

Вінницький національний технічний університет

Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра галузевого машинобудування

Пояснювальна записка

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему: ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ
ВАЛ-ШЕСТЕРНІ РЕДУКТОРА МОЛОТИЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ
КОМБАЙНУ

Виконав: студент 2 курсу, групи 13В-18м
спеціальності 132 – «Матеріалознавство»

Мокрецов Станіслав Сергійович

(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доцент Шенфельд В.Й

(прізвище та ініціали)

Рецензент: _____

Вінниця - 2019 р.

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра галузевого машинобудування

Освітньо-кваліфікаційний рівень «Магістр»

Спеціальність 132 – «Матеріалознавство»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри ГМ
д.т.н., професор Поліщук Л.К.

« » 2019 р.

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Мокрецова Станіслава Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення якості відновлення робочих поверхонь вал-шестерні редуктора молотильного механізму комбайну

керівник роботи Шенфельд Валерій Йосипович, к.т.н., доц., каф. ГМ,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ВНТУ від «02» жовтня 2019 року №254

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 18.12.2019 р.

3. Вихідні дані до роботи:

Річна програма відновлення деталей N=1000 шт.;

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ; Розділ 1. Сучасний стан наукової проблеми і шляхи її вирішення; Розділ 2. Формування на сталевих деталях зносостійких високовуглецевих покриттів для роботи в умовах абразивного зношування; Розділ 3. Технологічні засади підвищення якості відновлення вал-шестерні редуктора молотильного механізму комбайну; Розділ 4. Розрахунок економічної ефективності інноваційного рішення; Розділ 5. Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях; Загальні висновки; Список використаних джерел; Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1. Робоче креслення деталі; 2. Ремонтне креслення деталі; 3. Плазматрон;

4. Установка з числовим програмним керуванням; 5.Робоче місце; 6. Процес відновлення вал-шестерні редуктора молотильного механізму комбайну.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	Шенфельд В.Й., к.т.н., доцент кафедри ГМ	2.10.2019р.	10.12.2019р.
Економіка виробництва	Лесько О.Й., к.е.н., проф., завідувач кафедри ЕПВМ	2.10.2019р.	10.12.2019р.
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Віштак І. В., к.т.н., доцент кафедри БЖД та ПБ	2.10.2019р.	10.12.2019р.

7. Дата видачі завдання « 01 » лютого 2019 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Формування та затвердження теми магістерської кваліфікаційної роботи (МКР)	02.10.19 р.	
2	Виконання спеціальної частини МКР. Перший рубіжний контроль виконання МКР	26.10.19 р.	
3	Виконання спеціальної частини МКР. Другий рубіжний контроль виконання МКР	15.11.19 р.	
4	Виконання розділу «Економіка виробництва»	27.11.19 р.	
5	Виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	15.12.19 р.	
6	Попередній захист МКР	10.12.19 р.	
7	Нормоконтроль МКР	10.12.19 р.	
8	Опонування МКР	15.12.19 р.	
9	Захист МКР	18.12.19 р.	

Студент _____

Мокрецов С. С.

Керівник роботи _____

Шенфельд В. Й.

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів і загальних висновків. Загальний обсяг роботи 99 сторінок, у тому числі 30 рисунків, 32 таблиці, 51 літературне джерело.

Предметом магістерської кваліфікаційної роботи є технологічні засади підвищення якості відновлення вал-шестерні редуктора молотильного механізму комбайну. Робота складається з п'яти частин: 1. Сучасний стан наукової проблеми і шляхи її вирішення; 2. Формування на сталевих деталях зносостійких високовуглецевих покриттів для роботи в умовах абразивного зношування; 3. Технологічні засади підвищення якості відновлення вал-шестерні редуктора молотильного механізму комбайну; 4. Розрахунок економічної ефективності інноваційного рішення; 5. Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях.

Об'єктом дослідження є процеси пов'язані з розробкою технології наплавлення для підвищення якості відновлення вал-шестерні редуктора молотильного механізму комбайну.

Головною метою цієї кваліфікаційної роботи є розробка технологічних засад підвищення зносостійкості та відновлення робочих поверхонь вал-шестерні редуктора молотильного механізму комбайну.

В роботі розроблено технологічний процес відновлення робочих поверхонь вал-шестерні редуктора молотильного механізму комбайну та досліджено вплив швидкості наплавлення на структуру та показники твердості зносостійкого високовуглецевого покриття.

ABSTRACT

The master's qualification work consists of an introduction, 5 sections and general conclusions. The total volume of work is 99 pages, including 30 figures, 32 tables, 51 literature sources.

The subject of the master's qualification work is the technological principles of improving the quality of recovery of the shaft-gear reducer of the threshing mechanism of the combine. The work consists of five parts: 1. The current state of the scientific problem and ways to solve it; 2. Molding of high-wear, high-carbon coatings for use in abrasive wear; 3. Technological principles of improving the quality of recovery of the shaft-gear reducer of the threshing mechanism of the combine; 4. Calculation of economic efficiency of innovative solution; 5. Occupational health and safety.

The object of the study is the processes associated with the development of surfacing technology to improve the recovery quality of the shaft-gear reducer threshing mechanism of the combine.

The main purpose of this qualification work is to develop the technological basis for improving the durability and restoration of the working surfaces of the shaft-gear reducer of the threshing mechanism of the combine.

In the work the technological process of restoration of working surfaces of shaft-gear reducer of the threshing mechanism of the combine is developed and the influence of surfacing on the structure and hardness indices of the wear-resistant high carbon coating is investigated.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1. СУЧАСНИЙ СТАН НАУКОВОЇ ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ.....	12
1.1 Вплив структури поверхні тертя на зносостійкість матеріалу	12
1.2 Високовуглецеві покриття на сталевих деталях	18
1.3 Висновки та постановка задач дослідження.....	22
2. ФОРМУВАННЯ НА СТАЛЕВИХ ДЕТАЛЯХ ЗНОСОСТІЙКИХ ВИСОКОВУГЛЕЦЕВИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ РОБОТИ В УМОВАХ АБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ.....	23
2.1 Досліджувані матеріали	23
2.2 Визначення якості нанесення покриття наплавленням.....	25
2.3 Технологія наплавлення високовуглецевих покриттів з використанням вуглецевоих волокнистих матеріалів та наплавного дроту Нп-30ХГСА.....	27
2.4 Формування на сталевих деталях зносостійких високовуглецевих покриттів для роботи в умовах абразивного зношування	28
2.5 ДюрOMETричний аналіз наплавлених зносостійких високовуглецевих покриттів	34
2.10 Висновки до розділу 2.....	36
3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ВАЛ-ШЕСТЕРНІ РЕДУКТОРА МОЛОТИЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ КОМБАЙНУ	37
3.1 Призначення деталі.....	37
3.2 Якісний аналіз.....	40
3.3 Кількісний аналіз.....	41
3.4 Розробка схеми вимірювання зносу, дефектування та технічного контролю якості відновленої деталі.....	42

3.5 Вибір та технічне обґрунтування методів відновлення поверхонь Вал - шестерні редуктора	43
3.6 Формування маршруту відновлення Вал - шестерні редуктора	43
3.7 Розрахунок припусків на переходи механічної обробки Вал - шестерні редуктора молотильного механізму комбайну	45
3.8 Призначення режимів попередньої обробки та після нанесення покриття.....	46
3.9 Призначення режимів нанесення покриття.....	47
3.10 Нормування операцій технологічного процесу.....	48
3.11 Розробка конструктивної схеми установки з числовим програмним керуванням для плазмового напилення.....	49
3.12 Вибір виконавчих механізмів для автоматизованого пересування деталей	52
3.13 Висновки розділу 3.....	55
4 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІННОВАЦІЙНОГО РІШЕННЯ.....	56
4.1 Прогнозування витрат на виконання конструкторсько-технологічної роботи.....	56
4.2 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки.....	62
4.3 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності.....	65
4.4 Висновки	68
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	70
5.1 Аналіз умов праці	70
5.2 Виробнича санітарія	71
5.3. Техніка безпеки	78
5.4. Пожежна безпека	79
5.5. Безпека в надзвичайних ситуаціях	80

ВИСНОВКИ.....	85
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	86
ДОДАТКИ.....	93

ВНТУ Матеріалознавство

ВСТУП

Актуальність теми. Для отримання зносостійких покриттів з гарними механічними властивостями використовують матеріали, що мають значну вартість та складну технологію їх виготовлення. Тому шукають такі матеріали та технології, які б мали малу вартість та дозволяли отримувати покриття із заданими властивостями. Цим вимогам відповідають технології наплавлення, що використовують вуглецеві волокнисті матеріали. Використання вуглецевих волокнистих матеріалів дозволяє отримати на поверхнях деталей машин зносостійкі високовуглецеві покриття з гарними механічними властивостями. При цьому підвищується термін експлуатації деталей та вдається спростити технологію наплавлення. Тому дослідження в межах розв'язання означеної науково-технічної задачі є актуальними.

Метою роботи є підвищення якості відновлення робочих поверхонь Вал - шестерні редуктора молотильного механізму комбайну шляхом експериментальних та теоретичних досліджень впливу швидкості наплавлення на структуру та показники твердості зносостійкого високовуглецевого покриття.

Задачі дослідження:

- вивчення питань впливу структури поверхні тертя на зносостійкість матеріалу та наплавлення високовуглецевих покриттів на сталевих деталях;
- ДюрOMETричні дослідження нанесеного покриття;
- Мікроструктурний аналіз нанесеного покриття.
- Дослідження впливу швидкості наплавлення на час існування зварювальної ванни в рідкому стані.
- Розробка технології наплавлення для підвищення якості відновлення Вал - шестерні редуктора молотильного механізму комбайну.

Об'єкт дослідження – процеси структуроутворення наплавлених зносостійких високовуглецевих покриттів, які працюють в умовах абразивного зношування.

Предмет дослідження – механізм впливу швидкості наплавлення на час існування зварювальної ванни в рідкому стані, структуру та показники твердості наплавленого шару. Встановлення можливості отримання покриття з заданою структурою для роботи в умовах абразивного зношування.

Методи дослідження. Дані задачі були розв'язані за допомогою експериментальних досліджень, мікроструктурного та дюрOMETричного аналізів.

Наукова новизна. Під час виконання роботи вдалося отримати результати які мають наукову новизну. А саме:

- Дослідження показали, що шляхом зміни часу існування зварювальної ванни в рідкому стані можливо керувати процесами структуроутворення наплавленого високовуглецевого покриття, його показниками твердості та зносостійкості
- Встановлено, що твердість наплавленого шару збільшується від поверхні вглиб, що підвищує показники зносостійкості в процесі роботи відновленої деталі.

Практичне значення одержаних результатів.

Автором розроблена технологія наплавлення високовуглецевих покриттів для роботи в умовах абразивного зношування. Запропонована технологія є економічно вигідною та дозволяє отримати покриття із заданими механічними властивостями.

Особистий внесок здобувача. Автор брав участь у розробці технології наплавлення покриттів; проведенні експериментальних досліджень, виготовленні мікрошліфів, мікроструктурному аналізі, дюрOMETричних дослідженнях.

Постановка мети, наукових задач, вибір об'єктів досліджень, обговорення одержаних результатів виконано спільно з науковим керівником.

Апробація результатів наукової роботи. Основні положення та результати наукової роботи доповідалися й обговорювалися на конференціях: Всеукраїнська науково-практична Інтернет-конференція студентів, аспірантів та молодих науковців «МОЛОДЬ В НАУЦІ: ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ-2020» ВНТУ.

Публікації. За темою наукової роботи опубліковано 1 стаття у збірниках праць наукових конференцій: 1. Мокрецов С. С. «Формування на сталевих деталях зносостійких високовуглецевих покриттів для роботи в умовах абразивного зношування» Матеріали конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи-2020», Вінниця, 2020. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2020>.

1. СУЧАСНИЙ СТАН НАУКОВОЇ ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

1.1 Вплив структури поверхні тертя на зносостійкість матеріалу

1.1.1 Загальні питання впливу структури поверхні тертя на зносостійкість

В роботі [1] пропонується два шляхи створення зносостійких сплавів:

- створення матеріалів з такою структурою, яка б поглинала енергію та розсіювала її за рахунок зворотних фазових та структурних перетворень;
- створення матеріалів з термостабільною структурою, яка б розсіювала енергію тепловими полями.

В першому випадку при відповідних умовах тертя в поверхневих шарах здійснюються структурні та фазові перетворення. В наслідок чого зносостійкість поверхонь тертя визначається кінетикою зворотних структурних перетворень. За рахунок принципу синергетики довговічність структури визначається здатністю швидкої перебудови в сприятливу для данного етапу роботи та умов тертя [2].

При створенні зносостійких сплавів евтектичного класу (з термостабільною структурою) довговічність визначається малою енергією межфазових границь та температурним порогом стійкості структур. Такі сплави називаються композиційними матеріалами.

Дослідження систем евтектичного класу дозволили встановити зв'язок характеристик зносостійкості з діаграмою стану [3-6]. В умовах абразивного зношування видно, що мінімальна інтенсивність зношування співпадає з евтектичним складом (Рис. 1.1).

В роботі [1] встановлено, при терті ковзання в поверхневих шарах можливе протікання як прямого $\gamma \rightarrow \alpha$, так і зворотнього $\alpha \rightarrow \gamma$ мартенситного перетворення. Аустеніт, який утворився внаслідок $\alpha \rightarrow \gamma$ перетворення,

відрізняється завдяки спадковості дефектів вихідного мартенситу та підвищення вмісту легувальних елементів.

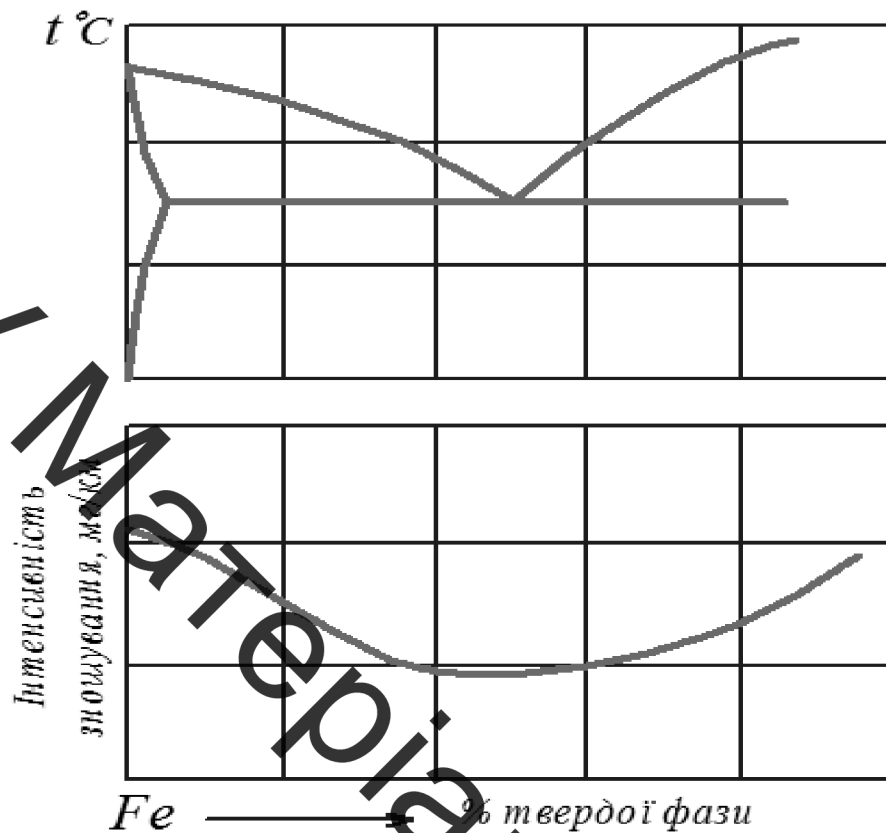


Рисунок 1.1 – Зміна інтенсивності зношування сплавів евтектичних систем при абразивному зношуванні [53]

Завдяки високому ступеню легуваності аустеніт, що утворився в поверхневих шарах, дуже стійкий та при наступному охолодженні не перетворюється.

В роботі [6] автори стверджують що властивості аустенітно – мартенситного, аустенітно – карбідного та аустенітно-мартенситно-карбідного сплавів при однакової кількості аустеніту суттєво відрізняються. При аустенітно-карбідній структурі зносостійкість в умовах абразивного середовища збільшується при зміні складу карбідної фази типу Me_7C_3 на $Me_{23}C_6$ за рахунок того, що у фазі $Me_{23}C_6$ решітка більш когерентно пов'язана з аустенітною основою [7].

В роботах [8,9] досліджено вплив залишкового аустеніту та твердої надлишкової фази на зносостійкість наплавлених сплавів.

Сплави з високою початковою твердістю взагалі мають більшу зносостійкість, але виключенням з цього загального правила є сплави, у структурі яких утворюється значна кількість залишкового аустеніту. У процесі зношування таких сталей з метастабільною аустенітною структурою під впливом енергії процесу тертя на поверхні може відбуватися утворення мартенситу деформації [8,9].

Цей процес тісно пов'язаний з перерозподілом витрат енергії, тобто її дисипацією, яка здійснює запуск механізмів, які зміцнюють робочу поверхню деталей, що зношуються. В тому ж разі, не зовсім ясно коли і як, за яких умов може відбуватися реальне підвищення зносостійкості та що треба робити у випадках коли цього не трапляється. Складність прогнозу оптимального структурно-фазового стану наплавленого сплаву, по-перше обумовлено складним механізмом абразивної руйнації, а по-друге також пов'язана з причиною відсутності чітких критеріїв і методів, за якими можна достовірно оцінювати здатність матеріалів до опору зношуванню, посиляючись на його фізико-механічні властивості, хімічний склад та структуру металу. Тому задача вивчення впливу залишкового аустеніту та твердої надлишкової фази на зносостійкість наплавленіх сплавів є дуже актуальною та нагальною науковою проблемою.

Здатність до адаптації сталей і сплавів у відповідності до зовнішніх механіко-енергетичних впливів, що призводять до мартенситного ($\gamma \rightarrow \alpha$) перетворення, залежить від температури мартенситної точки, що у значній мірі визначається вмістом вуглецю і легувальних елементів у твердому розчині. Утворення мартенситу деформації супроводжується складними змінами у кристалічній ґратці метастабільного аустеніту. При зовнішньому силовому впливі в процесі зношування метал робочої поверхні отримує енергію, необхідну для ($\gamma \rightarrow \alpha$) перетворення [10]. Значний вплив на

зміцнення аустеніту, його стабільність відносно динамічних деформаційних мартенситних перетворень і, відповідно, властивості сплавів з нестабільним аустенітом здійснює попередня холодна та гаряча пластичні деформації. В залежності від режиму їх проведення вони можуть стабілізувати чи дестабілізувати аустеніт і неоднозначно впливати на властивості [11]. Для зменшення кількості залишкового аустеніту та його стабілізації використовують такі технологічні прийоми: зниження температури нагріву під загартування; обробка холодом; старіння для виділення фаз; деформація для отримання дефектів упаковки, невеликої кількості мартенситних фаз та збіднення аустеніту легувальними елементами [12].

В роботі [8] розглядався вплив різноманітного структурного стану металевої матриці залізовуглецевих сплавів на параметри зносостійкості при абразивному зношуванні. Підвищення вмісту карбідної фази у феритній матриці (відпалений сталі) природно збільшує твердість і зносостійкість сплавів (рисунок 1.2 а) [8].

Зносостійкість ϵ мартенситних зразків однозначно визначається твердістю (рис.1.2 б). Причому не має значення, чим викликане зниження твердості мартенситу - недостатнім вмістом вуглецю (гартування без відпуску мало- і середньовуглецевих сталей) чи відпуском гартованих вуглецевих (до У8) сталей [8].

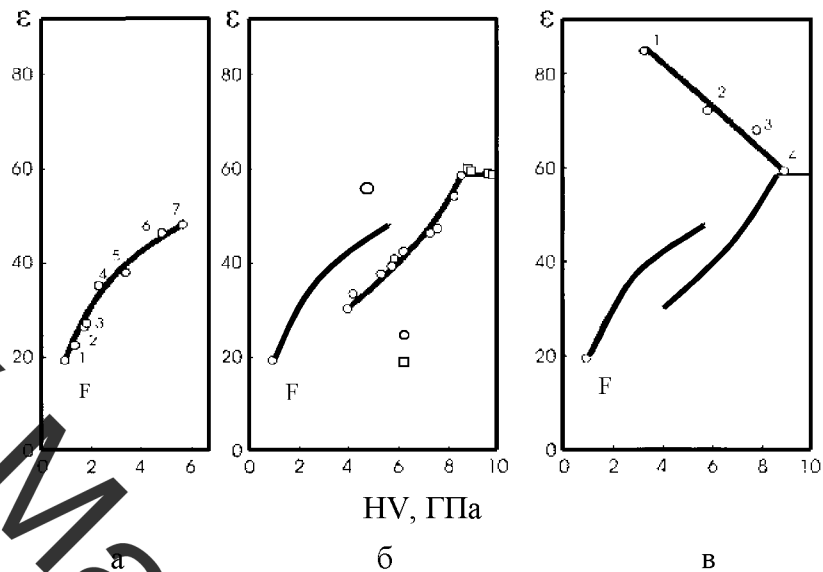


Рисунок 1.2 – Відносна зносостійкість (ϵ) в залежності від твердості (HV) сплавів системи Fe-C: а - відпалені сталі (1 - Ст3; 2 - сталь 45; 3 - У8; 4 - У12) і сплави (5 - 2,0 %С; 6 - 2,3 %С; 7 - 4,3 %С); б - доевтектоїдні стадії зі структурою мартенситу (1) і заевтектоїдні сталі і сплави після гартування на мартенсит (2); в - сплав 2,0 %С після гартування від різної температури (температура гартування: 1-1130°C, 2 - 985°C; 3 - 930°C; 4- гартування на мартенсит) [8]

1.1.2 Зносостійкість сплавів із структурою мартенсит + карбідів

Зносостійкість усіх загартованих на мартенсит заевтектоїдних сплавів зі вмістом вуглецю до 4,3% однакова (горизонталь на рис.1.2 б) і знаходиться на одному рівні зі зносостійкістю гартованої сталі У8. Незважаючи на більш високу у порівнянні з мартенситом, твердість цементит не збільшує зносостійкість гартованих заевтектоїдних сталей і чавунів, що пов'язано зі зміцненням мартенситу в процесі зношування. Відпуск, який приводить до виділення вуглецю з мартенситу, помітно знижує його здатність до зміцнення. Тому зміцнений у процесі зношування невідпущений мартенсит і

цементит мають приблизно рівну зносостійкість, незважаючи на трохи більшу вихідну твердість останнього [8].

1.1.3 Вплив залишкового аустеніту на зносостійкість залізовуглецевих сплавів

Вплив аустеніту на зносостійкість чітко виявляється на сплавах, структура яких після відповідної термічної обробки має максимально можливу кількість залишкового аустеніту без надлишкових карбідів.

З підвищенням температури гартування (рис.1.2 в) твердість заевтектонічних сплавів знижується через збільшення в структурі кількості залишкового аустеніту. Зносостійкість при цьому, навпаки, зростає. Максимум зносостійкості досягається при гартуванні від 1130 °С сплаву зі вмістом вуглецю 2,0%, коли в структурі присутня максимально можлива кількість залишкового аустеніту.

Вивчення впливу структури на зносостійкість сталей в умовах абразивного тертя показали, що мінімальну зносостійкість має ферит, потім перліт та продукти розпаду мартенситу – сорбіт, тростит, бейніт. Практичне їх застосування для підвищення зносостійкості, в умовах абразивного зношування, не рекомендується – їх твердість низька. Структурою, здатною виконувати роль матриці сплаву, є залишковий метастабільний аустеніт, що зазнає $\gamma \rightarrow \alpha$ перетворення з прошарком мартенситу деформації мікротвердістю $H_{50}=8-9$ ГПа. Для забезпечення високої зносостійкості сплав повинен містити 50-80% зміцнюючої фази, розташованої в аустенітно – мартенситній матриці при співвідношенні M/A=80/20.. 60/40.

Таким чином, з усіх структур залізовуглецевих сплавів максимальну зносостійкість в умовах абразивного тертя має залишковий аустеніт, незважаючи на свою невисоку вихідну твердість, що значно нижче твердості як мартенситу, так і цементиту [8].

1.2 Високовуглецеві покриття на сталевих деталях

Високовуглецеві покриття переважно створюють на основі тугоплавких металів. Основні методи створення таких покриттів: наплавлювання, напилювання, синтез у режимі СВС-процесу та інші методи.

Для підвищення зносостійкості у виробництві використовується багато способів та методів наплавлення високовуглецевих шарів. Це методи лазерного [13-15], електронно-променевого, плазмового, електродугового наплавлення [16-19].

Широкого поширення набуло для зміцнення робочих поверхонь та підвищення ресурсу роботи деталей широке застосування набули наступні наплавочні матеріали: електроди ЦН-29, Т-590, Т-620 [20]; наплавні порошкові дроти ПП-АН-123, ПП-АН-125, ПП-Нн-8020РЗТ-Н-С-32, ППС-У30Х25С2РГ-0, ПП-102, ПП-226 та порошкові стрічки ПЛ-628 і ПЛ-634 [21,22]; сплави типу «сормайт» ПП-УС-25, ФБХ-6-2 [23]; та інші.

В Україні для наплавлення застосовують, в основному, високохромисті сплави, а за кордоном - сплави на основі карбиду вольфраму [22].

Високу зносостійкість при абразивному зношуванні мають сплави, у яких карбідна фаза складає 25...30 %. При цьому як найкращою структурою напавленого металу є аустенітно - мартенситна матриця (основа) з карбідами.

У роботі [24] розглядається метод науглецювання шляхом індукційного наплавлення з наступним оплавленням нанесеного покриття з використанням графітового електроду. Досліджувались зміни структури та властивостей напавленого твердого сплаву ПГ-С27 після додаткової дії на нього електричної дуги графітового електроду.

Під час використання електричної дуги зворотної полярності на постійному струмі ($I = 80 \text{ A}$, $U = 25 \text{ B}$) для переплавлення графітовим електродом здійснюється науглецювання поверхневого шару [25].

На рисунку 1.3 приведені структури шару твердого сплаву ПГ-С27 на сталі 65Г, що утворилися після індукційного наплавлення (а) і після додаткового переплаву під дією дуги графітового електрода (б).

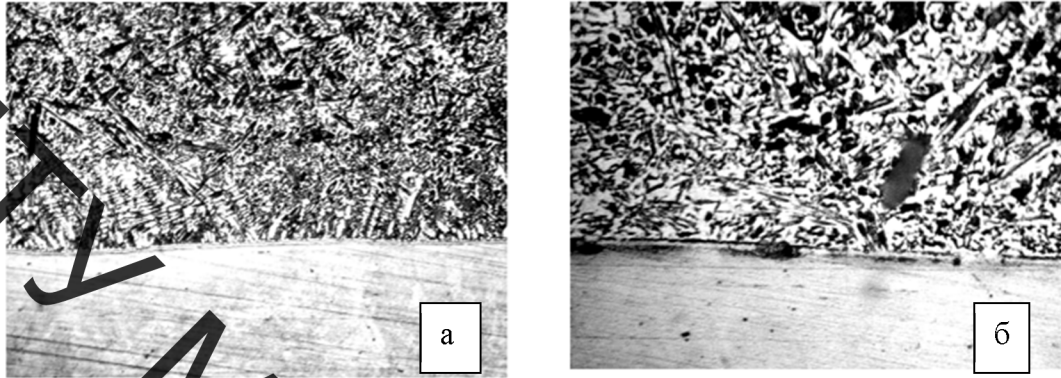


Рисунок 1.3 – Структура наплавленого шару до (а) і після його переплавлення електричною дугою графітового електрода (б)

Наплавлений шар без переплавлення (тільки одне індукційне наплавлення) має структуру високолегованого заевтектичного білого чавуну. В зоні сплавлення спостерігається структура доевтектичних чавунів (рис. 1.3 а).

Після впливу дуги графітового електрода (рис. 1.3 б) - в наплавленому шарі відсутні небажані структури доевтектичної зони. Розмір карбідних включень зменшується, а їх форма більше наближається до витягнутої ланцетовидної.

Недоліки даного методу науглецьовування такі: 1. Неможливість нанесення наплавної шихти на деталі циліндричної форми. 2. Дороговизна присадного матеріалу ПГ-С27. 3. Невелика глибина науглецьованого шару. 4. Наявність додаткової операції індукційного наплавлення перед безпосереднім науглецьовуванням нанесеного покриття, що призводить до підвищення собівартості та тривалості процесу.

У роботі [26] розглядався СВС-процес зміцнення сумішю порошків Ti (68%), вуглецю у вигляді сажі (18%) і Fe (14% за масою) що змочувалася

розчином 2% латексу у бензині, за рахунок використання технології лазерного поверхневого зміцнення одночасно для нагрівання, оплавлення і науглецьовування заліза та для оплавлення частинок Ti і його "горіння" у вуглеці із утворенням карбідів TiC .

Ця суміш наносилася на поверхню вуглецевих сталей марок 10 і 20 і підсушувалася на повітрі, утворюючи шар товщиною 200 або 500 мкм.

Термохімічні розрахунки показали, що у такій суміші практично весь Ti взаємодіє із вуглецем за рахунок безкисневого горіння, утворюючи карбіди Ti (рис 1.4).

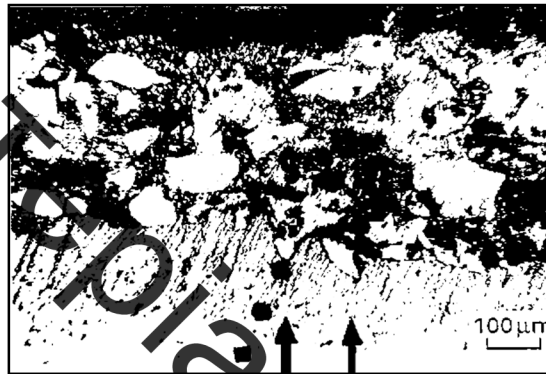


Рисунок 1.4 – Мікроструктура зміцненого шару із напівоплавленими частинками TiC

За допомогою даної технології можливо нарощувати зношені поверхні шаром до 0,5 мм.

Недоліками даного методу науглецьовування є складність та дороговизна обладнання; невелика товщина нарощування зношеної поверхні.

У роботі [27] був запропонований метод науглецьовування поверхневого шару за допомогою вугільного електроду. При тимчасовому контакті графітового електрода з деталлю вуглець з електрода переходить в метал основи, на поверхні якого утворюється шар твердого цементиту. Кожний цикл має наступні періоди: коротке замикання, електричний розряд і холостий хід.

На відновленій поверхні с заданим періодом утворюються лунки які накладаються одна на одну утворюючи валик шириною близько 0,5 мм

Зміцнена поверхня глибиною до 0.1 мм містить $4,0 \div 4,5\%$ С, та має твердість $HRC = 60 \div 62$.

Недоліками даного методу навуглецювання є: складність та дороговизна обладнання яке використовується для данного методу; незначна товщина навуглецювання; немає можливості нарощування зношеної поверхні.

Наплавлення з застосуванням високопотужних прискорювачів електронів є перспективною технологією нанесення високовуглецевих покриттів. Сучасні дослідження з наплавлення зміцнювальних порошоків на сталні поверхні зі застосуванням релятивістських електронів показали ряд переваг даної технології [28-38]. Данна технологія дає можливість наплавляти порошки з різним хімічним складом на підкладки, виготовлені з різних сплавів, при цьому загальний час перебування сформованого покриття при високій температурі незначний, внаслідок високої потужності та великої проникаючої здатності електронного пучка [28].

У роботі [33] представлений аналіз експериментальних досліджень високовуглецевих шарів, сформованих на поверхні пластин з низьковуглецевої сталі методом позавакуумного електронно-променевого наплавлення.

Високовуглецеве покриття отримували на плоских зразках виготовлених зі сталі 20 з габаритними розмірами 100x50x10 мм. Модифікувальна суміш має такий склад: С - 25 % , Fe - 25 % , MgF_2 - 50 % за масою. Насипна щільність порошкової суміші, становила $0,2 \text{ г/см}^2$. Для опромінення зразків використовувався прискорювач електронів ЕЛВ-6М. Переміщення зразка під час опромінення відбувалось зі швидкістю 10 мм/с. Енергія електронів в пучку становила 1,4 МеВ. Частота поперечного сканування пучка становила 50 Гц. Товщина наплавлених шарів складала 1,6 мкм при струмах 22-26 мА

(заевтектоїдна структура (перліт + вторинний цементит)) і 1,1 мкм - при струмі 20 мА (доевтектична (ледебурит + цементит вторинний + перліт)).

Середня твердість отриманих покриттів становила 4,5 ГПа для матеріалів, отриманих при силі струму 26 мА та 5,5 ГПа при силі струму 20 - 24 мА, твердість матеріалу основи становила 2 ГПа.

1.3 Висновки та постановка задач дослідження

Аналіз наукових праць українських та закордонних вчених щодо отримання високовуглецевих зносостійких покриттів на сталевих деталях, які працюють в умовах абразивного зношування дозволив зробити такі висновки:

1. В умовах абразивного зношування високу зносостійкість показали структури, що мають аустенітну матрицю та тверді карбідні включення.

2. Широке застосування отримала технологія наплавлення високовуглецевих покриттів типу фермайт. Такі покриття мають ряд недоліків: висока крихкість, невисока тріщиностійкість та утруднення відновлення таких зношених поверхонь.

3. Існуючі технології, що використовуються, енергозатратні та малопродуктивні. Твердість отриманих покриттів зменшується від поверхні до глибини, в наслідок чого виникають ділянки з різною твердістю що призводить до нерівномірного зношування поверхонь під час експлуатації.

Отже, необхідно розробити таку технологію нанесення зносостійких покриттів та підібрати такі матеріали, які б забезпечували високу економічну ефективність, продуктивність процесу та дозволяли отримання покриттів значної товщини із заданими фізико – механічними та триботехнічними властивостями.

2. ФОРМУВАННЯ НА СТАЛЕВИХ ДЕТАЛЯХ ЗНОСОСТІЙКИХ ВИСОКОВУГЛЕЦЕВИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ РОБОТИ В УМОВАХ АБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ

2.1 Досліджувані матеріали

2.1.1. Матеріали зразків (основи), на які наносяться покриття, та їх характеристики. Наплавлення виконувалось на зразки які виготовлялись зі сталі 40Х. Хімічний склад і механічні властивості сталі наведено у таблиці 2.1 та 2.2 [39, 40].

Таблиця 2.1 - Хімічний склад матеріалів зразків

Марка сталі	Хімічний склад, %							
	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>Cu</i>	<i>Ni</i>	<i>Cr</i>	<i>P</i>	<i>S</i>
40Х	0,36-0,44	0,17-0,37	0,5-0,8	0,3	0,3	0,8-1,1	0,035	0,035

Таблиця 2.2 - Механічні властивості досліджуваних матеріалів

Марка сталі	Механічні характеристики					
	Модуль пружності, 10^3 , МПа	Межа міцності при розтягу, МПа	Межа текучості, МПа	<i>НВ</i>	Теплопровідність, Вт/м ² °С	Питома теплоємність, Дж/кг·°С
40Х	214	980	785	217-252	43-46	469-481

2.1.2. Матеріали та характеристики електродного дроту для наплавлення, що використовувались. Наплавний холоднокатаний дріт марки Нп-30ХГСА виготовляється згідно ГОСТ 10543-98.

Хімічний склад дроту, що використовувався для наплавлення, наведений у таблиці 2.3 [41].

Таблиця 2.3 - Хімічний склад досліджуваного матеріалу для наплавлення

Марка дроту	Хімічний склад, %							
	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>Cu</i>	<i>Ni</i>	<i>Cr</i>	<i>P</i>	<i>S</i>
Нп-30ХГСА	0,25-0,35	0,8-1,2	0,8-1,2	0,4	0,4	0,8-1,2	0,015	0,01

2.1.3. Склад наплавлених покриттів. При напавленні вищевказаним дротом в середовищі вуглекислого газу без додаткового легування іншими елементами наплавлений метал буде мати визначений хімічний склад (табл. 2.4) та механічні властивості [42].

Таблиця 2.4 - Хімічний склад (%) напавленого металу при використанні дроту марки Нп-30ХГСА

Вуглець	Кремній	Марганець	Хром	Фосфор	Сірка
не більше 0,55	2,60 – 3,20	1,50 – 2,50	4,30 – 4,90	не більше 0,030	не більше 0,030

2.1.4 Вуглецеві тканини, що використовувались для створення зносостійких високовуглецевих покриттів

Для створення високовуглецевого зносостійкого покриття застосовували вуглецеві тканини марки УУТ-2 ТУ6-06 И 78-85, із щільностями 150, 200 та 250 г/м² з різними варіантами плетіння волокон (рис.2.1).

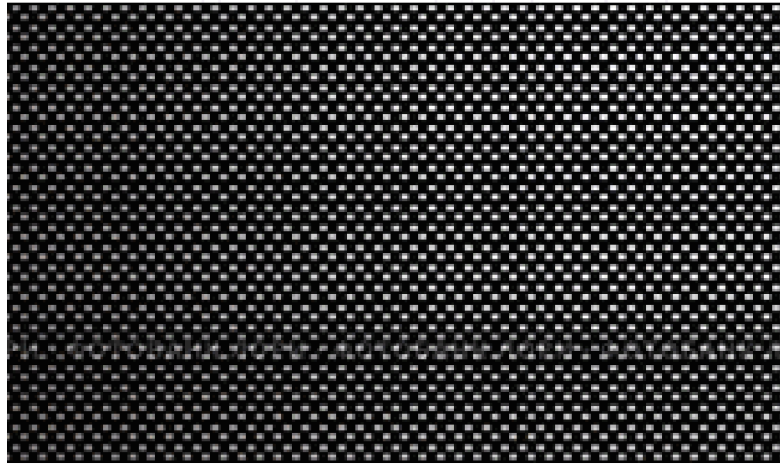


Рисунок 2.1 – Вуглецева тканина марки УУТ-2

2.2. Визначення якості нанесення покриття наплавленням

2.2.1. Вимірювання твердості нанесеного покриття.

Вимірювання твердості, як одного із показників якості нанесеного покриття, проводилось за методом Роквелла [43] на твердомірі ТК-2М (рис.2.2).



Рисунок 2.2 - Твердомір ТК-2М

2.2.2. Визначення структури нанесеного покриття.

Дослідження мікроструктури нанесеного покриття та перехідної зони проводили на мікрошліфах. При виготовленні зразків намагалися уникнути процесів нагрівання та наклепування. Для виготовлення зразків мікрошліфів використовували електроерозійні верстати.

Приготування мікрошліфа здійснювали за стандартною методикою. Процес підготовки мікрошліфа складався з декількох етапів: підготовка плоскої поверхні; шліфування; полірування.

Зразки підготовлених мікрошліфів показано на рис. 2.3.

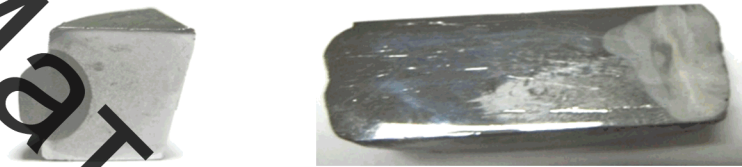


Рисунок 2.3 - Зразки мікрошліфів

Мікроструктурний аналіз проводився з використанням електронної мікроскопії на мікроскопі РЕМ-106И (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 - Мікроскоп РЕМ-106И

2.2.3 Вимірювання мікротвердості нанесеного покриття

Мікротвердість структурних складових та твердість по глибині наплавленого шару визначали на приладі марки ПМТ-3 (рис.2.5).



Рисунок 2.5 – Мікротвердомір ПМТ-3

2.3 Технологія наплавлення високовуглецевих покриттів з використанням вуглецевих волокнистих матеріалів та наплавного дроту Нп-30ХГСА

Високовуглецеві покриття отримали з використанням наплавної установки УД-209М (рис.2.6) .

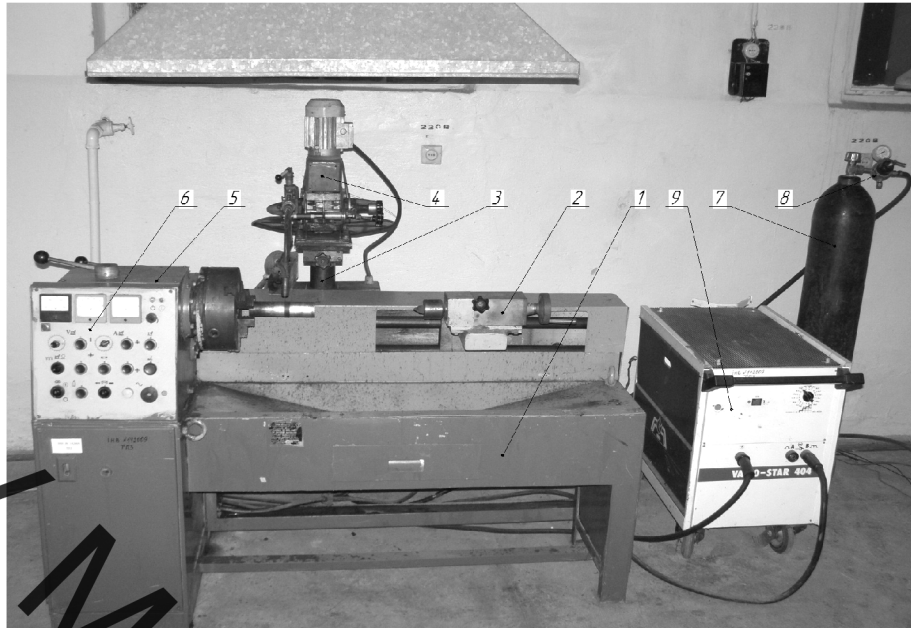


Рисунок 2.6 – Установа для наплавлення УД-209М

Процес отримання покриття такий. На комплект плоских зразків рівномірно наносились вуглецева тканина та відбувався процес наплавлення.

Наплавлення проводилось на таких режимах наплавлення:

1. Діаметр дроту – 1,4 мм.
2. Напруга на дузі – 28 В.
3. Сила струму – 104 А.
4. Швидкість подачі дроту – 98 м/год.
5. Швидкість наплавлення – 20, 23, 26 м/год.

2.4 Формування на сталевих деталях зносостійких високовуглецевих покриттів для роботи в умовах абразивного зношування

Розробка технології нанесення зносостійких покриттів для роботи у визначених умовах зношування є складною задачею. Поки що не достатньо досліджено вплив кількості карбідної фази та структури наплавленого високовуглецевого покриття, на його здатність до опору зношуванню [44].

На показники зносостійкості в умовах абразивного зношування впливає твердість та співвідношення структурних складових нанесеного покриття: аустеніту, мартенситу та кількості карбідної фази. Наплавлене покриття, структура якого складається з перліту з невеликою кількістю карбідної фази, та покриття з аустенітною або мартенситною структурами мають незначну зносостійкість в умовах абразивного зношування. Високу зносостійкість в умовах абразивного зношування мають високовуглецеві покриття в яких кількість мартенситу складає десь 70...80%, а аустеніту - 30...20% та присутня невелика кількість карбідної фази (цементит, ледебурит) [45].

2.4.1 Вплив швидкості наплавлення на структуру зносостійкого високовуглецевого покриття

Структура зносостійкого високовуглецевого покриття та розмір карбідів залежать від швидкості охолодження наплавленого металу під час кристалізації.

Швидкість охолодження взаємно пов'язана з часом існування рідкої зварювальної ванни.

У роботі [46] час існування рідкої зварювальної ванни рекомендується визначати за формулою:

$$T_p = L / V_{\text{напл}}, \quad (2.1)$$

де: L - довжина зварювальної ванни;

$V_{\text{напл}}$ – швидкість наплавлення.

Як бачимо з формули 2.1, зміна швидкості наплавлення змінює час існування зварювальної ванни в рідкому стані та відповідно швидкість охолодження металу покриття, що впливає на її структуру. Було досліджено вплив швидкості наплавлення ($V_{\text{напл.}} = 26; 23; 20$ м/год) на час існування

рідкої зварювальної ванни та на структуру високовуглецевого покриття: наплавленого металу, зони сплавлення та основного металу в зоні термічного впливу.

На кожен комплект зразків виконувалось наплавлення так, щоб швидкість наплавлення для кожного комплекта зразків зменшувалась. Високовуглецеве покриття створювалось шляхом наплавлення, на установці для наплавлення в середовищі захисних газів УД-209М, комбінуванням наплавного дроту Нп-30ХГСА та вуглецевої тканини марки УУТ-2 ТУ6-06 И 78-85 із щільністю 250 г/м².

В таблиці 2.5 показані значення часу існування зварювальної ванни в рідкому стані.

Таблиця 2.5 – Час існування рідкої зварювальної ванни при швидкості наплавлення

V _{напл} =26 м/год	V _{напл} =23 м/год	V _{напл} =20 м/год
0,8	1	1,2

2.4.2 Наплавлені зносостійкі високовуглецеві покриття з мартенситно - аустенітно - ледебуритною структурою

Як було зазначено, високу зносостійкість в умовах абразивного зношування показують залізовуглецеві сплави з мартенситно-аустенітно - ледебуритною структурою. При швидкості наплавлення 20 м/год (час існування зварювальної ванни в рідкому стані 1,2 секунди) наплавлене покриття складається з двох шарів.

Верхній шар складається з ледебуриту, мартенситу (кількість 20-30%) та аустеніту (Рис. 2.7).

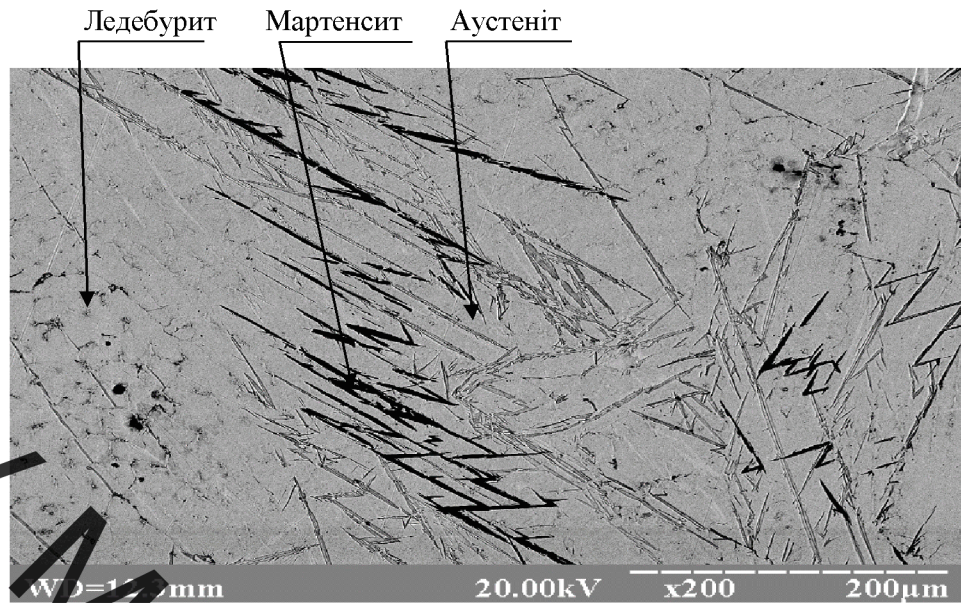


Рисунок 2.7 – Мікроструктури верхнього шару наплавленого високовуглецевого покриття при $V_{\text{напл}}=20\text{м/год}$

Перехідна зона отриманого покриття складається з дрібної цементитної сітки, яка охоплює пластинки високовуглецевого мартенситу (рис. 2.8).

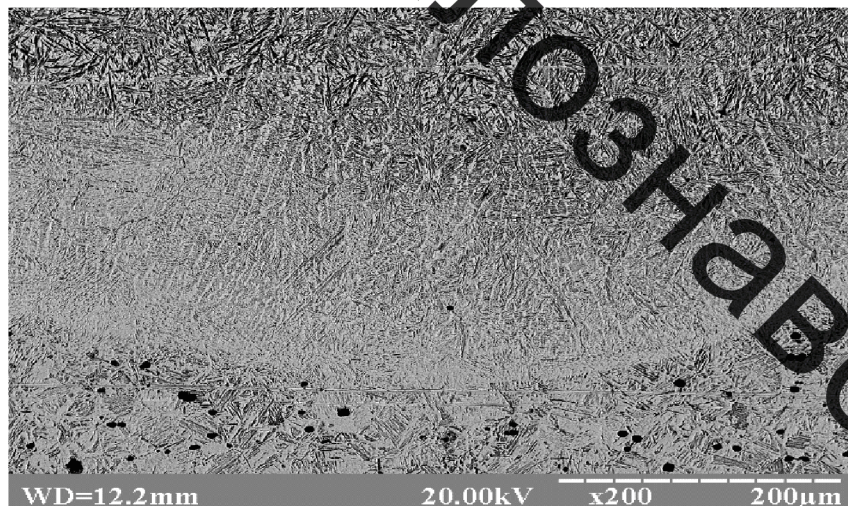


Рисунок 2.8 – Мікроструктури перехідної зони наплавленого високовуглецевого покриття при $V_{\text{напл}}=20\text{м/год}$

Збільшення швидкості наплавлення до 23 м/год, збільшує показники швидкості охолодження рідкої ванни. Структурні перетворення отриманого високовуглецевого покриття подібні до перетворень, що відбуваються при швидкості наплавлення 20 м/год. При цьому кількість мартенситу зменшується до 5...10% (рис. 2.9).

Ледебурит

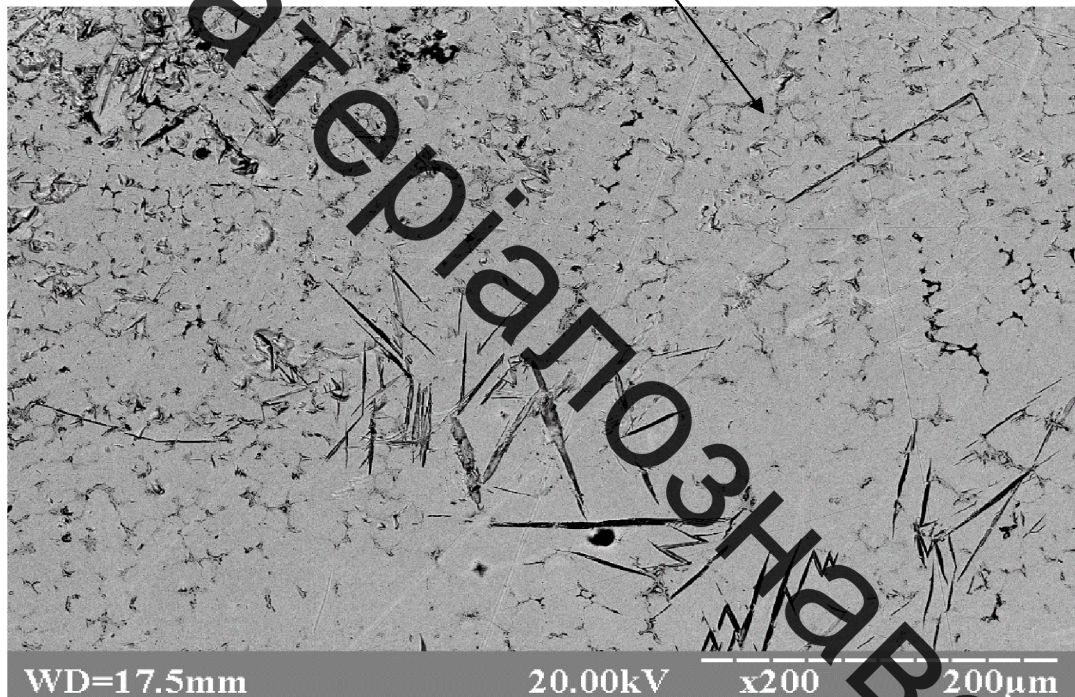
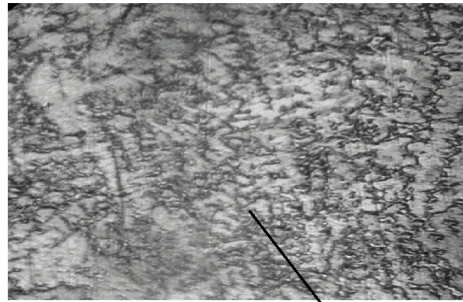


Рисунок 2.9 – Мікроструктури наплавненого зносостійкого високовуглецевого покриття при $V_{\text{напл}}=23$ м/год

Перехідна зона складається з залишкового аустеніту та пластинчастого високовуглецевого мартенситу та аустеніту (рис. 2.10).

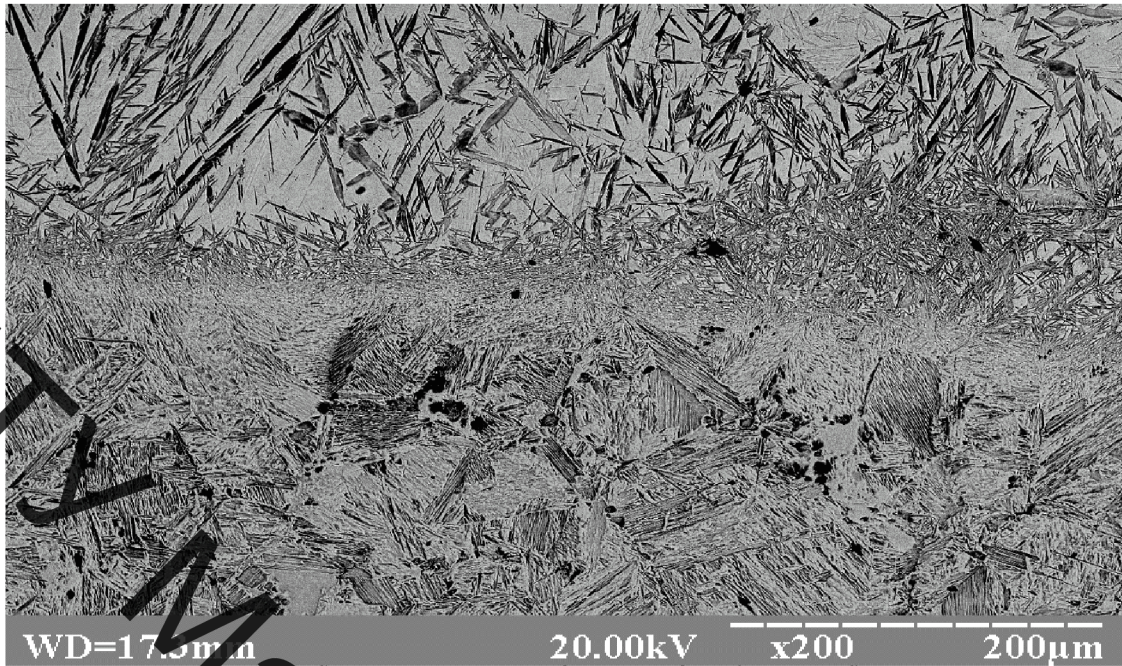


Рисунок 2.10 – Мікроструктури перехідної зони зносостійкого високовуглецевого покриття при $V_{\text{напл}}=23$ м/год

2.4.3 Наплавлені зносостійкі високовуглецеві покриття з ледебуритною структурою

При швидкості наплавлення 26 м/год зносостійкі високовуглецеві покриття отримують структуру білого чавуну (Рис. 2.11).

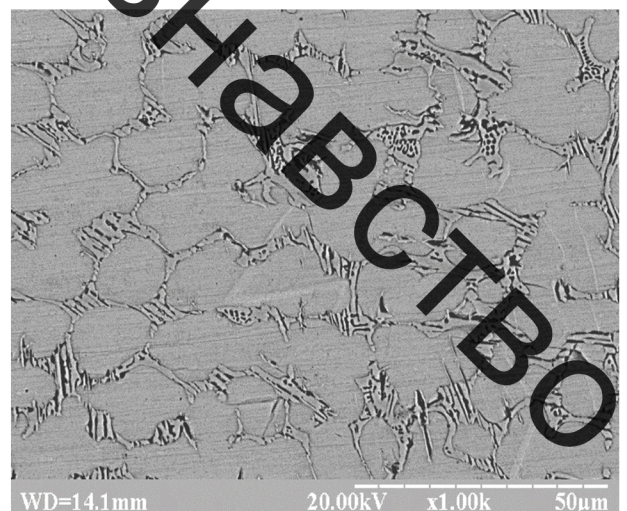
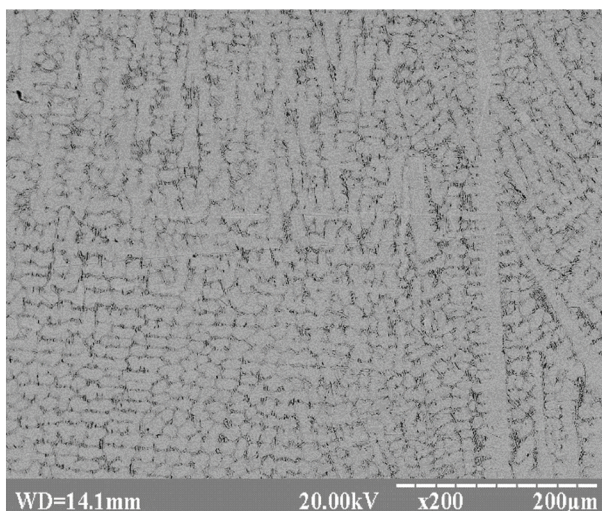


Рисунок 2.11 – Мікроструктури наплавленого зносостійкого високовуглецевого покриття при $V_{\text{напл}}=23$ м/год

Структура перехідної зони складається з високовуглецевого мартенситу та незначної кількості аустеніту (рис. 2.12).

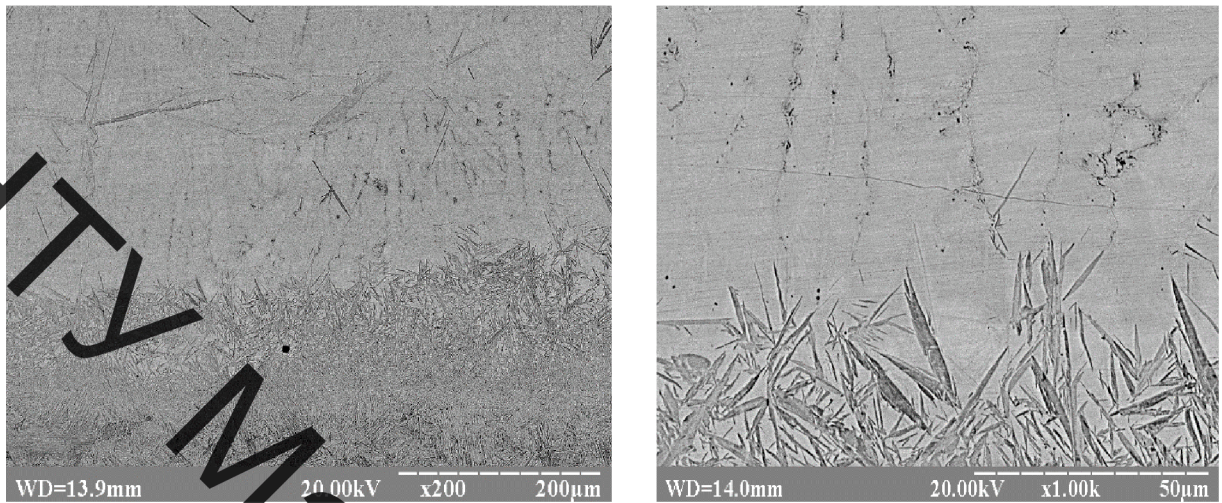


Рисунок 2.12 – Мікроструктура перехідної зони наплавленого високовуглецевого покриття при $V_{\text{напл}}=23$ м/год

2.5 ДюрOMETричний аналіз наплавлених зносостійких високовуглецевих покриттів

Для визначення якісних показників отриманих зносостійких покриттів проведені дюрOMETричні випробування. Результати вимірювань мікротвердості показані на рисунку 2.13, а твердості за методом Роквелла на Рис. 2.14.

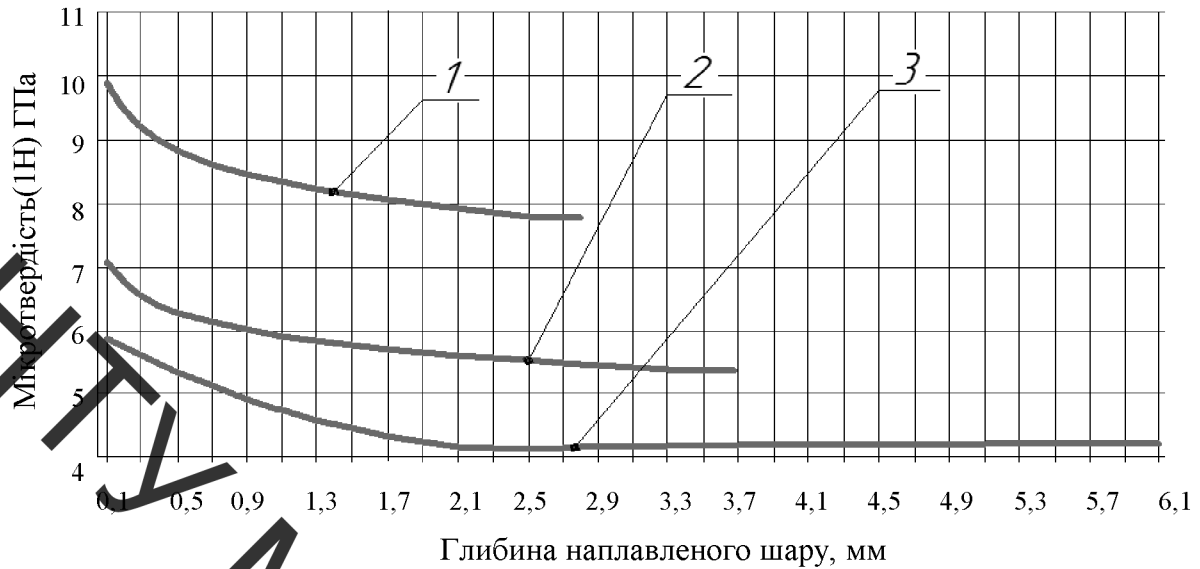


Рисунок 2.13 - Зміни мікротвердості наплавленого шару від основи до поверхні покриття при швидкостях охолодження: 1) $V_{\text{напл}} = 26 \text{ м/год}$; 2) $V_{\text{напл}} = 23 \text{ м/год}$; 3) $V_{\text{напл}} = 20 \text{ м/год}$

З отриманих результатів та побудованих залежностей мікротвердості по глибині наплавленого шару випливає, що твердість наплавленого шару збільшується від поверхні вглиб, що запобігає схоплюванню та глибинному вириванню кристалітів в умовах граничного тертя (рис. 2.13).

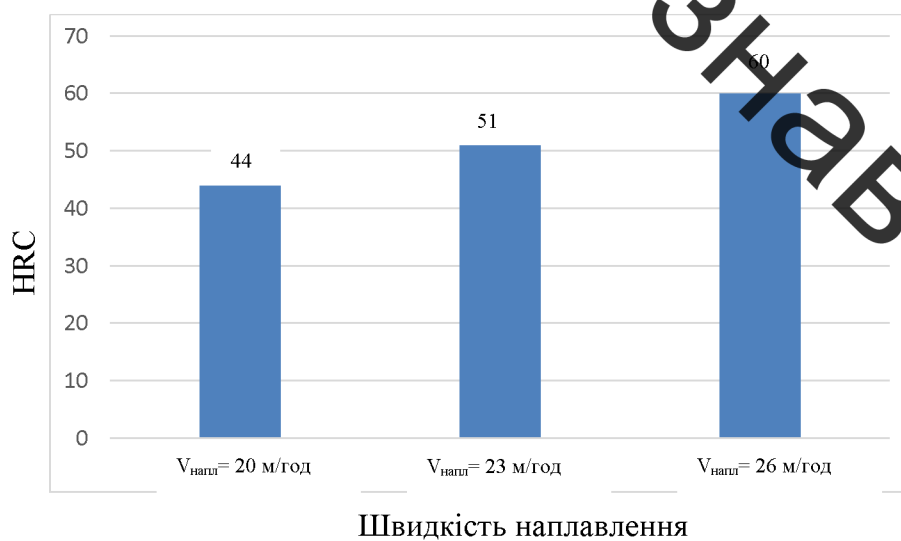


Рисунок 2.14 – Твердість наплавлених високовуглецевих зразків

При маленьких швидкостях наплавлення високовуглецевого покриття відбувається зменшення твердості від 51 до 44 одиниць HRC. При високих швидкостях наплавлення високовуглецевого покриття утворюються покриття з твердістю 60 одиниць HRC (рис. 2.14).

2.6 Висновки до розділу 2

1. За рахунок контрольованого тепловідведення можливо керувати структуроутворенням наплавленого високовуглецевого покриття, його фізико-механічними властивостями, та зносостійкістю.

2. При швидкості наплавлення 20 м/год та 23 м/год високовуглецеве покриття має мартенситно-ледебуритно-аустенітну структуру. При збільшенні швидкості наплавлення до 26 м/год отримані високовуглецеві покриття мають ледебуритну структуру.

3. При зменшенні швидкості наплавлення високовуглецевого покриття від 23 м/год до 20 м/год відбувається зменшення твердості від 51 до 44 одиниць HRC. При швидкості наплавлення високовуглецевого покриття 26 м/год твердість покриття дорівнює 60 одиниць HRC.

4. З отриманих результатів та побудованих залежностей мікротвердості по глибині наплавленого шару випливає, що твердість наплавленого шару збільшується від поверхні вглиб.

3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ВАЛ-ШЕСТЕРНІ РЕДУКТОРА МОЛОТИЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ КОМБАЙНУ

3.1 Призначення деталі

Вал-шестерня є складовою частиною редуктора молотильного механізму комбайну. Вал-шестерня (рисунок 3.1) складається з шийок, які встановлено в корпусі редуктора та сполучаються з підшипниками кочення. Вал-шестерня має зубчасту шестерню з лівого боку та шліцьові пази з правого боку. По шліцьовим пазам рухається зубчасте колесо, яке перемикає швидкості обертання вторинного валу редуктора.

Редуктор, це механізм за допомогою якого здобувається зниження кутової швидкості в приводах від двигуна до робочої ланки машини. Редуктор - це передача зачепленням, змонтована в окремому жорсткому корпусі. Різноманітність типів та типорозмірів редукторів зумовлені неоднаковими вимогами, що до них ставляться.

Тип редуктора визначається складом передач, порядком їх розміщення у напрямі від швидкохідного до тихохідного вала й розташуванням осей зубчастих коліс у просторі.

Основна енергетична характеристика редуктора - номінальний момент $T_{ном}$, що являє собою допустимий обертальний момент на його тихохідному валу при постійному навантаженні. Редуктори мають незначну довжину та при потужному швидкохідному ступеню вони особливо придатні для роботи в молотильних механізмах .

На ділянках валу що сполучаються з підшипниками кочення не відбувається процесу інтенсивного зношування оскільки процес ковзання сполучених поверхонь відсутній. На відміну від цих поверхонь поверхні шліцьових пазів зазнають суттєвих навантажень і значно змінюють свої геометричні розміри. Решта поверхонь практично не зазнає ніяких суттєвих

змін в процесі експлуатації і мають практично необмежений ресурс роботи. Тільки випадкові навантаження у вигляді ударів можуть пошкодити інші поверхні.

Габаритні розміри і 840x238x238 мм. маса 113,6 кг. Конструкція показана на рисунку 3.1.

Вал - шестерня редуктора виготовлена зі сталі 40Х ГОСТ 4543-88. Виконана як одне ціле з зубчатим вінцем і призначена для передачі руху та навантаження від шестерні до колеса. Для вала характерна наявність точно оброблених шийок, шліцьових пазів, галтелей та зубчатого вінця. Вал має наступні конструктивні елементи:

- спряження з підшипниками;
- шліцьове з'єднання;
- зубчатий вінець.

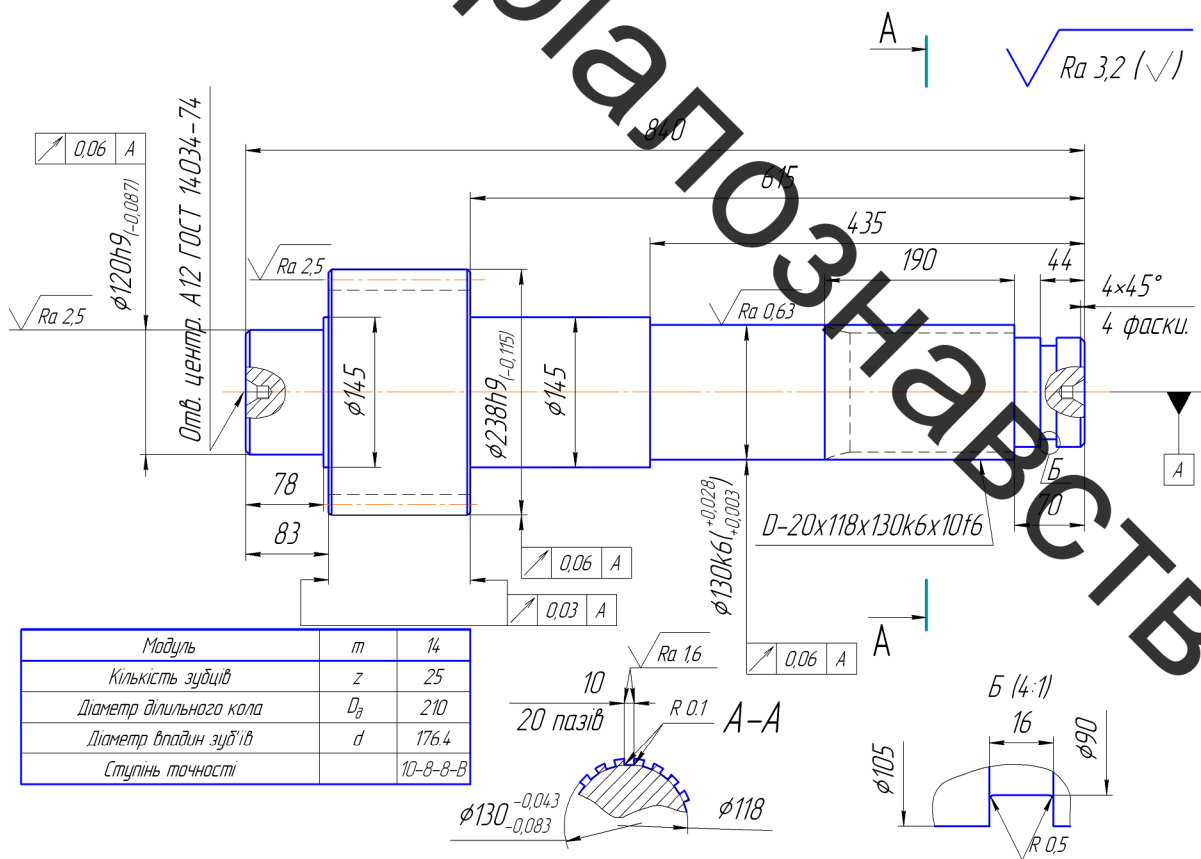


Рисунок 3.1- Вал-шестерня

Посадочні місця під підшипники мають певні допуски, що сприяє нормальній роботі редуктора.

Сталь 40Х ГОСТ 4543-71 має наступні властивості:

Густина 7850 кг/куб.м

Відносне звуження 45 % гартування 860 гр (масло) + відпуск 500 гр (вода)

Відносне подовження після розриву 10 % гартування 860 гр (масло) + відпуск 500 гр (вода)

Межа текучості 3450 Па гартування 860 гр (масло) + відпуск 500 гр (вода)

НВ 552 НВ гартування 850 гр (вода) + відпуск 200 гр (возд)

НВ 217 НВ відпал

Коефіцієнт КСУ 0,9

Межа міцності 5900 Па гартування 860 гр (масло) + відпуск 500 гр (вода)

Вміст вуглецю (С) 0.36 .. 0.44 %

Вміст кремнію (Si) 0.17 .. 0.37 %

Вміст марганцю (Mn) 0.5 .. 0.8 %

Вміст хрому (Cr) 0.8 .. 1.1 %

Вміст нікелю (Ni) 0 .. 0.3 %

Вміст сірки (S) 0 .. 0.035 %

Вміст азоту (N) 0 .. 0.008 %

Вміст міді (Cu) 0 .. 0.3 %

Вміст фосфору (P) 0 .. 0.035 %

Температура кування 1250 .. 800 град.С

Флокеночутливість - чутлива

Схильність до відпускового охрупчення - схильна

Зубці шестерні загартовані СВЧ до твердості 50...55 HRC, а вал-шестерню нормалізовано до твердості HB 229...269.і. Тобто інші ушкодження не можуть носити системний характер.

3.2 Якісний аналіз

Якісний аналіз деталі «Вал - шестерня редуктора» проводився з використанням діаграми Ісікави (рис. 3.2). На якій показані такі показники якості деталі як технологія, контроль, обладнання, сировина, та інші.

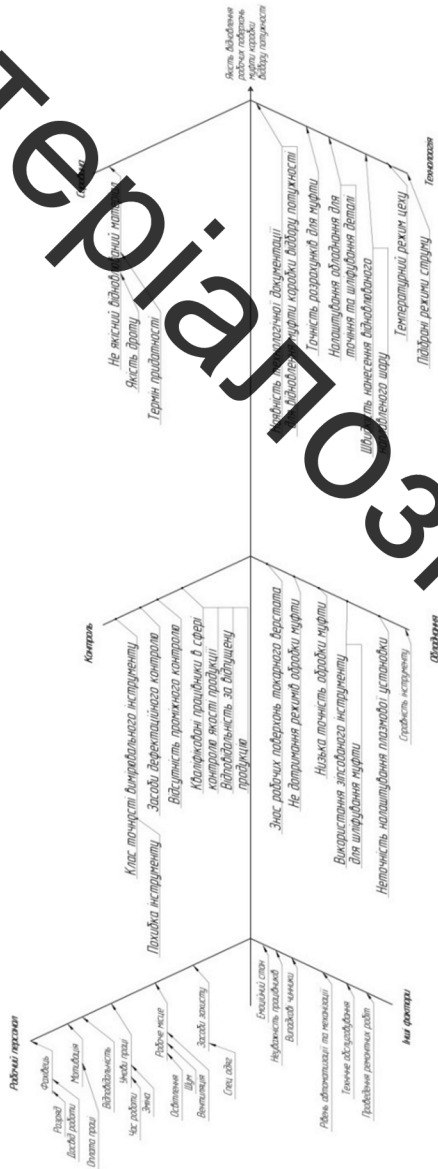


Рисунок 3.2 - Діаграма Ісікави

3.3 Кількісний аналіз

Основні кількісні характеристики Вал - шестерні редуктора показані в таблицях 3.1-3.3 [47,48].

Таблиця 3.1 – Визначення коефіцієнту уніфікації

Линійні розміри	Діаметральні розміри	Радіуси заокруглень	Кутові розміри	Шорсткість	Шліцьові поверхні, зубчаста
840*	$\emptyset 120h9_{(-0,087)}$	R0,5* (2пов.)	4×45°* (2пов.)	0,63*	D20×118×13 0k6×10f6 *
435*	$\emptyset 145^*$ (2пов.)			3,2*(8пов.)	
615*	$\emptyset 130$ (+0,028 -0,003) * (2пов.)	R0,1* (40пов.)		2,5* (2пов.)	$\emptyset 238h9_{(-0,115)}$
190*	$\emptyset 105^*$	R0,5* (2пов.)		1,6* (20пов.)	
44	$\emptyset 90^*$				
70*					
78					
83					
16					
$\Sigma_{\text{заг.}}=8$	$\Sigma_{\text{заг.}}=7$	$\Sigma_{\text{заг.}}=42$	$\Sigma_{\text{заг.}}=2$	$\Sigma_{\text{заг.}}=21$	$\Sigma_{\text{заг.}}=2$
$\Sigma_{\text{уніф.}}=4$	$\Sigma_{\text{уніф.}}=7$	$\Sigma_{\text{уніф.}}=42$	$\Sigma_{\text{уніф.}}=2$	$\Sigma_{\text{уніф.}}=21$	$\Sigma_{\text{уніф.}}=2$

Таблиця 3.2 – Визначення коефіцієнту точності обробки

Квалітет	Кількість поверхонь	Розрахунок
H14(840; 435; 190; 44; 70; 83; 78; 16; $\emptyset 105$; $\emptyset 90$; $\emptyset 145$; A12.)	14	14·14=196
h9($\emptyset 238_{(-0,115)}$)	1	9·1=9
k6($\emptyset 130^{(+0,028}_{-0,003)}$)	2	6·2=12
D20×118×130k6×10f6	1	6·1=6
Сума	18	223

Таблиця 3.3 – Коефіцієнт шорсткості поверхні

Шорсткість	Кількість поверхонь	Розрахунок
3.2(840; 435; 190; 44; 70; 83; 78; 16; Ø105; Ø90; Ø145; A12)	14	3,2·14=44,8
2.5(Ø120h9 _(-0,087) ; 78;)	2	2,5·2=5
0,63(Ø130 ^(+0,028) _(-0,003))	2	0,63·2=1,26
Сума	18	51,06

Висновок : $K_y=0,76>0,6$; $K_T=0,92>0,8$; $K_{ш}=0,09<0,32$. Деталь є технологічною.

3.4 Розробка схеми вимірювання зносу, дефектування та технічного контролю якості відновленої деталі

Основні дефекти та способи їх усунення Вал - шестерні редуктора показані на рисунку 3.3 та в таблиці 3.4.

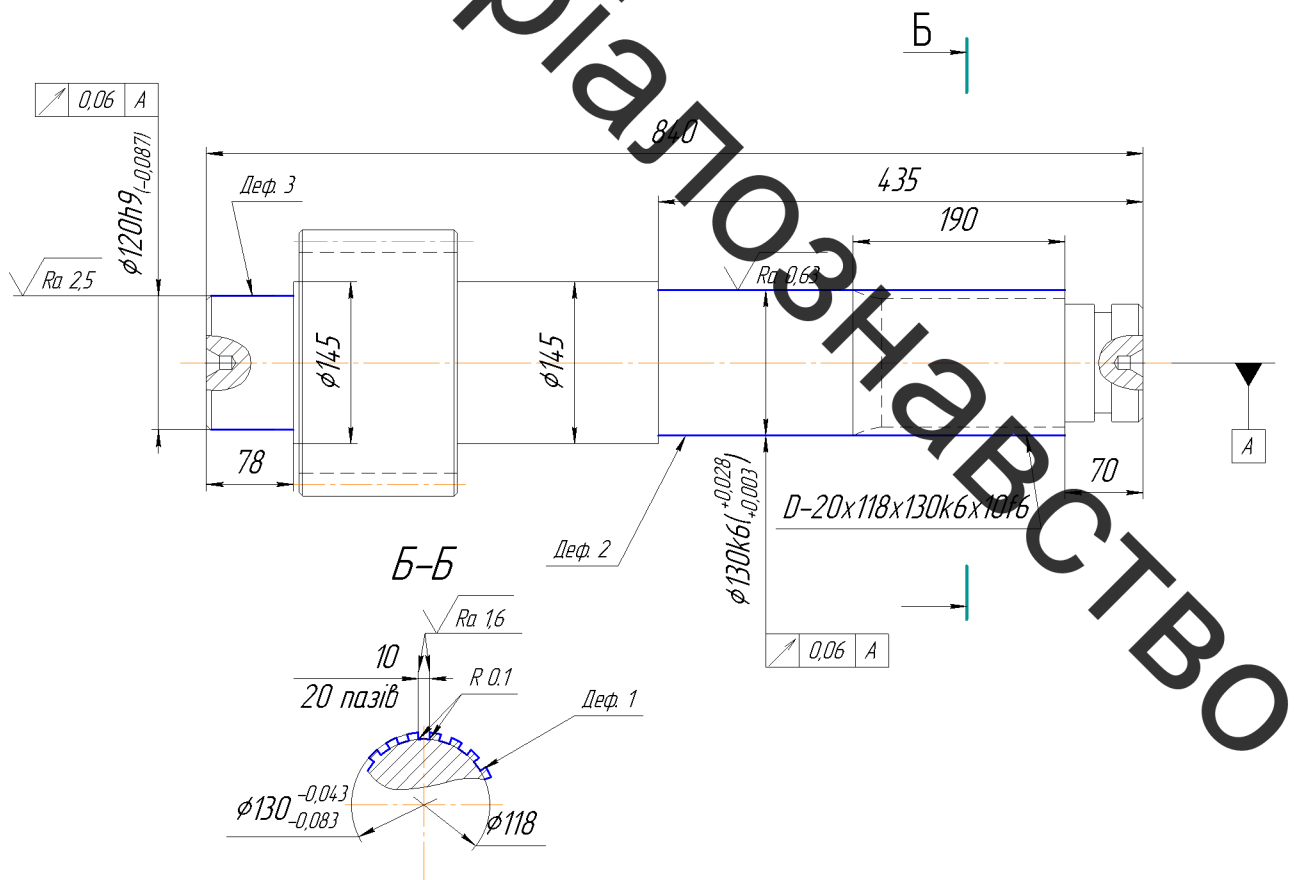


Рисунок 3.3 - Ремонтне креслення та схема розміщення дефектів

Таблиця 3.4 – Дефекти валу

№ п/п	Дефект	Спосіб виявлення дефекту. Вимірковальний інструмент	Розміри, мм	
			За кресленням	Допустимий
1	Спрацювання поверхні спряження шліців $\varnothing 130^{+0,028}_{+0,003}$ мм (Деф.1)	Зовнішнім оглядом Штангенциркуль ШЦ П-160-0,05	$\varnothing 130^{-0,043}_{-0,083}$	$\varnothing 129$
2	Спрацювання опорних шліфок . (Деф.2, Деф.3) - 2 шліфи	Штангенциркуль ШЦ П-160-0,05	$\varnothing 120_{-0,08}$ $\varnothing 130^{+0,028}_{+0,003}$	$\varnothing 119$ $\varnothing 129$
3	Спрацювання зубців шестерні (Деф.4)	Зовнішнім оглядом Штангенциркуль ШЦ П-160-0,05	$\varnothing 238_{-0,087}$	$\varnothing 237$
4	Прогин вал-шестерні (Деф.4)	Плита перевірна 2-1-1000×600, призми П2-2-2, штатив Ш-ПВ-8 індикатор ІЧ 10Б	0,01 у середній частині	0,03 у середній частині
5	Тріщини на валу	не допускаються		

3.5 Вибір та технічне обґрунтування методів відновлення поверхонь Вал - шестерні редуктора [49]

Наплавлення в CO_2 значно підвищує зносостійкість та працездатність даної деталі. Цей метод дозволяє не тільки економити матеріали, але й збільшувати довговічність даної вал-шестерні. Продуктивність наплавлення в CO_2 трохи більша, ніж в плазмового та наплавлення під шаром флюсу. Отже ми залишаємо наплавлення в CO_2 , як найкращий метод відновлення шліцьової поверхні вала шестерні і плазмове напилювання поверхонь під підшипники.

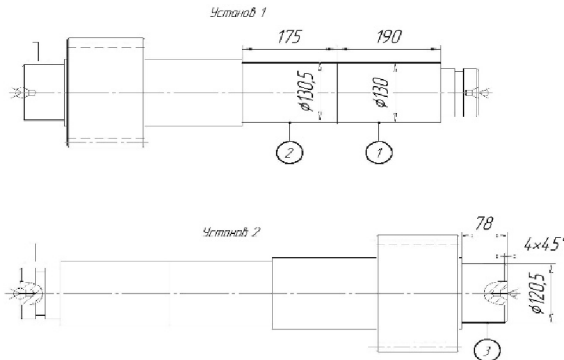
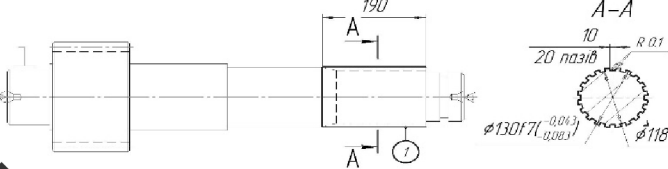
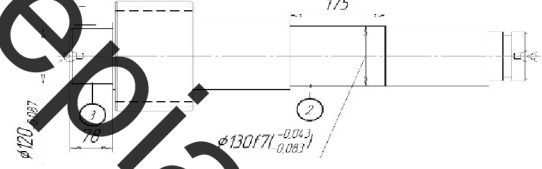
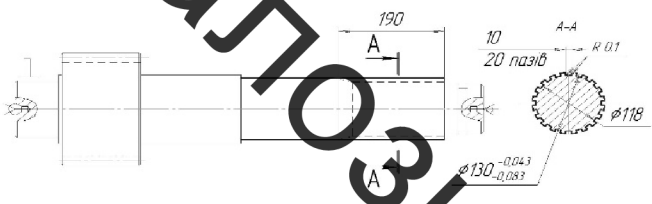
3.6 Формування маршруту відновлення Вал - шестерні редуктора

В таблиці 3.5 показан маршрут обробки Вал - шестерні редуктора молотильного механізму комбайну

Таблиця 3.5 – Маршрут обробки Вал - шестерні редуктора
молотильного механізму комбайну

№ опер	Операційні переходи	Операційний ескіз	Моделі верстатів
005	Очищувальна 1. Мити деталь.		Мийна машина ОМ-4610
010	Фрезерувальна 1. Встановити, закріпити, зняти заготовку. 2. Фрезерувати шлицеві пази поверхні 1 до розмірів за ескізом.		Фрезерний верстат 6М610Ф3
015	Напильовання 1. Встановити, закріпити, зняти заготовку. 2. Поздовжно заточити шлицеві пази поверхні 1 до розмірів за ескізом.		Установка для напильовання
020	Термічна 1. Відпустити заготовку		ВЧГ-3-160/ 0,066
025	Токарна Установ 1 1. Встановити, закріпити, зняти заготовку. 3. Точити поверхню 2 до розміру $\phi 129$ мм Установ 2 4. Передстановити деталь 5. Точити поверхню 3 до розміру $\phi 119$ мм		Токарно-гвинторізний верстат 16К20;
030	Напильовальна Установ 1 1. Встановити, закріпити, зняти заготовку. 2. Напилити поверхню 2 до розмірів за ескізом Установ 2 2. Напилити поверхню 3 до розмірів за ескізом.		Установка напильовальна УМП-6

Продовження таблиці 3.5

№ опер	Операційні переходи	Операційний ескіз	Моделі верстатів
035	<p><i>Токарна</i> <i>Установка 1</i> 1. Встановити, закріпити, зняти заготовку. 2. Точити поверхню 1 до розміру $\phi 130$ мм 3. Точити поверхню 2 до розміру $\phi 130,5$ мм <i>Установка 2</i> 3. Передстановити деталь 4. Точити поверхню 3 до розміру $\phi 120,5$ мм Точити фаску $4 \times 45^\circ$</p>		Токарно-гвинторізний верстат 16К20.
040	<p><i>Фрезерувальна</i> 1. Встановити, закріпити, зняти заготовку. 2. Фрезерувати шліцький паз і поверхню 1 до розмірів за ескізом</p>		Фрезерний верстат 6М610Ф3
045	<p><i>Термічна</i> 1. Загартувати заготовку</p>		ВЧГ-3-160/0,066
050	<p><i>Шліфувальна</i> 1. Встановити, закріпити заготовку. 2. Шліфувати поверхню 2,3 до розмірів за ескізом 3. Зняти заготовку.</p>		Круглошліфувальний верстат 3М153.
055	<p><i>Шлицеві шліфувальна</i> 1. Встановити, закріпити заготовку. 2. Шліфувати шліць до розмірів за ескізом 3. Зняти заготовку.</p>		Шліфувальний верстат МШ248.
060	<p><i>Контрольна</i> 1. Виміряти розміри віднаблених поверхонь 2. Порівняти з розмірами на кресленні</p>		Контрольний стан.

3.7 Розрахунок припусків на переходи механічної обробки Вал - шестерні редуктора молотильного механізму комбайну

Розрахунок припусків виконуємо за стандартною методикою [10].
 Отримані значення для кожного розміру показані в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 - Розрахункові значення припусків

Маршрут обробки поверхні діаметром Ø130 k6 ($^{+0,028}_{-0,003}$)	Елементи припуску, мкм				Розрахункові величини		вико нува мкм Доп уск на ні ро зм ір п, 	Прийняті розміри заготовки по переходах, мм		Граничний припуск, мкм	
	Rz	T_{det}, h	$\rho, \Delta\Sigma$	ϵ	припус ку Z_i , мкм	мінімаль ного діам етра, мм		Max	Min	Z_{max}	Z_{min}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заготовка(h11)	200	250	122,5	—		132,263	1000	133,263	132,263	—	—
Точіння	150	100	7,5	-	1145	131,118	200	131,318	131,118	1,945	1,145
Шліфування											
Попереднє(k9)	100	100	-	-	715	130,403	50	130,453	130,403	0,865	0,715
Остаточне(k6)	10	20	-	-	400	130,003	25	130,028	130,003	0,425	0,40

3.8 Призначення режимів попередньої обробки та після нанесення покриття [50]

Призначенні режими попередньої токарної обробки поверхні $\varnothing 130^{+0,028}_{+0,003}$ показані в таблиці 3.7

Таблиця 3.7 – Режими попередньої токарної обробки

Параметри	Позначення	Розрахункове значення
Глибина різання	t , мм	0,5
Подача	S , мм/об	0,5
Швидкість різання	V , м/хв	52
Частота обертання	n , об/хв	240
Дійсна швидкість різання	V_d , мм/хв	54
Сила різання	$P_{різ}$, Н	162
Потужність	N , кВт	0,1

Призначенні режими шліфування поверхні $\varnothing 120_{-0,067}$ показані в таблицях 3.8.

Таблиця 3.8– Шліфування поверхні $\varnothing 120_{-0,067}$

Параметри	Позначення	Розрахункове значення
Колова швидкість	$V_{дет}, м/хв$	24
Частота обертання заготовки	$n_{дет}, об/хв$	63
Поперечна подача круга	$t, мм/хід$	0,024
Повздовжня подача на оберт деталі	$S_{п}, мм/об$	14
Швидкість повздовжнього ходу стола	$V_{п. ст.}, м/хв$	0,88
Швидкість шліфувального круга	$V_{к.}, м/с$	35

3.9 Призначення режимів наплавлення покриття

Режими наплавлення показані в таблиці 3.9. [49]

Таблиця 3.9 –Режими наплавлення

Параметри	Позначення	Розрахункове значення
Струм	$I, А$	145
Напруга	$U, В$	27
Швидкість подачі дроту	$V_{в.}, м/год.$	207
Виліт електродного дроту	$H, мм$	12
Зміщення від zenіту	$a, мм$	2,5
Швидкість наплавлення	$V_{н.}, м/год.$	6,4
Частота обертання деталі	$n, хв^{-1}$	0,7

Розраховані параметри режиму напилення показані в таблиці 3.10

Таблиця 3.10 – Режими напилення

Параметри	Позначення	Розрахункове значення
шар напилений за 1 прохід	h ; мм	0.08
коефіцієнт перекриття	k ;	0.45
об'єм шлямпи напилювання	Q ; мм ³	56.2
Маса шлямпи	m ; г	0,43
лінійна швидкість напилювання	V_n ; мм/с	194
швидкість переміщення	U_r ; мм/с	4.9
швидкість обертання	w_g ; об/с	7
кількість проходів	n ; мм	17
основний час при напилюванні	t_o ; хв	2.58
витрати порошку	m_n ; гр	24.5

3.10 Нормування операцій технологічного процесу

Визначемо норми часу на кожну з операцій відновлення Вал - шестерні редуктора молотильного механізму комбайну та отримані значення заносимо в таблицю 3.11. [51]

Таблиця 3.11 – Нормування операцій

№	Назва операції	d, мм	L, мм	S, мм/об (v_r , мм/с; $Y_{пр}$, м/хв)	n , об ⁻¹ ($\omega_{дет}$, с ⁻¹ ; $Y_{об}$, м/хв)	i (η)	$\rho_{дет}$
005	Мийна	-	-	-	-	-	12
010	Токарна	120,130,	78,365	0,7	400	1	12
015	Наплавлювальна	120,130,130	84,190,365	77,69	20,6	2	12
020	Термічна	-	-	-	-	-	2
025	Токарна	120,130	84,365	0,7	400	1	12
030	Фрезерувальна	130	95	0,1	142,5	3	12
035	Термічна	-	-	-	-	-	12
040	Напилювальна	120	84	99,9	1,3	9	12
045	Шліфувальна	130	95	18,9	1114	2	12
050	Шліфувальна	120,130	78,70	18,9	1114	2	12
055	Контрольна	-	-	-	-	-	12

3.11 Розробка конструктивної схеми установки з числовим програмним керуванням для плазмового напилення

Розробимо конструктивну схему установки. З'ясуємо з яких основних компонентів має складатися установка для автоматизованого відновлення деталі (рисунок 3.4).

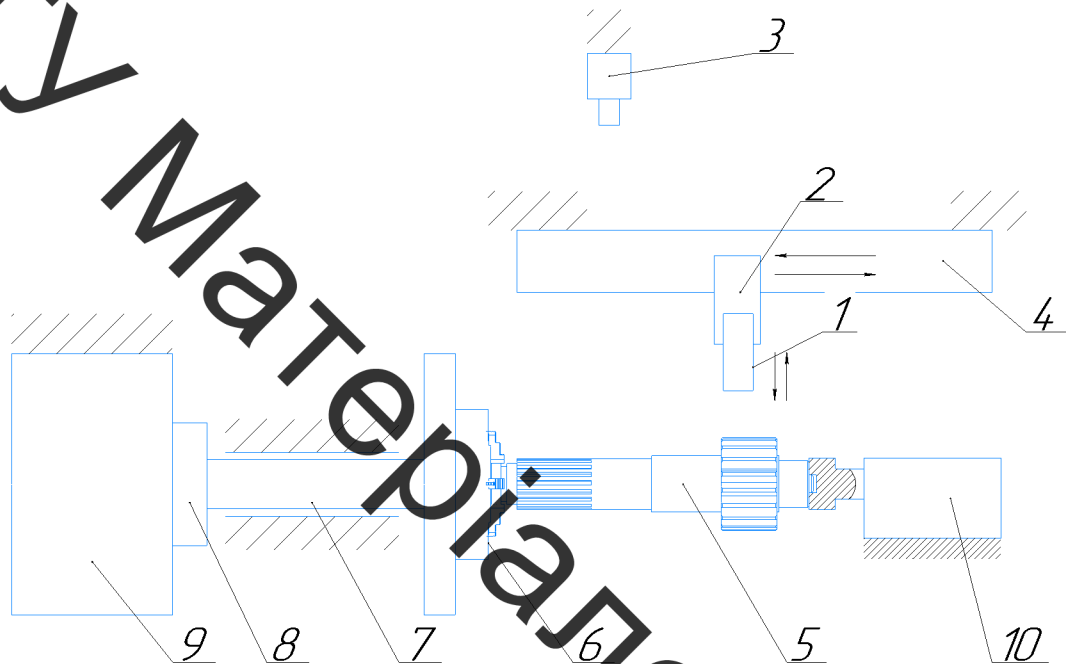


Рисунок 3.4 – Конструктивна схема установки для напилення Вал - шестерні редуктора молотильного механізму комбайну: 1 – напилювальний пристрій, 2 – блок вертикального переміщення, 3 – живильник, 4 – блок горизонтального переміщення, 5 – відновлювана деталь, 6 – патрон, 7 – вал шпинделя, 8 – муфта, 9 – електромотор, 10 – пневмо циліндр з фіксатором вала.

3.11.1 Визначення способу закріплення деталі.

Враховуючи те, що вал має довжину 840 мм, діаметр 130 мм, розташуємо його в горизонтальному положенні (рисунок 3.5). Застосуємо закріплювальний пристрій у вигляді патрона 5, зовнішнім діаметром 200 мм

марка патрону 7100-0007 ГОСТ 2675-80 та заднюбабку у вигляді пневмоциліндру з фіксатором штоку.

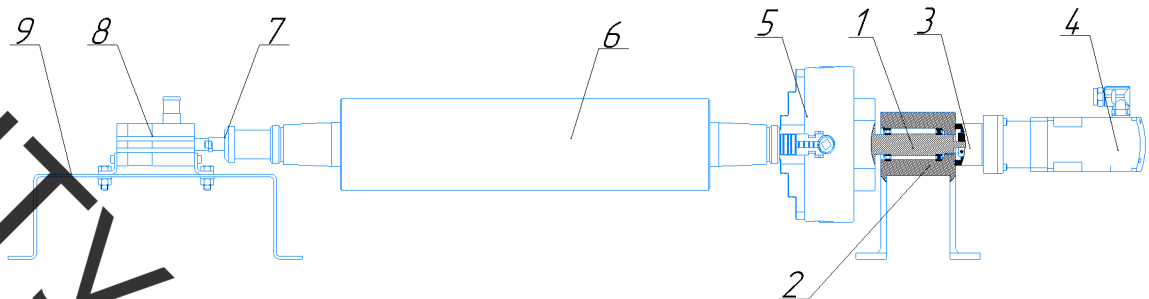


Рисунок 3.5 – Схема закріплення Вал - шестерні редуктора молотильного механізму комбайну: 1 – корпус шпинделя, 2 – вал шпинделя, 3 – осьовий набір, 4 – електромотор, 5 – підшипники, 6 – патрон, 7 - деталь

Для вибору електромотора треба розрахувати масоцентрувальні характеристики всіх тіл, які обертаються в процесі відновлення деталі.

3.11.2. Розрахунок масоцентровочних характеристик (мцх) деталі та пристрою для закріплення.

Для визначення масоцентрувальних характеристик розробимо 3D-моделі усіх деталей, що обертаються (рисунок 3.6)

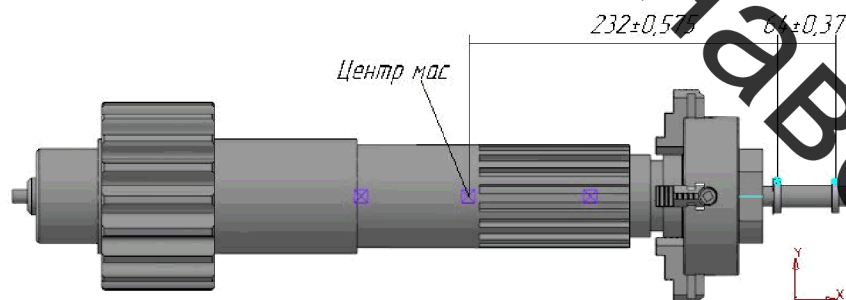


Рисунок 3.6 – 3D-модель усіх деталей, що обертаються в процесі відновлення

В програмі Компас визначимо масоцентрувальні характеристики.

Матеріал

Сталь 40 X ГОСТ 1050–88.

Густина матеріалу

$\rho_0 = 0,007820 \text{ г/мм}^3$.

Маса	$M = 120 \text{ кг.}$
Площа	$S = 936101 \text{ мм}^2.$
Об'єм	$V = 16615748 \text{ мм}^3.$
Центр мас	$X_c = 130,196217 \text{ мм}$ $Y_c = 258,840611 \text{ мм}$ $Z_c = 126,814269 \text{ мм}$

Моменти інерції

В центральній системі координат:

Осьові моменти інерції	$J_x = 1612130858 \text{ г} \cdot \text{мм}^2,$ $J_y = 116238893 \text{ г} \cdot \text{мм}^2,$ $J_z = 1617846572 \text{ г} \cdot \text{мм}^2.$
------------------------	--

3.11.3 Вибір та розрахунок маси розпилюючого пристрою

Враховуючи поставлені задачі, було запропоновано таку конструкцію напилувального пристрою (рис. 3.7).

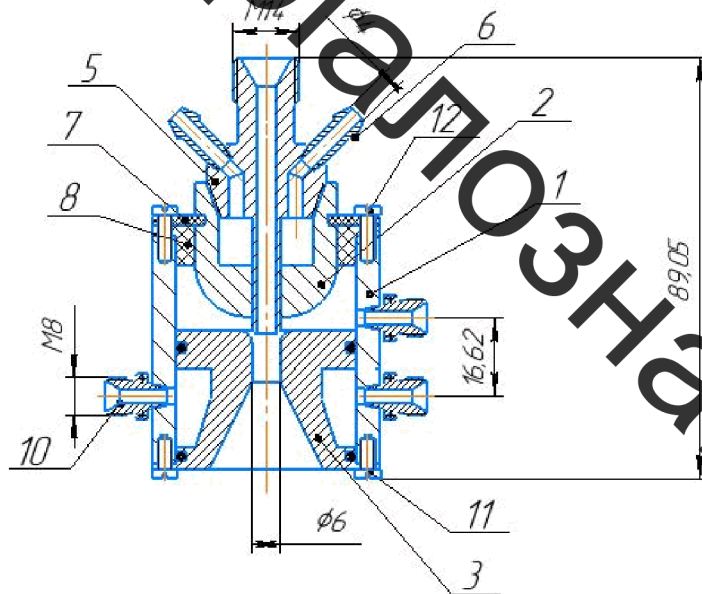


Рисунок 3.7 – Плазмовий напилувальний пристрій: 1 - корпус; 2 – ізолятор; 3 – стопорна шайба; 4 – електрод; 6 – електродотримач; 7 – форсунка для подачі порошку та охолоджувальної рідини; 8 – трубка; 9 – кронштейн; 10,11 – штуцера; 12 – гумові кільця, 14 – гайки, 15 – напрямна.

Розробимо 3D-модель напилювального пристрою (рисунок 3.8).

Порахуємо засобами САПР «Компас» масу напилювального пристрою.

Маса	$M = 640.107885 \text{ г}$
Площа	$S = 49207.982426 \text{ мм}^2$
Об'єм	$V = 84928.233870 \text{ мм}^3$
Центр мас	$X_c = -0.283026 \text{ мм}$
	$Y_c = 11.780092 \text{ мм}$
	$Z_c = -3.825576 \text{ мм}$

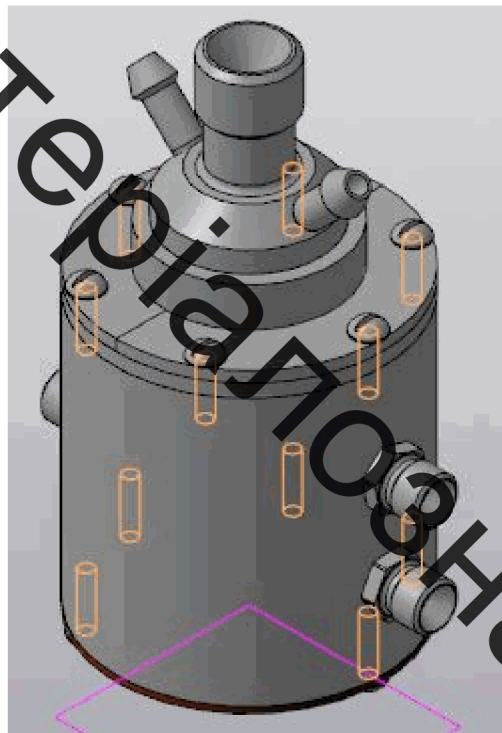


Рисунок 3.8 – 3D-модель напилювального пристрою

3.12 Вибір виконавчих механізмів для автоматизованого пересування деталей

Для розрахунку автоматизованого пересування деталей застосуємо програму Positioning drives компанії Festo. В даній програмі вводимо такі

дані: $J_y = 1162,38893 \text{ кг}\cdot\text{см}^2$; додаткових сил немає. Вирахуємо максимальну частота обертання – 3,5 об/хв., що дасть змогу обробляти більшу номенклатуру деталей. Час для розгону 1 с. Монтажене розташування горизонтальне. Контроллер встановлений всередині двигуна.

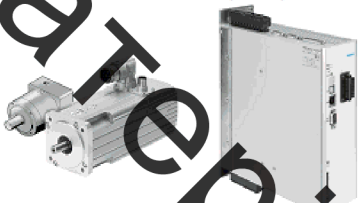
3.12.1 Механізм обертання деталі.

В результаті розрахунку отримано такий результат (рисунок 3.9).

Результаты

Выбранный привод

Привод: Двигатель, Контроллер



EMMS-AS-70-S-LS-Rx
Редуктор: 5:1
FMGA-60-P-G5-SAS-70

EMMS-AS-CE3A-Mx
Энергетический блок
230 VAC (0-об/хв.)

Обзор рабочих характеристик

Запрошений

Момент инерции: 1162,38 kgcm²

Расстояние от центра тяжести до оси: 0 mm

Внешний крутящий момент: 0 Nm

Время разгона: 0,277 s

Фильтр результатов

Максимальная частота вращения: 300 грпм Серводвигатели: Минимальная продолжительность включения 100 %

Привод	Размер	Двигатель	Разм.	Редуктор	Двигатель	Время разгона
---	Серводвигатель	70-M	3:1	96 %	0,312	
---	Серводвигатель	70-M	5:1	96 %	0,217	
---	Серводвигатель	70-M	3:1	96 %	0,319	
---	Серводвигатель	70-M	5:1	96 %	0,222	
---	Серводвигатель	70-S	5:1	96 %	0,277	

Рисунок 3.9 – Вибір двигуна обертача

Згідно з рисунком 3.5 розробимо 3D-модель обертача (рисунок 3.10). Для чого спочатку розробимо 3D-модель шпиндельного вузла та з'єднаємо з ним вибраний сервомотор і осьовий набір та редуктор.

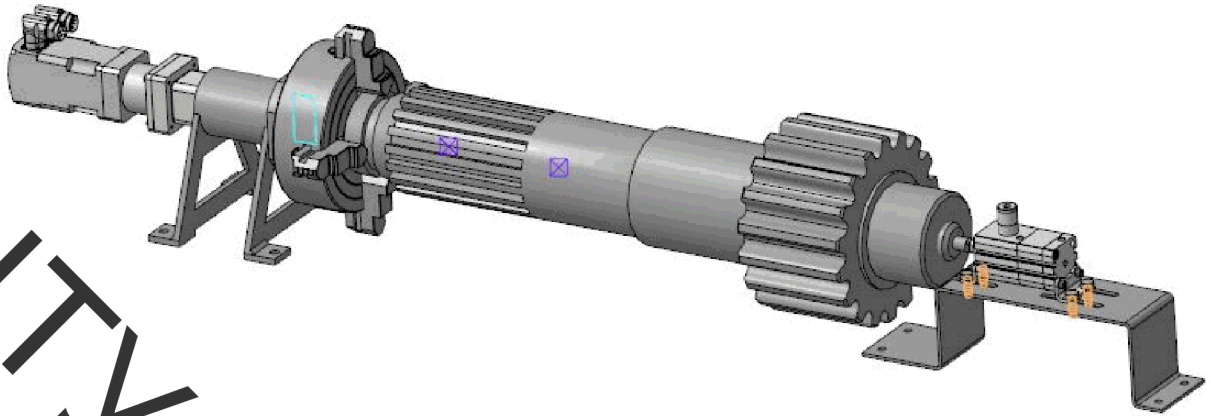


Рисунок 3.10 – Обертач складений
3.12.2 Привід переміщення напилювального пристрою.

Застосувавши програму PositioningDrivis, знайдемо можливе рішення у вигляді привода позиціонування, рисунок 3.11.

Применение | параметры системы | Фильтр | Направляющая | Траектория движения | **Результаты** | Детали | Список изделий | Данные проекта

Результаты

Результат № 23

Пожалуйста гарантируйте, что следующие динамические значения, на которых основано определение размеров, не превышают допустимых значений для вашего оборудования.

Скорость: 0,069 м/с
Ускорение: 1,015 м/с²
Тормоза: 1,015 м/с²

= Добавить (Сравнить продукты)

Выбранный привод

Привод: ESBF-B5-32-5P
Осевой: EAMM-A-D32-57A

Двигатель: EMMS-ST-57-M-SEB-G2
Нет редуктора

Контроллер: CMMO-ST-C5-1-...
Энергетический отсек 24 VDC

Обзор рабочих характеристик

Запрошенный

Эффективный ход	100 mm
Точность повторения	+/- 0,1 mm
Движущаяся масса	14,5 kg
Вертикальный 90 °	
Дополнительное внешнее усилие	0 N

Время перемещения + Паузы: 3,58 s
Паузы: 0,4 s

699 Результаты (Оптимальные типоразмеры осей)

Подробная траектория движения: Продолжительность цикла (Время перемещения + Паузы): максимум 60 s

№	Привод	Размер	Направляющая	Двигатель	Двигатель Разм	Редуктор	Привод	Двигатель	Направляющая	Время перемеще
22	Шариковая винтовая па	32	Шариковый под	Серводвигат	67-58	---	24 %	99 %	99 %	0,950
23	Шариковая винтовая па	32	Шариковый под 'ServoLite'	57-M	---	---	23 %	99 %	69 %	3,180
24	Направляющий винт	32	Шариковый под 'ServoLite'	57-M	---	---	98 %	72 %	65 %	2,700

Список изделий

Список изделий		Принадлежности Привод		Принадлежности Двигатель		Контроллер	
Номер детал	Количество	Шт.	Код заказа	Обозначение			
1	8022569	1	PCS	ESBF-B5-32-100-5P	Электросческий привод		
2	2782679	1	PCS	EAGF-V2-KF-32-100	Направляющая		
3	550980	1	PCS	EAMM-A-D32-57A	Осевой		
4	1370481	1	PCS	EMMS-ST-57-M-SEB-G2	Шаговый двигатель		
5	...	1	PCS	CMMO-ST-C5-1-...	Контроллер		

Рисунок 3.11 – Возможне рішення у вигляді консольного привода позиціонування та його комплектуючих

3.13 Висновки розділу 3

1. Технологічний процес розроблений для ремонту Вал - шестерні редуктора молотильного механізму комбайну забезпечує підвищення якості відновлення зношених поверхонь;

2. Запропонована технологія може бути використана на підприємстві;

3. Розроблена установка з числовим програмним керуванням для плазмового наплення дозволяє автоматизувати запропановану технологію.

4 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІННОВАЦІЙНОГО РІШЕННЯ

4.1 Прогнозування витрат на виконання конструкторської технологічної роботи

Розроблений новий технологічний процес відновлення Вал-шестерні редуктора молотильного механізму комбайну включає в собі наплавлення та плазмове напилення. Такий спосіб відновлення дає можливість надати зношеним поверхням необхідних характеристик міцності та зносостійкості, крім того значно підвищити економічні показники, адже розроблений технологічний процес характеризується значно меншими затратами, пов'язаними із відновленням поверхонь, має менший термін окупності устаткування, що суттєво впливає на технологічну собівартість відновленої деталі у порівнянні із собівартістю нової.

Розраховуємо основну заробітну плату кожного із розробників чи дослідників за формулами, якщо вони працюють в наукових установах бюджетної сфери, та заносимо дані до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Основна заробітна плата розробників

Найменування посади виконавця	Місячний посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн.	Число днів роботи	Витрати на оплату праці, грн.	Примітка
1. Керівник проекту	9500,00	431,00	5	2155,00	
2. Інженер-технолог	8000,00	363,00	10	3630,00	
3. Технік	4200,00	190,00	5	950,00	
Всього				6735,00	

Мінімальна заробітна плата на 2019 року встановлена на рівні 4173 грн., тоді погодинна ставка робітника 1-го розряду на рівні 25,13 грн/годину.

Величина чинних тарифних коефіцієнтів робітників відповідних розрядів для бюджетної сфери наведена в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Величина чинних тарифних коефіцієнтів робітників відповідних розрядів для бюджетної сфери

Розряд	1	2	3	4	5	6	7	8
K_i	1,00	1,09	1,18	1,27	1,36	1,45	1,54	1,64
Мінімальна погодинна ставка	25,13	27,40	29,65	31,91	34,18	36,44	38,70	41,21

Розраховуємо основну заробітну плату робітників, якщо вони беруть участь у виконанні даного етапу роботи і виконують роботи за робочими професіями. Розрахунки заносимо до таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Основна заробітна плата робітників

№	Найменування технологічних операцій	Трудоємність, н-годин	Розряд роботи	Погодинна тарифна ставка, грн.	Величина оплати, грн	Примітка
1	Миття	0,1	2	27,40	2,74	
2	Фрезерувальна (6М610Ф3)	0,7	3	29,65	20,755	
3	Наплавлювальна А – 384МК	1,49	5	34,18	50,93	
4	Термічна	0,21	4	31,91	6,7	
5	Токарна (16К20Ф3)	0,17	5	34,18	5,81	
6	Напилювальна FESTO	0,42	4	31,91	13,4	
7	Токарна (16К20Ф3)	0,17	5	34,18	5,81	
8	Фрезерувальна (6М610Ф3)	0,7	3	29,65	20,755	
9	Термічна	0,21	4	31,91	6,7	
10	Шліфувальна (3М153)	0,44	5	34,18	15,04	
11	Шліцешліфувальна (МШ248)	0,26	5	34,18	8,9	
12	Контрольна	0,034	3	29,65	1,0	
Всього					158,54	

Розраховуємо додаткову заробітну плату всіх розробників та робітників, які брали участь у виконанні даного етапу роботи. Вона

розраховується як (10...12)% від суми основної заробітної плати всіх розробників та робітників. Пораховані дані заносимо до таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Додаткова заробітна плата всіх розробників та робітників, які брали участь у виконанні даного етапу роботи

Найменування робіт	Основна заробітна плата, грн	Додаткова заробітня плата, грн
Розробники:		
1. Керівник проекту	2155,00	215,5
2. Інженер-технолог	3630,00	363,0
3. Технік	950,00	95,0
Всього:	6735,00	673,5
Робітники:		
1. Мийна	2,74	0,274
2. Фрезерувальна	20,755	2,0755
3. Наплавлювальна	50,93	5,093
4. Термічна	6,7	0,67
5. Токарна	5,81	0,581
6. Напилювальна	13,4	1,34
7. Токарна	5,81	0,581
8. Фрезерувальна	20,755	2,075
9. Термічна	6,7	0,67
10. Шліфувальна	15,04	1,504
11. Шліцешліфувальна	8,9	0,89
12. Контрольна	1,0	0,1
Всього:	158,54	15,854

Нарахування на заробітну плату $H_{\text{зп}}$ розробників та робітників, які брали участь у виконанні даного етапу роботи, розраховуються за формулою

$$H_{\text{зп}} = (3_o + 3_p + 3_d) \cdot \frac{\beta}{100}, \quad (4.1)$$

де Z_0 – основна заробітна плата розробників, грн.;

Z_p – основна заробітна плата робітників, грн.;

Z_d – додаткова заробітна плата всіх розробників та робітників, грн.;

β – ставка єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування, %.

Ставка єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування встановлена 22%.

$$I_{зп} = (6735 + 158,54 + 689,354) \times 0,22 = 1668,24 \text{ гр.}$$

Розраховуємо амортизацію обладнання, комп'ютерів та приміщень, які використовувались під час даного етапу роботи. Відрахування розраховуємо по кожному виду обладнання, приміщення тощо. Всі результати заносимо до таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Амортизація обладнання, комп'ютерів та приміщень

Найменування обладнання, приміщень тощо	Балансова вартість, грн.	Норма амортизації, %	Термін використання, міс.	Величина амортизаційних відрахувань, грн.	Примітка
Переобладнання старого приміщення	220000	5	1	916,70	
Силові приводи	3000	10	1	25,00	
Комп'ютер та інтерфейс	5000	40	1	166,70	
Всього				1108,40	

Розраховуємо витрати на матеріали, що були використані під час виконання даного етапу роботи, визначаємо по кожному виду матеріалу та заносимо до таблиці 4.6

Таблиця 4.6 – Витрати на матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Ціна за 1 кг, грн.	Витрачено, кг	Вартість витраченого матеріалу, грн.	Прим.
1. Порошок ПС-1 – 50% ПГ-ХН80СР2 + 50%ПГ-У30Х28Н4С4	200,00	0,50	100,0	
Дріт Нп-30ХГСА	80,00	5,0	400,00	
2. Газ аргон Аг	32,00	0,570	18,24	
3. Лабомід	32,88	0,300	9,86	
4. Ганчір'я	7,00	0,200	1,4	
		Всього	529,5	

Визначаємо вартість комплектуючих, що були використані під час виконання даного етапу роботи, та заносимо дані до таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Витрати на комплектуючі

Найменування комплектувальних	Кількість	Ціна за штуку, грн.	Сума, грн.	Примітка
1. Установка ЧПК „Festo” для напилювання	1	29500,00	29500,00	
2. Обертач	1	4600,00	4600,00	
3. Плазмотрон	1	1450,00	1450,00	
4. Персональний комп'ютер	1	4000,00	4000,00	
5. Наплавлювальна головка	1	12700,00	12700,00	
	Всього		48250,00	

Розраховуємо витрати на силову електроенергію для виконання даного етапу роботи та заносимо до таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Витрати на електроенергію

Найменування операції	Найменування обладнання	Встановлена потужність, кВт	Тривалість операції, год.	Витрати, кВт	Сума, грн.
Мийна	ОМ-4610	0,6	0,1	0,06	0,100
Фрезерувальна	Фрезерувальний верстат 6М610Ф3	0,2	0,7	0,14	0,24
Наплавлювальна	А – 384МК	33,7	1,49	50,21	84,35

Термічна	ВЧГ-3-160/0,066	50	0,21	10,5	17,64
Токарна	Токарний верстат 16К20Ф3	15	0,17	2,55	4,28
Напилювальна FESTO	Напилювальна установка з ЧПК «Фесто	33,7	0,42	14,15	23,77
Токарна	Токарний верстат 16К20Ф3	15	0,17	2,55	4,28
Фрезерувальна	Фрезерувальний верстат 6М610Ф3	0,2	0,7	0,14	0,24
Термічна	ВЧГ-3-160/0,066	50	0,21	10,5	17,64
Шліфувальна	Круглошліфувальний верстат 3М153	20	0,44	8,8	14,78
Шліцешліфувальна	Шліцешліфувальний верстат МШ248	20	0,26	5,2	8,74
Контрольна	Дефектоскоп УД-12	10	0,034	0,34	0,57
Всього					176,63

Інші витрати $V_{ін}$ охоплюють: витрати на управління організацією, оплата службових відряджень, витрати на утримання, ремонт та експлуатацію основних засобів, витрати на опалення, освітлення, водопостачання, охорону праці тощо.

Інші витрати I_B можна прийняти як (100...300)% від суми основної заробітної плати розробників та робітників, які були виконували дану роботу, тобто

$$V_{ін} = (1..3) \cdot (3_o + 3_p). \quad (4.2)$$

$$V_{ін} = (6735 + 158,54) \times 1 = 6893,54 \text{ грн.}$$

Підсумовуємо всі попередні витрати та визначаємо їх загальну суму. Всі дані заносимо до таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Витрати

Статі витрат	Сума, грн.
Основна заробітна плата розробників	6735,00
Основна заробітна плата робітників	158,54
Додаткова заробітна плата	689,354
Нарахування на заробітну плату	1668,24
Амортизація обладнання, комп'ютерів та приміщень	1108,40
Витрати на матеріали	529,5
Витрати на комплектуючі	48250,00
Витрати на силову електроенергію	176,63
Інші витрати	6893,54
Всього	66209,20

4.2 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки

Собівартість відновлення вал-шестерні розраховуємо за формулою:

$$S_e = z_p + z_o + H_{zn} + M + B_e + B_{in}, \quad (4.3)$$

де z_p – основна заробітна плата робітників, $z_p = 158,54$ грн.;

z_o – додаткова заробітна плата робітників, $z_o = 15,854$ грн.;

H_{zn} – нарахування на заробітну плату, $H_{zn} = 38,37$ грн.;

M – витрати на матеріали на одиницю продукції, $M = 529,5$ грн.;

B_e – витрати на силову електроенергію, $B_e = 176,63$ грн.;

B_{in} – інші витрати, $B_{in} = 6893,54$ грн.

$$S_B = 158,54 + 15,854 + 38,37 + 529,5 + 176,63 + 6893,54 = 7812,4 \text{ грн.}$$

Розраховуємо ціну реалізації відновлення вал-шестерні за формулою:

$$C_p = S_s \cdot \left(1 + \frac{P}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{w}{100}\right), \quad (4.4)$$

де P – нормативний рівень рентабельності, $P = 20 \dots 50\%$;

w – ставка додатку на додану вартість, 20%.

$$C_p = 7812,4 \cdot (1 + 0,5) \cdot (1 + 0,2) = 14062,32 \text{ грн.}$$

Приймаємо ціну реалізації 14100 грн.

Величина чистого прибутку, який отримає виробник протягом одного року, розраховуємо за формулою

$$\Pi = \left[\left[C_p - \frac{(C_p - M) \cdot f}{100} - S_s - \frac{q \cdot S_s}{100} \right] \cdot \left[1 - \frac{h}{100} \right] \right] \cdot N, \quad (4.5)$$

де f – зустрічна ставка податку на додану вартість, $f = 20\%$;

h – ставка податку на прибуток, $h = 18\%$;

q – норматив, який визначає величину адміністративних витрат, витрат на збут та інші операційні витрати, $q = 5 \dots 10\%$;

N – число виробів, які планується реалізувати за рік, шт.

$$\Pi = \left\{ \left[14100 - \frac{(14100 - 529,5) \cdot 20}{100} - 7812,4 - \frac{5 \cdot 7812,4}{100} \right] \cdot \left[1 - \frac{18}{100} \right] \right\} \cdot 1000 = 2609961,6 \text{ грн.}$$

Визначаємо величину чистого дисконтованого доходу від застосування модернізованого технологічного процесу, якщо планується протягом 3-х років відновлювати робочі поверхні бандажу колеса трамвая.

В розробку інноваційного технологічного процесу підприємство однократно вклало 66209 грн. інвестицій.

Планується 2609961 грн. річного прибутку від реалізації продукції.

Норма дисконту складає 0,2.

Проведемо розрахунки за формулою:

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{\Pi_t}{(1+d)^t} - K, \quad (4.6)$$

де Π_t – прибуток отриманий від реалізації відповідної кількості нової продукції у t -му році функціонування проекту, грн;

K – величина капітальних вкладень у розробку інноваційного рішення, грн;

d – норма дисконту, величина якої залежить від рівня ризику, рівня банківської ставки по вкладам, рівня інфляції;

n – термін, протягом якого продукція реалізовуватиметься на ринку (термін функціонування проекту), років;

t – відповідний рік функціонування проекту, в якому очікується прибуток, грн.

$$NPV = \frac{2609961}{(1+0.2)^1} + \frac{2609961}{(1+0.2)^2} + \frac{2609961}{(1+0.2)^3} - 66209,20 = 5431626,1 \text{ грн.}$$

Термін окупності розраховуємо за формулою

$$T_{ок} = \frac{K}{\Pi}, \quad (4.7)$$

$$T_{ок} = \frac{66209,20}{2609961,6} = 0,025 \text{ років}$$

4.3 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності

Загальні витрати ZB на виконання та впровадження результатів НДДКР (або теперішня вартість інвестицій PV) дорівнює 14100 грн. Результати вкладених у наукову розробку інвестицій виявляються у першому році.

Ці результати виявляться у тому, що у кожному наступному році підприємство отримає чистого прибутку 2609961,6 грн. відносно базового року.

Тоді рисунок, що характеризує рух платежів (інвестицій та додаткових прибутків) буде мати вигляд, наведений на рисунку 4.1.

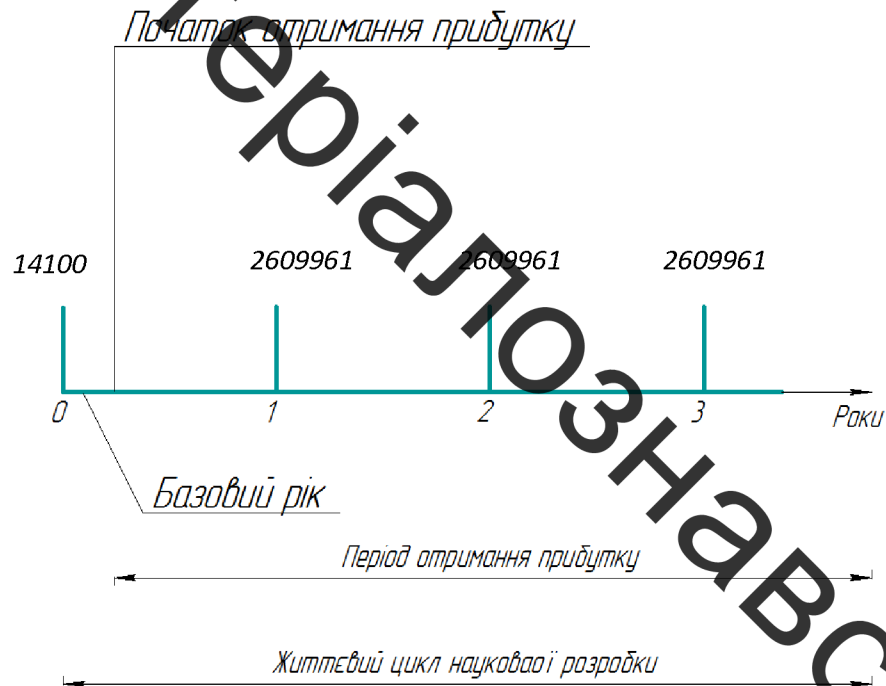


Рисунок 4.1 – Життєвий цикл наукової розробки з фіксацією платежів

Розрахуємо абсолютну ефективність вкладених інвестицій $E_{абс}$ за формулою:

$$E_{абс} = ПП - PV, \quad (4.8)$$

де $ПП$ – приведена вартість всіх чистих прибутків, що їх отримає підприємство (організація) від реалізації результатів наукової розробки, грн.;

PV – теперішня вартість інвестицій $PV = 3B$, грн.

У свою чергу, приведена вартість всіх чистих прибутків $ПП$ розраховується за формулою

$$ПП = \sum_1^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1+\tau)^t}, \quad (4.9)$$

де $\Delta\Pi$ – збільшення чистого прибутку у кожному із років, протягом яких виявляються результати виконаної та впровадженої НДДКР, грн;

T – період часу, протягом якого виявляються результати впровадженої НДДКР, роки;

τ – ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні; для України цей показник знаходиться на рівні 0,2;

t – період часу (в роках) від моменту отримання чистого прибутку до точки «0».

$$ПП = \frac{2609961}{(1+0.2)^1} + \frac{2609961}{(1+0.2)^2} + \frac{2609961}{(1+0.2)^3} = 5497835 \text{ грн.}$$

$$E_{abc} = 5497835 - 14100 = 5483735 \text{ грн.}$$

Оскільки $E_{abc} > 0$, то вкладання коштів на виконання та впровадження результатів НДДКР може бути доцільним.

Розраховуємо відносну (щорічну) ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій E_B за формулою:

$$E_B = \sqrt[T_{ж}]{1 + \frac{E_{абс}}{PV}} - 1, \quad (4.10)$$

де $E_{абс}$ – абсолютна ефективність вкладених інвестицій, грн;

PV – теперішня вартість інвестицій $PV = ZB$, грн;

$T_{ж}$ – життєвий цикл наукової розробки, роки.

Далі, розрахована величина E_B порівнюється з мінімальною (бар'єрною) ставкою дисконтування $\tau_{мін}$, яка визначає ту мінімальну дохідність, нижче за яку інвестиції вкладатися не будуть. У загальному вигляді мінімальна (бар'єрна) ставка дисконтування $\tau_{мін}$ визначається за формулою

$$\tau = d + f, \quad (4.11)$$

де d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; $d = (0,14...0,2)$,

f – показник, що характеризує ризикованість вкладень; зазвичай, величина $f = (0,05...0,1)$, але може бути і значно більше.

Якщо величина $E_B > \tau_{мін}$, то інвестор може бути зацікавлений у фінансуванні даної наукової розробки. В іншому випадку фінансування наукової розробки здійснюватися не буде.

Спрогнозуємо величину $\tau_{мін}$. Припустимо, що за даних умов

$$\tau_{мін} = 0,2 + 0,05 = 0,25.$$

Тоді відносна (щорічна) ефективність вкладних інвестицій в проведення наукових досліджень та впровадження їх результатів складе:

$$E_e = \sqrt[3]{1 + \frac{5483735}{14100}} - 1 = 6,3$$

Оскільки величина $E_B > \tau_{\min}$, то інвестор буде зацікавлений у фінансуванні даної наукової розробки.

Розрахуємо термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій. Термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій $T_{ок}$ можна розрахувати за формулою:

$$T_{ок} = \frac{1}{E_B}, \quad (4.12)$$

$$T_{ок} = \frac{1}{6,3} = 0,16 \text{ роки.}$$

Так як $T_{ок} < 3 \dots 5$ -ти років, то фінансування даної наукової розробки в принципі є доцільним.

4.4 Висновки до четвертого розділу

Розглянувши різні методи відновлення та врахувавши їхні позитивні та негативні сторони можна зробити висновок - як метод, що дозволить розв'язати поставлену задачу по відновленню деталі «Вал-шестерні» редуктора молотильного механізму комбайну можна використовувати метод наплавлення наплавним дротом та плазмове напилювання.

Метод задовольняє наступними параметрами: стабільність якості всієї поверхні; низькі параметри шорсткості для пари тертя; висока продуктивність методу при низькій вартості; використання універсального обладнання, відсутність трудоемких технологічних операцій.

Використання модернізованого технологічного процесу на підприємстві дозволить отримати позитивний економічний ефект.

Впровадження модернізованого технологічного процесу потребує від інвестора 66209,20 грн. капітальних вкладень. Прибуток за рік виробника складе 2609961,6 грн.

При оцінці ефективності інноваційного проекту отримані такі важливі показники, як:

- чистий дисконтований дохід (інтегральний ефект) 5431626,1 грн.;
- внутрішня норма дохідності (прибутковості) 30%;
- термін окупності 0,16 року.

Отримані показники свідчать про високий рівень дохідності для інвестора і підтверджують доцільність впровадження технологічного процесу відновлення деталі «Вал-шестерня».

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Аналіз умов праці

На дільниці відновлення робочих поверхонь вал-шестерні редуктора мопотильного механізму комбайну на працівників можуть впливати шкідливі та небезпечні виробничі фактори.

До шкідливих виробничих факторів відносять:

- а) підвищена концентрація в повітрі робочої зони газів.
- б) ультрафіолетове видиме і інфрачервоне випромінювання.
- в) шум.
- г) вібрації.

До небезпечних виробничих факторів відносять:

- а) електричний струм;
- б) психофізіологічні небезпечні і шкідливі виробничі фактори.

В зону дихання працюючого можуть попадати аерозолі, , а також токсичні гази (оксид вуглецю CO).

Застосовується 3-х фазна, 3-х провідна мережа з ізолюваною нейтраллю.

Приміщення є вогнестійкими і оснащені приточно-витяжною вентиляцією, яка забезпечує задовільний стан повітряного середовища.

Робочі місця оснащуються місцевою витяжною вентиляцією.

Штучне освітлення, електропроводку і інше обладнання виконуються в вибухонебезпечному стані.

Висота стелі повина бути не меншою за 3,2 метри.

Підлогу роблять твердою, негорючою, не слизькою і рівною.

Вхідні двері оббиваються листовою-сталлю і відкриваються назовні.

Інтер'єр приміщення дільниці фарбують в світлий колір з дифузійним

відбиттям світла. Пости знаходяться на відстані 4-10 м від місця де знаходяться горючі матеріали.

5.2 Виробнича санітарія

Вимоги до виробничих та допоміжних приміщень. Будівлі повинні відповідати вимогам СН 245 - 71:

- площа виробничого приміщення на одного працюючого - 4,5 м²;
- об'єм виробничого приміщення на одного працюючого - 15 м³;
- висота цеху - 3,5 м.

Ремонтні майстерні, інструментальні кладові, службові приміщення повинні розташовуватись в добудованих до основної будівлі.

Згідно зі СНП 2.09.04-87 допоміжні приміщення потрібно розташовувати в добудованих до виробничих будівель в місцях з найменшою дією небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Висота допоміжних приміщень, розташованих в виробничих будівлях, повинна бути не менше 2,4 м.

5.2.1 Мікроклімат

Інтенсивність теплового випромінювання працюючих від відкритих джерел згідно ГОСТ 12.1.005-88 не перевищує 100 Вт/м², при цьому випромінюванні не підлягає більше 25 % поверхні тіла і обов'язковим є використання засобів індивідуального захисту, в тому числі засобів захисту обличчя та очей.

Роботи, що виконуються відносяться до категорії робіт Пб – середньої важкості. Вони пов'язані з розбиранням і збиранням вузлів і агрегатів, процесами відновлення та зміцнення. Ці роботи пов'язані з середнім фізичним навантаженням.

Параметри, що характеризують мікроклімат в приміщенні є наступними: температура, відносна вологість, швидкість руху повітря.

ГОСТ 12.1.005-88 визначає оптимальні і допустимі норми цих параметрів в залежності від категорії робіт, періоду року. Числові значення цих норм додано в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Оптимальні і допустимі норми параметрів мікроклімату в приміщенні

Період року	Категорія	Температура, °С			Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/хв	
		Оптим.	Допустима		Оптим.	Допуст.	Оптим.	Допуст.
			Верхня гран.	Нижня гран.				
Холод	Пб	17-19	21	15	40-60	75	0.3	0.4
Тепло	Пб	20-22	27	16	40-60	70	0.4	0.5

При роботі відбувається виділення великої кількості газів. Граничнодопустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин в повітрі робочої зони приведені в таблиці 5.2.

Для захисту від шкідливих речовин застосовують комплекс організаційно-технічних санітарно-гігієнічних заходів:

- пристрій місцевої витяжної вентиляції для видалення шкідливих речовин від місць їх утворення;
- регулярне прибирання приміщення;
- застосування засобів індивідуального захисту (спеціальний одяг, захисні окуляри, распіратори та інше);
- профілактичні медичні огляди, виконання правил особистої гігієни;
- суворе дотримання правил поведінки з устаткуванням,

Граничнодопустима концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони наведено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Граничнодопустима концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони

№ п/п	Назва речовини	ГДК мг/м ²	Діюче значення, мг/м	Клас небезпеки
1	бензин паливний	100	84,3	4
2	Газ	300	266	4
3	Тетраетил свинець	0,0005	0,00035	1
4	Оксид вуглецю CO ₂	20	16,7	4
5	Сажа	4	2,8	3

Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони проводиться на найбільш небезпечних робочих місцях. При однаковому обладнанні, або при виконанні однакових операцій контроль проводиться вибірково на окремих робочих місцях, розташованих в центрі і по периферії приміщення.

Система вентиляції приміщення буде комбінована, тобто буде поєднувати в собі механічну і природну, організовану вентиляцію.

Розрахунок місцевої витяжної вентиляції

Згідно рекомендації застосовується місцевий щілинний пилегазовловлювач, який вловлює пил і гази, що виділяються.

1. В нижній площині вловлювача є щілина змінної ширини довжиною 250 мм.

2. Витрати повітря, що виділяється

$$L = 12\sqrt{I} = 12\sqrt{225} = 200 \text{ м}^3/\text{год.} \quad (5.1)$$

3. Призначаємо швидкість руху повітря на ділянках $V_1 = V_2 = 7 \text{ м/с}$.

4. По витратах повітря і прийнятих швидкостях знаходимо для кожної ділянки наступні практичні значення: V_1 - швидкість руху повітря; м/с;

$\Delta P_{дин}$ - динамічний тиск $\text{кг}/\text{м}^3$

d_i - діаметр повітропроводу мм.

R_i - втрати тиску на тертя, $\text{кг}/\text{м}^2$, на 1 м довжини повітропроводу

L - табличне значення витрати повітря $\text{м}^3/\text{год}$.

5. Розрахунок втрат тиску ведемо по методу втрат тиску на одиницю довжини і втрат на місцеві опори за формулою:

$$\Delta P_M = \sum R_i l_i + \sum \xi \Delta P_{дин}, \quad (5.2)$$

де l_i - довжина i -тої ділянки, м;

ξ - коефіцієнт місцевих опорів.

6. Визначаємо коефіцієнт місцевих опорів: $\alpha = 90^\circ$; $R/d = 2$.

7. Визначимо загальні місцеві опори, втрати тиску в повітропроводах, на місцевих опорах, загальні втрати на ділянки.

8. Визначаємо потрібну потужність для привода вентилятора:

$$W_в = \frac{L_d \cdot \Delta P_d}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_d} = \frac{220 \cdot 7,3}{3600 \cdot 102 \cdot 0,66} = 0,07 \text{ кВт}. \quad (5.3)$$

9. Потужність електродвигуна визначаємо за формулою:

$$W_{ед} = \frac{W_в \cdot K_з}{\eta_{н.в.} \cdot \eta_{кп}} = \frac{0,07 \cdot 1,2}{0,97 \cdot 0,95} = 0,1 \text{ кВт}, \quad (5.4)$$

де $K_з$ - коефіцієнт запасу;

$\eta_{н.в.}$ - коефіцієнт корисної дії підшипників вентилятора;

$\eta_{кп.}$ - коефіцієнт корисної дії клинопасової передачі.

Для вентилятора Ц-7-70 №2,5 вибираємо електродвигун типу АОЛ-4 потужністю 0,12 кВт і числом обертів $n=1400 \text{ хв}^{-1}$.

Цього буде достатньо для забезпечення безпечних допустимих умов праці.

5.2.2 Освітленість

Згідно з СНіП II-4-79 розряд зорової роботи IV а. Освітленість при системі одного загального освітлення 300 лк. Характеристика зорової роботи середньої точності. Найменший розмір розрізнення 1 мм.

На дільниці спроектоване устаткування для освітлення з урахуванням класифікації пожежовибухонебезпечних технологічних одиниць і устаткувань. Значення якісних та кількісних показників освітлення передбачені вимогами і наведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 - Параметри штучного та природного освітлення

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір розрізн об'єкта, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Характеристика фона	Штучне освітлення	Природне освітлення
					Освітленість, лк	КПО %
Малої точності	1	IV	a	малий	300	1,5

Природне освітлення на дільниці - бокове одностороннє. Розрахуємо коефіцієнт природної освітленості:

$$e_n = e_n \cdot m \cdot c_k = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 0,7 = 0,945 \approx 1\%,$$

де $m=0,9$ - коефіцієнт світового клімату для IV поясу;

$c_k=0,7$ - коефіцієнт сонячності клімату, азимут 90° .

Характеристика штучних джерел світла наведено в табл.5.4.

Таблиця 5.4 – Підбір штучних джерел світла

Характеристика зорової роботи	Освітленість при системі заломленого освітлення, лк	Мінімальний індекс кольоропередачі джерела світла для виробничої будівлі	Діапазон кольорової апаратури джерел світла для виробничої будівлі	Наведені типи джерел освітлення будівель
Робота з механічними об'єктами	150-300	30	3000-4500	ЛБ, ДБЛ

Люмінесцентні лампи встановлені на висоті 3,2 м. Внутрішня електропроводка виконана з надійною електро- та гідроізоляцією. Робоче місце робітника забезпечене місцевим освітленням. На дільниці передбачене аварійне освітлення, освітлює підлоги в основних місцях і переходах, відповідає - 0,5 лк.

5.2.3 Шум

Під час роботи на дільниці робітники піддаються впливу шуму. Джерелами шуму є: верстати, вентиляційна система, трансформатори, випрямлячі та інше обладнання.

Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях приведені в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 - Рівні звукового тиску

Вид трудової діяльності, робоче місце	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах з середньгеометричними частотами Гц									Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку в дБ(А)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Виконання всіх видів робіт на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях і на території	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

При надмірних шумах встановлено звукоізоляцію, кожухи, відбиваючі екрани, заглушки та інші пристрої. Шумові машини закриваються звукоізольованими кожухами, які виготовлені з металу та облицьовані з середини звукопоглинаючими матеріалами, де неможливо ізолювати джерела шуму проводять акустичну обробку.

5.2.5 Вібрації

Крім впливу шуму на дільниці робітники піддаються впливу вібрації. Захист від вібрації повинен задовольняти вимогам ГОСТ 12.1.012-90. Вібрації знижуються за допомогою амортизаторів, змащувальних матеріалів і реактивних гасників пульсацій. Для особистого захисту робітників застосовують спеціальне взуття на вібропоглинаючій підшві, рукавиці з м'якими наладонниками. На робітників може також діяти локальна та загальна вібрації. Загальна вібрація категорії "З" тип "а", критерії оцінки - границя зниження продуктивності праці.

Нормування вібрацій наведено в таблиці 5.6

Таблиця 5.6 - Характеристики вібрацій

Вид вібрації	Категорія вібрації	Напрямок дії	Нормативне коректування по частоті і еквівалентне коректування значень			
			Віброприскорення		Віброшвидкість	
			м/с ² ·10 ⁻²	дБ	м/с ² ·10 ⁻²	дБ
Локальна	—	Xп, Yа, Zп	2,0	12,5	2,0	112
Загальна	3 тип "а"	Z ₀ , Y ₀ , X ₀	0,1	100	0,2	92

Віробезпека праці на підприємстві забезпечується дотриманням правил умов експлуатації машин і введення процесів підтримання технічного стану машин, параметрів технологічних процесів і елементів виробничого середовища своєчасним проведенням планового і попереднього ремонту машин і обладнання.

5.3 Техніка безпеки

Згідно з ГОСТ 12.1.013-78 дільниця відноситься до особливо небезпечної дільниці, оскільки підлога струмопровідна і в повітрі є струмопровідні гази. Захист проводимо такими методами: електроізоляція струмонесучих частин, системи автоматичного відключення - це такі пристрої, спроможні автоматично відключати установку від мережі у випадку виникнення аварійної ситуації.

Для підводу струму до електротримачів необхідно використовувати ізольовані гнучкі кабелі. При прокладанні або переміщенні дротів необхідно приймати заходи проти пошкодження їх ізоляції. Відстань від дротів до гарячих трубопроводів повинна бути не менша 0,5 м. В джерелах живлення обладнання повинні бути передбачені і встановлені надійні огороження елементів, які знаходяться під напругою. Металеві частини обладнання, які знаходяться під напругою повинні бути заземлені. Дільниця повинна бути

відокремлена від суміжних робочих місць і проходів незгораємими екранами висотою не менше 1,8 м.

Джерела струму можуть приєднуватись до розподільчих електричних мереж з напругою не більше 380 В. Усе устаткування повинно бути захищене запобіжниками або автоматичними вимикачами з боку мережі, що живлять.

5.4 Пожежна безпека

Дільниця належить до категорії приміщення з позначкою Г. Категорію Г для будівель застосовані тому, що дільниця характеризується негорючими речовинами і матеріалами в гарячому або розжареному стані з виділенням променевого тепла, іскр, газоподібних речовин.

Характеристика приміщення по вибухопожежній небезпеці відображена в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 – Характеристика приміщення по вибухопожежній небезпеці

Категорія приміщення	Характер речовин та матеріалів, що знаходяться в приміщенні
Г	Негорючі речовини в гарячому або в розжареному стані, в процесі роботи яких виділяється промениста теплота, тьма полум'я, горючі гази, рідини і тверді речовини накопичуються і утилізуються в якості палива

За ступенем вогнестійкості елементів будівля відноситься до групи ІІ.

Ступінь вогнестійкості будівлі ІІ - це будівлі з несучими та огорожувальними конструкціями з природних та штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону із застосуванням листових і плиткових матеріалів.

Роботи можуть спричинити пожежу. Для її запобігання вживаємо ряд протипожежних заходів, найважливішим з яких - суворе дотримання протипожежного режиму роботи, а також правил експлуатації електрообладнання. Неможливе зберігання легкозаймистих та вогнебезпечних матеріалів.

Для запобігання пожежі сигналізацію автоматичної дії та теплові попередники максимальної дії. Вони спрацьовують, коли температура повітря досягає заданого критичного значення. Для локалізації та ліквідації невеликих загорань та пожеж застосовуємо первинні засоби пожежогасіння.

Для гасіння пожежі передбачені:

- щити з пожежним інвентарем;
- ящик з піском, кирки, лопати;
- щит з вогнегасниками ОУ-8.

Відстань від найбільш віддаленого місця до найближчого евакуаційного виходу для категорії приміщень Г, незалежно від об'єму, для ступеня вогнестійкості II - не обмежується.

У покритті будівель допускається застосовувати незахищені сталеві конструкції.

5.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Для зниження можливих доз опромінення при ліквідації наслідків у зонах забруднення проводиться дезактивація території, будинків і споруджень, устаткування, техніки й інших об'єктів, виконуються заходи щодо усунення пилу. Роботи ведуться позмінно з урахуванням припустимих доз опромінення, встановлених для формувань. Радіоактивні відходи, що утворюються при дезактивації, вивозяться на спеціально створювані пункти захоронення.

Пункти спеціальної обробки (ПуСО) створюються на межах зон забруднення; люди і транспорт, що відбувають із зон забруднення, на них проходять дозиметричний контроль. При виявленні забруднення вище припустимих рівнів люди проходять санітарну обробку, транспорт – дезактивацію. Забруднений одяг відправляється на дезактивацію, замість нього з підмінного фонду видається чистий. Санобробка людей може також проводитися на стаціонарних санітарно-обмивальних пунктах (СОП), дезактивація – на станціях знезаражування транспорту (СЗТ).

Техніка майно, що вивозяться із забрудненої території, дезактивуються на спеціальних майданчиках, які обладнуються біля ПуСО.

Реевакуація населення здійснюється після завершення робіт з дезактивації населених пунктів чи зниження забруднення внаслідок природного розпаду РР до припустимих рівнів. Дозвіл на реевакуацію дається після обстеження населених пунктів спеціально створюваними комісіями.

Для проведення дезактивації використовується вода. Разом з водою застосовуються спеціальні препарати, що підвищують ефективність змивання радіоактивних речовин. Це поверхнево-активні і комплексоутворюючі речовини, кислоти, луги. До перших відносять порошок СФ-2 і препарати ОП-7 і ОП-10; до других - фосфати натрію, трилон - Б, Лужна і лимонна кислоти, солі цих кислот.

Для одержання розчину порошок додають у воду невеликими порціями при постійному перемішуванні. Дезактивацію транспортних засобів і техніки проводять із застосуванням 0,15 %-го розчину СФ-2 у воді (улітку) чи аміачній воді, що містить 20 - 24% аміаку. Препарат ОП-7 і ОП-10 застосовують як складову частину дезактивуєючих розчинів, призначених для деззктикації поверхонь будинків споряджень і устаткування.

Дезактивація транспортних засобів і техніки проводиться при їхньому зараженні 200 мР/год і більше. Дезактивація проводиться змиванням

струменем води під тиском 2-3 атм. чи обробкою дезактивуючими розчинами, протиранням ганчіркою змоченою в бензині, гасі, дизельному паливі, а також обробкою газокрапельним потоком.

Пункт спеціальної обробки ПуСО доцільно розробляти і організовувати на базі даного підприємства тому, що воно повністю забезпечене потрібним персоналом та спеціалістами, які здатні обслуговувати та працювати в ПуСО, також підприємство має всі необхідні засоби техніку та обладнання для організації ПуСО.

Розташування ПуСО зручно зробити на виїзді з міста тому, що поблизу протікає річка, яка повністю може забезпечити потреби ПуСО у водопостачанні. Електропостачання забезпечує лінія електропередач, яка проходить поблизу.

Способи дезактивації техніки і транспорту

До основних способів відносять:

- змивання радіоактивних речовин розчинами для дезактивації, водою і розчинниками з одночасною обробкою зараженої поверхні щітками дегазаційних машин і приборів дозволяє знизити зараженість у 50-80 разів;

- змивання радіоактивних речовин струменем води під тиском дозволяє знизити зараженість в 20 разів;

- видалення радіоактивних речовин переривистим газо-крапельним потоком з використанням спеціальної техніки з турбореактивними двигунами;

- видалення радіоактивних речовин обтиранням заражених поверхонь тампонами з ганчірок, змоченими розчинами для дезактивації, водою або розчинниками; використовується в основному для внутрішніх поверхонь техніки і транспорту;

- замітання (змивання) радіоактивного пилу віниками, щітками, мотлохом та іншими підручними засобами; використовується в основному при проведенні часткової дезактивації;

- видалення радіоактивного пилю методом відсмоктування пилю, здійснюється за допомогою спеціальних комплектів (ДК 4).

При частковій дегазації і дезінфекції з використанням дегазаційних комплектів насамперед обробляються ті частини і поверхні техніки та транспорту, з якими необхідний контакт при виконанні роботи (поставленої задачі).

Повна дегазація складається з повного знезаражування або видалення зі всієї поверхні техніки і транспорту отруйних речовин шляхом протирання заражених поверхонь розчинами для дегазації; при їх відсутності можуть бути використані розчинники і розчини для дезактивації.

Для протирання використовуються щітки дегазаційних машин, комплектів і приладів.

Повна дезінфекція виконується тими самими способами, що і дегазація, але тільки з використанням активних розчинів для дегазації і дезінфекції.

Якщо можливо, то доцільно проводити відразу повну, а не часткову дезактивацію, дегазацію і дезінфекцію техніки та транспорту.

Засоби знезаражування техніки і транспорту:

- авто-розливальна станція АРС- 12У (АРС-14), комплекти ДК-4, ІДК-1, ДК-3;

- комунальна, сільськогосподарська, дорожня і будівельна техніка, що придатна для використання при виконанні робіт зі знезаражування.

Дезактивація одягу, взуття та індивідуальних засобів захисту проводиться вибиванням і витрушуванням, миттям або протиранням (прогумованих і шкіряних виробів) водяними розчинами миючих засобів або водою, а також пранням за спеціальними режимами з використанням речовин для дезактивації.

Дезактивація бавовняного, сукняного і шерстяного одягу та взуття проводиться витрушуванням і вибиванням, а також чисткою щітками.

Якщо названими способами ступінь зараження одягу не можливо понизити до допустимих величин, то він підлягає дезактивації шляхом прання за відповідною технологією.

Дегазація одягу, взуття та індивідуальних засобів захисту здійснюється кип'ятінням, пароаміачною сумішшю, пранням і провітрюванням.

ВІНТУ Матеріалознавство

ВИСНОВКИ

Під час проведення теоретичних і експериментальних досліджень при виконанні магістерської кваліфікаційної роботи були отримані наступні результати:

1. За рахунок контрольованого тепловідведення можливо керувати структуроутворенням наплавленого високовуглецевого покриття, його фізико-механічними властивостями, та зносостійкістю.

2. При швидкості наплавлення 20 м/год та 23 м/год високовуглецеве покриття має мартенситно-ледебуритно-аустенітну структуру. При збільшенні швидкості наплавлення до 26 м/год отримані високовуглецеві покриття мають ледебуритну структуру.

3. При зменшенні швидкості наплавлення високовуглецевого покриття від 23 м/год до 20 м/год відбувається зменшення твердості від 51 до 44 одиниць HRC. При швидкості наплавлення високовуглецевого покриття 26 м/год твердість покриття дорівнює 60 одиниць HRC.

4. З отриманих результатів та побудованих залежностей мікротвердості по глибині наплавленого шару впливає, що твердість наплавленого шару збільшується від поверхні вглиб.

5. Технологічний процес розроблений для ремонту Вал - шестерні редуктора молотильного механізму комбайну забезпечує підвищення якості відновлення зношених поверхонь.

6. Запропоновано технологія може бути використана на підприємстві.

7. Розроблена установка з числовим програмним керуванням для плазмового напилення дозволяє автоматизувати запропановану технологію.

8. Використання модернізованого технологічного процесу на підприємстві дозволить отримати позитивний економічний ефект.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Тихонович В. И. Основы повышения износостойкости литых сплавов / В. И. Тихонович Сборник научных трудов. Литые износостойкие материалы. ИПЛ АН УССР, 1978. – 140с.
2. Любарский И. М., Палатник Л. С. Металлофизика трения / И. М. Любарский, Л. С. Палатник. М., "Металлургия"ю – 1976. – 175 с.
3. Тихонович В. И. Исследование строения и износостойкости сплавов на основе железа с диборидом титана / В. И. Тихонович, А. К. Шурин, В. А. Локтионов, В. Е. Панарин Сб. "Литые износостойкие материалы", Киев, ИПЛ АН УССР, 1972, С. 70–75.
4. Локтионов В. А. Исследование строения и износостойкости сплавов на основе стали X18H9 с диборидом титана / В. А. Локтионов, В. Е. Панарин, В. И. Тихонович, А. К. Шурин "Проблемы трения и изнашивания", вып.5, Киев, "Техника", 1974, С.82–85.
5. Тихонович В. И. Исследование строения и износостойкости сплавов железа с диборидами циркония / В. И. Тихонович, А. К. Шурин, В. А. Локтионов, В.Е. Панарин Сб. "Металловедение и термическая обработка". Киев, ИПЛ АН УССР, 1974, С.91–94.
6. Лившиц Д. С. Основы легирования наплавленного металла / Д. С. Лившиц, Н. А. Гринберг, Э. Г. Куркумели М., "Машиностроение", 1969, С.168.
7. Щумикнн А. Б. Влияние упрочняющей фазы на свойства износостойких сплавов / А. Б. Щумикнн, В. С. Попов - Изв. ВУЗов, "Черная металлургия", 1973, № I, С.138–141.
8. Попов С. М. Триботехнічні та матеріалознавчі аспекти руйнування сталей і сплавів при зношуванні / С. М. Попов, Д. А. Антонюк, В. В. Нетребко – Запоріжжя: ЗНУ, ВАТ «Мотор Січ», 2010, – 368 с.
9. Сорокин В. М. Основы триботехники и упрочнения поверхностей деталей машин / В. М. Сорокин, А. С. Курников – Н.: Новгород: ВГАВТ, 2006 – 296с.

10. Гаркунов Д. Н. Триботехника. Конструирование, изготовление и эксплуатация машин. Учебник. 5-е изд. перераб. доп. 2007.
11. Малинов Л. С. Ресурсосбережение за счет применения экономнолегированных сплавов и упрочняющих технологий, обеспечивающих получение многофазных метастабильных структур и управление структурными и фазовыми превращениями / Л. С. Малинов, В. Л. Малинов // Нові матеріали та технології в металургії та машинобудуванні – 2011. – № 1. - Запоріжжє. – С. 93-105.
12. Тененбаум М. М. Износостойкость конструкционных материалов и деталей машин при абразивном изнашивании. - М.: Машиностроение, 1966. – 332 с.
13. Das D. K. Prior Austenite Grains in Steels laser Surface Alloyed with Carbon // Materials characterization. – 1997. – V. 38, No 3. – P. 135–141.
14. Abboud J. H. Laser surface treatments of iron-based substrates for automotive application / J. H. Abboud, K. Y. Benyounis, A. G. Olabi, M. S. J. Hashmi // Journal of Materials Processing Technology. – 2007. – V. 182, No 1. – P. 427–431.
15. Khalfallah I. Y. Microstructure and corrosion behavior of austenitic stainless steel treated with laser / I. Y. Khalfallah, M. N. Rahoma, J. H. Abboud, K. Y. Benyounis // Optics&Laser Technology. – 2011. – V. 43. – P. 806–813.
16. Fadeev S. N. Technological applications of BINP industrial electron accelerators with focused beam extracted into atmosphere / S. N. Fadeev, M. G. Golkovsky, A. I. Korchagin, N. K. Kuksanov, A.V. Lavruhin, S. E. Petrov, R. A. Salimov, A. F. Vaisman // Radiation Physics and Chemistry. – 2006. – Vol. 57, No 3-6. – P. 653–655.
17. Bataev I. A. Non-vacuum electronbeam boriding of low-carbon steel / I. A. Bataev, A. A. Bataev, M. G. Golkovsky, A.Yu. Teplykh, V. G. Burov, S. V. Veselov // Surface and Coatings Technology. – 2012. – No 207. – P. 245–253.

18. Teplykh A. Boride Coatings Structure and Properties, Produced by Atmospheric Electron-Beam Cladding / A. Teplykh, M. Golkovsky, A. Bataev, E. Drobyaz, S. Veselov, E. Golovin, I. Bataev, A. Nikulina // *Advanced Materials Research*. – 2011. – Vols. 287–290. – P. 26–31.
19. Eroglu M. Tungsten-inert gas surface alloying of a low carbon steel / M. Eroglu, N. Ozdemir // *Surface and Coatings Technology*. – 2002. – № 154. – P. 209–217.
20. Методы и средства упрочнения поверхностей деталей машин концентрированными потоками энергии / А. П. Семенов, И. Б. Ковш, И. М. Петрова и др. – М.: Наука, 1992. – 404 с.
21. Новиков В. С. Пути повышения надежности рабочих органов почвообрабатывающих машин / В. С. Новиков, И. А. Беликов // *научные труды Российской инженерной академии менеджмента и агробизнеса*, выпуск 2, – М.: РИАМА, 2000. – С. 124–128.
22. Черновол М. И. Восстановление и упрочнение деталей машин с помощью новых износостойких материалов / М. И. Черновол. – М.: АгроНИИТЭИИТО, 1990. – 64 с.
23. Поверхностная прочность материалов при трении. Под общ. ред. Б. И. Костецкого. Киев: Техника, 1976. – 296 с.
24. Иванайский В. В. Совместная индукционно-дуговая наплавка рабочих органов сельхозмашин / В. В. Иванайский, И. Т. Кривочуров, А. С. Шайхудинов, А. В. Ишков; // *Вестник Алтайского Государственного Аграрного Университета*. – 2011. – №3. – С. 35–38.
25. Думов С. И. Технология электрической сварки плавлением. Учебное пособие / С. И. Думов М.: Машиностроение, 1978. С. 157–159.
26. Арзамасов Б. Н. *Материаловедение. Учебное пособие* / Б. Н. Арзамасов М.: Изд – во МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2003.

27. Шевченко О. В. Композиційні плазмові покриття на основі порошків валкових чавунів / О. В. Шевченко // Автореферат на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. – 2004. Київ. – С. 24.
28. Колмыков Д. В. Восстановление и упрочнение деталей автомобилей цементованными железохромистыми гальваническими покрытиями / Д. В. Колмыков // Автореферат дисертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – 2009. Орел. – С. 19.
29. Киргизов В. Е. Повышение долговечности плужных лемехов при восстановлении наплавкой угольным электродом / В. Е. Киргизов, Г. М. Шидкин, К. П. Балданов, С. В. Андреев, П. Э. Гом // Вестник ИрГСХА. – 2010. – № 38. – С.65 – 71.
30. Голковский М. Г. Расчет температурных полей и формирование структуры и свойств поверхностных слоёв металлов и сплавов при облучении пучком релятивистских электронов : дис. канд. физ.-мат. наук : 01.04.07, 05.16.01 / Михаил Гедалиевич Голковский; Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН. – Томск, 2006. – 277 л.
31. Полетика И. М. Электронно-лучевая наплавка износостойких и коррозионно- стойких покрытий на низкоуглеродистую сталь / И. М. Полетика, С. А. Макаров, М. В. Тетюшная, Т.А. Крылова // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321, № 2. – С.86–89.
32. Радченко М. В. Исследование структуры и механических свойств электронно-лучевой наплавки / М. В. Радченко, Е. Н. Косоногов, В. В. Лейман, А. В. Анисимов // Тез. докл. I Всес. Конф. «Модификация свойств конструкционных материалов пучками заряженных частиц» Часть III. – Томск, 1988. – С.6–8.
33. Батаева Е. А. Влияние исходного состояния на неоднородность структуры углеродистых сталей, упрочненных методом электронно-лучевой обработки при атмосферном давлении / Е. А. Батаева, И. А.

Батаев, В. Г. Буров, Л. И. Тушинский, М. Г. Голковский // *Металловедение и термическая обработка металлов.* – 2009. – № 3. – С.1–3.

34. Батаев В. А. Упрочнение боковых граней головок железнодорожных рельсов электронно-лучевой обработкой в воздушной среде / В. А. Батаев, А. А. Батаев, М. Г. Голковский, П. И. Остроменский, Б. В. Коротаев // *Металловедение и термическая обработка металлов.* – 2002. – № 12. – С.14–18.
35. Достовалов Р. А. Структурные особенности и износостойкость высокоуглеродистых слоев, полученных на стали 20 методом вневакуумной электронно-лучевой наплавки / Р. А. Достовалов, А. А. Лосинская // XIII Международная научно-техническая Уральская школа-семинар молодых ученых — металлургов. II Международная научная школа для молодежи «Материаловедение и металлофизика легких сплавов». – Екатеринбург, 2012. – С. 297–299.
36. Лосинская А. А. Структура и свойства поверхностных слоев низкоуглеродистой стали, полученных методом наплавки углеродсодержащих порошковых смесей и последующей закалки / А. А. Лосинская, М. Г. Голковский, Е. А. Дробяз, Н. В. Плотникова, В. В. Самойленко // *Обработка металлов. Технология. Оборудование. Инструменты.* – 2013. – № 4. – С.5–11.
37. Лосинская А. А. Формирование высокоуглеродистых слоев на стали и их закалка с использованием мощного электронного пучка, выведенного в атмосферу / А. А. Лосинская, Д. Д. Головин // *Перспективы науки.* – 2013. № 10 (49). – С.7–10.
38. Лосинская А. А. Формирование на сталях высокоуглеродистых слоев с использованием высокоэнергетического электронного луча / А. А. Лосинская, Д. Д. Головин // *Наука. Промышленность. Оборона: тр. 14 Всерос. науч.-техн. конф. для студентов аспирантов и молодых*

ученых. (НПО–2013), Новосибирск, 24–26 апр. 2013 г. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2013. – С.353–355.

39. Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия: ГОСТ 4543-71. - [Чинний від 1973-01-01] – М.:Издательство стандартов, 1990 – 67 с – (Государственный стандарт Российской Федерации).
40. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки: ГОСТ 380-2005. - [Чинний від 2008-01-01] – М.:Издательство стандартов, 2008 – 11 с – (Государственный стандарт Российской Федерации).
41. Дріт сталевий наплавний. Технічні умови: ДСТУ 3671-97. – [Чинний від 1999-07-01] – К.:Держстандарт України, 2000 – 38 с – (Державний стандарт України).
42. Мудрук А.С. Исследование влияния эксплуатационных и технологических факторов на стабильность формы и размеров посадочных поверхностей под подшипники качения корпусных деталей тракторов: дис. ... канд. техн. наук : 05.20.03 / А.С. Мудрук — Украинская сельскохозяйственная академия. — Киев, 1972. — 211 с.
43. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в 3-х томах / В.И. Анурьев. — М.: Машиностроение, 2001. — Т.1. — 8-е изд. — 2003. — 920с.
44. Попов В. С. Зносостійкість сплавів, відновлення та змінення деталей машин / В. С. Попов. – Запоріжжя: Вид-во ВАТ «Мотор Січ», 2006 – 420 с.
45. Popov S. N. Adequacy analysis of methods of forecasting the abrasive stability steels and alloys / S. N. Popov // Problems of Tribology. – 2005. – №2 – С.95–102.
46. Патон Б. Е. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / Б. Е. Патон. - Москва: Машиностроение, 1974. – 768 с.

47. Канарчук В.С. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У. 3 кн. Кн. 3. Ремонт транспортних засобів: Підручник / В.Є.Канарчук, О.А.Дудченко, А.Д. Чигрінець.—К.: Вища школа, 1994. - 599с: ил.
48. Гайдамак О.Л. Вузлі та деталі ремонтного виробництва автотракторної техніки. Лабораторний практикум / О.Л. Гайдамак, В.І.Савуляк. - Вінниця: ВНТУ, 2006. - 92 с.
49. Ремонт машин / 4-е изд., перераб. и доп. / Ульман И.Е., Тонн Г.А., Герштейн И.М. [и др.]; под общ ред. И.Е. Ульмана. -М.: Колос, 1992.— 446с:
50. Косилова А.Г., Мещерякова В.К. Машиностроение, 1985. - 496 с. Прохоренко В. М. - Напруження та деформації у зварних з'єднаннях і конструкціях : навч. посіб. / В. М. Прохоренко, О. В. Прохоренко. - К.: НТУУ «КПІ», 2009. - 268 с.
51. Савуляк В.І., Технічне нормування в ремонтному виробництві / В. І. Савуляк С. П. Білошицький. - Вінниця: ВНТУ [Електронний ресурс], 2009.

ВНТУ Матеріалознавство

ДОДАТКИ

Додаток А

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ГМ
д.т.н., проф. _____ Л.К. Поліщук
«__» _____ 2019 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на магістерську кваліфікаційну роботу
ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ
ВАЛ-ШЕСТЕРНІ РЕДУКТОРА МОЛОТИЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ
КОМБАЙНУ
08 – 27. МКР.005.00.000 ТЗ

Керівник: д.т.н., доцент каф. ГМ
_____ В.Й. Шенфельд
Виконав. ст.гр. ЗВ-18м
_____ С.С. Мокрецов

Вінниця 2019

Розробка технічного завдання на магістерську кваліфікаційну роботу

Розробка технічного завдання на магістерську кваліфікаційну роботу складається з основних етапів, які відповідають стандарту та ГОСТ 2.103-68.

Підстава для розробки наказ ректора ВНТУ № 254 від «02» жовтня 2019 року

1 Назва та об'єкт проектування

Назва: Підвищення якості відновлення робочих поверхонь вал-шестерні редуктора молотильного механізму комбайну.

Умовне позначення: 08-30.МКР.005.00.000 ТЗ

Деталь «Вал-шестерня» працює у вузлі «Редуктор молотильного механізму комбайну».

Деталь «Вал-шестерня» виготовляється із сталі 40Х ГОСТ 977-75. Має ступінчасту зовнішню поверхню. Для закріплення деталі у вузлі передбачена поверхня під підшипники $\varnothing 120^{+0,017}_{-0,002}$ довжина якої становить 78 мм.

Важкодоступних місць немає.

Можливе суміщення технологічних і вимірювальних баз при виконанні розмірів, що мають вказані допустимі відхилення.

Вказані на кресленні допустимі відхилення розмірів, шорсткості та відхилень геометричної форми та відносного розташування поверхонь з геометричними похибками верстатів є відповідними.

У введенні штучних баз необхідності немає.

Вказані на кресленні допустимі відхилення розмірів, шорсткості та відхилень геометричної форми та відносного розташування поверхонь з геометричними похибками верстатів є відповідними.

Задані на кресленні розміри можуть використовуватись для безпосереднього вимірювання на деталі.

На кресленні деталі немає специфічних вимог і тому немає необхідності змінювати вимоги.

Квалітети точності та шорсткість оброблюваних поверхонь можуть бути забезпечені при застосуванні відповідних методів обробки та кількості переходів. Відносне розташування поверхонь може бути забезпечене за рахунок застосування відповідних схем базування при механічній обробці та правильної організації змісту операцій.

2 Мета, завдання, призначення та джерела розробки

Розробка технологічного процесу проводиться на основі завдання на магістерську кваліфікаційну роботу згідно наказу ректора ВНТУ №254 від 02.10.19 р., складеного у відповідності до вимог навчального плану підготовки спеціалістів у ВНТУ і затвердженого кафедрою ГМ.

Призначенням даної магістерської кваліфікаційної роботи є виконання технологічних та конструкторських розробок для вдосконалення технологічного процесу аналога. Це можливо досягнути шляхом введення необхідних операцій для кращих експлуатаційних властивостей кронштейна підтримуючого котка, проведення необхідних розрахунків оптимальних режимів обробки та модернізації, або проектуванням нової конструкції окремого технологічного обладнання.

Мета магістерської кваліфікаційної роботи підвищення зносостійкості та відновлення робочих вал-шестерні редуктора молотильного механізму комбайну.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Провести аналіз існуючих способів відновлення;
2. Вивчити характер і розмір зносу вал-шестерні редуктора молотильного механізму комбайну;
3. Дослідити властивості та структури покриттів, та відпрацювати режими відновлення вал-шестерні редуктора молотильного механізму комбайну;
4. Розробити технічне завдання на проектування установки для напилення.

Джерелами розробки є:

- методика техніко-економічного обґрунтування роботи;
- методика проектування технологічного процесу відновлення деталей типу вал;
- методика модернізації та проектування конструкції технологічного обладнання;
- вимоги до комплексу документів "Єдина система конструкторської та технічної документації";
- загальні правила розробки технологічних процесів і вибір засобів технологічного оснащення ГОСТ 14.301-83;
- ДЕСТ 14.305-93 – Правила вибору технологічної оснастки;
- технічна література, довідникові видання.

1. Барановский Ю.В. Режимы резания металлов / Ю.В. Барановского. –М.: Машиностроение, 1972. – 407 с.

2. Гайдамак О. Л. Узли та деталі ремонтного виробництва автотракторної техніки. – Навчальний посібник / О.Л. Гайдамак, В.І. Савуляк – Вінниця: УНІВЕРСУМ. 2005. – 92 с.

3. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. – Минск : Выш. школа, 1983. – 243 с.

4. Козловський В. О. Техніко-екопомічні обґрунтування та економічні розрахунки в дипломних проектах і роботах. Навчальний посібник. / В. О. Козловський - Вінниця: ВДТУ, 2003. – 75 с.

5. Козловський В. О. Інноваційний менеджмент. Практикум. / В. О. Козловський, О. Й. Лесько. – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 166 с.

6. Оснач О. Ф. Промисловий маркетинг: підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / О. Ф. Оснач, В. П. Пилипчук, Л. П. Коваленко – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 364 с.

7. Савуляк В.І. Відновлення деталей автомобілів. Навчальний посібник / В.І. Савуляк, В.Г. Івацько. – Вінниця: ВНТУ, 2004. – 104 с.

8. Савуляк В. І. Магістерська кваліфікаційна робота. Загальні вимоги та рекомендації до її виконання : навчальний посібник. / В. І. Савуляк, О. П. Шиліна – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 64 с.

9. Шиліна О.П. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Наплавлення і напилювання» студентами напряму підготовки 6.050504 – Зварювання / Уклад. О.П. Шиліна. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 34 с.

3 Технічні вимоги та економічні показники

3.1 Вимоги до загальної структури і послідовності проектування

Зміст розділів магістерської кваліфікаційної роботи та строки їх виконання визначаються завданням на магістерську кваліфікаційну роботу та положенням кафедри по модульно-рейтинговій оцінці рівня та термінів виконання роботи.

Стадії розробки та етапи робіт встановлені по ГОСТ 2.103-68.

Поетапні строки, що вказуються в ТЗ, є орієнтовними. Основними строками виконання робіт вважають строки, які встановлені в плані дослідно-конструкторських робіт.

Зміст стадій проектування та строки їх виконання визначаються завданням на магістерську кваліфікаційну роботу.

3.2 Вихідні дані для технологічного проектування

Приймаємо наступні вихідні дані для технологічного проектування:

- річний обсяг ремонту вала проміжної роздаткової коробки 1000 шт,
- знос поверхонь, що відновлюються менше 0,3 мм, від робочого креслення.

3.3 Вимоги до рівня уніфікації та стандартизації

З метою підвищення надійності, ремонтпридатності та економічності експлуатації технологічного обладнання, що розробляється, слід максимально застосувати стандартні вироби.

Рівень стандартизації та уніфікації конструкції повинен складати не менше 80%.

3.4 Вимоги до техніки безпеки та охорони навколишнього середовища

Конструктивні рішення повинні відповідати вимогам безпеки згідно встановлених параметрів відповідних стандартів по охороні праці та безпеці виробництва.

Викиди в навколишнє середовище не повинні перевищувати параметри, встановлені екологічним паспортом підприємства.

4 Стадії та етапи розробки

Проектування технологічного процесу повинно проводитись з використанням варіантного пошуку раціонального рішення, включати такі основні етапи:

- техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу відновлення вал-шестерні редуктора молотильного механізму комбайну;
- розробка основної проектної задачі;
- технологічне проектування технологічного процесу;
- розробка обладнання та пристосування для технологічного процесу;
- охорона праці, навколишнього середовища та ПО;
- економічна ефективність розробок.

5. Матеріали, що подаються до захисту МКР

Пояснювальна записка МКР, графічні і ілюстративні матеріали, протокол попереднього захисту МКР на кафедрі, відзив наукового керівника, відзив опонента, протоколи складання державних екзаменів, анотації до МКР українською та іноземною мовами, довідка про відповідність оформлення МКР діючим вимогам.

6. Порядок контролю виконання та захисту МКР

Виконання етапів графічної та розрахункової документації МКР контролюється науковим керівником згідно зі встановленими термінами.

Захист МКР відбувається на засіданні Державної екзаменаційної комісії, затвердженою наказом ректора.

Контроль та приймання розробок виконується у відповідності до „Положення про магістерське проектування” на кафедрі ГМ.

Технічне завдання оформлюється у відповідності з загальними вимогами до текстових конструкторських документів по ГОСТ 2.705-79, на листах формату А4 по ГОСТ 9327-90.

8. Вимоги до оформлення МКР

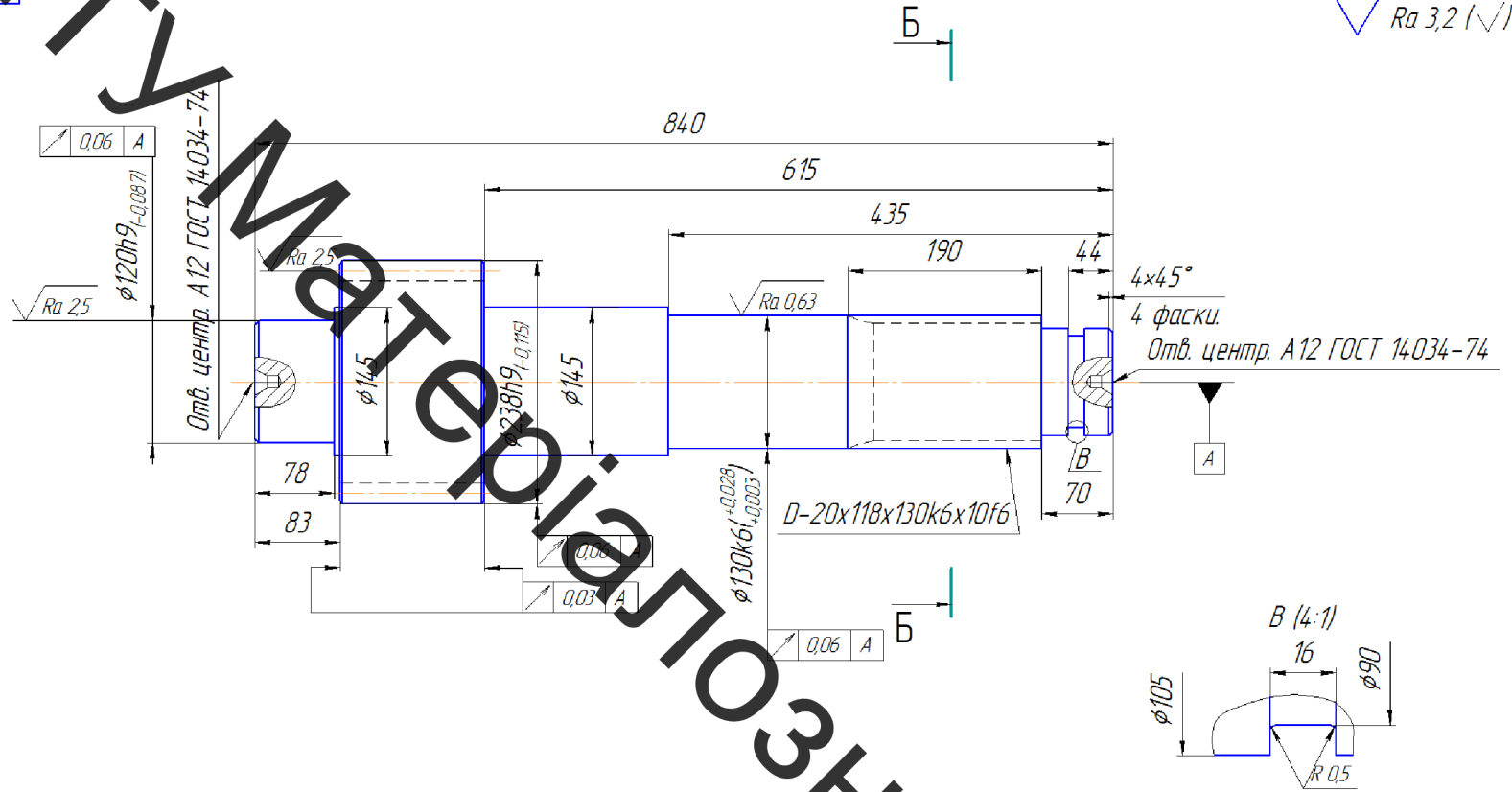
Вимоги викладені в «Положенні про порядок підготовки магістрів у Вінницькому національному технічному університеті» з урахуванням змін, що подані у бюлетені ВАК України № 9-10, 2011р.

9. Вимоги щодо технічного захисту інформації в МКР з обмеженим доступом

Відсутні.

08-27.MKP.005.00.001

✓ Ra 3,2 (✓)



Модуль	m	14
Кількість зубців	z	25
Діаметр діючого кола	D _б	210
Діаметр впадин зубів	d	176.4
Ступінь точності		10-8-8-B

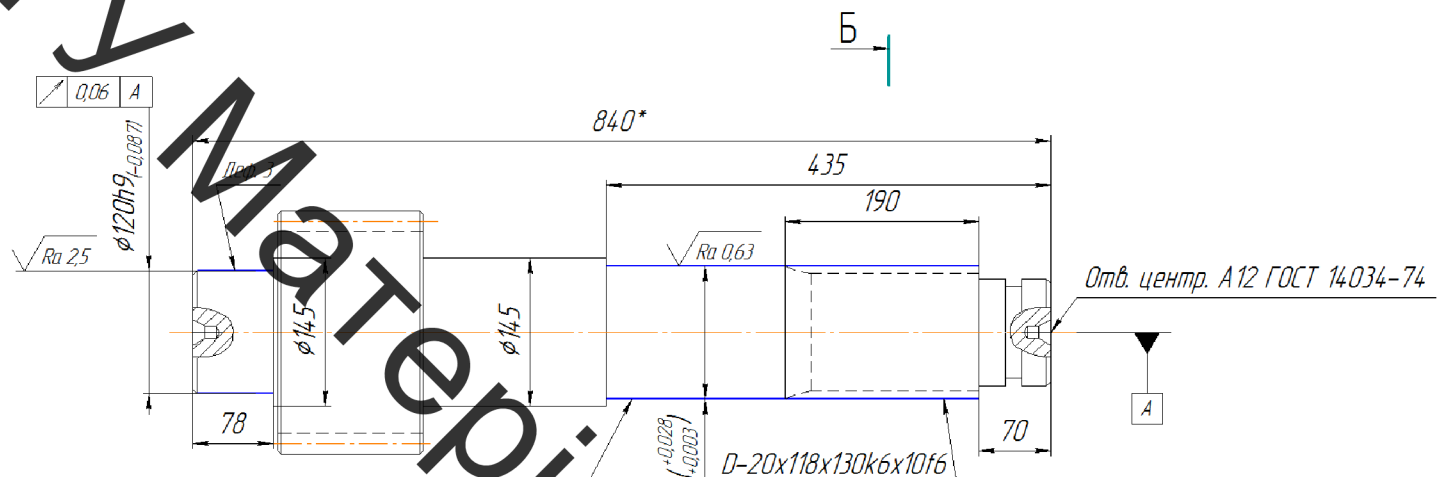
* Розмір для довідки.
 Полішити HB 229..269
 3. Зуби шестерні загартовати СВ4 50..55 HRC
 H14, HRC 50-55

Лист № 1
 Лист № 2
 Лист № 3
 Лист № 4
 Лист № 5
 Лист № 6
 Лист № 7
 Лист № 8
 Лист № 9
 Лист № 10
 Лист № 11
 Лист № 12
 Лист № 13
 Лист № 14
 Лист № 15
 Лист № 16
 Лист № 17
 Лист № 18
 Лист № 19
 Лист № 20
 Лист № 21
 Лист № 22
 Лист № 23
 Лист № 24
 Лист № 25
 Лист № 26
 Лист № 27
 Лист № 28
 Лист № 29
 Лист № 30
 Лист № 31
 Лист № 32
 Лист № 33
 Лист № 34
 Лист № 35
 Лист № 36
 Лист № 37
 Лист № 38
 Лист № 39
 Лист № 40
 Лист № 41
 Лист № 42
 Лист № 43
 Лист № 44
 Лист № 45
 Лист № 46
 Лист № 47
 Лист № 48
 Лист № 49
 Лист № 50

08-27.MKP.005.00.001		Лист	Масштаб	Масштаб
Вал шестерня		Н		21
Лист	Листов	1		
Модуль 4.0X ГОСТ 4543-85		ЗНТЧ 13В-18М		

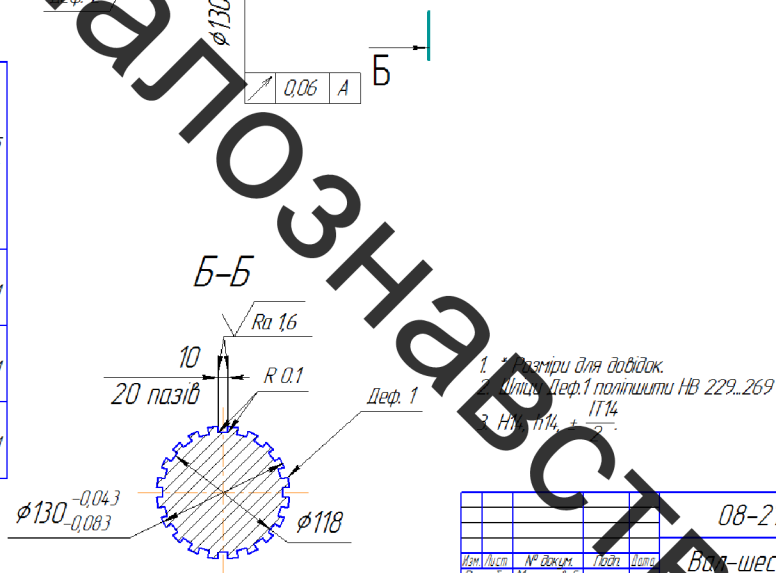
08-27.МКР.005.00.002Р

✓ Ra 3.2 (✓)

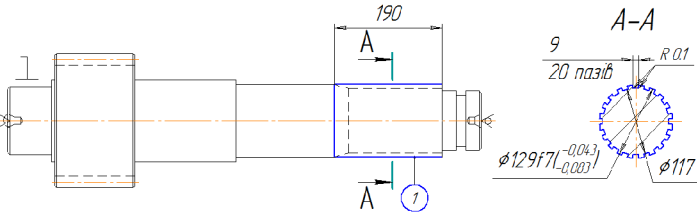
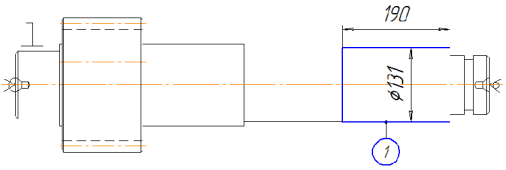
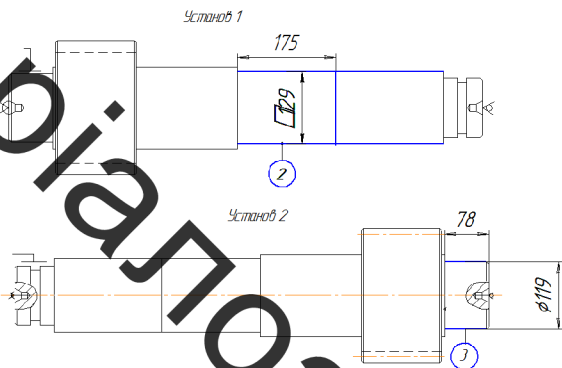
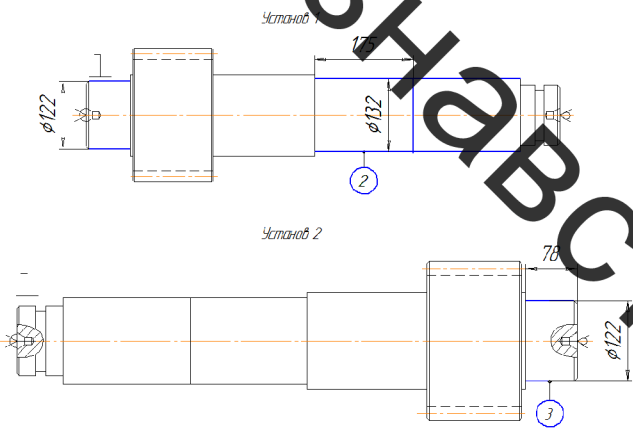


№ дефекту	Найменування дефекту	Коефіцієнт подібності дефекту від загальної к-сті деталей, що надходять на дефектацію	Коефіцієнт подібності дефекту від загальної кількості ремонтно-придатних деталей	Основний спосіб усунення дефекту	Допустимий спосіб усунення дефекту
1	Знос шлиців валу до розміру 12 мм	0.68	0.8	Наплавка в CO ₂	Наплавка під флюсом
2	Знос циліндричної поверхні валу до розміру 129 мм	0.8	0.87	Плазмова наплавка порошкови сплавачи	Наплавка під флюсом
3	Знос циліндричної поверхні валу до розміру 119 мм	0.6	0.71	Плазмова наплавка порошкови сплавачи	Наплавка під флюсом

Вал-шестерня не приймається на відновлення за наявності сколів та тріщин

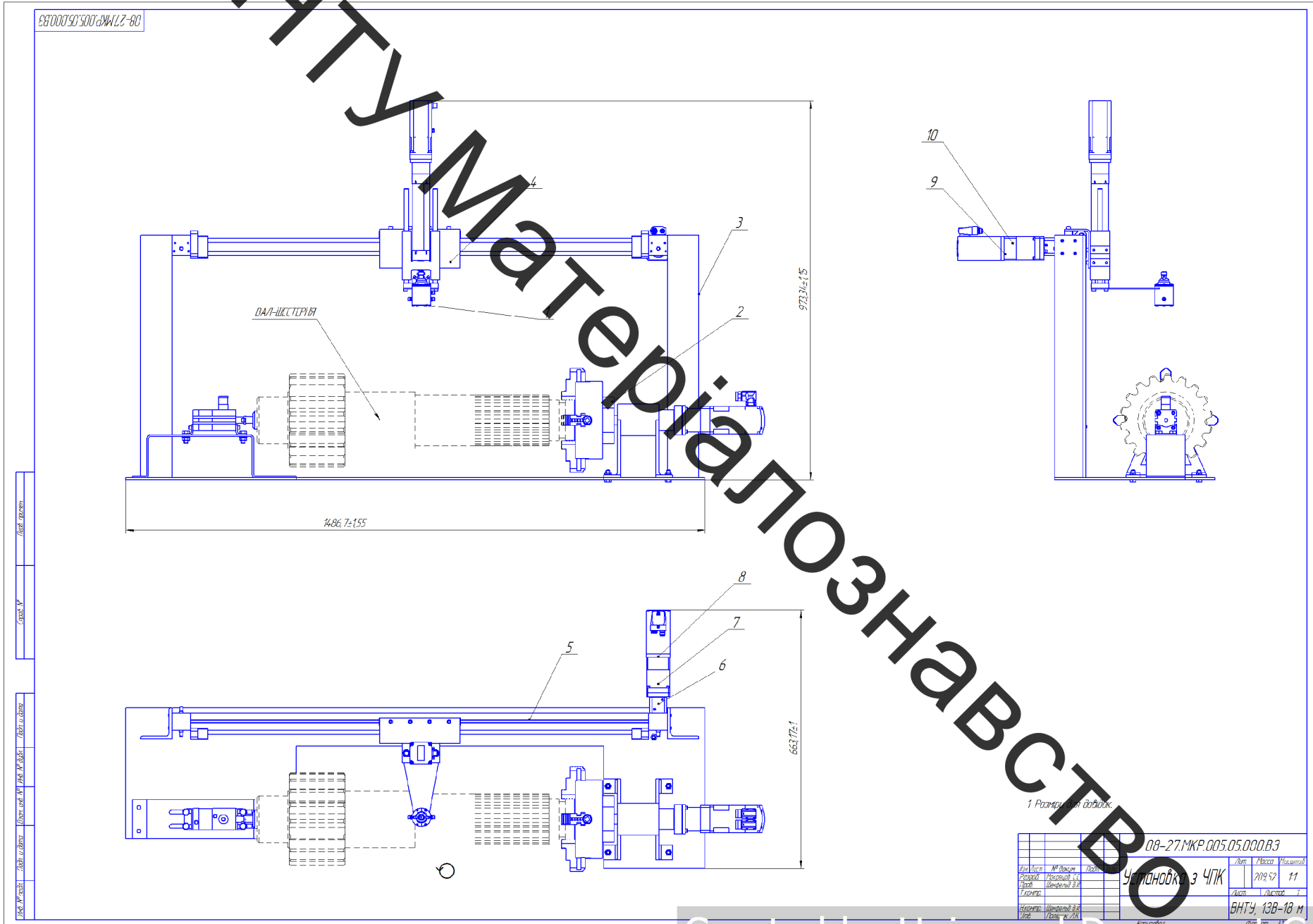


08-27.МКР.005.00.002Р				Лист	Масштаб
Вал-шестерня				11	
ремонтне креслення				Лист	Листів 1
Сталь 40Х ГОСТ 4543-71				Формат А2	

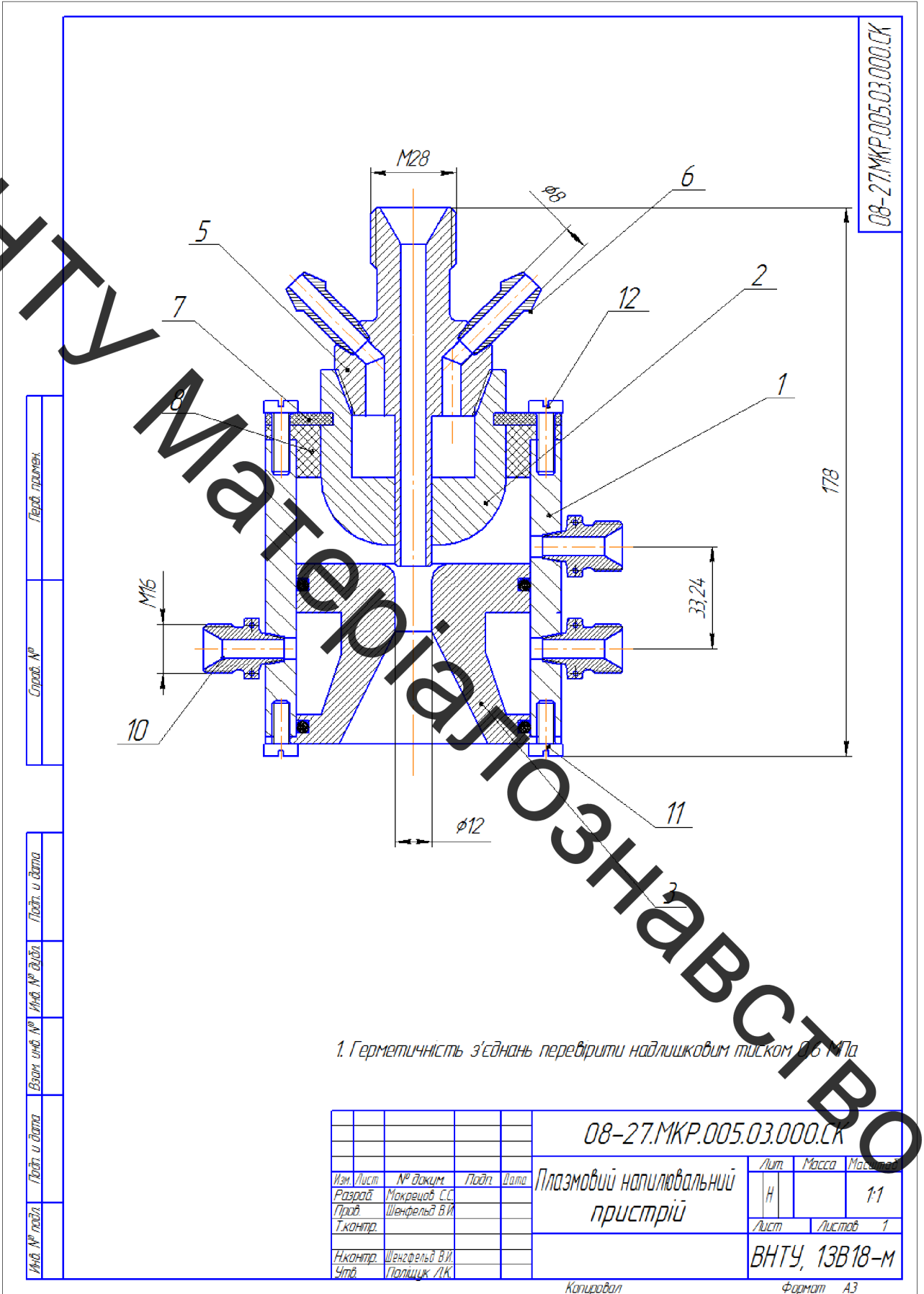
№ опер	Операційні переходи	Операційний ескіз	Моделі верстатів
005	<p>Очищувальна</p> <p>1. Мити деталь.</p>		<p>Мийна машина 017-4610</p>
010	<p>Фрезерувальна</p> <p>1. Встановити, закріпити, зняти заготовку. 2. Фрезерувати шлицеві пази поверхню 1 до розмірів за ескізом.</p>		<p>Фрезерний верстат 6М610Ф3</p>
015	<p>Напильвальна</p> <p>1. Встановити, закріпити зняти заготовку. 2. Пройдати напильником шлицеві пази поверхню 1, до розмірів за ескізом.</p>		<p>Установка для напильлення</p>
020	<p>Термічна</p> <p>1. Відпустити заготовку</p>		<p>ВЧГ-3-160/ 0,066</p>
025	<p>Токарна</p> <p>Установ 1</p> <p>1. Встановити, закріпити, зняти заготовку. 3. Точити поверхню 2 до розміру φ 129 мм</p> <p>Установ 2</p> <p>4. Передстановити деталь 5. Точити поверхню 3 до розміру φ 119 мм</p>		<p>Токарно-гвинторізний верстат 16К20;</p>
030	<p>Напильвальна</p> <p>Установ 1</p> <p>1. Встановити, закріпити зняти заготовку. 2. Напилити поверхню 2 до розмірів за ескізом</p> <p>Установ 2</p> <p>2. Передстановити деталь 2. Напилити поверхню 3 до розмірів за ескізом.</p>		<p>Установка напильвальна УМП-6</p>

№ опер	Операційні переходи	Операційний ескіз	Моделі верстатів
035	<p><u>Токарна</u> Установ 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, закріпити, зняти заготовку. 2. Точити поверхню 1 до розміру $\phi 130$ мм 2. Точити поверхню 2 до розміру $\phi 130,5$ мм <p>Установ 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Передстановити деталь 4. Точити поверхню 3 до розміру $\phi 120,5$ мм 5. Точити фаску $4 \times 45^\circ$ 		Токарно-гвинторізний верстат 16К20;
040	<p><u>Фрезерувальна</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, закріпити, зняти заготовку. 2. Фрезерувати шлицеві пази поверхні 1 до розмірів за ескізом. 		Фрезерний верстат 6М1610Ф3
045	<p><u>Термічна</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Загартувати заготовку 		ВЧГ-3-160/ 0.066
050	<p><u>Шліфувальна</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, закріпити заготовку. 2. Шліфувати поверхні 2,3 до розмірів за ескізом 3. Зняти заготовку. 		Кругло-шліфувальний верстат 3М153;
055	<p><u>Шлицешліфувальна</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, закріпити заготовку. 2. Шліфувати шлиці до розмірів за ескізом 3. Зняти заготовку. 		Шліфувальний верстат МШ248;
060	<p><u>Контрольна</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Виміряти розміри відновлених поверхонь 2. Порівняти з розмірами на кресленні 		Контрольний верстат

ВНТУ Матеріалознавство



Формат		Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
Стр.	Лист						
<i>Документація</i>							
				08-27.МКР.005.03.000.СК	Складальне креслення		
<i>Деталі</i>							
1				08-27.МКР.005.03.001	Корпус	1	
2				08-27.МКР.005.03.002	Катодотримач	1	
3				08-27.МКР.005.03.003	Сошло	1	
4				08-27.МКР.005.03.004	Катод	1	
5				08-27.МКР.005.03.005	Голівка	1	
6				08-27.МКР.005.03.006	Штуцер	1	
7				08-27.МКР.005.03.007	Фіксатор	2	
8				08-27.МКР.005.03.008	Ізолятор	1	
<i>Стандартні вироби</i>							
10					Нирель 28-012 ГОСТ 16042-70	3	
11					Кільце 003-00-14-1-0 ГОСТ 18829-73	2	
12					Гвинт 116x25 ГОСТ 1491-80	12	
14					Гайка М8-СНЧ4 ГОСТ 15915-70-74	2	
				08-27.МКР.005.03.000			
Изм. Лист		№ докум.		Подп.		Дата	
Разроб.		Макрецов С.С.					
Проб.		Шенфельд В.И.					
И.контр.		Шенфельд В.И.					
Утв.		Поліщук Л.К.					
Плазмобий напилувальний пристрій						Лит. Лист Листов	
ВНТУ ст.зр.13В-18м						\N\ 1	
Копіював						Формат А4	



08-27.МКР.005.03.000.СК

Лист №	Лист 1
Стор. №	Стор. 1

Лист №	Лист 1
Лист №	Лист 1
Лист №	Лист 1
Лист №	Лист 1

1. Герметичність з'єднань перевірити надлишковим тиском 0,6 МПа

				08-27.МКР.005.03.000.СК		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лит.	Масса
Разраб.		Макремов СС			Н	
Проб.		Шенфельд В.И.				1:1
Т.контр.					Лист	Листов 1
Н.контр.		Шенфельд В.И.			ВНТУ, 13В18-М	
Чтб.		Палищук Л.К.			Копировал Формат А3	