

Козаченко О.В.,
Каденко В.С.,
Шкрегаль О.М.,
Блезнюк О.В.,
Макаров В.Є.

Харківський національний
технічний університет
сільського господарства
імені П. Василенка,
м. Харків, Україна
E-mail: o.v.kozachenko21@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ РІЗАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА КРУГОВОМУ СТЕНДІ

УДК 631.316.022.4

Наведено результати експериментальних досліджень зносостійкості різальних елементів лап культиваторів від кута γ їх постановки до напрямку руху. Фізичним моделюванням процесу зношування зразків різальних елементів лап в круговому каналі для випробування ґрунтообробних робочих органів доведена доцільність врахування досліджуваного параметра при розробці нових та удосконаленні існуючих ґрунтообробних робочих органів для забезпечення збереження вихідних геометричних характеристик при зношуванні поверхонь, що контактують з абразивним середовищем ґрунту. Встановлено, що значення зносу різальних елементів лап культиваторів за напрацюванням зростає із збільшенням кута γ в інтервалі зміни раціональних значень цього показника. Зокрема встановлено, що мінімальний шлях тертя, що зумовлює досягнення граничного значення зносу по товщині леза, яке дорівнює 1мм, складає 180 км. Шлях тертя до граничного значення зносу збільшується із збільшенням кута γ . Так при $\gamma=80^\circ$ значення цього показника становить $S=280$ км. Аналогічна закономірність збільшення значення величини зносу від шляху тертя спостерігається і за ваговим показником. Отримані результати вказують на різну інтенсивність зношування леза лапи у випадку виконання його із змінним кутом розхилу. Перспективним напрямком забезпечення рівностійкості зношування таких робочих органів при експлуатації є застосування сучасних методів локального зміцнення по довжині різальних елементів лап культиваторів.

Ключові слова: лапи культиваторів, кут розхилу, форма леза, інтенсивність зношування, формоутворення, різальні елементи, шлях тертя.

Постановка проблеми. Технічний рівень сільськогосподарських машин суттєво залежить від надійності та терміну служби робочих органів. В найбільшій мірі це відноситься до деталей ґрунтообробних машин, для яких притаманним є висока інтенсивність зношування. На сьогодні технічний рівень ґрунтообробних машин визначається технічним рівнем їх робочих органів. Враховуючи сучасні тенденції до підвищення швидкості обробітку ґрунту, безумовно, це приводить до інтенсифікації процесу зношування. Особливо гострими питання зношування постають до робочих органів ґрунтообробних машин, в тому числі й лап культиваторів для міжрядного і суцільного обробітку ґрунту.

Головною вимогою до роботи культиваторних лап є забезпечення якісного виконання технологічного процесу при мінімальних енерговитратах. Ці показники залежать від параметрів ґрунторіжучих елементів, що змінюються при роботі лап внаслідок їх зношування. Проблема полягає в тому, що крім основного призначення робочих органів культиваторів – підрізання рослин бур'янів та рихлення поверхневого шару ґрунту, постають питання їх довговічності, що визначається збереженням вихідних характеристик форми робочих органів, та енергоємності виконання технологічного процесу.

Аналіз досліджень і публікацій. Дослідження в напрямку підвищення ефективності робочих органів культиваторів вказують на доцільність удосконалення леза лап та раціональних параметрів руху в ґрунтовому середовищі [1,2,3,4,5]. Загальним для цих наукових досліджень є принципово новий підхід до проектування робочих поверхонь лап, що мають відмінну від серійних форму леза. В [6] запропоновано параметричний метод проектування культиваторних лап з криволінійним лезом, що забезпечує високий ступінь самоочищення від ґрунту і рослин бур'янів. Робочі органи культиваторів з криволінійною формою леза розроблені також провідними зарубіжними фірмами: «Case», «Wil-Rich», «JohnDeere» та ін. [7]. В [8] запропоновано конструкцію лапи із змінним кутом розхилу та узагальнено існуючі форми лез культиваторних лап, які можна представити за спрощеними варіантами, виходячи з їх основного конструктивного параметру – кута розхилу різальних елементів γ (рис.1).

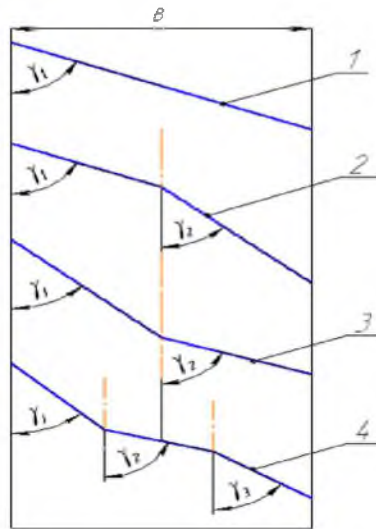


Рис. 1 – Варіанти форми леза культиваторних лап:
1 – $\gamma = \text{const}$; 2 – $\gamma_1 > \gamma_2$; 3 – $\gamma_1 < \gamma_2$; 4 – $\gamma_1 < \gamma_2 > \gamma_3$

Аналіз відомих досліджень вказує на доцільність врахування кута розхилу різальних елементів γ при формоутворенні лапи, виходячи тільки із вимог функцій призначення. При цьому відсутні результати експериментальних досліджень впливу кута γ – кута постановки різальних елементів лап до напрямку руху, на інтенсивність їх зношування в реально можливому інтервалі зміни значення цього параметра. Згідно рекомендацій [9] кут розхилу лап культиваторів, в залежності від типу ґрунтів, може змінюватися в межах від 50° до 80° . Є доцільним дослідити вплив цього показника на інтенсивність зношування різальних елементів лапи в усьому раціональному інтервалі зміни його значення.

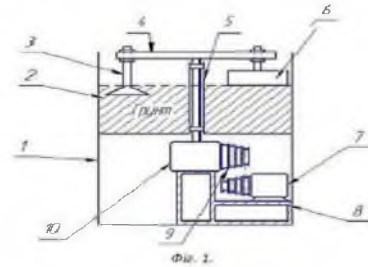
Мета дослідження. Експериментальним шляхом встановити вплив на інтенсивність зношування кута γ різальних елементів лап культиваторів та означити напрямки підвищення їх довговічності при експлуатації.

Методика досліджень. Проведення дослідження здійснювалося шляхом фізичного моделювання процесу зношування різальних елементів лап культиваторів при взаємодії з ґрунтовим абразивним середовищем в розробленому круговому стенді для випробування ґрунтообробних робочих органів (рис.2).

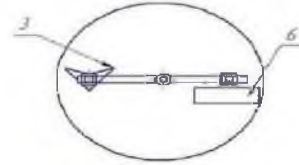
В якості дослідних зразків використано пластини, що виконані з сталі 65Г, які мають такі характеристики: довжина – 0,10 м; ширина – 0,03 м; товщина – 0,006 м; кут загострювання $\epsilon = 30^\circ$ та глибина обробітку $h = 0,09$ м. Експерименти проводили при постійній швидкості руху $V = 1,0$ м/с.



а



Фіг. 1.



Фіг. 2.

б

Рис. 2 – Круговий стенд для випробування ґрунтообробних робочих органів[10]:

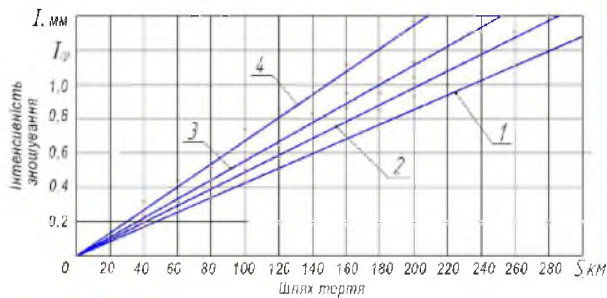
а) – загальний вид; б) – конструктивна схема:

фіг.1 – вид збоку; фіг.2 – вид зверху:

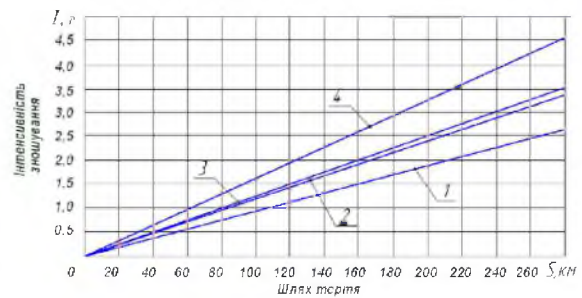
1 – рама; 2 – ґрунтовий канал; 3 – дослідний робочий орган; 4 – напрямна; 5 – вихідний вал; 6 – ущільнюючий каток; 7 – електродвигун; 8 – напрямні; 9 – варіатор; 10 – редуктор

В якості абразивного середовища використовували кварцовий пісок вологістю $W=5-7\%$. Зразки встановлювали на напрямні 4 стенду (рис.2), що дозволяє отримати заданий кут кришення $\beta=28^\circ$. Вимірювання середнього значення зносу леза дослідних зразків проводили в контрольних точках в п'ятикратній повторюваності. Вимірювання величини зносу зразків проводили з використанням електронного штангенциркуля марки INTERTOOL MT-3006 - точність вимірювання до 0,01 мм, ваговий знос - за допомогою ваг ACS-GW 15 з точністю вимірювання до 0,5 г з подальшою статистичною обробкою результатів випробувань на ПК.

Результати дослідження. Результати досліджень представлені на рис.3. Аналіз одержаних результатів вказує на суттєвий вплив кута γ на зносостійкість дослідних зразків різальних елементів. Така відмінність в значеннях зносу спостерігається як для лінійної характеристики зносу (рис.3,а) так й для значення вагового зносу зразків (рис.3,б).



а



б

Рис. 3 – Залежність значення зносу різальних елементів лоп культиваторів від шляху тертя величини кута γ :

а – лінійний знос; б – ваговий знос:

1- $\gamma = 50^\circ$; 2- $\gamma = 60^\circ$; 3- $\gamma = 70^\circ$; 4- $\gamma = 80^\circ$

Мінімальний шлях тертя, що зумовлює досягнення граничного значення зносу по товщині леза, яке дорівнює 1 мм, складає 180 км для значення $\gamma=80^\circ$. Шлях тертя до граничного значення зносу збільшується із зменшенням значення кута γ . Так при $\gamma=80^\circ$ значення цього показника становить $S=280$ км. Збільшення величини кута розхилу різа-

льних елементів лап культиваторів в інтервалі значень γ від 50° до 80° зумовлює зростання лінійного зносу при досягненні шляху тертя 180 км, в середньому, на 0,38 мм. Аналогічна закономірність збільшення значення величини зносу від шляху тертя спостерігається і за ваговим показником. Для означеного інтервалу зміни кута γ ваговий знос складає 1,57 г для вихідних характеристик ґрунтового середовища. Отримані результати вказують на різну інтенсивність зношування леза лапи у випадку виконання його із змінним кутом розхилу. Перспективним напрямком забезпечення рівності зношування таких робочих органів при експлуатації є доцільним застосування сучасних методів локального зміцнення різальних елементів лап культиваторів по довжині леза.

Таким чином, отримані результати дослідження вказують на те, що при формуванні профілю леза із змінним кутом розхилу, який охоплює весь допустимий інтервал значень для лап культиваторів, інтенсивність зношування по довжині леза буде відмінною. Такий підхід зумовлює різну інтенсивність зношування окремих різальних елементів лап культиваторів і, як наслідок, втрату початкової форми, що зумовлює зменшення їх ресурсу. Це є передумовою пошуку методів уповільнення інтенсивності зношування на окремих ділянках леза, наприклад, локального зміцнення твердосплавними матеріалами.

Висновки:

1. Підвищення ефективності роботи лап культиваторів можливо застосуванням змінного кута розхилу по довжині леза, що охоплює весь раціональний інтервал значень цього показника.

2. Збільшення величини кута γ розхилу різальних елементів лап культиватора від 50° до 80° зумовлює зростання при шляху тертя 180 км лінійного зносу, в середньому, на 0,38 мм і вагового – на 1,57 г для вихідних характеристик ґрунтового середовища.

3. При використанні лап культиваторів із змінним кутом розхилу по довжині леза і збереження їх початкової форми є доцільним застосування локального зміцнення різальних елементів твердосплавними матеріалами, що сприятиме збереженню вихідних геометричних параметрів при експлуатації.

Література:

1. Ветохін В.І. Проектування глибокорозпушувачів з урахуванням деяких аспектів деформування ґрунту / В.І. Ветохін // Техніка в с.г. виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: Зб. наук. праць Кіровоградського нац. техн. ун-ту. – Кіровоград: КНТУ, 2008. – Вип.20. – С.104–109.
2. Кушнарєв А.С. Проектирование рыхлительных рабочих органов культиваторов / А.С. Кушнарєв, А.В. Бауков, В.М. Найдыш. – К.: УСХА, 1979. – 20 с.
3. Козаченко О.В. Обґрунтування профілю леза лапи культиватора мінімальної енергоємності / О.В. Козаченко, О.М. Шкрегаль, О.В. Блезнюк // Агроінженерні дослідження: Вісник Львівського національного аграрного університету. – Львів: ЛНАУ, 2008. – Вип. 12, Т.2. – С. 347–353.
4. Кравчук В.И. Использование стрельчатых лап, разработанных по условиям минимального угла резания и деформации / В.И.Кравчук, В.Т.Голобородько, Л.Г.Николаева // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. – Харків, 2000. – Вип. 1. – С. 185–193.
5. Корабельский В.И. Разработка рабочих органов почвообрабатывающих орудий для западноевропейской техники по агротехническим условиям Украины / В.И. Корабельский, В.И. Кравчук, Н.Н. Гурин // Ecological aspects of mechanizations of fertilizers application, soil tillage and crop harvesting. – Варшава, 1999.

6. Гаврильченко А.С. Параметрический метод проектирования полольных культиваторных лап с криволинейным лезвием /А.С.Гаврильченко // Зб.наук.праць Таврійської держ. агр. Академії. – Мелітополь, 2002. – Вип. 17. – С.67–71.
7. [Електронний ресурс] <http://www.johndeere.ru>.
8. Шкрегаль О.М. Обґрунтування параметрів процесу і енергозберігаючих робочих органів культиваторів: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.05.11 / Шкрегаль Олександр Миколайович. – Харків, 2011. – 20 с.
9. Синеоков Г.Н. Теория и расчёт почвообрабатывающих машин/ Г.Н. Синеоков, И.М. Панов. М.: Машиностроение, 1977. – 328 с.
10. Рішення про видачу патенту, МПК G01M 7/04. Лабораторний стенд для випробування робочих органів ґрунтообробних машин / Козаченко О.В., Каденко В.С., Шкрегаль О.М. та ін.; заявник та власник Козаченко О.В. – № u201603654; заявл. 06.04.16.

Summary

Kozachenko O.V, Kadenko V.S., Shkrega O.M, Bleznyuk O. V., Makarov V.E.
Study of wear resistance of cutting elements on a circular stand

The results of experimental studies of the wear resistance of the cutting elements of cultivators' paws from the angle of their setting to the direction of motion are presented. Physical modeling of the wear process of samples of the cutting elements of the paws in the circular channel for testing the soil cultivating working organs has proved the expediency of taking into account the parameter under consideration when developing new and improving the existing soil-working tools to ensure the preservation of the initial geometric characteristics when the surfaces contacting the abrasive soil are worn.

Keywords: cultivator paws, angle of solution, blade shape, intensity of wear, form formation, cutting elements, way friction.

References

1. Vetohin V.I. Proektuvannya glibokorozpushuvachiv z urahuvannyam deyakih aspektiv deformuvannya ґрунту / V.I. Vetohin // Tehnika v s.g. virobnitstvi, galuzeve mashinobuduvannya, avtomatizatsiya: Zb. nauk. prats Kirovogradskogo nats. tehn. un-tu. – Kirovo-grad: KNTU, 2008. – Vip.20. – S.104-109.
2. Kushnarev A.S. Proektirovanie ryihlitelnyh rabochih organov kultivatorov /A.S. Kushnarev, A.V. Baukov, V.M. Naydyish. – K.: USHA, 1979. -20 s.
3. Kozachenko O.V. Obgruntuvannya profilyu leza lapi kultivatora minimalnoyi energoemnosti / O.V. Kozachenko, O.M. Shkregal, O.V. Bleznyuk // Agroinzhenerni dosli-dzhennya: Visnik Lvivskogo natsionalnogo agrarnogo universitetu. – Lviv: LNAU, 2008. – Vip. 12, T.2. – S. 347-353.
4. Kravchuk V.I. Ispolzovanie strelchatyih lap, razrobotannyih po usloviyam minimalnogo ugla rezaniya i deformatsii / V.I. Kravchuk, V.T. Goloborodko, L.G. Nikolaeva // Mehanizatsiya silskogospodarskogo virobnitstva: Visnik Harkivskogo derzhavnogo tehnicnogo universitetu silskogo gospodarstva. - Harkiv, 2000. – Vip. 1. – S. 185-193.
5. Korabelskiy V.I. Razrabotka robocnih organov pochvoobrabatyivayuschih orudiy dlya zapadnoevropeyskoy tehniki po agrotehnicheskim usloviyam Ukrainyi / V.I. Korabelskiy, V.I. Kravchuk, N.N. Gurin // Ecological aspects of mechanizations of fertilizers application lanthrodtektion, soil tillage and crop harvesting. – Varshava, 1999.

6. Gavrilchenko A.S. Parametricheskiy metod proektirovaniya pololnyih kultivatornyih lap s krivolineynim lezviem /A.S. Gavrilchenko // Zb. nauk. prats Tavriyskoyi derzh. agr. Akademiyi. – Melitopol, 2002. – Vip. 17. – S.67-71.
7. [Elektronniy resurs] <http://www.johndeere.ru>.
8. Shkregal O.M. Obgruntuvannya parametriv protsesu i energozberigayuchih robochih organiv kultivatoriv: avtoref. dis. kand. tehn. nauk: 05.05.11 / Shkregal Oleksandr Mikolayovich. – Harkiv, 2011. – 20 s.
9. Sineokov G.N. Teoriya i raschyot pochvoobrabatyivayuschih mashin/ G.N. Sineokov, I.M. Panov. M.: Mashinostroenie, 1977. – 328 s.
10. Rishennya pro vidachu patentu, MPK G01M 7/04. Laboratorniy stand dlya viprobuvannya robochih organiv gruntoobrobnih mashin / Kozachenko O.V., Kadenko V.S., Shkregal O.M. ta in.; zayavnik ta vlasnik Kozachenko O.V. – # u201603654; zayavl. 06.04.16.