

Вінницький національний технічний університет

Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра галузевого машинобудування

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**«Вдосконалення технології та оснащення для забезпечення якості
поверхонь проміжного вала коробки передач автомобіля УАЗ»**

Виконав: студент 2 курсу, групи 1ГМ-20м
спеціальності 133 – «Галузеве
машинобудування»

Науменко О. Є.

(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доцент каф. ГМ

Шенфельд В.Й

(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2021 р.

Опонент: к.т.н., доцент каф.АТМ

Кужель В.П.

(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2021 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ГМ

д.т.н., проф. Поліщук Л. К.

(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2021 р.

Вінниця ВНТУ - 2021 рік

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра галузевого машинобудування
Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань – 13 Механічна інженерія
Спеціальність – 133 Галузеве
машинобудування
Освітньо-професійна програма – Галузеве машинобудування

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

« ___ » _____ 2021 р.

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

Науменку Олегу Євгенійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Вдосконалення технології та оснащення для забезпечення якості поверхонь проміжного вала коробки передач автомобіля УАЗ керівник роботи Шенфельд Валерій Йосипович, к.т.н., доц., каф. ГМ,

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

затверджені наказом ВНТУ від « 24 » вересня 2021 року №277

2. Строк подання студентом проекту (роботи): 10.12.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи:

Річна програма відновлення деталей N=1000 шт.;

4. Зміст текстової частини: Вступ; Розділ 1. Сучасний стан наукової проблеми і шляхи її вирішення; Розділ 2. Дослідження впливу структури поверхні тертя на показники зносостійкості наплавлених покриттів; Розділ 3. Технологічні засади підвищення довговічності робочих поверхонь валу проміжного коробки передач автомобіля УАЗ; Розділ 4. Розрахунок економічної ефективності інноваційного рішення; Розділ 5. Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях; Загальні висновки; Список використаних джерел; Додатки.

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1. Робоче креслення деталі; 2. Ремонтне креслення деталі; 3. Плазматрон; 4. Установка з числовим програмним керуванням; 5. Процес відновлення валу проміжного коробки передач автомобіля УАЗ.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	Шенфельд В.Й., к.т.н., доцент кафедри ГМ	24.09.2021р.	03.12.2021р.
Економіка виробництва	Бальзан М.В., к.е.н., доц., кафедри ЕПВМ	24.09.2021р.	02.12.2021р.
Охорона праці	Віштак І. В., к.т.н., доцент кафедри БЖД та ПБ	24.09.2021р.	02.12.2021р.
Безпека у надзвичайних ситуаціях	Поліщук О. В., к.т.н., доцент кафедри БЖД та ПБ	24.09.2021р.	02.12.2021р.

7. Дата видачі завдання « 24 » вересня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Формування та затвердження теми магістерської кваліфікаційної роботи (МКР)	25.09.21 р.	
2	Виконання спеціальної частини МКР. Перший рубіжний контроль виконання МКР	26.10.21 р.	
3	Виконання спеціальної частини МКР. Другий рубіжний контроль виконання МКР	30.10.21 р.	
4	Виконання розділу ««Економічна частина»	24.11.21 р.	
5	Виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	25.11.21 р.	
6	Попередній захист МКР	14.12.21 р.	
7	Нормоконтроль МКР	17.12.21 р.	
8	Опонування МКР	18.12.2021 р.	
9	Захист МКР	20.12.2021 р.	

Студент _____

Науменко О. Є.

Керівник роботи _____

Шенфельд В. Й.

АНОТАЦІЯ

УДК 621.791:681.5.015.23

Науменко О. Є. Вдосконалення технології та оснащення для забезпечення якості поверхонь проміжного вала коробки передач автомобіля УАЗ. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 133 – галузеве машинобудування, освітня програма - галузеве машинобудування Вінниця: ВНТУ, 2021. 95 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 31 назв; рис.: 25; табл. 34.

У магістерській кваліфікаційній роботі вдосконалено технологію відновлення поверхонь проміжного вала коробки передач автомобіля УАЗ з використанням електродугового наплавлення та напилення. У науковій частині роботи визначено оптимальні структури поверхонь тертя для роботи визначених умов тертя. Досліджено вплив структури поверхні тертя на показники зносостійкості наплавлених покриттів.

У технологічній і розрахунково-конструкторській частині розроблений технологічний процес відновлення проміжного вала коробки передач автомобіля УАЗ та виконана розробка устаткування з числовим програмним керуванням на базі вузлів Festo.

Графічна частина складається з 6 плакатів із результатами моделювання.

У розділі охорони праці опрацьовано такі питання, як причини виникнення, дія на організм людини та нормування шкідливих та небезпечних виробничих факторів у виробничому приміщенні; карта умов праці (обґрунтування вибору нормованих значень шкідливих та небезпечних виробничих факторів, оцінка факторів виробничого і трудового процесів, гігієнічна оцінка умов праці, оцінка технічного і організаційного рівня, атестація робочого місця); рекомендації щодо поліпшення умов праці, а також розглянуто норми пожежної безпеки, а також дія іонізуючих випромінювань на людей.

Ключові слова: Проміжний вал, вуглецеві наноматеріали, структура, зносостійкість, наплавлення.

ABSTRACT

Naumenko O. Є. The advanced technology is equipped to ensure the safety of the surface of the gearbox intermediate shaft of the UAZ vehicle. Master of quality robots with special features 133 - galuzev machine-building, program coverage - galuzeve machine-building Vinnitsya: VNTU, 2021. 95 p.

In ukr. mov. Bibliogr .: 31 titles; fig .: 25; tab. 34.

At the master's quality robots, the technology of updating the surface of the intermediate shaft of the gearbox of the UAZ car with the electric arc surfacing and filing has been thoroughly elaborated. The scientific part of the robot has an optimal structure of the rubbing surface for the robotic mind. Preslidzhenno pouring the structure of the surface of rubbing on the indicators of wear resistance of deposited coatings.

At the technological and design-engineering part of the breakdowns, the technological process of updating the gearbox of the UAZ car and the installation of the installation with numerical software keruvans on the basis of Festo universities.

The graphic part is stored in 6 posters based on the results of the model.

At the razdili protection of pratsi, such nutrition is determined, as the cause of the blame, for the organism of the people and the norm of the shkidlivnyh and not uncomfortable wicked factors in the wicked wickedness; mind map of pratsi (calculation of the vibration of the standard values of high-quality and non-safe virobny factors), assessment of factors of general and labor processes, hygienic assessment of the minds of prats, assessment of technical and technical analysis Recommendations are made to improve the minds of the pratsi, as well as to the standards of safety, as well as the effect of ionizing viprominuvans on people.

Key words: Industrial shaft, in carbon nanomaterials, structure, wear resistance, deposition.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. СУЧАСНИЙ СТАН НАУКОВОЇ ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ	10
1.1 Вплив структури поверхні тертя на зносостійкість матеріалу	10
1.2 Зносостійкість сплавів із структурою мартенсит + карбіди.....	14
1.3 Вплив залишкового аустеніту на зносостійкість залізовуглецевих сплавів.....	15
1.4 Висновки та постановка задач дослідження.....	16
2. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СТРУКТУРИ ПОВЕРХНІ ТЕРТЯ НА ПОКАЗНИКИ ЗНОСОСТІЙКОСТІ НАПЛАВЛЕНИХ ПОКРИТТІВ ...	18
2.1 Матеріали, що досліджувались.....	18
2.2 Вуглецеві наноматеріали, що використовувались для створення зносостійких високовуглецевих покриттів	19
2.3 Зразки для експериментальних досліджень	19
2.4 Визначення якісних характеристик нанесеного зносостійкого високовуглецевого покриття	20
2.5 Визначення триботехнічних характеристик нанесеного покриття.....	22
2.6 Дослідження впливу структури поверхні тертя на показники зносостійкості наплавлених покриттів.....	25
2.7 Зносостійкість в умовах сухого тертя ковзання покриттів, нанесених методом електродугового наплавлення з використанням вуглецевих волокнистих матеріалів.....	25
2.8 Мікроструктури та хімічний склад поверхонь тертя наплавлених високовуглецевих покриттів при сухому терті в парі з контртілом з сталі 45.....	29

2.9 Зносостійкість в умовах абразивного тертя високовуглецевих шарів, нанесених методом електродугового наплавлення з використанням вуглецевих волокнистих матеріалів.....	33
2.10 Висновки до розділу 2.....	36
3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ВАЛУ ПРОМІЖНОГО КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ АВТОМОБІЛЯ УАЗ	
3.1 Аналіз конструкції проміжного вала та експлуатація його у вузлі	38
3.2 Аналіз умов роботи	39
3.3 Матеріал деталі і його властивості	41
3.4 Якісний аналіз	43
3.5 Дефектування вала проміжного коробки передач автомобіля УАЗ	44
3.6 Вибір та технічне обґрунтування методів відновлення поверхонь вала проміжного коробки передач автомобіля УАЗ.....	45
3.7 Формування маршруту відновлення вала проміжного коробки передач автомобіля УАЗ	45
3.8 Розрахунок припусків на переходи механічної обробки вала проміжного коробки передач автомобіля УАЗ	48
3.9 Призначення режимів механічної обробки вала проміжного коробки передач автомобіля УАЗ	48
3.10 Призначення режимів нанесення покриття зношених поверхонь вала проміжного коробки передач автомобіля УАЗ	50
3.11 Розробка конструктивної схеми установки з числовим програмним керуванням для плазмового напилення	51
3.12 Висновки розділу 3.....	56
4 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІННОВАЦІЙНОГО РІШЕННЯ	
4.1 Проведення комерційного та технологічного аудиту науково-технічної розробки	58

4.2 Розрахунок витрат на здійснення науково-дослідної роботи	60
4.3 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки за її можливої комерціалізації потенційним інвестором	69
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	74
5.1 Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об'єкта	74
5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії	76
5.3. Пожежна безпека.....	82
5.4. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Розрахунок режимів радіаційного захисту працівників.....	83
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	88
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	91
ДОДАТКИ.....	95
Додаток А Технічне завдання.....	96
Додаток Б Комплект документів на технологічний процес відновлення проміжного вала коробки передач УАЗ.....	103
Додаток В Ілюстративний матеріал.....	121

ВСТУП

Актуальність теми.

В умовах ринкової економіки стратегію і тактику соціально-економічного розвитку будь-якої країни повинні визначати найновіші здобутки науки, техніки і культури в найширшому сенсі цього поняття.

Застосування для відновлення зношених деталей сучасних методів нанесення покриттів і, в першу чергу, з використанням порошкових твердих сплавів та наноматеріалів сприяє значному підвищенню їх довговічності.

Дослідженнями останніх років і виробничою практикою встановлено, що більшість деталей ремонтваних машин вибраковується унаслідок незначного зносу робочих поверхонь, становлячого не більш 1% початкової маси деталей. Якщо врахувати, що до моменту списання автомобілів для повторного використання шляхом відновлення придатно 65-75% деталей, то організація відновлення зношених деталей є не тільки важливим резервом задоволення потреби народного господарства запасними частинами, але і істотним резервом підвищення якості ремонту, а також зниження витрат матеріальних і трудових ресурсів.

В даний час для відновлення зношених деталей найбільш ефективними методами є: різні види наплавлення, плазмове, газополуменеве і детонаційне напилення.

Відновлення зношених деталей шляхом наплавлення та напилення окрім підвищення терміну служби машин суттєво зменшує трудомісткість ремонту.

Метою роботи Вдосконалення технології та оснащення для забезпечення якості поверхонь вала допоміжного коробки передач автомобіля УАЗ шляхом нанесення покриттів із заданими показниками зносостійкості з використанням вуглецевих наноматеріалів.

Задачі дослідження:

- Дослідження механізму зношування поверхонь тертя наплавлених високовуглецевих покриттів в умовах сухого та абразивного тертя ковзання.
- Розробка технологічного процесу відновлення та зміцнення для забезпечення якості робочих поверхонь вала допоміжного коробки передач автомобіля УАЗ.
- Проектування обладнання та устаткування для плазмового напилення з використанням технологій Festo.

Об'єкт дослідження – процеси зношування поверхонь тертя наплавлених високовуглецевих покриттів в умовах сухого та абразивного тертя ковзання отриманих з використанням вуглецевих наноматеріалів.

Предмет дослідження – механізми зношування поверхонь тертя наплавлених високовуглецевих покриттів в умовах сухого та абразивного тертя ковзання. Встановлення оптимальної структури поверхонь тертя наплавлених покриттів в залежності від умов тертя.

Методи дослідження. Дані задачі були розв'язані за допомогою експериментальних досліджень, мікроструктурного, дюрOMETричного аналізів та триботехнічних характеристик нанесеного покриття. Мікроструктурний аналіз зміцненого покриття виконувався за допомогою електронного мікроскопу РЕМ-106И. ДюрOMETричні дослідження проводились за допомогою твердоміра ТК-2М.

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

- Отримали продовження дослідження структур поверхонь тертя отриманих наплавленням з використанням вуглецевих наноматеріалів в умовах сухого та абразивного зношування.
- Показано, що найменша інтенсивність зношування буде в умовах сухого тертя в покриттях з мартенситно – аустенітною структурою, а в умовах абразивного тертя в покриттях з ледебуритною структурою.

Практичне значення одержаних результатів.

Автором розроблена технологія та оснащення для забезпечення якості поверхонь вала допоміжного коробки передач автомобіля УАЗ.

Особистий внесок здобувача В даній роботі використано результати досліджень, які одержано автором самостійно.

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

1. СУЧАСНИЙ СТАН НАУКОВОЇ ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

1.1 Вплив структури поверхні тертя на зносостійкість матеріалу

В роботі [1] автор пропонує два основних шляхи синтезу зносостійких сплавів:

- створення матеріалів з структурою, яка поглинає енергію та розсіює її шляхом зворотних фазових та структурних перетворень;
- створення матеріалів з відносно термостабільною структурою, яка розсіює енергію тепловими полями.

В першому випадку в різних умовах тертя в поверхневих шарах відбуваються фазові та структурні перетворення. За рахунок цього зносостійкість визначається кінетикою зворотніх структурних перетворень, які відбуваються на поверхнях тертя. Довговічність структури визначається здатністю швидкої перебудови в сприятливу для данного етапу роботи та умов тертя (принципи синергетики) [2].

При створенні зносостійких сплавів з термостабільною структурою (сплави евтектичного класу) довговічність визначається температурним порогом стійкості структур, малою енергією межфазових границь. Такі сплави можуть розглядатися як композиційні матеріали.

Дослідження систем евтектичного класу дозволили встановити зв'язок характеристик зносостійкості з діаграмою стану [3-6]. З рисунку 1.1 для умов абразивного зношування видно, що мінімум інтенсивності зношування співпадає з евтектичним складом.

В роботі [1] встановлено, що в поверхневих шарах при терті ковзання 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. В умовах високих тисків розчинність вуглецю та легувальних елементів збільшується.

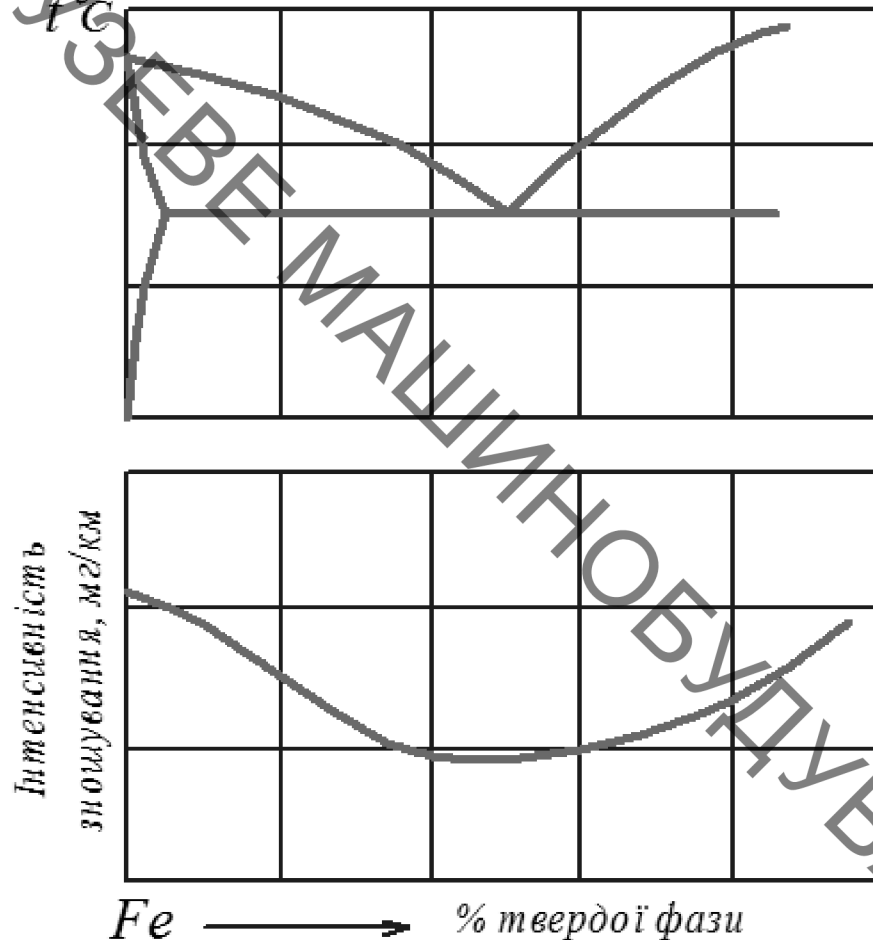


Рисунок 1.1 – Зміна інтенсивності зношування сплавів евтектичних систем при абразивному зношуванні [53]

Завдяки високому ступеню легованості 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 наплавлених 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 стан) природно збільшує твердість і зносостійкість сплавів (рисунок 1.2 а) [8].

Зносостійкість ϵ мартенситних зразків однозначно визначається твердістю (рис.1.6 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].

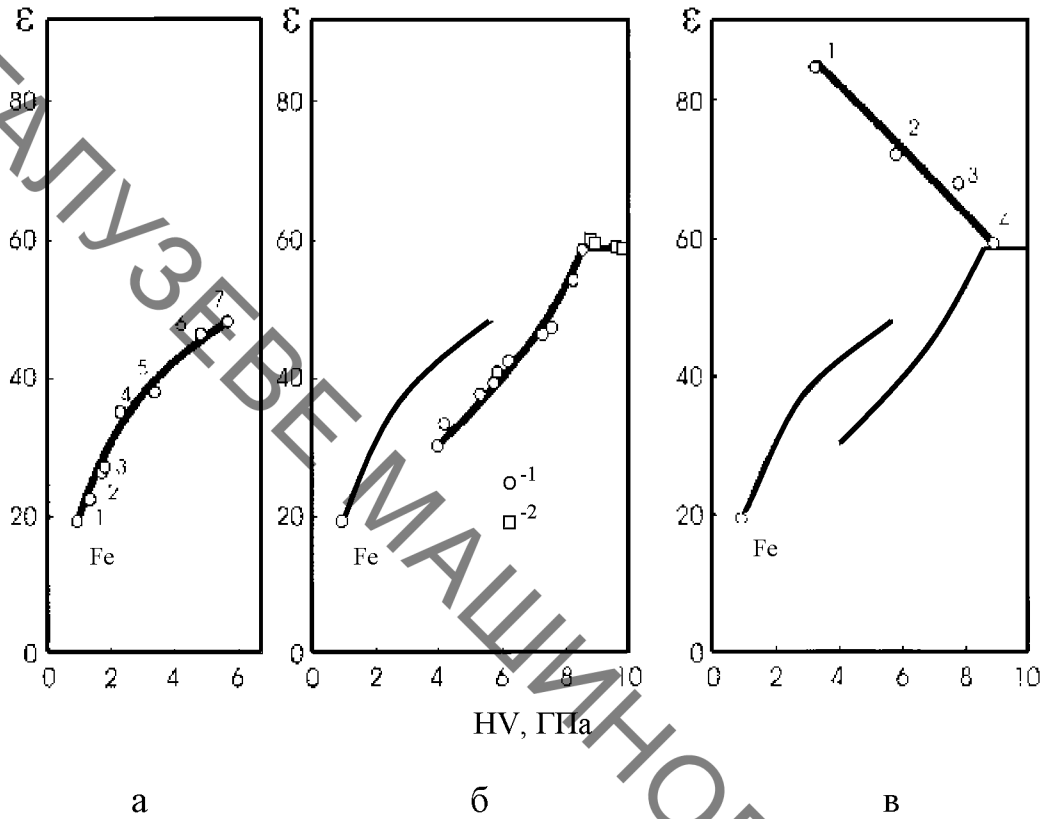


Рисунок 1.2 – Відносна зносостійкість (ϵ) в залежності від твердості (HV) сплавів системи Fe-C: а - відпалені сталі (1 - Ст3; 2 - сталь 45; 3 - У8; 4 - У12) і сплави (5 - 2,0 %С; 6 - 3,3 %С; 7 - 4,3 %С); б - доевтектоїдні стадії зі структурою мартенситу (1) і заевтектоїдні сталі і сплави після гартування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

1.2 Зносостійкість сплавів із структурою мартенсит + карбіди

Зносостійкість усіх загартованих на мартенсит заевтектоїдних сплавів зі вмістом вуглецю до 4,3% однакова (горизонталь на рис.1.6 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].

1.3 Вплив залишкового аустеніту на зносостійкість залізвуглецевих 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.1.6в) твердість заевтектійних 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].

1.4 Висновки та постановка задач дослідження

Аналіз стану питання за науковими працями українських та закордонних вчених щодо зносостійкості матеріалів в умовах абразивного зношування та важконавантажених пар тертя дозволив зробити такі висновки:

1. Високу зносостійкість в умовах абразивного зношування показали деталі з поверхневими шарами, що мають аустенітну матрицю та тверді карбідні включення.

2. Для підвищення зносостійкості деталей, що працюють в умовах абразивного зношування найбільш часто використовують деталі з гартованими поверхнями із середньо та високовуглецевих сталей.

3. Недоліком використання таких матеріалів або їх відновлення є їх недостатня міцність та тріщиностійкість в умовах абразивного зношування.

Отже, необхідно розробити таку технологію нанесення зносостійких покриттів, які б забезпечували високу економічну ефективність, продуктивність процесу та дозволяли отримання покриттів із заданими триботехнічними властивостями.

Метою роботи є вдосконалення технології та оснащення для забезпечення якості поверхонь вала допоміжного коробки передач автомобіля УАЗ шляхом нанесення покриттів із заданими показниками зносостійкості з використанням вуглецевих наноматеріалів.

Задачі дослідження:

- Дослідження механізму зношування поверхонь тертя наплавлених високовуглецевих покриттів в умовах сухого та абразивного тертя ковзання.

- Розробка технологічного процесу відновлення та зміцнення для забезпечення якості робочих поверхонь вала допоміжного коробки передач автомобіля УАЗ.
- Проектування обладнання та устаткування для плазмового напилення з використанням технологій Festo.

2. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СТРУКТУРИ ПОВЕРХНІ ТЕРТЯ НА ПОКАЗНИКИ ЗНОСОСТІЙКОСТІ НАПЛАВЛЕНИХ ПОКРИТТІВ

2.1 Матеріали, що досліджувались

2.1.1 Матеріали зразків, на які наплавляються високовуглецеві зносостійкі покриття з різною структурою, та їх характеристики

Для нанесення високовуглецевих зносостійких покриттів у роботі були використані зразки, які виготовлялися зі сталі 45. Для виготовлення деталей машин, з відповідними триботехнічними та фізико-механічними властивостями, в основному застосовують якісні та леговані сталі. Наприклад: сталь 40Х, 45 та інші. За запропонованою нами технологією, на заготовки, які виготовлялись з сталі 45, наплавлялись зносостійкі покриття з різною структурою. Це дало змогу не використовувати при відновленні деталей машин, дорогих наплавлювальних матеріалів. При цьому були отримані зразки, в яких серцевина деталі виявилась м'якою, а покриття твердим та зносостійким, що дало змогу вдруге використовувати відновлені деталі.

2.1.2 Характеристики наплавного дроту, що використовувалися для наплавлення покриттів

Для нанесення зносостійких покриттів використовувався наплавний дроту Нп-30ХГСА (ГОСТ 10543-98).

Хімічний склад дроту, що використовували для наплавлення, наведений у таблиці 2.1 [13].

Таблиця 2.1 – Хімічний склад досліджуваних матеріалів

Марка дроту	Хімічний склад, %							
	C	Si	Mn	Cu	Ni	Cr	P	S
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

2.2 Вуглецеві наноматеріали, що використовувались для створення зносостійких високовуглецевих покриттів

Вуглецеві наноматеріали різних видів отримують за рахунок високотемпературного піролізу вихідних волокон – прекурсорів – гідроцелюлозних, з ПАН (з сополімерів акрилонітрила), нафтових або кам'яновугільних пеків, у вигляді одиночних ниток або у вигляді вусів з паралельних волокон. Діаметр ниток коливається від 5 до 15 мкм. [14,15] На рисунку 2.1 показана котушка з вуглецевою ниткою марки УК-30.



Рисунок 2.1 – Котушка з вуглецевим наноматеріалом УК-30

2.3 Зразки для експериментальних досліджень

З метою дослідження структури основного металу, перехідної зони та нанесеного зносостійкого високовуглецевого покриття після наплавлення, були виготовлені зразки циліндричної форми діаметром 100 мм та довжиною 50 мм з матеріалу Сталь 45 (рис. 2.2).

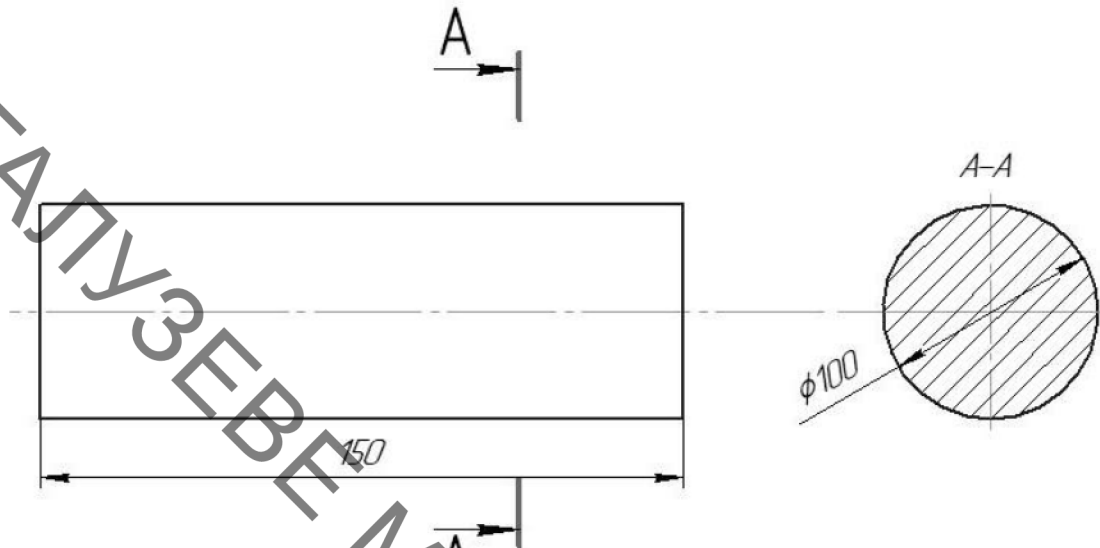


Рисунок 2.2 – Зразки для проведення досліджень

Після проведення процесу наплавлення, з метою досліджень показників зносостійкості та властивостей нанесеного покриття, були вирізані темплети. Вирізання зразків для виготовлення макро та мікрошліфів виконувалось за допомогою електроерозійного верстата.

2.4 Визначення якісних характеристик нанесеного зносостійкого високовуглецевого покриття

2.4.1 Вимірювання твердості нанесеного покриття

Вимірювання твердості проводилось за методом Роквелла [16] відповідно до ГОСТ 9013-78. Цей метод вважається найбільш розповсюдженим внаслідок його доступності та простоти.

Для вимірювання твердості нанесеного покриття використовувався твердомір ТК-2М (рис.2.3).



Рисунок 2.3 – Твердомір ТК-2М

2.4.3 Визначення структури нанесеного зносостійкого високовуглецевого покриття

Дослідження мікроструктури нанесеного покриття та перехідної зони проводили на мікрошліфах.

При виготовленні зразків намагалися уникнути процесів нагрівання та наклепування. Для виготовлення мікрошліфів використовували електроерозійні верстати.

Приготування мікрошліфа здійснювали за ГОСТ 11545-65. Зразок, розміщений в металевій оправці, заливали епоксидною смолою або сплавом Вуда. Процес підготовки мікрошліфа складався з декількох етапів [17]: підготовка плоскої поверхні; шліфування; полірування. Мікрошліфи для проявлення мікроструктури підлягали хімічному травленню в 4% розчині азотної кислоти в етиловому спирті на протязі 5-30 секунд, в залежності від структури нанесеного покриття. Потім промивали водою, протирали поверхню спиртом й просушували.

Мікроструктурний аналіз проводився з використанням електронної мікроскопії.

За допомогою електронного мікроскопу РЕМ-106И досліджувались структури, фазовий склад та розподіл елементів в кожній з фаз нанесених покриттів та поверхонь тертя після випробувань на зносостійкість.

Величину відсоткового вмісту структурних складових в нанесених покриттях визначали методами цифрової обробки з результатів металаграфічного аналізу. Для цього використовували пакет програм обробки зображень на ПК «Adobe Photoshop».

2.5 Визначення триботехнічних характеристик нанесеного покриття

Досліджування зношування високовуглецевих покриттів, отриманих наплавленням з використанням вуглецевих наноматеріалів, проводились за схемою торцевого тертя (рис. 2.4), яка розроблена та використовується на кафедрі Галузевого машинобудування Вінницького національного технічного університету.

Установка складається з таких основних частин: пружна основа 1, на якій встановлені тензодатчики 7. За допомогою датчиків 7 визначається момент тертя та нормальне навантаження, значення яких за допомогою аналогово-цифрового перетворювача 8 виводяться на комп'ютер. На пружній основі 1 за допомогою шпильок закріплюється контртіло 3. Конструкція захищена кожухом 2. При абразивному терті на контртіло насипається абразив, залишки якого висипаються назовні через отвори 9. Зразки 5 за допомогою гвинтів закріплюються в тримачеві 4.

Визначався момент тертя, шлях тертя, швидкість тертя і нормальне зусилля, яке змінювали за допомогою гир. Величину зношування визначали за втратою маси зразка шляхом зважування на аналітичних вагах RADWAG AS220C.

Кількісно інтенсивність зношування поверхні (масова та лінійна) визначалась за формулами (2.1) та (2.2).

$$I_m = \Delta m / L, \text{ [мг/км]} \quad (2.1)$$

де: Δm – ваговий знос, мг;

L – шлях тертя, км.

$$I_n = \frac{\Delta m}{S \cdot \rho \cdot L} \cdot 10^{-4}, \quad (2.2)$$

де: Δm – ваговий знос, г;

S – площа тертя зразка, см^2 ;

ρ – густина матеріалу зразка, г/см^3 ;

L – шлях тертя, км.

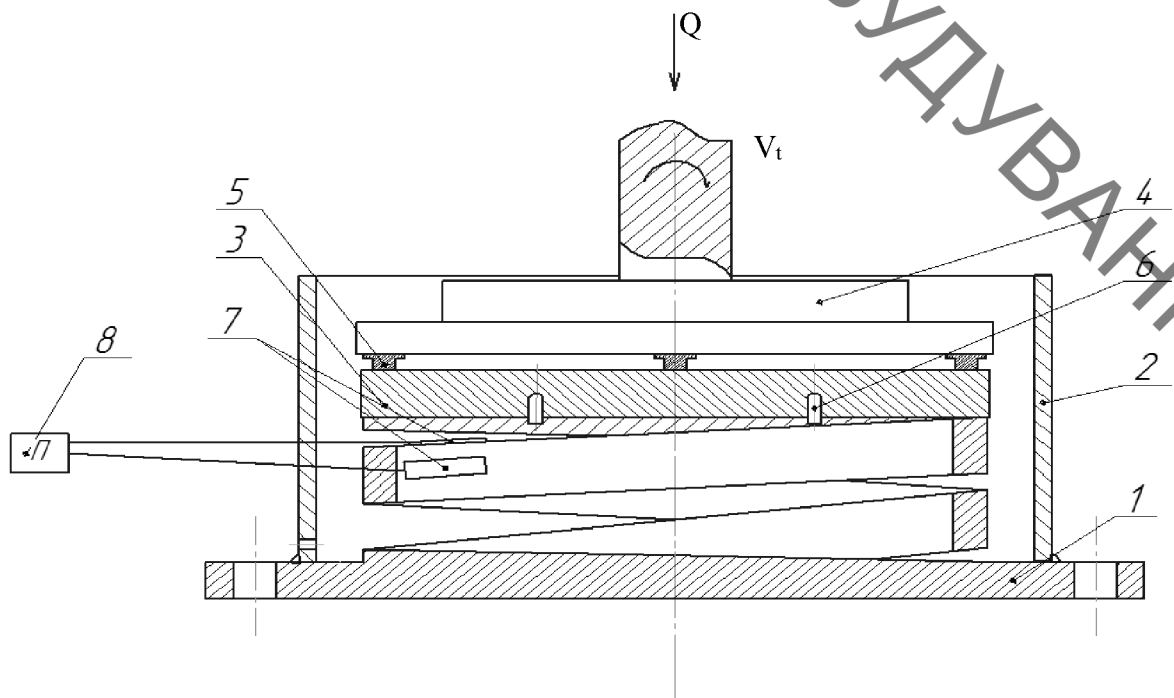


Рисунок 2.4 - Схема для випробування на зношування: 1. Пружна основа установки; 2. Кожух; 3. Контртіло; 4. Тримач зразків; 5. Зразки; 6. Шпильки; 7. Тензодатчики; 8. Аналогово-цифровий перетворювач

Твердість поверхонь, які досліджуються складає HRC 41...60 в залежності від структури покриття. Твердість контртіла - HRC 54...56. Зразки перед зважуванням промивались авіаційним бензином або ацетоном, а потім висушувались в термостаті при 373 К протягом 1 год.

Величина основних параметрів процесу тертя визначались після завершення процесу припрацювання, стабілізації коефіцієнта тертя і вагового зносу пари тертя.

На рисунку 2.5 показано тримач зразків та зразки для випробування на зносостійкість.

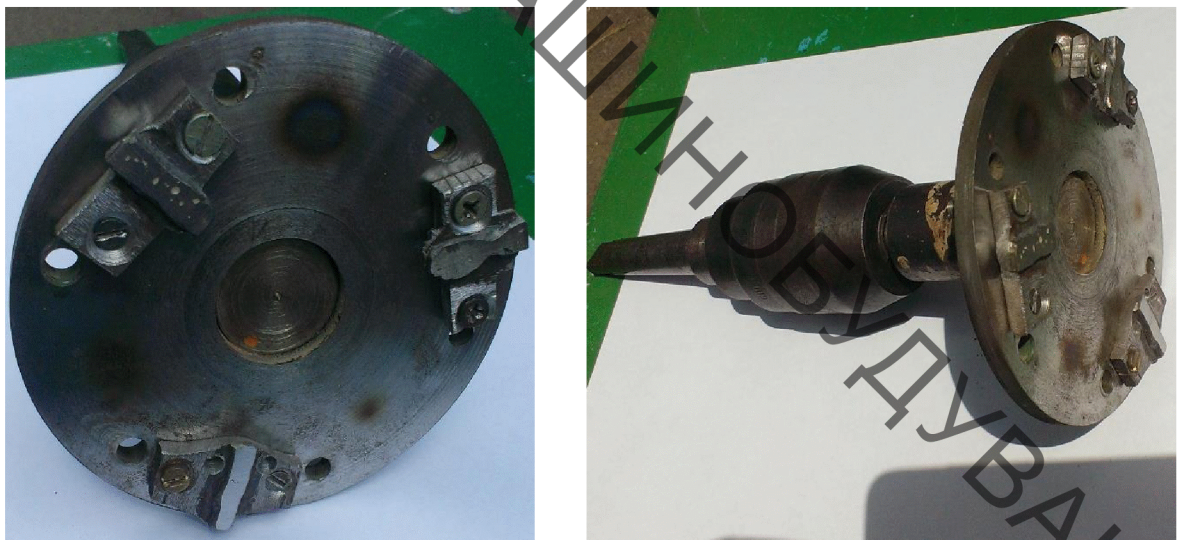


Рисунок 2.5 - Тримач зразків

В таблиці 2.2 показані режими зношування в умовах ковзання без мастильних матеріалів.

Таблиця 2.2 – Режимы зношування в умовах ковзання без мастильних матеріалів

№	Параметри	Величина
1	Швидкість тертя, V_T	0,4 м/с
2	Питоме навантаження на зразок, Q	2 МПа
3	Вид тертя	Сухе
4	Шлях тертя	1756 м
5	Матеріал контртіла	Сталь 45, після гартування та відпуску

В таблиці 2.3 показані режими зношування в умовах абразивного тертя.

Таблиця 2.3 – Режими зношування в умовах абразивного тертя

№	Параметри	Величина
1	Швидкість тертя, V_T	0,9 м/с
2	Питоме навантаження на зразок, Q	5 МПа
3	Вид тертя	абразивне
4	Шлях тертя	14000 м
5	Матеріал абразива	Кварцевий пісок фракцією 600 мкм і твердістю 13500 МПа

2.6 Дослідження впливу структури поверхні тертя на показники зносостійкості наплавлених покриттів

Вивчення впливу структури на зносостійкість сталей в умовах абразивного тертя показали, що з усіх структур залізовуглецевих сплавів максимальну зносостійкість в умовах абразивного тертя має залишковий аустеніт, незважаючи на свою невисоку вихідну твердість, що значно нижча твердості як мартенситу, так і цементиту [6-9].

Для забезпечення високої зносостійкості сплав повинен містити 50-80% зміцнювальної фази, розташованої в аустенітно – мартенситній матриці при співвідношенні М/А=80/20...60/40.

Для вивчення впливу структури наплавлених високовуглецевих покриттів на параметри зносостійкості були отримані зразки з різними структурами. Відповідні структури високовуглецевих покриттів отримали шляхом зміни швидкості наплавлення [18].

2.7 Зносостійкість в умовах сухого тертя ковзання покриттів, нанесених методом електродугового наплавлення з використанням вуглецевих наноматеріалів

Випробуванням на знос піддавалися наплавлені зразки з такими структурами (по три зразки в серії): 1) Ледебурит 100%; 2) Аустеніт 20% +

Мартенсит 10% + Ледебурит 70%; 3) Аустеніт 60% + Мартенсит 30% + Ледебурит 10%; 4) Аустеніт 60% + Мартенсит 40%; 5) Мартенсит 80% + Аустеніт 20%; 6) Мартенсит 90% + Аустеніт 10%. [18].

Нанесення покриття виконувалось на установці для наплавлення в середовищі захисних газів УД-209М, дротом Нп-30ХГСА. В якості джерела вуглецю застосували вуглецеву тканину марки УУТ-2 ТУ6-06 И 78-85, із щільністю 250 г/м² [19-21].

Після наплавлення зразки проточувалися та шліфувалися на глибину до 1 мм.

За зміною втрати маси при сухому терті визначали вагове зношування покриттів, які відрізнялися структурами.

Результати експериментальних досліджень зношування зразків з різними структурними складовими в умовах сухого тертя при різному шляху показані в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Зношування наплавлених високовуглецевих зразків з різним структурним складом в умовах сухого тертя ковзання

№ з/п	Структура покриття	Швидкість наплавлення, V _{напл} , м/год	Твердість, HRC	Ваговий знос, г			
				Шлях тертя, м			
				439	878	1317	1756
1	Мартенсит 90% + Аустеніт 10%	11	54	0,0005	0,0009	0,0011	0,0013
2	Мартенсит 80% + Аустеніт 20%	14	54	0,0003	0,0007	0,0009	0,0011
3	Аустеніт 60% + Мартенсит 40%	17	48	0,0004	0,0008	0,0012	0,0014
4	Аустеніт 60% + Мартенсит 30% + Ледебурит 10%	20	44	0,0006	0,0010	0,0012	0,0014
5	Аустеніт 20% + Мартенсит 10% + Ледебурит 70%	23	51	0,0004	0,0009	0,0013	0,0015
6	Ледебурит 100%	26	60	0,0008	0,0014	0,0018	0,0021

Як видно з рисунка 2.6, вагове зношування високовуглецевих покриттів на шляху тертя 1756 метрів за середнім значенням змінюється в межах 0,0011-0,0021 г. Характер зношування є лінійним, що є притаманно композиційним матеріалам (рис. 2.6).

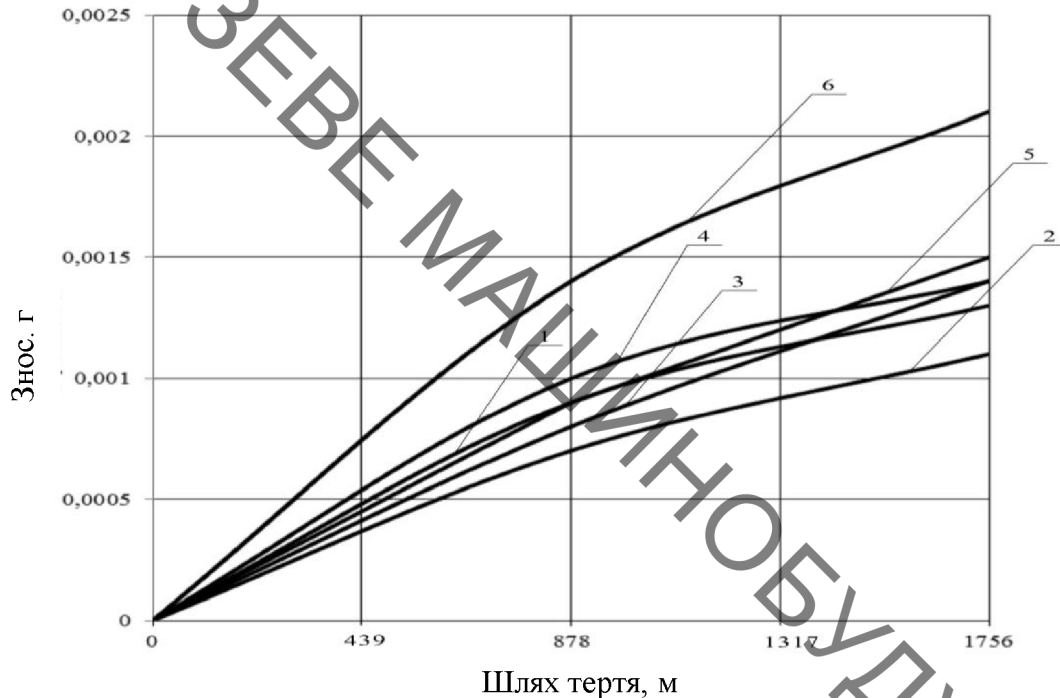


Рисунок 2.6 – Кінетика зношування високовуглецевих покриттів при сухому терті покриттів з структурним складом: 1) Мартенсит 90% + Аустеніт 10%; 2) Мартенсит 80% + Аустеніт 20%; 3) Аустеніт 60% + Мартенсит 40%; 4) Аустеніт 60% + Мартенсит 30% + Ледебурит 10%; 5) Аустеніт 20% + Мартенсит 10% + Ледебурит 70%; 6) Ледебурит 100% [18]

Кількісно інтенсивність зношування високовуглецевих поверхонь на шляху тертя 1756 метрів визначалась за формулою (2.1) та (2.2) [22].

Отримані розрахунки зведено до таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Інтенсивність зношування високовуглецевих покриттів з різною структурою при сухому терті

Інтенсивність зношування, $I_T \cdot 10^{-8}$ (шлях тертя 1756 м)					
Мартенсит 90% Аустеніт 10%	Мартенсит 80% Аустеніт 20%	Аустеніт 60% Мартенсит 40%	Аустеніт 60% Мартенсит 30% Ледебурит 10%	Аустеніт 20% Мартенсит 10% Ледебурит 70%;	Ледебурит 100%
1,9	1,6	2	2	2,2	3,1

На рисунку 2.7 показана зносостійкість високовуглецевих покриттів з різними структурами в умовах сухого тертя (шлях тертя 1756 м).

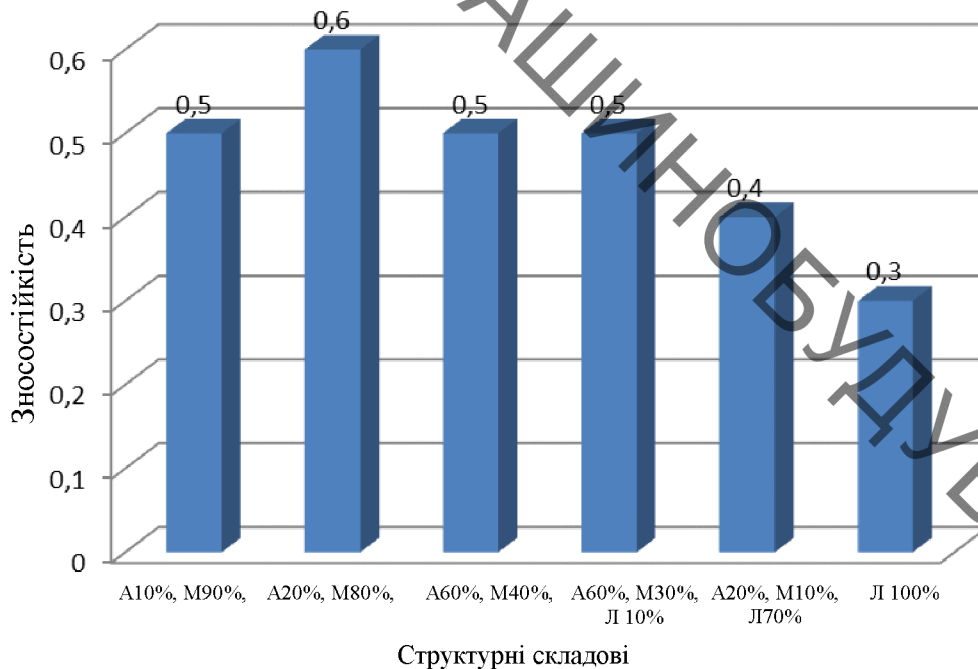


Рисунок 2.7 – Зносостійкість високовуглецевого покриття з різними структурами в умовах сухого тертя

Аналіз отриманих даних показав, що найменшу інтенсивність зношування (більшу зносостійкість) в умовах сухого тертя мають покриття з мартенситно-аустенітною структурою. Найбільшу інтенсивність зношування (меншу зносостійкість) мають високовуглецеві покриття з ледебуритною структурою.

2.8 Мікроструктури та хімічний склад поверхнь тертя наплавлених високовуглецевих покриттів при сухому терті в парі з контртілом з сталі 45

Поверхня зони тертя високовуглецевого покриття, яке складається з ледебуриту показана на рисунку 2.8 а,б. Топографія поверхні (рисунок 2.8 б) показує наявність на поверхні тертя, при шляху 1756 м, наявність таких компонентів: основна поверхня (70%), зберегла якість, досягнуту після механічної обробки наплавленого покриття. Деякі ділянки мають сліди зношування у вигляді подряпин.

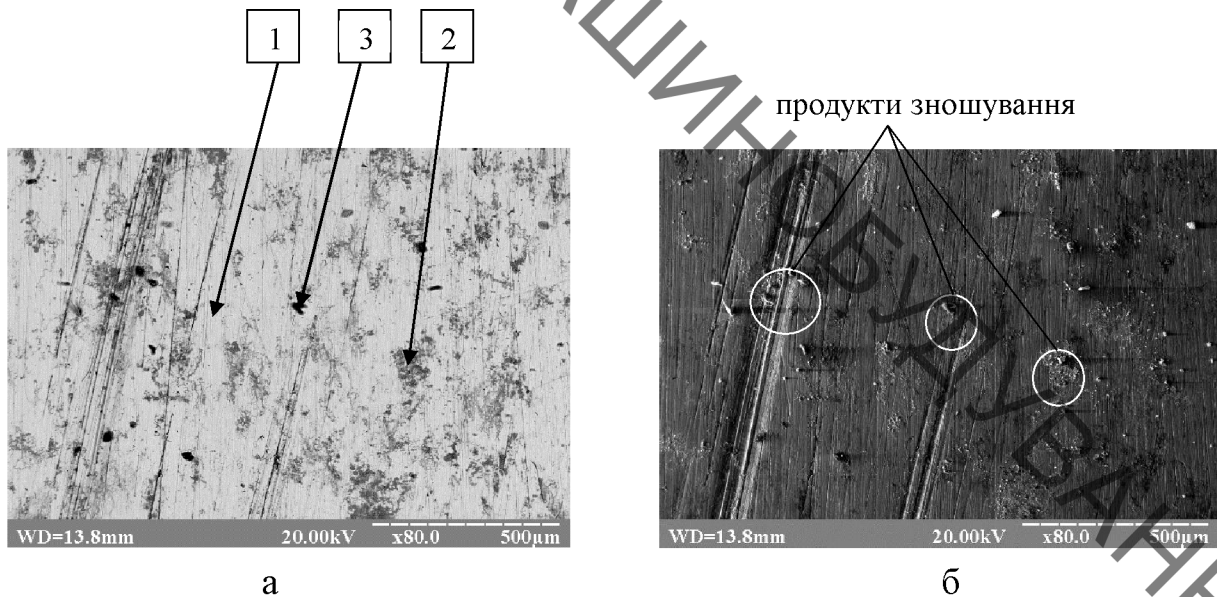


Рисунок 2.8 – Поверхня тертя високовуглецевого покриття отриманого наплавленням при швидкості наплавлення 26 м/год. після випробувань для сухого тертя: а – мікроструктура; б – топографія;

По полю знімка топографії поверхні більш менш рівномірно розподілені тверді включення, які з'явилися внаслідок зношування покриття, та застрягли в м'якій матриці покриття. В основному це карбіди (цементит, легований цементит тощо).

Взаємне розтошування крупних карбідів відносно подряпин свідчить про те що вони приймали участь у їх формуванні.

На рисунку 2.8 а показана мікрофотографія поверхні тертя. На мікрофотографії видимі темні ділянки, окремі подряпини та білі ділянки. Мікроентгеноспектральний аналіз показав такі результати. На ділянці 1 вона покрита вторинними структурами, які складаються з складних оксидів Si, Cr, Mn та Fe, концентрація яких 0,55% O, 0,72% Si, 0,71% Cr, 1,03% Mn, 97,0% Fe (рис. 2.9). На ділянці 2 поверхня тертя також покрита вторинними структурами, які складаються з тих самих елементів, концентрація яких 5,6% O, 0,94% Si, 0,7% Cr, 0,85% Mn, 92,0% Fe (рис. 2.9). На ділянці 3 поверхня тертя характеризується наявністю виривів та сколів продуктів зношування. Хімічний склад ділянки 3 складається з 9,7% O, 1,96% Si, 1,4% Cr, 1,03% Mn, 85,3% Fe (рис. 2.9).

Наявність ледебуриту веде до його викришування. Площа та кількість оксидних структур зменшується, при цьому збільшується пошкодженість за механізмом царапання. Зносостійкість даної поверхні – 0,12 мг/км.

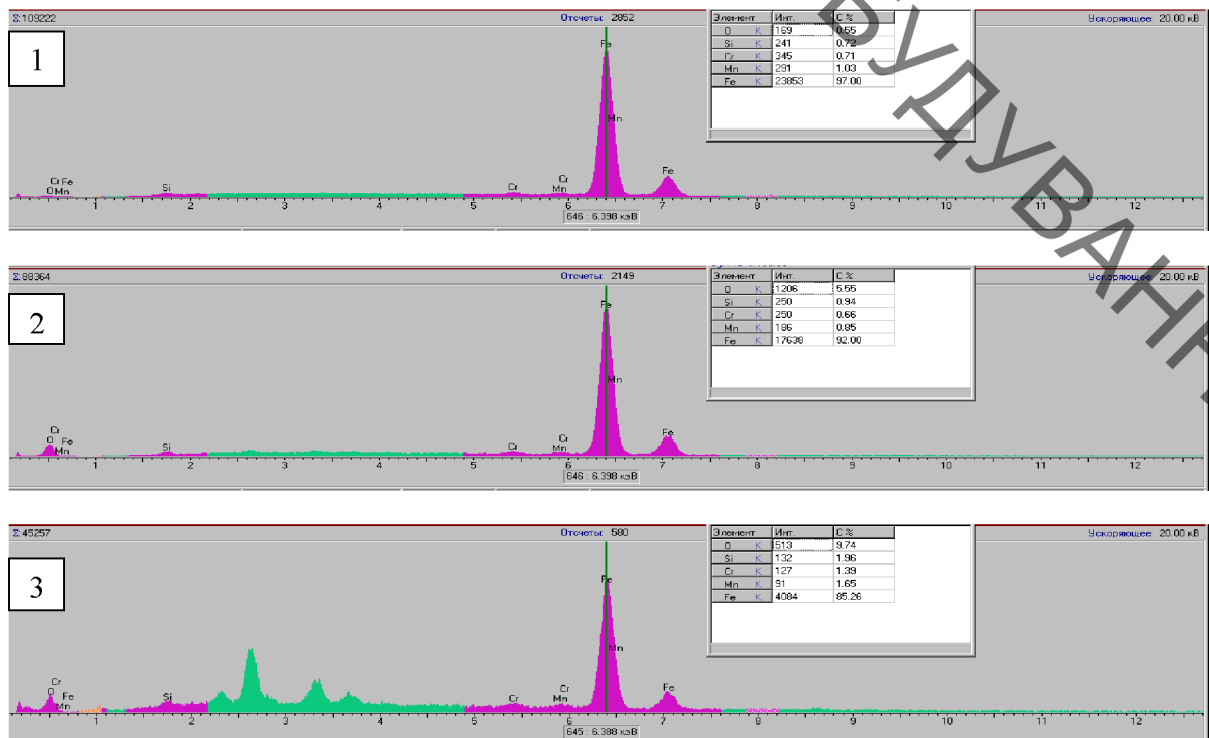


Рисунок 2.9 – Хімічний склад поверхні тертя високовуглецевого покриття отриманого наплавленням при швидкості наплавлення 26 м/год. після випробувань для сухого тертя

Поверхня зони тертя високовуглецевого покриття, яке складається з Мартенситу 80% + Аустеніту 20% показана на рисунку 2.10 а,б. Топографія поверхні (рис. 2.10 б) показує наявність на поверхні тертя, при шляху 1756 м, таких компонентів: основна поверхня (40%), зберегла якість, досягнуту після механічної обробки наплавленого покриття.

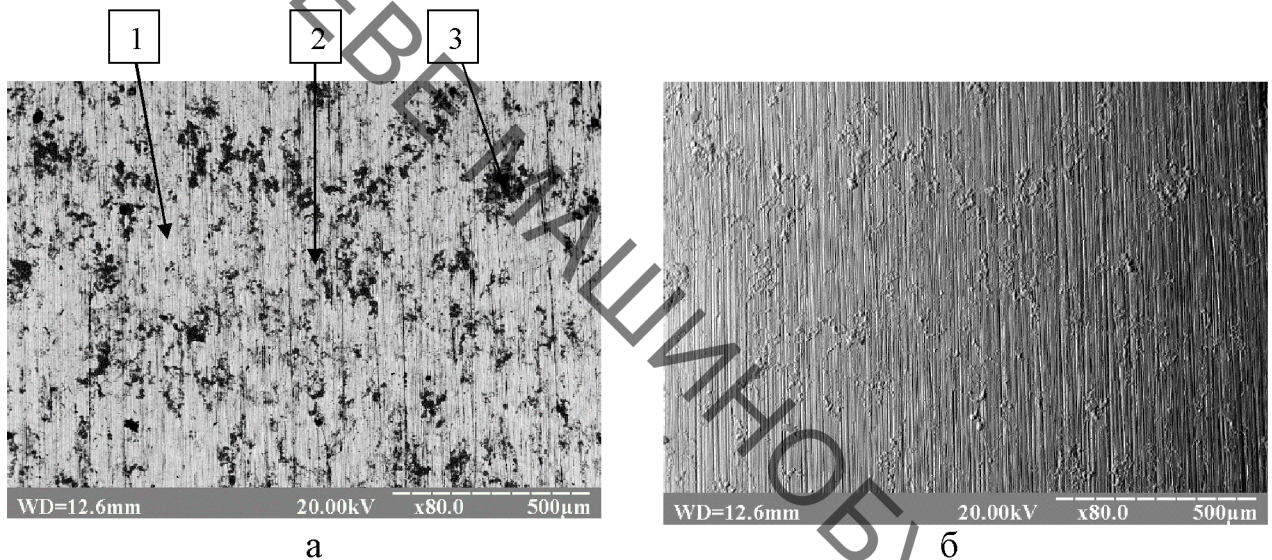


Рисунок 2.10 – Поверхня тертя високовуглецевого покриття отриманого наплавленням при швидкості наплавлення 14 м/год. після випробувань для сухого тертя, : а – мікроструктура; б – топографія

На рисунку 2.10а показана мікрофотографія поверхні тертя. На мікрофотографії видимі темні ділянки та білі ділянки. Мікрорентгеноспектральний аналіз показав такі результати. На ділянці 1 вона покрита вторинними структурами, які складаються з складних оксидів Si, Cr, Mn та Fe, концентрація яких 0,95% O, 0,73% Si, 0,76% Cr, 0,9% Mn, 96,7% Fe (рис. 2.11). На ділянці 2 поверхня тертя також покрита вторинними структурами, які складаються з тих самих елементів, концентрація яких 8,8% O, 0,66% Si, 0,42% Cr, 0,78% Mn, 89,4% Fe (рис. 2.11). На ділянці 3 поверхня тертя характеризується наявністю продуктів зношування. Хімічний склад ділянки 3 складається з 14,5% O, 1,06% Si, 0,3% Cr, 0,78% Mn, 82,7% Fe (рис. 2.11).

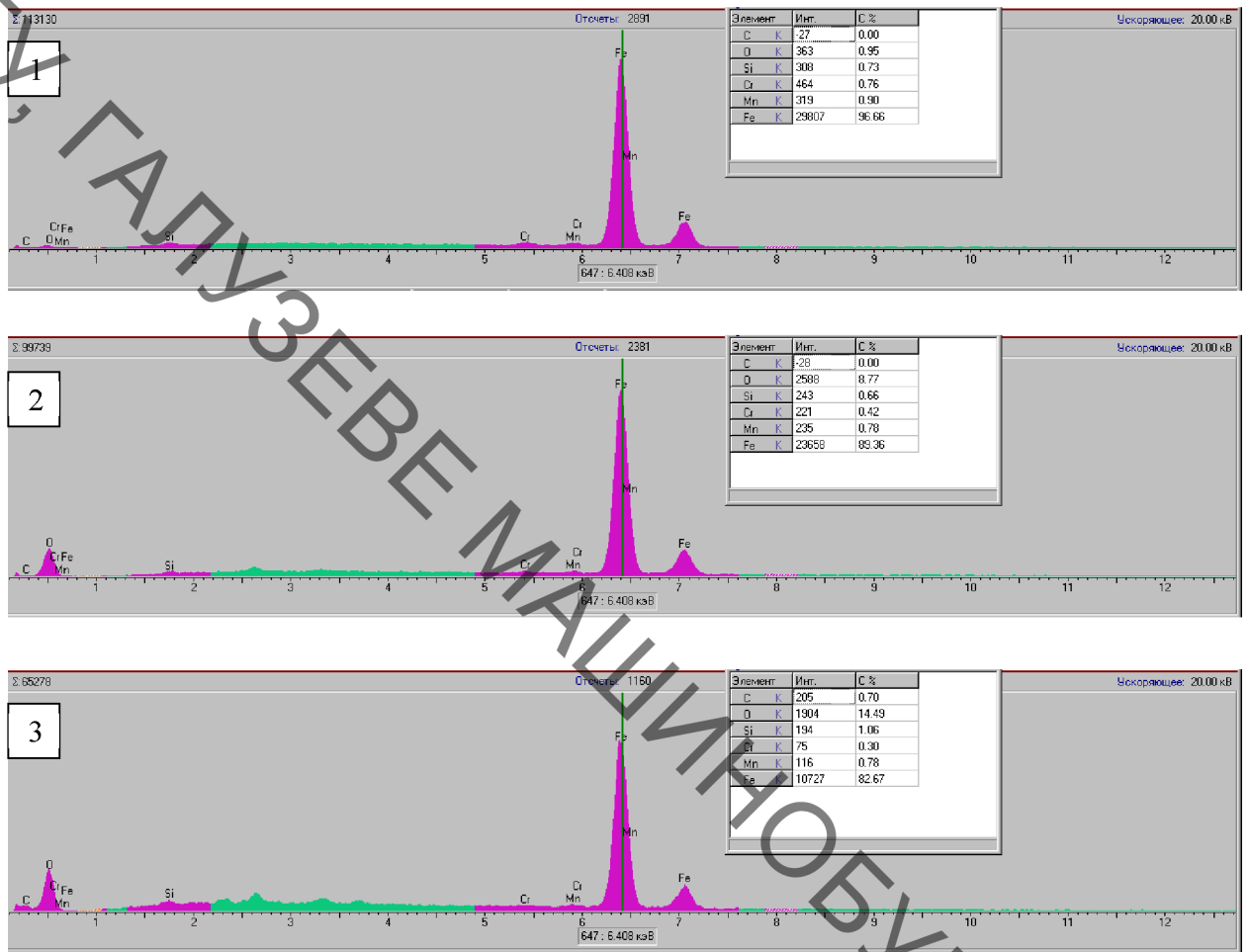


Рисунок 2.11 – Хімічний склад поверхні тертя високовуглецевого покриття отриманого наплавленням при швидкості наплавлення 14 м/год. після випробувань для сухого тертя

Відсутність ледебуриту веде до того, що на поверхні збільшується кількість вторинних структур у вигляді оксидів у 1,5 рази (їх концентрація). При цьому площа ділянок з оксидами збільшилась до 60%. Подряпин не спостерігається. Зносостійкість даної поверхні – 0,062 мг/км.

2.9 Зносостійкість в умовах абразивного тертя високовуглецевих шарів, нанесених методом електродугового наплавлення з використанням вуглецевих наноматеріалів

Випробуванням на знос піддавалися наплавлені зразки з такими структурами (по три зразки в серії): Ледебурит 100%; Аустеніт 20% + Мартенсит 10% + Ледебурит 70%; Аустеніт 60% + Мартенсит 30% + Ледебурит 10%; Аустеніт 60% + Мартенсит 40%; Мартенсит 80% + Аустеніт 20%; Мартенсит 90% + Аустеніт 10%.

Нанесення покриття виконувалось на установці для наплавлення в середовищі захисних газів УД-209М, дротом Нп-30ХГСА.

Після наплавлення зразки шліфувалися на глибину 1 мм.

Результати експериментальних досліджень зношування зразків з різними структурними складовими в абразивному середовищі при різному шляху тертя показані в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Зношування наплавлених високовуглецевих зразків з різними структурними складовими в абразивному середовищі при різному шляху тертя

№ з/п	Структура покриття	Швидкість наплавлення, $V_{\text{напл}}$, м/год	Твердість, HRC	Ваговий знос, г			
				Шлях тертя, м			
				3500	7000	10500	14000
1	Мартенсит 90% + Аустеніт 10%	11	54	0,035	0,065	0,086	0,105
2	Мартенсит 80% + Аустеніт 20%	14	54	0,042	0,077	0,106	0,131
3	Аустеніт 60% + Мартенсит 40%	17	48	0,058	0,107	0,149	0,187
4	Аустеніт 60% + Мартенсит 30% + Ледебурит 10%	20	44	0,045	0,084	0,115	0,138
5	Аустеніт 20% + Мартенсит 10% + Ледебурит 70%	23	51	0,027	0,05	0,07	0,088
6	Ледебурит 100%	26	60	0,021	0,039	0,054	0,068

Кінетика зношування високовуглецевих покриттів при наступних структурних складових покриття показана на рисунку 2.12.

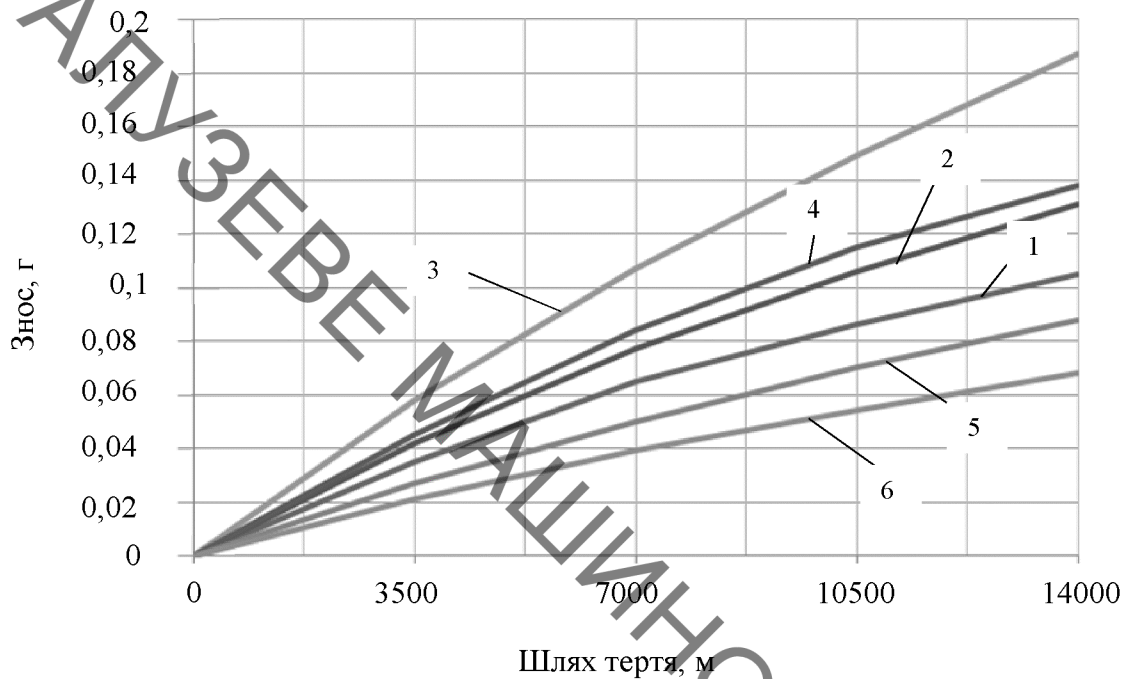


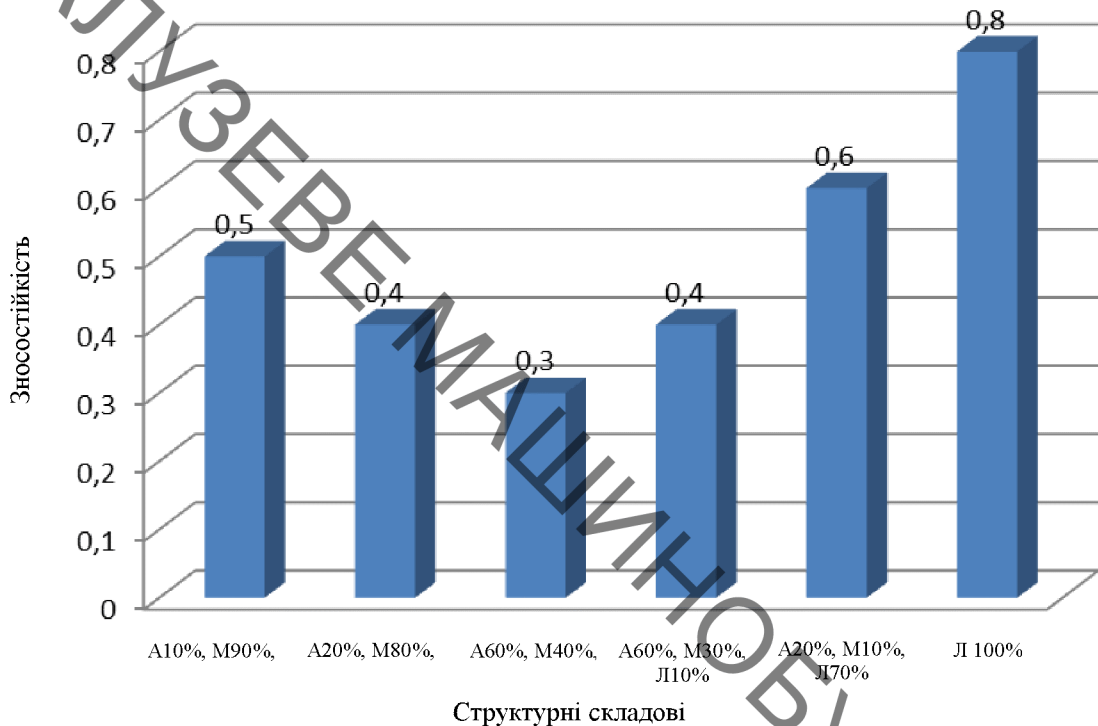
Рисунок 2.12 – Кінетика абразивного зношування високовуглецевих покриттів з структурним складом: 1) Мартенсит 90% + Аустеніт 10%; 2) Мартенсит 80% + Аустеніт 20%; 3) Аустеніт 60% + Мартенсит 40%; 4) Аустеніт 60% + Мартенсит 30% + Ледебурит 10%; 5) Аустеніт 20% + Мартенсит 10% + Ледебурит 70%; 6) Ледебурит 100%.

Кількісно інтенсивність зношування поверхні при шляху тертя 14000 метрів визначалась за формулою (2.3) [22]. Отримані розрахунки зведемо до таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Інтенсивність зношування високовуглецевого покриття за умови зміни структурних складових покриття в абразивному середовищі

Інтенсивність зношування, $I_T \cdot 10^{-7}$ (шлях тертя 14000 м)					
Мартенсит 90% Аустеніт 10%	Мартенсит 80% Аустеніт 20%	Аустеніт 60% Мартенсит 40%	Аустеніт 60% Мартенсит 30% Ледебурит 10%	Аустеніт 20% Мартенсит 10% Ледебурит 70%;	Ледебурит 100%
1,9	2,4	3,4	2,5	1,6	1,2

На рисунку 2.13 показана зносостійкість високовуглецевих покриттів з різними структурами в умовах абразивного тертя (шлях тертя 14000 м).



Рисунком 2.13 – Зносостійкість високовуглецевого покриття з різними структурами в умовах абразивного тертя

Аустеніт та вторинні структури в умовах абразивного тертя впливають слабо на інтенсивність зношування. Найкраще працюють структури з ледебуритною структурою (HRC 60). Викришування крихких твердих включень суттєво не змінюють ситуацію, оскільки в середовищі і так багато включень абразиву.

Аналіз отриманих даних показав, що найменшу інтенсивність зношування (більшу зносостійкість) в умовах абразивного тертя мають високовуглецеві покриття з ледебуритною структурою. Найбільшу інтенсивність зношування (меншу зносостійкість) мають високовуглецеві покриття з мартенситно-аустенітною структурою.

2.10 Висновки до розділу 2

1. В умовах сухого тертя метастабільний аустеніт, за рахунок поглинання частини енергії, перетворюється в мартенсит.

1.1 В умовах сухого тертя найбільша інтенсивність зношування буде в наплавлених високовуглецевих покриттях з ледебуритною структурою ($3,1 \cdot 10^{-8}$). Найменша інтенсивність зношування буде в покриттях з мартенситно – аустенітною структурою ($1,6 \dots 2 \cdot 10^{-8}$).

1.2 Відхилення від лінійності отриманих залежностей інтенсивності зношування в умовах сухого тертя є результатом складних фізико-хімічних процесів на поверхнях тертя з утворенням вторинних структур, які складаються з складних оксидів Si, Cr, Mn та Fe. При терті високовуглецевих покриттів з мартенситно-аустенітною структурою (M90%+A10%) концентрація вторинних структур на поверхні тертя збільшується до 60% .

2. Вторинні структури, що утворюються на поверхнях в умовах абразивного тертя відіграють другорядну роль в наслідок їх швидкого видалення твердими абразивними частками. В'язкий аустеніт сприяє утриманню твердих складових покриття.

2.1 В умовах абразивного тертя найбільша інтенсивність зношування спостерігається в наплавлених високовуглецевих покриттях з мартенситно-аустенітною структурою ($3,4 \cdot 10^{-8}$). Найменша інтенсивність зношування зафіксована в покриттях з ледебуритною структурою ($1,2 \cdot 10^{-8}$).

2.2 В покриттях з аустенітно-мартенситною структурою в умовах абразивного тертя ріст кількості залишкового аустеніту від 10% до 60% призводить до збільшення інтенсивності зношування від $1,9 \cdot 10^{-8}$ до $3,4 \cdot 10^{-8}$.

2.3 В покриттях з аустенітно-мартенситно-ледебуритною структурою в умовах абразивного тертя зі збільшенням кількості ледебуриту від 10% до 70% спостерігається зменшення інтенсивності зношування від $2,5 \cdot 10^{-8}$ до $1,6 \cdot 10^{-8}$.

3. Для роботи в умовах абразивного тертя слід наплавляти високовуглецеві покриття з максимальною твердістю. Структура такого покриття повинна складатися з ледебуриту (аустеніт + цементит).

4. Для роботи в парах тертя високовуглецеве покриття – сталь бажано отримати структури, у яких відсутні структурно-вільні карбіди.

3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ВАЛУ ПРОМІЖНОГО КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ АВТОМОБІЛЯ УАЗ

3.1 Аналіз конструкції проміжного вала та експлуатація його у вузлі

По своїй формі, конструкції і технологічних ознаках деталей відноситься до класу «Вали» (рис. 3.1).

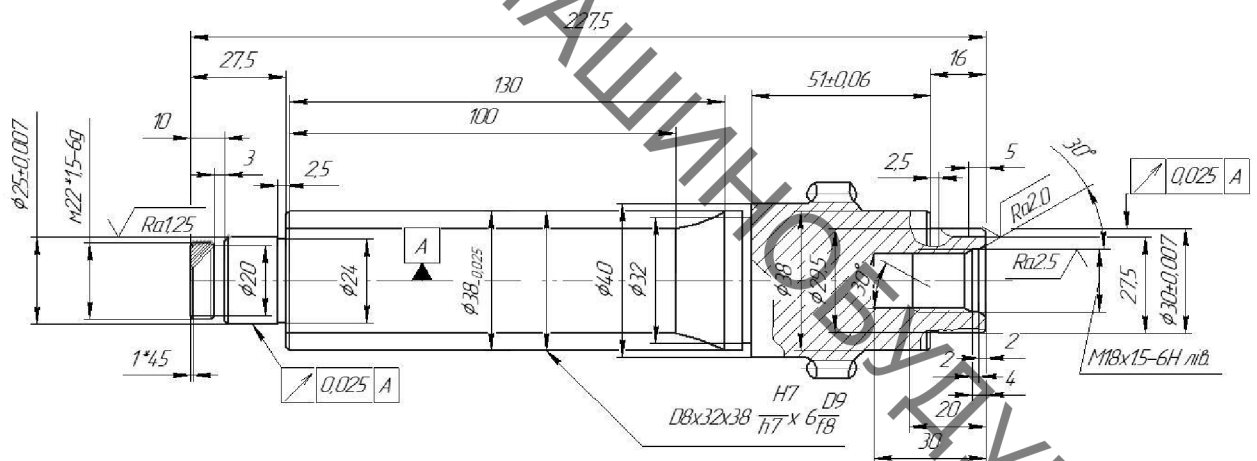


Рисунок 3.1 – Ескіз вала

Проміжний вал коробки передач виконаний разом з привідною шестернею другої передачі. Установлений вал на двох підшипниках: передньому роликовому і задньому кульковому, встановлених в основних отворах картера коробки передач. На проміжному валу на дворядних голчатих підшипниках обертаються привідні шестерні третьої і четвертої передачі. Для обмеження осьових переміщень від зусиль, що виникають на косозубих шестернях при передачі крутного моменту, встановлені фіксувальні фігурні шайби. Необхідний осьовий розгін шестерень в межах 0,26-0,39 мм забезпечується вздовж втулок (рис. 3.2).

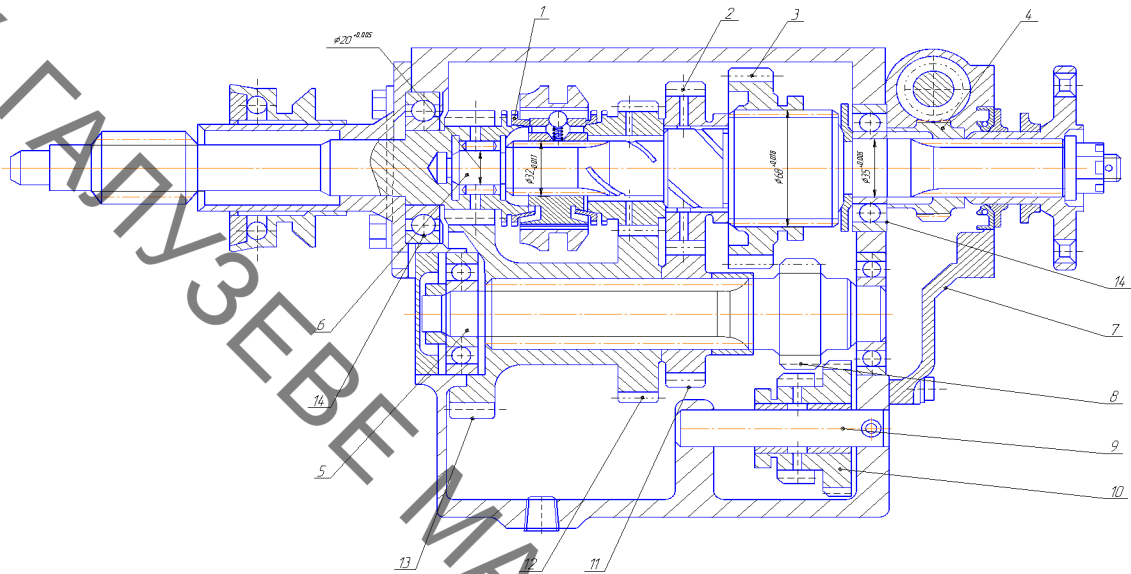


Рисунок 3.2 - Коробка передач автомобіля УАЗ-452

Проміжний вал є блоком з чотирьох косозубих шестерень. При включенні будь-якої передачі, окрім IV, крутний момент, передається на вторинний вал через проміжний. Шестерні проміжного валу розташовані в такому порядку (від його переднього кінця): шестерня постійного зачеплення з первинним валом, шестерні III, II і I передач. До заднього кінця вала болтом кріпиться блок з двох шестерень: заднього ходу (прямозуба) і V передачі (косозуба). Він додатково спирається на роликівий підшипник в задній кришці коробки передач.

3.2 Аналіз умов роботи

Вал проміжний коробки передач є конструкцією з циліндричних поверхонь різного діаметру, по обох торцевих поверхнях має фаски та шліци.

Вал проміжний коробки передач розташований усередині картера коробки передач. При його заміні потрібне розбирання вузла. Проміжний вал – деталь відповідальна. Вал постійно обертається. В процесі експлуатації деталь піддається дії напружень кручення, тертя ковзання із змінними навантаженнями і обмеженим мащенням. Характерні пошкодження – втомні

злами, зношування і тріщини. Зуби не повинні мати відколів, забоїн. Шліци і канавки вала не повинні мати вм'ятин, задирів, щоб забезпечити безлюфтову посадку маточин синхронізатора. Тому матеріал вала повинен бути твердим, зносостійким, витримувати великі контактні навантаження і мати високу контактну витривалість. Забезпечити такі вимоги може легована сталь із змістом вуглецю $(0,15-0,25)\%C$, після термічної обробки на максимальну твердість HRC60.65.

Креслення деталі дає всі необхідні відомості про деталь. Розглянемо всі опрацьовані поверхні вала і їх призначення, використовуючи рисунок 3.1 та 3.3.

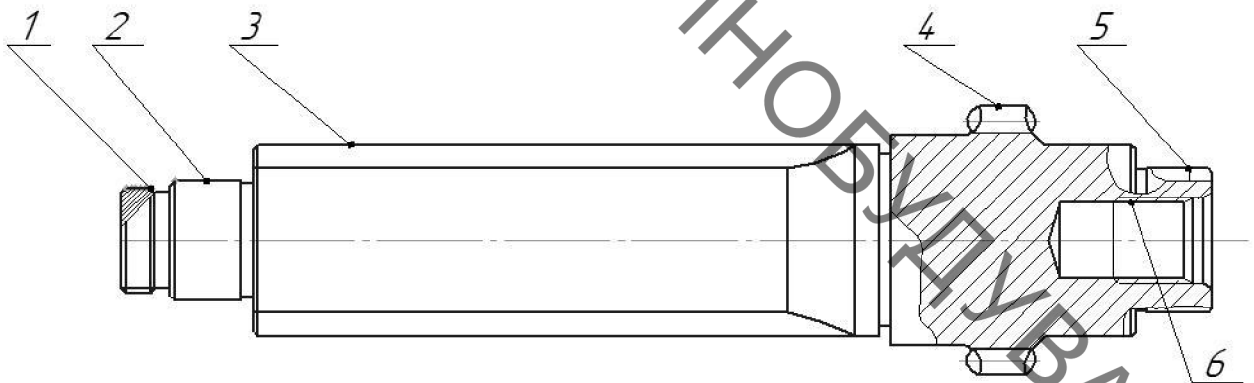


Рисунок 3.3 - Ескіз вала з вказаними номерами поверхонь

Поверхні 2 і 5 призначені для встановлення підшипників. Вони є основними конструкторськими базами. Поверхня 3 – шліцева поверхня, і призначена для руху по ній рухомого блоку шестерень, для перемикавання передач. Ця поверхня має бути виконана з високими вимогами точності та співвісності. Вона є допоміжною конструкторською базою. Поверхня шестерні 4 – нерухома і знаходиться в постійному зачепленні з приводом, її зубчаста поверхня є виконавчою – передає крутний момент. Поверхня 1 – це фіксуєчо-кріпильна поверхня вала, яка допомагає закріпити вал в корпусі коробки передач в осьовому напрямі і є теж основною конструкторською

базою. Поверхня 6 внутрішня фіксує поверхня для закріплення підшипника. Це досить відповідальні поверхні, оскільки від них залежить положення вала в корпусі коробки передач.

Вони потребують високої точності виготовлення разом з виконавчими поверхнями.

Між основними і допоміжними базами необхідно забезпечити точне взаємне розташування (биття не повинно перевищувати 0.01мм)

3.3 Матеріал деталі і його властивості

Вал виготовлений із легованої сталі 25ХГМ ГОСТ 4543-71. Сталь 25ХГМ має всі якості для обробки на металорізальних верстатах без затруднень.

Характеристика заданої марки сталі.

Сталь 25ХГМ можна класифікувати за наступними ознаками:

- за призначенням - конструкційна (машинобудівна) цементуєма (нітроцементуєма);
- за хімічним складом – легована; (таблиця 2.1)
- за вмістом вуглецю – низьковуглецева; (таблиця 2.1)
- по ступеню розкислювання – спокійна.

Критичні і мартенситні точки:

$AC1 = 770 \text{ } ^\circ\text{C}$, $Ar1 = 665 \text{ } ^\circ\text{C}$, $ACm = 825 \text{ } ^\circ\text{C}$, $Arcm = 740 \text{ } ^\circ\text{C}$, $AC3 = 860 \text{ } ^\circ\text{C}$

Механічні властивості сталі (таблиця 2.2).

Технологічні властивості.

Сталь 25ХГМ характеризується високим ступенем придатності до обробки різанням, задовільною пластичністю при обробці тиском. Особливості структурних перетворень цієї сталі дозволяють для отримання необхідних властивостей широко застосовувати термічну обробку, що особливо важливо для таких деталей, як важелі, тяги, шестерні.

Хімічні властивості (Таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 - Хімічний склад сталі 25ХГМ в % по ГОСТ 4543-71

C	Mn	Cr	Mo	Не більше			
				P	S	Cu	Ni
0,23 – 0,29	0,90– 1,2	0,90 – 1,2	0,20 – 0,30	0,035	0,035	0,30	0,30

Механічні властивості (Таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 - Механічні властивості сталі 25ХГМ

Найменування	Значення	Од.вимір.	Контекст
Відносне звуження	45	%	гартування 860°C (масло) + відпуск 500°C (вода)
Відносне подовження після розриву	10	%	гартування 860°C (масло) + відпуск 500°C (вода)
Густина	7850	кг/м ³	
Межа міцності	1200	МПа	гартування (масло) + відпуск 500°C (вода)
Межа текучості	1100	МПа	гартування 860°C (масло) + відпуск 500°C (вода)
Зварність	Важкозварна		
Схильність до відпускнуої крихкості	не схильна		
Твердість по Бріннелю	552	НВ	гартування 850°C (вода) + відпуск 200°C (повітря)
Температура кування	1250..800	°C	

3.4 Якісний аналіз

Якісний аналіз деталі «Вал 4-ої передачі» проводився з використанням діаграми Ісікави (рис. 3.4). На якій показані такі показники якості деталі як технологія, контроль, обладнання, сировина, та інші.

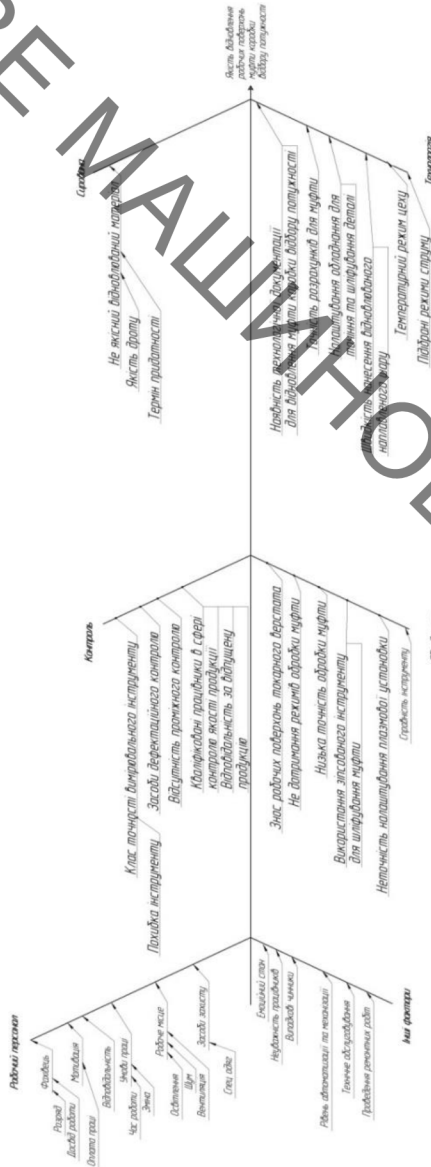


Рисунок 3.4 - Діаграма Ісікави

3.5 Дефектування валу проміжного коробки передач ат омобіля УАЗ

Основні дефекти валу проміжного коробки передач автомобіля УАЗ показані на рисунку 3.5 та в таблиці 3.3.

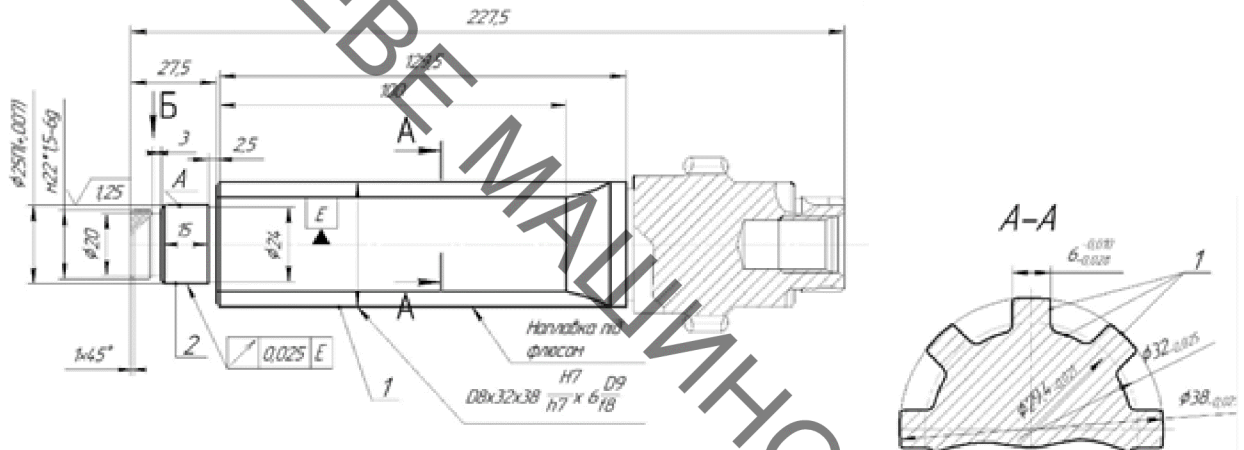


Рисунок 3.5 – Схема розміщення дефектів

Таблиця 3.3 – Дефекти валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У

№ деф.	Дефект	Вимірювальний інструмент	Розміри, мм	
			За кресленням	Допустимий
1.	Зношення шліцевої поверхні	Мікрометр М375-1 ГОСТ 6507-90	Ø38	Ø37,95
2	Зношення циліндричної поверхні під підшипник	Мікрометр М375-1 ГОСТ 6507-90	Ø 25	Ø24,99

3.6 Вибір та технічне обґрунтування методів відновлення поверхонь валу проміжного коробки передач автомобіля УАЗ [23]

Результат дефектування вала показав, що найбільшому зношуванню піддаються шліці на поверхні $\varnothing 38$ та поверхні під підшипники $\varnothing 25_{-0,007}$ та. Всі інші поверхні не піддаються інтенсивному зношуванню і мають незначний коефіцієнт повторюємості.

Шліці на поверхні $\varnothing 28$ маючи великий знос при відновленні може лише наплавлятися.

Порівнявши ряд переваг та недоліків існуючих методів нанесення покриттів, обрахувавши економічну доцільність використання цих методів та технологічну можливість використання наявного обладнання, обираємо для відновлення поверхонь проміного валу проміжного коробки передач автомобіля УАЗ під підшипники обираємо саме плазмове напилення.

3.7 Формування маршруту відновлення валу проміжного коробки передач автомобіля УАЗ

В таблиці 3.4 показан маршрут відновлення валу проміжного коробки передач автомобіля УАЗ

Таблиця 3.4 – Маршрут обробки валу проміжного коробки передач автомобіля УАЗ

№ опер	Операційні переходи	Ескізи базування	Моделі верстатів
005	Почити заготовку.		Мична машина Лабомід-102
010	Шліфувальна 1. Встановити, закріпити заготовку. 2. Шліфувати поверхню 1 до розміру $\Phi 36,72_{-0,025}^{+0,025}$ мм. 3. Зняти заготовку.		Круглошліфувальний верстат ЗМ150
015	Шліцешліфувальна 1. Встановити, закріпити заготовку. 2. Шліфувати поверхню 2 до розміру $5,22_{-0,015}^{+0,015}$ мм. 3. Зняти заготовку.		Шліцешліфувальний верстат ЗП451
020	Наплавлення 1. Встановити, закріпити заготовку. 2. Наплавити поверхню 1 до розміру $\Phi 40,575_{-0,025}^{+0,025}$ мм. 3. Зняти заготовку.		Наплавочно-установка УД-209,
025	Наплавлення 1. Встановити, закріпити заготовку. 2. Наплавити поверхню 2 до розміру $6,5_{-0,015}^{+0,015}$ мм. 3. Зняти заготовку.		Наплавочно-установка УД-209,
030	Токарна 1. Встановити, закріпити заготовку. 2. Точити поверхню 1 до розміру $\Phi 38_{-0,025}^{+0,025}$ мм. 3. Зняти заготовку.		Токарно-гвинтарний верстат 16К20-ФЗ,
035	Шліцефрезерна 1. Встановити, закріпити заготовку. 2. Фрезерувати шліцеві пази 1 і сторони шліців 2. 3. Зняти заготовку.		Побудовно-фрезерний верстат 6М610ФЗ
040	Термічна 1. Загартувати заготовку		ВЧГ-3-160/0,066

Продовження таблиці 3.4

№ опер	Операційні переходи	Ескізи базування	Моделі верстатів
045	<p><i>Шліфувальна</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Встановити, закріпити заготовку. 2 Шліфувати поверхню 3 до розміру $\phi 24_{-0,025}^{+0,025}$. 3 Зняти заготовку. 		<p>Кругло-шліфувальний верстат 3М150;</p>
050	<p><i>Напильня</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Встановити, закріпити заготовку. 2 Напилити поверхню 3 до розміру $\phi 26_{-0,025}^{+0,025}$ мм. 3 Зняти заготовку. 		<p>Плазмада установка УМТ-102</p>
055	<p><i>Шліфувальна</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Встановити, закріпити заготовку. 2 Шліфувати поверхню 1 до розміру $\phi 38_{-0,025}^{+0,025}$ поверхню 3 до розміру 25 мм. 3 Зняти заготовку. 		<p>Кругло-шліфувальний верстат 3М153;</p>
060	<p><i>Щітцешліфувальна</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Встановити, закріпити заготовку. 2 Шліфувати наочно поверхню 1 до розміру $\phi 29,4_{-0,025}^{+0,025}$. 3 Шліфувати наочно поверхню 2 до розміру 6 мм. 		<p>Щітцешліфувальний верстат 3М451</p>
065	<p><i>Контрольна</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Виміряти діаметри відновлених поверхонь. 2 Порівняти виміри з розмірами на кресленні. 		

3.8 Розрахунок припусків на переходи механічної обробки валу проміжного коробки передач автомобіля УАЗ

Розрахунок припусків виконуємо за відомою методикою [24]. Отримані результати занесли в таблицю 3.5.

Таблиця 3.5 - Розрахунок припусків на $\varnothing 38,975$

Операція	Величина, що визначає $2Z_{\min}$, мкм				$2Z_{\min}$, мкм	Розрахункові розміри відновл. дет.	Допуск на розм., мкм	Гран. розм. віднов. дет., мм		Гран. знач. припуску, мм	
	R_z	H	ρ	E_y				min	max	Z_{\min}	Z_{\max}
Відновлена деталь	160	200	250	-	-	39.61	1000	39.61	40.61	-	-
Точіння: чорнове	60	60	15	0	1220	38.39	250	38,4	38,64	1,21	1,97
чистове	30	30	12.5	300	270	38.12	140	38.2	38.26	0,2	0,38
Шліфування	10	20	10	50	145	37,975	6	38	38,035	0,2	0,225

3.9 Призначення режимів механічної обробки валу проміжного коробки передач автомобіля УАЗ [24]

Призначенні режими токарної обробки валу проміжного коробки передач автомобіля УАЗ показані в таблиці 3.6

Таблиця 3.6 – Режими токарної обробки

Параметри	Позначення	Розрахункове значення
Глибина різання	t , мм	0,38
Подача	S , мм/об	0,05
Швидкість різання	V , м/хв	7,5
Частота обертання	$n_{дет}$, об/хв	50
Сила різання	$P_{різ}$, Н	4809
Потужність	N , кВт	0,59

Призначенні режими шліфування валу проміжного коробки передач автомобіля УАЗ показані в таблицях 3.7.

Таблиця 3.7 – Режими шліфування поверхні

Параметри	Позначення	Розрахункове значення
Швидкість шліфувального круга	V , м/с	30
Повздовжня подача	$S_{п}$, мм/об	0,075
Поперечна подача	t , мм/хід	0,025
Частота обертання заготовки	$n_{дет}$, об/хв	60

Призначенні режими фрезерування шліців валу проміжного коробки передач автомобіля УАЗ показані в таблицях 3.8.

Таблиця 3.8 – Режими фрезерування

Параметри	Позначення	Розрахункове значення
Глибина різання	t , мм	0,5
Подача	S , мм/об	0,2
Швидкість різання	V , м/хв	326
Частота обертання	$n_{дет}$, об/хв	830
Сила різання	$P_{різ}$, Н	122
Потужність	N , кВт	2,2

3.10 Призначення режимів нанесення покриття зношених поверхонь валу проміжного коробки передач автомобіля УАЗ

Для наплавлення вибрали установку УД-209М та наплавний дріт Нп-30ХГСА (Діаметр дроту 2 мм). Рекомендований флюс: АН60. Режими наплавлення показані в таблиці 3.9. [23]

Таблиця 3.9 – Режими наплавлення

Параметри	Позначення	Розрахункове значення
Струм	I, А	130
Напруга	U, В	26
Швидкість подачі дроту	V_e , м/год	26
Випіт електродного дроту	H, мм	20
Зміщення від zenіту	a, мм	2,5
Швидкість наплавлення	V_n , м/год	2,5

Для напилення зношених поверхонь вибрали порошок ПС-12НВК-01. Розраховані параметри режиму напилення показані в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Режими напилення

Параметри	Позначення	Розрахункове значення
Шар напилення за один прохід	h, мм	0,9
Об'єм плями напилювання	Q, мм ³	17,66
Маса плями	m, г	0,14
Лінійна швидкість напилювання	V_d , мм/с	120
Швидкість переміщення плазматрона	V_T , мм/с	10,5
Швидкість обертання деталі	W_q , об/с	1,6
Кількість проходів	n, мм	9
Основний час при напилюванні	t_o , с	6,4

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

3.11.1 Обрання обладнання для напилення

У комплект обладнання для плазмового напилення входять наступні вузли:

- плазмотрон і механізм транспортування порошкових чи проволочних матеріалів;
- пульт керування, у якому зосереджені вимірювальні, регулюючі і блокуючі пристрої;
- джерело живлення дуги;
- джерело і приймач води для охолодження;
- комплекс комунікацій, що з'єднують окремі вузли установки і забезпечують підведення енергії, води і газів до плазмотрона.

Струм і газ, які підводять до установки, а також охолоджуюча вода взаємозв'язані. Їх взаємозв'язок полягає в тому, що електрична схема включення напруги, підведеної до плазмового пальника від джерела струму, заблокована контактами реле тиску, які встановлені в системі охолодження водою, а також контактами реле тиску, які встановлені в системі живлення плазмоутворюючим газом.

У випадку недостатніх витрат та тиску газу чи води спрацьовує відповідне реле і автоматично відключає джерело струму, запобігаючи від розплавлення плазмотрон.

Радіус обслуговування визначається довжиною гнучкого кабелю, який забезпечує підведення струму і охолоджуючої води до плазмотрона.

В якості джерела живлення можна застосувати зварювальний генератор ПСО-500 або випрямляч ИПН-160/600.

Установка для плазмового напилювання повинна мати наступні елементи (рис. 3.6): станину; привід обертання деталі, що відновлюється;

привід переміщення плазмотрона; витяжну систему для відводу відпрацьованих газів; захисні екрани.



Рисунок 3.6 – Робоче місце

Для вибору механізму обертання вала проміжного коробки передач визначимо його масоцентровочні характеристики:

Площа	$S = 24216.998583 \text{ мм}^2$
Об'єм	$V = 159805.561492 \text{ мм}^3$
Матеріал	Сталь 25ХГМ ГОСТ 4543-71
Густина	$R_0 = 0.007820 \text{ г/мм}^3$
Маса	$M = 3249.679491 \text{ г}$
Центр мас	$X_c = 50.856564 \text{ мм}$
	$Y_c = 0.000000 \text{ мм}$
	$Z_c = 0.000000 \text{ мм}$

Направлення головних вісей інерції

Вісь X	$X = -0.000019$
	$Y = 1.000000$
	$Z = 0.000735$
Вісь Y	$X = -0.000004$
	$Y = -0.000735$
	$Z = 1.000000$
Вісь Z	$X = 1.000000$
	$Y = 0.000019$
	$Z = 0.000004$

Механізми обертання даної деталі, та переміщення плазмотрону обираємо із каталогу приводів фірми FESTO.

Приводним вузлом в установці для плазмового напилювання є привід для обертання деталі та привід для переміщення плазмотрона.

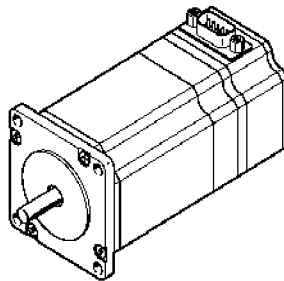


Рисунок 3.7 – Двигун для переміщення плазмотрону

Двигун обираємо із каталогу приводів фірми FESTO.

Кроковий двигун 530062 MTR-ST-57-48S-AB.

Механізм переміщення плазмотрона.

Для переміщення плазмотрона оберемо електромеханічний привід із каталогу фірми FESTO. Маса плазмотрону (враховуючи масу комунікаційної апаратури) становить ≈ 4 кг. Радіальне переміщення забезпечує привід 193745DGE-18- -SP.

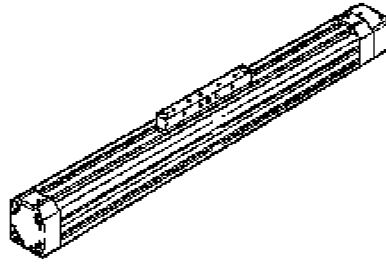


Рисунок 3.8 – Привід шпindelний лінійний DGE-18-SP.

Механізмом обертання валу проміжного є кроковий двигун (рис.3.9), який обираємо із каталогу приводів фірми FESTO.



Рисунок 3.9 - Кроковий двигун MTR-DCI-42 - 533742

3.11.2 Конструкторські параметри плазмового розпилювача

Враховуючи поставлені задачі, було запропоновано таку конструкцію напилувального пристрою (рис. 3.10).

На рисунку 3.10 зображений пропонований пристрій. Він складається з внутрішнього електроду 2, герметично встановленого на діафрагмі 1 в охолоджуваній порожнині, утвореній фланцем 8 і діафрагмою, профільованого сопла 5 з охолоджуваною порожниною, встановленого на гумових ізоляторах 9, ступінчастого вихідного електроду 3 з охолоджуваною порожниною, а також з вихрової камери з каналами подачі інертного газу захисту внутрішнього електроду, утвореною діафрагмою 1 і соплом 7, і вихрової камери з каналами подачі робочого газу, утвореної соплом 7 і вихідним електродом 3. Працює пристрій таким чином. У вихрову камеру подають інертний газ, запалюють дуговий розряд одним з відомих способів між електродом 2 і соплом 7, електрично сполученим на час запуску з електродом 3. Потім регулюють витрату інертного газу і перекладають опорну пляму дуги з сопла 7 на електрод 3, Далі подають витрату робочого газу у вихрову камеру з каналами подачі робочого газу і зменшують витрату захисного газу до 1/20 і менше частини від витрати робочого газу, підбирають витрату робочого газу і режим роботи плазмотрона таким чином, що опорна пляма дуги, що самовстановлюється, переходить за місце ступінчастого переходу на циліндричній поверхні вихідного електроду.

3.12 Висновки розділу 3

1. Під час виконання данного розділу було розроблено технологічний процес відновлення та зміцнення валу поверхонь валу проміжного коробки передач автомобіля УАЗ для підвищення якості відновлення зношених поверхонь;

2. Підібрано методи відновлення зношених поверхонь поверхонь валу проміжного коробки передач автомобіля УАЗ. А саме для відновлення поверхонь під підшипники – плазмове напилення порошком ПС-12НВК-01. Зношені шліці заплавляти.

3. Були проведені відповідні розрахунки режимів відновлення (наплавлення та напилення) та механічної обробки поверхонь деталі. Підібрані матеріали для нанесення покриттів та відповідне обладнання та оснащення для наплавлення.

4. Розроблена установка з числовим програмним керуванням та робоче місце для плазмового напилення, яка дозволяє автоматизувати запропановану технологію.

5. Запропонована технологія може бути використана на ремонтних підприємствах;

4 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІННОВАЦІЙНОГО РІШЕННЯ

Економічна частина є завершальним розділом магістерської дипломної роботи, в якому розробляються остаточні висновки щодо економічної ефективності запропонованої розробки. В даному розділі розглянемо основні питання конкурентоспроможності продукту та комерційного потенціалу розробки.

4.1 Проведення комерційного та технологічного аудиту науково-технічної розробки

Метою проведення комерційного і технологічного аудиту є оцінювання науково-технічного рівня та рівня комерційного потенціалу розробки, створеної в результаті науково-технічної діяльності, тобто під час виконання магістерської кваліфікаційної роботи.

Для проведення комерційного і технологічного аудиту залучимо 3-х незалежних експертів. У нашому випадку такими експертами будуть провідні викладачі випускової та споріднених кафедр.

Оцінювання науково-технічного рівня розробки та її комерційного потенціалу будемо здійснювати за 12-а критеріями згідно рекомендацій.

Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки заносимо до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Результати оцінювання науково-технічного рівня і комерційного потенціалу розробки

Критерії	Експерти		
	Експерт 1	Експерт 2	Експерт 3
	Бали, виставлені експертами		
Технічна здійсненність концепції	4	3	4
Ринкові переваги (наявність аналогів)	4	3	4
Ринкові переваги (ціна продукту)	4	4	3
Ринкові переваги (технічні властивості)	3	3	4
Ринкові переваги (експлуатаційні витрати)	4	4	3
Ринкові перспективи (розмір ринку)	3	4	4
Ринкові перспективи (конкуренція)	4	4	3
Практична здійсненність (наявність фахівців)	4	3	3
Практична здійсненність (наявність фінансів)	3	4	4
Практична здійсненність (необхідність нових матеріалів)	3	3	4
Практична здійсненність (термін реалізації)	3	3	3
Практична здійсненність (розробка документів)	4	4	4
Сума балів	43	41	42
Середньоарифметична сума балів \overline{CB}	42		

За даними таблиці 4.1 робимо висновок щодо рівня комерційного потенціалу розробки. При цьому користуємося рекомендаціями, наведеними в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Науково-технічні рівні та комерційні потенціали розробки

Середньоарифметична сума балів, розрахована на основі висновків експертів	Рівень комерційного потенціалу розробки
0 – 10	Низький
11 – 20	Нижче середнього
21 – 30	Середній
31 – 40	Вище середнього
41 – 50	Високий

Оскільки середньоарифметична сума балів складає 42, то рівень комерційного потенціалу розробки високий, тому дана розробка є реальною для подальшої її реалізації та впровадження.

Можливі декілька шляхів реалізації розробки. Розроблений новий технологічний процес відновлення валу проміжного коробки передач автомобіля УАЗ 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. В даній розробці зацікавлене ремонтне підприємство.

4.2 Розрахунок витрат на здійснення науково-дослідної роботи

4.2.1 Витрати на оплату праці

Основна заробітна плата дослідників

Витрати на основну заробітну плату дослідників розраховують відповідно до посадових окладів працівників, за формулою:

$$Z_o = \sum_{i=1}^k \frac{M_{ni} \cdot t_i}{T_p}, \quad (4.1)$$

де M_{ni} – місячний посадовий оклад конкретного розробника (інженера, дослідника, науковця тощо), грн.;

T_p – середня кількість робочих днів в місяці, $T_p \approx 21 \dots 23$ дні;

t_i – кількість днів роботи конкретного дослідника.

Дану розробку буде проводити інженер, величина окладу буде становити 10000 грн. на місяць. Кількість робочих днів у місяці складає 22, а кількість робочих днів дослідника складає 45.

Зведемо сумарні розрахунки до таблиця 4.3.

Таблиця 4.3 – Витрати на заробітну плату дослідників

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн	Оплата за робочий день, грн	Кількість днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн
Керівник проекту	12000	545,45	6	3272,7
Інженер	10000	454,54	45	20454,3
Всього				23727

Розрахуємо заробітну плату працівників, які беруть участь у виконанні НДР і виконують роботи за робочими професіями.

Основна заробітна плата робітників Z_p , якщо вони беруть участь у виконанні даного етапу роботи і виконують роботи за робочими професіями у випадку, коли вони працюють в наукових установах бюджетної сфери, розраховується за формулою:

$$Z_p = \sum_{i=1}^n C_i \cdot t_i, \quad (4.2)$$

де C_i – погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, за виконану відповідну роботу, грн/год.;

t_i – час роботи робітника на виконання певної роботи, год.

Погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду визначається за формулою :

$$C_i = \frac{M_M \cdot K_i \cdot K_C}{T_p \cdot t_{зм}}, \quad (4.3)$$

де M_M – розмір прожиткового мінімуму працездатної особи або мінімальної місячної заробітної плати (залежно від діючого законодавства), грн. (розмір мінімальної зарплати в 2021 році складає 6000 грн. в місяць);

K_i – коефіцієнт міжкваліфікаційного співвідношення для встановлення тарифної ставки робітнику відповідного розряду (таблиця 4.4);

K_C – мінімальний коефіцієнт співвідношень місячних тарифних ставок робітників першого розряду з нормальними умовами праці виробничих об'єднань і підприємств до законодавчо встановленого розміру мінімальної заробітної плати;

T_p – середня кількість робочих днів в місяці; приблизно $T_p \approx 21 \dots 23$ дні;

$t_{зм}$ – тривалість зміни, год.

Таблиця 4.4 – Міжкваліфікаційні співвідношення для встановлення тарифних ставок робітникам

Розряд	1	2	3	4	5	6	7	8
K_i	1,00	1,1	1,35	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4

Зроблені розрахунки занесемо у таблицю 4.5.

Таблиця 4.5 – Величина витрат на основну заробітну плату робітників

Найменування робіт	Трудомісткість, н-год.	Розряд роботи	Погодинна тарифна ставка	Величина оплати,
Заготівельні	2	2	38,85	77,7
Механічні	3	3	47,68	143,04
Складальні	1	4	52,98	52,98
Налагоджувальні	2	4	60,04	120,08
Всього				393,8

Розрахунок додаткової заробітної плати робітників

Додаткова заробітна плата Z_d розраховується як 10-12% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою

$$Z_{\text{дод}} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{\text{дод}}}{100\%}, \quad (4.4)$$

де $H_{\text{дод}}$ – норма нарахування додаткової заробітної плати.

На даному підприємстві додаткова заробітна плата начисляється в розмірі 10% від основної заробітної плати.

$$Z_d = 0,10 \cdot (23727 + 393,8) = 2412,08 (\text{грн.})$$

4.2.2 Відрахування на соціальні заходи

Нарахування на заробітну плату $H_{\text{зп}}$ дослідників та робітників, які брали участь у виконанні даного етапу роботи, розраховуються за формулою (4.5):

$$Z_{\text{дод}} = (Z_o + Z_p + Z_{\text{дод}}) \cdot \frac{H_{\text{зп}}}{100\%}, \quad (4.5)$$

де $H_{\text{зп}}$ – норма нарахування на заробітну плату.

Дана діяльність відноситься до бюджетної сфери, тому ставка єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування буде складати 22%, тоді:

$$H_{\text{зп}} = (23727 + 393,8 + 2412,08) \cdot \frac{22}{100} = 5837,23 (\text{грн.})$$

Отже, нарахування на заробітну плату складають 5837,23 грн.

4.2.3 Сировина та матеріали

Витрати на матеріали у вартісному вираженні розраховуються окремо для кожного виду матеріалів за формулою:

$$M = \sum_{j=1}^n H_j \cdot C_j \cdot K_j - \sum_{j=1}^n B_j \cdot C_{vj}, \quad (4.6)$$

де H_j – норма витрат матеріалу j -го найменування, кг;

n – кількість видів матеріалів;

C_j – вартість матеріалу j -го найменування, грн/кг;

K_j - коефіцієнт транспортних витрат, (1,1...1,15);

B_j – маса відходів j -го найменування, кг;

C_{vj} – вартість відходів j -го найменування, грн/кг.

Розрахунки зведемо до таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Витрати на матеріали.

Найменування матеріалу	Ціна за 1 кг, грн	Норма витрат, кг	Величина відходів, кг	Ціна відходів, грн/кг	Вартість витраченого матеріалу, грн.
Флюс БС-2	18,50	0,03	-	-	0,55
Припій ПОС-61	500	0,04	-	-	20
Склотекстоліт	98	0,1	-	-	9,8
Каніфоль	11,0	0,25	-	-	2,75
Всього					36,41

4.2.4 Розрахунок витрат на комплектуючі

Витрати на комплектуючі, які використовують при дослідженні нового технічного рішення, розраховуються, згідно з їхньою номенклатурою за формулою:

$$K_{\text{в}} = \sum_{j=1}^n H_j \cdot C_j \cdot K_j, \quad (4.7)$$

де H_j – кількість комплектуючих j -го виду, шт.;

C_j – покупна ціна комплектуючих j -го виду, грн;

K_j - коефіцієнт транспортних витрат, (1,1...1,15);

Проведені розрахунки зводимо до таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Витрати на комплектуючі

Найменування комплектуючих	Кількість, кг	Ціна за штуку, грн.	Разом
Кроковий двигун	1	5000	5000
Привід шпindelний лінійний	1	10374	10374
Кроковий двигун	1	500	500
Розпилюючий пристрій	1	1440	1440
Всього			19045,4

4.2.5 Амортизація обладнання, програмних засобів та приміщення

У спрощеному вигляді амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання, приміщень та програмному забезпеченню тощо можуть бути розраховані з використанням прямолінійного методу амортизації за формулою:

$$A_{\text{обл}} = \frac{Ц_б}{T_в} \cdot \frac{t_{\text{вик}}}{12}, \quad (4.8)$$

де $Ц_б$ – балансова вартість обладнання, програмних засобів, приміщень тощо, які використовувались для проведення досліджень, грн.;

$t_{\text{вик}}$ – термін корисного використання обладнання, програмних засобів, приміщень під час досліджень, місяців.

$T_в$ – строк корисного використання обладнання, програмних засобів, приміщень тощо, років.

Проведені розрахунки зводимо до таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн.	Строк корисного використання, років	Термін використання обладнання, місяців	Амортизаційні відрахування, грн.
Офісне приміщення	95000	15	3	1583,33
Виробниче приміщення	275000	15	2	3055,55
Комп'ютер	15000	5	5	1500
Всього				6138,88

4.2.6 Паливо та енергія для науково-виробничих цілей

Витрати на силову електроенергію розраховують за формулою:

$$B_e = \sum_{i=1}^n \frac{W_{yi} \cdot t_i \cdot Ц_e \cdot K_{внi}}{\eta_i}, \quad (4.9)$$

де W_{yi} – встановлена потужність обладнання на певному етапі розробки, кВт;

t_i – тривалість роботи обладнання на етапі дослідження, год;

C_e – вартість 1 кВт-години електроенергії, грн;

$K_{впi}$ – коефіцієнт, що враховує використання потужності;

η_i – коефіцієнт корисної дії обладнання.

Проведені розрахунки зведемо до таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Витрати на електроенергію

Найменування обладнання	Встановлена потужність, кВт	Тривалість роботи, год	Сума, грн
Комп'ютер	0,5	70	126
Освітлення приміщення	0,6	50	108
Паяльна станція	0,2	20	14,4
Всього			248,4

4.2.7 Службові відрядження

Витрати на службові відрядження розраховуються як 20...25% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$V_{cb} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{cb}}{100\%}, \quad (4.10)$$

де H_{cb} – норма нарахування за статтею «Службові відрядження».

$$V_{cb} = 0,25 \cdot (23727 + 393,8) = 6030,2(\text{грн.})$$

4.2.8 Інші витрати

Витрати за статтею «Інші витрати» розраховуються як 50...100% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$B_{iH} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{iB}}{100\%}, \quad (4.11)$$

де H_{iB} – норма нарахування за статтею «Інші витрати».

$$B_{iH} = 0,5 \cdot (23727 + 393,8) = 12060,4(\text{грн.})$$

4.2.9 Накладні (загальнопромислові) витрати

Витрати за статтею «Накладні (загальнопромислові) витрати» розраховуються як 100...150% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$B_{HЗВ} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{HЗВ}}{100\%}, \quad (4.12)$$

де $H_{HЗВ}$ – норма нарахування за статтею «Накладні (загальнопромислові) витрати».

$$B_{HЗВ} = 1 \cdot (23727 + 393,8) = 24120,8(\text{грн.})$$

Витрати на проведення науково-дослідної роботи розраховуються як сума всіх попередніх статей витрат за формулою:

$$B = Z_o + Z_p + Z_d + Z_H + M + K + A_{обл} + B_e + B_{св} + I_B + B_{HЗВ}, \quad (4.13)$$

$$B = 23727 + 393,8 + 2412,08 + 5837,23 + 36,41 + 19045,4 + 6138,88 + \\ + 248,4 + 6030,2 + 12060,4 + 24120,8 = 100050,6 \text{ (грн)}$$

Загальні витрати на завершення науково-дослідної роботи та оформлення її результатів розраховуються за формулою:

$$ЗВ = \frac{В_{\text{заг}}}{\eta}, \quad (4.14)$$

Загальні витрати складають

$$ЗВ = \frac{100050,6}{0,9} = 111167,33 \text{ (грн.)}$$

4.3 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки за її можливої комерціалізації потенційним інвестором

Розрахуємо можливе збільшення чистого прибутку у потенційного інвестора для кожного із років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки за формулою:

$$\Delta\Pi_i = (\pm\Delta Ц_0 \cdot N + Ц_0 \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{\vartheta}{100}\right), \quad (4.15)$$

де $\pm\Delta Ц_0$ – зміна основного якісного показника від впровадження результатів науково-технічної розробки в аналізованому році;

N – основний кількісний показник, який визначає величину попиту на аналогічні чи подібні розробки у році до впровадження результатів нової науково-технічної діяльності;

$Ц_0$ – основний якісний показник, який визначає ціну реалізації нової науково-технічної розробки в аналізованому році;

ΔN – зміна основного кількісного показника від впровадження результатів науково-технічної розробки в аналізованому році;

λ – коефіцієнт, який враховує сплату потенційним інвестором податку на додану вартість;

ρ – коефіцієнт, який враховує рентабельність інноваційного продукту (послуги), рекомендується приймати 0,2...0,5;

ϑ – ставка податку на прибуток.

В середньому в рік продається 700 розробок. Середня вартість такої розробки становить 3000 грн.

Впровадження зразка розробки дозволяє збільшити ціну кожного зразка на 300 грн, враховуючи ціни конкурентів. Також прогнозується, що попит на даний продукт зросте, оскільки даний продукт відрізняється якістю від конкурентних.

Попит збільшиться за перший рік на 300 примірників, за наступний на 200 та протягом третього року – ще на 100 примірників.

Ставка податку на додану вартість в 2021 році залишилась на рівні 20%, а коефіцієнт $\lambda=0,8333$. Ставка податку на прибуток складає 18%.

Коефіцієнт, який враховує рентабельність продукту, дорівнює 0,3.

Отже, розрахуємо збільшення чистого прибутку підприємства на 2022 - 2024 рр.:

$$\Delta\P_{2022} = (3000 \cdot 700 + (3000 + 300) \cdot 300) \cdot 0,8333 \cdot 0,3 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) = 633424,66 \text{ (грн.)}$$

$$\Delta\P_{2023} = (3000 \cdot 700 + (3000 + 300) \cdot (300 + 200)) \cdot 0,8333 \cdot 0,3 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) = 768719,25 \text{ (грн.)}$$

$$\Delta\P_{2024} = (3000 \cdot 700 + (3000 + 300) \cdot (300 + 200 + 100)) \cdot 0,8333 \cdot 0,3 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) = 836366,54 \text{ (грн.)}$$

Далі розрахуємо приведену вартість збільшення всіх чистих прибутків *ПП*, що їх може отримати потенційний інвестор від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки:

$$ПП = \sum_{i=1}^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1+\tau)^t}, \quad (4.16)$$

де $\Delta\Pi_i$ – збільшення чистого прибутку у кожному з років, протягом яких виявляються результати впровадження науково-технічної розробки, грн;

T – період часу, протягом якого очікується отримання позитивних результатів від впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, роки;

τ – ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні;

t – період часу (в роках) від моменту початку впровадження науково-технічної розробки до моменту отримання потенційним інвестором додаткових чистих прибутків у цьому році.

$$ПП = \frac{633424,66}{(1 + 0,1)^2} + \frac{768719,25}{(1 + 0,1)^3} + \frac{836366,54}{(1 + 0,1)^4} = 1672291,2 \text{ (грн.)}$$

Далі розрахуємо величину початкових інвестицій, які потенційний інвестор має вкласти для впровадження і комерціалізації науково-технічної розробки. Для цього можна використати формулу:

$$PV = k_{\text{інв}} \cdot ЗВ, \quad (4.17)$$

де $k_{\text{інв}}$ – коефіцієнт, що враховує витрати інвестора на впровадження науко-во-технічної розробки та її комерціалізацію.

$ЗВ$ – загальні витрати на проведення науково-технічної розробки та оформлення її результатів, грн.

$$PV = 4 \cdot 111167,33 = 444669,32 \text{ (грн)}$$

Тоді абсолютний економічний ефект або чистий приведений дохід для потенційного інвестора від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки становитиме:

$$E_{abc} = PP - PV, \quad (4.18)$$

де PP – приведена вартість зростання всіх чистих прибутків від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, грн;
 PV – теперішня вартість початкових інвестицій, грн.

$$E_{abc} = (1672291,2 - 444669,32) = 1227621,88 \text{ (грн.)}$$

Внутрішня економічна дохідність інвестицій, які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки, розраховується за формулою:

$$E_B = \sqrt[T_j]{1 + \frac{E_{abc}}{PV}} - 1, \quad (4.19)$$

де E_{abc} – абсолютний економічний ефект вкладених інвестицій, грн;

PV – теперішня вартість початкових інвестицій, грн;

T_j – життєвий цикл науково-технічної розробки, тобто час від початку її розробки до закінчення отримання позитивних результатів від її впровадження, роки.

$$E_B = \sqrt[3]{1 + \frac{1227621,88}{444669,32}} - 1 = 0,55 = 55\%$$

Далі визначимо бар'єрну ставку дисконтування, тобто мінімальну внутрішню економічну дохідність інвестицій, нижче якої кошти у впровадження науково-технічної розробки та її комерціалізацію вкладатися не будуть.

Мінімальна внутрішня економічна дохідність вкладених інвестицій визначається за формулою:

$$\tau_{min} = d + f, \quad (4.20)$$

де d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках;

f – показник, що характеризує ризикованість вкладення інвестицій.

$$\tau = 0,12 + 0,05 = 0,17$$

Далі розрахуємо період окупності інвестицій, які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки:

$$T_{ок} = \frac{1}{E_B}, \quad (4.21)$$

де E_B – внутрішня економічна дохідність вкладених інвестицій.

$$T_{ок} = \frac{1}{0,55} = 1,81 \text{ роки}$$

Термін окупності складає 1,81 роки, що свідчить про комерційну привабливість науково-технічної розробки і може спонукати потенційного інвестора профінансувати впровадження цієї розробки та виведення її на ринок.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об'єкта

5.1.1 Технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць

Приміщення в якому виконується вдосконалення технології та оснащення для забезпечення якості поверхонь наплавлених валів може мати шкідливі фізичні небезпечні виробничі чинники [25], а саме:

- підвищена та понижена температура повітря робочої зони;
- підвищена температура поверхонь обладнання;
- підвищена швидкість руху повітря;
- понижена вологість повітря,
- підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- небезпечний рівень напруги в електричному колі, замикання якого може пройти крізь тіло людини;
- підвищений рівень вібрації;
- нестача природного освітлення;
- недостатня освітленість робочої зони.

До небезпечних виробничих факторів відносяться: небезпека ураження людини електричним струмом напругою 220/380 В; використання несправного інструменту; опіки від розігрітих частин обладнання.

Психофізіологічні:

- фізичні перевантаження (динамічні);
- нервово-психічні перевантаження (монотонність праці, перенапруга аналізаторів).

Правила поведінки на робочому місці:

Робітник повинен знати:

- особливо пожежонебезпечні ділянки, а також спеціальні місця для паління.
Курити на території строго ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ;

- місця розташування пожежної сигналізації та правила користування нею (телефон, ел. оповісвачі, сигналізація тощо);

- місце, де знаходяться первинні засоби пожежегасіння (внутрішні крани, шухляди з піском і лопатами, вогнегасники, азбестова полотнина тощо);

- правила користування засобами пожежегасіння й інвентарем у кожному конкретному випадку (загоряння олії, гасу, дерева, папера, електропроводки тощо).

Особи, які відповідають за пожежну безпеку, повинні:

- здійснювати постійне спостереження за виконанням протипожежного режиму в цеху чи на території об'єкту;

- знати властивості матеріалів і сировини, що застосовується, ступінь небезпеки і вибухонебезпечності ділянок виробництва;

- знати засоби пожежегасіння та місцезнаходження вогнегасних засобів.

При прийманні чи здаванні зміни перевіряти наявність і справність первинних засобів пожежегасіння, а у випадку виявлення несправності чи їх відсутності, сповіщати про це відповідальній особі за пожежну безпеку.

Забезпечувати виконання попереджувальних протипожежних заходів, вчасно повідомляти про пожежу й організувати до прибуття пожежної команди гасіння пожежі силами особового складу добровільних пожежних дружин і інших робітників.

5.1.2 Електробезпека

Робочі місця не слід розміщувати поблизу силових кабелів і вводів, високовольтних трансформаторів, технологічного обладнання, що створює перешкоди у роботі.

Оскільки повинно подаватися стабілізоване електроживлення (з відхиленням від 220 В не більше -10 % +15 %), подачу електроенергії в

комп'ютерні приміщення слід здійснювати від окремого незалежного джерела живлення.

Згідно з вимогами ПУЕ корпуси розподільчих (вступних) щитів в будівлях, спорудах, квартирах повинні бути занулені і заземлені; на вводі в будинок повинна виконуватися система зрівнювання потенціалів [26].

5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Показниками, що характеризують мікроклімат є: температура повітря, відносна вологість, швидкість руху повітря, інтенсивність теплового випромінювання. Оптимальні показники мікроклімату поширюються на всю робочу зону, допустимі показники встановлюються диференційовано, у нашому випадку для постійного робочого місця [27].

Роботи, що виконуються відносяться до категорії робіт II а – середньої важкості. Вони пов'язані з розбиранням і збиранням вузлів і агрегатів, процесами механічної обробки деталей. Ці роботи пов'язані з середнім фізичним навантаженням.

Допустимі параметри мікроклімату приведені в таблиці 5.1

Таблиця 5.1. - Нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні виробничого приміщення

Період року	Категорія робіт по важкості	Температура °С	Відносна вологість %	Швидкість повітря м/с
		Допустима	Допустима	Допустима
Холодний	Середня II а	17-23	75	<0,3
Теплий	Середня II а	18-27	65 при 26°	0,2-0,4

Інтенсивність теплового випромінювання на працюючих визначається нагрітими поверхнями технологічного обладнання, освітлювальними пристроями. Інсоляції на постійних і непостійних робочих місцях не повинні перевищувати 36 Вт/м^2 при опроміненні більше 25% поверхні тіла.

Забезпечення метеорологічних умов праці в приміщенні здійснюється за допомогою системи припливно-витяжної вентиляції та регулярного провітрювання.

Шкідливі речовини, які виділяються на дільниці показані в табл. 5.2. Це в основному речовини, які містяться в відпрацьованих газах.

Таблиця 5.2 - Шкідливі речовини та їх ГДК

Назва речовини	Величина ГДК, мг/м ³	Агрегатний стан	Клас небезпеки	Особливість дії на організм
Акролеїн	0.2	П	II	
Азоту окис (NO ₂)	5	П	III	0
Бенз(а)пирен	0.0001	П	I	К
Окис вуглецю (CO)	20	П	IV	0
Свинець та його сполуки	0.01/0.005	A	I	
Тетраетилсвинець	0.005	П	I	0

Для захисту від шкідливих речовин, які знаходяться в повітрі робочої зони діагностування застосовують такі заходи:

- 1) обладнання приміщення дільниці загально-обмінною припливно-витяжною механічною вентиляцією;
- 2) обладнання постів діагностування автомобілів місцевими відсмоктувачами відпрацьованих газів;
- 3) спеціальна підготовка та інструктаж обслуговуючого персоналу;
- 4) своєчасний якісний ремонт вентиляційного обладнання;
- 5) регулярне прибирання приміщення;
- 6) застосування засобів індивідуального захисту працюючих (спецодяг,

захисні окуляри, тощо);

7) попереджувальні та періодичні медичні огляди, профілактичне харчування і дотримання правил особистої гігієни.

Система опалення забезпечує рівномірне нагрівання повітря в зоні, можливість місцевого регулювання і вимикання, зручність в експлуатації, а також доступ при ремонті.

Викиди в атмосферу із системи вентиляції розташовані на відстані від приймальних пристроїв для зовнішнього повітря більше 10 м. по горизонталі, викиди із системи місцевого відсмоктувача розташоване на висоті більше 2 м. над найвищою точкою покрівлі.

5.2.2 Виробниче освітлення

Приміщення повинні мати природне і штучне освітлення.

Природне освітлення має здійснюватись через світлопройми, орієнтовані переважно на північ і північний схід, і забезпечувати коефіцієнт природної освітленості не нижче 1,2% у зонах зі стійким сніжним покривом і не нижче 1,5% на іншій території.

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 [28] 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

Нормоване значення КПО для сумішеного освітлення даного виробничого приміщення розраховуємо за формулою:

$$e_N = e_n \cdot m_N, \quad (5.1)$$

де m_N - коефіцієнт світлового клімату, $m_N = 0,9$ при орієнтації вікон на північ.

Природне освітлення $e_N = 1,5 \cdot 0,9 = 1,4\%$.

У виробничих приміщеннях, особливо в зимовий період, коли світловий день досить короткий, природнього освітлення недостатньо, тому використовуємо штучне освітлення (таблиця 5.5).

Таблиця 5.5 - Вибір освітлювального пристрою

Тип світильника	Кососвітло емальоване
Світло розподілення	Несиметричне
Потужність лампи, Вт	До 200
ККД	0,6
Найменша висота підвіски	Будь-яка
Рекомендації по використанню світильників	Для освітлення вертикальних поверхонь пультів управління та інших приладів

5.2.3 Виробничий шум

Дія шуму на людину може викликати зміни, функціональні розлади і механічні пошкодження. На ділянці роботи шум по характеру спектра - широкосмуговий, з безперервним спектром шириною більше октави. За часовою характеристикою шум відноситься до категорії постійного.

Основним джерелом шуму у приміщеннях є верстати, вентиляційна система, трансформатори, випрямлячі та інше обладнання.

Характеристикою такого шуму на робочих місцях є рівні звукового тиску (дБ) в октавних смугах з середньо-геометричними частотами 31.5: 63: 125: 250: 500: 1000; 2000: 4000 та 8000 Гц. Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях приймаються за вимогами [29] і наведені в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 - Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях

Робоче місце	Рівень звукового тиску в дБ в октавних смугах з середньо-геометричними частотами								
	31,5	63	125	250	500	1000;	2000	4000	8000
Виробниче	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Рівень звукового тиску на робочих місцях постійний, але при необхідності виконання деяких непостійних робіт (вибухові та ремонтні), рівень звуку може змінюватись.

Для зменшення рівня шуму до допустимого застосовують малOSHумні установки, оснащення машин і установок засобами дистанційного керування і тиску в даному виробничому приміщенні при постійному шумі (дБА).

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

5.2.4 Виробничі вібрації

Вібрацією називають будь-які механічні коливання пружних тіл, які проявляються в їх переміщенні в просторі. Коливання частотою нижче 16 (Гц) сприймаються органами як вібрації.

Джерелами вібрацій є інструмент, що працює, електродвигуни, вентилятори. Джерелом збудження вібрацій є зворотньо-поступальний рух системи, нерівноваженої маси.

Основними гігієнічними характеристиками вібрації, які визначають вплив на людину, є середньоквадратичні значення віброшвидкості чи її логарифми. Систематична дія вібрації призводить до різних порушень здоров'я людини, стає причиною вібраційної хвороби. Загальна вібрація діє на нервову, серцево-судинну систему, порушується обмін речовин; виникає головний біль, порушується сон, знижується продуктивність праці.

З метою виключення можливості виникнення віброхвороби обмежують параметри вібрації робочих місць і поверхні контакту працюючих

Допустимі значення нормованих вібрацій на постійних робочих місцях в даному виробничому приміщенні приведені в таблиці 5.7 [29].

Таблиця 5.7 - Допустимі рівні вібрації на робочих місцях.

Види вібрацій	Октавні смуга з середньо-геометричними частотами, Гц				
	2	4	8	16	31,5
На постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях	1,3/108	0,45/99	0,22/93	0,2/92	0,2/92

Заходи боротьби: динамічне гасіння коливань і зміна конструктивних елементів установки.

Боротьба з вібрацією досягається вибором таких кінематичних і технологічних схем, при яких динамічні процеси, які викликані поштовхами, різкими прискореннями, будуть виключені чи гранично знижені. Динамічне гасіння вібрації відбувається частіше всього шляхом розміщення установок на фундаменті, масу яких визначають з розрахунку, щоб амплітуда коливань не перевищувала 0,1-0,2 (мм).

5.3. Пожежна безпека

Приміщення відносять до категорії Д – негорючі речовини у холодному стані. Будівля характеризується III ступенем вогнестійкості згідно [30]. До III ступенем вогнестійкості відносяться будівлі з штучними та захисними конструкціями з природних та штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону. Для перекриття допускається застосування дерев'яних інструкцій, захищених штукатуркою або важкогорючими листовими, а також нитковими матеріалами. При цьому елементи укриття з деревини піддаються вогнезахисній обробці. Межі вогнестійкості занесені у таблицю 5.8. У чисельнику вказуються межі вогнестійкості будівельних конструкцій; у знаменнику - межі розповсюдження полум'я по них.

Біля входу на станцію необхідно встановити 1 порошковий вогнегасник ВП-5. На території підприємства розташовано 3 пожежних щита, до комплексу засобів пожежегасіння, які розміщені на ньому, включені: вогнегасники ВП-5 – 3 шт., ящик з піском – 1 шт., покривало з негорючого теплоізоляційного матеріалу або повсті розміром 2м x 2м – 1 шт., гаки – 3 шт., лопати – 2 шт., ломи – 2 шт., сокири – 2 шт. Ящик для піску має місткість 1,0 м³ та бути укомплектований совковою лопатою. Конструкція ящика повинна забезпечувати зручність діставання піску та виключати попадання опадів.

Таблиця 5.8 - Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій і максимальні межі розповсюдження полум'я по них згідно [31]

Ступінь вогнестійкості будівлі	Стіни				Колони	Сходові площадки, балки, косоури, марші сходових кліток	Плити, настили (з утеплювачем), несучі конструкції перекрить	Елементи перекрить	
	Несучі	Самонесучі	Зовнішні несучі	Внутрішні несучі (перегородки)				Плити, настили, прогони	Балки, ферми, арки, рами
III	1/0	0,5/0	0,2/40	0,2/40	0,25/0	1/0	0,25/0	0,25/25	0,25/0

5.4. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Розрахунок режимів радіаційного захисту працівників

5.4.1. Дія іонізуючих випромінювань на людей

Організм людини, рослинний і тваринний світ постійно зазнають дії іонізуючого випромінювання, яке складається з природної (космічне випромінювання, випромінювання радіоактивних газів з верхніх шарів земної кори) і штучної (рентгенівські апарати, телевізійні прилади, радіоізотопи, атомоходи, атомні електростанції, ядерні випробування) радіоактивності.

Усі джерела радіоактивного випромінювання становлять так званий природний радіаційний фон, під яким розуміють дозу іонізуючого випромінювання, що складається з космічного випромінювання, випромінювання природних радіонуклідів, які знаходяться у верхніх шарах Землі, приземній атмосфері, продуктах харчування, воді та організмі людини.

Радіоактивні речовини потрапляють у повітря, ґрунти, ріки, озера, моря, океани, а звідти поглинаються рослинами, рибами, тваринами і моллюсками.

Через листя і коріння радіоактивні речовини потрапляють у рослини, а потім в організм тварин і з продуктами рослинного та тваринного походження, з водою - в організм людини. При вивченні дії випромінювання на організм людини встановлено такі особливості:

- навіть незначна кількість поглиненої енергії випромінювання спричинює глибокі біологічні зміни в організмі;
- наявність прихованого (інкубаційного) періоду дії іонізуючого випромінювання;
- випромінювання має генетичний ефект;
- органи живого організму мають різну чутливість до випромінювання;
- окремі організми неоднаково реагують на опромінювання;
- опромінювання залежить від частоти, одноразове опромінювання у великій дозі спричинює більш глибокі зміни.

Радіоактивні речовини потрапляють в організм людини при вдиханні зараженого повітря, із зараженою їжею чи водою, крізь шкіру, відкриті рани. Проникненню радіоактивних забруднень крізь шкіру і рани можна запобігти, дотримуючись певних заходів захисту.

Основним джерелом опромінювання людини є радіоактивні речовини, які потрапляють з їжею. Ступінь небезпеки забруднення радіонуклідами залежить від частоти вживання забруднених радіоактивними речовинами продуктів, а також від швидкості виведення їх з організму. Якщо радіонукліди, які потрапили в організм, однотипні з елементами, що споживає людина з їжею (натрій, калій, хлор, кальцій, залізо, марганець, йод та ін.), то вони швидко виводяться з організму разом з ними.

5.4.2. Розрахунок режимів радіаційного захисту

Визначимо можливу дозу опромінення в заданих умовах радіаційного забруднення, які будуть працювати у звичайному режимі (2 зміни по 12 год.)

$$D_M = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot (\sqrt[4]{t_k^3} - \sqrt[4]{t_n^3})}{K_{\text{noc}}} = \frac{1,33 \cdot 1,25 \cdot (\sqrt[4]{13^3} - 1)}{8} = 1,16 \text{ мР}, \quad (5.2)$$

де $t_{\text{II}}=1$ год. – час початку роботи після радіоактивного забруднення;

$t_k=1+12=13$ год. – час завершення роботи першої робочої зміни після радіоактивного забруднення;

$p_{1\max}=1,25$ мР/год. – рівень радіації через одну годину після радіоактивного забруднення;

$K_{\text{noc}}=8$ – коефіцієнт послаблення радіації виробничим приміщенням.

Визначимо граничне значення рівня радіації, при якому можлива робота в звичайному режимі

$$p_{\text{зр}} = \frac{D_{\text{дон}} \cdot K_{\text{noc}}}{1,33 \cdot (\sqrt[4]{t_k^3} - \sqrt[4]{t_n^3})} = \frac{0,75 \cdot 8}{1,33 \cdot (\sqrt[4]{13^3} - \sqrt[4]{1^3})} = 0,77 \text{ мР/год}. \quad (5.3)$$

Можлива доза опромінення $D_M > D_{\text{дон}}$ ($1,16 > 0,75$) та рівень радіоактивного забруднення $p_{1\max} > p_{\text{гр}}$ ($1,2 > 0,77$) перевищують допустимі норми. Для продовження виробничої діяльності об'єкта необхідно введення в дію режимів радіаційного захисту.

Розрахунок режимів радіаційного захисту проведемо в такій послідовності.

Визначаємо час початку роботи першої зміни, для цього знаходимо коефіцієнт α :

$$\alpha = \frac{D_{\text{дон}} \cdot K_{\text{noc}}}{1,33 \cdot p_{1\max}} = \frac{0,75 \cdot 8}{1,33 \cdot 1,25} = 3,75. \quad (5.4)$$

Згідно довідникових даних час початку роботи першої скороченої зміни $t_{\text{II}}=1$ год.

Для 1-ї скороченої зміни: $t_{\text{II1}} = 1$ год,

Час закінчення роботи зміни

$$t_{k1} = \left(\frac{D_{\text{дон}} \cdot K_{\text{noc}} + 1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \sqrt[4]{t_{n1}^3}}{1,33 \cdot p_{1\max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,75 \cdot 8 + 1,33 \cdot 1,25 \cdot \sqrt[4]{1^3}}{1,33 \cdot 1,25} \right)^{\frac{4}{3}} = 7,96 \approx 7,5 \text{ год}. \quad (5.5)$$

Тривалість роботи зміни

$$T_{p1} = t_{k1} - t_{п1} = 7,5 - 1 = 6,5 \text{ год.} \quad (5.6)$$

Можлива доза опромінення зміни

$$D_{m1} = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot (\sqrt[4]{t_{k1}^3} - \sqrt[4]{t_{п1}^3})}{K_{\text{посл}}} = \frac{1,33 \cdot 1,25 \cdot (\sqrt[4]{7,5^3} - \sqrt[4]{1^3})}{8} = 0,72 \text{ мР.} \quad (5.7)$$

Для 2-ї зміни: $t_{п2} = t_{п1} + t_{p1} = 1 + 6,5 = 7,5$ год.

Час закінчення роботи зміни

$$t_{k2} = \left(\frac{D_{\text{дон}} \cdot K_{\text{посл}} + 1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \sqrt[4]{t_{п2}^3}}{1,33 \cdot p_{1\max}} \right)^3 = \left(\frac{0,75 \cdot 8 + 1,33 \cdot 1,25 \cdot \sqrt[4]{7,5^3}}{1,33 \cdot 1,25} \right)^3 = 16,6 \approx 16,5 \text{ год.}$$

Тривалість роботи зміни

$$t_{p2} = t_{k2} - t_{п2} = 16,5 - 7,5 = 9 \text{ год.}$$

Можлива доза опромінення зміни

$$D_{m2} = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot (\sqrt[4]{t_{k2}^3} - \sqrt[4]{t_{п2}^3})}{K_{\text{посл}}} = \frac{1,33 \cdot 1,25 \cdot (\sqrt[4]{16,5^3} - \sqrt[4]{7,5^3})}{8} = 0,72 \text{ мР.} \quad (5.8)$$

Для 3-ї зміни: $t_{п3} = t_{п2} + t_{p2} = 7,5 + 9 = 16,5$ год.

Час закінчення роботи зміни

$$t_{k3} = \left(\frac{D_{\text{дон}} \cdot K_{\text{посл}} + 1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \sqrt[4]{t_{п3}^3}}{1,33 \cdot p_{1\max}} \right)^3 = \left(\frac{0,75 \cdot 8 + 1,33 \cdot 1,25 \cdot \sqrt[4]{16,5^3}}{1,33 \cdot 1,25} \right)^3 = 27,05 \approx 27 \text{ год.}$$

Тривалість роботи зміни

$$t_{p3} = t_{k3} - t_{п3} = 27 - 16,5 = 10,5 \text{ год.} \quad (5.9)$$

Можлива доза опромінення зміни

$$D_{m3} = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot (\sqrt[4]{t_{k3}^3} - \sqrt[4]{t_{п3}^3})}{K_{\text{посл}}} = \frac{1,33 \cdot 1,25 \cdot (\sqrt[4]{27^3} - \sqrt[4]{16,5^3})}{8} = 0,746 \text{ мР.} \quad (5.10)$$

Для 4-ї зміни: $t_{п4} = t_{п3} + t_{p3} = 16,5 + 10,5 = 27$ год.

Час закінчення роботи зміни

$$t_{k4} = \left(\frac{D_{\text{дон}} \cdot K_{\text{посл}} + 1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \sqrt[4]{t_{п4}^3}}{1,33 \cdot p_{1\max}} \right)^3 = \left(\frac{0,75 \cdot 8 + 1,33 \cdot 1,25 \cdot \sqrt[4]{27^3}}{1,33 \cdot 1,25} \right)^3 = 38,93 \approx 39 \text{ год.}$$

Тривалість роботи зміни

$$t_{p4} = t_{к4} - t_{п4} = 39 - 27 = 12 \text{ год.} \quad (5.11)$$

Можлива доза опромінення зміни

$$D_{м4} = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot (\sqrt[4]{t_{к4}^3} - \sqrt[4]{t_{п4}^3})}{K_{\text{носл}}} = \frac{1,33 \cdot 1,25 \cdot (\sqrt[4]{39^3} - \sqrt[4]{27^3})}{8} = 0,76 \text{ мР.} \quad (5.12)$$

Роботу в дві зміни на підприємстві можна буде розпочинати через 16,5 год. після радіоактивного забруднення. Для захисту працівників в таких умовах роботи доцільно вжити таких заходів: незайнятих на виробництві працівників евакуювати; забезпечити працівників засобами індивідуального захисту; систематично проводити прибирання у виробничих приміщеннях; провести герметизацію виробничого приміщення та встановити протипилові фільтри у вентиляційну систему; провести йодну профілактику персоналу; максимально обмежити пересування працівників по відкритій місцевості.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз стану питання за науковими працями українських та закордонних вчених щодо зносостійкості матеріалів в умовах абразивного зношування та важконавантажених пар тертя дозволив зробити такі висновки:

1.1. Високу зносостійкість в умовах абразивного зношування показали деталі з поверхневими шарами, що мають аустенітну матрицю та тверді карбідні включення.

1.2. Для підвищення зносостійкості деталей, що працюють в умовах абразивного зношування найбільш часто використовують деталі з гартованими поверхнями із середньо та високовуглецевих сталей.

1.3. Недоліком використання таких матеріалів або їх відновлення є їх недостатня міцність та тріщиностійкість в умовах абразивного зношування.

2. В умовах сухого тертя метастабільний аустеніт, за рахунок поглинання частини енергії, перетворюється в мартенсит.

2.1 В умовах сухого тертя найбільша інтенсивність зношування буде в наплавлених високовуглецевих покриттях з ледебуритною структурою ($3,1 \cdot 10^{-8}$). Найменша інтенсивність зношування буде в покриттях з мартенситно – аустенітною структурою ($1,6 \dots 2 \cdot 10^{-8}$).

2.2 Відхилення від лінійності отриманих залежностей інтенсивності зношування в умовах сухого тертя є результатом складних фізико-хімічних процесів на поверхнях тертя з утворенням вторинних структур, які складаються з складних оксидів Si, Cr, Mn та Fe. При терті високовуглецевих покриттів з мартенситно-аустенітною структурою (M90%+A10%) концентрація вторинних структур на поверхні тертя збільшується до 60%.

3. Вторинні структури, що утворюються на поверхнях в умовах абразивного тертя відіграють другорядну роль в наслідок їх швидкого видалення твердими абразивними частками. В'язкий аустеніт сприяє утриманню твердих складових покриття.

3.1 В умовах абразивного тертя найбільша інтенсивність зношування спостерігається в наплавлених високовуглецевих покриттях з мартенситно-аустенітною структурою ($3,4 \cdot 10^{-8}$). Найменша інтенсивність зношування зафіксована в покриттях з ледебуритною структурою ($1,2 \cdot 10^{-8}$).

3.2 В покриттях з аустенітно-мартенситною структурою в умовах абразивного тертя ріст кількості залишкового аустеніту від 10% до 60% призводить до збільшення інтенсивності зношування від $1,9 \cdot 10^{-8}$ до $3,4 \cdot 10^{-8}$.

3.3 В покриттях з аустенітно-мартенситно-ледебуритною структурою в умовах абразивного тертя зі збільшенням кількості ледебуриту від 10% до 70% спостерігається зменшення інтенсивності зношування від $2,5 \cdot 10^{-8}$ до $1,6 \cdot 10^{-8}$.

4. Для роботи в умовах абразивного тертя слід наплавляти високовуглецеві покриття з максимальною твердістю. Структура такого покриття повинна складатися з ледебуриту (аустеніт + цементит).

5. Для роботи в парах тертя високовуглецеве покриття – сталь бажано отримати структури, у яких відсутні структурно-вільні карбіди.

6. Під час виконання даного розділу було розроблено технологічний процес відновлення та зміцнення валу поверхонь валу проміжного коробки передач автомобіля УАЗ для підвищення якості відновлення зношених поверхонь;

7. Підібрано методи відновлення зношених поверхонь валу проміжного коробки передач автомобіля УАЗ. А саме для відновлення поверхонь під підшипники – плазмове напилення порошком ПС-12НВК-01. Зношені шліци заплавляти.

8. Були проведені відповідні розрахунки режимів відновлення (наплавлення та напилення) та механічної обробки поверхонь деталі. Підібрані матеріали для нанесення покриттів та відповідне обладнання та оснащення для наплавлення.

9. Розроблена установка з числовим програмним керуванням та робоче місце для плазмового напилення, яка дозволяє автоматизувати запропановану технологію.

10. Запропонована технологія може бути використана на ремонтних підприємствах;

11. 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. ИППЛ 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. Шурина, В. А. Локтионов, В. Е. Панарин Сб. "Литые износостойкие материалы", Киев, ИППЛ 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. Шурина "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. Шурина, В. А. Локтионов, В.Е. Панарин Сб. "Металловедение и термическая обработка" Киев, ИППЛ 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. - Запорожье. – С. 93-105.
12. Тененбаум М. М. Износостойкость конструкционных материалов и деталей машин при абразивном изнашивании. - М.: Машиностроение, 1966. – 332 с.
13. Молодык Н. В. Восстановление деталей машин: Справочник / Н. В. Молодык, А. С. Зенкин –М.: Машиностроение, 1989. – 480 с.
14. Убеллоде А. Р. Графит и его кристаллические соединения / А. Р. Убеллоде, Ф. А. Льюис; перевод с англ. Е. С. Головина, О. А. Цуханова. – М. : Мир, 1965. – 257. - Библиогр.: с. 216-247. – Перевод изд.: Graphite and its crystal compounds / A. R. Ubellode and F. A. Lewis. Oxford, 1960.
15. Celzard A. Modelling of exfoliated graphite / A. Celzard, J. F. Mareche, G. Furdin. – Progress in material science, 2005. – том 50. – с. 93–179. Библиогр.: с. 175–179.
16. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя в 3-х томах / В. И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 2001.
17. Болховитинов Н. Ф. Атлас макро- и микроструктур металлов и сплавов / Н. Ф. Болховитинов, Е. Н. Болховитинова – М.: Машиностроение, 1959. – 87 с.
18. Савуляк В. І. Вплив швидкості наплавлення на зносостійкість високовуглецевих шарів, нанесених методом електродугового наплавлення з використанням вуглецевих волокнистих матеріалів / В. І. Савуляк, В. Й Шенфельд, О. Б. Янченко // «Наукові нотатки»

- міжвузівський збірник (за галузями знань «машинобудування та металообробка», «інженерна механіка», «металургія та матеріалознавство») / випуск 41 частина 1 – Луцьк, 2013 – С.224–229.
19. Патент України на корисну модель № 55909, (51) МПК (2009) В23К 9/04. Спосіб електродугового наплавлення на поверхню металевих виробів / В. І. Савуляк, А. Ю. Осадчук, В. Й. Шенфельд, О. В. Шаповалова; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. – № 201008416; заявл. 05.07.2010; опубл. 27.12.2010, Бюл. № 24.
20. Патент України на корисну модель № 52752, (51) МПК (2009) В23К 9/04. Спосіб електродугового наплавлення на поверхню металевих виробів / В. І. Савуляк, А. Ю. Осадчук, В. Й. Шенфельд; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. – № 201001926; заявл. 22.02.2010; опубл. 10.09.2010, Бюл. № 17.
21. Патент України на корисну модель № 52753, (51) МПК (2009) В23К 9/04. Спосіб електродугового наплавлення на поверхню металевих виробів / В. І. Савуляк, А. Ю. Осадчук, В. Й. Шенфельд, О. В. Шаповалова, С.А. Заболотний; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. – № 201001930; заявл. 22.02.2010; опубл. 10.09.2010, Бюл. № 17.
22. Сафонова Б. П. Инженерная трибология: оценка износостойкости и ресурса трибосопряжений / Б. П. Сафонова, А. В. Бегова – Новомосковск, 2004. – 65 с.
23. 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.
24. Косилова А.Г., Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. / А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: 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.
25. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://vsegost.com/Catalog/41/41131.shtml>
26. ДБНВ.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд. К. : Мінбуд України, 2006. -154 с.
27. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>
28. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення- [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885
29. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>
30. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.
31. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759

ВНТУ, ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

ДОДАТКИ

Додаток А

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ГМ
д.т.н., проф. _____ Л.К. Поліщук
«__» _____ 2021 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на магістерську кваліфікаційну роботу
ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХОНЬ ПРОМІЖНОГО ВАЛА
КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ АВТОМОБІЛЯ УАЗ
08 – 27. МКР.005.00.000 ТЗ

Керівник: к.т.н., доцент каф. ГМ
_____ В.Й. Шенфельд
Виконав: ст.гр. ЗВ-20м
_____ О.Є.Науменко

Вінниця 2021

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 № 277 від « 24 » вересня 2021 року

1 Назва та об'єкт проектування

Назва: Вдосконалення технології та оснащення для забезпечення якості поверхонь проміжного вала коробки передач автомобіля УАЗ.

Умовне позначення: 08-27.МКР.005.00.000 ТЗ

Деталь «Проміжний вал» працює у вузлі «Коробка передач автомобіля УАЗ».

Деталь «Проміжний вал» виготовляється із сталі 40Х ГОСТ 977-75. Має ступінчасту зовнішню поверхню. Для закріплення деталі у вузлі передбачена поверхня під підшипники $\varnothing 25^{+0,007}_{-0,007}$ довжина якої становить 20 мм та $\varnothing 30^{+0,007}_{-0,007}$ довжиною 12 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 №277 від 24.09.21 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 проміжного вала коробки передач автомобіля УАЗ, проведення необхідних розрахунків оптимальних режимів обробки та модернізації, або проектуванням нової конструкції окремого технологічного обладнання.

Мета магістерської кваліфікаційної роботи підвищення зносостійкості та відновлення робочих поверхонь проміжного вала коробки передач автомобіля УАЗ.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Провести аналіз існуючих способів відновлення;
2. Вивчити характер і розмір зносу проміжного вала коробки передач автомобіля УАЗ;
3. Дослідити властивості та структури покриттів, та відпрацювати режими відновлення проміжного вала коробки передач автомобіля УАЗ;
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. Узлы 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.Т. 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;
- 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.

7. 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.

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

Відсутні.

Додаток Б

Маршрутні карти

ВНТУ, ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

ВНТУ, ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

ВНТУ, ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

ГОСТ 3.1105 – 84

Форма 2

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

		08-27.МКР.005.00.000		
ВНТУ				08-30.МКР.005.00.000
Проміжний вал коробки передач УАЗ				К Р

Вінницький національний технічний університет
Кафедра ГМ

Керівник
Шенфельд В.Й.

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ
на технологічний процес відновлення
проміжного вала коробки передач УАЗ

Студент гр. ІГМ-20М
Науменко О.С.

--	--

ГОСТ 3.1407-86 Форма 1

110

Дубл.																							
Взам.																							
Подп.																							
										08-27.МКР.005.00.003													
Розроб.	Науменко О.Є.			ВНТУ					08-27.МКР.005.00.003														
Перев.	Шефельд В.Й.																						
										Проміжний вал коробки передач УАЗ										М	К	Р	Р
Н.контр.	Шефельд В.Й.													М	К	Р	Р						
01	Код, найменування операції										Обозначення документа										МИ		
	010 Шліфувальна										НОТ №1875-82												
02	Код, найменування обладнання										Тв		То										
	3М150												0,36										
К/М	Найменування деталі, сб. одиниці або матеріала										Код, означення			ОН П	ЕВ	ЕН	КИ	Нрасх.					
Р											t, мм	шп, мм/об	Sшв, мм/об	п, об/хв	Vкр, м/с								
О 03	1. Установити деталь, закріпити, зняти																						
Т 04	Центр І-5-Н ГОСТ 8742-75																						
О 05	2. Шліфувати поверхню 1 до Ø36,72мм.																						
Т 06	14А50СМ28К1 ПП-200x16x76 ГОСТ 17123-79,																						
07	МК 100-2																						
Р 08											0,2	0,05	4,8	130	30								
О 09																							
Т 10																							
14																							
15																							
ОК	Операційна карта шліфування																						

ВНТУ, ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОСТРОЙСТВО

ГОСТ 3.1407-86 Форма 1

Дубл.										
Взам.										
Подп.										
							08-27.МКР.005.00.007			
Розроб.	Науменко О.Є.			ВНТУ			08-27.МКР.005.00.007			
Перев.	Шефельд В.Й.									
				Проміжний вал коробки передач УАЗ				М	К	Р
Н.контр.	Шефельд В.Й.									
	Код, наименование операции			Обозначение документа					МИ	
01	030 Токарна			НОТ №1875-82						
				Код, наименование оборудования					Тв	То
02				16К20Ф3						0,58
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала			Код, обозначение		ОН	ЕВ	ЕН	КИ	Нрасх.
Р						L,мм	t,мм	S,мм/об	п,об/хв	V,м/хв
О 03	1. Установити деталь, закріпити, зняти									
Т 04	Центр І-5-Н ГОСТ 8742-75									
О 05	2. Точити поверхню 1 до Ø38.22мм.									
Т 06	Різець Т15К10 ГОСТ 18869-73, ШЦ-1-125-0.1									
Р 07						78	0,7	0,5	600	87,79
08										
09										
10										
11										
15										
ОК	Операційна карта точіння									

ГОСТ 3.1407-86 Форма 1

Дубл.																					
Взам.																					
Подп.																					
										08-27.МКР.005.00.009											
Розроб.	Науменко О.Є.			ВНТУ								08-27.МКР.005.00.009									
Перев.	Шефельд В.Й.																				
										Проміжний вал коробки передач УАЗ											
Н.контр.	Шефельд В.Й.												М			К			Р		
				Код, наименование операции				Обозначение документа								МИ					
01				040 Термічна				НОТ №1875-82													
								Код, наименование оборудования				Тв				То					
02								ВЧГ-3160/0,066								0,36					
К/М		Наименование детали, сб. единицы или материала						Код, обозначение				ОП Ц		ЕВ		ЕН		КИ		Нрасх.	
Р												t, мм		ш, мм/об		S _ш , мм/об		n, об/хв		V _{кр} , м/с	
О 03		1. Установити деталь, закріпити, зняти																			
Т 04		Центр І-5-Н ГОСТ 8742-75																			
О 05		2. Загатовати деталь.																			
Т 06																					
07																					
Р 08																					
О 09																					
ОК		Операційна карта шліфування																			

ГОСТ 3.1407-86 Форма 1

116

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
										08-27.МКР.005.00.010									
Розроб.	Науменко О.Є.			ВНТУ					08-27.МКР.005.00.010										
Перев.	Шефельд В.Й.																		
Н.контр.	Шефельд В.Й.			Проміжний вал коробки передач УАЗ										М	К	Р			
	Код, найменування операції				Обозначення документа										МИ				
01	045 Шліфувальна				НОТ №1875-82														
					Код, найменування обладнання										Тв То				
02					3М150										0,36				
К/М	Найменування деталі, сб. одиниці или матеріала				Код, означення				ОН	П	ЕВ	ЕН	КИ	Нрасх. Vкр,м/с					
Р									т,мм	шп,мм/об	спв,мм/об	п,об/хв							
О 03	1. Установити деталь, закріпити, зняти																		
Т 04	Центр І-5-Н ГОСТ 8742-75																		
О 05	2. Шліфувати поверхню 3 до Ø24,3мм.																		
Т 06	14А50СМ28К1 ПП-200x16x76 ГОСТ 17123-79,																		
07	МК 100-2																		
Р 08									0,2		0,05	4,8	130	30					
О 09																			
Т 10																			
14																			
15																			
ОК	Операційна карта шліфування																		

ГОСТ 3.1407-86 Форма 1

118

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
										08-27.МКР.005.00.012									
Розроб.	Науменко О.Є.			ВНТУ					08-27.МКР.005.00.012										
Перев.	Шефельд В.Й.																		
Н.контр.	Шефельд В.Й.			Проміжний вал коробки передач УАЗ										М	К	Р			
	Код, найменування операції				Обозначення документа										МИ				
01	055 Шліфувальна				НОТ №1875-82														
					Код, найменування обладнання										Тв		То		
02					3М150												0,36		
К/М	Найменування деталі, сб. одиниці або матеріала				Код, означення				ОН	П	ЕВ	ЕН	КИ	Нрасх. Vкр,м/с					
Р									t,мм	шп,мм/об	Sшв,мм/об	п,об/хв							
О 03	1. Установити деталь, закріпити, зняти																		
Т 04	Центр І-5-Н ГОСТ 8742-75																		
О 05	2. Шліфувати поверхню 1 до Ø38мм.																		
Т 06	14А50СМ28К1 ПП-200x16x76 ГОСТ 17123-79,																		
07	МК 100-2																		
Р 08									0,2		0,05	4,8	130	30					
О 09																			
Т 10																			
14																			
15																			
ОК	Операційна карта шліфування																		

ГОСТ 3.1502-85 Форма 2

Дубл.												
Взам.												
Подл.												
										08-27.МКР.005.00.014		
Розроб.	Науменко О.Є.			ВНТУ					08-27.МКР.005.00.014			
Пров.	Шефельд В.Й.											
Н.контр.	Шефельд В.Й.			Проміжний вал коробки передач УАЗ						М	К	Р
Наименование операции						Наименование, марка материала						МД
						Сталь 40Х ГОСТ 4543-71						
Наименование оборудования				То	Тв					Обозначение ИОТ №14-315		
	065 Контрольна											
Р	Контролируемые параметры		Код средств ТО		Наименование средств ТО			Объем и ПК		То/Тв		
01	1. $\varnothing 29,4_{-0,025}^{\text{мм}}$				ШЦ-1-125-0.1 ГОСТ 166-73			100				
02	2. $6_{-0,01}^{\text{мм}}$				Шаблон			100				
03	3. $\varnothing 38_{-0,025}^{\text{мм}}$				ШЦ-1-125-0.1 ГОСТ 166-73			100				
04	4. Шорсткість оброб. поверхні				Зразки шорсткості поверхні ГОСТ 2789-73			100				
05	5. Відхилення від співвісності				Пристрій контрольний			100				
06	6. Конусність				Кутомір			100				
07												
08												
09												
ОК	Технічний контроль											

Додаток В

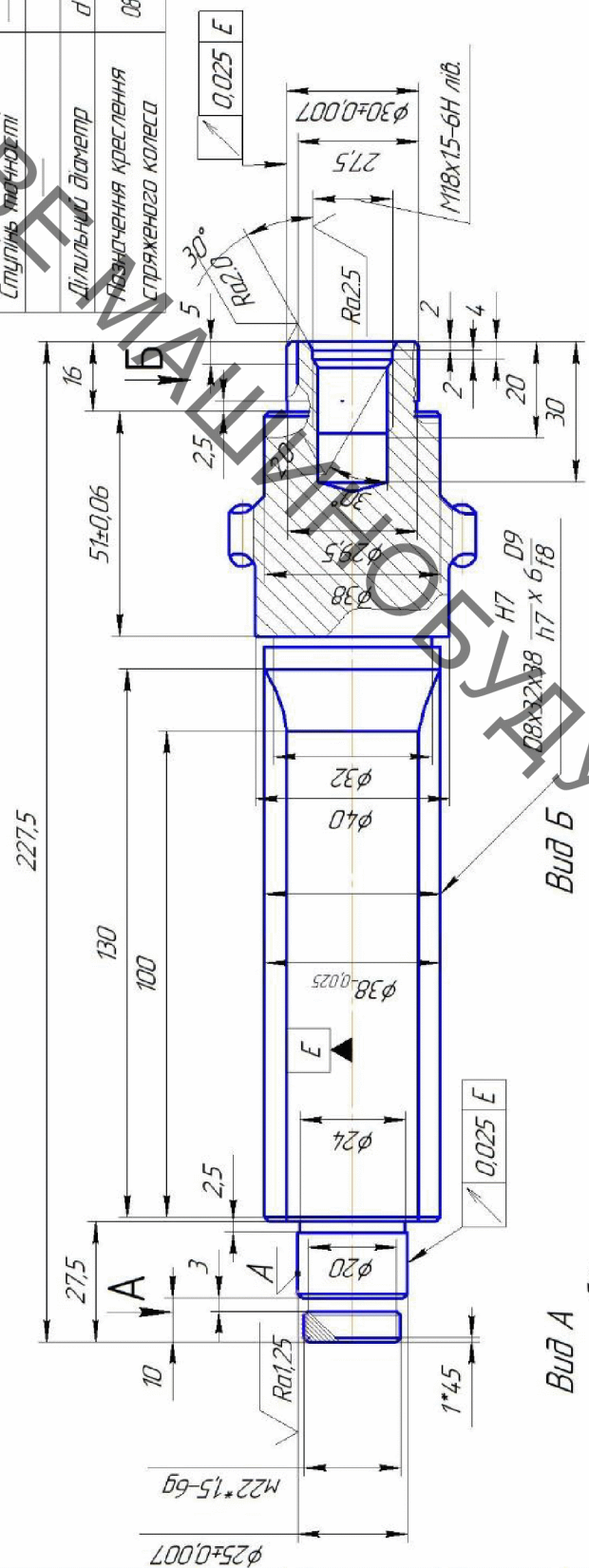
Ілюстративний матеріал

Вдосконалення технології та оснащення для забезпечення якості поверхонь
проміжного вала коробки передач автомобіля УАЗ

ВНТУ, КУРДУК

08-27.МКР.005.01.000

Модуль	m	15
Число зубців	z	26
Кут нахилу	β	11°28'42"
Напрямок лінії зуба		ГОСТ 13755-81
Нормальний вихідний контур		
Коефіцієнт зміщення	x	0
Ступінь точності		8B
Дільний діаметр	d	398
Позначення креслення спряженого колеса		08-27.МКР.005.01.000

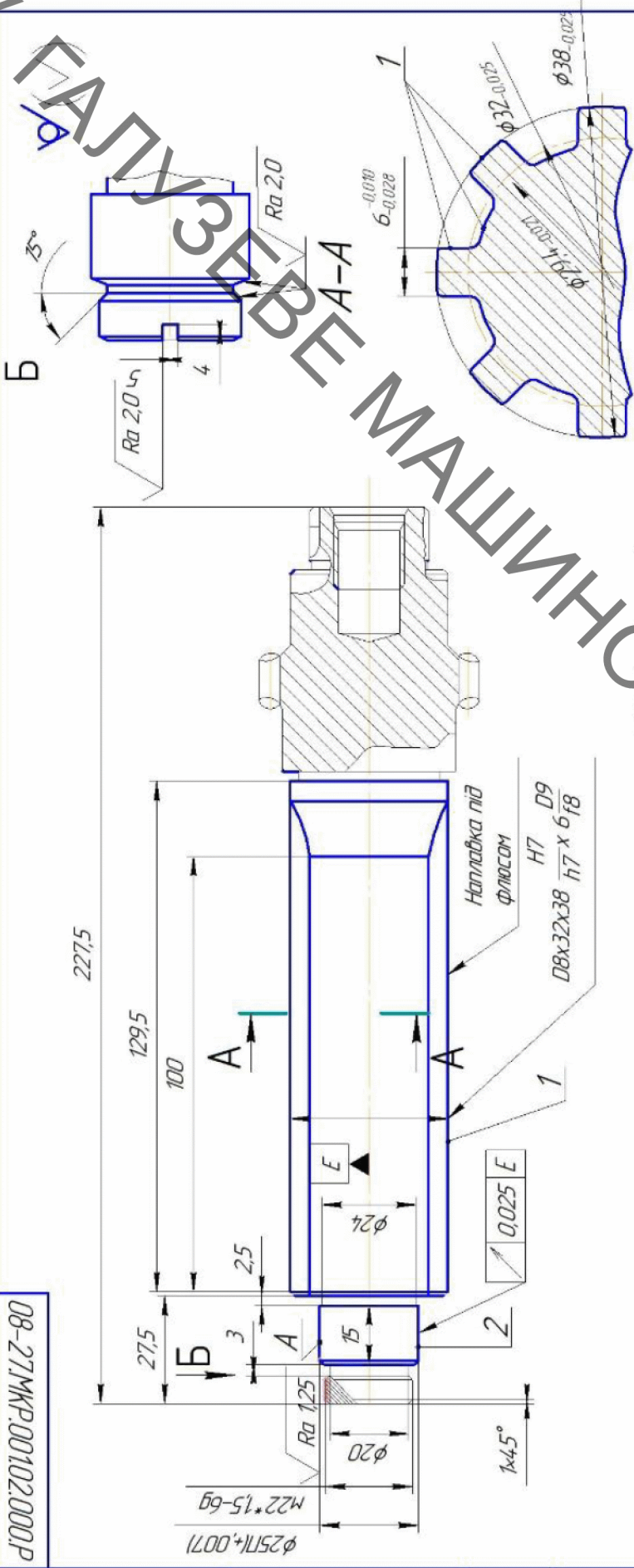


1*Размеры для справок
2. Неказані граничні відхилення для валів по Н14, отборів по h14, інших за ІТ14/2

08-27.МКР.005.01.000		Лист	Маса	Листов
Вал проміжний		Лист		11
коробки передач		Лист		
Сталь 25ХГТ ГОСТ 4543-89		ВНТУ, ст.ар. 17У-20М		

Лист № подл.	Лист у вом.	Взам. уніт. №	Мат. № дріт.	Робн. у вом.	Спроб. №	Лист приен.
--------------	-------------	---------------	--------------	--------------	----------	-------------

ВНТУ, ПАЛКУВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ



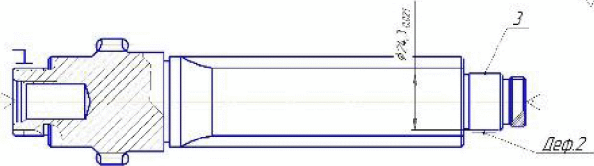
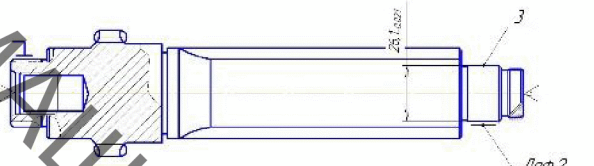
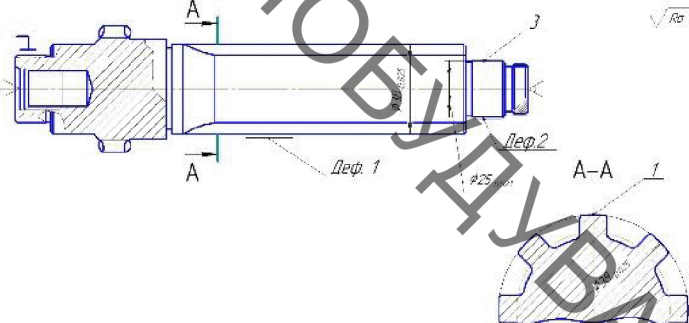
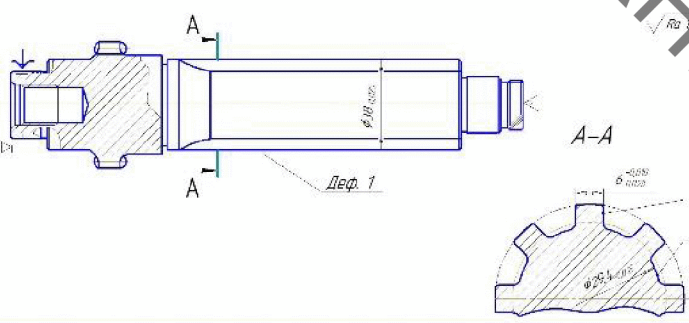
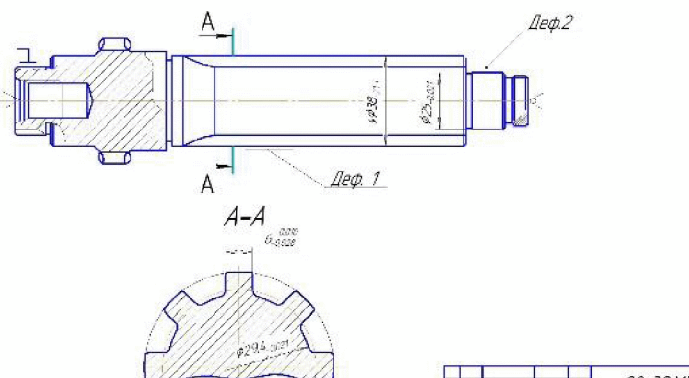
- 1* Розміри для справок
 - 2 Н₁, h₁₄, j₁₁₄/2.
 3. Гартувати СВ4; h 0.8 ... 1.2. Для шліфованих поверхонь допускається зменшення глибини гартування до 0,5 мм.
- Твердість:
а) поверхні шліців HRC 50.
б) інші поверхні, що обробляються HRC 45.

№ дещ	Назва дещу	Коефіцієнт підтверення дещу		Допускаемий стан
		Від загальної маси дещу	Від загальної маси дещу, що поступило на дещу	
1	Зак. шліфові поверхні: більші дещу - маса 0.47, 9.75м	0.5	0.65	Наполювані поверхні: Шліфувальні - лова азаву стріч-ков 18Н165Т ГОСТ 10543-75
2	Зак. поверхні проточення: діаметр 38, 9.75м	0.5	0.65	Наполювані в сервісній будівлі: лова азаву стріч-ков 18Н165Т ГОСТ 10543-75

08-27МКР.00102.000.Р

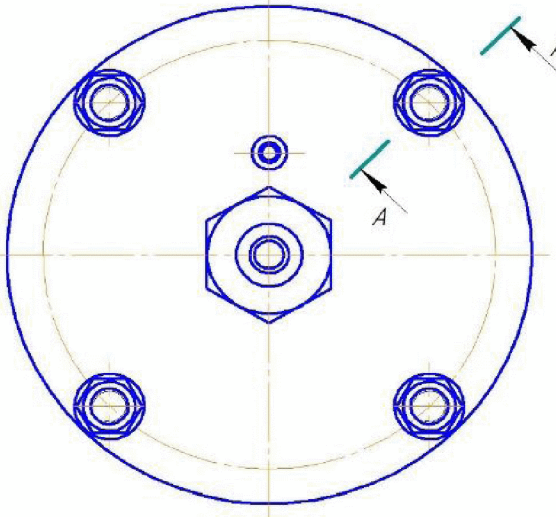
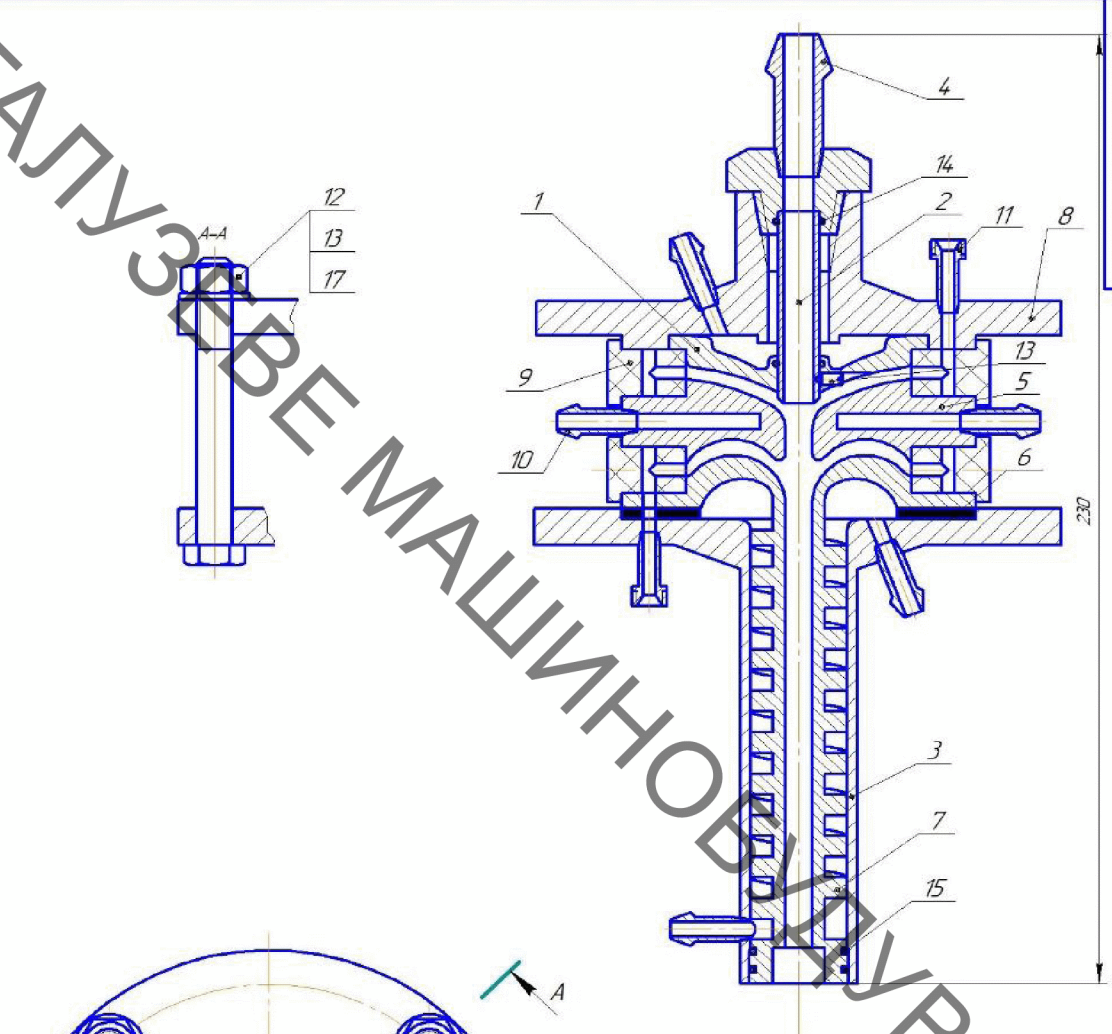
08-27.МКР.00102.000.Р			
Вал проміжний карбоки передач (ремонтне креслення)	Лист	Масса	Масштаб
	Н		1:1
Голов 25ХГМ ГОСТ 4543-86	Лист	1	Листов 1
ВНТУ ст 20 1М-20м			

№ операції	Операційні переходи	Ескізи базування	Моделі верстатів																												
005	Покрити заготовку.		Міюча машина Лабовід-102																												
010	Шліфувальна 1. Встановити, закріпити заготовку. 2. Шліфувати поверхню 1 до розміру $\phi 36.72_{-0.025}^{+0.025}$ 3. Зняти заготовку.		Круглошліфувальний верстат ЗМ150																												
015	Шліцешліфувальна 1. Встановити, закріпити заготовку. 2. Шліфувати поверхню 2 до розміру 5.22 мм 3. Зняти заготовку.		Шліцешліфувальний верстат ЗП151																												
020	Наплавлення 1. Встановити заготовку, закріпити. 2. Наплавити поверхню 1 до розміру $\phi 40.575_{-0.025}^{+0.025}$ 3. Зняти заготовку.		Наплавочно установка УД-209,																												
025	Наплавлення 1. Встановити, закріпити заготовку. 2. Наплавити поверхню 2 до розміру 6.5 мм 3. Зняти заготовку.		Наплавочно установка УД-209,																												
030	Токарна 1. Встановити, закріпити заготовку. 2. Точити поверхню 1 до розміру $\phi 38_{-0.025}^{+0.025}$ 3. Зняти заготовку.		Токарно-гвинтарний верстат 6К109-Ф2																												
035	Шліцефрезерна 1. Встановити, закріпити заготовку. 2. Фрезерувати шліцеві пази 1 і сторони шліць 2. 3. Зняти заготовку.		Поводильно-фрезерний верстат 6М610Ф3																												
040	Термічна 1. Загартувати заготовку		<p>08-27МКР.005.03.000ТТ</p> <table border="1"> <tr> <td>Відп. за проєкт</td> <td>Відп. за конструювання</td> <td>Відп. за виготовлення</td> <td>Відп. за випробування</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">Технічний переклад</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Підписання</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Звернення до бази</td> </tr> <tr> <td>Лист</td> <td>1</td> <td>Листів</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td colspan="4">ВНТУ, пр. 11М, 210м</td> </tr> </table>	Відп. за проєкт	Відп. за конструювання	Відп. за виготовлення	Відп. за випробування					Технічний переклад				Підписання				Звернення до бази				Лист	1	Листів	2	ВНТУ, пр. 11М, 210м			
Відп. за проєкт	Відп. за конструювання	Відп. за виготовлення	Відп. за випробування																												
Технічний переклад																															
Підписання																															
Звернення до бази																															
Лист	1	Листів	2																												
ВНТУ, пр. 11М, 210м																															

№ опер	Операційні переходи	Ескізи базування	Моделі верстатів
045	<p>Шліфувальна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, закріпити заготовку. 2. Шліфувати поверхню 3 до розміру $\phi 24,3_{-0,005}^{+0,005}$. 3. Зняти заготовку. 	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 1,25}$</p>	Кругло-шліфувальний верстат ЗМ150;
050	<p>Напilenня</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, закріпити заготовку. 2. Напилити поверхню 3 до розміру $\phi 26,1_{-0,005}^{+0,005}$ мм. 3. Зняти заготовку. 	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 6,3}$</p>	Плазма установка УМ7-102
055	<p>Шліфувальна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, закріпити заготовку. 2. Шліфувати поверхню 1 до розміру $\phi 39_{-0,005}^{+0,005}$. 3. Шліфувати поверхню 3 до розміру $25_{-0,005}^{+0,005}$. 3. Зняти заготовку. 	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 1,25}$</p>	Кругло-шліфувальний верстат ЗМ153;
060	<p>Шліфувальна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, закріпити заготовку. 2. Шліфувати начерно поверхню 1 до розміру $\phi 29,4_{-0,005}^{+0,005}$. 3. Шліфувати начисто поверхню 2 до розміру $6_{-0,005}^{+0,005}$. 	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 1,25}$</p>	Шліфувальний верстат ЗП451
065	<p>Контрольна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Виміряти діаметри відновлених поверхень. 2. Порівняти виміри з розмірами на кресленні. 	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 1,25}$</p>	

ВНТУ, ГАЛУЗЬ ВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата
Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата
Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата
Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата
Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата
Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата	Лист і дата



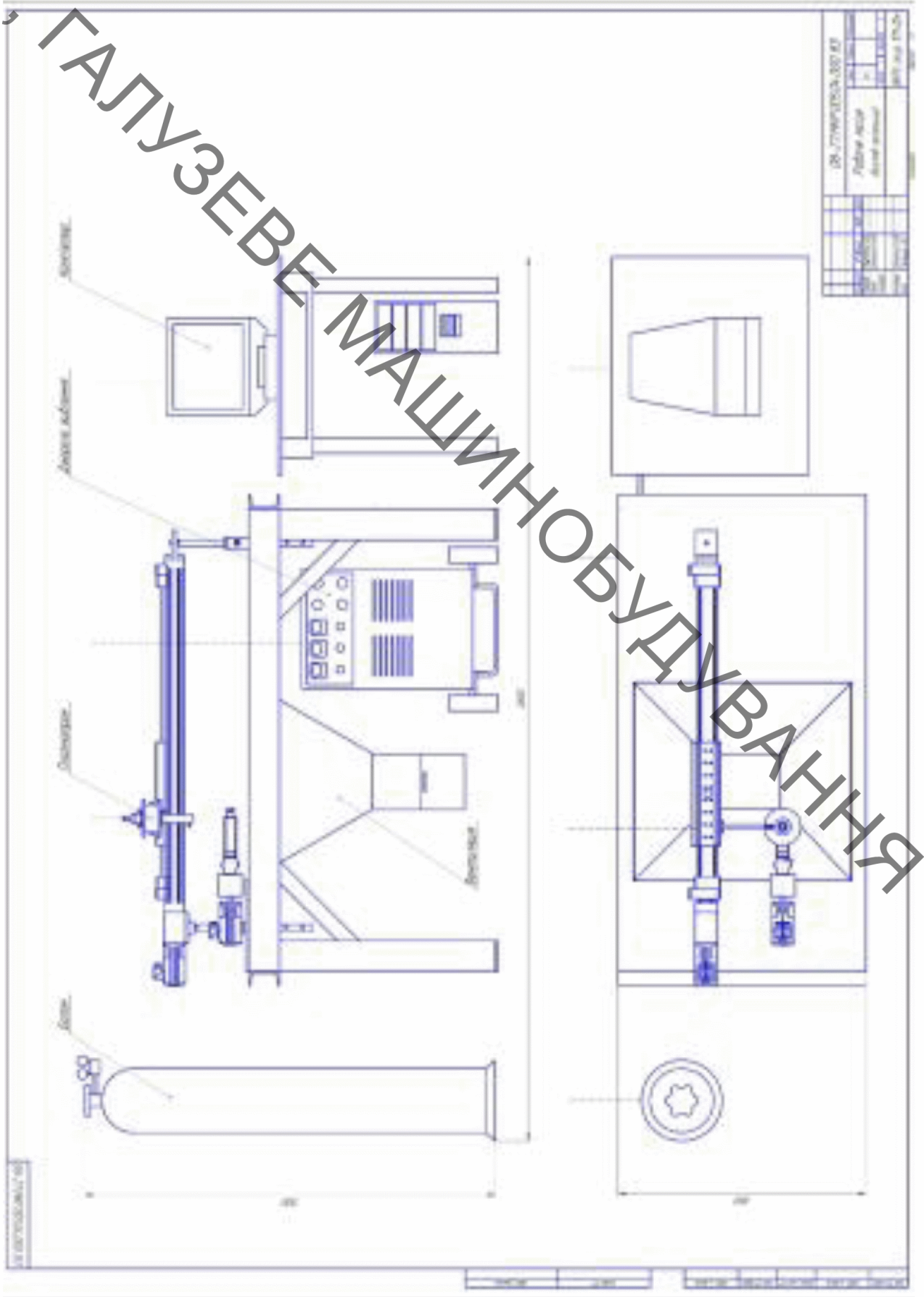
- Технічні характеристики:**
- 1. Рекомендована потужність джерела струму 18 кВт,
 - 2. Напруга холостого ходу 120 В,
 - 3. Максимальний струм 250-310 А,
 - 4. Робоча напруга дуги 65-70 В,
 - 5. Витрати робочого газу 2,2 м³/год,
 - 6. Продуктивність напилання 0,5-2,7 кг/год.

Технічні виміси
 * Розміри для довідок;
 1. Герметичність з'єднань перевірити під тиском, МПа зліва - 5 пнеїмо - 3

				08.27.МКР.005.05.000СК			
Изм. / лист	№ док.им	Подп.	Дата	Разпилюющий пристрій (складальне креслення)			
Розроб	Науменко ОЕ						
Проб	Шенфельд В. И.						
Т.контр							
Н.контр	Шенфельд В.И.			Лист	1	Листов	1
Утв.	Полещук Л.К.			ВНТУ, см.зр. 1ГМ-20М			
				Копіював		Формат А3	

08.27.МКР.005.05.000СК

ВНТУ, ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ



Додаток Г

Специфікації

ВНТУ, ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документація</u>		
A1			08.27.МКР.005.05.000 СК	<u>Складальне креслення</u>		
				<u>Складальні одиниці</u>		
Справ. №		1	08.27.МКР.005.05.001	Діафрагма	1	
		2	08.27.МКР.005.05.002	Електрод	1	
		3	08.27.МКР.005.05.003	Вихідний електрод	1	
		4	08.27.МКР.005.05.004	Наконечник	1	
		5	08.27.МКР.005.05.005	Профільоване сопло	1	
		6	08.27.МКР.005.05.006	Прокладка	1	
		7	08.27.МКР.005.05.007	Сопло	1	
		8	08.27.МКР.005.05.008	Фланець	1	
		9	08.27.МКР.005.05.009	Шайба ізоляційна	1	
		10	08.27.МКР.005.05.010	Штуцер	1	
		11	08.27.МКР.005.05.011	Штуцер	1	
Підп. і дата				<u>Стандартні вироби</u>		
		12		Болт М8х15 ГОСТ 10602 - 94	4	
		13		Гайка М8 ГОСТ 15526-70	4	
		14		Гвинт М3-6х6 14Н ГОСТ1476-93	1	
Взам. інв. №				Кільце ущільнюоче ГОСТ 18829-73		
		15		009-012-19-1-0	2	
		16		010-015-20-2-0	2	
Підп. і дата		17		Шайба 8 ГОСТ10450-78	4	
			08.27.МКР.005.05.000			
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
	Разраб.		Науменко О.Е.			Лит.
	Пров.		Шенфельд В.И.			Н
	Н.контр.		Шенфельд В.И.			1
Утв.		Поліщук Л.К.				Листов
						1
				Розпилюючий пристрій		
				ВНТУ ст.гр.1ГМ-20м		

Копировал

Формат А4