

Конструкція і теорія сільськогосподарських машин
Construction and theory of agricultural machines

УДК 621.43

[https://doi.org/10.37700/enm.2020.4\(18\).68](https://doi.org/10.37700/enm.2020.4(18).68) - 72

Підвищення ресурсу зернопосівних машин

А.А. Дудніков¹, В.В. Дудник², О.І. Біловод³, О.В. Канівець⁴, О.А. Бурлака⁵*Полтавська державна аграрна академія (м. Полтава, Україна)**email:*¹ anat_dudnikov@ukr.net,² volodymyr.dudnyk@pdaa.edu.ua,³ oleksandra.bilovod@pdaa.edu.ua, ⁴ oleksandr.kanivets@pdaa.edu.ua,⁵ oleksii.burlaka@pdaa.edu.ua; *ORCID:*¹ 0000-0001-8580-657X, ² 0000-0002-6553-2951,³ 0000-0003-3470-0091, ⁴ 0000-0003-4364-8424, ⁵ 0000-0002-2296-7234

Одним з основних видів зношування робочих органів ґрунтообробних та посівних машин є абразивне зношування. Таке зношування призводить до втрати працездатності леза робочих органів, зокрема зернопосівних машин.

Під час виконання механізованих технологічних операцій посіву зернових культур дискові сошники сівалок знижують (втрачають) свою працездатність в разі, коли відстань між їх кромками в місці, де вони сходяться, перевищує 5 мм. Останнє обумовлено зменшенням зовнішнього діаметра дисків і є підґрунтям для заміни дисків.

Економічно обґрунтовано здійснення відновлення зношених дисків. Тому у статті розглянуто існуючі методи відновлення робочих органів зернопосівних машин. Запропоновано метод відновлення зазначених деталей з використанням механічних вібраційних коливань обробного інструменту.

Основні параметри відновлених дисків, з використанням механічних вібраційних коливань обробного інструменту, порівняно з параметрами відновлених дисків методом наплавлення зношеного шару металу.

Експериментально підтверджено, що спосіб відновлення посівних дисків впливає на величину їхнього остаточного ресурсу. Перевагу надано вібраційному відновленню.

Проведені дослідження процесу вібраційного зміцнення матеріалу деталей, які сприяють підвищенню якості відновлення дисків сошників зернопосівних машин, що забезпечує їх підвищену зносостійкість і, відповідно, підвищення ресурсу.

Встановлено основні параметри обробки при вібраційному зміцненні (амплітуда, частота коливань обробного інструменту, час обробки).

Проведеними дослідженнями встановлено характер інтенсивності зношування діаметра дисків сошників і товщини їх леза.

Встановлено, що зносостійкість, а отже, і ресурс дисків сошників залежать як від їх параметрів, так і від способу відновлення.

Отримані дані стендових випробувань дозволяють розробити і впровадити у виробництво технологію відновлення дисків сошників методом вібраційного деформування.

Ключові слова: ресурс; довговічність; вібраційне зміцнення; зносостійкість.

При експлуатації сільськогосподарських машин в результаті впливу на їх робочі органи цілого ряду факторів відбувається погіршення їх технічних характеристик, що викликають зниження працездатності. Робочі органи ґрунтообробних машин працюють в контакт з абразивним середовищем, що викликає підвищений їх знос. Склад ґрунтового середовища істотно впливає на інтенсивність зношування а також вибір методів підвищення зносостійкості ріжучих елементів їх деталей.

Зношувальна здатність ґрунтового середовища залежить як від складу ґрунту, так і від його вологості.

У зернопосівних машин особливо схильні до підвищеного зносу незахищені обробні диски.

Внаслідок значного зношування дисків сошників зернових сівалок знижується їх напрацювання в 1,5...2 рази від запланованого.

Дискові сошники знижують (втрачають) свою працездатність в разі, коли відстань між їх кромками в місці, де вони сходяться складе більше 5 мм. Це відбувається внаслідок зменшення зовнішнього діаметра дисків, викликаного їх зношуванням.

В процесі експлуатації внаслідок абразивного зношування лезо ґрунтообробних робочих

органів втрачає працездатність. Тому для усунення зносу його необхідно відновити.

Застосування ефективних технологічних процесів при відновленні робочих органів посівних машин є резервом підвищення ефективності виробництва і продуктивності праці, що дозволить значно скоротити енергетичні ресурси на усунення відмов [1, 2].

Для підвищення довговічності ріжучих елементів дискових робочих органів застосовують зміцнення індукційним способом. Недолік даного методу – зі зменшенням товщини відновленого шару наплавленого до 0,2 мм знижується якість зміцнення через підвищену витрату форми деталей [3].

Застосовуються способи наплавки: метод плекування зносостійкою стрічкою, метод зміцнення тертям [4].

До інших методів зміцнення відноситься лазерна наплавка. Процес лазерної наплавки полягає в нанесенні на поверхню деталі наплавочного матеріалу.

Указані способи відрізняються високою складністю, вимагають спеціального дорогого обладнання і поки ще не знайшли широкого застосування при відновленні вищевказаних деталей в ремонтному виробництві.

В США, Японії при відновленні деталей сільськогосподарської техніки одержав деяке розповсюдження метод нанесення на поверхню полімерних матеріалів [5].

Указані методи не знайшли поки належного застосування при відновленні вказаних деталей.

В процесі експлуатації диски сошників зернових сівалок можуть мати несправності: деформування, короблення, зношування по зовнішньому діаметру та ін.

При незначному деформуванні (до 3 мм) диски встановлюють на плиту з пневмоциліндром і притискають її одночасно з диском до роликів, які прокачуються по диску і одночасно здійснюють його виправлення.

При зношуванні дисків по діаметру проводять заточування їх ріжучої кромки. Згідно технічним умовам на ремонт, диски сівалок мають три ремонтних розміри: перший – $\varnothing 342 \pm 2$ мм; другий – $\varnothing 336 \pm 2$ мм і третій – $\varnothing 328 \pm 2$ мм.

Вказані вище способи відновлення не забезпечують належної якості: однорідності структури і властивостей, високої зносостійкості абразивному зношуванню. Виникаючі залишкові напруження при відновленні знижують зносостійкість дисків в процесі експлуатації.

Основою віброзміцнення є динамічний характер протікання технологічного процесу, що супроводжується безліччю мікроударів робочого інструменту по поверхні оброблюваної деталі і забезпечує пластичне деформування поверхневого шару [6].

Найбільш наглядні переваги вібраційного зміцнення при обробці деталей, що працюють у важких умовах (робочі органи ґрунтообробних, посівних і збиральних машин).

Зносостійкість поверхні деталей, оброблених вібраційним методом, залежить від глибини зміцненого шару, в літературі відсутні конкретні рекомендації по її визначенню.

У літературі недостатньо вивчені наступні питання: вплив зміцнення матеріалу оброблюваних деталей, схильних до абразивного зношування; вплив вібраційної обробки на підвищення довговічності робочих органів зернових сівалок.

Представляє практичний і теоретичний інтерес проведення подальших досліджень процесу вібраційного зміцнення деталей, що працюють в особливо навантажених умовах для розробки технології, що забезпечує підвищення їх ресурсу.

Інтенсивність зношування робочих органів істотно впливає на надійність посівної техніки. При розробці технології їх відновлення проводили вибір оптимальних параметрів обробки.

Заміри товщини ободу диска проводили мікрометром ШЦЦ-50 з точністю відліку 0,01 мм, кут леза диска вимірювали кутоміром з дискретністю відліку 5'.

Дослідження і відновлення робочих органів дисків сошників методом вібраційного деформування проводили на виготовленій установці.

Для визначення впливу звичайного і вібраційного деформування на якість оброблюваного матеріалу дослідження проводили на зразках (моделях), а потім – деталях (дисках зернових сівалок).

Відновлення робочої поверхні диска проводили приварюванням сегментів по його зовнішньому діаметру. Сегменти виготовлялися зі сталі 45 товщиною 3,0 мм і шириною 20 мм на сорокатонному пресі.

Амплітуда коливань обробного інструменту вимірювалася в межах 0,25-0,75 мм, а частота коливань – 700-2100 хв⁻¹, час обробки 10-30 с.

Параметри варіювання зазначених факторів при попередніх дослідженнях представлені в таблиці 1.

Повторюваність дослідів і вимірів параметрів дисків сошників в розмічених точках була прийнята триразовою.

Зміна параметрів дисків сошників представлено в табл. 2.

Експериментально встановлено, що найбільше збільшення діаметра диска сошника 3,45 мм мало місце при відновленні приварюванням сегментів зі сталі 45 з наплавленням сормайтотом. Найбільше зменшення товщини різальної кромки 0,27 мм спостерігалось у дисків, відновлених приварюванням сегментів зі сталі 65Г, що може бути пояснено зміною структури матеріалу, викликаного зварюванням.

Таблиця 1. Параметри варіювання факторів експерименту

Фактори	Код	Інтервал варіювання	Рівні варіювання		
			нижній -1	основний 0	верхній +1
1. Амплітуда, мм	x_1	0,25	0,25	0,5	0,75
2. Частота, хв ⁻¹	x_2	700	700	1400	2100
3. Час обробки, с	x_3	10	10	20	30

Таблиця 2. Зміна параметрів дисків сошників при віброзміцненні

Варіант диска	Час зміцнення	Збільшення діаметра диска, мм	Зменшення товщини ріжучої кромки, мм
Варіант 1. Відновлені приварюванням сегментів із сталі 45 з наплавленням сормайтотом	10	2,75	0,14
	20	3,00	0,17
	30	3,45	0,21
Варіант 2. Відновлені приварюванням сегментів із сталі 65Г	10	1,88	0,13
	20	2,01	0,19
	30	2,25	0,27

Інтенсивність зміни діаметра диска сошників при вібраційному зміцненні представлена на рис. 1.

Експериментально встановлено характер інтенсивності зменшення товщини леза дисків Δa для зазначених варіантів дисків сошників (рис. 2).

Проведені експериментальні дослідження показали ідентичність збільшення діаметра диска і зменшення його товщини леза при вібраційному зміцненні.

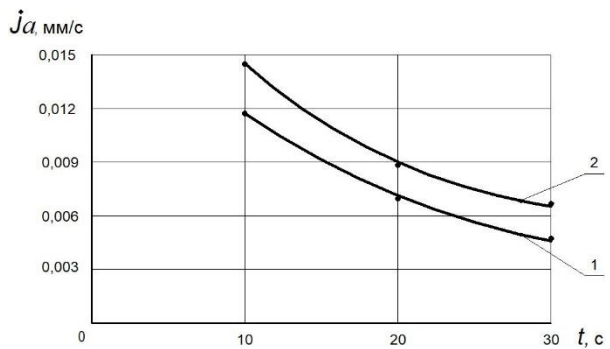
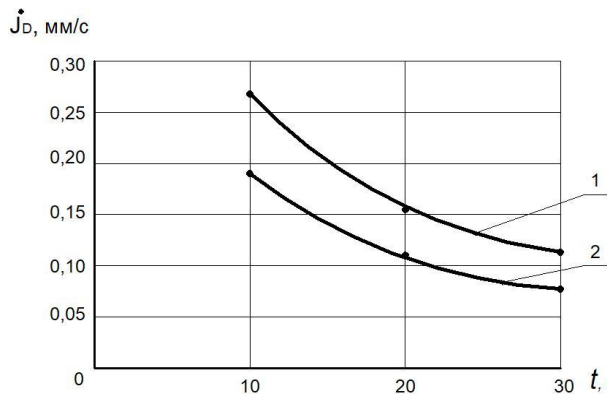
Отримані експериментальні дані дозволили підтвердити наступне:

а) оптимальним значенням амплітуди обробного органу є $A=0,5$ мм. Збільшення амплітуди призводить до нерівномірності збільшення дисків сошників по колу, що становить 0,37-0,94 мм, а при зменшенні спостерігається зниження величини деформації в радіальному напрямку в 0,46-0,62 рази;

б) найбільше значення 3,45 мм величини деформації в радіальному напрямку мало місце у дисків, відновлених приварюванням сегментів зі сталі 45 з наплавленням сормайтотом. Максимальне значення товщини 0,27 мм ріжучої кромки спостерігалось у дисків, відновлених приварюванням сегментів зі сталі 65Г.

Нерівномірність деформації в радіальному напрямку диска при його відновленні є однією з причин виникнення залишкових напружень. Залишкові напруження в процесі деформування фіксували по показаннях тензометричних даних. Після перерахунку отриманих даних були визначені значення залишкових напружень.

Проведеними нами дослідженнями було встановлено, що на поверхні леза диска виникають стискаючі залишкові напруження. Їх величина залежить від виду обробки і становить: при відновленні приварюванням сегментів зі сталі 45 з наплавленням сормайтотом і вібраційному зміцненні 102-110 МПа; відновлених приварюванням сегментів зі сталі 65Г і вібраційному зміцненні 115-125 МПа.

**Рис. 1.** Інтенсивність збільшення діаметра диска сошника в залежності від часу при $A=0,5$ мм**Рис. 2.** Інтенсивність зменшення товщини леза диска сошника в залежності від часу при $A=0,5$ мм

В процесі стендових випробувань в результаті дії абразиву відбувається зношування леза дисків, що призводить до затуплення ріжучої кромки. Це сприяє погіршенню технологічного процесу посіву зернових культур.

Методикою дослідження були передбачені диски діаметром 300, 350 і 400 мм наступних варіантів: нові диски 1, 2, 3 зі сталі 65Г з вібраційним зміцненням; 4, 5, 6 – відновлені приварюванням

сегментів зі сталі 45 з наплавленням сормайтом і вібраційним зміцненням (табл. 3).

Дані лабораторних вимірювань наведені в табл. 4. Дані випробувань свідчать, що найменшу величину зносу мали диски діаметром 350 мм.

Дослідженнями встановлено, що найменша зміна товщини леза диска 0,43 мм мала місце при первинній кромці леза рівній 2,4...2,7 мм.

Аналіз даних при стендових випробуваннях дозволяє зробити висновок, що зносостійкість, а отже, і ресурс дисків сошників залежить як від їх параметрів, так і від способу відновлення.

Таблиця 3. Характеристика параметрів дисків

Варіант диска	Вимірювані параметри		
	Зовнішній діаметр D , мм	Товщина ріжучої кромки a , мм	Кут різання
1	300	2,56	20°20'
2	350	2,62	19°50'
3	400	2,65	20°
4	300	2,46	20°
5	350	2,54	19°30'
6	400	2,56	20°15'

Таблиця 4. Результати зносу дисків при стендових випробуваннях

Номер варіанта	Знос діаметра D		Знос товщини леза a	
	абсолютний знос, мм	відносний знос, мм	абсолютний знос, мм	відносний знос, мм
1	0,27	0,0009	0,32	0,103
2	0,24	0,0007	0,23	0,088
3	0,29	0,0008	0,30	0,113
4	0,30	0,0011	0,27	0,111
5	0,25	0,0007	0,26	0,104
6	0,34	0,0008	0,30	0,118

За отриманими даними стендових випробувань рекомендується диск сошника діаметром 350 мм з приварюванням сегментів зі сталі 45 з наплавленням сормайтотом і подальшим вібраційним зміцненням робочої поверхні. Товщина леза диска повинна складати 2,5^{+0,1} мм.

Висновки.

1. На величину приросту диска сошника має суттєвий вплив амплітуда обробного інструменту. Встановлено, що амплітуда його коливань 0,5 мм є оптимальною.

2. Найбільше збільшення діаметра диска рівне 2,8...3,5 мм мало місце у дисків сошників,

відновлених приварюванням сегментів зі сталі 45 з наплавленням сормайтотом.

3. Збільшення деформації по зовнішньому діаметру дисків при вібраційному зміцненні можна пояснити спільною дією статичних і циклічних напружень, що впливають на оброблюваний матеріал, що полегшує переміщення ліній ковзання і, отже, сприяє збільшенню деформації як по діаметру, так і по товщині.

Література

1. Анілович В.Я., Грінченко О.С., Литвиненко В.Л. Надійність машин в завданнях та прикладах. Харків: Око, 2001. 320 с.
2. Рибак Т.І. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин. Тернопіль: ВАТ «ВПК», 2003. 332 с.
3. Ткачев В.Н. Индукционная наплавка твердых сплавов. Москва: Машиностроение, 1980. 183 с.
4. Дащенко А.Ф., Кравчук В.С., Иоргачев В.Д. Несущая способность упрочненных деталей машин Одесса: Астропринт, 2004. 160 с.
5. Richard Douglas. Dual Corecl Electrodes. New York: Chemerton Corporatson USA, 1998. 26 p.
6. Дудников И.А, Беловод А.И., Дудников А.А., Кившик А.П., Донченко С.А., Капустянский М.В. Влияние вибрационной обработки на упрочнение обрабатываемой поверхности. Вибрации в технике и технологиях. Винница: 2010, №1(27). С. 92-93.

References

1. Anilovich, V., Grinchenko, O., Litvinenko, V. (2001). Nadiynist' mashin v zavdanniyakh i prikladakh. Kharkiv: Oco, 320.
2. Ribak, T. (2003). Poshukove konstruyuvannya na bazi optimizatsii resursu mobil'nykh sil's'kogosp's'kikh mashin. Ternopil': VAT «VPK», 332.
3. Tkachev, V. (1980). Induktсионная naplavka tverdykh splavov. Moskva: Mashinostroyeniye, 183.
4. Dashchenko, A., Kravchuk, V., Iorgachev, V. (2004). Nesushchaya sposobnost' uprochnennykh detaley mashin Odessa: Astroprint, 160.
5. Richard, D. (1998). Dual Corecl Electrodes. New York: Chemerton Corporatson USA, 26.
6. Dudnikov, I., Belovod, A., Dudnikov, A., Kivshik, A., Donchenko, S., Kapustyanskiy, M. (2010). Vliyanie vibratsionnoy obrabotki na uprochneniye obrabatyvayemoy poverkhnosti. Vibratsii v tekhnike i tekhnologiyakh. Vinnitsa: №1 (27). 92-93.

Аннотация

Повышение ресурса зернопосевных машин

А.А. Дудников, В.В. Дудник, А.И. Беловод, А.В. Канивец, А.А. Бурлака

Одним из основных видов износа рабочих органов почвообрабатывающих и посевных машин является абразивный износ. Такое износ приводит к потере работоспособности лезвия рабочих органов, в частности зерновых сеялок.

Во время выполнения механизированных технологических операций посева зерновых культур дисковые сошники сеялок снижают (теряют) свою работоспособность в случае, когда расстояние между их

кромками в месте, где они сходятся, превышает 5 мм. Последнее обусловлено уменьшением внешнего диаметра дисков и является основой для замены дисков.

Экономически обоснованно целесообразность восстановления изношенных дисков. Соответственно в статье рассмотрены существующие методы восстановления рабочих органов посевных машин. Предложен метод восстановления указанных деталей с использованием механических вибрационных колебаний обрабатывающего инструмента.

Основные параметры восстановленных дисков с использованием механических вибрационных колебаний обрабатывающего инструмента сравниваются с параметрами восстановленных дисков методом наплавки изношенного слоя металла.

Экспериментально подтверждено, что способ восстановления посевных дисков влияет на величину их остаточного ресурса. Предпочтение предоставлено вибрационному восстановлению.

Проведенные исследования процессов вибрационного восстановления материала сошников способствуют повышению качества восстановления зерновых сеялок. Вибрационное восстановление дисков сошников сеялок обеспечивает их повышенную износостойкость и, соответственно, увеличивает рабочий ресурс.

Установлены основные параметры обработки при вибрационном укреплении (амплитуда, частота колебаний обрабатывающего инструмента, время обработки).

Проведенными исследованиями установлено характер интенсивности износа диаметра и толщины лезвия дисков сошников.

Установлено, что износостойкость, а следовательно, и ресурс дисков сошников зависят как от их параметров, так и от способа восстановления.

Полученные данные стендовых испытаний позволяют разработать и внедрить в производство технологию восстановления дисков сошников методом вибрационного деформирования.

Ключевые слова: ресурс; долговечность; вибрационное упрочнение; износостойкость.

Abstract

Increasing the resource of grain planters

A.A. Dudnikov, V. V. Dudnyk, O.I. Bilovod, O. V. Kanivets, O.A. Burlaka

One of the main types of wear of working bodies of tillage and sowing machines is abrasive wear. Such wear leads to loss of efficiency of a blade of working bodies, in particular grain sowing machines.

During mechanized technological operations of sowing of grain crops disk openers of seeders reduce (lose) the working capacity in case when distance between their edges in a place where they converge, exceeds 5 mm. The latter is due to the reduction of the outer diameter of the disks and is the basis for the replacement of disks.

The restoration of worn-out disks is economically justified. Therefore, the article considers the existing methods of restoration of the working bodies of grain sowing machines. The method of restoration of the specified details with use of mechanical vibration oscillations of the processing tool is offered.

It has been experimentally confirmed that the method of restoring seed discs does not affect the value of their final resource. Vibration recovery is preferred.

Researches of process of vibration strengthening of material of details which promote quality of restoration of disks of openers of grain sowing machines that provides their increased wear resistance and, accordingly, increase of a resource are carried out.

The main parameters of processing at vibration hardening (amplitude, frequency of oscillations of the processing tool, processing time) are established.

The research established the nature of the wear intensity of the diameter of the opener discs and the thickness of their blades.

It is established that the wear resistance and, consequently, the service life of the opener discs depend on both their parameters and the method of restoration.

The obtained data of bench tests allow to implement in production technology of restoration of disks of openers by a method of vibration deformation.

Keywords: resource; durability; vibration hardening; wear resistance.

Бібліографічне посилання/ Bibliography citation: Harvard

Dudnikov, A. A. et al. (2020) 'Increasing the resource of grain planters', *Engineering of nature management*, 4(18), pp. 68 - 72.

Подано до редакції / Received: 20.10.2020