



DOI: 10.31388/2220-8674-2023-1-8

УДК 621.891:631.31

А. В. Захаров¹, ORCID: 0000-0001-9894-7355
І. М. Рибалко¹, д.т.н., доц. ORCID: 0000-0002-3663-019X
О. В. Тіхонов¹, к.т.н., доц. ORCID: 0000-0001-7209-8375
О. В. Сайчук², д.т.н., проф. ORCID: 0000-0001-5118-838X

¹Державний біотехнологічний університет²Харківський державний професійно-педагогічний фаховий коледж імені В.І. Вернадського

e-mail: zakharovandrey1997@gmail.com, тел.: 066-083-89-47

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОШУЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ ҐРУНТІВ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ДОВГОВІЧНІСТЬ РОБОЧИХ ОРґАНІВ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН

Анотація. В статті запропоновано аналіз матеріалу, що відображає проведені теоретичні дослідження зношування культиваторних стрілочастих лап в залежності від їх геометричних параметрів і сил, що діють на поверхню ґрунтообробного робочого органу. Абразивне зношування один з найпоширеніших видів зношування, на його долю припадає приблизно 60% всіх відмов деталей ґрунтообробних машин і знарядь. Дослідження закономірностей процесу абразивного зношування та пошук методів для запобігання його негативних наслідків є безумовно актуальною проблемою. В сільському господарстві найбільшому абразивному зношуванню піддаються робочі органи, які безпосередньо взаємодіють з середовищем ґрунту. Під час експлуатації робочих органів ґрунтообробних машин зношування їхньої поверхні відбувається в результаті взаємодії з мінералами, твердість яких вища за твердість металу. Великий вплив на механізм та інтенсивність абразивного зношування робочих органів ґрунтообробних машин та знарядь має форма абразивних частинок ґрунту. В основі абразивного зношування покладено процес мікрорізання поверхні деталей вершинами абразивних зерен. На інтенсивність процесу зношування великий вплив має гострота граней та їх кількість. Чим більше гострих граней мають частинки ґрунту, тим більший вплив зношування вони роблять на поверхню деталей культиватора. Зношувальна здатність абразивних частинок зростає зі збільшенням коефіцієнта форми. Прямої залежності між зменшенням зношувальної здатності ґрунтів і зменшенням коефіцієнта форми абразивних частинок не виявлено через складність будови й



самоорганізації ґрунтового середовища. В роботі наводиться схема дії сил та напрямки руху частинок ґрунту по лезу робочих органів ґрунтообробних машин.

Ключові слова: культиваторні лапи, фізико-механічні властивості ґрунтів, характер зносу, кут кришення, абразивне зношування.

Аналіз літературних даних та постановка проблеми.

Культиватори є найпоширенішими ґрунтообробними знаряддями для виконання перед посівної підготовки та розпушування ґрунту, а також для знищення бур'янів. До таких знарядь слід віднести культиватор марки КПС-4, що використовується з тракторами класу 30кН в зчипці з загальним агрегатом захопленням 8м [1, 2].

ДСТУ 23.2.164-87 «Лапи та стійки культиваторів» передбачає 21 типорозмір універсальних лап [3]. Для культиваторів КПС-4 використовують лапи типорозміру 3 з шириною захвату 270мм, товщиною металу $S=5$ мм, а також типорозміру 5 ($B = 330$ мм, $S = 6$ мм).

Даним стандартом передбачені для даних, або розмірів такі значення кутів лап: $\phi=26\ 40'$ - кут кришення носової частини; 2γ - кут розчину;

$\beta=28$ - кут кришення крил лапи, що забезпечує необхідне розпушування ґрунту без обороту пласта;

$R=230+4$ (мм) – радіус.

Дуже актуальним є дослідження впливу вказаних параметрів на динаміку зношування лап за різних методів їх відновлення з метою підвищення їх довговічності та ресурсу.

Формулювання мети статті. Істотним недоліком існуючих стрічастих лап з площинними деформаторами є неякісне розпушування ґрунту, оскільки їх бічні грані діють на пласт, що розпушується, одночасно. Інтенсифікація такого впливу за рахунок збільшення крутості постановки бічних площин збільшує деформаційний процес зсуву, проте негативно впливає на енергетику процесу. Крім того відбувається руйнування біоактивних структур ґрунту до пилоподібних, що легко піддаються ерозії.

У цьому представляє інтерес проведення досліджень динаміки зношування культиваторних лап з метою розробки технологічного процесу, що забезпечує з одного боку підвищення їх довговічності, а з іншого – забезпечення якості обробітку ґрунту.

Основна частина. Зношуюча здатність ґрунту з точки зору процесу руйнування – це здатність ґрунту зношувати ріжучі робочі елементи і поверхні лап, змінювати їх геометричні розміри в результаті ріжучої або ковзної дії частинок і включень, що складають ґрунт.

При зношуванні у ґрунті підтверджується справедливність основного закону абразивного зношування. Інтенсивність зношування



грунторізальних деталей визначається кількістю твердих абразивних частинок, а також ступенем їх фіксації в решті ґрунтової маси [4]. Інтенсивність зношування робочих органів знарядь залежить від механічного складу та вологості ґрунту, а також наявності в ньому кам'янистих включень [5].

Встановлено, що інтенсивність та величина абразивного зносу визначаються фізико-механічними властивостями ґрунтів. Чим більше у ґрунті міститься піщаних частинок розміром 1,00...0,25 мм, тим більший абразивний знос металу; при цьому велику роль відіграють найбільш тверді мінерали – кварц, мікротвердість якого вища за сталь 65Г з якої в переважній більшості виготовляють стрілчасті культиваторні лапи і досягає 800...1100 кг/мм. Важливу роль відіграє окатаність зерен кварцу. Чим кругліше зерна, тим менший абразивний знос, чим нерівніше – тим інтенсивніше знос металу.

Велике значення має ступінь фіксації (закріплення) піщаних зерен у масі суглинного, або глинистого ґрунту. При міцній фіксації (у сухому ґрунті), спостерігається найбільше зношування металу. При оптимальній вологості ґрунту, що забезпечує мінімальний питомий опір, знос також мінімальний у зв'язку зі слабкою фіксацією піщаних зерен у ґрунті. Збільшення густини та твердості ґрунту веде до збільшення абразивного зносу металу, оскільки фіксація частинок при цьому збільшується. У супіщаних та піщаних ґрунтах, де мало глинистих частинок, основну зв'язуючу та фіксуючу роль відіграє їхня вологість. Для цих ґрунтів є певний «порог» зволоження, при якому вони мають максимальне абразивне зношування. Зі зменшенням чи збільшенням вологості поза «порогу» абразивного зносу буде зменшуватися [6].

Дослідженнями встановлено, що глинисті і суглинні ґрунти мають найменшу здатність до зношування, при 14...18% абсолютної вологості. Зі зменшенням вологості від зазначеної межі їхня здатність до зношування буде збільшуватися до певного значення, після якого вона різко почне зменшуватися. Верхня межа вологості становить 0,4 % від значення верхньої межі пластичності. Супіщані ґрунти мають максимальне абразивне зношування при абсолютній вологості 14 %. Зі збільшенням, або зменшенням вологості від зазначеного значення абразивне зношування цих ґрунтів зменшується. При абсолютній вологості 9...10 % абразивний знос цих ґрунтів мінімальний.

Є найбільш загальний критерій абразивного зношування ґрунтів за вмістом у них «фізичного» піску (частки розміром більше 0,01 мм). Відповідно до критерію ґрунту поділяються на три групи.

У першу групу входять ґрунти з малою здатністю до зношування, що містять до 80 % «фізичного» піску; у другу – супіщані та піщані ґрунти із середнім абразивним зносом, що містять від 80 до 95 %



«фізичного» піску та незначну кількість кам'янистих включень; у третій включені ґрунти, що містять від 95 до 100 % «фізичного» піску з великою кількістю каменів і з великим абразивним зносом.

Максимальний абразивний знос культиваторних лап для першої групи ґрунтів коливається в межах від 2 до 30 г/га, другий – близько 100 г/га, третьої – до 260 г/га (грамів металу на 1 га ріллі з 1 лапи) [6].

Зносостійкість органів ґрунтообробних машин характеризують кількістю оброблених одним робочим органом гектарів або рідше за числом робочих змін (числом годин безперервної роботи) [7].

Як основні фактори, що визначають знос робочих органів ґрунтообробних машин, виділяються механічний склад, вологість, щільність і однорідність ґрунту, швидкість руху і форма робочих органів, а також властивості матеріалів, з яких вони виготовлені.

В даний час на ґрунтообробних культиваторах в більшості випадків використовують стрілчасті лапи.

Стрілчасті лапи зазвичай встановлюють по відношенню до дна борозни під кутом близько 90° по передній грані та по відношенню до осі руху культиватора. Установка лап у великій мірі визначає характер процесу зносу, а також є причиною підвищеного навантаження, що припадає на носову частину лапи.

Характерна зміна контуру лапи представлена на рис. 1 [8]. Найактивніше зношується носова частина лапи, внаслідок чого поступово зникає долотоподібний виступ. Зношування стрілчастої лапи також свідчить про те, що на її носову частину припадає найбільше навантаження. Гострі кути кромок лапи в міру зносу заокруглюються, що пояснюється підвищеною швидкістю руху частинок ґрунту, які обтікають цей кут. Зношування носка лапи приблизно в 2 рази вище, ніж знос середньої частини. Різниця в інтенсивності зношування носка і середини лапи для різних ґрунтів приблизно однакова. Тому можна вважати, що посилення зносу носка не пов'язане зі складом ґрунту, а є наслідком зміни тиску ґрунту по краю лапи.

Необхідно відзначити, що характер зносу по всій довжині ріжучої кромки лапи, включаючи носок, істотно не відрізняється. Форма потиличної фаски по всій довжині леза ріжучих кромок однакова, але розміри їх на носку трохи менше, так як носова частина сильніше відтягнута і має зазвичай гостріший кут заточування.

Геометричні параметри стрілчастої лапи на різних ґрунтах змінюються по-різному. Однак у всіх випадках з тильного боку ріжучої кромки утворюється потилична фаска, що знаходиться під негативним кутом горизонтальної площини. У міру збільшення напруцювання лап інтенсивність збільшення ширини майданчика зношування зменшується. Незважаючи на значні відмінності ґрунтових умов

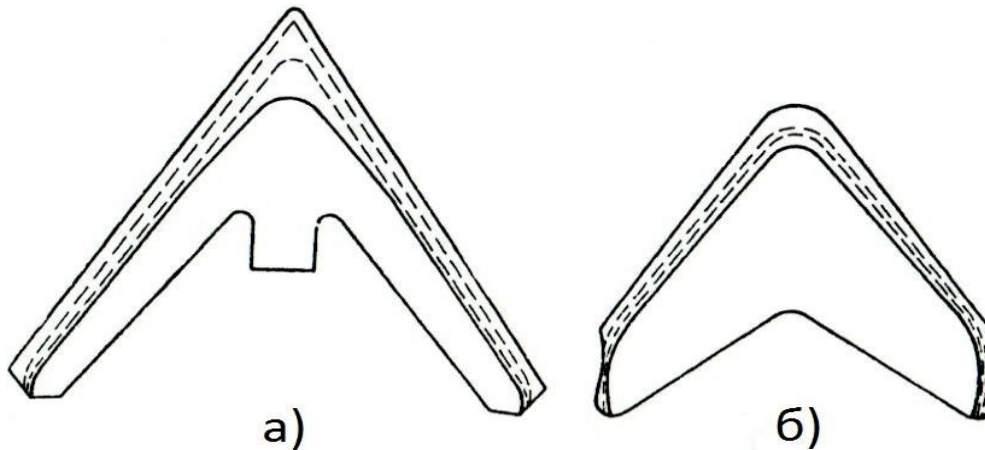


Рисунок 1. Знос лап: а – із захопленням 270 мм; б – із захопленням 150 мм [5]

суттєвої різниці в інтенсивності зміни ширини майданчика зносу на каштанових та чорноземних ґрунтах не спостерігається. У той же час інтенсивність наростання ширини майданчика зношування на сірих опідзолених ґрунтах супіщаного механічного складу значно вища, ніж на каштанових та чорноземних ґрунтах.

При зношуванні лап на піщаних і супіщаних ґрунтах середньої, або підвищеної вологості, а також на суглинних ґрунтах з високим вмістом великих піщаних частинок ріжуча кромка залишається відносно гострою. Під час роботи на піщаних та супіщаних ґрунтах лапа працює без ремонту до повного використання технічного ресурсу. Ширина лапи в процесі зносу зменшується настільки, що оголюється стійка культиватора. При підвищеній вологості піщаних та супіщаних ґрунтів на носовій частині лапи утворюється канавка. У цих умовах лапу відбраковують при наскрізному протиранні носової частини.

Зношування лап на суглиннистих і глинистих ґрунтах характеризується утворенням закругленої ріжучої кромки з опуклою формою майданчика зносу, нахиленої до дна борозни під кутом $15...30^\circ$. При культивації суглиннистих і глинистих ґрунтів середнього та високого їх технічного ресурсу. Щоб повністю використати технічний ресурс, закладений у конструкцію стрілчастих лап з однорідним лезом, їх необхідно багато разів відтягувати. Кількість відтяжок залежить від твердості ґрунту та його зношування. На обробці глинистих та важкосуглиннистих чорноземів високої твердості лапи відтягують до 5...6 разів.

На ґрунтах, засмічених камінням, ресурс лап головним чином залежить від міцності носової частини, що виступає над стійкою культиватора [4].

Характер зносу лап залежить не тільки від складу ґрунту, а й від однорідності його властивостей за глибиною. Хоча культивація



являється процесом обробки порівняно пухкого ґрунту, це все одно впливає на характер пришвидшеного зносу лап культиваторів [8]. Основним показником, що визначає працездатність культиваторних лап, є ступінь підрізування бур'янів. На зміну якості виконання роботи впливає кут заточування. Збільшення товщини ріжучої кромки леза та кута заточування універсальних стрілочастих лап зменшує ступінь підрізування бур'янів, середню глибину обробки ґрунту та спричиняє підвищення нерівномірності ходу по глибині та тяговому опору.

Найбільш інтенсивне зменшення середньої глибини культивації у стрілочастих лап відбувається у міру збільшення товщини леза до 0,8...0,9 мм та кута заточки до 20...22°, у односторонніх лап – відповідно до 0,7...0,8 мм і 18...20°. Подальше збільшення товщини та кута заточування леза немає значної зміни глибини обробки, тобто відбувається стабілізація середньої глибини культивації.

Великий вплив на підрізання бур'янів мають ґрунтові умови (твердість, вологість), а також ботанічний склад рослинності [4].

На рис.1 представлений загальний випадок зносу стрілочастих лап культиватора із захватом 270 мм після культивації 40 га легкого чорнозему та із захопленням 150 мм після культивації 45 га важкого чорнозему. Зі схеми видно, що найбільша інтенсивність зносу характерна для носка лапи, у міру віддалення від носка інтенсивність зносу ріжучої кромки лапи знижується. Інтенсивність зносу ріжучої кромки носка стрілочастих лап, як правило, значно вища, ніж ріжучої кромки крил. Зі збільшенням щільності ґрунту зношування носової частини лапи підвищується, при обробці пухкого, комкуватого ґрунту зношування по контуру лапи вирівнюється, оскільки тиск на носок так само, як і на крила лапи, невеликий.

Інтенсивність зносу стрілочастих лап культиваторів на різних ґрунтах неоднакова. Термін служби стрілочастих лап культиваторів становить 40...100 год, що відповідає виробленню на одну лапу 80...200 га.

Ріжуча кромка плоскорізальних лап також зношується нерівномірно. Найбільш активне зношування спостерігається в місці перегину лапи, яке виконує функції «носка». Тут лапа зазнає найбільшого навантаження. Зношування лапи в місці вигину в 2...3 рази вище, ніж у середній частині.

Термін служби плоскорізальних лап культиваторів приблизно такий самий, як і стрілочастих.

Радіус затуплення місця перегину у плоскорізальній лапі зазвичай значно більше, ніж носка у стрілочастій. Це може бути пояснено ковзанням абразивних частинок уздовж ріжучої кромки леза в процесі його роботи. Вертикальна частина лапи у процесі культивації набуває радіальної конфігурації.



При зіставленні зносу стрілчастих і плоскорізальних лап на однакових ґрунтах видно, що конфігурація зношених лез майже однакова. Це пояснюється насамперед подібними умовами роботи.

Якщо порівняти профілі лез лап культиваторів, зношених у різних ґрунтових умовах, то неважко помітити, що в більшості випадків ріжуча кромка має заокруглену форму. Це можна пояснити тим, що виконують культивуацію пухкого і комкуватого ґрунту на невелику глибину (10...12 см). У цих умовах наплив грудок ґрунту по ріжучій кромці та ковзання її частинок уздовж леза сприяють затупленню ріжучої кромки [8].

Характер зносу лап культиваторів більшою мірою залежить від вологості ґрунту, який на глибині культивації протягом сезону змінюється набагато більше, ніж на глибині оранки. Зі зменшенням вологості верхня грань ріжучої кромки лапи зношується активніше. При високій вологості (22...28 %) загальне зношування лапи значно знижується, оскільки ґрунт стає пухким.

Інтенсивність зносу леза зростає зі збільшенням щільності ґрунту. Так, лапа, встановлена по осі руху колеса культиватора, має інтенсивність зношування приблизно в 1,5 рази більшу, ніж сусідня. При цьому потилична фаска леза внаслідок збільшення щільності ґрунту виявляється набагато чіткіше.

Таким чином, характер зносу лап культиватора залежить від вологості та структури ґрунту, тому протягом сезону на тій самій ділянці ґрунту конфігурація зносу може суттєво змінюватися. У процесі літньої міжрядної обробки, коли вологість ґрунту невелика, переважає знос верхньої грані леза. При обробці вологого пухкого ґрунту інтенсивність зношування значно знижується, і верхня грань леза зношується дуже слабо [8].

Міжзаточний ресурс культиваторних лап визначається за граничним значенням товщини кромки леза, а повний ресурс – за вибракуванням ширини крил у середній частині або в місці перегину лапи. Для того, щоб культиваторні лапи працювали до повного зношування, їх піддають багаторазовим ремонтам (заточування, відтяжка) [1].

Результати досліджень. Встановлено [9-15], що процес взаємодії робочих органів ґрунтообробних машин із ґрунтовим абразивним середовищем при їх переміщенні характеризується впливом абразиву ґрунту на клин з плоскою, або криволінійною робочою поверхнею.

Вплив ґрунту на клин залежить від характеру деформування матеріалу, параметрів клина, фізико-механічних властивостей істану ґрунту, швидкості його переміщення.



При переміщенні шару ґрунту по клину в точці M на робочу поверхню діють сили: маса пласта Q , динамічний тиск N та сила тертя $F_{тр}$ (рис. 2).

Величину абразивного зносу лапи по товщині I_h можна подати у вигляді функції від наступних факторів:

$$I_h = f(p, L, H, m, S), \quad (1)$$

де p – нормальний питомий динамічний тиск ґрунту;

L – шлях тертя;

H_μ – твердість матеріалу лапи;

m – показник зношувальної здатності абразиву;

S – площа тертя.

Масу елемента ґрунту, що знаходиться на клині, можна визначити за формулою:

$$Q = ablp g, \quad (2)$$

де a, b – відповідно товщина та ширина елемента пласта;

l – довжина елемента пласта; $g = 9,81 \text{ с/м}^2$ – прискорення вільного падіння.

Проекція сили Q на напрямок нормалі до поверхні клину дорівнює:

$$Q = ablp g \cos \xi, \quad (3)$$

де ξ – кут між полярною віссю та радіусом кривизни ріжучої кромки (рис. 2);

ρ – щільність ґрунту.

Сила тертя може бути визначена за наступною залежністю [10]:

$$F_{тр} = fab\rho (V_{пер}^2 \sin \xi \sin \gamma + g \cos \xi), \quad (4)$$

де $V_{пер}$ – поступальна швидкість клину.

Аналіз даного рівняння дозволяє зробити висновок, що зі збільшенням кута ξ постановки робочої поверхні підйом пласта ускладнюється, ґрунт сильно деформується та ускладнюється перед клином.

Можна припустити, що в цьому випадку підвищуватиметься нормальний тиск ґрунту на клин, що сприятиме зниженню швидкості відносного ковзання пласта по робочій поверхні. При цьому у клина утворюються застійні зони ґрунтових частинок, та величина зношування зменшується [9].

Зношування ріжучих кромки лап культиваторів є [10, 11] незворотним процесом, що визначається руйнуванням ґрунту при виконанні роботи. Величина і характер зношування визначаються,

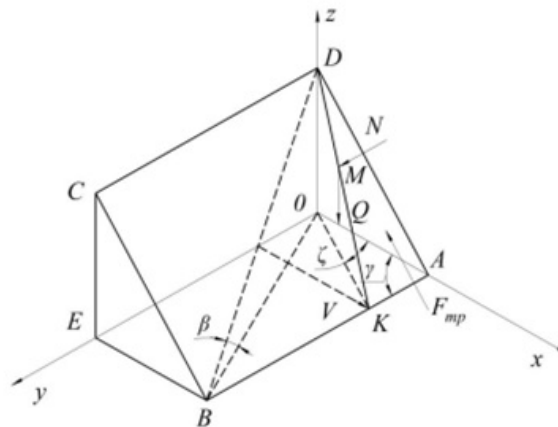


Рисунок 2. Схема дії сил та напрямки руху частинок ґрунту полізу робочого органу

перш за все, закономірностями розподілу напруг на робочих поверхнях культиваторної лапи

Висновки. З усього різноманіття чинників, які впливають на знос, можна виділити два основних, які легко піддаються кількісній оцінці:

1) механічний склад ґрунту, визначаючий її абразивну агресивність та зв'язність;

2) щільність ґрунту, що визначає тиск на лезо ґрунтової маси та інтенсивність зносу ріжучої частини леза. При зміні одного з цих факторів безперечно змінюватиметься інтенсивність зносу та форма зношеного леза.

Інші фактори, що характеризують ґрунт, наприклад вологість, тиск, коефіцієнт тертя, необхідно вважати побічними, оскільки їхня дія може бути виражена через дію механічного складу та щільності ґрунту [8].

Затуплення лез лап культиваторів погіршує підрізування бур'янів і знижує якість роботи, що виконується. Крім того, затуплення лез та утворення у них потиличної фаски збільшує тяговий опір машини, порушує стійкість її ходу по глибині та породжує інтенсивне розпилення ґрунту на дні борозни [7].

Однак всі ці випробування проводились на відкритих сільськогосподарських площах. На відміну від них лісокультурні площі, як правило, характеризуються наявністю пнів, коренів та залишків після порубки дерев. Якість підготовки ґрунту в цих умовах значною мірою залежить від кількості пнів, їх середнього діаметра, характеру розподілу коренів у ґрунті, що обробляється. Всі ці фактори пред'являють підвищені вимоги до надійності ґрунтообробних машин та знарядь і, зокрема, до гостроти лез стрілочастих лап. Крім того, ґрунти лісової зони містять у своєму складі щибенисто-камінисті включення, які викликають поломки деталей та їх інтенсивне зношування, що є ще



однією особливістю експлуатації ґрунтообробних знарядь та машин у лісовому господарстві.

Все це суттєво впливає на довговічність основних деталей та вузлів, особливо на ресурс робочих органів, та на термін служби машин і знарядь.

Для забезпечення довговічності культиваторних лап, зниження величини їх зношування необхідно, одного боку знижувати зношуючі здатність абразиву, а з іншого – забезпечити такі геометричні параметри лап, які дозволять знизити динаміку їх зношування та забезпечать якість обробітку ґрунту.

Список використаних джерел

1. Jiang W. Bio-inspired self-sharpening cutting tool surface for finish hard turning of steel. *CIRP Annals*. 2014. Vol. 63. P. 517–520. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2014.03.047>.

2. Shakhov V., Semjons Ivanovs S., Uchkin P., Ushakov Y. Studies in coatings for working bodies of deep-rippers recovered by plasma surfacing. 18th International Scientific Conference on Engineering for Rural Development. Jelgava: Latvia. P. 44–49. URL: <https://doi.org/10.22616/erdev2019.18.n031>.

3. Lemecha M., Napiórkowski J., Konat L. Analysis of wear and tear of working elements with a replaceable cutting edge in an abrasive soil mass. *Tribologia*. 2017. 273(3). P. 101–109. URL: DOI: 10.5604/01.3001.0010.6144.

4. Денисенко М. І., Рубльов В. І. Підвищення довговічності робочих органів ґрунтообробних машин з використанням точкового зміцнення. *Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація*. 2011. № 24, ч. 2. С. 28–35.

5. Kostencki P., Stawicki T., Krolicka A., Sędlak P. Wear of cultivator coulters reinforced with cemented-carbide plates and hardfacing. *Wear*. 2019. Vol. 438–439. URL: <https://doi.org/10.1016/j.wear.2019.203063>.

6. Belousov S. V., Samurganov E. E., Rodionenko A. I. Theoretical justification of the type of a flat-cutting working body of a ploughshare. IOP Conference Series: *Materials Science and Engineering*. 2020. Vol. 709. URL: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/709/3/033100>.

7. Liuabc X. F., Tian Z. L., Zhang X. F., Chen H. H., Liu T. W., Chen Y., Wang Y. J., Dai L. H. «Self-sharpening» tungsten high-entropy alloy. *Acta Materialia*. 2020. Vol. 186. P. 257–266. URL: <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2020.01.005>.

8. Singh J., Chatha S. S., Sidhu B. S. Effect of Surface Alloying on Wear Behaviour OF En-47 Steel. *Materials Today: Proceedings*. 2020. Vol. 21, Part 2. P. 1340–1349. URL: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.01.172> (Last accessed: 23.12.2018).



10. Zein El-Din. A. M, Saad F. A., Abdel Hamied R. G. Effect of New Hard Facing Materials of Tillage Tools on Draft and Roughness. *Alexandria Journal of Agricultural Science*. 2016. Vol. 61, № 3. p. 243–251.

11. Семчук Г. И., Дудников А. А., Мелешко А. В., Гуленко В. В. Конструктивно-технологические характеристики культиваторных лап. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2013. 4/7 (64). С. 12–14.

12. Аулін В. В., Тихий А. А. Трибофізичні основи підвищення зносостійкості і надійності робочих органів ґрунтообробних машин з різальними елементами: Монографія. Кропивницький: Видавець Лисенко В. Ф., 2017. 279с.

13. Скобло Т. С., Рыбалко И. Н., Тихонов А. В., Мартыненко А. Д. Анализ способов изготовления, упрочнения и восстановления стрелчатых лап культиватора. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*. Харків: ХНТУСГ, 2019. №15. С. 60–85.

14. Скобло Т. С., Рыбалко И. Н., Мартыненко А. Д. Исследование характера изнашивания культиваторных лап. Abstracts XIX International Scientific and Practical Conference "Applied and fundamental scientific research" Brussels, Belgium, April 08-09, 2021. P. 264–267.

15. Skoblo T. S., Rybalko I. M., Nanka O. V., Saychuk O. V. Evaluation of the wear of the duckfoot sweep cultivator blades and the technology of their hardening. *Problems of Tribology*. 2021. V. 26, No 2/100. P. 6–18. DOI: <https://doi.org/10.31891/2079-1372-2021-100-2-6-18>

Стаття надійшла до редакції 17.04.2023 р.

A. Zakharov¹, I. Rybalko¹, O. Tihonov¹, O. Saychuk²

¹State Biotechnological University

²V. I. Vernadskiy Kharkiv State Professional and Pedagogical Applied College

STUDY OF WEARING CAPACITY OF SOILS AND ITS EFFECT ON THE DURABILITY OF WORKING BODIES OF SOIL PROCESSING MACHINES

Summary

The article offers an analysis of the material that reflects the conducted theoretical studies of the wear of cultivator arrow paws depending on their geometric parameters and forces acting on the surface of the tillage working body. Abrasive wear is one of the most common types of wear, accounting for approximately 60% of all tillage machine and tool component failures. Researching the laws of the process of abrasive wear and finding methods to prevent its negative consequences is definitely an urgent problem. In agriculture, working bodies that directly interact with the soil environment are subject to the greatest abrasive wear. During the operation of the working bodies of tillage machines, wear of their surface occurs as a result of interaction with minerals, the hardness of which is higher than the hardness of the metal. The shape of abrasive soil particles has a great influence on the mechanism and intensity of abrasive wear of the



working bodies of tillage machines and tools. Abrasive wear is based on the process of microcutting the surface of parts with the tops of abrasive grains. The intensity of the wear process is greatly influenced by the sharpness of the edges and their number. The sharper edges the soil particles have, the more wear they have on the surface of the cultivator parts. The wear capacity of abrasive particles increases with an increase in the shape factor. A direct relationship between the decrease in wearability of soils and the decrease in the shape coefficient of abrasive particles was not found due to the complexity of the structure and self-organization of the soil environment. The paper presents a diagram of the action of forces and the direction of movement of soil particles along the blade of the working bodies of tillage machines.

Key words: cultivator paws, physical and mechanical properties of soils, nature of wear, angle of collapse, abrasive wear.