

**Дудніков А.А.**

к.т.н., професор

Дудніков І.А.

к.т.н., доцент

Горбенко О.В.

к.т.н., доцент

Келемеш А.О.

к.т.н.

**Полтавська державна
аграрна академія****Dudnikov A.****Dudnikov I.****Gorbenko A.****Kelemesh A.****Poltava State Agrarian
Academy****УДК 621.9****DOI: 10.37128/2306-8744-2019-3-3****ВПЛИВ ЗМІЦНЮЮЧОЇ ОБРОБКИ
ДЕТАЛЕЙ НА НАДІЙНІСТЬ МАШИН**

В роботі розглянуті питання підвищення надійності сільськогосподарської техніки за рахунок використання зміцнюючої обробки відновлених деталей машин пластичним деформуванням, що забезпечує підвищення показників якості їх поверхневого шару при відновленні.

Проведено перевірку експлуатаційної стійкості поршневих пальців та верхніх головок шатунів відновлених вібраційним зміцненням на двигунах, що працювали в механізованому сільськогосподарському комплексі: трактор – сільськогосподарська машина – автомобіль. Як показали дослідження, величина зносу поршневих пальців, відновлених методом вібраційного деформування в 1,23 рази менша, ніж при традиційному методі відновлення, що підтверджує ефективність вібраційної технології.

Розроблені та впроваджені у виробництво технологічні процеси відновлення дисків копачів бурякозбиральних комбайнів, дисків сошників зернових сівалок, плужних лемешів із застосуванням вібраційних коливань обробного інструменту.

Результати даних розробок показали збільшення напрацювання бурякозбирального комбайну з дисками копачів зміцненими вібраційним методом в 1,21 рази; підвищення коефіцієнту технічного використання у 1,07 рази, у порівнянні з новими дисками зі сталі 65Г.

Для підвищення надійності плугів ПЛН-5-35, ПЛН-3-35 розроблена та впроваджена у виробництво технологія відновлення робочих органів - лемешів, що забезпечує підвищення їх зносостійкості та міцності.

Коефіцієнт технічного використання плужних агрегатів з лемешами, відновленими по розробленій технології, в 1,01 рази вище, ніж у плужних агрегатів з новими лемешами зі сталі 65Г.

Швидкість зношування носка, ширини та товщини леза лемеша відповідно в 1,51; 1,22 та 1,27 рази менше у порівнянні з новими лемешами зі сталі 65Г.

Результати дослідження вібраційної зміцнюючої обробки робочих органів сільськогосподарської техніки сприяють підвищенню їх ресурсу, що забезпечує підвищення надійності машин.

Ключові слова: робочі органи, пластичне деформування, вібраційна обробка, надійність, коефіцієнт технічного використання, міцність, зносостійкість.

Постановка проблеми. При експлуатації сільськогосподарських машин внаслідок зношування їх деталей виникає проблема зниження їх працездатності. У зв'язку з цим в технологічних процесах відновлення та виготовлення необхідно застосовувати зміцнюючі обробку деталей, що сприяє підвищенню експлуатаційних властивостей

матеріалу деталей, їх довговічність та надійність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В літературі приводиться ряд досліджень по розробці технологічних процесів зміцнення з метою підвищення ресурсу машин [1, 2, 3, 4].

До них слід віднести спосіб пластичного деформування (наклепу) робочих поверхонь деталей машин: обкочування роликками



(кульками); вібраційне та ультразвукове зміцнення.

В машинобудуванні досить широко застосовується технологічний процес обкочування поверхонь виготовлюваних деталей для зміцнення робочих поверхонь. Позитивний ефект даної технології пояснюється розміцнюючим впливом поверхнево активного середовища (ефект Ребіндера) [5]. Проте, даний технологічний процес не знайшов належного застосування в ремонтному виробництві.

Застосування віброобкочування має наступні основні особливості: змінення оброблюваної поверхні; забезпечення необхідної шорсткості; висока точність розмірів.

Застосування вібраційного обкочування сприяє покращенню експлуатаційних властивостей деталей: підвищення зносостійкості, міцності, строку служби.

Даний технологічний процес застосовується, як правило, в машинобудуванні для обробки деталей з чорних та кольорових металів та сплавів твердістю їх матеріалу до 65 HRC. При цьому зусилля деформування складає 50-200 Н, а мікротвердість матеріалу обробленої поверхні до 30% вище вихідної [6].

Слід відмітити, що застосування вібраційної зміцнюючої обробки в ремонтному виробництві викладено ще недостатньо, що вимагає проведення самостійних досліджень.

Мета досліджень. Метою досліджень є підвищення надійності машин при їх

відновленні та виробництві із застосуванням зміцнюючої обробки матеріалу їх деталей поверхневим пластичним деформуванням.

Результати досліджень. За останній час в машинобудуванні достатньо широко застосовуються вібраційні коливання при багатьох технологічних операціях. Виникла необхідність їх застосування при розробці технологічних процесів в ремонтному виробництві при відновленні деталей машин.

На кафедрі «Технології та засоби механізації аграрного виробництва» розроблено цілий ряд технологій по відновленню зношених деталей сільськогосподарських машин на основі застосування вібраційних коливань.

Відомо, що поршневі пальці та втулки верхніх головок шатунів в порівнянні з іншими деталями типу тіл обертання працюють в умовах високих знакозмінних навантажень та температур. Перевірка експлуатаційної стійкості відновлених вібраційним зміцненням указаних деталей проводилась на двигунах ряду ЗМЗ, що працювали в механізованому сільськогосподарському комплексі: трактор – сільськогосподарська машина – автомобіль, експлуатаційна завантаженість якого висока через часті запуски та зупинки двигуна.

Завантаженість K_n оцінювалась відношенням наробітку до загального пробігу. Дані експлуатаційних випробувань представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Дані експлуатаційних випробувань

Середнє значення зносу поршневого пальця, мм			Завантаженість K_n
Відновлення вібраційним зміцненням	Відновлення звичайним методом	Нові	
0,039	0,048	0,037	0,83

Як показали дослідження, величина зносу поршневих пальців, відновлених методом вібраційного деформування в 1,23 рази менша, ніж при традиційному методі відновлення, що підтверджує ефективність вібраційної технології.

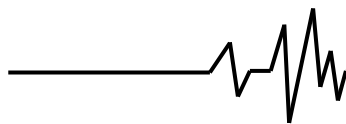
У підвищенні надійності та довговічності робочих органів бурякозбиральних машин, зернових сівалок, плугів значна роль належить зміцнюючій обробці їх робочих органів.

За рахунок цього були розроблені та впроваджені у виробництво технологічні процеси відновлення дисків копачів бурякозбиральних комбайнів, дисків сошників зернових сівалок, плужних лемешів із застосуванням вібраційних коливань обробного інструменту.

Технологічний процес відновлення дисків копачів включає наступні операції: відбір дисків придатних до відновлення та обрізання по зовнішньому діаметру їх зношеної частини; виготовлення сегментних шин та їх приварювання по зовнішньому діаметру; автоматичне наплавлення поверхні шин порошком сормайту; заточування ріжучої частини диска; вібраційне зміцнення лека диска.

На експлуатаційні випробування були поставлені наступні варіанти дисків копачів: нові диски зі сталі 65Г; відновлені приварюванням шин зі сталі 45 з наступним автоматичним наплавленням сормайтом; відновлені приварюванням шин зі сталі 45 з автоматичним наплавленням сормайтом та зміцнені вібраційним деформуванням (табл. 2).

Таблиця 2



Результати експлуатаційних випробувань дисків копачів

Варіант диска копача	Зібрана площа, га	Знос по радіусу леза ножа диска, мм		Збільшення товщини леза ножа диска, мм		Процент не-викоупання коренеплодів
		активного	пасивного	активного	пасивного	
1. Нові диски зі сталі 65Г	335	6,95	6,61	4,72	4,58	5,1
2. Відновлені приварюванням шин зі сталі 45 з наступним автоматичним наплавленням сормайттом	362	6,28	5,76	5,24	5,11	4,6
3. Відновлені приварюванням шин зі сталі 45 з автоматичним наплавленням сормайттом та зміцнені вібраційним деформуванням	405	4,93	4,54	3,89	3,77	3,8

Збільшення напрацювання комбайну з дисками, зміцненими вібраційним методом, склало 1,21 рази.

Важливими показниками надійності бурякозбиральної техніки є коефіцієнт технічного використання, який характеризує як безвідмовність, так і ремонтпридатність, та враховує час перебування об'єкту в

працездатному стані та час на проведення технічного обслуговування та ремонт.

В таблиці 3 наведені середні значення коефіцієнту технічного використання бурякозбиральних комбайнів, що працюють з дисками копачів указаних варіантів табл. 2, у складі сільськогосподарського механізованого комплексу.

Таблиця 3

Значення коефіцієнта технічного використання

Варіант диска копача	Наробіток до перезаточування, га	Коефіцієнт технічного використання, К _{тв}
1	145	0,928
2	170	0,938
3	284	0,990

Як видно з табл. 3 коефіцієнт технічного використання бурякозбиральних комбайнів, що працюють з дисками, відновленими по розробленій та впровадженій технології, у 1,07 рази вище, ніж у комбайнів з новими дисками [7].

Розробка та застосування альтернативних енергозберігаючих та ефективних в експлуатації методів забезпечення надійності їх поверхні є досить актуальним. Тому створення технології їх зміцнення із застосуванням механічних коливань сприяє підвищенню ресурсу ґрунтообробних машин. Для підвищення їх надійності, зокрема плугів ПЛН-5-35, ПЛН-3-35 нами розроблена та впроваджена у виробництво технологія їх відновлення, що забезпечує підвищення їх зносостійкості та міцності.

Експлуатаційні дослідження наробітку плужних агрегатів проводили для наступних варіантів лемешів: нових зі сталі 65Г; нових зі сталі 65Г, зміцнених вібраційною обробкою; відновлених з приварюванням шин зі сталі 45 з наплавленням сормайттом та вібраційним зміцненням.

Надійність роботи указаних лемешів оцінювалась наробітком плужного агрегату, що приходить на одиницю зносу носка, ширини та товщини лемеша. Найбільші значення указаних параметрів 10,95 га/мм; 41,87 га/мм та 65,43 га/мм. Найменші значення мали нові лемеші зі сталі 65Г, відповідно: 7,27 га/мм; 34,36 га/мм; 51,34 га/мм.

Експлуатаційними дослідженнями встановлено, що більш надійними були лемеші, відновлені приварюванням шин зі сталі 45 з наплавленням сормайттом та вібраційним зміцненням. Швидкість зношування носка,



ширини та товщини леза лемеша відповідно в 1,51; 1,22 та 1,27 рази менше у порівнянні з новими лемешами зі сталі 65Г [8].

Надійність роботи ґрунтообробних машин, що працюють з указаними робочими органами, оцінювалась по їх наробітку та коефіцієнту технічного використання (табл. 4).

Таблиця 4

Оціночні показники надійності

Варіанти лемешів	Середній наробіток	Коефіцієнт технічного використання, $K_{ТВ}$
1. Нові зі сталі 65Г	448	0,951
2. Відновлені приварюванням шин зі сталі 65Г з наплавленням сормайтотом та вібраційним зміцненням	470	0,994
3. Нові лемеші, оброблені вібраційним зміцненням	458	0,981

Встановлено, що найбільше значення $K_{ТВ} = 0,994$ мали плужні агрегати з лемешами, відновленими приварюванням шин зі сталі 45 з наплавленням сормайтотом та вібраційним зміцненням, а найменше значення $K_{ТВ} = 0,951$ – з новими лемешами зі сталі 65Г. Коефіцієнт технічного використання плужних агрегатів з лемешами, відновленими по розробленій технології, в 1,01 рази вище, ніж у плужних агрегатів з новими лемешами зі сталі 65Г.

Висновки. Таким чином, застосування вібраційної зміцнюючої обробки робочих органів сільськогосподарської техніки сприяє підвищенню її ресурсу, що забезпечує підвищення надійності машин.

Список використаних джерел

1. Рибак Т. І. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин. Тернопіль : ВАТ «ТВПК», 2003. 323 с.
2. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів / О.М. Царенко та ін. Київ : Мета, 2003. 448 с.
3. Левин Э. Л. Выбор оптимального способа восстановления изношенных деталей. Уфа : Башгосагроуниверситет, 1998. 20 с.
4. Каракозев Э. С., Латыпов Р. А. Восстановление деталей с использованием прогрессивных технологий. М. : ВИНТИ, 1999. 44 с.
5. Василенко П. М., Погорельый А. В. Основы научных исследований. Механизация сельского хозяйства. Київ : Высшая школа, 1985. 266 с.
6. Клименко В. М., Шаповал В. И. Вибрационная обработка металлов давлением. Київ : Техника, 1987. 128 с.
7. Дудников А. А., Беловод А. И., Горбенко О. В. Упрочняющая обработка вибрационным деформированием. Сб. науч. Трудов ЛНАУ. Луганск, 2006. №68/91. С. 86–88.
8. Дудников И. А., Дудник В.В. Повышение долговечности плужных лемехов. Вестник национального технического

университета «ХПИ». Харьков, 2011. №10. С. 35–38.

Список джерел у транслітерації

1. Rybak, T. I. (2003). *Poshukove konstruiuvannia na bazi optymizatsii resursu mobilnykh silskohospodarskykh mashyn*. Ternopil: VAT «TVPK». [in Ukrainian].
2. Tsarenko, O. M. (2003). *Mekhaniko-tehnologichni vlastyvosti silskohospodarskykh materialiv*. Kyiv: Meta. [in Ukrainian].
3. Levyn, E. L. (1998). *Vybor optimalnogo sposoba vosstanovleniya iznoshennykh detalei*. Ufa: Bashhosahrounyversytet. [in Russian].
4. Karakozev, E. S. (1999). *Vosstanovlenye detalei s ispolzovanyem proressivnykh tekhnolohyi*. Moscow: VYNYTY. [in Russian].
5. Vasylenko, P. M. & Pohorelyi, P. M. (1985). *Osnovy nauchnykh issledovanyi. Mekhanizatsiya selskoho khoziaistva*. Kiev: Vysshaia shkola. [in Russian].
6. Klymenko, V. M. & Shapoval, V. Y. (1987). *Vybratsyonnaia obrabotka metallov davlenyem*. Kiev: Tekhnika. [in Russian].
7. Dudnykov, A. A., Belovod, A. I. & Horbenko A. V. (2006). *Uprochniuiushchaia obrabotka vibratsyonnym deformyrovanyem. Sb. nauch. trudov LNAU*, (68–91), 86–88. [in Russian].
8. Dudnykov, I. A. & Dudnyk, V. V. (2011). *Povyshenye dolhovechnosty pluzhnykh lemehov. Vestnyk natsyonalnoho tekhnicheskoho universiteta «KhPY»*, (10), 35–38. [in Russian].

ВЛИЯНИЕ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ НА НАДЕЖНОСТЬ МАШИН

В работе рассмотрены вопросы повышения надежности сельскохозяйственной техники за счет использования упрочняющей обработки восстановленных деталей машин пластическим деформированием, что обеспечивает повышение показателей качества их поверхностного слоя при восстановлении.



Проведена проверка эксплуатационной устойчивости поршневых пальцев и верхних головок шатунов восстановленных вибрационным укреплением на двигателях, работающих в механизированном сельскохозяйственном комплексе трактор - сельскохозяйственная машина - автомобиль. Как показали исследования, величина износа поршневых пальцев, восстановленных методом вибрационного деформирования в 1,23 раза меньше, чем при традиционном методе восстановления, что подтверждает эффективность вибрационной технологии.

Разработаны и внедрены в производство технологические процессы восстановления дисков копателей свеклоуборочных комбайнов, дисков сошников зерновых сеялок, плужных лемехов с применением вибрационных колебаний обрабатываемого инструмента.

Результаты данных разработок показали увеличение наработки свеклоуборочного комбайна с дисками копателей, упрочненными вибрационным методом в 1,21 раза; повышение коэффициента технического использования в 1,07 раза, по сравнению с новыми дисками из стали 65Г.

Для повышения надежности плугов ПЛН-5-35, ПЛН-3-35 разработана и внедрена в производство технология восстановления рабочих органов - лемехов, что обеспечивает повышение их износостойкости и прочности.

Коэффициент технического использования плужных агрегатов с лемехами, восстановленными по разработанной технологии, в 1,01 раза выше, чем в плужных агрегатов с новыми лемехами из стали 65Г.

Скорость износа носка, ширины и толщины лезвия лемеха соответственно в 1,51; 1,22 и 1,27 раза меньше по сравнению с новыми лемехами из стали 65Г.

Результаты исследования вибрационной упрочняющей обработки рабочих органов сельскохозяйственной техники способствуют повышению их ресурса, обеспечивающего повышение надежности машин.

Ключевые слова: рабочие органы, пластическое деформирование, вибрационная обработка, надежность, коэффициент технического использования, прочность, износостойкость.

INFLUENCE OF STRENGTHENING OF PARTS ON THE RELIABILITY OF MACHINES

The paper considers the issues of increasing the reliability of agricultural machinery through the use of reinforcing processing of recovered machine parts by plastic deformation, which provides an increase in the quality of their surface layer during recovery.

The operational stability of the piston fingers and the upper heads of the connecting rods restored by vibration reinforcement on the engines working in the mechanized agricultural complex was carried out: tractor - agricultural machine - car. Studies have shown that the amount of wear of piston fingers restored by the vibration deformation method is 1.23 times smaller than the traditional method of recovery, which confirms the effectiveness of vibration technology.

Technological processes of restoration of discs of diggers of beet harvesters, discs of coulters of grain planers, plow blades with use of vibrating vibrations of the processing tool are developed and put into production.

The results of these developments showed an increase of 1.21 times the time of beet harvester harvesting with the diggers' wheels with the vibration-strengthened method; an increase in technical use factor of 1.07 times, compared to new 65G steel wheels.

To improve the reliability of the PLN-5-35, PLN-3-35 plows, the technology of restoration of working bodies - blades is developed and introduced into production, which provides for increase of their durability and durability.

The coefficient of technical use of the plow units with the blades restored by the developed technology is 1.01 times higher than that of the plow units with the new blades made of 65G steel.

The wear rate of the toe, width and thickness of the blade are 1.51 respectively; 1.22 and 1.27 times less than the new 65G steel blades.

The results of the study of vibrating reinforcing processing of working bodies of agricultural machinery help to increase their resource, which provides increased reliability of machines.

Keywords: working bodies, plastic deformation, vibration processing, reliability, coefficient of technical use, durability, durability.

Відомості про авторів

Дудніков Анатолій Андрійович – кандидат технічних наук, професор кафедри технології та засоби механізації аграрного виробництва в Полтавській державній аграрній академії, (Сковороди, 1/3, Полтава, 36003, Україна), anat_dudnikov@ukr.net, +38 095 515 55 75.



Дудников Анатолий Андреевич – кандидат технических наук, профессор кафедры технологии и средств механизации аграрного производства Полтавской государственной аграрной академии (Сковороды, 1/3, Полтава, 36003, Украина), anat_dudnikov@ukr.net, +38 095 515 55 75.

Anatoly Dudnikov – PhD tech. sci., Professor, department of technology and means of mechanization of agrarian production in Poltava State Agrarian Academy (1/3 Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine), anat_dudnikov@ukr.net, +38 095 515 55 75.

Дудніков Ігор Анатолійович – кандидат технічних наук, доцент, декан інженерно-технологічного факультету в Полтавській державній аграрній академії (Сковороди, 1/3, Полтава, 36003, Україна), anat_dudnikov@ukr.net, +38 095 515 55 75.

Дудников Игорь Анатоліевич – кандидат технических наук, доцент, декан инженерно-технологического факультета Полтавской государственной аграрной академии (Сковороды, 1/3, Полтава, 36003, Украина), anat_dudnikov@ukr.net, +38 095 515 55 75.

Igor Dudnikov – PhD tech. sci., Assos. Prof., dean of the faculty of engineering and technology in Poltava State Agrarian Academy (1/3 Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine), anat_dudnikov@ukr.net, +38 095 515 55 75.

Горбенко Олександр Вікторович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології та засоби механізації аграрного виробництва в Полтавській державній аграрній академії, (Сковороди, 1/3, Полтава, 36003, Україна), gorben@ukr.net, +38 095 767 45 54.

Горбенко Александр Викторович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и средств механизации аграрного производства Полтавской государственной аграрной академии (Сковороды, 1/3, Полтава, 36003, Украина), gorben@ukr.net, +38 095 767 45 54.

Oleksandr Gorbenko – PhD tech. sci., Assos. Professor, department of technology and means of mechanization of agrarian production in Poltava State Agrarian Academy (1/3 Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine), gorben@ukr.net, +38 095 767 45 54.

Келемеш Антон Олександрович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології та засоби механізації аграрного виробництва в Полтавській державній аграрній академії, (Сковороди, 1/3, Полтава, 36003, Україна), antonkelemesh@gmail.com, +38 066 875 58 97.

Келемеш Антон Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и средств механизации аграрного производства Полтавской государственной аграрной академии (Сковороды, 1/3, Полтава, 36003, Украина), antonkelemesh@gmail.com, +38 066 875 58 97.

Anton Kelemesh – PhD tech. sci., Assos. Professor, department of technology and means of mechanization of agrarian production in Poltava State Agrarian Academy (1/3 Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine), antonkelemesh@gmail.com, +38 066 875 58 97.