

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний

Кафедра безпеки життєдіяльності

Пояснювальна записка

до *дипломної роботи* на здобуття

ступеня вищої освіти «магістр»

на тему: «Дослідження технологічних параметрів операції відновлення
робочих органів сільськогосподарської техніки»

Виконав: здобувач вищої освіти за
освітньо-професійною програмою
Технології і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва
спеціальності 208 Агроінженерія
ступеня вищої освіти «*магістр*» групи 1
Морозов Олександр Сергійович
Керівник: Опара Н. М.
Рецензент: Горбенко О. В.

Полтава – 2021 року

ВСТУП

Для сучасних машин характерні такі напрямлення підвищення їх надійності як збільшення ступеню автоматизації, робочих параметрів – навантажень, швидкостей, температур, підвищення вимог до точності функціонування і ефективності їх роботи, об'єднання машин в системи з єдиним управлінням. Складність конструкції машин і посилення вимог до них визивають необхідність підвищення вимог до їх надійності і довговічності.

Недостатня надійність сільськогосподарських машин спричиняє втрати часу на простоювання, значну розтрату запасних частин, що, в свою чергу, підвищує затрати на їх експлуатацію, а також відновлення [1].

Рішення проблеми надійності машин – є резервом підвищення ефективності виробництва і продуктивності праці, що дозволить на 30% скоротити енергетичні ресурси на подолати тертя і усунення відмов по зносу [2].

Важлива роль при цьому відводиться розробці і застосуванню прогресивних технологічних процесів, які дозволяють покращити якісні показники відновлюваних деталей і вузлів сільськогосподарських машин.

Питаннями розробки технологічних процесів підвищення надійності і довговічності роботи деталей, вузлів машин присвячені роботи вчених, в тому числі В.Я. Аніловича, І.П. Сичова, М.В. Молодика, М.І. Чорновола, П.С.Барабаша та ін.

Актуальність теми обумовлена необхідністю розробки і застосування ефективних методів підвищення надійності деталей машин сільськогосподарської техніки шляхом використання нових конструктивних рішень і зміцнюючих обробок робочих поверхонь деталей. До числа ефективних методів підвищення надійності може бути віднесена технологія відновлення і зміцнення поверхонь деталей з використанням механічних коливань.

Протягом п'ятнадцяти років дослідниками наукової школи Полтавської державної аграрної академії ведуться роботи по розробці і впровадженню технології зміцнення деталей сільськогосподарських машин вібраційним методом.

В цьому випадку вельми актуальні питання проведення досліджень: за виявленням зв'язків параметрів обробки при вібраційному деформуванні; визначення оптимальних параметрів технологічного процесу вібраційної обробки найбільш відповідальних робочих органів машин при їх виробництві і відновленні, які забезпечують необхідну надійність і довговічність. Тому дослідження, направлені на створення технології зміцнення таких деталей бурякозбиральних машин з використанням механічних коливань, можуть бути віднесені до числа важливих і актуальних для агропромислового комплексу України.

Мета і задачі досліджень. Метою є підвищення надійності бурякозбиральних машин при їхньому виробництві і відновленні з використанням методу вібраційного зміцнення робочих органів.

Для досягнення поставленої мети в роботі намічено вирішення наступних завдань:

- провести аналіз і оцінити надійність робочих органів використовуваних бурякозбиральних машин;
- дослідити вплив вібраційної обробки на характер зміцнення відновлюваних деталей;
- провести оцінку зносостійкості деталей при різних способах їх відновлення;
- розробити технологічний процес відновлення робочих органів бурякозбиральних машин, що забезпечує підвищену довговічність;
- провести оцінку економічної ефективності відновлення деталей бурякозбиральних машин методом вібраційного зміцнення.

Об'єкт досліджень. Об'єктом досліджень є технологічні процеси підвищення надійності сільськогосподарської техніки.

Предмет досліджень – підвищення надійності і обґрунтування параметрів процесу виробництва і відновлення розроблених дискових копачів бурякозбиральних машин.

Методи дослідження. Методологічною основою проведених досліджень є оцінка надійності бурякозбиральних машин при їхній експлуатації з вибором методу і параметрів технологічних процесів, збільшення терміну служби деталей при їхньому виробництві і відновленні.

Теоретична і практична значущість роботи:

- теоретично і експериментально обґрунтовані технологічні процеси відновлення дискових копачів, при яких забезпечується їхня підвищена зносостійкості;
- встановлено вплив параметрів обробки (часу, амплітуди і частоти коливань обробного інструменту) на ступінь зміцнення матеріалу при вібраційному деформуванні;
- обґрунтовані параметри вібраційного зміцнення: частота коливань оброблюваного інструменту – 1400 хв^{-1} ; амплітуда коливань оброблюваного інструменту – 0,5мм; час обробки – 30 с.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Аналіз і причини втрати працездатності бурякозбиральних машин

Зміни, які проходять з плином часу в будь-якій машині і доводять до втрати її робото здатності, пов'язані з зовнішніми і внутрішніми впливами. В процесі експлуатації на машину впливає три основних джерела дій, які сприяють зміні параметрів її експлуатації. Це стосується як окремих елементів, так і машини в цілому: енергія навколишнього середовища, людський актор, виконуючі функцій оператора або ремонтника; внутрішні джерела енергії, пов'язані з робочими процесами, існуючими в машинах; накопичення пошкодженості в матеріалах деталей, в тому числі і при їх відновленні.

Всі ці фактори діють на машину і її вузли, викликаючи в ній цілий ряд небажаних процесів, погіршуючи її технічні характеристики і знижуючи працездатність здатність, як одного з показників надійності [3].

Працездатність виробів пов'язана не тільки з можливістю робити, тобто виконувати необхідні функції, але і з тим, щоб при цьому вихідні параметри виробів знаходились в допустимих межах.

Процеси, які знижують робото здатність виробів, пов'язані, як правило, зі складними фізико-хімічними явищами і призводять до деформацій, зносу, до різних видів пошкоджень. Це в свою чергу, тягне за собою зміни вихідних параметрів виробу, що може призвести до відмови.

Для визначення надійності машини необхідно виконати оцінку швидкості протікання процесів, які знижують її працездатність. Швидкоплинні процеси зазвичай мають визначену періодичність зміни і закінчуються в межах циклу роботи машини і виникають знову при

наступному циклі. До них відносяться вібрації вузлів, зміни сил тертя в з'єднаннях, що рухаються, коливання робочих навантажень, впливаючи на взаємне положення вузлів машини в кожний момент часу.

Для забезпечення працездатності машини необхідно забезпечити високу зносостійкість її трибосистем.

Перераховані вище процеси які діють на машину і призводять до пошкодження її деталей, що в свою чергу, може бути причиною зниження працездатності і, як результат, виникнення відмови.

В процесі експлуатації машини відмова може виникнути в результаті несправності деталей, деформації, пластичної деформації поверхневих шарів, корозії та ін. Всі види пошкоджень є неминучим наслідком роботи машини. Деякі з них виникають із-за неправильного розрахунку і підбору матеріалу або недопустимих режимів експлуатації.

Надійність роботи сільськогосподарської техніки визначається в першу чергу зміною вихідних параметрів під дією різних процесів. Вимогами до вихідних параметрів устанавлюються як для машини в цілому, так і для окремих її вузлів і складальних одиниць. Значення вихідних параметрів машини залежать від факторів, які характеризують стан її окремих елементів, і від ролі, яку вони відіграють в забезпеченні працездатності машини. Тому необхідним і актуальним є проведення досліджень по впливу параметрів робочих органів бурякозбиральних машин для забезпечення надійності роботи.

1.2. Аналіз досліджень по підвищенню довговічності робочих органів бурякозбиральної техніки

Знос, який виникає при терті поверхонь, що контактують є найбільш характерним видом пошкодження більшості машин та їх вузлів.

Знос – це процес поступового змінення розмірів тіл при терті, який проявляється в відділенні з поверхонь тертя матеріалу і його залишкової деформації (ДСТУ 2823 – 94).

Широко відомі роботи вчених В.А. Білого [4], К.Т.Ramesha [5], І.В.Крагельського [6], М.М. Хрушова [7], Ф.Боудена [8] та ін.

Робочі органи бурякозбиральних машин в основному підлягають абразивному зносу і зносу в результаті тертя поверхонь, що контактують у спряжених деталях. Роботами ряду дослідників встановлений характер абразивного зносу, який носить характер мікрорізання твердими абразивними частинками і втомного порушення мікрооб'ємів. Ними встановлені закономірності зносу від твердості та тиску.

Класифікація видів зношування представлена на рис. 1.1.

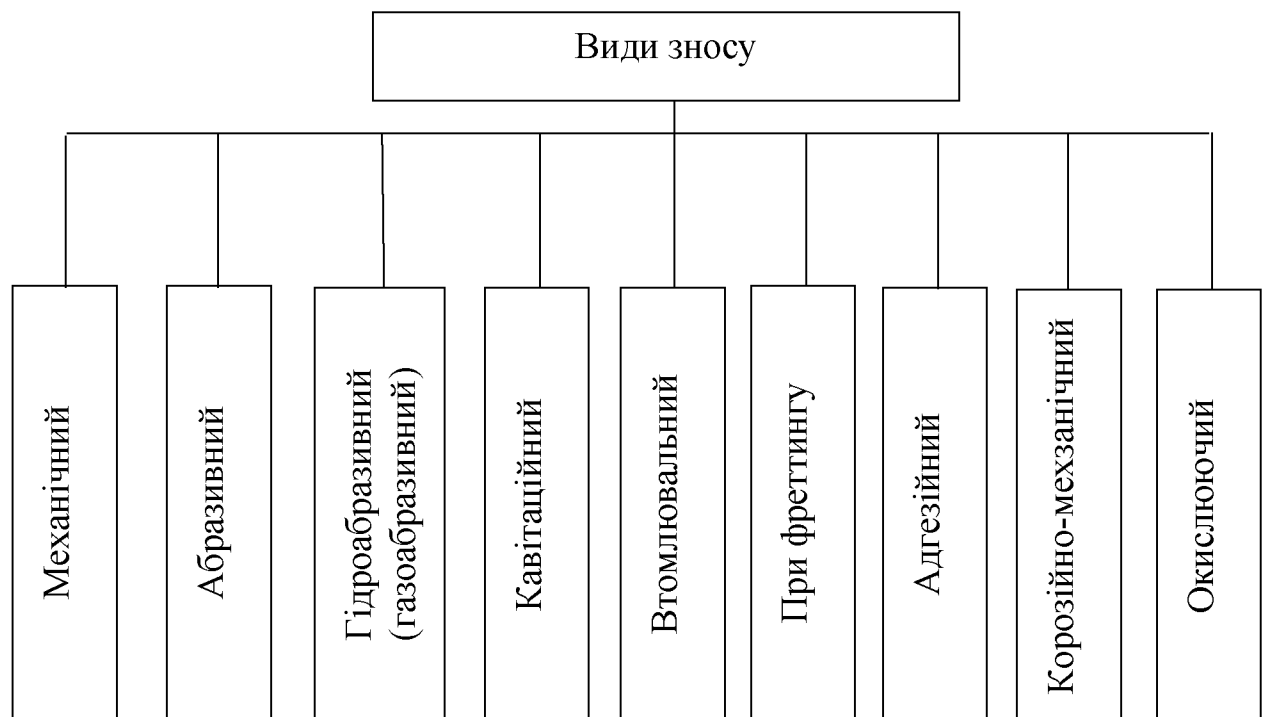


Рис. 1.1. Класифікація процесів зносу

Дослідження процесів зношування показує, що інтенсивність їх протікання залежить від швидкості процесу порушення поверхневих мікрооб'ємів матеріалу при кожному елементарному акті взаємодії плям контакту.

По швидкості процесів порушення фрикційних зв'язків всі види зношування можна поділити на три групи: швидкоплинні, середньої швидкості і повільні процеси показує, що інтенсивність їх протікання залежить від швидкості

Лезо ґрунторіжучих робочих органів в процесі експлуатації втрачає внаслідок абразивного зношування свою працездатність і тому його необхідно відновлювати для усунення зносу, тобто відновлювати працездатність, і тим самим, продовжувати довговічність. Всі відомі способи зберігання працездатності направлені на зменшення швидкості зношування шляхом застосування більш зносостійких матеріалів або створення самозагострюючих лез. Ще в 1926 році винахідником А.М. Ігнатовим було запропоновано багатошарове лезо. Цей спосіб отримав застосування в машинобудуванні особливо після розробки індукційного способу наплавлення порошковими твердими сплавами. Потрібно відмітити, що в вигляді доволі високої складності і вартості цей метод не знайшов поки належного застосування в сільськогосподарському виробництві при відновленні робочих органів сільськогосподарських машин.

Для підвищення довговічності ріжучих елементів ножі машин сільськогосподарської техніки (лемеші плугів, лапи культиваторів, ножі бурякозбиральних машин та ін.) останні підлягають зміцненню індукційним методом. До недоліків цього методу потрібно віднести те, що з зменшенням товщини наплавлення до 0,2 мм знижується якість зміцнення у вигляді короблення деталі із-за сильного теплового впливу.

Підвищення надійності технологічного процесу можна в окремій мірі забезпечити за рахунок введення спеціальних видів обробки, які підвищують зносостійкість, втомлену міцність, корозійну стійкість деталей. Для цієї мети застосовують технологічні процеси, які зміцнюють поверхневий шар, надають йому особливих властивостей [11,12]. До них можуть бути віднесені як процеси хіміко-термічної обробки, так і зміцнюючі технології, основані на пластичному деформуванні поверхонь, а також різні спеціальні методи.

Ведуться розробки нових способів наплавлення: метод зміцнення тертям, метод плакірування зносостійкою стрічкою з інструментальних сталей [13]. Однак, вони відрізняються доволі високою складністю і тому не знайшли ще широкого застосування при відновленні вищевказаних деталей в ремонтному виробництві.

В машинобудуванні застосовується метод поверхневого зміцнення – алмазне вигладжування. Для вигладжування використовується інструмент з алмазу, сапфіра або корунда зі сферичною або циліндричною робочою частиною радіусом від 0,5 до 3мм [14]. Автори рекомендують застосовувати вигладжування, як правило, в промислових умовах. При вигладжуванні проходить зміцнення поверхневого шару на глибину до 1мм зі ступенем наклепування 15-200% .

Існують і інші методи зміцнення, які, в основному, застосовуються в машинобудуванні. До них потрібно віднести електроіскрове, електроімпульсне зміцнення, наплавлення плазовими горілками, детонаційно-газове напилення, метод намерзання [15,16].

Вказані методи мають недостатню ефективність, або знаходяться в стадії експериментальних досліджень або потребують використання дорогого обладнання з низьким ККД.

Області застосування різних методів зміцнення для підвищення довговічності деталей машин наведені в табл.1.1.

Застосування технології зміцнення допомагає створенню запасу надійності технологічного процесу відновлення, так як за рахунок введення спеціальних операцій забезпечуються більш високі експлуатаційні властивості відновлюваних деталей сільськогосподарської техніки. В цьому плані особливий інтерес представляють розробки, пов'язані з зміцненням методом вібраційного деформування.

Таблиця 1.1 – Застосування зміцнюючі технологій для підвищення експлуатаційної стійкості деталей

Методи зміцнення робочих поверхонь		Підвищення опору зносу		
		Абразивний	Втомний	Коррозійно-механічний
Поверхнєве деформування	1.Центробіжно-шариковий наклеп		+	+
	2.Обкатування роликami і шариками		+	+
	3.Вібраційна обробка	+	+	+
Комбінована обробка	4.Зміцнення наклепом загартованих деталей		+	+
	5.Зміцнення наклепом деталей, які підлягають термохімічним обробкам		+	+
	6.Наплавка під шаром флюсу	+		+
	7. Вібродугове наплавлення	+		+
	8. Зміцнення напиленням			+

1.3. Використання вібраційної обробки при відновленні і зміцненні деталей

Широке застосування в промисловості високоміцних матеріалів, а також інтенсифікація процесів металообробки висунули на перший план питання використання вібрації при оброблюванні їх тиском.

Вібраційна обробка представляє собою механічний або хіміко-механічний процес зняття частиночок матеріалу з оброблюваної поверхні, а також згладжування мікронерівностей шляхом їх пластичного деформування.

Вібраційні технологічні процеси супроводжуються поступальним нанесенням на оброблювану поверхню деталі більшого числа мікроударів, що передаються робочому інструменту або оброблюваній деталі [17].

Вібраційна обробка і відповідні машини і обладнання за останній час дуже широко застосовуються в різних областях народного господарства. Вібраційні методи обробки сприяють інтенсифікації цілого ряду процесів, підвищують рівень механізації і автоматизації багатьох робіт. Вібраційна обробка є новим і прогресивним напрямком в технологіях машинобудування, можливості якого і область застосування ще не повністю виявлені [18].

Метод вібраційної обробки є більш перспективним особливо на зміцнюючих і шліфувально-полірувальних технологічних операціях. Інтенсивність вібраційної обробки залежить від цілого ряду факторів: механічних властивостей матеріалу оброблюваної деталі, їх розмірів, режимів обробки та ін. Основними параметрами вібраційно-технологічного процесу є: збуджуюча сила, амплітуда, частота і швидкість робочого інструменту та ін.

Основою вібраційного зміцнення є динамічний характер процесу обробки, який супроводжується великою кількістю мікроударів інструменту, що обробляється або частинок робочого середовища по поверхні деталі, що обробляється. При цьому забезпечується пластичне деформування поверхневого шару наслідком якого є утворення стискаючих залишкових напружень, підвищення мікротвердості, зменшення шорсткості поверхні, що обробляється.

В ряді випадків надання потрібних властивостей матеріалу деталей машин пластичною деформацією є головним з точки зору підвищення їх надійності і довговічності.

Для аналізу процесу обробки металів тиском С.І.Губкіним [19] введено поняття механічної схеми деформації, яке являється сукупністю головних напружень і деформацій. Руйнування матеріалу після пластичної деформації проходить внаслідок відриву елементарних частинок в результаті досягнення нормальними напруженнями критичного значення.

При вібраційному деформуванні в результаті навантаження пульсуючою навантажкою проходить подрібнення зерен матеріалу, що обробляється і забезпечується їх орієнтованість по відношенню напрямлення

прикладеного зусилля. При цьому проходить збільшення зерен, площини ковзання, яких розміщені під кутом 45° до направлення зусилля. В них створюються умови для пластичної деформації ковзання, так як дотичні напруження досягають найбільшого значення.

Пластичність визначається не тільки характером розміщення ліній ковзання, але і наявністю місць з послабленими зв'язками, обумовленими недосконалістю кристалічними решітками, тобто дислокаціями.

В країнах СНД дослідження в області вібраційної технології і створення вібраційних устаткувань ведуться вченими [20,21].

При вібраційній обробці періодично проходить відрив поверхні робочої частини інструмента від поверхні деталі, що обробляється. При цьому проходить мікропроцес розвантаження поверхонь інструмента і деталей, що контактують. Динамічна взаємодія зростає зі збільшенням таких параметрів, як амплітуда і частота коливань. В літературі є недостатньо даних про вплив вказаних параметрів на процес зміцнення поверхонь деталей, що обробляються [22, 23].

Як показують проведені дослідження, найбільший вплив вібраційної обробки спостерігається в приконтактних шарах поверхонь, що обробляються. Формування поверхневого шару в процесі вібраційного деформування залежить від форми і розмірів інструменту, що обробляється, що в залежності від вимог, які пред'являються до деталі, визначається проведенням спеціальних досліджень.

Вібраційне зміцнення є універсальним методом зміцнювальної обробки особливо для деталей, працюючих в абразивних середовищах: робочі органи ґрунтообробних машин, бурякозбиральних комбайнів, картоплезбиральних машин та ін.

Наявні в літературі дані свідчать про те, що процес вібраційного зміцнення поверхонь деталей, що обробляється недостатньо вивчений. Т.М.Голубєв відмічає, що процес обробки металів тиском при вібраційному застосуванні навантаження недостатньо вивчений [24]. Немає конкретної

теорії цього процесу, а є лише деякі пояснення явну, пов'язані з деформуванням при пульсуючому навантаженні [25].

Узагальнюючи відомі публікації, переваги методу вібраційного деформування зводяться до наступного:

1. При такій обробці суттєво зміцнюються умови контактного тертя в зв'язку з порушенням зв'язку між поверхнями деталей і інструменту в момент контакту між ними.

2. Проходять зміни характеру зміцнення матеріалу поверхні, що обробляється в результаті заторможування частини дислокацій і їх взаємодія на джерела дислокацій в сусідніх площинах ковзання.

Незважаючи на те, що практика просуває все нові і нові задачі використання механічних коливань при зміцненні поверхонь деталей, вивчення цього технологічного процесу ведеться, як відмічають ряд авторів [26, 27], ще недостатньо.

Представляється практичний і теоретичний інтерес проведення подальших досліджень по вібраційному зміцненню деталей машин, працюючих в особливо навантажених умовах, для пошуку шляхів підвищення їх довговічності і надійності.

Висновки, мета і задачі досліджень

Вивчення літературних джерел і аналіз їх даних дозволить зробити наступні висновки:

1. Незважаючи на досить широке застосування в промисловості методу вібраційного деформування, останній не знайшов ще достатнього застосування для зміцнення деталей сільськогосподарських машин при їх відновленні для підвищення довговічності в процесі експлуатації. Це може бути пояснено недостатнім вивченням даного процесу обробки.

2. Для отримання більш глибоких уявлень про характер протікання процесу вібраційної обробки, зміцнення оброблюваної поверхні, а також

розширення області використання вібраційних коливань при відновленні деталей і підвищення їх довговічності потрібне проведення експериментальних досліджень.

На підставі аналізу даних літературних джерел та вивчення наявного досвіду відновлення окремих деталей сільськогосподарської техніки перед цим дослідженням поставлена мета: підвищити надійність робочих органів бурякозбиральних машин при їх виробництві та відновлення з використанням конструктивних рішень та методу вібраційного зміцнення робочої поверхні.

Для досягнення поставленої мети передбачається вирішення наступних завдань:

- провести дослідження з виявлення впливу параметрів робочих органів бурякозбиральних машин;
- провести оцінку зносостійкості деталей при різних способах їх відновлення;
- дослідити вплив вібраційної обробки на характер зміцнення відновлюваних деталей;
- розробити технологічний процес відновлення деталей та робочих органів бурякозбиральних машин, що забезпечує підвищену довговічність, і впровадити у виробництво;
- розробити з використанням методу вібраційного зміцнення варіант нового конструктивного вирішення робочих органів підвищеної надійності;
- провести оцінку економічної ефективності відновлення деталей бурякозбиральних машин методом вібраційного зміцнення
- взяти участь в розробці технології відновлення дисків бурякозбиральних машин, що забезпечує підвищену довговічність.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Основні напрямки досліджень

Аналіз публікацій, що відносяться до підвищення довговічності бурякозбиральних машин дозволив виявити наступні напрямки досліджень:

- розробка та використання високоефективних технологічних процесів відновлення зношених поверхонь деталей;
- підвищення несучої здатності деталей шляхом застосування матеріалу з підвищеною міцністю і зносостійкістю;
- підвищення точності обробки при виготовленні та відновленні деталей;
- проведення своєчасного і якісного технічного обслуговування як окремих вузлів, так і машин в цілому.

До робочих органів бурякозбиральних машин КС-6, КС-6Б, КС-6В, РКМ-6 відносяться дискові ножі, до стану ріжучих кромek, яких пред'являються особливі вимоги по куту заточки і товщині. В процесі роботи під дією абразивних частинок лезо посилено зношується, що приводить до збільшення товщини ріжучої кромки і погіршення якості виконання технологічного процесу.

У завдання оцінки надійності робочих органів, загальним елементом, яких є двухгранних клин, входив вибір показників, що враховують специфіку умов їх експлуатації. При цьому важливим є також вибір ефективної технології їх відновлення.

Кількісну та якісну оцінку надійності, відновлених різними способами робочих органів-дисків бурякозбиральних машин, виробляли порівнянням з такими ж показниками нових деталей.

Аналіз стану відновлених і нових дискових ножів проводили по їх

зносу в процесі лабораторних та експлуатаційних випробувань.

Специфіка умов роботи робочих органів визначає інтенсивність зношування і, отже, впливає на довговічність і надійність бурякозбиральної техніки.

Для визначення технологічного процесу відновлення робочих органів бурякозбиральних машин важливим є вибір параметрів обробки, які залежать від цілого ряду чинників, головним з яких є величина зносу їх ріжучої кромки дисків.

Вимірювання кута леза диска проводили кутоміром цифровим (ГОСТ 5378-88) з точністю відліку 5'.

Мікрометраж товщини обода диска здійснювали мікрометром гладким МКЦ-25 з електронним цифровим відліковим пристроєм (ГОСТ 6507-90) з точністю відліку 0,001 мм.

Діаметр дискового ножа вимірювали штангенциркулем ШЦЦ-1000 з цифровим відліковим пристроєм (ГОСТ 166-89) з дискретністю відліку 0,01 мм.

2.2. Використане обладнання та прилади

Дослідження з відновлення робочих органів – дисків методом вібраційного зміцнення проводили на спеціально виготовленій установці, загальний вид якої показаний на рис. 2.1.

Використаний на установці вібратор ИВ-105 з дебалансним регульованим вібраційним механізмом дозволяє отримувати збурюючу силу в діапазоні 9,4-24,5 кН. Зміна амплітуди коливань і збурюючої сили здійснюється перестановкою дебалансів щодо вертикальної осі вала електродвигуна.

Гідравлічна система забезпечує контакт робочого інструмента, що здійснює коливання, з поверхнею оброблюваної деталі.



Рис. 2.1. Загальний вид установки: 1 - вібратор; 2 - основа і допоміжне обладнання; 3 - гідравлічна система

Принципова схема установки показана на рис. 2.2. Вібратор (10) закріплений на плиті (9) зварної конструкції. До плиті вібратора кріпиться затискний пристрій - патрон (11) для кріплення робочого інструмента (13). Вібраційний вузол переміщається між чотирьох напрямних (12), прикріплених до стійок (14). Стойки, в свою чергу, кріпляться до двох опорних плит (20), які встановлені на дерев'яних брусах (21), що грають роль підстави вібраційної установки і одночасно гасителів коливань. Підстава спирається на гумові амортизатори (22), що забезпечують віброізоляцію експериментальної установки.

Масло з допомогою гідравлічного насоса (3), сполученого з електродвигуном (1) марки 4A132M243, подається в розподільник Р-75 (4) і по шлангах надходить в гідроциліндри ЦС-100 (7). Цим самим

забезпечується пересування вібраційного вузла з робочим інструментом назустріч оброблюваній деталі.

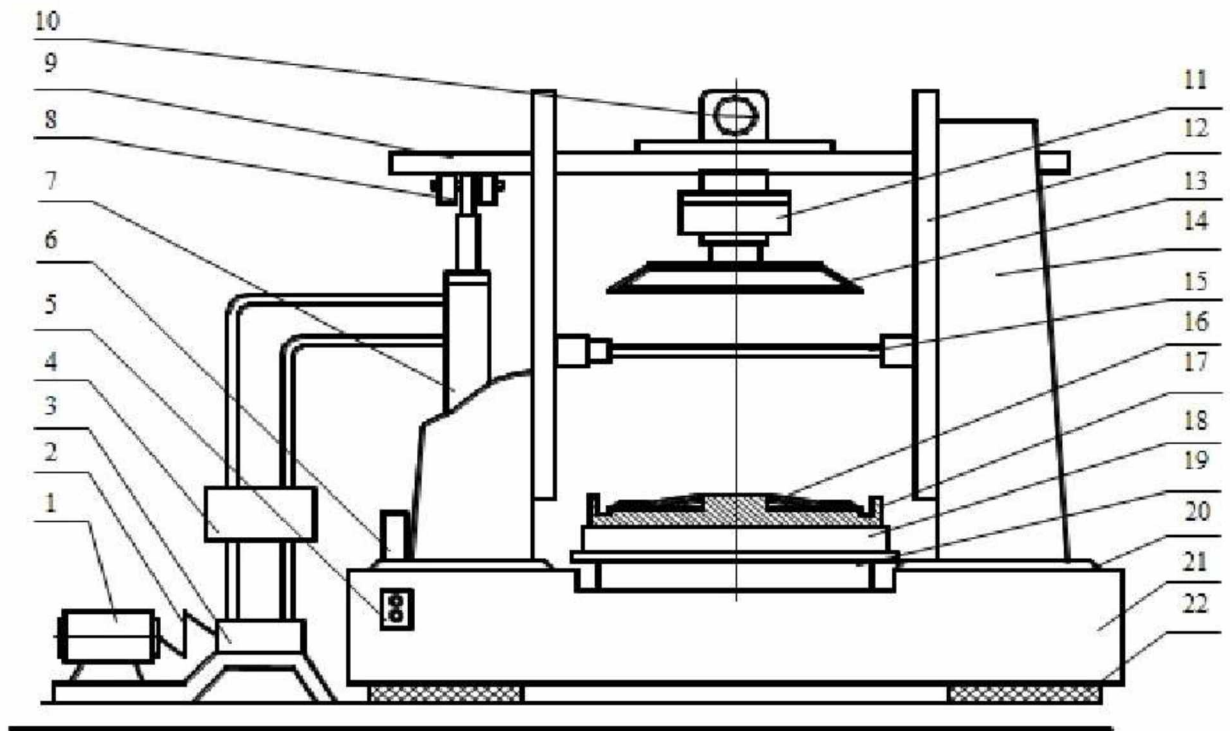


Рис. 2.2. Схема установки: 1 – електродвигун; 2 – муфта; 3 – гідронасос; 4 – розподільник; 5 – пускач; 6 – бак; 7 – гідроциліндр; 8 – гумові амортизатори; 9 – плита вібратора; 10 – вібратор; 11 – затисне устаткування; 12 – направляюча; 13 – робочий інструмент; 14 – стійка; 15 – стяжка; 16 – матриця; 17 – деталь; 18 – основа; 19 – плита; 20 – опорна плита; 21 – брус; 22 – амортизатор

Крім цього установка оснащена варіатором приводу з клиноремінною передачею від електродвигуна (1) до гідронасоса (3), що дозволяє змінювати швидкість переміщення штоків гідроциліндрів. Для фіксування величини зусилля обробки використовуються манометр і пристосування для стабілізації його показань.

При опусканні вібраційного вузла за допомогою робочого інструменту (13) відбувається обробка відновлюваної деталі (16), яка встановлюється в матриці (17).

Відновлення дисків копачів здійснювалося методом приварки сегментних шин, що виготовляються із сталі 45, дротом діаметром 2 мм із сталі марки 08ГС з наступною наплавленням сормайт. Сегментні шини виготовлялися завтовшки 10 мм і шириною 36 мм.

Амплітуда коливань вібратора становила 0,25-0,75 мм, частота обертання – $1400-2800 \text{ хв}^{-1}$, час зміцнення – 15 ... 45 с.

В процесі обробки дисків товщина їх леза змінювалася в межах 0,5 ... 2,5 мм, а кут леза ножа диска складав 11° , 13° і 15° .

Дискові ножі (активний і пасивний) бурякозбиральних комбайнів працюють в умовах впливу на них абразивних частинок ґрунту, тобто піддаються абразивному зношуванню, що призводить до зменшення діаметра дискового ножа і затуплення його леза. Збільшення товщини леза і зменшення діаметра диска до граничних значень приводять до зменшення ефективності роботи дискових ножів.

Порівняльні експериментальні дослідження зносостійкості дисків, відновлених різними методами, здійснювали на стенді, наведеному на рис.2.3.

Стенд складається з заповненого абразивної сумішшю кільцевого каналу (9), колеса, що обертається (4) з кронштейнами для кріплення пасивних робочих органів та візки (5) для установки випробовуваних дисків. Для здійснення поступального руху служить привід, що складається з електродвигуна (2), коробки передач і конічного редуктора.

Для установки дискових ножів стенд має приводний візок (5), телескопічно з'єднаний з кронштейном колеса (4). Візок складається з рами і опорних котків, один з яких виконаний ребристим. Фіксування часу роботи ножа здійснювали електричним лічильником. Синхронність роботи стенду та лічильника забезпечували за рахунок одночасного включення магнітного пускача стенду та лічильника.

На стенді дисковий ніж робить поступальний рух разом з приводним колесом, а обертальний забезпечується від електродвигуна візка. Вертикальні

коливання досягаються за допомогою ребер котка. Таким чином, повністю імітували процес експлуатації дискових ножів.

2.3. Дослідження структури і властивостей матеріалу

Мікроструктурні дослідження необхідні для визначення впливу виду обробки на властивості матеріалу дисків копачів для вибору режиму технологічного процесу їх відновлення [28].

Для досліджень з дисків копачів, відновлених різними методами, вирізали зразки, з яких виготовляли шліфи за наступною методикою.

1. З дисків копачів вирізали і полірували зразки.
2. Грубе шліфування, яке полягає в зрізанні нерівностей поверхні абразивними частинками, здійснювали на абразивному колі.
3. Тонке шліфування проводили в кілька прийомів:
 - мокре шліфування абразивною шкіркою з розміром зерна 100 мкм;
 - мокре шліфування на алмазному колі АСО 80-63 мкм;
 - мокре шліфування на алмазному колі АСО 60-40 мкм;
 - мокре шліфування на алмазному колі АСО 20-10 мкм;
 - обробка на сукні з алмазною пастою АСМ 0-1 мкм.
4. Полірування проводили протягом 15-20 хвилин на сукні з водою до появи дзеркальної поверхні шліфа.

Для виявлення мікроструктури використовували метод хімічного травлення:

- поверхню виготовленого шліфа протирали спиртом;
- протягом 5 секунд проводили травлення поверхні шліфа 3%-ним водним розчином азотної кислоти;
- після травлення шліф промивали в проточній воді, сушили фільтрованим папером і розглядали під мікроскопом МІМ-8М при збільшеннях 100-200 разів.

2.4. Методика стендових та експлуатаційних випробувань

Стендові в порівнянні з іншими методами випробувань є не тільки статистичними, а й керованими, що дозволяють змінювати параметри впливу, що дає можливість в порівняно короткий час оцінити різні досліджувані варіанти і вибрати найбільш ефективний.

В процесі випробувань дотримувалися умови подібності роботи дисків копачів на стенді і в процесі експлуатації, при яких зберігалася картина відмови і закономірність його розвитку.

Стендові випробування дисків копачів, відновлених різними технологіями, проводилися в кільцевому ґрунтовому каналі (рис. 2.3), в якому прямолінійний рух робочого органу замінено рухом по колу радіуса R .

За допомогою допоміжного пристрою, закріпленого на рамі, здійснювали формування валика абразивної суміші заданої щільності, форми і вологості в зоні контакту з робочим органом.

Діапазон швидкості руху робочого органу, встановленого на стенді, представлений в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Діапазон швидкості робочого органу

Передача	Передаточне число коробки	швидкість, м/с
1	2,9	1,39
2	2,4	1,68
3	1,9	2,12
4	1,7	2,57
5	1,4	2,88

При стендових випробуваннях визначали розміри ріжучої кромки леза диска (товщина, величина зносу в радіальному напрямку, кут). Вимірювання вказаних параметрів проводили для часу випробувань 0, 2, 4, 6 і 8г.

На експлуатаційні випробування були поставлені диски трьох варіантів: нові зі сталі 65Г; відновлені приварюванням сегментних шин зі

сталі 45 з наступним наплавленням сормайтот; відновлені приварюванням сегментних шин зі сталі 45, наплавлені сормайтот і зміцнені вібраційним деформуванням.

Випробування дисків копачів здійснювали на комбайнах КС-6 і КС-6Б в господарствах Полтавської та Сумської областях.

Випробуваннями зазначених варіантів дисків копачів в експлуатаційних умовах ставилося завдання перевірити їх експлуатаційну надійність: оцінити зносостійкість і довговічність.

Висновки

1. Методологічно робота була побудована таким чином. Для підвищення довговічності бурякозбиральних машин виконаний аналіз з встановленням причин передчасного виходу деталей техніки з експлуатації. Показано, що до числа найбільш зношуваних деталей відносяться робочі органи копачів. Виявлено ряд методів, що використовуються для відновлення таких деталей. Проте не існує єдиної думки про найбільш ефективні технології. Тому для вирішення цього завдання розроблено методику проведення порівняльних досліджень з оцінкою властивостей і зносостійкості органів копачів.

2. При виборі технологічного процесу відновлення робочих органів бурякозбиральної техніки запропоновано нове обладнання та технологічні параметри обробки, які оцінені при стендових і експлуатаційних випробуваннях.

3. Для вибору параметрів відновлення робочих органів проводили дослідження з оцінки структури і властивостей, визначення зносостійкості деталей і надійності їх в експлуатації.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ТЕОРЕТИЧНИХ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Вплив виду обробки на напружений стан робочого шару деталі, що зміцнюється

Для визначення зусиль і напружень при зміцнюючій обробки скористаємося методом вирішення наближених рівнянь рівноваги і пластичності, який заснований на таких положеннях:

1. Напружено-деформований стан будь-якого елемента оброблюваного матеріалу деталі (зразка) розглядається або асиметричним, або плоским (плоска деформація або плоский напружений стан).

2. Диференціальні рівняння рівноваги для плоскої задачі спрощуються прийняттям припущення, що нормальні напруження залежать тільки від однієї координати, завдяки чому залишається одне диференціальне рівняння з звичайними похідними.

Дане припущення виключає можливість визначення напруженого стану в кожній точці тіла, що деформується.

Метод рішення рівнянь рівноваги і рівняння пластичності дозволяє визначити напруження і зусилля на контактні тіла з інструментом. Для визначення зусилля деформування немає необхідності визначати напруження в кожній точці деформованого тіла [29].

Вібраційну обробку елементарної ділянки ріжучої поверхні диска копача бурякозбиральної машини можна розглядати як його осадку з шириною $2b$ і висотою $2h$ необмеженої довжини по колу (рис. 3.1).

Виділимо в деформованому тілі нескінченно малий об'єм, обмежений площинами на відстані X і $X+dX$ від початку координат з довжиною,

прийнятої дорівнює одиниці. На виділений обсяг діють нормальні напруження σ_z , σ_x , $\sigma_x + d\sigma_x$ і дотичне – τ_{xz} .

Згідно з другим припущенням прийнято, що σ_x и σ_z не залежать від координати Z (постійні по висоті), вони залежать тільки від координати X .

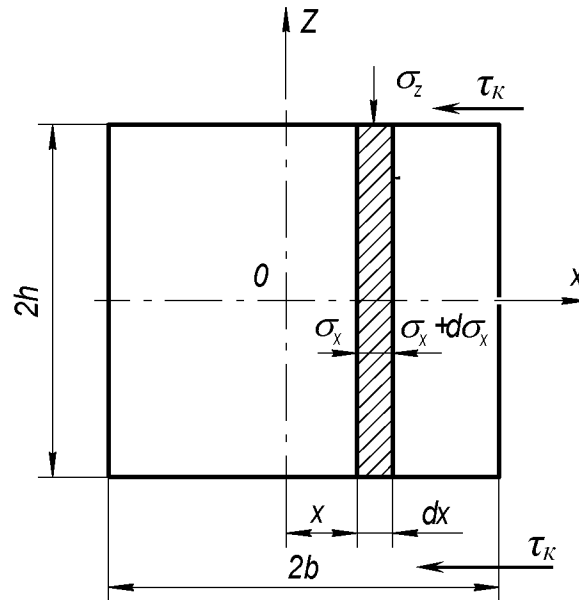


Рис. 3.1. Схема до визначення зусилля деформування

Дотичне напруження τ_{xz} змінно по ширині і висоті і на контактній поверхні дорівнюватиме дотичному напруженню τ_k , викликаному тертям тіла об інструмент. Величина τ_{xz} буде зменшуватися при видаленні від контактної поверхні і внаслідок асиметрії на середині висоти виділеного елемента буде дорівнювати нулю. Приймемо, що τ_{xz} залежить від висоти елемента лінійно, тобто:

$$\tau_{xz} = \frac{\tau_{xz}}{h}. \quad (3.1)$$

Тоді

$$\frac{d\tau_{xz}}{dz} = \frac{\tau_{xz}}{h}. \quad (3.2)$$

Підставивши значення $\frac{d\tau_{xz}}{dz}$ в рівняння рівноваги $\frac{d\sigma_x}{dx} + \frac{\tau_{\dot{\epsilon}}}{dz} = 0$, отримаємо:

$$\frac{d\sigma_x}{dx} + \frac{\tau_{\dot{\epsilon}}}{h} = 0. \quad (3.3)$$

Так як дотичне напруження на контактній поверхні обумовлено тертям металу об інструмент, то воно може бути визначене на підставі закону Кулона-Амонтона:

$$\tau_{\dot{\epsilon}} = f \sigma_z. \quad (3.4)$$

Рівняння пластичності для плоского деформованого стану в цьому випадку буде мати вигляд:

$$\sigma_x - \sigma_z = \pm 2\tau_{\max} \sqrt{1 - \left(\frac{\tau_{xz}}{\tau_x} \right)}, \quad (3.5)$$

де $\tau_{\max}$ – максимальне дотичне напруження, яке може бути при пластичній деформації і в умовах плоского деформованого стану, рівне:

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_{\dot{\epsilon}}}{\sqrt{3}}. \quad (3.6)$$

При досягненні τ_k максимальної величини $\tau_{\max}$ рівняння (3.5) буде мати вигляд:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x - \sigma_z &= 0 \\ \sigma_x &= \sigma_z \end{aligned} \right\}. \quad (3.7)$$

Звідси рівняння пластичності має вигляд:

$$d\sigma_x = d\sigma_z. \quad (3.8)$$

Підставивши вирази (3.4) і (3.8) в рівняння (3.3), отримаємо:

$$\frac{d\sigma_{xz}}{dx} = -\frac{f\sigma_z}{h}. \quad (3.9)$$

Після розділення змінних та інтегрування знаходимо:

$$\ln \sigma_z = -\frac{fx}{h} + C. \quad (3.10)$$

Звідси

$$\sigma_z = Ce^{-\frac{fx}{h}}. \quad (3.11)$$

Постійну інтегрування C знаходимо з граничної умови, що $x = b$; $\sigma_z = -\sigma_T$ (σ_T – приймаємо позитивним, а σ_z – в даному випадку стискуючі, тому від’ємні):

$$C = -\sigma_T e^{\frac{fb}{h}}. \quad (3.12)$$

Отже,

$$\sigma_z = -\sigma_T e^{\frac{f}{h}(b-x)}. \quad (3.13)$$

Дане рівняння дозволяє визначити значення σ_z в будь-якій точці контакту оброблюваної поверхні диска.

Підсумовуючи нормальні напруження по контактній поверхні, можна визначити повний тиск на одиницю довжини оброблюваної ділянки леза диска:

$$P = 2 \int_0^b \sigma_z dx = 2\sigma_T \int_0^b e^{\frac{f}{h}(b-x)} dx = \sigma_T \frac{2h}{f} \left(e^{\frac{fb}{h}} - 1 \right). \quad (3.14)$$

Питомий тиск (зусилля) може бути отримати діленням повного зусилля на контактну площу:

$$p = \sigma_{\tau} \frac{h}{fb} \left(e^{\frac{fb}{h}} - 1 \right). \quad (3.15)$$

Отримані вирази (3.13), (3.14) і (3.15) дозволяють зробити висновок, що величини нормального напруження, повного і питомої тиску залежать від оброблюваного матеріалу, ступеня і швидкості деформації, що визначаються величиною σ_{τ} , і від параметра $\frac{fb}{h}$, відбиває вплив напруженого стану.

Збільшення даного параметра підвищує питомий тиск. Чим більший коефіцієнт тертя, тим більший питомий і повний тиск.

При вібраційному деформуванні відбувається ослаблення контакту (відрив) обробного інструменту з оброблюваною поверхнею. В силу цього знижується коефіцієнт тертя в порівнянні зі звичайною обробкою.

Результати підрахунків питомого тиску в залежності від оброблюваного матеріалу і виду обробки наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Питомий тиск обробки

Матеріал	Питомий тиск P , МН/м ²	
	Вібраційне деформування, $A = 0,5\text{мм}$	Звичайна обробка
Сталь 65Г	2,98	7,45
Сталь 45	2,44	6,1
Сталь 10	1,42	3,55

Таким чином, як показали проведені дослідження, при вібраційному навантаженні в порівнянні зі звичайною обробкою поверхні деталі (зразка) потрібно докласти в 2,5 рази менше питомий тиск для отримання однакової величини деформації.

3.2. Дослідження впливу тертя на міцнісні характеристики оброблюваної деталі

При вібраційному деформуванні робочий інструмент за один оборот валу вібратора проходить відстань, рівну амплітуді коливань. При дії вібрації виникає інерційна сила, яка періодично посилює і послаблює тиск обробного інструменту на поверхню контакту. При ослабленні тиску відбувається відносне зміщення контактних поверхонь, що викликає певну розрядку сил контактного тертя [30-31]. Це призводить до зниження сил контактного тертя.

Система сил, що діють на елемент копача, показана на рис. 3.2.

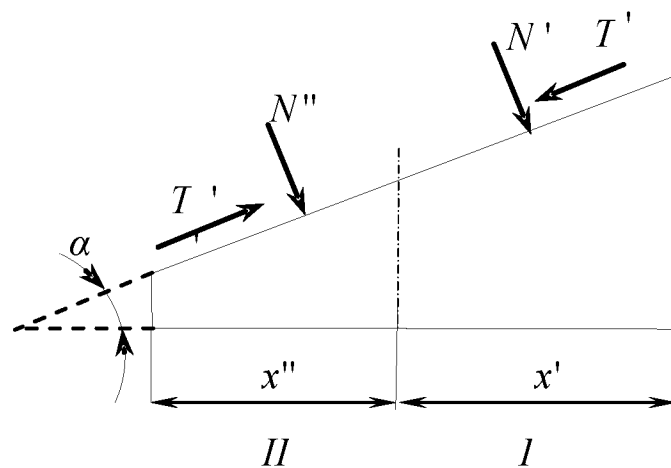


Рис. 3.2. Схема сил, діючих на елемент копача при обробці його тиском

В зоні I на зразок діє нормальна сила N' і сила тертя T' , а в зоні II – N'' і T'' , які визначаються по наступних залежностях:

$$T' = fN'; \quad T'' = fN'', \quad (3.16)$$

$$N' = p'bx'; \quad N'' = p''bx'', \quad (3.17)$$

де f – коефіцієнт тертя, b – ширина зразка.

Коефіцієнт тертя дорівнює:

$$\operatorname{tg} \alpha = f. \quad (3.18)$$

Підставивши у вираз (3.18) значення нормальних сил і сил тертя, приймаючи питомі тиску в обох зонах рівними між собою і провівши скорочення на p і b , отримуємо:

$$f = \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \cdot \frac{x' + x''}{x' - x''}. \quad (3.19)$$

Значення коефіцієнтів тертя, підраховані з даної залежності при куті клину $\alpha = 11^{\circ}30'$ (кут заточування леза ножа диску), приведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Значення коефіцієнта тертя

Амплітуда коливань A , мм	Коефіцієнт тертя	
	Вібраційне деформування	Звичайне деформування
0,25	0,508	0,709
0,5	0,299	
0,75	0,584	

На підставі проведених теоретичних досліджень встановлено, що при вібраційній обробці коефіцієнт тертя між поверхнями оброблюваної деталі й обробного інструменту знижується в 2,37 рази. Це, в свою чергу, сприяє підвищенню зміцнення оброблюваного матеріалу відновлюваної деталі.

3.3. Вивчення зміцнення робочої поверхні оброблюваних деталей при звичайному і вібраційному навантаженні

Зміцнення відновлюваних деталей поверхневим пластичним деформуванням є одним з ефективних способів підвищення довговічності

деталей сільськогосподарської техніки. На думку авторів при циклічному навантаженні відновлюваних деталей істотно змінюються фізико-механічний стан і властивості поверхневих шарів, що сприяє підвищенню їх міцності. Запас міцності деталей при цьому вдається підвищити в 1,5-3 рази і тим самим збільшити термін їх служби. Одночасно з цим можуть бути поліпшені експлуатаційні властивості деталей, як твердість, шорсткість поверхні, зносостійкість.

Основна причина підвищення міцності і довговічності деталей при їх зміцненні поверхневим пластичним деформуванням – виникнення в поверхневих шарах металу сприятливих стискаючих залишкових напружень.

В.В. Канарчук [32] зазначає, що вібраційні, ударні і комбіновані способи вимагають подальшої розробки.

При пластичній деформації зразка на його контактній поверхні з'являються лінії ковзання, які під прямим кутом перетинаються один з одним і збігаються з траєкторіями максимальних контактних напружень. На вільну поверхню лінії ковзання виходять під кутом 45° .

На поверхні контакту оброблюваного зразка з робочим інструментом виникає напруження тертя, при граничному значенні якого одне сімейство ліній ковзання виходить на контактну поверхню під кутом 90° , а інше – дотично до неї.

Оскільки при звичайному деформуванні здійснюється постійний контакт інструмента з матеріалом зразка, то траєкторії максимальних дотичних напружень постійно будуть розташовуватися до оброблюваної поверхні під кутом 90° . При вібраційному навантаженні в момент відриву інструменту від оброблюваної поверхні цей кут складе 45° , тобто в процесі вібраційного деформування кут перетину ліній ковзання з оброблюваною поверхнею буде змінюватися від 45° до 90° . Отже, при вібраційному деформуванні в момент відриву інструменту зусилля буде спрямовано під великим кутом до напрямку його руху, тобто зусилля і величина деформації в радіальному напрямку зразка будуть мати більше значення в порівнянні зі

звичайною обробкою. Це викликає і більше ущільнення оброблюваної поверхні.

Ступінь ущільнення оброблюваного матеріалу зразка може бути визначена:

$$\eta = \frac{F_0}{F_1}. \quad (3.20)$$

Як показали дослідження, ступінь ущільнення зразків, відновлених приварюванням шин зі сталі 45 з наступною наплавленням сормайтотом при вібраційному деформуванні в 1,37 рази більше, ніж при звичайній обробці.

3.4. Вплив часу зміцнення на зміну параметрів дискового ножа

Для експериментального підтвердження розглянутих теоретичних передумов по доцільності використання технології вібраційного способу зміцнення дисків копачів бурякозбиральних машин, вони були піддані такій обробці після відновлення приварюванням шин із сталі 45 з наступним наплавленням сормайтотом.

Зміна величини деформації диска копача як в радіальному, так і в напрямку руху робочого інструмента залежить від таких чинників: способу відновлення; амплітуди і частоти коливань обробного інструменту; матеріалу, що використовується при відновленні; часу зміцнення.

Для вивчення впливу амплітуди коливання робочого інструменту на величину деформації проводили вібраційну обробку зразків-дисків діаметром 680 мм. Амплітуда коливань становила 0,25; 0,5 і 0,75 мм, що було теоретично обґрунтовано в розділі 3.

Використовували зразки-диски наступних варіантів: нові диски із сталі 65Г; відновлені приварюванням шин зі сталі 45 з наступним наплавленням сормайтотом; відновлені приварюванням шин зі сталі 45 з наступним наплавленням сормайтотом і вібраційним зміцненням.

Дані отриманих вимірів зазначених параметрів дисків наведені в табл.3.3.

Дослідами встановлено, що найбільший приріст діаметра дискових ножів 6,07 мм мало місце при їх відновленні приварюванням шин зі сталі 45 з наступним наплавленням сормайтотом.

Таблиця 3.3 – Зміна параметрів дисків в залежності від технології їх відновлення

Варіант дискового ножа	Час обробки, хв.	Приріст діаметра диска, мм	Зменшення товщини диска, мм
Нові диски з сталі 65Г	15	1,78	0,115
	30	2,41	0,162
	45	3,22	0,191
Відновлені приварюванням шин з сталі 45 з подальшим наплавленням сормайтотом	15	4,25	0,188
	30	5,14	0,273
	45	6,07	0,329
Відновлені приварюванням шин з сталі 45 з вібродуговим наплавленням сормайтотом	15	3,57	0,237
	30	4,29	0,330
	45	5,21	0,395

Експериментально встановлено, що характер збільшення діаметру леза дисків та зменшення його товщини при вібраційному зміцненні ідентичний.

Отримані експериментальні дані дозволили скласти наступне:

- амплітуда коливання обробного інструменту рівна $A = 0,5$ мм є оптимальною. Зі збільшенням амплітуди коливання спостерігається нерівномірність збільшення діаметра диска по колу, величина якого склала 0,75-1,22 мм. Зменшення амплітуди коливання в 1,5-1,74 рази знижує величину деформації диска в радіальному напрямку;

- диски копачів з приварюванням шин із сталі 10 і наплавленням сормайтотом при зносі по діаметрі до 6,5 мм можуть бути відновлені до номінального розміру методом вібраційного деформування.

3.5. Оптимізація параметрів вібраційної обробки

Величина деформації є одним з основних параметрів відновлення дисків копачів бурякозбиральних машин, що служить для компенсації певного значення їх зносу. Тому, дуже важливим є встановлення залежності між величинами зміни діаметра диска, товщини його леза при деформуванні і амплітудою коливання обробного інструменту.

Дослідженню піддавали зразки-диски діаметром 680 мм, товщиною леза 2,5 мм і кутом заточування $11-15^{\circ}$.

Амплітуду коливань обробного інструменту змінювали від 0,25 до 0,75 мм. Повторюваність вимірів зразків була п'ятикратної. Вимірювання величини деформації проводили за методикою, наведеною в розділі 2.

Зміна розмірів зразків у кожній розміченій точці визначали як середнє арифметичне різниці повторних вимірювань в ній до і після закінчення процесу обробки.

Величину деформації в радіальному напрямку і по висоті диска, як функцію амплітуди і часу, визначали по середньому арифметичному значенню величини деформації, отриманої на підставі вимірювання трьох зразків, підданих обробці.

На підставі отриманих експериментальних даних були побудовані криві залежностей деформації ΔD диска в радіальному напрямку і Δa по товщині його леза від амплітуди коливання обробного інструменту і часу t при вібраційному деформуванні дослідних зразків (рис. 3.3).

Як видно з рис. 4.1 характер зміни кривих збільшення діаметру і зменшення товщини леза дисків при різних значеннях амплітуди коливань обробного інструменту ідентичний. Найбільше значення зміни зазначених величин має місце при амплітуді коливання $A = 0,5$ мм, а найменша – при $A = 0,75$ мм.

Такий характер зміни зазначених величин при вібраційному деформуванні пояснюється тим, що при амплітуді коливань $A = 0,75$ мм

відбувається більший відрив обробного інструменту від поверхні деталі, що зміцнюється. Це призводить до того, що навантаження, що діє на матеріал оброблюваного зразка (деталі), носить ударний характер, який сприяє зменшенню його пластичності. При амплітуді $A = 0,25$ мм недостатньо проявляються властивості вібраційних коливань.

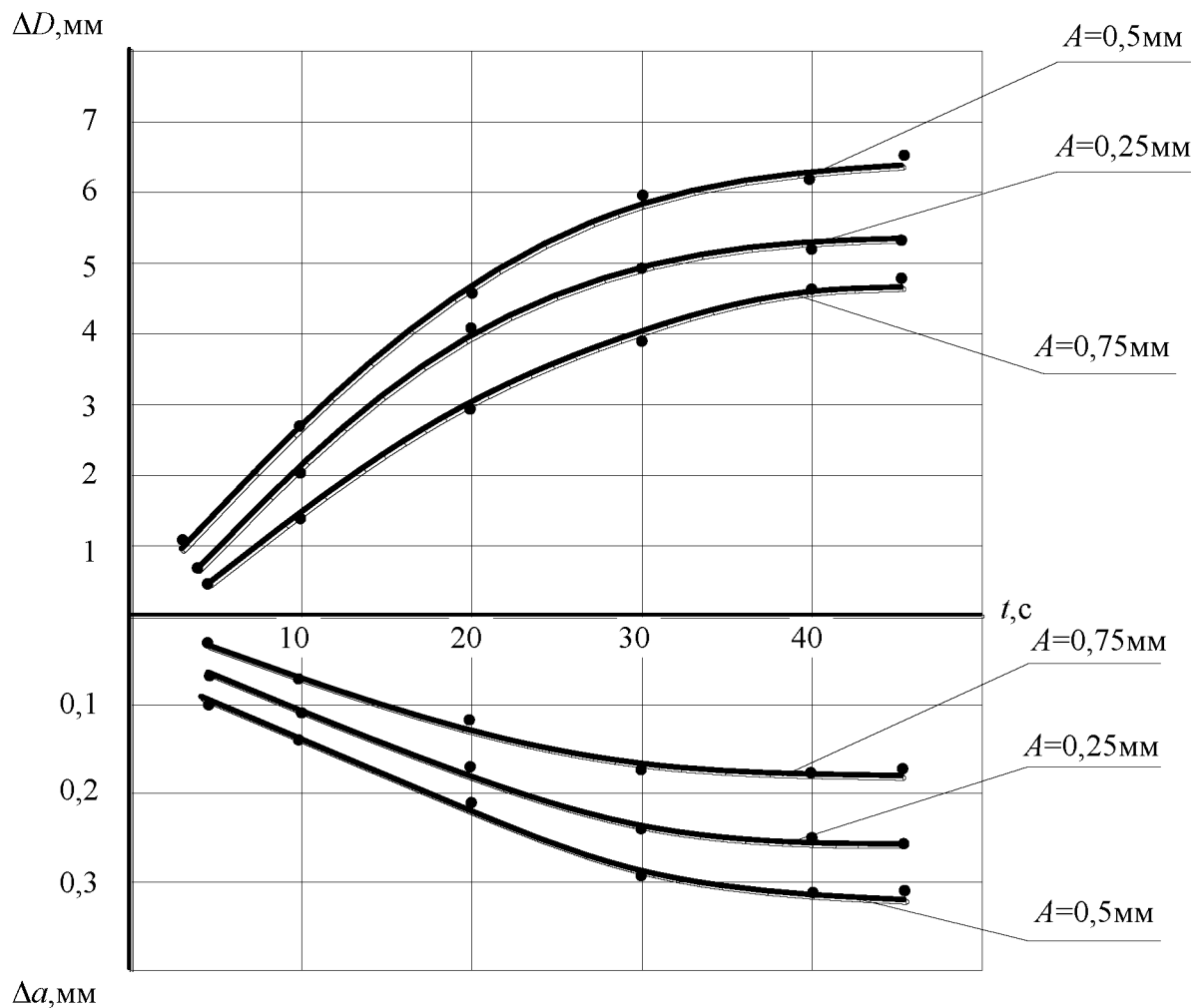


Рис. 3.3. Зміни деформації диска ΔD в радіальному напрямленні і по товщині леза Δa

Так, величина приросту зовнішнього діаметра диска при амплітуді $A=0,5$ мм в 1,11 раз більше, ніж при $A = 0,25$ мм і в 1,33 – при $A = 0,75$ мм. Це можна пояснити спільною дією на оброблюваний матеріал статичних і циклічних напружень, що полегшує переміщення ліній ковзання і, отже, збільшує величину деформації в радіальному напрямку.

Проведені дослідження дозволяють зробити висновок:

- в умовах вібраційного зміцнення значення амплітуди $A = 0,5$ мм є оптимальним;
- зі збільшенням часу обробки поверхні відбувається збільшення приросту діаметра деталі, яке при $t = 5-15$ с носить прямолінійний характер;
- інтенсивність збільшення зовнішнього діаметра диска при його зміцненні з амплітудою $A = 0,5$ мм при $t = 30$ с в 4,52 рази більше, ніж при $t = 45$ с.

Зразки для вивчення мікроструктури вирізали на фрезерному верстаті з леза ножа дисків копачів чотирьох варіантів:

- нових дисків із сталі 65Г;
- відновлених приварюванням шин зі сталі 45 з наплавленням сормайтотом;
- нових дисків зі сталі 65Г, які підлягають вібраційному зміцненню;
- відновлених приварюванням шин зі сталі 45 з наплавленням сормайтотом і наступним вібраційним зміцненням.

Проведені дослідження дозволяють зробити висновок наступне, що при вібраційному деформуванні структура металу більш рівномірною і дрібнозернистою і вона характеризується більш дрібним зерном і однорідним розподілом фаз.

3.6. Оцінка твердості

Дослідження твердості наплавленого, основного і зміцненого металу виконані за допомогою твердоміри ТК (шкала С) по ГОСТ 9013-89 при навантаженні 50 Н.

Аналіз отриманих характеристик твердості після різних видів наплавлення і вібраційного зміцнення показує, що значний вплив на аналізовані характеристики надають умови захисту зварювальної дуги,

теплові умови, а також режими процесу наплавлення і вібраційного зміцнення.

В результаті вібраційного впливу на наплавлений метал на 35-40% зростає твердість обробленої поверхні леза диска.

3.7. Дослідження зношування леза диска ножа

При проведенні експериментів враховували як зносостійкість застосовуваного матеріалу сталь 45 і сталь 10 при відновленні, так і можливість розробки ефективного технологічного процесу відновлення дисків копачів бурякозбиральних машин.

Матеріал, що використовується при відновленні дисків, вибирали з урахуванням підвищення їх експлуатаційних властивостей за рахунок забезпечення максимального зміцнення при вібраційній обробці.

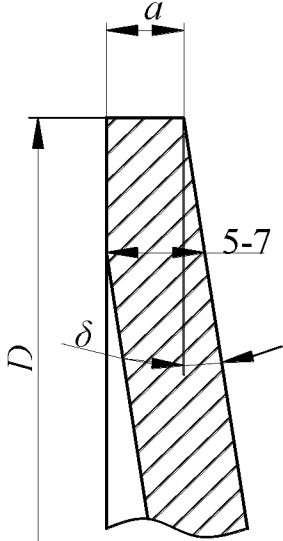
Методикою дослідження було передбачено п'ятнадцять варіантів ножів: 1, 2, 3 – нові диски із сталі 65Г діаметром 650, 680 і 700 мм; 4, 5, 6 – відновлені приварюванням шин зі сталі 45 з наплавленням сормайтотом; 7, 8, 9 – нові диски із сталі 65Г, піддані вібраційному зміцненню; 10, 11, 12 – відновлені приварюванням шин зі сталі 45 з наплавленням сормайтотом і з подальшим вібраційним зміцненням; 13, 14, 15 – відновлені приварюванням шин зі сталі 10 з наплавленням сормайтотом і вібраційним зміцненням (табл.3.4).

Твердість по Бринеллю сегментних шин із сталі 45 і сталі 10 знаходилася відповідно в межах 185-190 МПа і 130-140 МПа, а металу диска – 280-290 МПа.

Приварювання сегментних шин шириною 36 мм і товщиною 10 мм проводили на напівавтоматі А-765 дротом діаметром 2 мм марки 08ГС і наплавлення здійснювали в лабораторії зварювання та наплавлення, а вібраційне зміцнення виробляли на вібраційній установці, виготовленої на кафедрі ремонту машин і технології конструкційних матеріалів Полтавської державної аграрної академії та Тернопільського комбайнового заводу.

Аналіз отриманих даних показує, що від розміру леза ножа істотно змінюється величина зносу дисків як в радіальному напрямку, так і по товщині. Для всіх варіантів ножів найменший знос мав місце для дисків діаметром 680 мм.

Таблиця 3.4 – Характеристика використовуваних ножів дисків

Варіант диска	Вимірювальні параметри			Ескіз профілю ножа диска
	D , мм	a , мм	δ°	
1	650	2,25	$14^\circ 30'$	
2	680	2,50	14°	
3	700	2,60	$13^\circ 50'$	
4	650	2,50	14°	
5	680	2,60	$13^\circ 50'$	
6	700	2,75	$14^\circ 40'$	
7	650	2,45	$14^\circ 10'$	
8	700	2,50	14°	

Дані вимірювань наведені в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Дані зносу дисків в умовах стендових випробувань

Номер варіанта	Зміни діаметра, мм	Зміни товщини леза, мм
1	1,80	1,52
2	1,64	1,37
3	1,95	1,49
4	1,69	1,24
5	1,50	1,35
6	1,80	1,12
7	0,65	0,75
8	0,62	0,76

Для всіх п'яти випробувань дискових ножів радіальний знос їх діаметра 680 мм в 1,13 і 1,45 рази менше, ніж для дисків 650 мм і 700мм. Зміна товщини леза дискового ножа діаметром 680 мм було менше відповідно в 1,09 і 1,36 рази.

Найменшу величину зносу 0,31 мм по діаметру мали диски, виготовлені зі сталі 65Г з наступним вібраційним зміцненням, і диски, відновлені приварюванням шин зі сталі 45 з наплавленням сормайтм і наступним вібраційним зміцненням, знос яких склав 0,55 мм.

Як показали дослідження, найменша зміна товщини леза ножа мала місце при початковій кромці леза рівною 2,5-2,6 мм.

Результати оцінки величини зносу і товщини леза дискових ножів в стендових умовах наведені на діаграмі (рис. 3.4).

Проведені досліджень при стендових випробуваннях дозволили визначити оптимальні значення діаметра і товщини леза ножа диска копача, а також вибрати більш ефективний технологічний процес його відновлення.

Аналіз отриманих даних при стендових випробуваннях дозволяє зробити висновок, що зносостійкість, а отже, і ресурс диска залежать не тільки від його параметрів, а й значною мірою від виду обробки при відновленні, а також від поєднання основного і наплавленого матеріалу. Так, диски за зростанням зносостійкості в залежності від їх діаметру розташувалися у такій послідовності: 700, 650 і 680 мм.

Диски за зростанням ресурсу, оцінюваного зносом по діаметру і товщині леза ножа, розташовуються в наступному порядку: нові диски із сталі 65Г; відновлені приварюванням шин зі сталі 45 з наплавленням сормайтм; відновлені приварюванням шин зі сталі 45 з наплавленням сормайтм і вібраційним зміцненням.

В результаті стендових випробувань рекомендується використовувати диск діаметром 680мм з приварюванням шин зі сталі 45, з автоматичним наплавленням сормайтм з наступним вібраційним зміцненням робочої поверхні. Товщина леза ножа диска має становити $2,5 \pm 0,1$ мм.

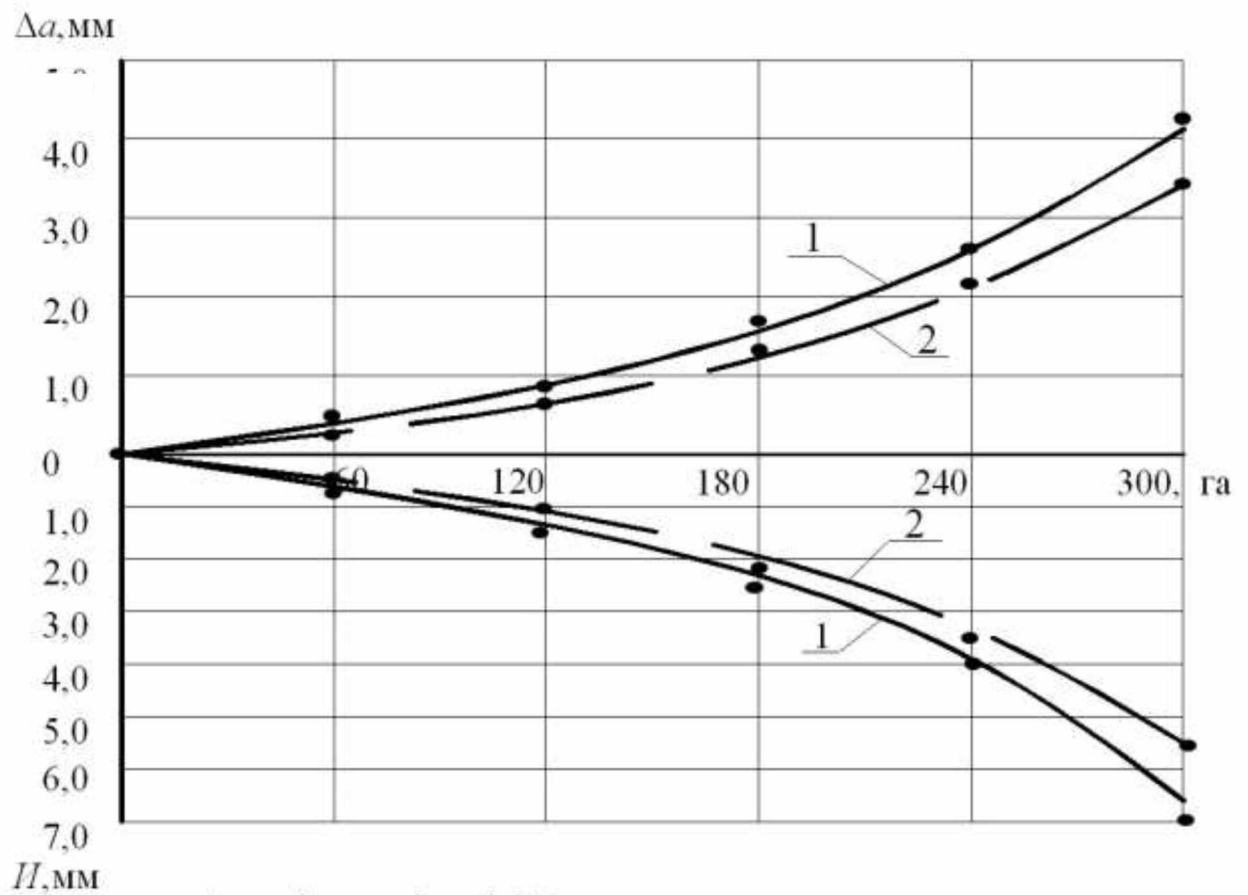


Рис. 3.4. Діаграма зміну радіального зносу Δr і товщини Δa леза ножа дисків в стендових умовах: 1 - нові диски із сталі 65Г діаметром 650 мм, 2 – теж діаметром 680 мм, 3 - теж діаметром 700 мм, 4 - відновлені приварюванням зі сталі 45 з наплавленням сормайтм діаметром 650 мм, 5 - теж діаметром 680 мм, 6 - теж діаметром 700 мм; 7 - відновлені приварюванням шин зі сталі 45 з наплавленням сормайтм з наступним вібраційним зміцненням діаметром 650 мм; 8 - теж діаметром 680 мм; 9- теж діаметром 700 мм.

Висновки

1. Амплітуда коливання обробного інструменту робить істотний вплив на величину і рівномірність приросту діаметра диска копача по колу. Встановлено, що амплітуда коливання обробного інструменту 0,5 мм є оптимальною.

2. Найбільше значення величини деформації рівне 6,07 мм в радіальному напрямку мало місце у дисків, відновлених приварюванням шин зі сталі 45 з наступним наплавленням сормайтотом.

3. Диски копачів з приварюванням шин зі сталі 10 з наступним автоматичним наплавленням сормайтотом при зносі діаметра до 6,5 мм можуть бути відновлені до номінального розміру методом вібраційного деформування.

4. Підвищення величини деформації по зовнішньому діаметру диска при вібраційному зміцненні можна пояснити спільною дією на оброблюваний матеріал статичних і циклічних напружень, що полегшує переміщення ліній ковзання і, отже, сприяє зростанню величини деформації в радіальному напрямку.

5. Час обробки поверхні диска робить істотний вплив на величину приросту його діаметра. Показано, що інтенсивність збільшення при вібраційному зміцненні з амплітудою $A = 0,5$ мм при $t = 30$ с в 1,52 рази більше, ніж при $t = 45$ с.

6. При вібраційному деформуванні структура металу дисків копачів більш дрібнозерниста і рівномірна, ніж у дисків без вібраційної обробці.

7. При вібраційному навантаженні на 35-40% зростає твердість обробленої поверхні леза диска, що сприяє підвищенню його зносостійкості.

РОЗДІЛ 4

ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Економічна оцінка ефективності відновлення дисків копачів вібраційним методом

Техніко-економічна оцінка проведена у відповідності з рекомендаціями щодо визначення економічної ефективності підвищення надійності і довговічності сільськогосподарських машин, викладених в роботах [34-35].

Річний економічний ефект від впровадження розробленої технології визначали за формулою:

$$E = [(c_1 + E_n \kappa_1) - (c_2 + E_n \kappa_2)] B_r, \quad (4.1)$$

де c_1 і c_2 – собівартість нового диска копача та відновленого приварюванням шин, наплавленням сормайтом і зміцненого методом вібраційного деформування, грн.; κ_1 і κ_2 – питомі капітальні вкладення на придбання технологічного обладнання, грн.; $E_n = 0,15$ – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень [35]; B_r – річний обсяг відновлюваних дисків копачів за розробленою технологією, шт.

Затрати C_y на виготовлення вібраційної установки для зміцнення робочої поверхні дисків копачів вібраційним методом визначали за такою залежністю:

$$C_y = C_k + C_{od} + C_{nd} + C_{cb} + C_{on}, \quad (4.2)$$

де C_k – вартість виготовлення корпусних деталей, грн.; C_{od} – витрати на виготовлення оригінальних деталей, грн.; C_{nd} – ціна великих покупних деталей і вузлів, грн.; C_{cb} – заробітна плата виробничих робітників, зайнятих

на складанні конструкції, грн.; C_{on} – загальновиробничі (цехові) накладні витрати на виготовлення або модернізацію конструкції, грн.

Розраховані за вказаною формулою витрати на виготовлення і модернізацію установки склали 4718 грн.

Питомі капітальні вкладення визначали по залежностям [36]:

$$\kappa_1 = \frac{C_{o1}}{B_{\varepsilon 1}}; \quad \kappa_2 = \frac{C_{o2}}{B_{\varepsilon 2}}, \quad (4.3)$$

де C_{o1} і C_{o2} – вартість основних виробничих фондів за діючої технології виготовлення і розробленої технології відновлення дисків; $B_{\varepsilon 1}$ і $B_{\varepsilon 2}$ – річна програма виготовлення та відновлення за розробленою технологією.

Питомі капітальні вкладення становлять:

$$\kappa_1 = 0,72 \text{ грн.}; \quad \kappa_2 = 0,49 \text{ грн.}$$

Собівартість відновлення C диска копача визначали по наступній формулі:

$$C = C_{з.п.} + C_m + C_{р.ф.} + C_{н.р.} + C_{н.р.}, \quad (4.4)$$

де $C_{з.п.}$ – заробітна плата виробничих робітників, зайнятих в процесі відновлення, грн.; C_m – витрати на використовувані при відновленні дисків матеріали, грн.; $C_{р.ф.}$ – вартість ремонтного фонду з урахуванням витрат на придбання обладнання, грн.; $C_{н.р.}$ – накладні витрати, грн.; $C_{н.р.}$ – інші витрати, грн.

Собівартість одного нового диска по даним [37] складає $c_1 = 1074$ грн., а відновленого $c_2 = 740$ грн.

Економічний ефект від впровадження розробленої технології складе:

$$E = [(1074 + 0,15 \cdot 0,72) - (740 + 0,15 \cdot 0,49)] 1500 = 501060 \text{ грн.},$$

де 1500 – річний обсяг відновлюваних дисків копачів.

Економічний ефект на одиницю продукції становить 334,04 грн.

Додатковий прибуток від реалізації річного обсягу продукції у виробника становитиме:

$$\Pi = [(C_2 - c_2) - (C_1 - c_1)] B_r, \quad (4.5)$$

де C_1 і C_2 – оптова ціна нового диска і відновленого за розробленою технологією, грн.

$$\Pi = [(1288,8 - 740) - (1288,8 - 1074)] 1500 = 516000 \text{ грн.}$$

Основні показники техніко-економічної ефективності відновлення дисків копачів наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Показники техніко-економічної ефективності

Показники економічної оцінки	Значення показників	
	Існуюча технологія виготовлення	Розроблена технологія відновлення
1. Річний об'єм виготовлення і відновлення дисків, шт.	1500	1500
2. Собівартість одного диска, грн.	1074	740
3. Собівартість комплекту дисків копачів, грн.	12888	8880
4. Питомі капітальні вкладення, грн.	0,72	0,49
5. Річний економічний ефект, грн.		501060
6. Економічний ефект на одиницю продукції, грн.		334,04

4.2. Охорона праці

Охорона праці включає техніку безпеки, що запобігає травматизму, і виробничій санітарії, перешкоджає виникненню захворювань із-за дії шкідливих чинників. Впровадження раціонального комплексу заходів, направлених на поліпшення умов праці, може забезпечити приріст її продуктивності на 15...20%. Структура комплексу заходів наступна.

1. Аналіз стану охорони праці або безпеки технологічного процесу на підприємстві.

2. Розробка організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних заходів щодо поліпшення стану охорони праці.

3. Розробка вимог (інструкцій) з охорони праці при роботі на технологічному (модернізованому) обладнанні або при використанні запропонованого пристосування.

4. Аналіз і оцінка пожежної безпеки підприємства, організація пожежної профілактики (визначення категорії виробництва по пожежній небезпеці, ступені вогнестійкості будівельних конструкцій, обґрунтування первинних засобів і витрати води для гасіння пожежі).

Аналіз стану охорони праці. Його проводять так, щоб можна було визначити передумови для розробки заходів щодо зниження травматизму і поліпшення умов праці [37].

При аналізі стану охорони праці при організації і технології ремонтно-обслуговуючих робіт враховують наступне:

дотримання законодавства про режим праці і відпочинку працюючих;

відповідність організації забезпечення охорони праці вимогам нормативних документів;

планування заходів щодо охорони праці, виділення і використання грошових і матеріальних коштів на їх виконання;

відповідність будівлі ремонтно-обслуговуючого підприємства (приміщення виробничої ділянки) вимогам санітарних і будівельних норм і правил;

можливість появи шкідливих і небезпечних виробничих чинників, основні причини виробничих травм;

дотримання вимог безпеки при використанні обладнання, вантажопідійомних машин і судин, що працюють під тиском;

динаміку травматизму і захворюваності;

санітарно-побутові умови працівників;

пожежну безпеку (характеристика технологічних процесів пожежній небезпеці, наявність і готовність первинних і технічних засобів пожежогасіння, дотримання вимог пожежної безпеки, наявність і стан грозозахисних пристроїв і т. п.).

Розробка заходів щодо поліпшення стану охорони праці. Заходи щодо поліпшення стану охорони праці або безпеки технологічних процесів розробляють на основі аналізу. Вони повинні бути конкретними.

Заходами передбачають:

поліпшення діяльності адміністрації (наймача) з дотримання трудового законодавства і виконання вимог нормативної документації з охорони праці;

вдосконалення системи навчання працівників охорони праці відповідно до нормативних документів;

поліпшення контролю і нагляду за дотриманням вимог охорони праці;

застосування засобів наочної агітації з безпеки праці, поліпшення планування з охорони праці;

заміну небезпечних технологічних процесів безпечними;

розробку пристроїв, що забезпечують безпечну експлуатацію технологічного обладнання і систем, забезпечення електробезпеки;

створення нормального повітряного середовища за рахунок вентиляції і опалювання;

забезпечення гігієнічних вимог до природного і штучного освітлення;

зниження рівнів шуму і вібрацій на робочих місцях;

забезпечення пожежної безпеки;

створення необхідних санітарно-побутових умов для працівників підприємства.

Для розробки вимог безпеки (інструкції) з охорони праці при експлуатації існуючого, проектного або модернізованого устаткування (пристосування) необхідно спочатку охарактеризувати можливі небезпечні і шкідливі виробничі чинники, які можуть виникнути під час роботи, небезпечні зони, а потім описати методи їх ліквідації. Необхідно також обґрунтувати вимоги до персоналу, який експлуатуватиме обладнання.

Для забезпечення безпечної експлуатації і обслуговування проектного устаткування передбачають захисні засоби, блокуючі і гальмівні пристрої, засоби сигналізації, захист від враження електричним струмом і ін. Робоче місце оператора організовують з урахуванням вимог ергономіки.

Крім того, при необхідності обґрунтовують санітарно-гігієнічні умови праці на проектному обладнанні, передбачають заходи і засоби пожежної безпеки, розробляють інструкцію з техніки безпеки.

Визначення кількості шкідливих виділень у виробничих приміщеннях. Деякі технологічні процеси, що виконуються на ремонтно-обслуговуючих підприємствах, характеризуються виділенням різних забруднень. Тому при проектуванні підприємств в приміщеннях передбачають природну, механічну або змішану вентиляцію. Вентиляційні системи повинні забезпечувати відносну вологість повітря, концентрацію в нім газів, шкідливих виділень в межах, що не перевищують допустимі норми. Якщо виділення забруднень відбувається на окремому технологічному обладнанні (на столі для зварювальних робіт, в наплавлювальній установці, гальванічній ванні і т.д.), влаштовують місцеву вентиляцію у вигляді парасольок, відкосів і т.п. При розсіяному виділенні забруднень в приміщенні передбачають загальнообмінну вентиляцію.

Розрахунок вентиляційних систем проводять виходячи з інтенсивності забруднення повітря. Кількість виділень, що забруднюють повітря в приміщенні, визначають по кожному джерелу. У виробничих приміщеннях до основних забруднень відносяться: відпрацьовані гази двигунів внутрішнього згорання; гази і аерозолі, що утворюються в процесі зварки, наплавлення, паяння; випаровування миючих розчинів, розчинників емалей і лаків, охолоджуючих рідин, електроліту та ін.

Кількість повітря, необхідну для розбавлення газових і аерозольних забруднень, тобто продуктивність вентиляційної установки, визначають за формулою:

$$W_e = 10^6 Q_c / (C_{p.z} - C_n) \quad (6.1)$$

де W_e – продуктивність вентиляційної установки, м³/год; Q_c – сумарна кількість забруднень, що виділяються, кг/год; $C_{p.z}$ гранично допустима концентрація даного забруднення в робочій зоні, мг/м³; C_n – концентрація даної забруднення у повітрі, що поступає, мг/м³.

У випадках, коли зовнішнє повітря, що поступає в приміщення, не містить шкідливих домішок, величину C_n приймають рівною нулю.

У приміщеннях ділянок діагностики і технічного обслуговування, ремонтно-монтажної кількість шкідливих виділень від працюючого дизельного двигуна визначають за формулою:

$$Q_o = (160 + 13,5V_u) \frac{P}{100} \cdot \frac{T}{60}, \quad (4.6)$$

де Q_o – кількість шкідливих виділень від працюючого дизеля, кг/год; V_u – робочий об'єм циліндрів двигуна, л; P – вміст забруднень у відпрацьованих газах %; T – час роботи двигуна, хв.

При роботі карбюраторного двигуна

$$Q_k = 15(0,6 + 0,8V_u) \frac{P}{100} \cdot \frac{T}{60}. \quad (4.7)$$

Кількість аерозолів свинцю при роботі карбюраторного двигуна на етильованому бензині буде рівна:

$$Q_c = \frac{0,05C(0,6 + 0,8V_u)}{100} \cdot \frac{T}{60}, \quad (4.8)$$

де C – вміст тетраетилсвинця в бензині, г/кг ($C = 0,05 \dots 0,10\%$).

Час роботи двигунів в приміщеннях приймають: при розігріванні – 2 хв; при установці на пост (лінію) технічного обслуговування – 1,0...1,5 хв; при рейсуванні і виїзді (в'їзді) – 0,2...0,5 хв; на кожних 10 м шляху при переміщенні з поста на пост своїм ходом – 1,0...1,5 хв; при регулюванні двигуна – 10...15 хв.

Вміст забруднень у відпрацьованих газах (Р) наведено у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Вміст забруднень відпрацьованих газах, % до маси

Умови роботи двигуна	Дизельні двигуни			Карбюраторні двигуни	
	Оксид вуглецю	Оксид азоту	Альдегіди	Оксид вуглецю	Аерозолі свинцю
Розігрів у приміщенні	0,071	0,007	0,510	6,0	0,0025
Рейсування в приміщенні	0,054	0,009	0,037	4,0	0,0018
В'їзд до приміщення і місця розташування	0,035	0,005	0,022	2,0	0,0010

На ділянці зварки роботи супроводжуються виділенням зварювальних аерозолів і шкідливих газоподібних речовин (фтористого водню, оксидів азоту, оксиду вуглецю і ін.). При визначенні кількості забруднень, що виділяються, під час зварки (різки) враховують питомі показники їх викидів.

Кількість шкідливих виділень при зварці визначають за формулою

$$Q_a = 10^{-3} G_a q_a \quad (4.9)$$

де Q_a – кількість зварювального аерозолю, кг/год; G_e – максимальна витрата електродів, кг/год; q_a – питома виділення аерозолю, г/кг.

Аналогічно визначають кількість шкідливих газів, що виділяються при зварці.

Викид сірчаної кислоти підраховують за формулою

$$Q_k = q_k (C_1 a_1 + C_2 a_2 + \dots + C_n a_n) \quad (4.10)$$

де Q_k – кількість сірчаної кислоти, що виділяється, мг; q_k – питома виділення сірчаної кислоти, мг/кг; $C_{1..n}$ – номінальні ємкості батарей, що одночасно заряджають, А·год; $a_{1..n}$ – кількість батарей відповідної ємкості.

На мідницькій ділянці при ремонті радіаторів, баків використовують м'які припої, що містять, свинець і олово. Розрахунок викидів шкідливих речовин проводять окремо по свинцю і олову.

Розрахунок викидів забруднюючих речовин на ділянках вулканізації, перевірки і регулювання паливної апаратури проводиться також по питомих виділеннях забруднень (таблиця 4.3).

При митті деталей і агрегатів застосовують синтетичні миючі засоби (СМЗ) на основі кальцинованої соди (лабомид-101, лабомид-102, МС-6 та ін.), розчин каустичної соди, гас і т. д. Викид забруднюючої речовини при митті визначають за формулою:

$$Q_z = 3600 q_z F \quad (4.11)$$

де Q_z – кількість забруднень, що виділяються, г/год; q_z – питома виділення (викид) забруднюючих речовин при митті, г/(с·м²) F – площа дзеркала ванни, м².

При проектуванні ділянки фарбування ремонтованих об'єктів розрахунок виділення забруднюючих речовин слід вести роздільно для пігменту фарби і для розчинника. Кількість твердих забруднюючих частинок, що виділяються, розраховують за формулою:

$$Q_m = m_k f_c \sigma_n \cdot 10^{-4} \quad (4.12)$$

де Q_m - кількість твердих частинок, що утворюються, кг/год; m_k – кількість використаної емалі (фарби), кг/год; f_c – кількість фарби (сухий залишок), що не випаровується %; y_n – втрати фарби у вигляді аерозолю залежно від способу фарбування, %.

Таблиця 4.3 – Склад емалей і ґрунтовок %

Розчинник	Емаль						Ґрунтовка		
	МЛ-152	МЛ-197	НЦ-11	ПФ-115	МС-17	НЦ-25	МЛ-029	ГФ-017	ФЛ-03К
Ацетон	-	-	-	-	-	4,62	-	-	-
Бутілацетат	-	-	13,75	-	-	6,60	-	-	-
Бутиловий спирт	12,9	21,89	5,50	-	-	9,9	26,0	-	-
Ксилол	24,6	38,67	-	22,5	60,0	-	32,8	50,0	15,0
Уайт спірит	8,06	0,04	-	22,5	-	-	-	-	-
Толуол	-	-	13,75	-	-	29,7	2,2	-	15,0
Етиловий спирт	-	-	8,25	-	-	9,9	-	-	-
Етилацетат	-	-	13,75	-	-	-	-	-	-

Таблиця 4.4 – Виділення забруднюючих речовин при фарбуванні і сушці %

Спосіб нанесення фарби (емалі)	Виділення шкідливих компонентів		
	Втрата фарби у вигляді аерозолю	Виділення розчинника	
		при забарвленні	при сушці
Розпилювання:			
пневматичне	30	25	75
безповітряне	2,5	23	77
пневмоелектростатичне	3,5	20	80
електростатичне	0,3	50	50
Вручну пензлем або валиком	-	50	50

Викид пари розчинників, якщо фарбування і сушка проводяться в одному приміщенні, розраховують за формулою

$$Q_{p_i} = m_k f_u f_{l_i} \cdot 10^{-4} \quad (4.13)$$

де Q_{pi} – кількість пари i -го речовини, що виділяється, яка входить до складу розчинника емалі, , кг/год; f_u – частка фарби, що випаровується (летюча) %; f_{li} – кількість летючої i -го забруднюючої речовини у фарбі %.

4.3. Екологічна експертиза розробок

Екологічна паспортизація ремонтно-обслуговуючих підприємств є одним з ефективних перспективних засобів охорони навколишнього природного середовища. Екологічний паспорт підприємства належить до його основної проектно-технічної документації. Поряд з технологічним регламентом він повинний бути на кожному підприємстві. У цьому документі наведені дані, що характеризують взаємовідносини підприємства з довкіллям.

У першій частині паспорта наводяться загальні відомості про виробництво: назва підприємства та продукції, що виробляється, район розташування, його потужність, займана площа, кількість працюючих та основні витратні величини споживаної сировини, води, енергії, палива, пари, повітря тощо, а також відомості про споживану сировину, джерела водо- і теплопостачання, короткий опис технологічних схем виробництва основної продукції, технології очищення газо- димових викидів в атмосферне повітря та стічних вод, оборотність, зберігання, транспортування та вилучення твердих відходів (назва, кількість, хімічний склад та деякі основні властивості, технологія відновлення або виготовлення), утримання приміщень і споруд, плани дій в аварійних умовах, небезпечні матеріали, відомості про кращі альтернативні технології, що застосовуються на інших підприємствах країни чи світової практики і завдають меншої шкоди довкіллю.

Характеризується також санітарно-захисна зона підприємства (площа зони, прилеглі об'єкти, її оформлення).

У другій частині паспорта відображені заплановані природоохоронні заходи із зазначенням конкретних термінів, виконавців, обсягів і витрат,

питомих і загальних газо- димових викидів в атмосферне повітря і скидів стічних вод та відходів виробництва до і після впровадження кожного заходу.

Екологічні паспорти дають змогу зробити аналіз екологічного середовища в регіоні, порівняти техніко- і еколого-економічні дані з даними інших підприємств, що характеризуються природоохоронними заходами.

Одночасно можна оцінити й ефективність застосованої технології, повноту використання матеріалів й палива, ефективність технології очищення стічних вод і газо- димових викидів.

Можна також зробити еколого-економічну оцінку збитків взагалі і завданих природі зокрема, ефективність використання палива та енергії.

Оскільки об'єкти підприємства є джерелами забруднення атмосфери і навколишнього середовища, то проводять аналіз забезпеченості технічними засобами контролю за станом навколишнього середовища, викидами забруднюючих речовин в атмосферу і дають оцінку виконання екологічних заходів, приводять дані про використання і охорону земельних і водних ресурсів, описують методи контролю за шкідливими викидами, заходи щодо їх зменшення [37].

Проведений аналіз дозволяє розробити рекомендації по забезпеченню екологічної стійкості підприємства, а також план ліквідації аварійних ситуацій і витоків нафтопродуктів, в який включають об'єкти і території, що підлягають особливому захисту від забруднень (водозабори, житлові масиви, зони відпочинку).

Повинна бути встановлена (обґрунтована) категорія екологічної небезпеки об'єкту. Для цього встановлюють структуру викидів і скидань забруднюючих речовин при експлуатації технологічного устаткування. На підставі екологічного аналізу джерел викидів роблять розрахунок «пріоритетного» викиду шкідливих речовин.

Залежно від категорії небезпеки вводиться періодичність звітності в системі держобліку викидів забруднюючих речовин в атмосферу.

Найбільша ефективність в захисті повітряного середовища від забруднюючих викидів досягається при поєднанні заходів щодо вдосконалення технологічних процесів, газоочистки, забезпечення загальних санітарно-гігієнічних вимог і правильних об'ємно-планувальних рішень.

Кримінального кодексу України. Вимоги закону передбачають встановлення чіткого причинного зв'язку між зробленим порушенням і погіршенням навколишнього середовища.

До екологічних злочинів відносять: забруднення навколишнього природного середовища (води, повітря, ґрунту); порушення правил обороту небезпечних матеріалів і відходів.

Забруднення, виснаження поверхневих чи підземних вод, джерел питної води або зміна її природних властивостей можуть завдати шкоди сільському господарству. Оцінка завданого збитку здійснюється з урахуванням реальної вартості затрат на відновлювальні роботи та ліквідацію наслідків.

Порушення правил викиду забруднювальних речовин в атмосферу, експлуатації очисних споруд чи інших об'єктів спричиняють забруднення або зміну природних властивостей повітря, що може завдати істотної шкоди здоров'ю людини.

Шкідливий вплив на ґрунти чинить забруднення їх відходами господарської діяльності, що може бути небезпечним для здоров'я людей, забруднювати сільськогосподарську продукцію і водойми.

Порушення правил охорони навколишнього середовища полягає у використанні непередбачених правилами методик, відмови від виконання відповідних робіт або в бездіяльності при необхідних обов'язках. Це може бути, зокрема, ігнорування інформації, відмова від проведення екологічної експертизи та будівництва очисних споруд, порушення правил будівництва, експлуатації і ліквідації побудованих споруд тощо.

За скоєні екологічні злочини порушники несуть правову відповідальність. Екологічне законодавство передбачає три рівні покарання: порушення; порушення, що завдали значних збитків; порушення, що спричинили смерть людей (тяжкі наслідки).

Залежно від величини заподіяних збитків це можуть бути штрафи, заборона обіймати певні посади на встановлений термін, виправні роботи та позбавлення волі на визначений законом термін.

Система екологічного менеджменту в країні визначається і регламентується Закони України «Про охорону навколишнього природного середовища» Згідно з цим законом, метою державного управління в галузі охорони довкілля є реалізація законодавства, контроль за дотриманням вимог екологічної безпеки, забезпечення проведення ефективних заходів щодо охорони навколишнього природного середовища. Отже, державний екологічний менеджмент включає чотири основні функції:

- здійснення природоохоронного законодавства;
- контроль за екологічною безпекою;
- забезпечення проведення природоохоронних заходів;
- досягнення узгодженості дій державних і громадських органів.

Ринково орієнтована економіка охоплює такі групи функцій екологічного менеджменту: реструктуризація виробництва, приватизація, створення конкурентного середовища і ринкового ціноутворення.

- На рівні підприємства до загальних функцій управління належить:
 - формування екологічної політики;
 - визначення екологічних цілей та завдань відповідно до екологічної політики;
 - розроблення стратегічного плану реалізації екологічної політики;
 - розроблення та реалізація програми екологічного управління;
 - формування екологічної свідомості та мотивування;
 - ведення документації екологічного менеджменту;
 - оперативне управління, аналіз та вдосконалення.

Висновки

Порівняльні дослідження показали, що розроблений метод відновлення вібраційним зміцненням забезпечує зниження швидкості зношування по радіусу активних дисків в 1,81 рази і зменшення затуплення лез ножів в 1,51 рази в порівнянні з новими деталями. Характер зносу нових дисків не відрізняється від розробленого методу.

2. Вартість одного диска, відновленого за розробленою технологією, в 1,45 рази нижче вартості нового.

3. Економічний ефект від впровадження розробленої технології становить 501060 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведеним аналізом результатів відомих досліджень встановлено, що надійність бурякозбиральних машин в значній мірі визначається зносом дисків копачів. Вирішення проблеми підвищення надійності бурякозбиральної техніки слід здійснювати за рахунок використання розроблених пасивних дисків з ребрами жорсткості, що забезпечує зниження втрат коренеплодів буряків, та застосування обробки лез ножів дисків, що зміцнюються вібраційним методом.

2. Вивчено вплив тертя на міцність характеристики оброблюваного матеріалу дисків копачів, що впливає на його міцність і ступінь підвищення його довговічності.

Теоретично обґрунтовано, що при вібраційній обробці коефіцієнт тертя між оброблюваною поверхнею та інструментом, що обробляє в 2,37 рази менше.

3. Отримані теоретичні залежності характеру зміцнення металу приконтантної зони при різних способах відновлення дисків. Ступень зміцнення зразків, відновлених приварювальних шин із сталі 45 з наступним наплавленням сормайтотом при вібраційному деформуванні в 1,4 рази більше, ніж при звичайній обробці, що сприяє підвищенню їх зносостійкості і надійності бурякозбиральних машин.

4. Встановлено оптимальні параметри обробки: амплітуда коливань обробного інструменту $A = 0,5$ мм, частота коливань 2100 хв^{-1} , час $t = 30$ с.

5. Встановлено, що при вібраційному деформуванні структура металу більш дрібнозерниста і рівномірна, що створює умови, сприяючі накопиченню залишкової деформації і зміцненню оброблюваного матеріалу дисків, що забезпечує їй більшу надійність.

6. Виконаний аналіз експлуатаційної стійкості дисків копачів, встановлених на бурякозбиральні машини.

Дослідження показали, що розроблений метод відновлення вібраційним зміцненням забезпечує зниження швидкості зношування по радіусу активних дисків в 1,8 рази і зменшення затуплення лез ножів в 1,5 разів в порівнянні з новими дисками. Характер зносу нових дисків не відрізняється від розробленого методу.

10. Проведена оцінка економічної ефективності виготовлення і відновлення деталей бурякозбиральних машин методом вібраційного зміцнення.

Вартість одного диска, виготовленого за розробленою технологією, в 1,45 рази нижче вартості - нового.

Очікуваний економічний ефект від впровадження розробок при річній програмі відновлення 1500 шт. складе 501060 грн.