{2} \sqrt{1 + \frac{4 \left(V_0^2 - \frac{ga(\gamma-\alpha)}{2(1+\alpha)\sin\frac{\gamma-\alpha}{2}} \operatorname{tg}\left(\arcsin\frac{d_0}{2a}-\alpha\right) \frac{1}{\lambda+1} \right)^2 L}{ga(R_2-R_1)\sqrt{1-\frac{d_0^2}{4a^2}}} - \frac{1}{2}}. \quad (5)$$

Захоплена коміркою частка починає обертатися разом з прутками і, якщо виключити защемлення, то до моменту падіння опише кут ψ :

$$\psi = \arcsin\frac{d_0}{2a} + \arcsin\left(\frac{\Omega^2 R d_0}{2ga} \sin^2\frac{d_0}{4a}\right). \quad (6)$$

При втраті стійкості частка скочується в нижню частину сепаратора, отримуючи при цьому швидкість:

$$V = 2\sqrt{g(R-a)} \sin\frac{\psi}{2}. \quad (7)$$

Ця швидкість є визначальною для кришення ґрунтових макроагрегатів. Більш точним є значення:

$$V_T = \sqrt{V^2 + \Omega^2 R^2}. \quad (8)$$

В розгорнутому вигляді вираз (8) може бути записаний так:

$$V_T = \sqrt{16g(R-a) \left[\frac{d_0}{2a} \sqrt{1 - \frac{\Omega^4 R^2 d_0^2}{4g^2 a^2} \sin^4 \frac{d_0}{4a} + \frac{\Omega^2 R d_0}{2ga} \sin^2 \frac{d_0}{4a}} \right]^2 + \Omega^2 R^2}. \quad (9)$$

Висновки. 1. Аналіз пропонованого сепаруючого пристрою полягає в дослідженні динаміки часток ґрунтової суміші, які попадають в об'єм конусного сепаратора з подальшою оптимізацією його технологічних параметрів.

2. Приведені вище вирази після відповідного числового аналізу дають можливість підібрати такі технологічні параметри сепаратора, при яких кришення пруткових макроагрегатів з розмірами $a \gg d_0$ стає максимальним.

3. Перспективою подальших розробок є дослідження динаміки бульбоносної ґрунтової суміші в барабанному сепараторі

Бібліографічний список

1. Андреев А. А., Ткачук В.С. Теоретичне обґрунтування роботи пристроїв для активізації сепарації ґрунтової суміші. Праці Таврійської державної аграрно-технічної академії. Вип.2, т.15, Мелітополь, 2000, с.94-99.

2. Андреев А.А., Кизима М.І. Моделювання ґрунту для потреб реалізації вібраційних технологій в землеробстві. Зб. наук. праць Подільської державної аграрно-технічної академії. Вип. 6, Кам'янець - Подільський, 1998, с. 74-76.

3. Андреев А.А. Научное обеспечение внедрение вибрационных технологий в земледелие // Вестник Винницкого ГСИ, Спец выпуск, Сб. трудов Международного симпозиума “Наука и предпринимательство” (9 – 11 февраля 1999 г., - г. Славск), Винница – Львов, 1999, с. 110 –116.