

причіпна коренезбиральна машина складається із наступних базових вузлів: копіюючих коліс 1, однодискових сферичних копачів 2 з коренепрямниками, очисника вороху 3, повздовжнього транспортера 4, транспортерно-гвинтового доочисника 5, очисної гіркі 6, вивантажувального транспортера 7, опорних коліс 8.

Технологічний процес роботи модернізованої коренезбиральної машини протікає наступним чином. Коренеплоди викопуються сферичними дисковими копачами 2, при цьому викопаний ворох надходить на лопатеві очисні вали очисника 3, де відбувається попереднє очищення коренеплодів від домішок. Далі домішки та коренеплоди поступають на повздовжній транспортер 4, яким вони подаються на очисну гірку 6. На гірці відбувається активне перескокування і ковзання коренеплодів робочою поверхнею полотна гірки, що спричиняє захоплення пальцями домішок ґрунту з рослинними рештками і винесення їх за межі машини. Недоочищені коренеплоди, земляні грудки і рослинні домішки скочуються з полотна гірки і попадають на горизонтальний транспортер транспортерно-гвинтового очисника 5, де відбувається інтенсифікація процесу розділення складових компонентів вороху та відокремлення домішок від коренеплодів. Очищенні від землі та рослинних домішок коренеплоди поступають на вивантажувальний транспортер 7, яким завантажуються у транспортний засіб, що рухається поряд із збиральною машиною.

Висновки

У основу всіх вищенаведених конструктивних рішень очисників коренеплодів покладено принцип удару й зішкребання прилиплих залишків землі до поверхні коренів. Однак обмежений час перебування коренеплодів на робочих поверхнях очисників і підвищене їх травмування дозволяють використовувати такі сепаратори лише на початкових стадіях очищення. Такі системи очищення потребують застосування пристроїв із додатковою сепарацією, а отже, збільшення матеріало- і енергомісткості [4].

Розглянуті типи і конструкції очисників вороху коренеплодів переважно розташовуються за викопуючими робочими органами і належать до так званих "агресивних" сепараторів, в той час як доочисні робочі органи знаходяться в середині або в кінці технологічного русла машини, їх дія на коренеплоди характеризується значно меншим ступенем агресивності, що зумовлює їх широкє впровадження в конструктивно-технологічні схеми бурякозбиральних машин для забезпечення показників якості очищення вороху, які регламентовані вихідними вимогами до коренезбиральних машин.

Література

1. Свеклоуборочные машины: (Конструирование и расчет) / Л.В. Погорельый, Н.В. Татьяна, В.В. Брей и др.; Под общ. ред. Л.В. Погорелого. – К.: Техніка, 1983. – 168 с.
2. Василенко А.А. Бурякозбиральні машини ОНТИ. Держ. наук.-техн. видавництво України. – Київ-Харків, 1937. – 340 с.
3. Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз / Л.В.Погорельый, М.В. Татьяна. – К.: Феникс, 2004. – 232 с.
4. Барановський В.М., Паньків М.Р. Конструктивно-технологічні принципи адаптованого застосування коренезбиральних машин // 36. наук. праць 1-ої міжн. наук.-практ. конф. "Динаміка, міцність і надійність сільськогосподарських машин". - ТДТУ, 2004. – С. 192-198.

Одержано 01.12.2006 р.

3. Орешко А.Г.//Вопросы атомной науки и техники. Серия „Плазменная электроника и новые методы ускорения”(3) -2003.- № 4, -С.265-269.
4. Разумовский С.Д., Занков Г.Е. Озон и его реакции с органическими соединениями.-М.:Наука,1974.- 322 с.
5. Столяренко Г.С. Теоретичні основи гетерофазних озонних процесів і технологія денітрифікації газових потоків: Автореф. дис. д-ра.техн.наук:05.17.01 НТУУ(КПІ).-К., 2000.-32 с.

Одержано 29.05.2006 р.

УДК.621.791

В. Бобрицький

Кіровоградський національний технічний університет

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ РІЗАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА ЕНЕРГЕТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУНТООБРОБНИХ МАШИН

Теоретично обґрунтовано характер взаємодії різальних елементів з абразивним середовищем. Показано вплив результуючої сили на енергетичні характеристики робочих органів ґрунтообробних машин. Експериментально встановлено вплив товщини різальної кромки на тяговий опір ґрунтообробних агрегатів.

V. Bobritskiy

INFLUENCE OF PARAMETERS OF CUTTING EDGE ON HAULING RESISTANCE OF AGRICULTURAL AGGREGATES

In theory grounded character of co-operation of cutting elements with an abrasive environment. Influence of resulting force is rotined on power descriptions of working organs of agricultural machines. Influence of thickness of cutting edge is experimentally set on hauling resistance of agricultural aggregates.

Умовні позначення

- T – рушійна сила;
 N – нормальна сила;
 α – кут нахилу робочої грані клину до горизонту (кут кришення);
 $F_{тр\ max}$ – сила тертя;
 ϕ – кут тертя;
 R – результуюча сила;
 L – шлях тертя;
 m – маса частинки ґрунту;
 ρ_a – щільність частинки ґрунту;
 d_a – діаметр частинки ґрунту;
 v – швидкість руху ґрунтообробного агрегату.

Технологічні операції обробітку ґрунту в сільськогосподарському виробництві виконують робочі органи, розміщені на рамах ґрунтообробних машин. Здебільшого вони мають різальні елементи (РЕ).

В основу кожного РЕ покладено клин [1], тому обробку ним ґрунту можна уявити як процес його взаємодії з абразивним технологічним середовищем. Закономірності цього процесу остаточно не встановлені, але відомо, що зношування РЕ суттєво залежить від гранулометричного складу та стану ґрунту, його положення

відносно оброблюваної поверхні, геометричної форми та параметрів, триботехнічних характеристик матеріалу.

Операції обробітку ґрунту вважаються найбільш енергосміними [2], а тому розробка заходів зі зменшення енерговитрат є актуальною і становить важливий резерв зниження собівартості сільськогосподарської продукції.

Метою даної роботи є теоретичне обґрунтування взаємодії РЕ з абразивним середовищем та визначення впливу параметрів РЕ на енергетичні характеристики процесу обробітку ґрунту.

В роботі вирішуються наступні задачі:

- проаналізувати силову картину взаємодії РЕ з ґрунтом;
- експериментально визначити вплив геометричних параметрів РЕ на тяговий опір ґрунтообробних агрегатів.

Аналіз силової картини взаємодії РЕ з ґрунтом. У загальному випадку клин виконує дві функції: руйнування шару ґрунту та переміщення його поверхнею. При руйнуванні, з точки зору силових навантажень, використовується принципова особливість клину: прикладаючи порівняно невелику рушійну силу $\vec{T}$, можна одержати велику нормальну силу $\vec{N}$ тиску клину на шар ґрунту, яка приводить до його зминання та сколювання (рис.1).

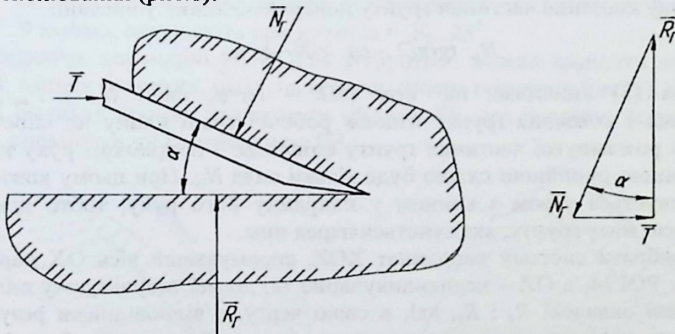


Рисунок1 – Силова картина взаємодії ґрунту з клином: $\vec{R}_r, \vec{N}, \vec{T}$ – відповідно сили реакції ґрунту, нормального тиску та рушійна.

Із трикутника зображених сил можна визначити, що $N = T/\sin\alpha$, де α – кут нахилу робочої грані клину до горизонту (кут кришення). Цей кут суттєво впливає на характер взаємодії РЕ з технологічним середовищем і режим роботи. В залежності від величини кута α можливі два режими роботи клину: ґрунт ковзає вздовж робочої поверхні (леміш, плоскорізальна лапа культиватора та інші); ґрунт переміщується разом з робочою поверхнею, яка суне його перед собою (полиця бульдозера, ніж грейдера, розпушувальна лапа культиватора та інші).

Розглянемо сили, що діють на частку ґрунту при русі РЕ (рис. 2).

Нехай частка ґрунту масою m ; взаємодіє з поверхнею РЕ. На неї з боку робочої грані РЕ діють нормальна сила $\vec{N}_n$ та сила тертя $\vec{F}_{тр\ max}$. Результуюча цих сил $\vec{R}_n$ відхилена від нормалі на кут φ (кут тертя). Розкладемо силу $\vec{N}_n$ на дві складові у напрямку руху клину $\vec{N}_n$ та вздовж робочої грані $\vec{N}_n$. Розглядаючи співвідношення сил, можна визначити, що рух частинки вздовж робочої грані клину є можливим, якщо складова $\vec{N}_n$ стане більшою від максимальної сили тертя ґрунту $\vec{F}_{тр\ max}$ об поверхню клину, тобто умовою ковзання є:

$$N_n > F_{тр\ max} . \quad (1)$$

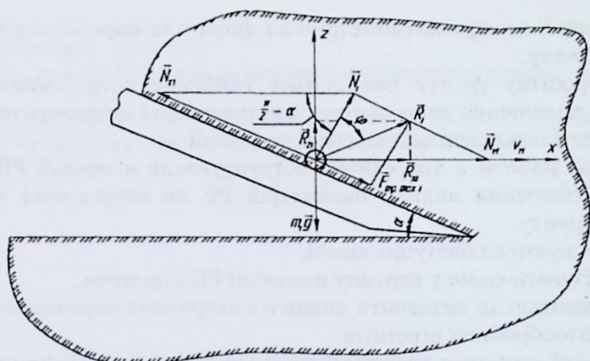


Рисунок 2 – Силове навантаження на частинку ґрунту при русі РЕ.

Враховуючи кути α і φ , визначивши з рис.2 складові, зазначені в умові (1)

$$N_n = N_i \cdot \lg(\pi/2 - \alpha); \quad F_{\text{fr max}} = N_i \cdot \lg \varphi \quad (2)$$

отримаємо умову ковзання частинки ґрунту поверхнею клину у вигляді:

$$N_i \cdot \lg(\pi/2 - \alpha) > N_i \cdot \lg \varphi. \quad (3)$$

З умови (3) випливає, що при $(\pi/2 - \alpha) = \varphi$, сили N_n і $F_{\text{fr max}}$ взаємно зрівноважуються і ковзання ґрунту вздовж робочої грані клину не спостерігається, напрямок руху розглянутої частинки ґрунту співпадає з напрямком руху клину v_n . За таких умов єдиною рушійною силою буде тільки сила N_{vi} . При цьому кожна частинка ґрунту переміщується разом з клином у напрямку його руху, тобто клин штовхає поперед себе всю масу ґрунту, яка сунеться перед ним.

Якщо вибрати систему координат XOZ, спрямувавши вісь OX паралельно до напрямку руху РОГМ, а OZ – перпендикулярно їй, до неї результуючу силу R можна розкласти на дві складові R_x і R_z , які, в свою чергу, є відповідними результуючими силами, які діють на частинки ґрунту, що прилягають до його верхньої поверхні:

$$R_x = \sum_{i=1}^n R_{xi}; \quad R_z = \sum_{i=1}^n R_{zi}. \quad (4)$$

Складові сил взаємодії частинок середовища і робочої поверхні РЕ можна визначити, виходячи з рис. 2:

$$R_{zi} = N_i (1 + \lg^2 \varphi)^{1/2} \cos(\alpha + \varphi); \quad (5)$$

$$R_{xi} = N_i (1 + \lg^2 \varphi)^{1/2} \sin(\alpha + \varphi). \quad (6)$$

Рівняння динаміки руху точки середовища масою m_i вздовж робочої поверхні РЕ матиме вигляд:

$$m_i \frac{dv_i}{dt} = N_i \left(\lg \left(\frac{\pi}{2} - \alpha \right) - \lg \varphi \right). \quad (7)$$

Провівши деякі перетворення і врахувавши шлях тертя L , маємо вираз для нормальної складової N :

$$N_i = \frac{\rho_a \cdot \pi \cdot d_a^3 \cdot v^2}{6 \cdot \left(\lg \left(\frac{\pi}{2} - \alpha \right) - \lg \varphi \right) \cdot L}. \quad (8)$$

Підставивши вираз (8) відповідно у вирази (5) і (6), маємо:

$$R_{zi} = \frac{\rho_a \cdot \pi \cdot d_a^3 \cdot v^2}{6 \cdot \left(\lg \left(\frac{\pi}{2} - \alpha \right) - \lg \varphi \right) \cdot L} (1 + \lg^2 \varphi)^{1/2} \cos(\alpha + \varphi); \quad (9)$$

$$R_{xi} = \frac{\rho_a \cdot \pi \cdot d_a^3 \cdot v^2}{6 \cdot \left(\lg \left(\frac{\pi}{2} - \alpha \right) - \lg \varphi \right) \cdot L} (1 + \lg^2 \varphi)^{1/2} \sin(\alpha + \varphi). \quad (10)$$

Зазначимо, що складова R_x характеризує енерговитрати на технологічний процес обробітку ґрунту (сила опору), а R_z – на заглиблювання РЕ у ґрунт.

Аналіз рівнянь (9) і (10) показує, що для даних умов тертя і зношування, коли рух РЕ відбувається з постійною швидкістю в одному середовищі, вирази перед $\cos(\alpha + \varphi)$ і $\sin(\alpha + \varphi)$ практично не змінюються, тобто:

$$\frac{\rho_a \cdot \pi \cdot d_a^3 \cdot v^2}{6 \cdot \left(\lg \left(\frac{\pi}{2} - \alpha \right) - \lg \varphi \right) \cdot L} (1 + \lg^2 \varphi)^{1/2} = \text{const} = K. \quad (11)$$

За даними досліджень, проведеними багатьма авторами [3], встановлено, що мінімальний тяговий опір плоских клинів, що працюють на глибині не більше 12 см та швидкості 6...9 км/год, одержують при кутах $\alpha = 20...25^\circ$.

Розглядаючи взаємодію РЕ РОГМ з ґрунтом, можна виділити три характерні його області: верхня поверхня, різальна кромка, нижня поверхня (рис.3). Зазначимо, що прийнято за різальну кромку вважати ту область РЕ, що розділяє шари абразивного середовища, спрямовуючи їх поверхню РЕ.

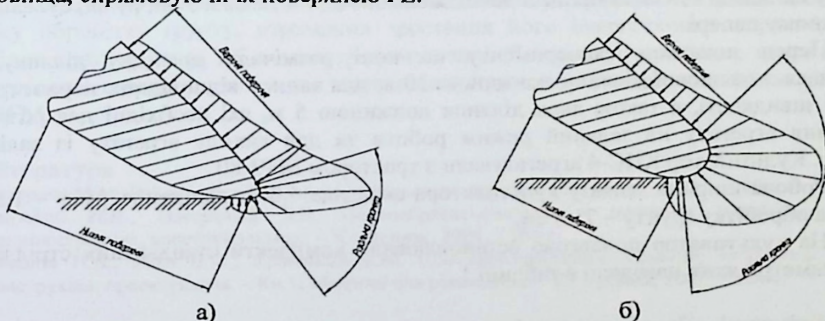


Рисунок 3 - Характерні області взаємодії РЕ з абразивним середовищем і епюри тиску ґрунту: а – загострений РЕ; б – затуплений РЕ.

В процесі тертя і зношування відбувається зміна геометрії профілю різальної кромки. Так, для загостреного РЕ характерний малий радіус її кривизни (рис. 3, а), а для затупленого РЕ – радіус кривизни суттєво більший (рис. 3,б). При цьому змінюється характер взаємодії абразивних частинок в цих областях, про що свідчать епюри тиску ґрунту. З рис.3 видно, що у випадку загостреного РЕ епюра тиску має меншу площу порівняно з епюрою затупленого РЕ.

Крім того, можна бачити, що для різних профілів різальної кромки результуюча сил взаємодії різна за величиною і має різний кут φ нахилу відносно напрямку руху РЕ (рис.4).

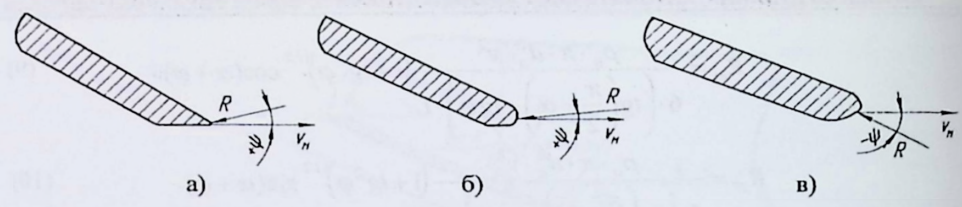


Рисунок 4 - Зміна положення результуючої сил від зміни профілю ріжучої кромки РЕ: а – РЕ загострений; б – РЕ затуплений; в – РЕ затуплений і має затилкову фаску.

Характерним є те, що в процесі затуплення різальної кромки кут ψ зменшується і навіть набуває від'ємних значень (рис. 4, в).

В зв'язку з тим, що РЕ РОГМ, як правило, встановлені під деяким кутом до поверхні ґрунту, то тільки незначна частина нижньої поверхні РЕ задіяна в технологічний процес обробітку ґрунту. Але саме ця область нижньої поверхні, яка переміщується по твердому дну борозни, переважно впливає на формування різальної кромки.

Експериментальні дослідження тягового опору РОГМ. Для виявлення впливу товщини ($2r$) різальної кромки РЕ РОГМ на енергетичні характеристики ґрунтообробних машин у роботі проведені дослідження тягового опору стрілочастих лап на культиваторі КПС-4.

Вимірювання тягового опору проводили шляхом динамометрування за допомогою тягового динамографу [5], який встановлювали між трактором і культиватором. Тарування приладу проводили на розривній машині. Середня похибка приладу складала 1,9 %. В процесі досліджень значення тягового опору фіксувалися на діаграмному папері.

Перед початком експерименту на полі розмічали дослідну ділянку, що складалася з залікової ділянки довжиною 30 м для запису відповідних параметрів на заданій швидкості, а також двох ділянок довжиною 5 м, які необхідні для розгону і виведення агрегату на заданий режим роботи та для виходу агрегату із залікової ділянки. Культиватор КПС-4 агрегували з трактором МТЗ-80.

Робоча ширина захвату культиватора складала 4,0 м, швидкість руху – 1,5 м/с, глибина обробітку ґрунту – 7...8 см.

На культиватор по чергово встановлювали комплекти стандартних стрілочастих лап параметри яких наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 - Параметри досліджуваних комплектів стрілочастих лап

№ комплекту	Товщина різальної кромки, $2r$, мм	Напрацювання, га
1	0,22...0,30	0
2	0,50...0,75	10
3	1,00...1,25	20
4	1,50...1,75	30

Результати дослідження тягового опору подано на рис. 6.

Можна бачити, що нові стрілочасті лапи мають підвищений тяговий опір. Це можна пояснити тим, що в процесі припрацювання на робочих поверхнях лап спостерігається налипання ґрунту. При збільшенні напрацювання тяговий опір зменшується і оптимальні його значення відповідають товщині різальної кромки в межах 0,75...1,10 мм. Подальше зростання напрацювання, а отже, і товщини різальної кромки приводять до підвищення тягового опору.



Рисунок 6 - Залежність тягового опору культиватора КПС-4 від товщини різальної кромки стрілочастих лоп і їх напрацювання.

Висновки. Теоретично обґрунтовано, що на процеси тертя і зношування РЕ переважний вплив здійснює діюча на нього результуюча сила, складові якої R_x визначає енерговитрати на технологічний процес обробки ґрунту, а R_z — на заглиблювання РЕ у ґрунт. Експериментально доведено, що для забезпечення нормальних умов протікання процесу обробки ґрунту, стримування зростання його енергетичних характеристик, необхідно підтримувати РЕ в загостреному стані. Як показує практика, цього можна досягти, якщо створити умови для виникнення і розвитку процесу самозагострювання РЕ РОГМ.

Література

1. Севернев М.М. Износ деталей сельскохозяйственных машин. — Л.: Колос, 1972. — 288 с.
2. Сысолин П.В., Погорелый Л.В. Почвообрабатывающие и посевные машины: история, машиностроение, конструирование. — К.: Феникс, 2005. — 264 с.
3. Сысолин П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. — Кн.1: Машини для рілляництва. — К.: Урожай, 2001. — 384 с.

Одержано 26.01.2007 р.