

ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ ПОДРІБНЕННЯ ҐРУНТУ ЛОПАТЯМИ РОТОРА

Муляр О. Д., к.с.-г.н., Пилип Г. О., магістрант

Постановка проблеми. Однією із найважливіших продовольчих культур у сільськогос-подарському виробництві України є картопля. Проте рівень механізації виробництва цієї культури на даний час ще не відповідає агротехнічним вимогам.

Найбільш завантаженим процесом у загальному комплексі виробництва картоплі є збирання, на яке відводиться 40...60% всіх затрат праці. Технічні складності для механізації збирання в значній мірі пояснюються особливостями самої культури.

Збирання картоплі із використанням сучасної картоплезбиральної техніки на даний час залишається однією з найбільш ресурсозатратних технологічних операцій у сільськогосподарському виробництві. Вітчизняні машини при номінальних умовах експлуатації за показниками роботи не поступаються зарубіжним, але в екстремальних – допускають високий ступінь пошкоджень бульб та низьку сепаруючу здатність.

Основна увага при розробці картоплезбиральних машин приділяється створенню високопродуктивних сепаруючих пристроїв, застосування яких дозволить підвищити якість збирання урожаю, а також зменшити додаткові енергетичні витрати.

Перспективним у цьому напрямку є пошук та конструювання активних робочих органів для руйнування грудок картопляної ґрядки на початку виконання технологічного

процесу, тобто одночасно із підкопуванням суміжних грядок для подальшого механізованого підбору і додаткового струшування на прутковому елеваторі.

У зв'язку з цим розробка і дослідження ротаційних робочих органів для руйнування грудок в картоплезбиральних машинах на початку виконання технологічного процесу є актуальним народногосподарським питанням.

Аналіз результатів останніх досліджень. Дослідженнями Г.Д.Петрова М.Е.Мацепуро та інших багатьох авторів та в результаті проведеного аналізу літературних джерел та патентної інформації встановлено ряд питань, які потребують вивчення геометричних параметрів профілю картопляної грядки та розміщення бульбоносного гнізда стосуються тільки вибраного сорту картоплі та конкретних ґрунтово-кліматичних умов.

Мета досліджень. Мета роботи полягає у визначення ступеня подрібнення ґрунту лопатями ротора грудкоподрібнювальних робочих органів картоплезбирального комбайна для підвищення його сепаруючої здатності.

Виклад основного матеріалу. У відповідності до існуючих стандартів на випробування ротаційних робочих органів картоплезбиральних машин на даний час відсутній об'єктивний критерій, за яким можна встановити залежність між витратами енергії на руйнування ґрунту та ступенем його подрібнення. Необхідність пошуку подібного показника обумовлена тим, що промисловість виготовляє багато машин із ротаційними робочими органами, які за один прохід агрегату забезпечують кінцевий технологічний ефект. Причому, деколи ефективність роботи значно вища, ніж від декількох послідовно традиційних технологічних операцій.

Багатьма дослідженнями встановлено, що ступінь подрібнення ґрунту ротаційними органами машин при різних умовах роботи найбільше залежить від пройденого шляху робочим органом Δl , що значно впливає на витрати енергії.

Для розрахунку ступеня подрібнення ґрунту лопатями вертикального ротора використаємо відомі аналітичні залежності із проведенням підстановки додаткових параметрів при руйнуванні бульбоносного пласта картопляної грядки.

Враховуючи конструктивні параметри лопатей вертикального ротора, які обертаються назустріч, а також одноразове застосування основних способів подрібнення ґрунту (різання, сепарація, роздавлювання, зсув, удар), розрахунки будемо проводити із використанням теорії клину, який здійснює обертання в горизонтальній площині (див.рис. 1.1, 1.2).

Ступінь подрібнення ґрунту однією лопатею вертикального ротора визначається за формулою:

$$i_{\delta} = \frac{1}{i_0} \left(\frac{2k_1 E_v}{\sigma^2} + 1 \right), \quad (1),$$

де i_0 – початкова ступінь подрібнення ґрунту, ($i_0 = 4,5 \dots 10$); k_1 – питомий опір для руйнування зразка ґрунту робочою поверхнею лопаті ротора, кН/м^2 ; E_v – модуль пружності ґрунту для суцільного середовища, ($E_v = 20 \cdot 10^3 \dots 50 \cdot 10^3 \text{ кН/м}^2$ – для середніх суглинків); σ – внутрішнє напруження, яке виникає при руйнуванні зразка ґрунту, ($\sigma = 3 \cdot 10^3 \dots 5 \cdot 10^3 \text{ кН/м}^2$ – для середніх суглинків).

Питомий опір для руйнування зразка ґрунту робочими поверхнями лопатей ротора визначаємо за формулою

$$K_1 = \frac{P_d}{\Delta l h_{нк}}, \quad (2),$$

де P_d – тяговий опір деформації ґрунту робочою поверхнею лопаті у поперечно-вертикальному напрямку, кН .

Тяговий опір деформації ґрунту визначаємо окремо для лопатей нижнього та верхнього бітерів за формулами:

Для нижнього бітера:

$$P_{лн} = h_{нк}^2 (0,5 C_{y0} [tg(\alpha_p + \varphi_z) + ctg \alpha_p] \times \left[\frac{0,66 ctg \varphi_2}{\cos(\alpha_p + \varphi_2)} \right] + 4,9 \delta_p tg^2(45^\circ - 0,5 \varphi_2) \sin \varphi_2 \gamma) tg \varphi_1, \quad (3),$$

де C_{y0} – питоме зчеплення частинок ґрунту, ($C_{y0}=7,0$ кН/м² для середніх суглинків); α_p – кут різання, $\alpha_p = 45^\circ$; φ_2 – кут внутрішнього тертя ґрунту, $\varphi_2 = 30^\circ$; δ_p – ширина бокової робочої поверхні лопаті

$$\delta_p = \frac{\pi R_{лн} \alpha_1}{180}, \quad (4),$$

де $R_{лн}$ – радіус кінцевої точки на поверхні лопаті нижнього бітера, м; α_1 – кут розвороту лопаті нижнього бітера, $\alpha_1 = 150^\circ$; γ – об’ємна маса ґрунту, ($\gamma = 1,2 \dots 1,6$ т/м³ – для картопляної грядки); φ_1 – кут зовнішнього тертя ґрунту, град.

$$\varphi_1 = 0,75 \varphi_2 \quad (5)$$

Для верхнього бітера:

$$P_{лв} = \frac{102 l_{лв} h_{нк} V_o^2}{2 g} K_{відк} \gamma, \quad (6),$$

де $l_{лв}$ – довжина робочої поверхні лопаті, м

$$l_{лв} = \frac{\pi R_{лв} \alpha_2}{180}, \quad (7),$$

де α_2 – кут розвороту лопаті верхнього бітера, град; $R_{лв}$ – радіус кінцевої точки на поверхні лопаті верхнього бітера, м.

Після проведених розрахунків отримали графічні залежності ступеня подрібнення ґрунту від конструктивних та кінематичних параметрів вертикального ротора, які представлені на рис. 1.1, 1.2.

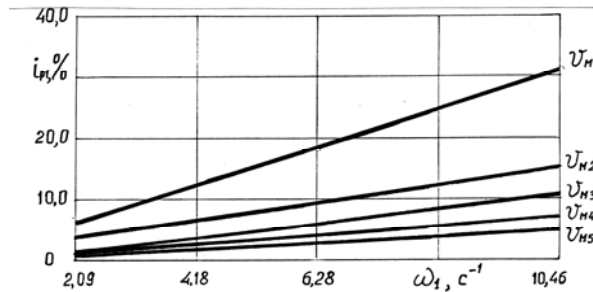


Рисунок 1.1. Залежності ступеня подрібнення ґрунту лопатею нижнього бітера i_{pn} від кутової швидкості ω_1 при різних поступальних швидкостях машин V_m

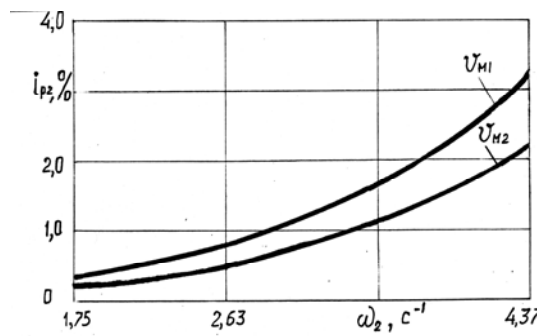


Рисунок 1.2. Залежності ступеня подрібнення ґрунту лопатею верхнього бітера i_{pv} від кутової швидкості ω_2 при різних поступальних швидкостях машин V_m

Із рис. 1.1, 1.2 можна зробити висновок, що із збільшенням кутової швидкості лопатей нижнього та верхнього бітерів ступінь подрібнення ґрунту зростає і досягає 30,48 % при $\omega_1 = 10,46 \text{ с}^{-1}$, $V_m = 0,5 \text{ м/с}$.

Висновки:

Для покращення сепарації ґрунту на прутковому елеваторі картоплезбирального комбайна запропонована нова конструкція ротаційного робочого органу із вертикальною віссю обертання, розміщеного у міжрядді двох сусідніх картопляних грядок, який працює у сполученні із двома звужувальними решітками.

Теоретично обґрунтовані геометричні параметри вертикального ротора: $d_p = 0,65...1,0 \text{ м}$, $h_{заг} = 0,27 \text{ м}$.

Розраховано ступінь подрібнення ґрунту i_p лопатями ротора в залежності від кінематичних параметрів машини, де при різних поступальних швидкостях $V_m = 0,5...2,5 \text{ м/с}$, який становив 3,86...30,48%.

Використані джерела інформації

1. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины. - М.: Машиностроение, 1984. – 400 с.
2. Ловкис З.В. Интенсивная технология возделывания картофеля в условиях БССР. – Мн.: Бел. НИИНТИ, 1991. – 84 с.
3. Василенко П.М. Основы аналитических методов землеробской механики. – К.: Вид-во НАУ, 1998. – 28 с.
4. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментальных исследований и обработки опытных данных. – М.: Колос, 1973. – 198 с.
5. Верещагин Н.И., Пшеченков К.С. Рабочие органы машин для возделывания, уборки и сортировки картофеля. – М.: Машиностроение, 1965. – 266 с.