

СТВОРЕННЯ, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, РЕМОНТ І НАДІЙНІСТЬ МАШИН

УДК 621.791.927.5:631.316.022.4

Підвищення довговічності робочих органів ґрунтообробних машин, адапованих до ґрунтів різних типів

Василенко М. О., к.т.н., с.н.с., зав. відділу, Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України

Буслаєв Д. О., наук. співр., Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України

Калінін О. Є., наук. співр., Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України

Кононогов Ю. А., пров. інж. Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України

Анотація

Мета. Підвищення довговічності робочих органів, адаптованих до ґрунтів різних типів, у разі їх відновлення за допомогою обґрунтування схем та режимів їх загострення та зміцнення.

Методи. Експериментальні, математико-статистичні, бібліографічні.

Результати. Розроблена технологія локального зміцнення, яка дозволяє підвищити зносостійкість поверхонь робочих органів їх оплавленням із використанням електроконтактного оброблення з додатковим точковим зміцненням із застосуванням варіацій режимів обробки, різних технологічних прийомів і матеріалів для адаптації до конкретних умов експлуатації.

Висновки. Визначені раціональні режими електроконтактного оброблення лезових частин

робочих органів під час їх загострення та зміцнення: струм I – 350–450 А, напруга U – 45–55 В. Швидкість обробки – 0,30–0,36 м/хв. У разі додаткового точкового наплавлення штучними електродами Т-590 та Т-620 – I – 200–250 А, U – 32–36 В.

Для піщаних ґрунтів така обробка рекомендується з робочого боку, для решти ґрунтів – з неробочого.

Встановлено, що в умовах піщаних і супіщаних ґрунтів зміцнені за розробленою технологією культиваторні лапи мають на 18–27%, а лемеші – на 25–35% ресурс більший, ніж нові деталі вітчизняного виробництва.

Ключові слова: ґрунти різних типів, електроконтактне оброблення, зносостійкість, зміцнення, режими, робочі органи ґрунтообробних машин, схеми.

UDC 621.791.927.5:631.316.022.4

Increased the durability of parts of tillage machines, adapted to soils of different types

Vasilenko M. O., PhD, Senior Researcher, Head of the research department, National scientific center “Institute for Agricultural Engineering and Electrification” for the NAAS of Ukraine

Buslaiev D. O., Researcher, National scientific center “Institute for Agricultural Engineering and Electrification” for the NAAS of Ukraine

Kalinin O. Ye., Researcher, National scientific center “Institute for Agricultural Engineering and Electrification” for the NAAS of Ukraine

Kononogov Yu. A., Lead Engineer, National scientific center “Institute for Agricultural Engineering and Electrification” for the NAAS of Ukraine

Annotation

Purpose. Increased the durability of parts of tillage machines, adapted to the soil of different types, when they are restored by justifying the schemes and regimes for sharpening and hardfacing them.

Methods. The experimental, mathematical and statistical, bibliographic.

Results. The technology of local hardfacing, which improves the wear resistance of the surfaces of the parts of modification with the use of electroarc processing and with additional point hardfacing with the use of variations in processing modes, various technological methods and materials for adaptation to specific operating conditions.

Conclusions. The rational regimes of electroarc processing of blade parts of working bodies are

determined at their sharpening and hardening: current I – 350–450 A, voltage U – 45–55 V. Processing speed – 0,30–0,36 m/min. With additional point surfacing by piece electrodes T-590 and T-620 – I – 200–250 A, U – 32–36 V.

For sandy soils, this treatment is recommended from the working side, for other soils – from a non-working one.

It has been established that in conditions of sandy and sandy loamy soils the cultivator points strengthened by developed technology have 18–27%, and the share of 25–35% is greater than new parts of domestic production.

Keywords: electroarc processing, hardfacing, parts of tillage machines, regimes, schemes, soils of different types, wear resistance.

УДК 621.791.927.5:631.316.022.4

Повышение долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин, адаптированных к почвам разных типов

Василенко М. А.,

к.т.н., с.н.с., зав. отдела, Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства» НААН Украины

Буслаев Д. А.,

науч. сотр., Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства» НААН Украины

Калинин А. Е.,

науч. сотр., Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства» НААН Украины

Кононогов Ю. А.,

вед. инж., Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства» НААН Украины

Аннотация

Цель. Повышение долговечности рабочих органов, адаптированных к почвам разных типов, при их восстановлении путём обоснования схем и режимов их заострения и упрочнения.

Методы. Экспериментальные, математико-статистические, библиографические.

Результаты. Разработана технология локального упрочнения, которая позволяет повысить износостойкость поверхностей их оплавлением с использованием электроконтактной обработки и с дополнительным точечным упрочнением с применением вариаций режимов обработки, различных технологических приёмов и материалов для адаптации к конкретным условиям эксплуатации.

Выводы. Определены рациональные режимы электроконтактной обработки лезвийных частей рабочих органов при их заострении и упрочнении: ток I – 350–450 А, напряжение U – 45–55 В. Скорость обработки – 0,30–0,36 м/мин. При дополнительной точечной наплавке штучными электродами Т-590 и Т-620 – I – 200–250 А, U – 32–36 В.

Для песчаных почв такая обработка рекомендуется с рабочей стороны, для остальных почв – с нерабочей.

Установлено, что в условиях песчаных и супесчаных почв упрочнённые по разработанной технологии культиваторные лапы имеют на 18–27%, а лемеха – на 25–35% ресурс больший, чем новые детали отечественного производства.

Ключевые слова: износостойкость, рабочие органы почвообрабатывающих машин, почвы разных типов, режимы, схемы, упрочнение, электроконтактная обработка.

Проблема. Залежно від наробітку та типу ґрунтів сільськогосподарський виробник змушений замінити в середньому 1–4 комплекти робочих органів за сезон; загалом в Україні, за різними оцінками, потрібно не менше 1,5 млн нових робочих органів на рік, що потребує витрат у розмірі близько 500 млн грн [1].

Проблему зниження витрат на придбання запасних частин доцільно вирішувати за допомогою відновлення та зміцнення зношених робочих органів, а оскільки характер їх зношення до настання граничного стану на різних за своїм гранулометричним складом і щільністю ґрунтах суттєво відрізняється – це змушує виготовлювачів сільгосптехніки до пошуку нових матеріалів і конструкцій робочих органів, необхідності створення нових раціональних технологічних процесів відновлення, зміцнення та виготовлення робочих органів ґрунтообробних машин, адаптованих до ґрунтів різних типів.

Зарубіжні фірми-виготовлювачі випускають цілу гаму лемешів і змінних відвалів для експлуатації в різних ґрунтово-кліматичних умовах [2, 3], наприклад, іспанські La Pina та Bellota пропонують 5 і 21 типів лемешів [4, 5], німецькі – близько 30 [6]. Водночас, вони не зацікавлені в переорієнтуванні частини своїх виробничих потужностей чи створенні нових на відновлення робочих органів, хоча собівартість відновлення зношених деталей на 30–50% менша ціни нових за їх співставимого ресурсу, а кожний технологічний процес відновлення конкретного робочого органу може враховувати специфіку форми та розташування граничного зношування деталі залежно від умов, в яких використовується леміш або лапа культиватора.

Оскільки основною причиною низького наробітку на відмову деталей ґрунтообробних машин вітчизняного виробництва, порівнюючи з зарубіжними, є невисока твердість їх робочих поверхонь, що обумовлено порушенням існуючих технологій виготовлення, передусім технологічним відставанням вітчизняного сільськогосподарського машинобудування [6, 7], тому встає питання значного

підвищення зносостійкості цих поверхонь, зміцнюючи їх як під час виготовлення деталей, так і під час їх відновлення.

Тому актуальною є проблема підвищення довговічності робочих органів за допомогою обґрунтування параметрів і режимів їх зміцнення, адаптованих до ґрунтів різних типів, під час їх відновлення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанню відновлення та зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин присвячена значна кількість останніх публікацій, в яких досліджено характер їх зношування [8, 9], обґрунтовано режими виконання технологічних операцій відновлення та зміцнення, охарактеризовано нові зміцнюючі матеріали та технології [10–13]; приділено також увагу прогнозуванню попиту та організаційним питанням створення дільниць з їх відновлення [1, 14]. Тобто вирішується одна з важливих проблем технічного сервісу агропромислового виробництва щодо забезпечення запасними частинами робочих органів ґрунтообробної техніки та зменшення собівартості сільськогосподарської продукції вітчизняного сільськогосподарського підприємства завдяки своєчасному, якісному та з меншими технологічними витратами виконанню механізованих сільськогосподарських процесів [15–17].

Більшість робочих органів ґрунтообробної техніки не адаптовано до експлуатації в умовах різних типів ґрунтів, в яких використовуються ці робочі органи, а отже і різної зношувальності їх здатності. Це обумовлює внаслідок некерованого зношення передчасне використання ресурсу робочих органів.

Мета. Підвищення довговічності робочих органів, адаптованих до ґрунтів різних типів, під час їх відновлення за допомогою обґрунтування схем і режимів їх загострення та зміцнення.

Результати. Згідно зі зношувальною здатністю ґрунтів для спрощення вибору матеріалів і способів зміцнення робочих органів, адаптованих до конкретних умов експлуатації, всі ґрунти було розділено на 2 основні групи [18]:

- ґрунти з високою зношувальною здатністю (піщані та супіщані, швидкість зношування – від 4 до 6,6 мг/с);

• ґрунти зі слабкою зношувальною здатністю (легкі та важкі суглинки, глинисті, швидкість зношування – від 1 до 4 мг/с).

Застосування на певному ремонтному підприємстві (або в ремонтній майстерні сільгоспвиробника) технологічного процесу відновлення та зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин передбачає використання й комплексу обладнання для здійснення цього процесу. У разі розробки для робочих органів технологій, адаптованих для двох різних типів ґрунтів, не доцільно закладати в основу процесів два різних технологічних способи зміцнення, оскільки це буде передбачати використання й двох різних комплектів обладнання. Тому логічно вибрати один універсальний спосіб, який найбільше підходить для обох типів ґрунтів, із застосуванням варіацій режимів обробки, різних технологічних прийомів і матеріалів для адаптації до конкретних умов експлуатації.

За технологічним (зносостійкість поверхні), економічним (продуктивність) та екологічним (високий рівень концентрації

шкідливих речовин у повітрі робочої зони) критеріями проведено порівняльний аналіз перспективних способів зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин, що наведені в таблиці 1 [1–3, 6–13, 18–21].

Встановлено, що спосіб зміцнення лезових частин робочих органів електроконтактним обробленням, на відміну від інших перспективних способів, не потребує гостродефіцитних дорогих витратних матеріалів і великої кількості операцій. До того ж під час операції зміцнення одночасно проводиться загострювання різальних поверхонь, що суттєво спрощує реалізацію процесу та знижує його собівартість.

Під час процесу, який протікає між деталлю та чавунним дисковим електродом-інструментом, без спеціальних зміцнюючих матеріалів у середовищі охолоджувальної рідини утворюється розплавлений поверхневий шар лезової частини робочого органу, швидке охолодження якого забезпечує отримання загартованих структур дрібногольчатого мартенситу товщиною 2,0–2,5 мм і твердістю до 62 HRC.

Таблиця 1. Перспективні способи зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин, адаптовані до ґрунтів різних типів

Table 1. Perspective methods of hardfacing the working organs of tillers, adapted to soils of different types

Найменування способу зміцнення	Технологічний критерій (твердість поверхні, HRC)	Економічний критерій (продуктивність процесу (см ² /хв)	Екологічний критерій (високий рівень концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони)
Електродугове із застосуванням боронітрома матеріалів	60–64	до 20	оксиди азоту
Наплавлення порошковими дротами	60–64	16–36	зварювальні аерозолі, HF, SiF ₄
Газополуменеве порошкове напилення	60–64	35–80	СО, тверді мікрочастинки
Точкове наплавлення електродами Т-590, Т-620	60–64	20–40	зварювальні аерозолі
Електроконтактна обробка	60–62	60–100	без викидів шкідливих речовин у повітря

Проведення процесу в охолоджувальній рідині забезпечує також відсутність або мінімалізацію явищ зниження втомленісної міцності та ударної в'язкості, що властиві багатьом процесам із значними тепло-вкладеннями в деталь. Це робить можливим застосування способу зміцнення для робочих органів, що будуть експлуатуватися на ґрунтах різних типів, без яких-небудь обмежень.

Експлуатація робочих органів на ґрунтах різних типів суттєво відрізняється за інтенсивністю зношення, характером і місцерозположенням зношень. Наробіток на відмову однакових деталей на різних ґрунтах може коливатися від 5 до 60 га. Для уникнення цих явищ і адаптування зміцнених деталей до певних ґрунтових умов необхідно проводити додаткове зміцнення, зокрема, точковим наплавленням [18].

Для наплавлення сталевих швидкозношуваних деталей, що працюють в умовах переважно абразивного зношування, найбільш підходять покриті штучні електроди для дугового наплавлення Т-590 та Т-620. Наплавленому ними металу властиві висока твердість (63–64 HRC) і зносостійкість в умовах стирання абразивними матеріалами.

Електроди Т-590 мають знижений опір до навантажень, тому їх застосування доцільне переважно для легких (піщаних) ґрунтів.

Для придання міцності наплавленому металу до складу електродів Т-620 включено

титан (0,5–1,5%), тому наплавлені деталі можуть витримувати помірні та навіть ударні навантаження й експлуатуватися на важких глинистих ґрунтах [21].

Тому, виходячи з умов забезпечення максимально можливої зносостійкості робочих поверхонь і самозагострення леза, зміцнення лезових поверхонь лемешів необхідно проводити для умов експлуатації на піщаних і супіщаних ґрунтах з робочого боку, а для глинистих, чорноземних – з неробочого (рис. 1).

Для лап зміцнюючу обробку проводять тільки з робочого боку.

Раціональні режими електроконтактної обробки та рекомендовані товщини зміцненого шару робочих органів наведено в таблиці 2.

Розміри наплавлювальних точок у разі додаткового наплавлення та їх розташування на робочих органах наведено на рисунках 2, 3.

Партія відновлених і зміцнених за даною технологією лемешів плугів і лап культиваторів була передана для виробничої експлуатації в умовах виробника сільськогосподарської продукції. Лемеші в умовах піщаних і супіщаних ґрунтів показали наробіток 8–10 га, що на 25–35% більший, ніж у нових лемешів вітчизняного виробництва. Аналогічні показники у лап – 7–8 га та збільшення ресурсу на 18–27%.

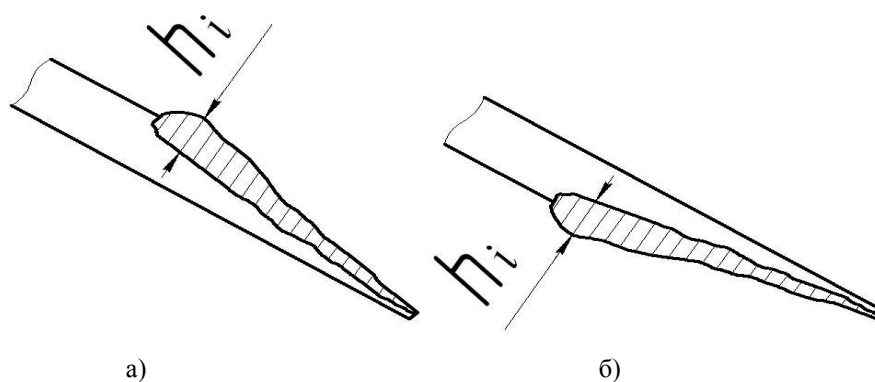


Рис. 1. Схема нанесення зміцнюючих покриттів для лемешів:

а) – для піщаних ґрунтів; б) – для глинистих ґрунтів;

h_i – товщина зміцнюючих покриттів для лемешів

Fig. 1. Scheme of applying hardening coatings for shares:

а) – for sandy soils; б) – for clay soils;

h_i – thickness of hardening coatings for shares

Таблиця 2. Рациональні режими електроконтактної обробки та рекомендовані товщини зміцненого шару робочих органів

Table 2. Rational modes of electroarc processing and recommended thicknesses of the hardened layer of working elements

Найменування	Лапи культиваторів		Лемеші плугів	
	для піщаних ґрунтів	для глинистих ґрунтів	для піщаних ґрунтів	для глинистих ґрунтів
Струм, А	380–400	350–380	400–450	380–430
Напруга, В	48–50	45–48	50–55	50–52
Швидкість обробки, м/хв	0,30–0,36			
Товщина зміцненого шару, мм	1,4–3,0	1,2–2,4	1,6–3,8	1,3–3,2

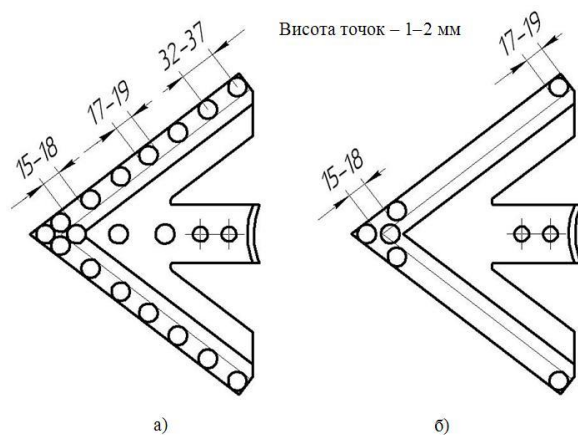


Рис. 2. Схема точкового наплавлення культиваторних лап:

а) – для піщаних ґрунтів; б) – для глинистих ґрунтів

Fig. 2. Scheme of spot surfacing of cultivator points:

a) – for sandy soils; b) – for clay soils

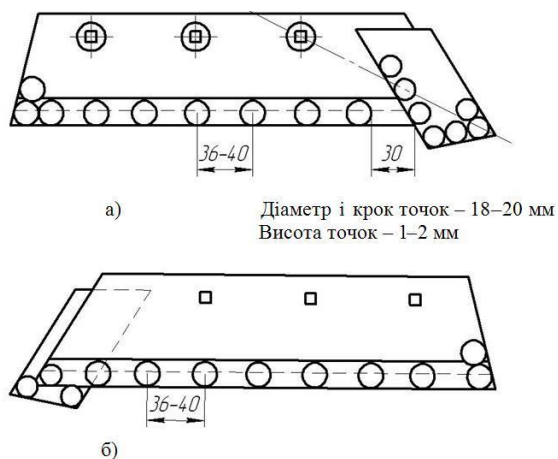


Рис. 3. Схема точкового наплавлення лемешів:

а) – для піщаних ґрунтів; б) – для глинистих ґрунтів

Fig. 3. Scheme of spot surfacing of shares:

a) – for sandy soils; b) – for clay soils

Висновки

Визначені рациональні режими електроконтактного оброблення лезових частин робочих органів під час їх загострення та зміцнення: струм I – 350–450 А, напруга U – 45–55 В. Швидкість обробки – 0,30–0,36 м/хв. У разі додаткового точкового наплавлення штучними електродами Т-590 та Т-620 – I – 200–250 А, U – 32–36 В.

Для піщаних ґрунтів така обробка рекомендується з робочого боку, для решти ґрунтів – з неробочого.

Встановлено, що в умовах піщаних і супіщаних ґрунтів зміцнені за розробленою технологією культиваторні лапи мають на 18–27%, а лемеші – на 25–35% ресурс більший, ніж нові деталі вітчизняного виробництва.

Бібліографія

1. Щодо створення дільниці з відновлення та зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин / М. О. Василенко, Ю. А. Кононогов, О. Є. Калінін, В. В. Рязанцев. *Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвід. темат. наук. зб.* Глеваха, 2013. Вип. 97. Т. 2. С. 307–314.

2. Будко С. І. Методи підвищення ефективності упрочнення деталей лемешно-отвальних плугів дуговою наплавкою твердими сплавами: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03; захищена 02.07.09. Брянск, 2009. 144 с.

3. Шитов А. Н. Повышение долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин с применением импульсного электроконтактного нагрева: на примере лемеха плуга: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03; захищена 03.09.05. М., 2005. 162 с.

4. Arado – Recambios agrícolas La Piña – La Roda. URL: <http://www.lapina.es/rejas-arado.php?idioma=1>.
5. Catalogue of Products: BELLOTA AGRISOLUTIONS. URL: http://www.bellotaagrisolutions.com/sites/default/files/catalogo_tmp2/pdf/en/Spare-parts-for-farm-machinery-Bellota.pdf.
6. Бернштейн Д. Б., Лискин И. В. Лемехи плугов. Анализ конструкций, условий изнашивания и применяемых материалов. *Сельскохозяйственные машины и орудия: обзор. инфор. Серия 2*. Вып. 3. М.: Тракторо-сельхозмаш, 1992. 35 с.
7. Сидоров С. А. Технический уровень и ресурс работы органов сельхозмашин. *Тракторы и сельскохозяйственные машины*. М., 1998. № 3. С. 29.
8. Василенко М. О., Кононогов Ю. А., Матвійченко В. С. Вибракувальні ознаки та граничні межі зношення лемешів плугів з врахуванням придатності до відновлення. *Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвід. темат. наук. зб.* Глеваха, 2013. Вип. 98. Т. 2. С. 333–339.
9. Семчук Г. І., Біловод О. І., Дудніков А. А. Характер зношування культиваторних лап у процесі їх експлуатації. *Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвід. темат. наук. зб.* Глеваха, 2013. Вип. 98. Т. 2. С. 369–374.
10. Василенко М. О., Буслаєв Д. О., Матвійченко В. С. Покращення ресурсних показників відновлення робочих органів ґрунтообробних машин. *Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвід. темат. наук. зб.* Глеваха, 2012. Вип. 96. С. 533–542.
11. Дослідження деформаційних змін лемішних робочих органів при електроерозійній обробці / М. О. Василенко, О. О. Чернявський, В. С. Матвійченко, В. О. Нечипоренко. *Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвід. темат. наук. зб.* Глеваха, 2008. Вип. 92. Т. 2. С. 428–433.
12. Підвищення довговічності культиваторних лап / М. В. Молодик, М. О. Василенко, О. О. Чернявський, В. С. Матвійченко. *Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвід. темат. наук. зб.* Глеваха, 2010. Вип. 94. С. 405–411.
13. Підвищення ресурсу відновлених дискових робочих органів конструктивно-технологічними методами / М. О. Василенко, О. О. Чернявський, Д. О. Буслаєв, В. С. Матвійченко. *Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвід. темат. наук. зб.* Глеваха, 2011. Вип. 95. С. 352–361.
14. Прогнозування попиту на відновлення робочих органів ґрунтообробних машин / О. В. Сидорчук, А. М. Тригуба, О. В. Маланчук, П. В. Шолудько. *Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвід. темат. наук. зб.* Глеваха, 2013. Вип. 97. Т. 2. С. 292–299.
15. Сидорчук О. В. Технічний сервіс агропромислового виробництва: проблеми та напрями розвитку. *Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвід. темат. наук. зб.* Глеваха, 2013. Вип. 97. Т. 2. С. 279–291.
16. Проблеми технічного сервісу сільськогосподарської техніки / О. В. Сидорчук, М. О. Василенко, С. С. Котенко, В. М. Кучерявий. *Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвід. темат. наук. зб.* Глеваха, 2014. Вип. 99. С. 307–314.
17. Сидорчук О. В., Гринько П. В. Розвиток ринку технічного сервісу сільськогосподарського виробництва. *Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвід. темат. наук. зб.* Глеваха, 2014. Вип. 99. Т. 1. С. 85–94.
18. Обґрунтувати комплект засобів технологічного оснащення дільниці з відновлення робочих органів основних ґрунтообробних машин та удосконалити параметри обладнання для їх зміцнення та загострення: звіт про НДР (закл.) / ННЦ «ІМЕСГ» НААН України; кер. М. О. Василенко. Глеваха, 2015. 141 с.
19. Левченко О. Г. Способи та засоби локалізації і нейтралізації зварювальних аерозолів: автореф. дис. ... д-ра. техн. наук: 05.26.01; захищена 14.05.02. К., 2002. 34 с.
20. Качев В. Н. Работоспособность деталей машин в условиях абразивного изнашивания. М., 1995. 333 с.
21. Сварочные и наплавочные материалы. Каталог. Донецк-Киев: АРКСЭЛ, 2007. 122 с.

Bibliohrafiia

1. Shchodo stvorennia dilnytsi z vidnovlennia ta zmitsnennia robochykh orhaniv ґрунтообробnykh mashyn / М. О. Vasylenko, Yu. A. Kononohov, O. Ye. Kalinin, V. V. Riazantsev. *Mekhanizatsiia ta elektryfikatsiia silskoho hospodarstva: mizhvid. temat. nauk. zb.* Hlevakha, 2013. Vyp. 97. T. 2. S. 307–314.
2. Budko S. Y. Metody povysheniya efektyvnosti uprochneniya detalei lemешno-otvalnykh pluhov duhovoi naplavkoi tverdymy splavamy: dys. ... kand. tekhn. nauk: 05.20.03; zashchyshechena 02.07.09. Briansk, 2009. 144 s.
3. Shtov A. N. Povyshenye dolhovechnosti robochykh orhanov pochvoobrabatyvaiushchykh mashyn s pryomenyem ymпульсноho elektrokontaktnoho nahreva: na prymerе lemekhа pluha: dys. ... kand. tekhn. nauk: 05.20.03; zashchyshechena 03.09.05. M., 2005. 162 s.
4. Arado – Recambios agrícolas La Piña – La Roda. URL: <http://www.lapina.es/rejas-arado.php?idioma=1>.
5. Catalogue of Products: BELLOTA AGRISOLUTIONS. URL: http://www.bellotaagrisolutions.com/sites/default/files/catalogo_tmp2/pdf/en/Spare-parts-for-farm-machinery-Bellota.pdf.

6. Bernshtein D. B., Lyskyn Y. V. Lemekhy pluhov. Analiz konstruktysyi, uslovyy zynashyvanyia y prymaniaemykh materyalov. *Selskokhoziaistvennyie mashyny y orudyya: obzor. ynfor.* Seryia 2. Vyp. 3. M.: Traktoro-selkhoz mash, 1992. 35 s.

7. Sydorov S. A. Tekhnicheskyi uroven y resurs raboty orhanov selkhoz mashyn. *Traktory y selskokhoziaistvennyie mashyny.* M., 1998. № 3. S. 29.

8. Vasylenko M. O., Kononohov Yu. A., Matviichenko V. S. Vybrakuvalni oznaky ta hranychni mezhi znoshennia lemshiv pluhiv z vrakhuvanniam prydatnosti do vidnovlennia. *Mekhanizatsiia ta elektryfikatsiia silskoho hospodarstva: mizhvid. temat. nauk. zb.* Hlevakha, 2013. Vyp. 98. T. 2. S. 333–339.

9. Semchuk H. I., Bilovod O. I., Dudnikov A. A. Kharakter znoshuvannia kulyvatornykh lap u protsesi yikh ekspluatatsii. *Mekhanizatsiia ta elektryfikatsiia silskoho hospodarstva: mizhvid. temat. nauk. zb.* Hlevakha, 2013. Vyp. 98. T. 2. S. 369–374.

10. Vasylenko M. O., Buslaiev D. O., Matviichenko V. S. Pokrashchennia resursnykh pokaznykh vidnovlennia robochykh orhaniv gruntoobrobnykh mashyn. *Mekhanizatsiia ta elektryfikatsiia silskoho hospodarstva: mizhvid. temat. nauk. zb.* Hlevakha, 2012. Vyp. 96. S. 533–542.

11. Doslidzhennia deformatsiinykh zmin lemishnykh robochykh orhaniv pry elektroeroziinii obrobttsi / M. O. Vasylenko, O. O. Cherniavskiy, V. S. Matviichenko, V. O. Nechyporenko. *Mekhanizatsiia ta elektryfikatsiia silskoho hospodarstva: mizhvid. temat. nauk. zb.* Hlevakha, 2008. Vyp. 92. T. 2. S. 428–433.

12. Pidvyshchennia dovhovichnosti kulyvatornykh lap / M. V. Molodyk, M. O. Vasylenko, O. O. Cherniavskiy, V. S. Matviichenko. *Mekhanizatsiia ta elektryfikatsiia silskoho hospodarstva: mizhvid. temat. nauk. zb.* Hlevakha, 2010. Vyp. 94. S. 405–411.

13. Pidvyshchennia resursu vidnovlennykh dyskovykh robochykh orhaniv konstruktivno-tekhnolohichnymy metodamy / M. O. Vasylenko, O. O. Cherniavskiy, D. O. Buslaiev, V. S. Matviichenko. *Mekhanizatsiia ta elektryfikatsiia silskoho hospodarstva: mizhvid. temat. nauk. zb.* Hlevakha, 2011. Vyp. 95. S. 352–361.

14. Prohnozuvannia popytu na vidnovlennia robochykh orhaniv gruntoobrobnykh mashyn / O. V. Sydorochuk, A. M. Tryhuba, O. V. Malanchuk, P. V. Sholudko. *Mekhanizatsiia ta elektryfikatsiia silskoho hospodarstva: mizhvid. temat. nauk. zb.* Hlevakha, 2013. Vyp. 97. T. 2. S. 292–299.

15. Sydorochuk O. V. Tekhnichniy servis ahropromyslovoho vyrobnytstva: problemy ta napriamy rozvytku. *Mekhanizatsiia ta elektryfikatsiia silskoho hospodarstva: mizhvid. temat. nauk. zb.* Hlevakha, 2013. Vyp. 97. T. 2. S. 279–291.

16. Problemy tekhnichnoho servisu silskohospodarskoi tekhniki / O. V. Sydorochuk,

M. O. Vasylenko, S. S. Kotenko, V. M. Kucheriaviy. *Mekhanizatsiia ta elektryfikatsiia silskoho hospodarstva: mizhvid. temat. nauk. zb.* Hlevakha, 2014. Vyp. 99. S. 307–314.

17. Sydorochuk O. V., Hrynko P. V. Rozvytok rynku tekhnichnoho servisu silskohospodarskoho vyrobnytstva. *Mekhanizatsiia ta elektryfikatsiia silskoho hospodarstva: mizhvid. temat. nauk. zb.* Hlevakha, 2014. Vyp. 99. T. 1. S. 85–94.

18. Obgruntuvaty komplet zasobiv tekhnolohichnoho osnashchennia dilnytsi z vidnovlennia robochykh orhaniv osnovnykh gruntoobrobnykh mashyn ta udoskonalyty parametry obladnannia dlia yikh zmitsnennia ta zahostrennia: zvit pro NDR (zakl.) / NNTs «IMESH» NAAN Ukrainy; ker. M. O. Vasylenko. Hlevakha, 2015. 141 s.

19. Levchenko O. H. Sposoby ta zasoby lokalizatsii i neutralizatsii zvariuvalnykh aerosoliv: avtoref. dys. ... d-ra. tekhn. nauk: 05.26.01; zakhyshchena 14.05.02. K., 2002. 34 s.

20. Tkachev V. N. Rabotosposobnost detalei mashyn v uslovyakh abrazyvnoho zynashyvanyia. M., 1995. 333 s.

21. Svarochnye y naplavochnye materyaly. Kataloh. Donetsk-Kyev: ARKSEL, 2007. 122 s.

Bibliography

1. About restoration and hardfacing bay of parts of tilling machines / M. O. Vasylenko, Yu. A. Kononohov, O. Ye. Kalinin, V. V. Riazantsev. *Mechanization and electrification of agriculture: collected papers.* Hlevakha, 2013. Ed. 97. T. 2. 307–314 p.

2. Budko S. Y. Methods for improving the hardening efficiency of parts of the dump-plowing plows by arc welding with hard alloys: Thesis: 05.20.03; defended 02.07.09. Briansk, 2009. 144 p.

3. Shytov A. N. Increased the durability of the parts of soil-cultivating machines with the use of pulsed electrocontact heating: The example of the plow: Thesis: 05.20.03; defended 03.09.05. M., 2005. 162 p.

4. Arado – Recambios agricolas La Piña – La Roda. URL: <http://www.lapina.es/rejas-arado.php?idioma=1>.

5. Catalogue of Products: BELLOTA AGRISOLUTIONS. URL: http://www.bellotaagrisolutions.com/sites/default/files/catalogo_tmp2/pdf/en/Spares-parts-for-farm-machinery-Bellota.pdf.

6. Bernshtein D. B., Lyskyn Y. V. The plows. Analysis of structures, wear conditions and applied materials. *Agricultural machines and tools: a survey. infor.* Series 2. Ed. 3. M.: tractor-farm mash, 1992. 35 p.

7. Sydorov S. A. Technical level and service life of agricultural machinery agencies. *Agricultural machines and tools.* M., 1998. № 3. 29 p.

8. Vasylenko M. O., Kononohov Yu. A., Matviichenko V. S. Critical signs and limits of wear of plowshares with regard to suitability for restoration. *Mechanization and electrification of agriculture: collected papers*. Hlevakha, 2013. Ed. 98. T. 2. 333–339 p.
9. Semchuk H. I., Bilovod O. I., Dudnikov A. A. The nature of the wear of cultivating paws in the process of their operation. *Mechanization and electrification of agriculture: collected papers*. Hlevakha, 2013. Ed. 98. T. 2. 369–374 p.
10. Vasylenko M. O., Buslaiev D. O., Matviichenko V. S. Improvement of resource indicators for restoration of parts of soil-working machines. *Mechanization and electrification of agriculture: collected papers*. Hlevakha, 2012. Ed. 96. 533–542 p.
11. Investigation of deformation changes of ductile parts of tilling machines in electroarc processing / M. O. Vasylenko, O. O. Cherniavskiy, V. S. Matviichenko, V. O. Nechyporenko. *Mechanization and electrification of agriculture: collected papers*. Hlevakha, 2008. Ed. 92. T. 2. 428–433 p.
12. Improve the durability of cultivar points / M. V. Molodyk, M. O. Vasylenko, O. O. Cherniavskiy, V. S. Matviichenko. *Mechanization and electrification of agriculture: collected papers*. Hlevakha, 2010. Ed. 94. 405–411 p.
13. Increased the resource of restored disk of tilling machines by constructive and technological methods / M. O. Vasylenko, O. O. Cherniavskiy, D. O. Buslaiev, V. S. Matviichenko. *Mechanization and electrification of agriculture: collected papers*. Hlevakha, 2011. Ed. 95. 352–361 p.
14. Projection of demand for restoration of parts of soil-working machines / O. V. Sydorochuk, A. M. Tryhuba, O. V. Malanchuk, P. V. Sholudko. *Mechanization and electrification of agriculture: collected papers*. Hlevakha, 2013. Ed. 97. T. 2. 292–299 p.
15. Sydorochuk O. V. Technical service of agro-industrial production: problems and directions of development. *Mechanization and electrification of agriculture: collected papers*. Hlevakha, 2013. Ed. 97. T. 2. 279–291 p.
16. Problems of technical service of agricultural machinery / O. V. Sydorochuk, M. O. Vasylenko, S. S. Kotenko, V. M. Kucheriavyi. *Mechanization and electrification of agriculture: collected papers*. Hlevakha, 2014. Ed. 99. 307–314 p.
17. Sydorochuk O. V., Hrynyk P. V. Development of the technical service market for agricultural production. *Mechanization and electrification of agriculture: collected papers*. Hlevakha, 2014. Ed. 99. T. 1. 85–94 p.
18. To prove a set technological equipment to restore the site of main soil-working machinery and equipment upgrade options for their strengthening and sharpening: report about research effort (final) / NSC «IAEE» NAAS of Ukraine; ker. M. O. Vasylenko. Hlevakha, 2015. 141 p.
19. Levchenko O. H. Ways and means of containment and neutralization of welding aerosols: Abstract: 05.26.01; defended 14.05.02. K., 2002. 34 p.
20. Tkachev V. N. Performance of machine parts in abrasive wear conditions. M., 1995. 333 p.
21. Welding materials. Catalog. Donetsk-Kiev: ARKSEL, 2007. 122 p.