

Козаченко О.В.

Шкрегаль О.М.

Каденко В.С.

Блезнюк О.В.

Харківський національний технічний
університет сільського господарства

ім. П. Василенка,

м. Харків, Україна

E-mail: kozachenko1@rambler.ru

Д'яконов С.О.

Харківський національний аграрний
університет імені В.В.Докучаєва

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ЛЕЗА НА
ЕНЕРГЕТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОБОЧИХ
ОРГАНІВ КУЛЬТИВАТОРІВ**

УДК 631.316.022.4

Наведено результати експериментальних досліджень впливу конструктивних параметрів лап культиваторів на тяговий опір в лабораторних умовах, встановлено доцільність застосування робочих органів з криволінійною формою та можливість виконання їх з елементами локального зміцнення по довжині леза.

Ключові слова: культиваторна лапа, криволінійна форма леза, локальне зміцнення, тяговий опір, глибина обробітку, швидкість руху

Вступ. Сучасний стан розвитку сільськогосподарського машинобудування характеризується впровадженням нових та удосконаленням існуючих технологій виготовлення робочих органів ґрунтообробних машин і знарядь. Технологічний процес ґрунтообробних робочих органів, в тому числі й культиваторів для суцільного та міжрядного обробітку, відбувається при взаємодії з абразивним середовищем різного механічного складу, що зумовлює збільшення швидкості зношування деталей (лемеші плугів, польові дошки, полиці плугів, диски борін та луцильників, лапи культиваторів та ін.). Практика експлуатації ґрунтообробної техніки вказує на те, що означені деталі не забезпечують заданого ресурсу через інтенсивне зношування робочих поверхонь в абразивному середовищі та потребують значних витрат енергії на виконання технологічного процесу [1,2]. На сьогодні виконано значну кількість теоретичних і експериментальних досліджень стосовно підвищення ефективності робочих органів ґрунтообробної техніки [3,4,5]. При цьому нагальною проблемою є створення енергозберігаючих робочих органів, що забезпечують дотримання агротехнічних вимог до обробітку ґрунту та заданого ресурсу при зменшенні енергетичних витрат на виконання роботи.

Аналіз досліджень і публікацій. В [6,7] розглянуто теоретичні передумови функціонування робочого органу культиватора з метою зменшення енергоємності процесу, що зумовлюється оптимізацією форми леза лапи. Авторами встановлена можливість керування процесом взаємодії робочої поверхні леза зміною його геометричних параметрів, що зумовлює зміну характеристик силової взаємодії з абразивним середовищем. В [8] встановлені залежності тягового опору розробленої культиваторної лапи із змінним кутом різання від глибини обробітку, швидкості руху і фізико-механічних властивостей ґрунту. Дослідженнями встановлена ефективність застосування криволінійного профілю леза, що дозволяє до 30% зменшити тяговий опір при дотриманні якісних показників процесу культивації. Сучасний стан розвитку ґрунтообробних машин і знарядь вказує на доцільність застосування зубчастих робочих поверхонь, які формуються при виготовленні або в процесі експлуатації. Як результат такого наукового пошуку є створення робочого органу культиватора [9], що має криволінійну форму леза, по довжині якого виконано локальне зміцнення твердосплавним матеріалом у вигляді кіл і розташованих із заданим кроком. В процесі експлуатації таке конструкційне рішення зумовлює формування зубчастої робочої поверхні.

Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів Technical service of agriculture, forestry and transport systems

Науковий інтерес представляє залежність зміни форми леза лапи культиватора та застосування локального зміцнення на зміну тягового опору при переміщенні таких робочих органів в ґрунтовому середовищі.

Мета дослідження полягає у встановленні залежності впливу геометричних та конструктивних параметрів леза на тяговий опір робочих органів культиваторів в лабораторних умовах.

Об'єкт та методика досліджень. Об'єктом дослідження слугували серійні культиваторні лапи з прямолінійною формою леза та розроблені робочі органи культиваторів, що мають криволінійну форму леза та оснащені елементами локального зміцнення [9]. Для проведення досліджень на ООО НПФ «Дозатор» було виготовлено комплект експериментальних робочих органів культиватора з дотриманням основних вимог до проектування та виготовлення серійних стрілочастих лап шириною захвату 0,33 м. Порівняльні випробування проводили для двох варіантів робочих органів: серійна стрілочаста лапа та експериментальна з криволінійним локально зміцненим по довжині лезом (рис. 1).

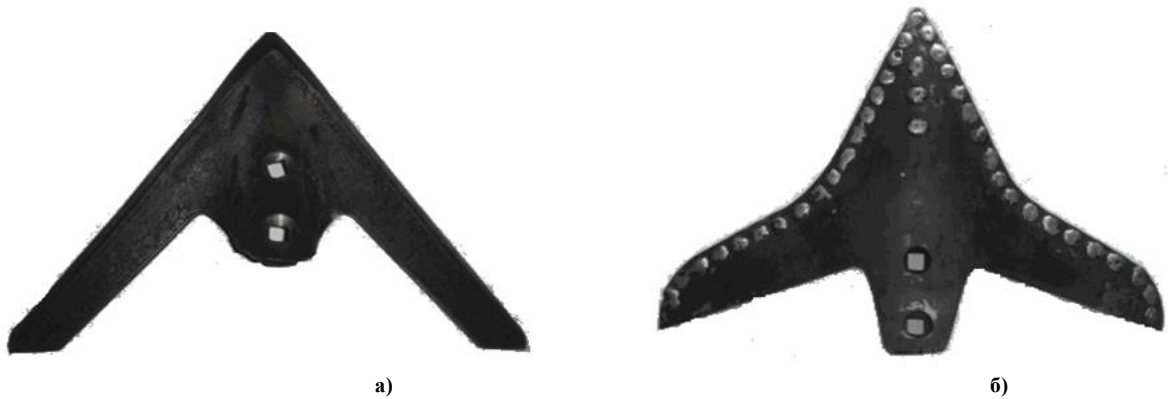


Рис.1. Досліджувані робочі органи культиватора: а – серійна стрілочаста лапа; б – експериментальна з криволінійною формою леза та оснащена локальним зміцненням

Лабораторні випробування проводили в ґрунтовому каналі з використанням вимірювального комплексу, розробленого в Харківському національному технічному університеті ім. П.Василенка [10,11]. Перед проведенням випробувань проводили тарування вимірювального комплексу для отримання адекватних результатів, шляхом знакомінного навантаження на вимірювальну стовбу з тензодатчиками, що є наявним в реальному інтервалі зміни значень сили опору робочих органів культиваторів для різних типів ґрунтів.

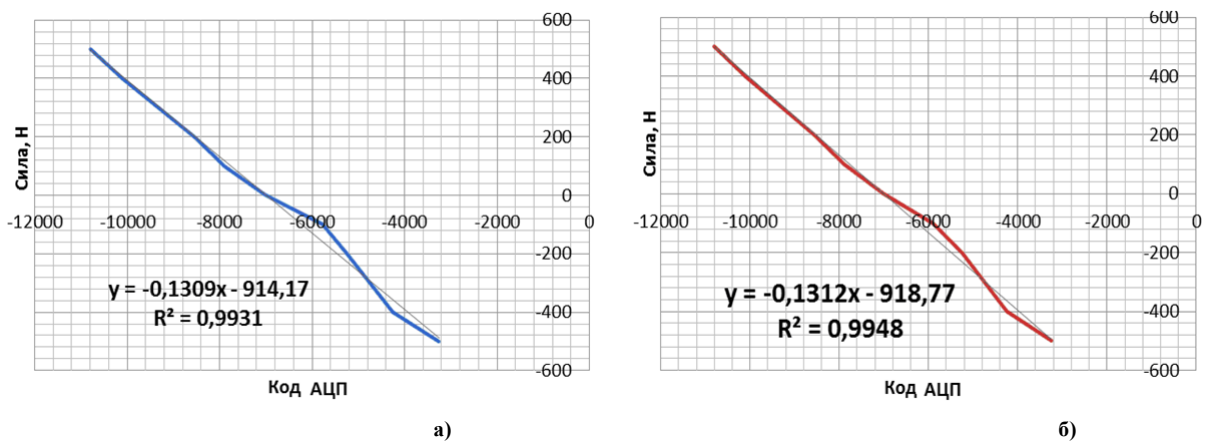


Рис. 2. Результати тарування вимірювальної системи: а – режим навантаження; б – режим розвантаження

Результати тарування (рис.2) вказують на високу ефективність застосування вимірювального комплексу при визначенні енергетичних характеристик дослідних зразків робочих органів культиваторів.

Для проведення досліджень ділянка ґрунтового каналу поділялася на три частини. Реєстрація тягового опору робочих органів визначалася на середній ділянці – ділянці сталого руху. Крайні ділянки використовувались для усунення впливу нерівномірності руху за швидкістю, коли відбувається розгін та гальмування експериментальної установки. Випробування робочих органів проводилися при трьох робочих швидкостях: 0,5; 0,75 та 1,0 м/с та глибині обробітку: 0,06; 0,09 та 0,12 м. Значення тягового опору фіксувалося за допомогою комп'ютера (рис. 3).



Рис.3. Засоби фіксації та вимірювань тягового опору лап культиватора в ґрунтовому каналі: а – вимірювальний комплекс; б – експериментальна лапа з тензодатчиками на стовбі

Результати дослідження. Результати лабораторних досліджень тягового опору серійного та розробленого робочих органів культиваторів від швидкості руху та глибини обробітку ґрунту представлено на рис.4 та рис 5.

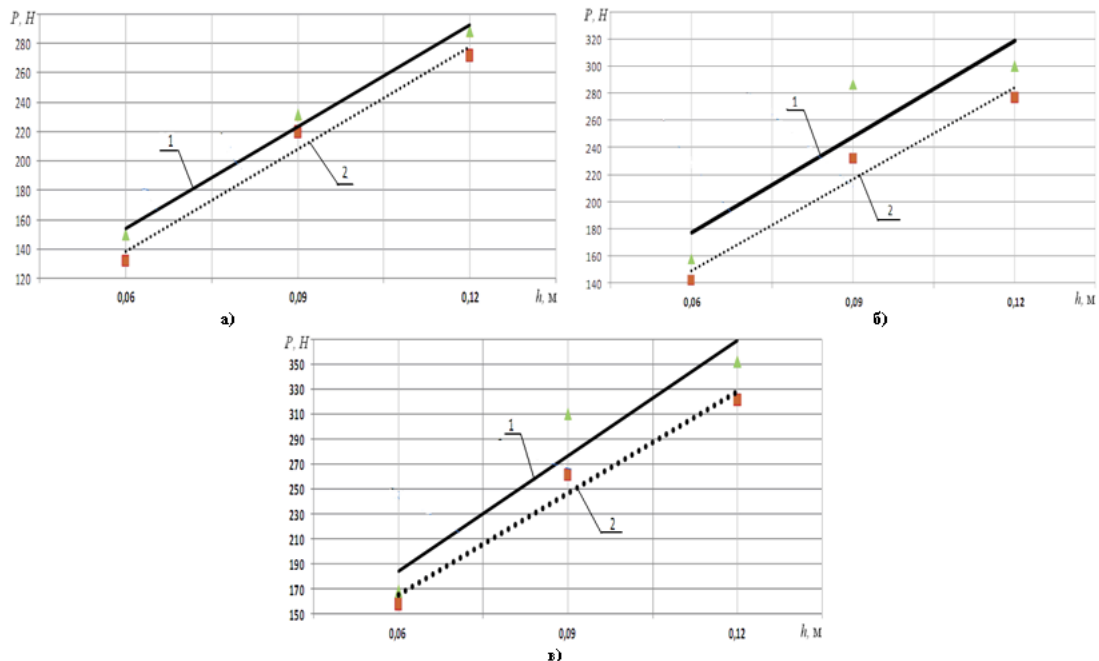


Рис.4. Залежність тягового опору лап культиватора від глибини обробітку при швидкості руху: а) - $V=0,5$ м/с; б) - $V=0,75$ м/с; в) - $V=1,0$ м/с; 1- серійна стрілочаста лапа; 2- експериментальна лапа

Аналіз експериментальних даних (рис.4,а) залежності тягового опору дослідних робочих органів культиватора при швидкості руху $V = 0,50$ м/с та зміні діапазону глибини обробітку ґрунту в межах $h = 0,06 \div 0,12$ м показує, що середнє значення тягового опору експериментальної культиваторної лапи ($\bar{P}_E = 220H$) є меншим у порівнянні з серійною лапою ($\bar{P}_C = 230H$) в 1,04 рази або на 4,3%.

Збільшення глибини обробітку ґрунту в заданому інтервалі $h = 0,06 \div 0,12$ м при робочій швидкості руху $V = 0,75$ м/с (рис.4,б) зумовлює збільшення значення тягового опору дослідних зразків. При цьому, середній тяговий опір експериментальної культиваторної лапи ($\bar{P}_E = 214H$) є меншим по відношенню до серійної лапи культиватора ($\bar{P}_C = 237H$) в 1,11 рази або на 9,7%.

При подальшому збільшенні робочої швидкості руху робочих органів до $V = 1,0$ м/с при зміні глибини обробітку від 0,06 до 0,12 м (рис.4,в) також спостерігається збільшення значення тягового опору. Для цього випадку видно, що середній тяговий опір експериментальної культиваторної лапи ($\bar{P}_E = 246H$) менший по відношенню до серійної лапи ($\bar{P}_C = 276H$) в 1,12 рази або на 10,8%.

Аналіз одержаних залежностей (рис.4,а,б,в) вказує на те, що при збільшенні глибини обробітку від $h = 0,06$ до $h = 0,12$ м в діапазоні швидкостей $V = 0,5 \div 1,0$ м/с різниця між тяговим опором експериментальної лапи серійного робочого органу зменшується, в середньому, з 4,3% до 10,8%.

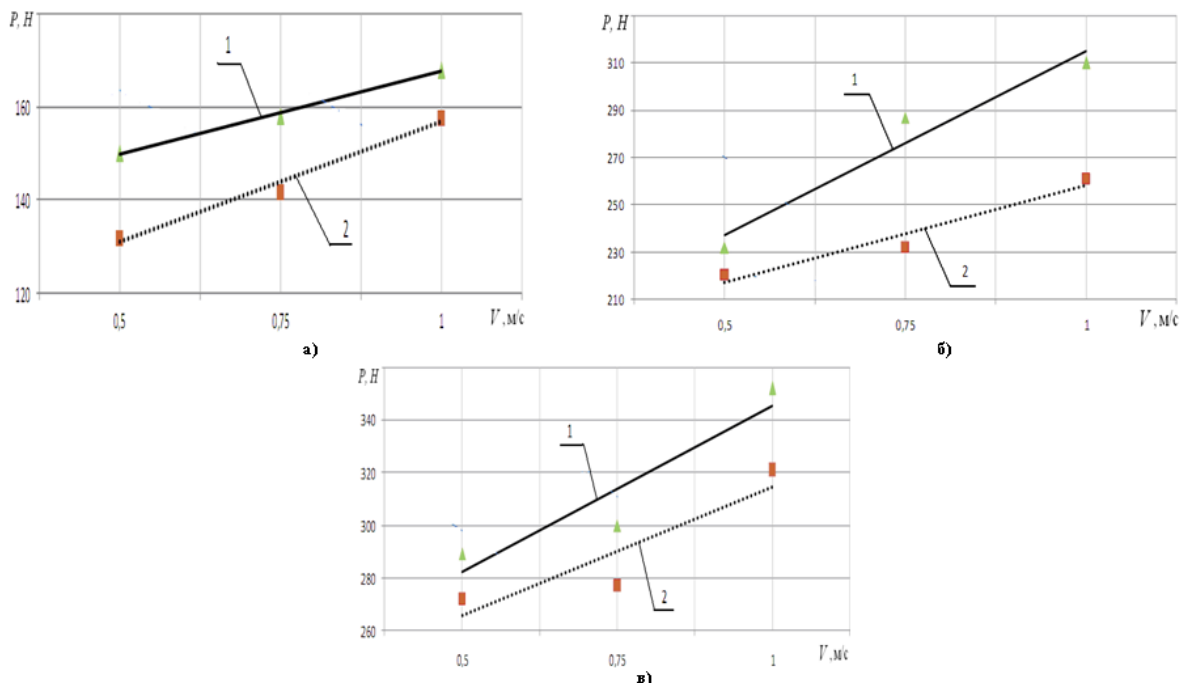


Рис.5. Залежність тягового опору лап культиватора від швидкості руху при глибині обробітку ґрунту: а) - $h = 0,06$ м; б) - $h = 0,09$ м; в) - $h = 0,12$ м; 1- серійна стрілочаста лапа; 2- експериментальна лапа

Зміна швидкісного режиму дослідних робочих органів культиватора (рис.5) також зумовлює зміну їх енергетичних показників за значеннями тягового опору. Так з залежності рис.5,а видно, що середнє значення тягового опору, при глибині обробітку ґрунту $h = 0,06$ м в діапазоні зміни робочих швидкостей $V = 0,5 \div 1,0$ м/с, експериментальної лапи ($\bar{P}_E = 144H$) у порівнянні з серійною ($\bar{P}_C = 159H$) є меншим в 1,1 рази або на 9,4%. При цьому, при швидкості руху $V = 0,5$ м/с тяговий опір експериментальної лапи ($\bar{P}_E = 132H$) менший у

порівнянні із стандартною ($\bar{P}_c = 150H$) в 1,13 рази або на 12 %, а при $V = 1,0$ м/с – $\bar{P}_e = 158H$, $\bar{P}_c = 168H$ в 1,06 рази на 5,9 %.

Аналіз залежностей тягового опору від робочої швидкості руху (рис.5,б) показує, що середнє значення тягового опору, при глибині обробітку $h = 0,09$ м в діапазоні швидкостей $V = 0,5 \div 1,0$ м/с, експериментальної лапи ($\bar{P}_e = 234H$) є меншим у порівнянні з серійною лапою ($\bar{P}_c = 273H$) в 1,12 рази або на 14,2 %. При цьому, при збільшенні швидкості спостерігається більш інтенсивне зростання тягового опору серійної лапи по відношенню до експериментальної, тобто при $V = 0,5$ м/с – $\bar{P}_e = 220H$, а $\bar{P}_c = 232H$, тобто значення тягового опору експериментальної лапи є меншим в 1,05 рази або на 5,17 %, а при $V = 1,0$ м/с ($\bar{P}_e = 261H$) є меншим ($P_c = 310H$) в 1,18 рази або на 15,7%.

Подальше збільшення робочої швидкості до 1,0 м/с (рис.5,в) вказує на те, що середнє значення тягового опору, при глибині обробітку $h = 0,12$ м в діапазоні зміни швидкостей $V = 0,5 \div 1,0$ м/с, експериментальної лапи культиватора ($\bar{P}_e = 290H$) є меншим у порівнянні з серійною ($P_c = 319H$) в 1,1 рази або на 9,1 %.

Аналіз отриманих залежностей рис.5,а,б,в показує, що при збільшенні робочої швидкості руху з $V = 0,5$ до $V = 1,0$ м/с в діапазоні зміни глибини обробітку ґрунту $h = 0,06 \div 0,12$ м значення тягового опору розробленого робочого органу культиватора у порівнянні з серійним є меншими, в середньому, на 9,4... 14,2%.

Висновки

1. Швидкісний режим та глибина обробітку ґрунту робочими органами культиватора впливають на зміну показників тягового опору при виконанні технологічного процесу.

2. Збільшення глибини обробітку ґрунту від $h = 0,06$ до $h = 0,12$ м в діапазоні швидкостей $V = 0,5 \div 1,0$ м/с зумовлює зменшення тягового опору експериментальної лапи у порівнянні з серійним робочим органом культиватора, в середньому, з 4,3% до 10,8 %.

3. При збільшенні робочої швидкості руху з $V = 0,5$ до $V = 1,0$ м/с в діапазоні зміни глибини обробітку ґрунту $h = 0,06 \div 0,12$ м значення тягового опору розробленого робочого органу культиватора у порівнянні з серійним є меншими, в середньому, на 9,4... 14,2%.

Література

1. Панов И.М. Почвообрабатывающая техника: состояние и проблемы развития / И.М. Панов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2000, № 11. – С. 9-11.
2. Ткачев В.Н. Работоспособность деталей в условиях абразивного изнашивания / В.Н. Ткачев. – М.: Машиностроение, 1995. – 336 с.
3. Севернев М.М. Износ деталей сельскохозяйственных машин / М.М. Севернев, Г.П. Каплун, В.А. Короткевич и др. – Л.: Колос, 1972. – 288 с.
4. Козаченко О.В. Проблемы снижения энергоёмности грунтообработных машин / О.В. Козаченко // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник ХНТУСГ. – Харків, ХНТУСГ, 2004. – Вип. 29. – С. 184-189.
5. Козаченко О.В. До методики визначення енергоємності сільськогосподарських агрегатів / О.В. Козаченко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2010. Вип 103. – С.244-249.
6. Козаченко О.В. Теоретические исследования энергоёмкости культиваторных лап / О.В. Козаченко, О.М. Шкрегаль // Экология и сельскохозяйственная техника: Вестник СЗНИИМЭСХ. – Санкт-Петербург : СЗНИИМЭСХ, 2009. – С.211–217.

Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів
Technical service of agriculture, forestry and transport systems

7. 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.

8. Козаченко О.В. Дослідження конструкцій і режимів роботи робочих органів культиваторів / О.В. Козаченко, О.М. Шкрегаль // Техніка і енергетика АПК: Науковий вісник НУБіП України. – Київ: НУБіП, 2010. – Вип. 144, ч.4. – С. 122-127.

9. Пат.94680 Україна, МПК А01В 35/20. Робочий орган культиватора / [Козаченко О.В., Шкрегаль О.М., Блезнюк О.В., Каденко В.С., Манько В.В.] заявник та власник Козаченко О.В. - №201406241; заявл 05.06.2014; опубл. 25.11.14, Бюл.№22.

10. Антощенко Р.В. Вимірювальна система динамічних та тягово-енергетичних показників функціонування мобільних машин [Текст] / Р.В. Антощенко // Інженерія природокористування – Харків: ХНТУСГ, 2014. – Вип. 2 (2). – С. 15-19.

11. Вимірювальний комплекс динаміки та енергетики мобільних машин. Паспорт ВСДЕММ – 003.000.00ПС, ХНТУСГ, Харків, 2014.- 11 с.

Kozachenko O.V, Shkrega O.M, Kadenko V.S., Bleznyuk O.V. Investigation of the influence of parameters on the energy characteristics blade working bodies cultivator

The results of experimental studies of the influence of design parameters on the cultivator tines traction resistance in the laboratory, established the feasibility of working bodies with a curved shape and the ability to perform them with elements of local hardening of the length of the blade.

Key words: cultivator foot, curved shape of the blade, the local hardening, traction resistance, machining depth, speed.

References

1. Panov I.M. Pochvoobrabatyivayuschaya tehnik: sostoyanie i problemy razvitiya / I.M. Panov // Traktory i sel'skohozyaystvennyie mashinyi. – 2000, № 11. – S. 9-11.
2. Tkachev V.N. Rabotosposobnost detaley v usloviyah abrazivnogo iznashivaniya / V.N. Tkachev. – M.: Mashinostroenie, 1995. – 336 s.
3. Severnev M.M. Iznos detaley sel'skohozyaystvennyih mashin / M.M. Severnev, G.P. Kaplun, V.A. Korotkevich i dr. – L.: Kolos, 1972. – 288 s.
4. Kozachenko O.V. Problemi znijennya energoemnosti rruntoobrobnih mashin / O.V. Kozachenko // Mehanizatsiya sil'skogospodarskogo virobnitstva: Visnik HNTUSG. – Harkiv, HNTUSG, 2004. – Vip. 29. – S. 184-189.
5. Kozachenko O.V. Do metodiki viznachennya energoemnosti sil'skogospodarskih agregativ / O.V. Kozachenko // Visnik Harkivskogo natsionalnogo tehnicnogo universitetu sil'skogo gospodarstva imeni Petra Vasilenka. –Harkiv:HNTUSG, 2010.Vip 103. – S.244-249.
6. Kozachenko O.V. Teoreticheskie issledovaniya energoemkosti kultivatornyih lap / O.V. Kozachenko, O.M. Shkregal // Ekologiya i sel'skohozyaystvennaya tehnik: Vestnik SZNIIMESH. – Sankt-Peterburg : SZNIIMESH, 2009. – S.211–217.
7. Kozachenko O.V. Obruntuvannya profilyu leza lapi kultivatora minimalnoy energoemnosti / O.V. Kozachenko, O.M. Shkregal, O.V. Bleznyuk // Agroinjenerni doslidjennya: Visnik Lvivskogo natsionalnogo agrarnogo universitetu. – Lviv : LNAU, 2008. – Vip. 12, T. 2. – S. 347–353.
8. Kozachenko O.V. Doslidjennya konstruktsiy i rejimiv roboti robochih organiv kultivatoriv / O.V. Kozachenko, O.M. Shkregal // Tehnika i energetika APK: Naukoviy visnik NUBiP Ukraini. – Kiyv: NUBiP, 2010. – Vip. 144, ch.4. – S. 122-127.
9. Pat.94680 Ukraina, MPK A01V 35/20. Robochiy organ kultivatora / [Kozachenko O.V., Shkregal O.M., Bleznyuk O.V., Kadenko V.S., Manko V.V.] zayavnik ta vlasnik Kozachenko O.V. - №201406241; zayavl. 05.06.2014; opubl. 25.11.14, Byul.№22.
10. Antoschenkov R.V. Vimiryuvalna sistema dinamichnih ta tyagovo-energetichnih pokaznikov funkcionuvannya mobilnih mashin [Tekst] / R.V. Antoschenkov // Injeneriya prirodokoristuvannya – Harkiv: HNTUSG, 2014. – Vip. 2 (2). – S. 15-19.
11. Vimiryuvalniy kompleks dinamiki ta energetiki mobilnih mashin. Pasport VSDEMM – 003.000.00PS, HNTUSG, Harkiv, 2014.- 11 s.