

УДК 631.331

© М.С. Шведик, к.т.н., О.Б. Загвоздін
Луцький національний технічний університет

ГРАФОАНАЛІТИЧНИЙ МЕТОД ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ КОНІЧНО-СПІРАЛЬНОГО СЕПАРАТОРА КАРТОПЛЕКОПАЧА

У статті наведено обґрунтування основних параметрів конічно-спірального сепаратора картоплекопача та результати визначення раціональних значень його діаметра, а також режиму копання картоплі.

ГРУНТ, ВОРОХ, БУЛЬБИ, ГРЯДКА, КОНУС, СПІРАЛЬ, СЕПАРАТОР, ЛЕМІШ, ДІАМЕТР.

Постановка проблеми. Для викопування бульб картоплі використовують картоплекопачі. Однак, не дивлячись на те, що на даний час існує широкий спектр їх конструктивно-технологічних рішень, всі вони не в повній мірі задовольняють агротехнічні вимоги, що ставляться до картоплекопачів. Основним і найбільш характерним для них недоліком є схильність до залипання ґрунтом, присипання викопаних бульб ворохом та їх травмування.

На нашу думку усунути зазначені недоліки можна шляхом застосування нової конструкції сепаратора барабанного типу виконаного у вигляді конуса з спіральною навивкою. Такий сепаратор під час свого обертання забезпечує переміщення підкопаного пласта як по коловій траєкторії, так і в осьовому напрямку в сторону більшої основи барабана. При цьому, під час падіння пласта відбувається його руйнування, подрібнені частинки ґрунту просіюються між витками, а великі грудки разом з бульбами знову захоплюються витками і піднімаються вгору до певної висоти, після чого падають вниз на поверхню спіралі. Таке переміщення маси створює сприятливі умови для інтенсивного руйнування великих грудок до розмірів, які будуть вільно просіюватись між витками спіралі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз літературних джерел, приурочених питанням викопування картоплі картоплекопачами показує, що вони є достатньо вивчені. На основі результатів досліджень авторами [1-6] розроблені і запропоновані відповідні рекомендації, які знайшли своє практичне застосування під час розробки сучасних картоплекопачів.

Однак, питання, що стосуються безпосередньо розробки конструкції кінчно-спірального сепаратора і його розміщення відносно лемеша, в літературних джерелах не висвітлювались, що створює певні труднощі під час вибору раціональних значень його діаметра.

Метою дослідження є встановлення залежності діаметра кінчно-спірального сепаратора від ширини лемеша та глибини залягання бульб від основи грядки.

Результати досліджень. З точки зору забезпечення якісного протікання процесу сепарації вороху і зниження металомісткості конструкції сепаратора, його діаметр повинен бути мінімальним. Для визначення діаметра сепаратора застосуємо графоаналітичний метод.

Для цього на рис.1 розглянемо схему взаємного розміщення лемеша і сепаратора, враховуючи ту конструктивно-технологічну особливість, що між кінцем перфорованої частини лемеша (гребінкою) і сепаратором повинен бути перепад висоти, необхідний для руйнування пласта під час його падіння.

Крім цього в центрі сепаратора буде розміщена цапфа необхідна для його установки у підшипниковий вузол. При цьому враховуємо те, що леміш підкопує пласт шириною $b = 0,4\text{м}$ на глибині $a = 0,22\text{м}$. Ширина міжряд є стандартною і вона становить $0,7\text{м}$. З метою спрощення розрахунків будемо вважати, що форма поперечного

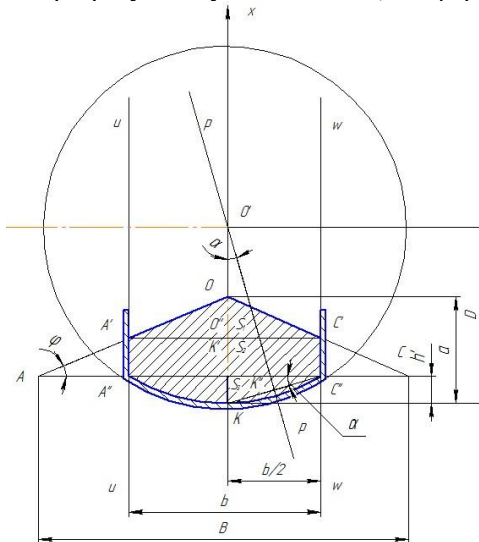


Рис. 1 – Схема до графоаналітичного обґрунтування основних параметрів лемеша і сепаратора

перерізу гребінкового рядка має вигляд рівностороннього трикутника, сторони якого нахилені під кутом φ .

Оскільки бульби розміщуються у поперечному перерізі рядка на різній глибині, то буде доцільним застосовувати леміш з циліндроїдальною поверхнею.

Отже, з врахуванням викладених обмежень і припущень, позначимо вершину гребеня точкою O , а його основу відповідно точками A і C . Максимальну глибину залягання бульб розмістимо по центру гребеня. За результатами наших досліджень максимальна глибина залягання бульб у грядці, яку позначимо символом h^I , в середньому становить 0,06м. Відмітимо цю точку буквою K , тоді на основі викладеного можемо записати, що $K^I K = h^I$ і $OK = a$.

Значення кута φ нахилу бічної поверхні рядка визначимо з ΔAOK^I або ΔCOK^I за формулою

$$\varphi = \text{arctg} \frac{K^I O}{AK^I},$$

а враховуючи те, що $AK^I = \frac{1}{2}B$ (тут B – ширина міжрядь), і

$OK^I = OK - K^I K = a - h^I$, можемо записати, що

$$\varphi = \text{arctg} \frac{2(a - h^I)}{B}.$$

Проведемо через основу гребеня дві паралельні січні площини $U-U$ і $W-W$ на відстані $b = 0,4$ м, рівній ширині лемеша і отримаємо польовий обріз лемеша, який позначимо точками $A^I A^{II}$ і $C^I C^{II}$. Висоту польового обрізу лемеша визначимо з $\Delta A A^I A^{II}$ за формулою:

$$A^I A^{II} = AA^I \text{tg} \varphi, \quad (1)$$

де

$$AA^I = \frac{B - b}{2}.$$

Отже, з врахуванням останнього виразу формула (1) запишеться так:

$$AA^{II} = \frac{B - b}{2} \text{tg} \varphi.$$

Враховуючи нерівномірність рельєфу поля і неминуче заглиблення лемеша на глибину більшу, ніж $h^I = 0,06$ м, приймаємо бокові стінки лемеша $A^I A^{II} = 0,1$ м.

Таким чином, профіль рядка у поперечному перерізі визначено і він обмежується ламаною лінією, яку позначимо точками $A^I A^{II} OC^I C^{II}$. Відповідно до прийнятої гіпотези щодо форми лемеша, нижній профіль пласта має циліндроїдальну форму, яку позначимо

точками $A^{II}KC^{II}$. Радіус R цієї кривої, а отже і поверхні лемеша, визначимо наступним чином. Сполучимо точки KC^{II} прямою лінією і через її середину проведемо перпендикуляр PP , перетин якого з віссю OX дасть центр O^I криволінійної поверхні лемеша з радіусом – $R = O^IK$.

Отже, цей радіус знайдемо з ΔO^IKK^{II} :

$$R = O^IK = \frac{KK^{II}}{\sin \alpha}. \quad (2)$$

З прийнятих припущень і побудов маємо:

$$KK^{II} = \frac{KC^{II}}{2}, \quad (3)$$

а з ΔK^IKC^{II} знаходимо, що:

$$KC^{II} = \sqrt{(K^IK)^2 + (K^IC^{II})^2}$$

І:

$$\alpha = \arctg \frac{K^IK}{K^IC^{II}}. \quad (4)$$

Враховуючи, те що $K^IK = h^I$ і $K^IC^{II} = \frac{b}{2}$, вирази (3) і (4)

перепишемо у такому вигляді:

$$K^IK^{II} = \frac{\sqrt{(h^I)^2 + \frac{b^2}{4}}}{2}; \quad (5)$$

$$\alpha = \arctg \frac{2h^I}{b}. \quad (6)$$

На основі перпендикулярності сторін ΔO^IKK^{II} і ΔK^IKC^{II} можемо записати, що

$$\angle KO^IK^{II} = \angle K^IC^{II}K = \alpha.$$

Отже, з врахуванням виразів (5) і (6) вираз (2) можемо записати в такому вигляді:

$$R = \sqrt{(h^I)^2 + \frac{b^2}{4}} / 2 \sin \cdot \arctg \frac{2h^I}{b}. \quad (7)$$

Отриманий вираз дає можливість визначити радіус циліндро-їдальної поверхні лемеша в залежності від його ширини b і глибини h^I залягання бульб від основи грядки. Оскільки леміш повинен вільно проходити всередину сепаратора, то він повинен мати діаметр кола, яке описуватиме леміш. В цьому випадку на основі виразу (7) можемо записати формулу для визначення діаметра сепаратора:

$$D = \frac{\sqrt{(h')^2 + \frac{b^2}{4}}}{\sin \cdot \arctg \frac{2h'}{b}} \quad (8)$$

Аналіз останнього виразу показує, що діаметр спірального сепаратора залежить від ширини лемеша b і глибини h' залягання бульб від основи грядки. Змінюючи числові значення b і h' і підставляючи їх у вираз (8) отримаємо теоретичне значення діаметра спірального сепаратора. За результатами розрахунків на рис.2 побудовано графічну залежність діаметра D спірального сепаратора від глибини h' залягання бульб від основи грядки для лемешів, що мають різну ширину b .

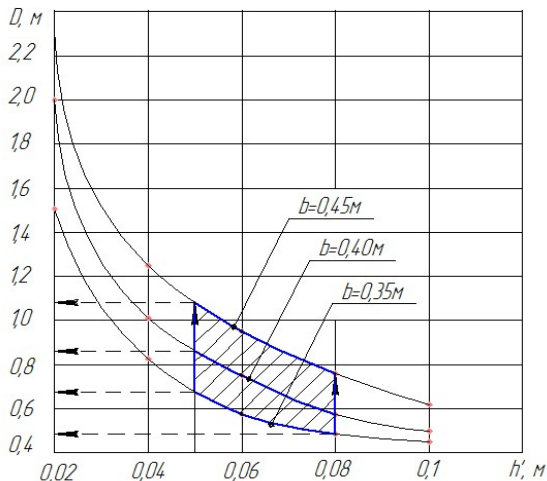


Рис. 2 – Графічна залежність діаметра D барабанного конічно-спірального сепаратора від глибини h' залягання бульб від основи грядки при різних значеннях ширини b лемеша

Аналіз отриманих графіків показує, що із збільшенням глибини h' залягання бульб діаметр D барабанного конічно-спірального сепаратора зменшується. Так, із збільшенням глибини h' з 0,05 м до 0,08, що згідно наших експериментальних досліджень відповідає загальним умовам формування врожаю на момент збирання, діаметр сепаратора із застосуванням лемеша шириною 0,45 м зменшується з 1,15 м до 0,71 м, а для лемешів із шириною 0,4 м і 0,35 м він зменшується відповідно з 0,84 м до 0,58 м і з 0,66 м до 0,46 м. Але

враховуючи те, що конструктивно виготовити сепаратор, у якого змінювався б діаметр в зазначених межах неможливо, то необхідно прийняти найбільш раціональні значення діаметра. З наведених графіків видно, що при заляганні бульб на глибині $h' = 0,05 \dots 0,08$ м і оптимальній ширині лемеша $b = 0,4$ м найбільш доцільно встановити сепаратор з $D = 0,6$ м.

Висновки. Таким чином, на основі отриманих результатів досліджень, можна зробити наступні висновки:

1. Раціональним значенням діаметра конічного-спіралного сепаратора є $D = 0,6$ м.

2. Раціональний режим копання картоплі досягається при дотриманні глибини ходу лемеша від основи грядки в межах $0,05 \dots 0,08$ м.

3. З метою спрощення виготовлення конструкції картоплекопача призначеного для викопування бульб, що залягають від основи грядки на глибині $h' = 0,02 \dots 0,04$ м, замість сферичного лемеша можна застосовувати плоский, а діаметр сепаратора приймати таким, як для сепараторів, що працюють з сферичними лемешами на глибині $h' = 0,05 \dots 0,08$ м.

Література

1. Верещагин Н.И., Пшеченков К.С. Рабочие органы машин для возделывания, уборки и сортировки картофеля. - М.: Машиностроение, 1965. - 266 с.
2. Верменко Я.И. Исследования сепарации почвы ротационными рабочими органами картофелеуборочных машин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - Минск: Ураджай, 1965. - Вып. 1. - С. 78 - 86.
3. Мацепуро М.Е. Технологические основы механизации уборки картофеля. - Минск: Гос. Изд-во, 1969. - 301 с.
4. Герасимов А.А., Прохорова М.Ф. Особенности развития технологии уборки картофеля и конструкции картофелеуборочных машин // Труды ВИМ. - М., 1978. - Т. 80. - С. 41 - 52.
5. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1984. - 320с.
6. Картопля / В.А. Вітенко, В.С. Куценко, М.Ю. Власенко та інш.; За редакцією В.А. Вітенка, В.С. Куценка. - К.: Урожай, 1990. - 256 с.

Рецензент д.т.н., проф. В.І.Шваб'юк