

УДК 631.356.4

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ КОМБІНОВАНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИКОПУВАННЯ КАРТОПЛІ

О. Налобіна, д-р техн. наук, проф.,
*Національний університет водного господарства та
природокористування, м. Рівне*

У статті наведено окремі результати дослідження взаємодії роторного робочого органу комбінованого обладнання з робочим середовищем

Ключові слова: *комбіноване обладнання, ґрунт, картопля, роторний робочий орган.*

Актуальність проблеми. Картопля – одна з найважливіших сільськогосподарських культур різнобічного використання. Вона є одним з основних продуктів харчування, її широко використовують в якості корму для худоби та у промисловості. Цінність цієї культури визначається вмістом у бульбах крохмалю, білка, вітамінів, амінокислот та мінеральних солей.

Одним з шляхів підвищення ефективності картоплярської галузі, зменшення витрат і собівартості виробництва є комплексна механізація технологічного процесу збирання картоплі. Проте якість техніки, яка забезпечує виконання цього технологічного процесу, залишається низькою.

Технологічний процес збирання картоплі містить наступні технологічні операції: викопування бульб, видалення бадилля, сепарація ґрунту, відділення бульб від бадилля, завантаження картоплі.

Розповсюдженими є наступні способи збирання картоплі:

1. Збирання картоплезбиральним комбайном.
2. Збирання картоплекопачами з викладанням бульб на полі та наступним їх збиранням вручну.
3. Збирання картоплекопачами, оснащеними причіпними столами для накопичення бульб.

За умови використання будь-якого з цих способів залишаються невіршеними такі проблеми: пошкодження бульб картоплі; недостатня сепарація ґрунту.

Науково-практичне вирішення окреслених проблем потребує розробки ефективних технологій збирання, яка базується на удосконаленні технологічних процесів та конструкцій робочих органів картоплезбиральних машин.

Аналіз відомих досліджень. Дослідження, спрямовані на обґрунтування параметрів робочих органів картоплезбиральних машин, висвітлені в роботах

В.П. Горячкина [1], Г.Д. Петрова [2], М.Є. Мацепури [3], Н.І. Верещагіна [4] та багатьох інших.

Питання руйнування ґрунту робочими органами збиральних машин відображені у роботах Я.С. Гукова [5], А.С. Кушнарєва [6], М.Є. Мацепуро [7], М.І Кльоніна [8] та інших.

Аналіз результатів досліджень виявив значні розходження думок щодо перспективності використання того чи іншого способів збирання картоплі та оптимального виконання та поєднання робочих органів.

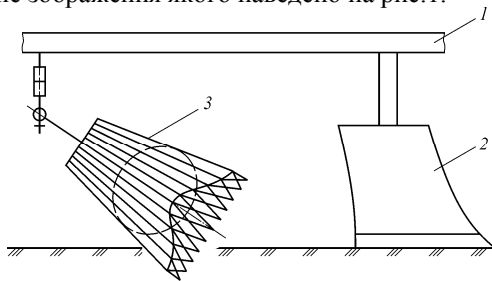
Мета роботи. Аналіз роботи комбінованого робочого органу для здійснення технологічного процесу копання картоплі.

Виклад основного матеріалу. Витрати праці на збирання складають 50-60% загальних витрат праці на вирощування картоплі. Крім того, механізовані збиральні роботи мають низку суттєвих недоліків:

- 1) неповне відділення бульб від ґрунту;
- 2) травмування бульб;
- 3) розвалювання ґрунту з частиною бульб по боках, особливо на нез'язаних ґрунтах і за умови використання плоского прямого лемеша у якості робочого органу;
- 4) згрупування ґрунту.

Крім того, слід зазначити, що вирощування картоплі в Україні зосереджено, в основному, на малих площах фермерських господарств, у яких застосування високопродуктивних, енергоємних, великогабаритних картоплезбиральних комбайнів неефективне та веде до значного збільшення собівартості продукції.

З метою усунення вищезазначених недоліків нами було розроблено комбіноване устаткування для виконання технологічного процесу копання картоплі, схематичне зображення якого наведено на рис. 1.

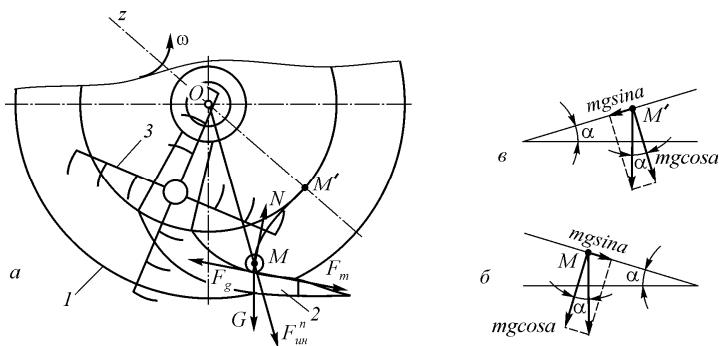


1 – рама, 2 – плуг, 3 – пружинні прутки роторного робочого органу

Рисунок 1 – Схема комбінованого обладнання

Комбіноване обладнання призначене для виконання декількох технологічних операцій за допомогою послідовно встановлених робочих органів: плуга та ротора. Плуг підрізує шар ґрунту, направляючи його до

ротора гнучка пружина якого, встановлена у його нижній частині по контуру, розпушує шар ґрунту, унеможливаючи тим самим згрупування ґрунтової маси. Бульби картоплі, які разом із частками ґрунту потрапляють у зону дії ротора, підхоплюються його пальцями і викидаються. При цьому бульби вдаряються о прутки і звільняються від решток ґрунту. У верхній частині пальців ротора шарнірно закріплено хрестоподібні граблі, призначені для забезпечення додаткового впливу на налипли маси ґрунту з метою їхнього видалення (рис. 2).



1 – диск, 2 – палець, 3 – граблі хрестоподібні
Рисунок 2 – Схема взаємодії бульб картоплі з налиплим ґрунтом та пальця ротора комбінованого обладнання

Бульба з налиплим ґрунтом (на рис.2 подано як матеріальну точку М з метою спрощення аналізу) обертається разом із пальцем відносно осі OZ ротора та поступово зміщується в бік його основи під час піднімання пальців, проходячи шлях $M M'$.

Диференціальне рівняння відносного руху т. М запишеться:

$$m\bar{a}_r = \sum \bar{F}_i + \bar{F}_{цп} + \bar{F}_{цт} + \bar{F}_{цк}, \quad (1)$$

де m – маса ґрунту з картоплею;

\bar{a}_r – вектор відносного прискорення;

$\sum \bar{F}_i$ –геометрична сума прикладених сил;

$\bar{F}_{цп}$ – вектор відцентрової сили;

$\bar{F}_{цт}$ – вектор дотичної сили інерції;

$\bar{F}_{цк}$ – вектор коріолісової сили інерції.

На т. М також діють:

- сила ваги $G = mg$;
- нормальна сила реакції N ;
- сила тертя F_m з боку пальця;
- сила F_g , яка прагне зсунути бульбу до основи пальця;
- $F_{ин}^n$ – нормальна сила інерції.

Визначимо умову, виконання якої забезпечує початок руху бульби із налиплим ґрунтом вздовж поверхні пальця. З цією метою розглянемо рис. 3, де зазначено сили:

1) які сприяють відносному руху: $F_{инл}$ – складова переносної сили інерції, яка діє у площині пальця; $mg \sin \alpha$ – складова сили ваги (рис. 2);

2) які перешкоджають руху: F_m – сила тертя.

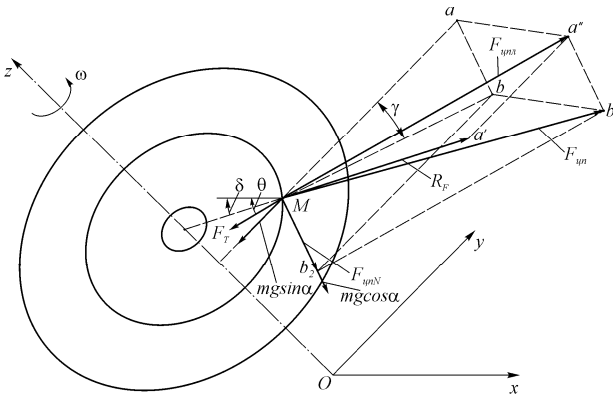


Рисунок 3 – Схема сил

Рівнодіюча рушійних сил визначиться $\bar{R}_F = \bar{F}_{инл} + mg \sin \alpha$. З урахуванням цього умова виникнення руху вздовж пальця запишеться:

$$R_F \geq F_m . \quad (2)$$

Визначимо F_m та R_F . Розглянемо трикутник $Ma'a''$, з якого визначимо R_F :

$$R_F = \sqrt{F_{\text{упн}}^2 + (mg \sin \alpha)^2 - 2F_{\text{упн}} \cdot mg \sin \alpha \cos \gamma}, \quad (3)$$

де γ - кут відхилення складової $F_{\text{упн}}$ від лінії Ma' .

Сила тертя визначиться:

$$F_m = f(mg \sin \alpha + F_{\text{упн}}). \quad (4)$$

На рис. 3 подано частину паралелепіпеда сил, грані $Mabb_2$ і $Ma''b_1b_2$ відхилені на кут γ . Лінія Ma' складає кут α з горизонтом, а лінія Mb_1 відхилена на кут $90^\circ - \delta$ від площини $Mabb_2$. Позначимо $Ma = l$, тоді

$$Mb = \frac{l}{\cos \alpha}, \quad ab = l \operatorname{tg} \alpha, \quad Mb_1 = \frac{Mb}{\cos(90^\circ - \delta)} = \frac{l}{\cos \alpha \sin \delta},$$

$$bb_1 = (Mb) \cdot \operatorname{tg}(90^\circ - \delta) = \frac{l}{\cos \alpha} \operatorname{ctg} \delta = aa''.$$

Кут γ визначиться:

$$\gamma = \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{ctg} \delta}{\cos \alpha}. \quad (5)$$

Кут також можна визначити як різницю кута між лініями дії сил тертя і складової $mg \sin \alpha$ і кута $a''Ma'$ (рис.3). У свою чергу кут $a''Ma'$ визначимо:

$$\sin(a''Ma') = \frac{mg \sin \alpha \sin \gamma}{R_F}. \quad (6)$$

Кут між лінією дії F_m і горизонталлю визначиться:

$$\theta = 90^\circ - \gamma - \operatorname{arcsin} \frac{mg \sin \alpha \sin \gamma}{R_F}. \quad (7)$$

Визначення кутів γ і θ є необхідним для проведення подальших досліджень і визначення кінематичних характеристик ротора.

Висновки. Запропоноване комбіноване обладнання є доцільним для використання на малих сільськогосподарських ділянках. Поєднання декількох робочих органів дозволяє виконувати декілька технологічних процесів, а саме: основний обробіток ґрунту; викопування бульб картоплі.

Використання роторного робочого органу дозволяє покращити процес відділення ґрунту від бульб та значно зменшити їхнє травмування.

Література

1. Горячкин В.П. Земледельческая механика – М.: Колос, 1919.
2. Петров Г. Д. Картофелеуборочные машины. М.: Машиностроение, 1984 г., - 214 с.
3. Мацепуро М.Е. Технологические основы механизации уборки картофеля. - Минск, 1979 г., - 79 с.
4. Верещагин Н.И., Пшеченков К.А. Рабочие органы для возделывания, уборки и сортировки картофеля. - М. : Машиностроение, 1965, - 76 с.969. Т.7.-С.37-40.
5. Гуков Я.С. Обробіток ґрунту: технологія і техніка // Механіко-технологічне обґрунтування енергозберігаючих засобів для механізації обробітку ґрунту в умовах України. – К.: Нора-прінт, 1999. – 280 с.
6. Кушнарєв А.С. Механіка почв: задачі і стан / А.С. Кушнарєв // Механізація і електрифікація сільського господарства.- 1987. №3. - С.9-13.
7. Мацепуро В.М. Моделирование сельскохозяйственных сред и материалов вязкопластичным телом./ В.М. Мацепуро//Труды НИИМЭСХ.-, 1933.
8. Кленин Н.И. Исследование процесса смятия почвы твердыми телами/ Н.И. Кленин// Автореф. дис.... канд.техн.наук.- М., 1960.- 280 с.

Анотація

В статтє приведєны некоторыє результаты иссєдованія взаємодїєвія роторного рабочєго органя комбїнїрованного оборудованія с рабочєй средой.

Summary

The article presents some research results of the interaction of the rotor working body of combined equipment with the working environment.