

Вінницький національний технічний університет

Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра галузевого машинобудування

Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему: ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ВАЛУ 4-ОЇ ПЕРЕДАЧІ РЕДУКТОРА СПЦ26У

Виконав: студент 2 курсу, групи 13В-19м
спеціальності 132 – «Матеріалознавство»
Лавренюк Вадим Валерійович
(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доцент Шенфельд В.М.
(прізвище та ініціали)

Рецензент: _____

Вінниця - 2020 р. _____

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра галузевого машинобудування

Освітньо-кваліфікаційний рівень «Магістр»

Спеціальність 132 – «Матеріалознавство»

(шифр і назва)

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

« » 2020 р.

**ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Лавренюку Вадиму Валерійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення довговічності відновлення робочих поверхонь валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У

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

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

затверджені наказом ВНТУ від «25» вересня 2020 року №214

2. Строк подання студентом проекту (роботи): 30.11.2020 р.

3. Вихідні дані до роботи:

Річна програма відновлення деталей N=1000 шт.;

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ; Розділ 1. Сучасний стан наукової проблеми і шляхи її вирішення; Розділ 2. Формування високовуглецевих шарів з використанням плазми на поверхнях сталевих деталей; Розділ 3. Технологічні засади підвищення довговічності робочих поверхонь валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У; Розділ 4. Розрахунок економічної ефективності інноваційного рішення; Розділ 5. Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях; Загальні висновки; Список використаних джерел; Додатки.

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

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

4. Установка з числовим програмним керуванням; 5.Робоче місце; 6. Процес відновлення валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	Шенфельд В.Й., к.т.н., доцент кафедри ГМ	25.09.2020р.	03.12.2020р.
Економіка виробництва	Бальзан М.В., к.е.н., доц., кафедри ЕПВМ	25.09.2020р.	02.12.2020р.
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Віштак І. В., к.т.н., доцент кафедри БЖД та ПБ	25.09.2020р.	02.12.2020р.

7. Дата видачі завдання « 25 » вересня 2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Формування та затвердження теми магістерської кваліфікаційної роботи (МКР)	25.09.20 р.	
2	Виконання спеціальної частини МКР. Перший рубіжний контроль виконання МКР	26.10.2020 р.	
3	Виконання спеціальної частини МКР. Другий рубіжний контроль виконання МКР	30.10.20 р.	
4	Виконання розділу «Економіка виробництва»	24.11.20 р.	
5	Виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	25.11.20 р.	
6	Попередній захист МКР	30.12.20 р.	
7	Нормоконтроль МКР	07.12.20 р.	
8	Опонування МКР	08.12.2020 р.	
9	Захист МКР	10.12.2020 р.	

Студент _____

Лавренюк В. В.

Керівник роботи _____

Шенфельд В. Й.

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів і загальних висновків. Загальний обсяг роботи 99 сторінок, у тому числі 25 рисунків, 29 таблиці, 24 літературне джерело.

Предметом магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення довговічності відновлення робочих поверхонь валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У. Робота складається з п'яти частин: 1. Сучасний стан наукової проблеми і шляхи її вирішення; 2. Формування високовуглецевих шарів з використанням плазми на поверхнях сталевих деталей; 3. Технологічні засади підвищення довговічності робочих поверхонь валу 4-ої передачі редуктора спц26у; 4. Розрахунок економічної ефективності інноваційного рішення; 5. Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях.

Об'єктом дослідження є процеси структуроутворення поверхнево зміцнених поверхонь сталевих деталей отриманих з використанням вуглецевого волокнистого матеріалу.

Головною метою цієї кваліфікаційної роботи є підвищення довговічності відновлення робочих поверхонь відновлення робочих поверхонь валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У шляхом поверхневого зміцнення сталевих деталей з використанням вуглецевого волокнистого матеріалу за допомогою плазми.

В роботі розроблено технологічний процес відновлення робочих поверхонь валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У та досліджено вплив товщини вуглецевої тканини на глибину зміцненого шару.

ABSTRACT

The master's qualification work consists of an introduction, 5 sections and general conclusions. The total volume of the work is 99 pages, including 25 figures, 29 tables, 24 literary sources.

The subject of the master's qualification work is to increase the durability of the restoration of the working surfaces of the shaft of the 4th gear of the gearbox CIIIQ26Y. The work consists of five parts: 1. The current state of the scientific problem and ways to solve it; 2. Formation of high-carbon layers using plasma on the surfaces of steel parts; 3. Technological principles of increasing the durability of the working surfaces of the shaft of the 4th gear of the gearbox spts26u; 4. Calculation of economic efficiency of the innovative decision; 5. Occupational health and safety in emergencies.

The object of research is the processes of structure formation of surface-strengthened surfaces of steel parts obtained with the use of carbon fiber material.

The main purpose of this qualification work is to increase the durability of the restoration of the working surfaces of the restoration of the working surfaces of the shaft of the 4th gear reducer CIIIQ26Y by surface hardening of steel parts using carbon fiber material with plasma.

The technological process of restoration of working surfaces of the shaft of the 4th gear of the CIIIQ26Y reducer is developed in the work and the influence of the thickness of carbon fabric on the depth of the reinforced layer is investigated.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. СУЧАСНИЙ СТАН НАУКОВОЇ ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ.....	10
1.1 Дослідження способів формування високовуглецевих шарів на поверхнях деталей машин та апаратів.....	10
1.2 Висновки та постановка задач дослідження.....	19
2. ФОРМУВАННЯ ВИСОКОВУГЛЕЦЕВИХ ШАРІВ З ВИКОРИСТА- ННЯМ ПЛАЗМИ НА ПОВЕРХНЯХ СТАЛЕВИХ ДЕТАЛЕЙ.....	22
2.1 Досліджувані матеріали.....	22
2.2 Визначення якості нанесення покриття напиленням.....	23
2.3 Формування високовуглецевих шарів з використанням плазми на поверхнях сталевих деталей.....	24
2.4 ДюрOMETричний аналіз зміцнених зносостійких високовуглецевих покриттів.....	27
2.5 Висновки до розділу 2.....	29
3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ РОБО- ЧИХ ПОВЕРХОНЬ ВАЛУ 4-ОЇ ПЕРЕДАЧІ РЕДУКТОРА СПЦ26У.....	30
3.1 Призначення деталі.....	30
3.2 Якісний аналіз.....	31
3.3 Кількісний аналіз.....	31
3.4 Дефектування валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У.....	33
3.5 Вибір та технічне обґрунтування методів відновлення поверхонь валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У.....	34
3.6 Формування маршруту відновлення валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У.....	35
3.7 Розрахунок припусків на переходи механічної обробки валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У.....	37

3.8 Призначення режимів механічної обробки валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У	37
3.9 Призначення режимів нанесення покриття зношених поверхонь валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У	38
3.10 Нормування операцій технологічного процесу	40
3.11 Розробка конструктивної схеми установки з числовим програмним керуванням для плазмового напилення	40
3.12 Вибір виконавчих механізмів для автоматизованого пересування деталей	46
3.13 Розробка робочого місця	48
3.14 Висновки розділу 3	49
4 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІННОВАЦІЙНОГО РІШЕННЯ	51
4.1 Аналіз комерційного потенціалу розробки	51
4.2 Прогнозування витрат на виконання науково-дослідної роботи	53
4.3 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки	62
4.4 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та період їх окупності	64
4.5 Висновки по розділу	68
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	70
5.1 Аналіз умов праці	70
5.2 Пожежна безпека	75
5.3. Безпека в надзвичайних ситуаціях	76
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	79
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	81
ДОДАТКИ	84

ВСТУП

Актуальність теми. В умовах сучасного ремонтного виробництва велике значення має економія ресурсів та зменшення економічних затрат на процеси зміцнення поверхонь деталей різноманітної техніки. Для сучасного машинобудування характерні важкі умови роботи машин, а, отже, і швидке зношування відповідальних деталей різноманітних вузлів. Створення зносостійких поверхневих шарів вирішує цю проблему, оскільки має ключове значення для забезпечення зносостійкості функціональних поверхонь. Пошук нових, високоефективних способів нанесення чи створення цих поверхневих шарів повинен враховувати зменшення потреби у витратних матеріалах, підвищення продуктивності обладнання та виробничих площ.

Метою роботи є підвищення довговічності відновлення робочих поверхонь відновлення робочих поверхонь валу 4-ї передачі редуктора СПЦ26У шляхом поверхневого зміцнення сталевих деталей з використанням вуглецевого волокнистого матеріалу за допомогою плазми.

Задачі дослідження:

- Вивчення питань формування високовуглецевих шарів на поверхнях деталей машин та апаратів;
- Мікроструктурний аналіз та дюрOMETричні дослідження поверхнево зміцнених сталевих деталей з використанням вуглецевого волокнистого матеріалу.
- Дослідження впливу товщини вуглецевої тканини на глибину зміцненого шару.

Об'єкт дослідження – процеси структуроутворення поверхнево зміцнених поверхонь сталевих деталей отриманих з використанням вуглецевого волокнистого матеріалу.

Предмет дослідження – механізм структуроутворення зміцнених поверхонь сталевих деталей від впливу плазми на вуглецеві волокна.

Встановлення можливості отримання зміцненого покриття заданої висоти в залежності від товщини волокон.

Методи дослідження. Дані задачі були розв'язані за допомогою експериментальних досліджень, мікроструктурного та дюрOMETричного аналізів. Мікроструктурний аналіз зміцненого покриття виконувався за допомогою оптичного мікроскопу МИМ-8. ДюрOMETричні дослідження проводились за допомогою мікротвердоміра ПМТ-3.

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

- Дослідження показали, що шляхом плазмової обробки поверхонь сталевих деталей, на які нанесені вуглецеві волокна, можливо створити зміцнені шари з структурами цементиту, мартенситу гартування, трооститу та ледебуриту.
- Встановлено, що мікротвердість структурних складових сталі 40X після плазмової обробки з використанням вуглецевих волокнистих матеріалів збільшується у 2-3 рази.

Практичне значення одержаних результатів.

Автором розроблена технологія зміцнення робочих поверхонь сталевих деталей шляхом плазмової обробки з використанням вуглецевих волокон для підвищення довговічності. Запропонована технологія є економічно вигідною та дозволяє отримати покриття із заданими механічними властивостями.

Особистий внесок здобувача. Автор розробив технологію зміцнення поверхонь деталей. Проводив експериментальні дослідження, мікроструктурний аналіз та дюрOMETричні дослідження.

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

Апробація результатів наукової роботи. Основні положення та результати наукової роботи доповідалися та обговорювалися на XLIX науково-технічній конференції підрозділів ВНТУ.

Публікації.

1. Шенфельд В. Й. Дослідження структури та твердості покриттів наплавлених дротом Нп-30ХГСА на високоміцний чавун [Електронний ресурс] / В.Й. Шенфельд, В. В. Лавренюк // Матеріали XLIX науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 18-29 травня 2020 року. - Електрон. текст. дані.-2020. - Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2020/paper/view/9324/7957>.

1. СУЧАСНИЙ СТАН НАУКОВОЇ ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

1.1 Дослідження способів формування високовуглецевих шарів на поверхнях деталей машин та апаратів

1.1.1. Індукційно-дугове наплавлення високовуглецевих покриттів.

У роботі [1] пропонується метод науглецювання шляхом індукційного наплавлення з наступним оплавленням нанесеного покриття з використанням графітового електроду. Досліджувались зміни структури та властивостей наплавленого твердого сплаву ПГ-С27 після додаткової дії на нього електричної дуги графітового електроду.

Під час використання електричної дуги зворотної полярності на постійному струмі ($I = 80 \text{ A}$, $U = 25 \text{ B}$) для переплавлення графітовим електродом здійснюється науглецювання поверхневого шару [2]. В даному випадку вуглець, який вводиться в матеріал за допомогою електричної дуги графітового електроду, не витрачається на паралельні процеси, а змінює хімічний склад, структуру і властивості високолегованого чавуну.

Для дослідження процесу науглецювання індукційно наплавленого шару його дуговий переплав виконували до середини зразків, іншу частину наплавлених зразків залишали без зміни (рис. 1.1).

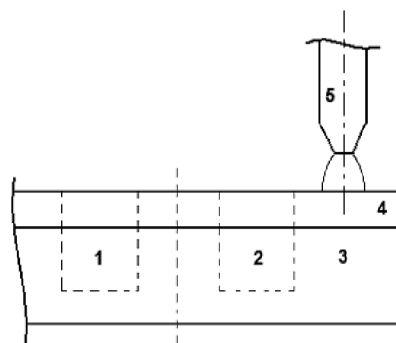


Рисунок 1.1 – Схема переплавлення твердого сплаву: 1, 2 – ділянки для металографічних досліджень, 3 – основний метал, 4 – наплавлений шар

твердого сплаву, 5 – графітовий електрод

На рисунку 1.2 приведені структури шару твердого сплаву ПГ-С27 на сталі 65Г, що утворилися після індукційного наплавлення (а) і після додаткового переплаву під дією дуги графітового електрода (б). При традиційному способі зміцнення поверхні металу (тільки одне індукційне наплавлення) в наплавленому шарі високолегованого заевтектичного білого чавуну в зоні сплавлення спостерігається яскраво виражена структура доевтектичних чавунів. Її утворення викликане підплавленням поверхневого шару основного металу при індукційному нагріванні, його часткового змішування з наплавленим матеріалом і взаємної дифузії елементів між шарами, які призводять до зменшення вмісту вуглецю в цій зоні, збільшення вмісту заліза і зміщення складу системи на діаграмі стану Fe-C у доевтектичну область [3].

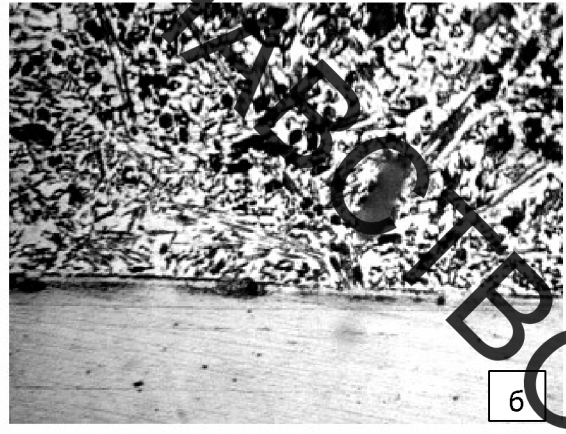
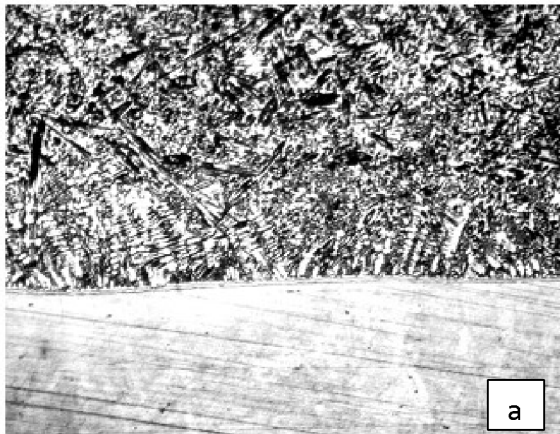


Рисунок 1.2 – Структура наплавленого шару до переплавлення (а), і після його переплавлення електричною дугою графітового електрода (б)

У той же час, після впливу електричної дуги графітового електрода (рис. 1.2,б) - в наплавленому шарі відсутні небажані структури доевтектичної зони. Крім того, відбувається зміна форми і розмірів карбідних включень, а також дещо збільшується протяжність границі розділу основний метал - наплавлений шар. Розмір карбідних включень зменшується, а їх форма

більше наближається до витягнутої ланцетовидної [3].

Про активізацію дифузійних процесів і збільшенні вмісту вуглецю в системі свідчить і залежність мікротвердості наплавленого шару від відстані до межі його розділу з основним матеріалом, яка наведена на рис. 1.3.

Як бачимо з рис. 1.3, в результаті додаткового насичення наплавленого шару вуглецем змінюється не тільки загальна твердість поверхневого шару, але і його характеристики в зоні сплавлення. Через більш високу дисперсність фази карбиду (рис.2), локальна мікротвердість в цій зоні біметалічного з'єднання 65Г - ПГ-С27 стає практично однаковою по всій товщині наплавленого шару на відміну від варіанту зміцнення тільки з одного індукційного наплавлення. Границею розділу основний метал - наплавлений шар при науглецьовуванні і перемішуванні дугою графітового електрода збільшила свою протяжність майже в 1,5 рази.

Проведені дослідження показали, що застосування індукційного наплавлення з подальшим дуговим переплавом графітовим електродом сплаву ПГ-С27 дозволяють отримувати зміцнені поверхні.

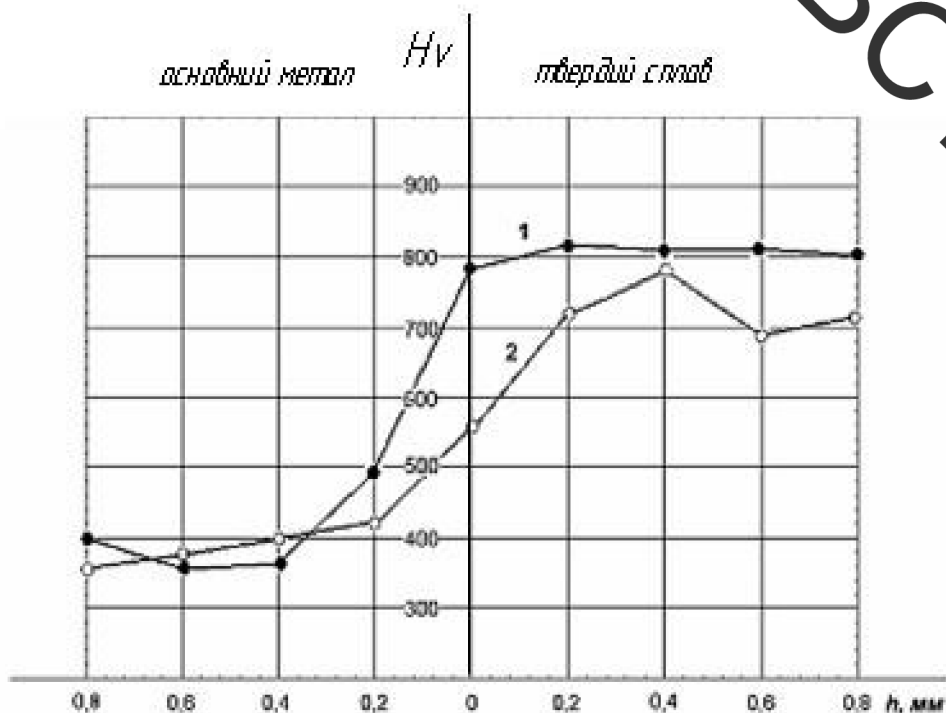


Рисунок 1.3 – Розподілення мікротвердості твердого сплаву ПГ-С27, наплавленого на сталь 65Г по глибині покриття: 1 – після переплавлення

дугою графітового електроду, 2 – без переплавлення

1.1.2. Нанесення високовуглецевих покриттів поєднанням СВС-процесу та лазерної обробки.

У роботах [4] розглядався СВС-процес у поверхневому, порівняно тонкому шарі за рахунок використання технології лазерного поверхневого зміцнення одночасно для нагріву, оплавлення і науглецьовування заліза та для оплавлення частинок Ti і його "горіння" у вуглеці із утворенням карбідів TiC .

У даному дослідженні замість світлопоглинаючої фарби використовувалася суміш порошків Ti (68%), вуглецю у виді сажі (18%) і Fe (14% за масою). Ця суміш змочувалася розчином 2% латексу у бензині, наносилася на поверхню вуглецевої сталі марки 10 і 20 і підсушувалася на повітрі, утворюючи шар товщиною 200 або 500 мкм.

Термохімічні розрахунки показали, що у такій суміші практично весь Ti взаємодіє із вуглецем за рахунок безкисневого горіння, утворюючи карбід Ti . Надлишок вуглецю і дуже невелика кількість титану легують залізо, утворюючи рідку сталь евтектоїдного складу, яка в умовах швидкого охолодження перетворюється у тростит в шарах товщиною 80 мкм. Такі шари підпалювались променем CO_2 -лазера безперервної дії із поздовжньою накачкою потужністю 850 Вт при щільності потужності 15–20 Вт·м⁻² (діаметр "плями" 0,3–1,0 мм), швидкість сканування 10–20 мм·с⁻¹.

На рис.1.4 показана типова мікроструктура металу у поперечному перерізі зміцненого шару, отриманого при захисті Ti від окислення повітрям у нанесеному шарі суміші, аргоном ($\sim 0,5$ л·с⁻¹). Товщина легованого шару ~ 500 мкм. Зміцнений поверхневий шар складається з $\sim 50\%$ частинок TiC і $\sim 50\%$ (за об'ємом) інструментальної вуглецевої сталі типу У8.

На рис.1.4 двома вертикальними стрілками показано, що дві частинки TiC під час свого синтезу "пропалили" сталь із високим локальним виділенням тепла і глибоко вкоренилися у зв'язку. Видно також, що в зоні

інтенсивного теплового впливу мікроструктура сталі набула дуже дрібної стовпчастої будови із невеликим нахилом тонких дендритів (які майже не мають гілок) у сторону, протилежну напрямку сканування променем лазера. Нахиленою світлою стрілкою (зверху, рис.1.4) показано напрям, вздовж якого вимірювалась мікротвердість алмазною пірамідою.

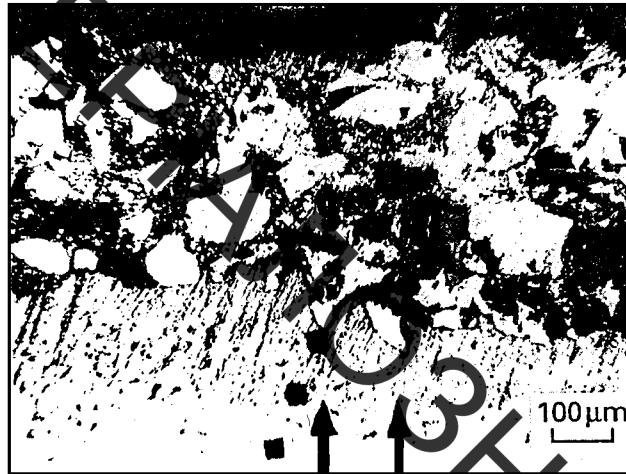


Рисунок 1.4 - Мікроструктура зміцненого шару із напівоплавленими частинками TiC

У напівоплавленій зоні видно високотверді ($\sim HV 2000$) карбіди TiC , які займають до 50% об'єму всього шару сталі. Як показали дослідження, мікротвердість карбідів TiC майже у десятки разів вища твердості сталі.

Цей технологічний процес дозволяє нарощувати зношені поверхні деталей машин, апаратів і приладів на висоту 0,5 мм.

1.1.3. Плазмове напилювання високовуглецевих покриттів з використанням порошків з відходів валкових чавунів.

В роботі [5]. досліджувався процес плазмового напилювання зносостійких високовуглецевих покриттів механічними сумішами порошків із шламів валкових чавунів з порошками міді і нікелевих сплавів, що самофлюсуються, та визначалися закономірності формування структури, фазового складу і властивостей композиційних плазмових покриттів на основі порошків з відходів шліфування литих чавунних прокатних валків.

Результатом даної роботи є дослідження технологічних властивостей, структури, морфології і дисперсного складу порошків із стружки та шламів валкових чавунів.

Встановлено, що порошки із шліфувальних шламів валкових чавунів можуть бути використані для газотермічного напилювання зносостійких покриттів без додаткового подріблення, оскільки масовий вміст у них фракції -100 мкм складає 70...90%.

Порошки із шламів хромо-нікелевих чавунів (3,0...3,2 мас. % С; 0,6...1,2 мас. % Cr; 0,8...3,0 мас. % Ni) містять частки різної морфології, структури і хімічного складу. Порошки фракції 63 мкм містять пластинчасті частки товщиною 8...15 мкм із структурою мартенситу і вторинного цементиту (1,9...2,1 мас. % С), порошки фракції 63...100 мкм - частки осколької форми розміром 70...100 мкм із структурою евтектичного цементиту (4,2...4,3 мас. % С; 65 об. % Fe₃C), порошки фракції 100...200 мкм - частки із структурою литих чавунів (мартенсит, вторинний і евтектичний цементит) (рис. 1.5).

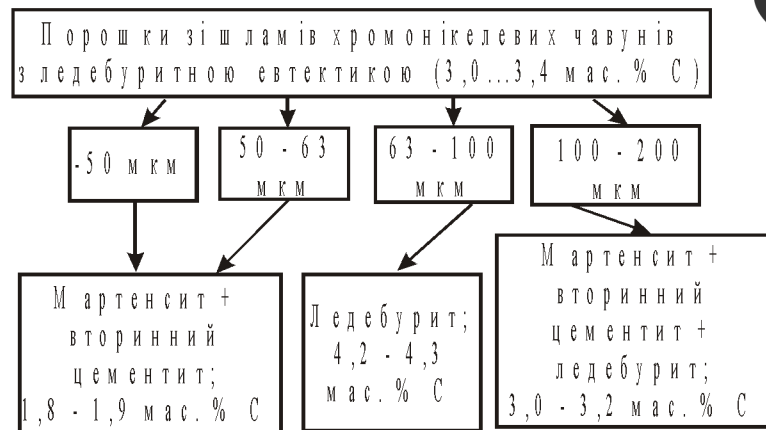


Рисунок 1.5 - Класифікація часток за структурою та дисперсним складом у порошках зі шламів хромо-нікелевих чавунів з ледебуритною евтектикою

У порошках із шламів високохромістих валкових чавунів (3,0...3,2 мас. % С; 15...17 мас. % Cr; 1,0...2,0 мас. % Ni; 0,8...1,2 мас. % Si) частки мають

форму мікропластин товщиною 8...20 мкм з однотипною гетерогенною структурою компактних литих матеріалів (мартенсит, вторинні і дисперсні евтектичні карбіди $(Cr,Me)_7C_3$).

Різний характер стружкоутворення при ідентичних режимах обдирного шліфування хромонікелевих і високохромістих чавунів обумовлений істотними відмінностями їх структури і різним рівнем їх фізико-механічних властивостей. При шліфуванні хромонікелевих чавунів з більш чітко вираженою гетерогенною неоднорідною структурою відбувається викришування великих і малопластичних евтектичних карбідів, внаслідок чого утворюються частки осколкоподібної форми розміром 70...110 мкм із структурою ледебуриту. Більш міцна і пластична мартенситна матриця з включеннями вторинного цементиту руйнується з утворенням мікропластин та мікростружки товщиною 8...15 мкм. При шліфуванні високохромістих чавунів з рівномірно розподіленими у мартенситній основі дисперсними евтектичними і вторинними карбідами хрому утворюються пластинчасті частки товщиною 8...20 мкм з однотипною гетерогенною структурою.

У порошках із стружки хромонікелевих валкових чавунів, так само як і в порошках із шламів, внаслідок викришування при подрібленні включень евтектичного цементиту формуються частки з різним вмістом і морфологією карбідних фаз. У порошках фракцій -50 і 50...63 мкм частки мають структуру ледебуриту (4,3...4,6 мас. %), у порошках фракції 63...100 мкм – перліту (трооститу), вторинного цементиту і точкового графіту.

1.1.5. Нанесення високовуглецевих покриттів на основі залізовуглецевих сплавів на основі поєднання гальванічних процесів та цементування.

В роботі [7] досліджувався процес технології відновлення і поверхневого зміцнення деталей автомобілів, що включає електроосадження залізохромістих покриттів і їх цементацію, що забезпечує значне підвищення рівня експлуатаційних властивостей. Була запропонована така

технологія: електроосадження залізохромистих покриттів в роботі проводилося з сірчанокислого електроліту оригінального складу (сірчанокисле залізо FeSO_4 - 250 ... 400, нітрат хрому $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ - 3 - 5 ... 20, сульфат натрію Na_2SO_4 - 20 ... 40) з використанням асиметричного змінного струму.

Цементація зразків з залізохромистими покриттями проводили в пастоподібних карбюризаторах різних складів на основі газової сажі ДГ-100, вуглекислого барію BaCO_3 і полівінілацетатної емульсії (клею ПВА) у співвідношенні 40: 20: 40% за масою, які наносили на цементуємі поверхні (шаром 1,5 ... 2 мм) і висушували. Зразки поміщали в цементаційна шахтну піч з герметизованою ретортою, у внутрішній простір якої подавали з бачка через крапельницю рідкий карбюризатор (синтин) протягом усього часу цементації. Другий варіант цементації - упаковка зразків у контейнер з вуглецевомісним наповнювачем (деревним вугіллям) і нагрівання у звичайній електропечі.

Найбільш високий вміст фази карбіду в дифузійних шарах при цементації в карбюризаторі зазначеного вище складу виходить в залізохромистих покриттях з вмістом хрому близько 1,5%. Менший вміст хрому призводить до зменшення кількості карбідів в шарі, більший вміст – до зменшення глибини цементації (рис.1.6).

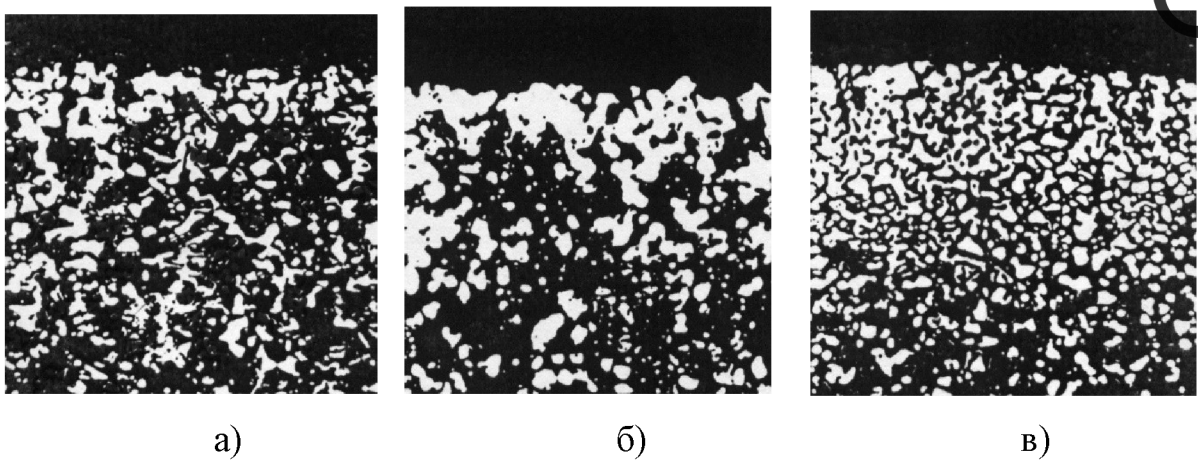


Рисунок 1.6 - Мікроструктури цементованих залізохромистих покриттів: а) 0,95 % Cr; б) 1,51 % Cr; в) 3,07 % Cr ($\times 300$)

Температура і тривалість цементації залізохромистих осаджень помітно впливає як на вміст карбідів у дифузійних шарах, так і на глибину цих шарів. Найбільш інтенсивне карбідоутворення спостерігається при температурі цементації до 880 ... 900 °С, збільшення тривалості цементації веде до збільшення глибини дифузійного шару і укрупнення карбідних включень.

Міцність зчеплення гальванічних залізохромистих покриттів з основним металом в результаті цементації помітно збільшується. Якщо в початковому стані, при самій ретельній підготовці основи під осадження, міцність зчеплення становить приблизно 230 ... 250 МПа, то після цементації при (850 °С, 3 год) ця міцність становить вже 320 ... 350 МПа і навіть більше. Границя між покриттям і основою в результаті цементації розмивається аж до повного зникнення.

Високий вміст вуглецю, який зв'язаний в карбіді, в цементованих шарах електролітичних залізохромистих покриттів обумовлює високу твердість цих покриттів, що досягає HRC 66 ... 68. Розподіл мікротвердості по перетину цементованих шарів показує, що максимум твердості збігається з максимальним вмістом карбідів в структурі.

Цементация залізохромистих гальванічних покриттів призводить до виникнення в них напружень стиску, замість вихідних напружень розтягу. Найбільш високі напруження стиску (більше 300 МПа) мають місце в дифузійних шарах невеликої глибини (~ 0,1 мм) з вмістом фази карбіду близько 40%. При збільшенні глибини цементації, також як і при збільшенні вмісту карбідів в структурі, рівень напружень знижується, однак, у всіх випадках вони залишаються стискаючими. Напруження стиску впливають на границю витривалості сталі і, таким чином, цементация покращує втомну міцність відновлених деталей.

Абразивна зносостійкість цементованих залізохромистих покриттів визначається вмістом карбідів в дифузійних шарах. Збільшення вмісту фази

карбиду призводить до інтенсивного зростання зносостійкості, яка при вмісті карбідів більше 50% перевищує зносостійкість покриття без карбідів в 10 і більше разів. Режими цементації (температура і тривалість) впливають на абразивну зносостійкість залізохромистих покриттів, оскільки впливають на утворення карбідів в дифузійних шарах.

Цементовані залізохромисті покриття мають високу зносостійкість в умовах граничного тертя ковзання і високі протизадирні властивості при сухому терті, що пояснюється наявністю на поверхні великої кількості цементиту, який має високу твердість і низький коефіцієнт тертя. Наявність в структурі покриттів великої кількості крихких карбідних включень зумовлює їх невисоку ударну в'язкість, хоча, округла форма карбідів дещо пом'якшує їх негативну дію. При вмісті цементиту в структурі до 50% ударна в'язкість цементованих покриттів цілком задовільна (на рівні ударної в'язкості загартованої на мартенсит високовуглецевої сталі). При подальшому підвищенні вмісту карбідів в структурі ударна в'язкість різко падає. Очевидно, що при малій кількості карбідної фази в цементованих шарах помітний внесок у визначення величини ударної в'язкості вносить металева матриця, що займає проміжки між карбідами.

1.2 Висновки та постановка задач дослідження

Аналіз наукових праць українських та закордонних вчених щодо отримання високовуглецевих зносостійких покриттів на сталевих деталях дозволив зробити такі висновки:

Використання традиційного гартування для поверхневого зміцнення супроводжується значними фазовими перетвореннями, появою внутрішніх напружень та великих деформацій. Навуглецьовування поверхонь в твердих або газових карбюраторах вимагає тривалого нагрівання, що веде до втрат енергії та часу, крім того цементація сталей потребує використання досить громіздкого обладнання і великих виробничих площ, досить високою є

витрата карбюризатора [8]. Для створення на поверхнях деталей шарів із спеціальними властивостями для підвищення зносостійкості застосовують методи напилювання. Недоліками способу є невелика товщина зміцненого шару, обмеження різноманітною конфігурацією та габаритами деталей, спеціальне обладнання [9,10]. Використання лазерних технологій для зміцнення потребує спеціального обладнання, кваліфікованого персоналу та великих затрат енергії [11].

Гарних результатів досягнуто при зміцненні сталевих поверхонь деталей машин та конструкцій за допомогою використання енергії плазмового струменя [12]. Значних успіхів досягнуто у вивченні процесів зміцнення інструменту потоками імпульсної плазми [13,14], плазмово-детонаційної обробки високовуглецевих сталей [15], фінішного плазмового зміцнення інструментальних сталей [16]. Слід зазначити, що для успішної експлуатації деталей зі зміцненим поверхневим шаром потрібно не тільки знизити інтенсивність зношування поверхні тертя, але й зберегти, а можливо, і поліпшити міцність всього виробу. Доведено, що плазмове зміцнення може ефективно використовуватися для деталей, що експлуатувались в об'ємно-загартованому стані

Тому актуальною є розробка нових технологічних процесів, які за малих економічних витрат дають хороші результати.

Метою роботи є підвищення довговічності відновлення робочих поверхонь відновлення робочих поверхонь валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У шляхом поверхневого зміцнення сталевих деталей з використанням вуглецевого волокнистого матеріалу за допомогою плазми.

Задачі дослідження:

- Мікроструктурний аналіз та дюрOMETричні дослідження поверхнево зміцнених сталевих деталей з використанням вуглецевого волокнистого матеріалу.

- Дослідження впливу товщини вуглецевої тканини на глибину зміцненого шару.
- Розробка технологічного процесу відновлення та зміцнення робочих поверхонь валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У для підвищення експлуатаційних характеристик деталі.
- Проектування обладнання та устаткування для плазмового напилення з використанням технологій Festo.

2. ФОРМУВАННЯ ВИСОКОВУГЛЕЦЕВИХ ШАРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЛАЗМИ НА ПОВЕРХНЯХ СТАЛЕВИХ ДЕТАЛЕЙ

2.1 Досліджувані матеріали

2.1.1. Матеріали зразків (основи), для поверхневого зміцнення, та їх характеристики. Для дослідження поверхневого зміцнення використовувались зразки зі сталі 40Х. Хімічний склад і механічні властивості сталі наведено у таблиці 2.1 та 2.2 [17, 18].

Таблиця 2.1 - Хімічний склад матеріалів зразків

Марка сталі	Хімічний склад, %							
	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Cr</i>	<i>P</i>	<i>S</i>
40Х	0,36-0,44	0,17-0,37	0,5-0,8	0,3	0,3	0,8-1,1	0,035	0,035
Ст. 3	0,14-0,22	0,15-0,3	0,4-0,65	0,3	0,3	0,3	0,04	0,05

Таблиця 2.2 - Механічні властивості досліджуваних матеріалів

Марка сталі	Механічні характеристики					
	Модуль пружності, 10^3 , МПа	Межа міцності при розтягу, МПа	Межа текучості, МПа	<i>НВ</i>	Теплопровідність, Вт/м*°С	Питома теплоємність, Дж/кг*°С
40Х	214	980	785	217-252	43-46	469-481
Ст3	200	445	220	145	44	-

2.1.4 Вуглецеві тканини, що використовувались для поверхневого зміцнення зразків зі сталі 40Х

Для зміцнення поверхонь використовували вуглецева тканина марки УУТ-2 ТУ6-06 И 78-85, щільністю 200 г/м² (рис.2.1).

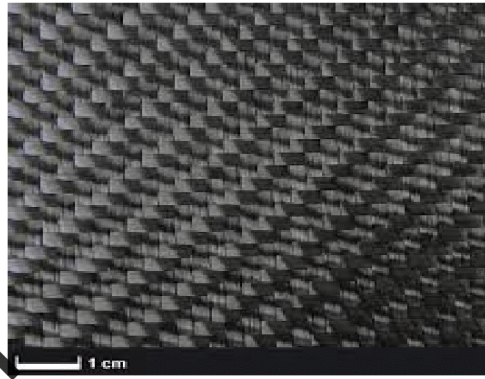


Рисунок 2.1 – Вуглецева тканина марки УУТ-2

2.2. Визначення якості нанесення покриття напиленням

2.2.2. Визначення структури нанесеного покриття.

Дослідження мікроструктури зміцненого шару та перехідної зони виклинували на мікрошліфах. Під час приготування шліфів потрібно уникнути процесів нагрівання, щоб не спотворювати структуру. Для виготовлення мікрошліфів використовували електроерозійні верстати.

Приготування мікрошліфа здійснювали за стандартною методикою. Виготовлення мікрошліфів проводилось в декілька етапів: підготовка плоскої поверхні; шліфування та полірування.

Аналіз мікроструктури зміцненого шару проводився з використанням оптичної мікроскопії на мікроскопі МИМ-8 (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 - Мікроскоп МИМ-8

2.2.3 Вимірювання мікротвердості нанесеного покриття

Мікротвердість структурних складових зміцненого шару та твердість по глибині визначали на приладі ПМТ-3 (рис.2.3).



Рисунок 2.3 – Мікротвердомір ПМТ-3

2.3 Формування високовуглецевих шарів з використанням плазми на поверхнях сталевих деталей

В даній роботі пропонується спосіб поверхневого зміцнення сталевих деталей з використанням вуглецевого волокнистого матеріалу. Використання вуглецевого волокнистого матеріалу добре зарекомендувало себе при наплавленні високовуглецевих покриттів [19]. Так як вуглецеві волокна мають унікальні фізичні та технологічні властивості:

- досить високу теплопровідність, для швидкої передачі накопиченого в тепла в поверхневий шар основи що буде викликати оплавлення поверхневого шару;

- висока змочуваність рідким металом за рахунок високої поверхневої енергії, що знижує необхідну температуру евтектичного перетворення системи сталь – вуглецева тканина;

- значно вища швидкість розчинення вуглецевого волокна в рідкому металі в порівнянні з графітом, сажею та іншими джерелами вуглецю. При цьому поверхневий шар перетворюється у високовуглецеву сталь за короткий проміжок часу.

На зразки, які були виготовлені у вигляді шайб з сталі 40X діаметром 52 мм, товщиною 12 мм та з твердістю у стані поставки. Структура зразків – ферит + перліт. Мікроструктура зразків з сталі 40X показана на рис. 2.4.

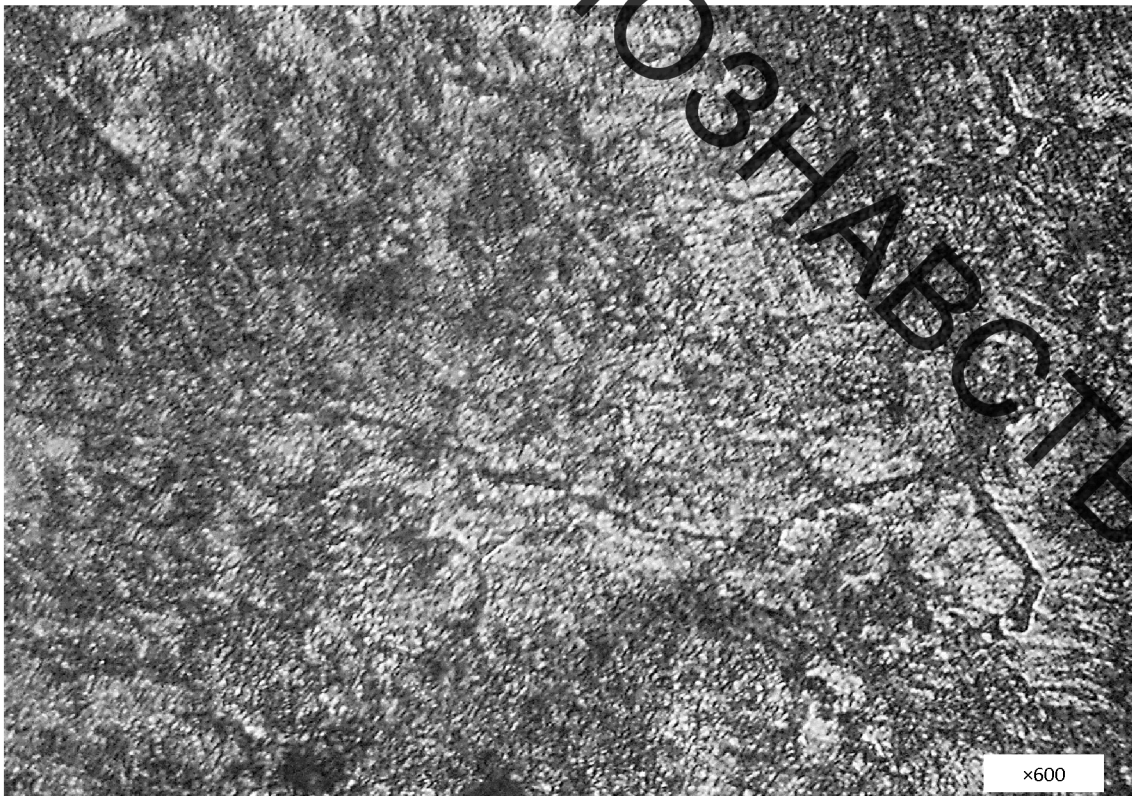


Рисунок 2.4 - Мікроструктура зразків зі сталі 40X

За допомогою клею на зразок закріпили вуглецеву тканину марки УУТ-2, щільністю $0,2 \text{ кг/м}^2$. За допомогою плазмотрона круглі зразки нагрівали до температури плавлення поверхні та підтримували в такому стані на протязі 1

хв. В наслідок чого вуглецева тканина нагрівається до температури близько 2000°C. Такої температури недостатньо для розчинення вуглецю, але достатньо для поверхневого оплавлення сталі. Глибина оплавленої поверхні з утворенням високовуглецевого шару за цей час становить до 0,6 мм.

Мікроструктура оплавленого шару складається з цементиту та суміші мартенситу гартування, троститу та ледебуриту. В результаті сплавлення вуглецевої тканини з підложкою (сталь 40X), утворилася ледебуритна структура. Ледебуритні зерна направлені голками до основного металу. По границям зерен утворився вторинний цементит за рахунок надлишку вуглецю.

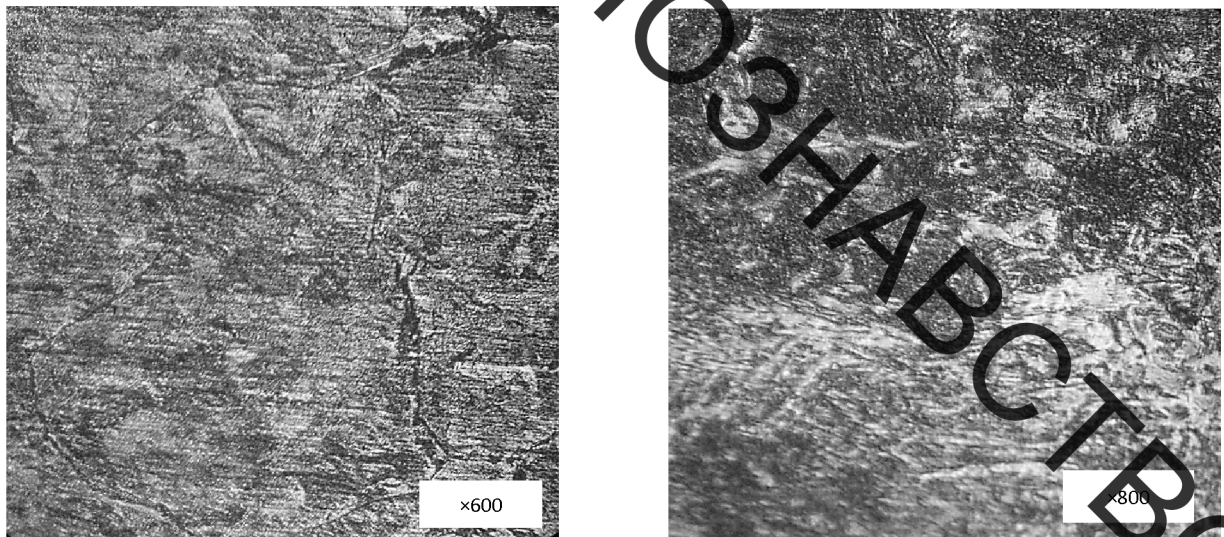


Рисунок 2.5 - Мікроструктура поверхневого шару

В перехідній зоні між науглецьованим шаром та основою утворилася структура доевтектичного чавуну з вмістом перліту і ледебуриту (рис. 2.6). Також в структурі присутні нерозчинені включення вуглецевих волокнистих матеріалів. Це відбувається за рахунок нестачі часу для повного розчинення вуглецевої тканини.

Нерозчинені включення

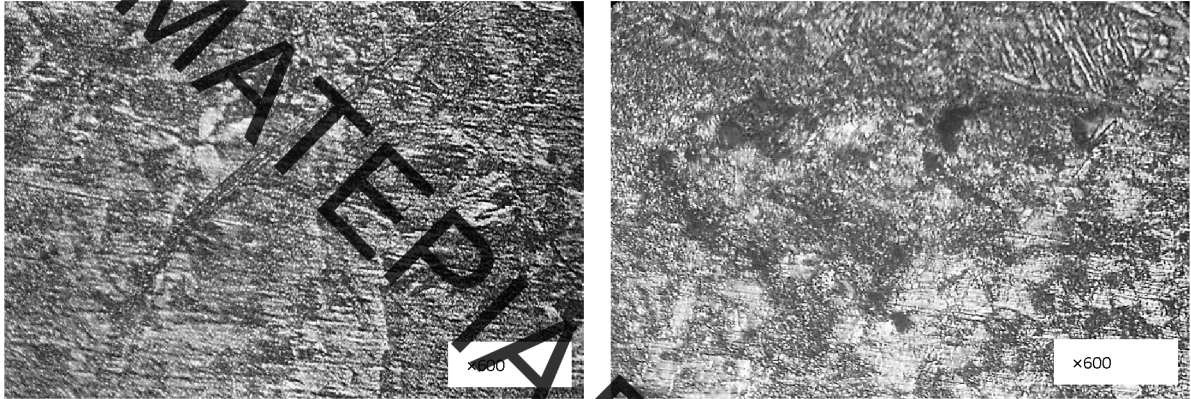


Рисунок 2.6 - Мікроструктура перехідної зони

2.4 ДюрOMETричний аналіз зміцнених зносостійких високовуглецевих покриттів

В результаті проведеного зміцнення, мікротвердість поверхневого шару збільшилася до 790 кг/мм^2 , при тому, що початкове її значення – 226 кг/мм^2 . Мікротвердість структурних складових отриманого шару вимірювали за допомогою приладу ПМТ-3 (рис. 2.7).

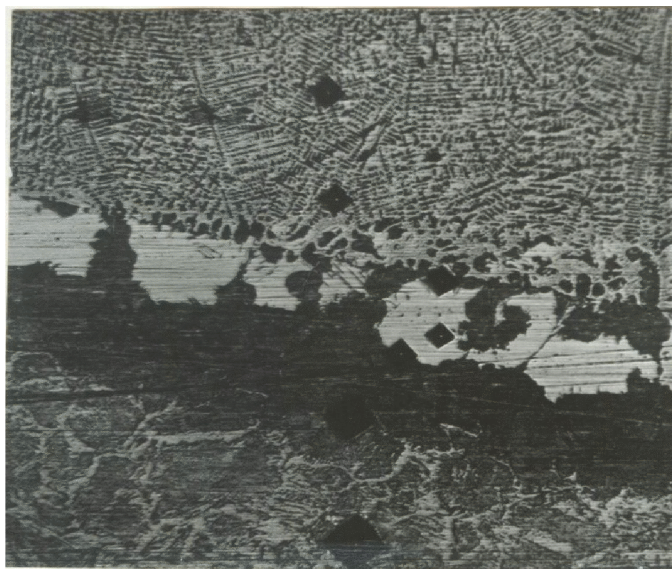


Рисунок 2.7 - Вимірювання мікротвердості структурних складових зміцненого поверхневого шару

Результати вимірювань занесені до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Мікротвердість структурних складових зразка після зміцнення

Структурна складова	Мікротвердість, кг/мм ²
Ледебурит	1050
Цементит	946
Перліт	330
Ферит	275

Встановлено, що мікротвердість структурних складових сталі 40Х після плазмової обробки з використанням вуглецевих волокнистих матеріалів збільшується у 2-3 рази.

Крім того було встановлено залежність між товщиною вуглецевих волокон та глибиною зміцненої (науглецьованої) зони (рис. 2.8).

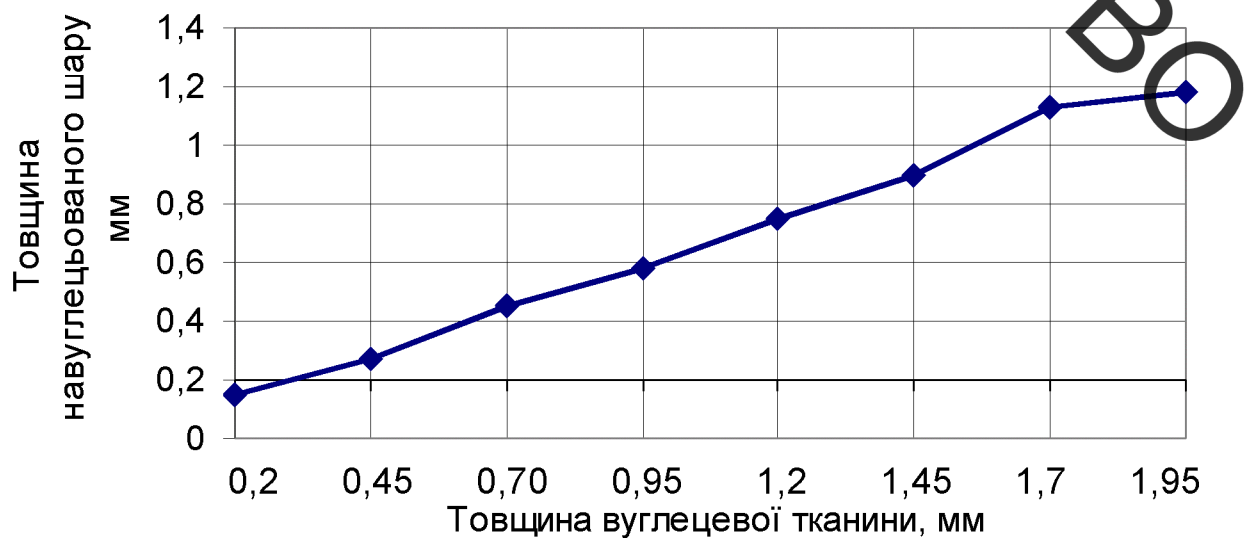


Рисунок 2.8 – Вплив товщини вуглецевої тканини на глибину зміцненого шару

2.5 Висновки до розділу 2

Запропонований спосіб поверхневого зміцнення має ряд переваг:

1. Висока продуктивність та технологічність;
2. Низька собівартість за рахунок незначних витрат енергії;
3. Не потрібно спеціального обладнання, можливе використання універсальних плазмотронів.

За допомогою запропонованої технології можливо отримувати поверхневі шари з високим вмістом карбідів.

Результати досліджень можливо застосовувати для зміцнення поверхонь деталей машин, зокрема робочих поверхонь валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У.

Встановлено, що мікротвердість структурних складових зміцненої сталі 40Х після плазмової обробки з використанням вуглецевих волокнистих матеріалів збільшується у 2-3 рази.

3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ВАЛУ 4-ОЇ ПЕРЕДАЧІ РЕДУКТОРА СПЦ26У

3.1 Призначення деталі

Дана деталь „Вал 4-ої передачі редуктора СПЦ26У„ (рис.3.1) виготовлена з сталі 40ХН та слугує для передачі крутного моменту. Для цього передбачений посадочний діаметр $\varnothing 164h7$ і шпонковий паз на який встановлюється зубчасте колесо. Поверхнями $\varnothing 140h7$ і $\varnothing 110h7$ деталь встановлюється в підшипники які розміщені в отворах корпусної деталі.

Основними конструкторськими базами є поверхні $\varnothing 140h7$, $\varnothing 110h7$. Допоміжними конструкторськими базами є поверхня $\varnothing 164h7$. Шпонковий паз поверхні $\varnothing 164h7$ та торці правий і лівий крайній – вільні поверхні $\varnothing 175$ та $\varnothing 40$.

До основних конструкторських баз ставляться наступні вимоги:

- обробка по 7 квалітету, шорсткість $Ra=2.5$
- співвісність поверхонь $140h7$ та $\varnothing 110h7$ складає $0,024\text{мм}$

До допоміжних конструкторських баз відносяться:

- $\varnothing 164h7$ по 7 квалітету, шорсткість $Ra=2.5$
- 2 пази розміром 40 – точність Н9, шорсткість $Ra=2.5$

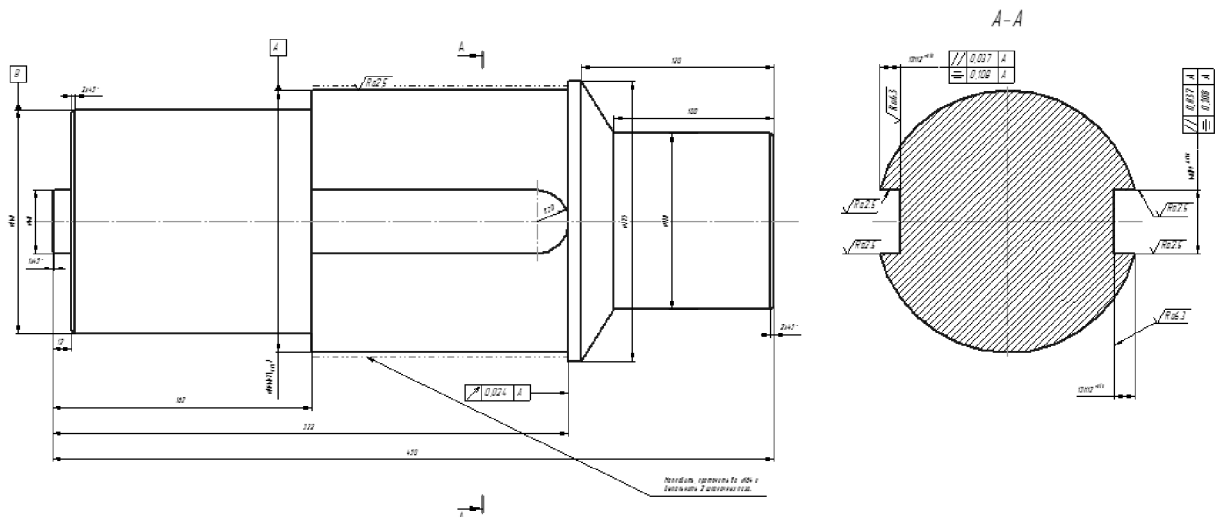


Рисунок 3.1 – Робоче креслення деталі вал 4-ої передачі редуктора СПЦ26У

Основні кількісні характеристики вала 4-ої передачі показані в таблицях 3.1-3.3 [20, 21].

Таблиця 3.1 – Визначення коефіцієнту уніфікації

№ п/п	Лінійні розміри	Діаметральні розміри	Радіальні розміри	Шорсткість, Ra
1	2	3	4	5
1.	1*	Ø40*	R15* (2 пов)	2,5* (9 пов.)
2.	2*(2пов)	Ø110*	R20* (2 пов)	6,3* (4 пов.)
3.	10H12 (+0,18)* (4 пов.)	Ø140		12,5* (4 пов.)
4.	12*	Ø164h7		
5.	30N9 (2 пов)	Ø175		
6.	13H12 (4 пов.)			
7.	40N9 (2 пов.)			
8.	100*			
9.	120*			
10.	162			
11.	322			
12.	450*			
ΣQ_{ye}	19	3	2	17
ΣQ_e	21	5	2	17

Таблиця 3.2 – Визначення коефіцієнту точності обробки

Назва квалітету, T_i	Поверхні із даним квалітетом	Кількість поверхонь, n_i	Середній квалітет, T_{cp}
h7	Ø164h7	1	7·1=7
N9	30N9, 40N9,	4	9·4=36
H12	13H12, 10H12 (+0,18)	8	12·8=96
H14	162, 12, 100, 120	4	14·4=56
Сума		17	195

Таблиця 3.3 – Коефіцієнт шорсткості поверхні

Величина шорсткості, Ш_k	Поверхні з даною шорсткістю	Кількість поверхонь, n_k	Середня шорсткість, Ш_{cp}
2,5	$\text{Ø}164\text{h}7, 13\text{H}12, 10\text{H}12 (+0,18)$	9	$2,5 \cdot 9 = 22,5$
6,3	30N9, 40N9	2	$6,3 \cdot 4 = 25,2$
12,5	12, 162, 100, 8, 120, 450	6	$12,5 \cdot 6 = 75$
Сума		19	122,7

Висновок : $K_v > 0,6$ (0,91), $K_T > 0,8$ (0,913), $K_{ш} = 0,32$ (0,15). Деталь «Вал 4-ої передачі» є технологічною.

3.4 Дефектування валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У

Основні дефекти валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У показані на рисунку 3.3 та в таблиці 3.4.

Рисунок 3.3 – Схема розміщення дефектів

Таблиця 3.4 – Дефекти валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У

№ п/п	Дефект	Спосіб виявлення дефекту. Вимірвальний інструмент	Розміри, мм	
			За кресленням	Допустимий
Дефект 1	Зношення зовнішнього діаметра	Мікрометр М375-1 ГОСТ 6507-90	Ø164h7	Ø163,96
Дефект 2	Зношування зовнішнього діаметра	Мікрометр М375-1 ГОСТ 6507-90	Ø 140h7	Ø139,96
Дефект 3	Зношування шпонкового пазу	Мікрометр М375-1 ГОСТ 6507-90	Ø 110h7	Ø109,65

3.5 Вибір та технічне обґрунтування методів відновлення поверхонь валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У [22]

Результат дефектування вала показав, що найбільшому зношуванню піддаються шпонковий паз на поверхні Ø164h7 та поверхні під підшипники Ø140h7 та Ø110h7. Всі інші поверхні не піддаються інтенсивному зношуванню і мають не значний коефіцієнт повторюємості.

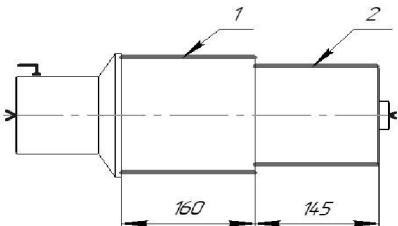
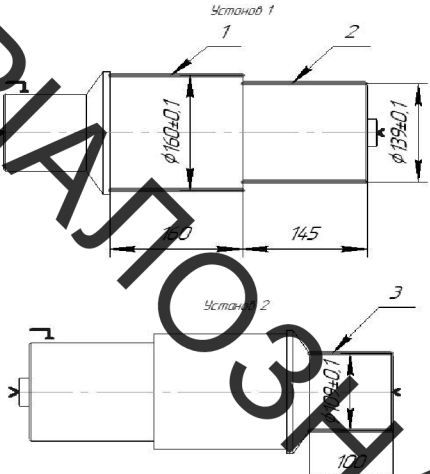
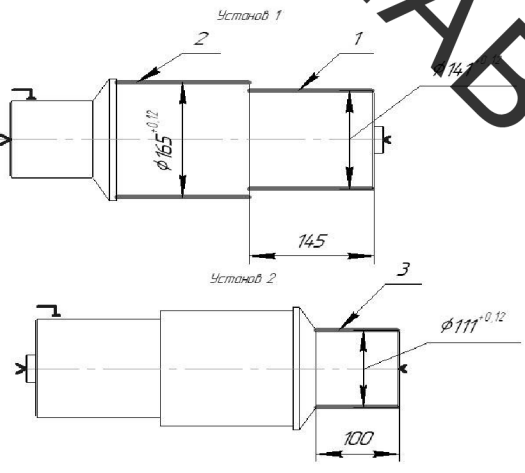
Шпонковий паз на поверхні Ø164h7 маючи великий знос при відновленні може лише наплавлятися.

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 валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У під підшипники обираємо саме плазмове напилення.

3.6 Формування маршруту відновлення валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У

В таблиці 3.5 показан маршрут відновлення валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У

Таблиця 3.5 – Маршрут обробки валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У

№ опер.	Операційні переходи	Схема установлення	модель верстата
005	<p><i>Млинка</i></p> <p>1. Мити заготовку розчином лубриканту 102</p>		0М 4610
010	<p><i>Напильнення</i></p> <p>1. Встановити, зняти деталь</p> <p>2. Запильнити шліфу на поверхні 1</p> <p>3. Запильнити шліфу на поверхні 2</p>		Установка УД - 209М
015	<p><i>Токарна</i></p> <p>1. Встановити, зняти деталь</p> <p>2. Точити пов. №1 до розміру $\phi 160$ мм</p> <p>3. Точити пов. №2 до розміру $\phi 139$ мм</p> <p>4. Передстановити деталь</p> <p>5. Точити пов. №3 до розміру $\phi 109$ мм</p>		Токарний верстат 16К20Ф3
020	<p><i>Напильня</i></p> <p>1. Встановити, зняти деталь</p> <p>2. Напилити поверхню № 1 до розміру $\phi 141^{+0.12}$</p> <p>3. Напилити поверхню № 2 до розміру $\phi 165^{+0.12}$</p> <p>4. Передстановити деталь</p> <p>5. Напилити поверхню № 3 до розміру $\phi 111^{+0.12}$</p>		Установка для напильня

Продовження таблиці 3.5

№ опер.	Операційні переходи	Схема устанавлення	модель верстата
025	<p><i>Токарна</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, зняти деталь 2. Точити пов. №1 до розміру $\phi 164$ мм 3. Точити пов. №2 до розміру $\phi 140$ мм 4. Перевстановити деталь 5. Точити пов. №3 до розміру $\phi 110$ мм 		Токарний верстат 16К20Ф3
030	<p><i>Фрезерна</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, зняти деталь 2. Фрезерувати шпандкові пази 		Фрезерний верстат 6Р82Г
035	<p><i>Шліфувальна</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, зняти деталь 2. Шліфувати пов. №1 до розміру $\phi 164$ мм 3. Шліфувати пов. №2 до розміру $\phi 140$ мм 4. Шліфувати пов. №3 до розміру $\phi 110$ мм 		Круглий шліфувальний верстат 3М153
040	Контрольна		Контрольний стіл

3.7 Розрахунок припусків на переходи механічної обробки валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У

Розрахунок припусків виконуємо за відомою методикою [23]. Отримані результати занесли в таблицю 3.6.

Таблиця 3.6 / Результати розрахунку припусків на обробку

Маршрут обробки поверхні діаметром D_2	Елементи припуску, мкм				Розрахункові величини		Допуск на виконувані розміри, мкм	Прийняті (округлені) розміри заготовки по переходах, мм		Граничний припуск, мкм	
	R_z	h	Δ_Σ	ε	припуск Z_i , мкм	мінімальний діаметр, мм		найбільші	найменші	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Напилення Заготовка	80	30	4	0	-	110,248	350	110,6	110,25	-	-
Шліфування: попереднє (Jt)	10	20	0	60	228	110,02	57	110,077	110,02	0,523	0,23
остаточне (Jt)	30	30	0	0	60	109,96	40	110	109,96	0,077	0,06

3.8 Призначення режимів механічної обробки валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У [23]

Призначенні режими токарної обробки валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У показані в таблиці 3.7

Таблиця 3.7 – Режими токарної обробки

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

Призначенні режими шліфування валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У показані в таблицях 3.8.

Таблиця 3.8 – Режими шліфування поверхні

Параметри	Позначення	Розрахункове значення
Колова швидкість	$V_{дет}$, м/хв	24
Частота обертання заготовки	$n_{дет}$, об/хв	62
Поперечна подача круга	t , мм/хід	0,024
Повздовжня подача на оберт деталі	S_n , мм/об	14
Швидкість повздовжнього ходу стола	$V_{п. ст.}$, м/хв	0,88
Швидкість шліфувального круга	V_k , м/с	35

3.9 Призначення режимів нанесення покриття зношених поверхонь валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У

Для наплавлення вибрали установку УД-209М та наплавний дріт Нп-30ХГСА. Режими наплавлення показані в таблиці 3.9. [22]

Таблиця 3.9 –Режими наплавлення

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

Для наплення зношених поверхонь вибрали порошок ПГ – 10Н – 01. Розраховані параметри режиму наплення показані в таблиці 3.10

Таблиця 3.10 – Режими наплення

Параметри	Позначення	Розрахункове значення
шар наплений за 1 прохід	$h; мм$	0,08
коефіцієнт перекриття	$k;$	0,43
об'єм плями напильовання	$Q; мм^3$	56,2
маса плями	$m; г$	0,43
лінійна швидкість напильовання	$V_d; мм/с$	194
швидкість переміщення	$U_r; мм/с$	4,9
швидкість обертання	$w_g; об/с$	7
кількість проходів	$n; мм$	17
основний час при напильованні	$t_o; хв$	2,58
витрати порошку	$m_n; гр$	24,5

3.10 Нормування операцій технологічного процесу

Визначимо норми часу на кожну з операцій відновлення валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У та отримані значення заносимо в таблицю 3.11. [24]

Таблиця 3.11 Нормування операцій

Номер і назва операції	T_0	$T_{доп}$	$T_{оп}$	$T_{обс}+T_{відп}$	$T_{п-з}$	$T_{шт}$	$T_{шт-к}$
1	2	3	4	5	6	7	8
005 Мийна	3,6	0,7	2,23	0,14	12	4,45	5,11
010 Токарна	1,737	0,7	2,437	0,14	10,5	2,577	3,16
015 Наплавлювальна	12,3	0,83	2,654	0,26	18	12,74	13,78
020 Токарна	1,737	0,7	2,437	0,14	10,5	2,577	3,16
025 Напилення	1,737	0,7	2,437	0,14	10,5	2,577	3,16
030 Токарна	1,737	0,7	2,437	0,14	10,5	2,577	3,16
035 Фрезерна	1,48	0,6	2,08	0,12	30	2,2	2,36
040 Шліфувальна	17,82	0,84	2,54	0,14	12	17,45	18,11
045 Контрольна	3,2	1,4	4,6	0,3	2	4,81	4,911

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

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

ВНІТКУ, МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

Рисунок 3.4 – Конструктивна схема установки напилення:

1 – розпилюючий пристрій, 2 – кронштейн, 3 – живильник, 4 – лінійна вісь, 5- відновлювана деталь, 6 – затиснй патрон, 7 – вал шпинделя, 8 – муфта, 9 – електропривід

3.11.1 Визначення способу закріплення деталі.

Враховуючи конструктивні особливості вала розташуємо його у вертикальному положенні (рисунок 3.5). Застосуємо закріплюючий пристрій у вигляді монтажної втулки 5 (з низу). Змонтованної на конічній частині вала шпинделя (конус Морзе укорочений).

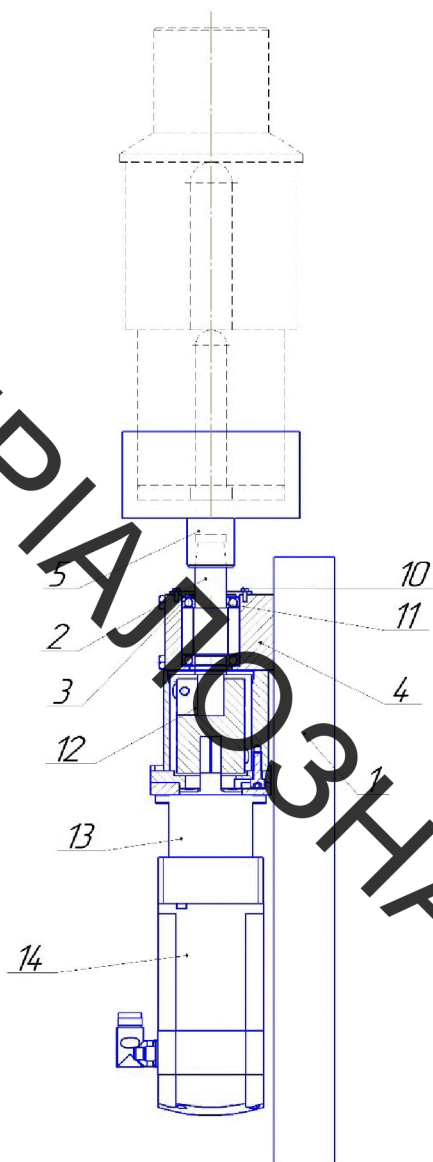


Рисунок 3.5 – Схема закріплення деталі: 1- швелер, 2 – вал шпинделя, 3 – кришка, 4 – корпус шпинделя, 5 – втулка, 10 – болт, 11 – підшипник, 12 – осьовий набір, 13 – редуктор, 14 – сервомотор

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

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

Для визначення масоцентровочних характеристик розробимо 3D моделі усіх деталей що обертаються (рисунок 3.6)

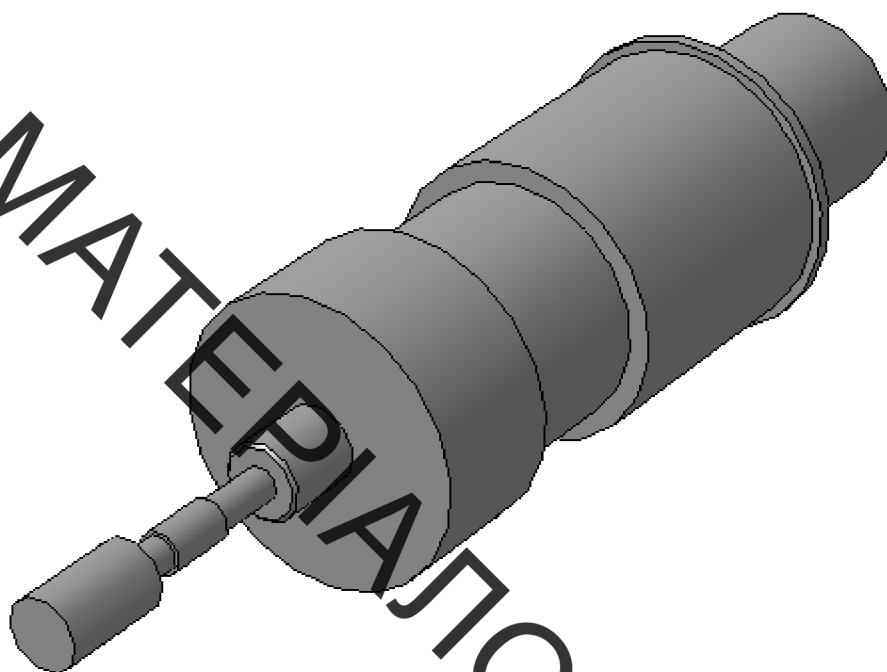


Рисунок 3.6 – 3D модель усіх деталей, що обертаються в процесі відновлення

Розрахункові параметри

Розрахункові параметри

Маса $M = 64.002528$ кг

Площа $S = 342079.821948$ мм²

Об'єм $V = 8184466.463183$ мм³

Центр мас $X_c = -264.373257$ мм

$Y_c = 0.000000$ мм

$Z_c = 0.000000$ мм

Моменти інерції

У глобальній системі координат:

Осьові моменти інерції $J_x = 193301.069946$ кг*мм²

$J_y = 5757487.357714$ кг*мм²

$J_z = 5757390.520495$ кг*мм²

Відцентрові моменти інерції $J_{xy} = -0.000000$ кг*мм²

$$J_{xz} = -0.000000 \text{ кг*мм}^2$$

$$J_{yz} = 0.000000 \text{ кг*мм}^2$$

Для розрахунку та вибору приводу обертання необхідно знати
Осві моменти інерції в центральній системі координат відносно тієї
осі навколо якої відбувається обертання деталей

$$J_x = 193301.069946 \text{ кг*мм}^2$$

3.11.3 Вибір та розрахунок маси розпилюючого пристрою

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

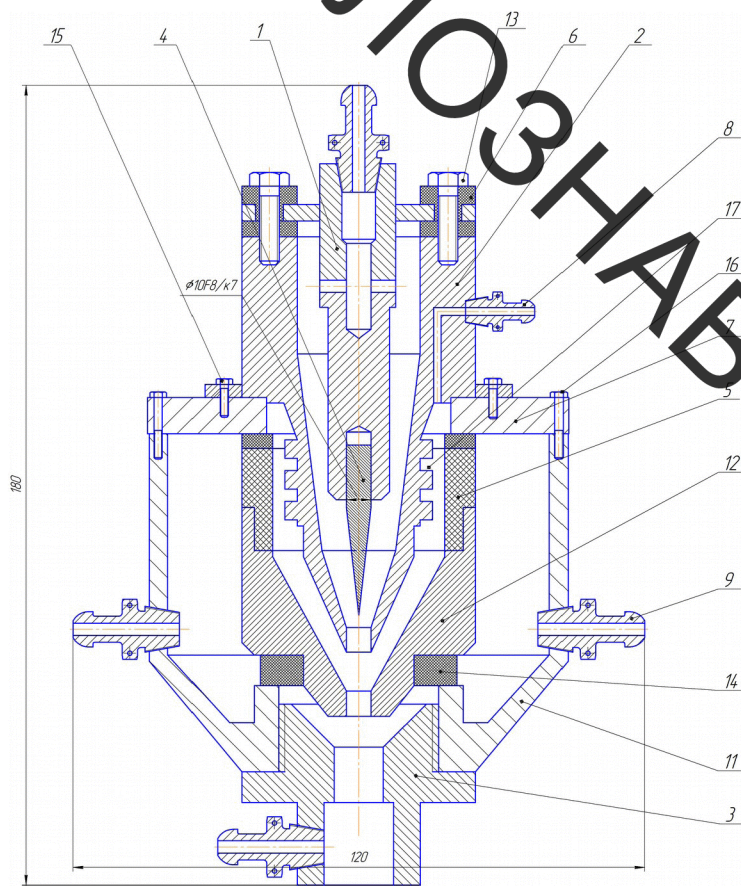


Рисунок 3.7 – Плазмовий напилувальний пристрій: 1 -
катодотримач; 2 – корпус; 3 - сопло, 4 – катод; 5 – ізолятор; 6 – втулка
ізолятор; 7 – фланець; 8 – ніпель для подачі плазмоутворюючого газу; 9 –
ніпель для подачі охолоджувальної рідини.; 11 – корпус, 11 – катод, 12 –
катодотримач, 13- ізолятор, 14 –ізолятор, 15, 16, 17 – болти

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

Порахуємо засобами САПР «Компас» масу напилювального пристрою.

Маса	$M = 4252.897860$ г
Площа	$S = 55623.675140$ мм ²
Об'єм	$V = 543848.831190$ мм ³
Центр мас	$X_c = 2.507989$ мм
	$Y_c = -57.506311$ мм
	$Z_c = 0.000000$ мм

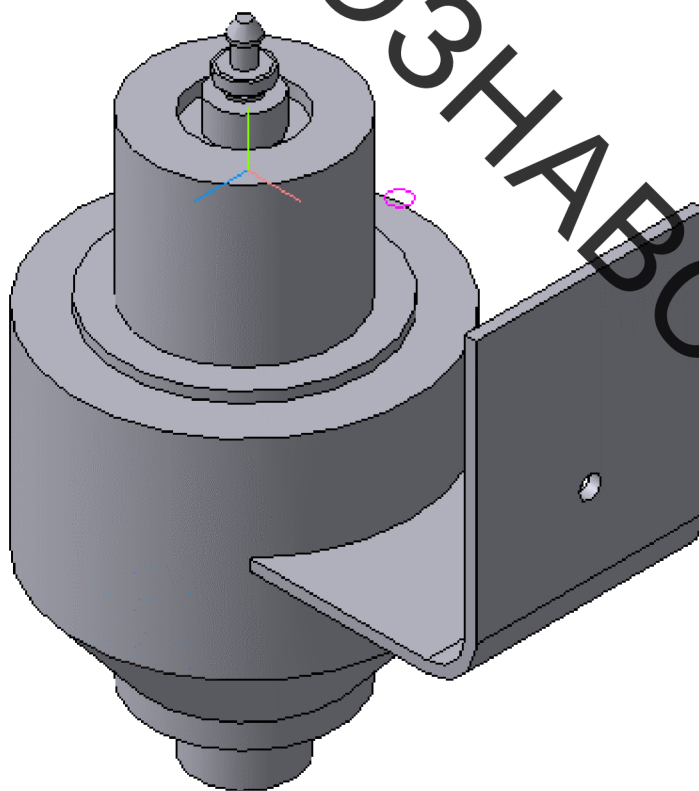


Рисунок 3.8 – 3D-модель напилювального пристрою

3.12 Вибір виконавчих механізмів для автоматизованого пересування деталей

Для розрахунку автоматизованого пересування деталей застосуємо програму Positioning drives компанії Festo. В даній програмі вводимо такі дані: $J_x = 193301 \text{ кг}\cdot\text{мм}^2$; додаткових сил немає. Вирахуємо максимальну частота обертання - 2,7 об/хв., що дасть змогу обробляти більшу номенклатуру деталей. Час для розгону 1 с. Монтажене розташування вертикальне. Контроллер встановлений всередині двигуна.

3.12.1 Механізм обертання деталі

В результаті розрахунку отримано такий результат (рисунок 3.9).

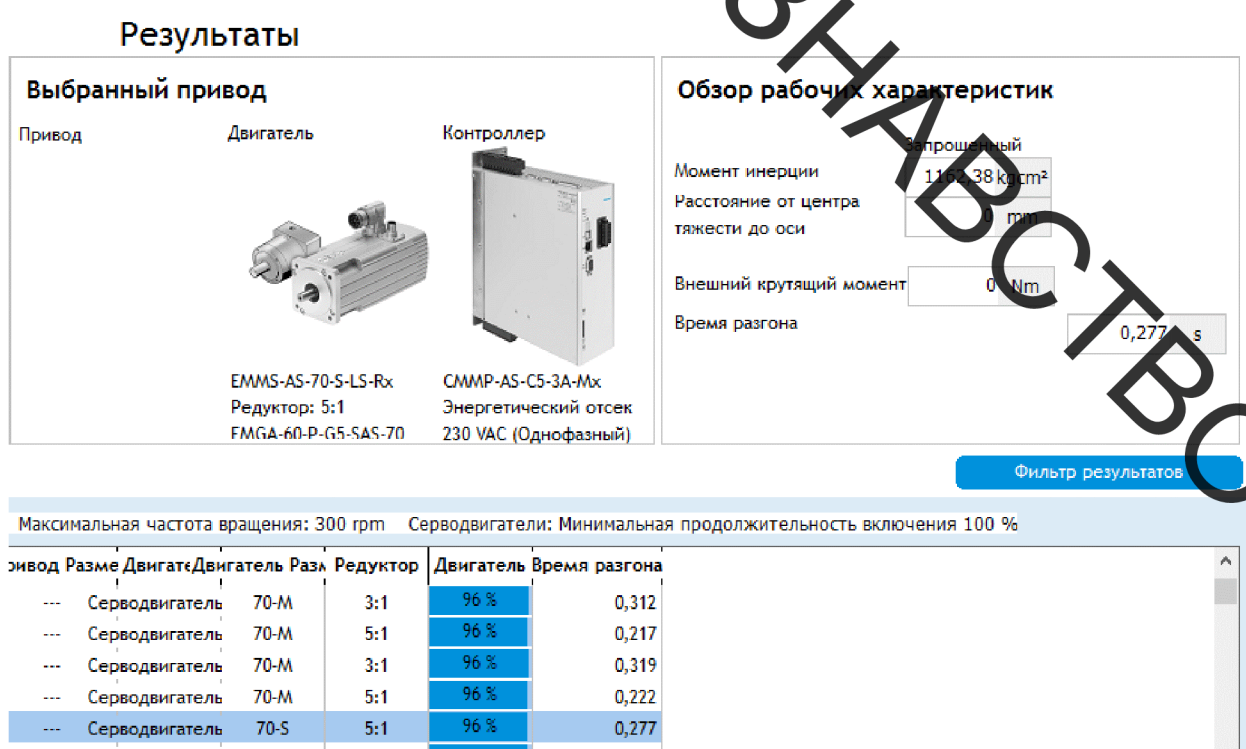


Рисунок 3.9 – Вибір двигуна обертача

3.12.2 Привід переміщення напилювального пристрою.

Застосувавши програму PositioningDrivis, знайдемо можливе рішення у вигляді привода позиціонування, рисунок 3.10.

Результаты

Результат № 23
Пожалуйста гарантируйте, что следующие динамические значения, на которых основано определение размеров, не превышают допустимых значений для вашего оборудования.
Скорость: 0,069 m/s
Ускорение: 1,015 m/s²
Тормоза: 1,015 m/s²
 = Добавить (Сравнить продукты)

Выбранный привод
Привод: ESBF-B5-32-5P
Двигатель: EMMS-ST-57-M-SEB-G2
Контроллер: CMMO-ST-C5-1-...
Осевой: EAMM-A-D32-57A
Нет редуктора
Энергетический отсек 24 VDC

Обзор рабочих характеристик
Запрошенный:
Эффективный ход: 100 mm
Точность повторения: +/- 0,1 mm
Движущаяся масса: 14,5 kg
Вертикальный 90 °
Дополнительное внешнее усилие: 0 N
Время перемещения + Паузы: 3,58 s
Паузы: 0,4 s

699 Результаты (Оптимальные типоразмеры осей)

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

№	Привод	Размер	Направляющая	Двигатель	Двигатель	Разм	Редуктор	Циклод	Двигатель	Направляющ	Время перемеще
22	Шариковая винтовая пе	32	Шариковый под Серводвигат	67-SB	...	...	...	2,8%	99%	88%	0,950
23	Шариковая винтовая пе	32	Шариковый под 'ServoLite'	57-M	...	...	...	2,8%	99%	69%	3,180
24	Направляющий винт	32	Шариковый под 'ServoLite'	57-M	...	...	...	2,8%	72%	65%	7,266
25	Шариковая винтовая пе	32	Шариковый под 'ServoLite'	57-M	...	...	...	2,8%	72%	65%	7,266

Список изделий

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

Рисунок 3.10 – Можливе рішення у вигляді консольного привода позиціонування та його комплектуючих

Поєднаємо усі механізми згідно їх функціонального призначення та отримаємо функціональний вузол вертикального переміщень розпилюючого пристрою та обертання деталі. Розмістимо у просторі всі деталі згідно їх призначення (рисунок 3.11)

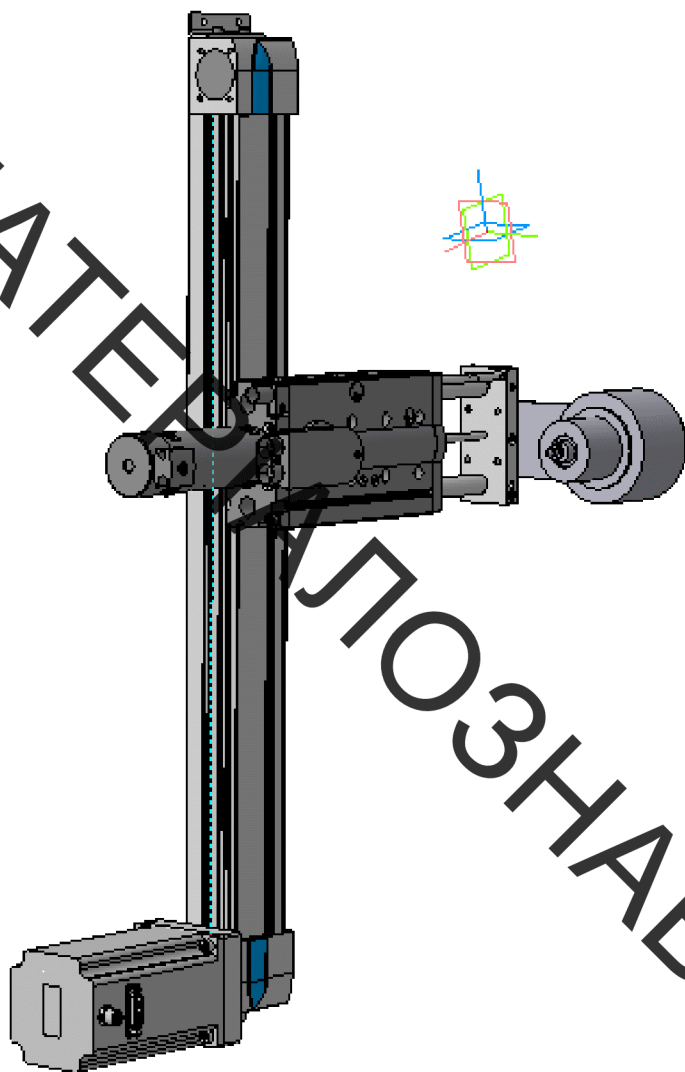


Рисунок 3.11 – Механізм переміщення плазмового розпилюючого пристрою (3D модель)

3.13 Розробка робочого місця

Загальний вигляд робочого місця для відновлення валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У показано на рисунку 3.12

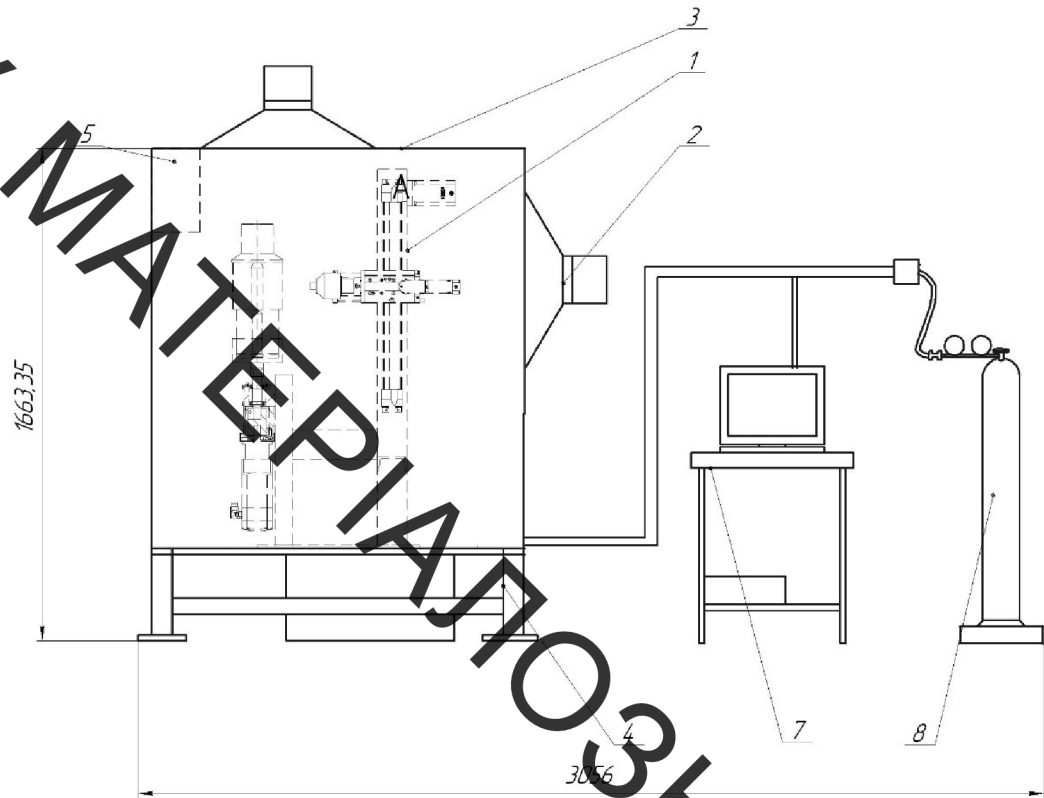


Рисунок 3.12 – Робоче місце для наплення валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У: 1–установка з ЧПК, 2–вентиляція, 3–Камера захисна, 4– станина, 5–механізм подачі порошку, 6–блок живлення, 7–комп'ютер, 8–балон

3.14 Висновки розділу 3

1. Під час виконання данного розділу було розроблено технологічний процес відновлення та зміцнення валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У для підвищення якості відновлення зношених поверхонь;

2. Підібрано методи відновлення зношених поверхонь валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У. А саме для відновлення поверхонь підшипники – плазмове наплення порошком ПГ – 10Н – 01. Зношені шпонкові пази заплавляти.

3. Були проведені відповідні розрахунки режимів відновлення (наплення та наплення) та механічної обробки поверхонь деталі.

Підбрані 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 Аналіз комерційного потенціалу розробки

4.1.1 Визначення рівня комерційного потенціалу розробки

Метою проведення технологічного аудиту є оцінювання комерційного потенціалу розробки, створеної в результаті науково-технічної діяльності.

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

Для оцінювання комерційного потенціалу розробки були залучені три експерти. Оцінювання комерційного потенціалу результатів НДДКР будемо здійснювати за 12-а критеріями згідно рекомендацій.

Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки заносимо до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Результати оцінювання комерційного успіху розробки

Критерії	Експерти		
	Експерт 1	Експерт 2	Експерт 3
Бали, виставлені експертами			
1	4	3	4
2	4	3	3
3	3	4	3
4	3	3	4

5	3	4	3
6	4	4	3

продовження таблиці 4.1

7	4	3	3
8	4	4	3
9	3	4	4
10	3	3	4
11	3	3	3
12	4	4	4
Сума балів	43	42	41
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 – Рівні комерційного потенціалу розробки

Середньоарифметична сума балів, розрахована на основі висновків	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 4-ої передачі редуктора СПЦ26У 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 Прогнозування витрат на виконання науково-дослідної роботи

4.2.1 Розрахунок витрат, що стосуються виконавців досліду

Проведемо прогнозування витрат на виконання робіт у три етапи:

1-й етап: Розрахунок витрат, які безпосередньо стосуються виконавців даного розділу НДР.

2-й етап: Розрахунок загальних витрат на виконання НДР;

3-й етап: Прогнозування загальних витрат на виконання та впровадження НДР.

Проведемо перший етап прогнозування.

1. Основна заробітна плата кожного із дослідників²⁰, якщо вони працюють в наукових установах бюджетної сфери визначається за формулою:

$$Z_o = \frac{M}{T_p} \cdot t \text{ (грн.)} \quad (4.1)$$

де M – місячний посадовий оклад конкретного розробника (інженера, дослідника, науковця тощо), грн.;

T_p – число робочих днів в місяці; приблизно $T_p \approx 21...23$ дні;

t – число робочих днів роботи дослідника.

Дану розробку буде проводити інженер, величина окладу буде становити 5300 грн. на місяць. Кількість робочих днів у місяці складає 21, а

кількість робочих днів дослідника складає 45. Зведемо сумарні розрахунки до таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Заробітна плата дослідника в науковій установі бюджетної сфери

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн	Оплата за робочий день, грн	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату Грн
Керівник проекту	8400	400	6	2400
Інженер	6200	295,23	47	13876,2
Всього				16276,2

2. 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:

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

де t_i – норма часу (трудомісткість) на виконання конкретної роботи, годин;

n – число робіт по видах та розрядах;

C_i – погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, який виконує дану роботу.

Погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду визначається за формулою :

$$C_i = \frac{M_M \cdot K_i}{T_p \cdot T_{зм}} \text{ (грн./год.)} \quad (4.3)$$

де $M_{\text{мін}}$ – розмір мінімальної заробітної плати за місяць, грн. (розмір мінімальної зарплати в 2020 році складає 5000 грн. в місяць); мінімальна погодинна ставка робітника 1-го розряду встановлена на рівні – 28,4 грн./годину.

K_i – тарифний коефіцієнт робітника відповідного розряду; величина чинних тарифних коефіцієнтів робітників відповідних розрядів для бюджетної сфери наведена в таблиці 3.4;

T_p – число робочих днів в місяці: приблизно $T_p \approx 21...23$ дні;

$T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, зазвичай $T_{\text{зм}} = 8$ годин.

Таблиця 4.4 – Величина чинних тарифних коефіцієнтів робітників

Розряд	1	2	3	4	5	6	7	8
K_i	1,00	1,09	1,18	1,27	1,36	1,45	1,54	1,64

Зроблені розрахунки занесемо у таблицю 4.5.

Таблиця 4.5 - Величина витрат на основну заробітну плату робітників

Найменування робіт	Трудомісткість, н.-годин	Розряд роботи	Погодинна тарифна ставка, грн.	Величина оплати, грн.
Мийна	0,08	2	30,95	2,47
Токарна	0,47	4	36,06	16,94
Наплавлювальна	0,05	4	36,06	1,80
Токарна	0,34	4	36,06	12,26
Напилення	0,35	3	33,51	11,72
Токарна	0,47	4	36,06	16,94
Фрезерна	0,03	4	36,06	1,08
Шліфувальна	0,3	5	38,62	11,58
Контрольна	0,05	3	33,51	1,67
Всього:				76,46

3. Розрахунок додаткової заробітної плати робітників

Додаткова заробітна плата Z_d всіх розробників та робітників, які приймали участь в розробці нового технічного рішення розраховується як 10 - 12 % від основної заробітної плати робітників[26]. На даному підприємстві додаткова заробітна плата начисляється в розмірі 10% від основної заробітної плати.

$$Z_d = 0,1 \cdot (16276,2 + 76,46) = 1635,26 (\text{грн.}) \quad (4.4)$$

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

$$H_{зп} = (Z_o + Z_p + Z_d) \cdot \frac{\beta}{100} (\text{грн.}) \quad (4.5)$$

де Z_o – основна заробітна плата розробників, грн.;

Z_p – основна заробітна плата робітників, грн.;

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

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

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

$$H_{зп} = (16276,2 + 76,46 + 1635,26) \cdot \frac{22}{100} = 3957,34 (\text{грн.})$$

4.2.2 Амортизація обладнання, комп'ютерів та приміщень, які використовувались під час (чи для) виконання даного етапу роботи

1. Дані відрахування розраховують по кожному виду обладнання, приміщенням тощо.

У спрощеному вигляді амортизаційні відрахування A в цілому будуть розраховані за формулою:

$$A = \frac{C \cdot H_a \cdot T}{100 \cdot 12} \text{ (грн.)}, \quad (4.6)$$

де C – загальна балансова вартість всього обладнання, комп'ютерів, приміщень тощо, що використовувались для виконання даного етапу роботи, грн.;

H_a – річна норма амортизаційних відрахувань; для нашого випадку можна прийняти, що $H_a = 10...25\%$;

T – термін, використання обладнання, приміщень тощо, місяці.

Для виконання НДР використовуються офісні приміщення, виробничі приміщення, комп'ютери, токарний верстат та фрезерний верстат. Розрахуємо амортизаційні відрахування для них і розрахунки занесемо до таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Амортизаційні відрахування

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн.	Строк корисного використання, років	Термін використання обладнання, місяців	Амортизаційні відрахування, грн.
Переобладнання старого приміщення	268400	15	3	4473,3
Силові приводи	4500	4	2	187,5
Комп'ютер та інтерфейс	8000	4	5	833,3

Разом	5494,1
-------	--------

2. Витрати на матеріали, що були використані під час виконання даного етапу роботи визначаються за формулою:

$$M = \sum_{i=1}^n H_i \cdot C_i \cdot K_i - V_i \cdot C_v \text{ [грн.],} \quad (4.7)$$

де H_i - кількість i -го виду матеріалів;

K_i - коефіцієнт транспортних витрат, $K_{тр}=1,1 \dots 1,15$

C_i - ціна одиниці вимірювання i -го виду матеріалів;

V_i - величина відходів i -го виду матеріалів;

C_v - ціна одиниці вимірювання відходів i -го виду матеріалів;

n - кількість видів матеріалів.

Таблиця 4.7 Розрахунок витрат на матеріали.

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Ціна за 1 кг, грн.	Витрачено, кг	Вартість витраченого матеріалу, грн.
1. Електродний дріт Нп-30ХГСА	80	0,5	40
2. Поршок ПГ – 10Н - 01 ТУ 48-19-142-79	170	0.32	54,4
3. Вуглекислий газ	9	5,0	45
4. Газ – Аргон	25	10	250
4. Лобомід	35	0,4	14
5. Ганчір'я	7,00	0,1	7
Всього з урахуванням транспортних витрат			451,44

3. Витрати на комплектуючі, що були використані під час виконання даного етапу роботи, розраховуються за формулою:

$$K = \sum_{i=1}^n H_i \cdot C_i \cdot K_i \text{ (грн.)} \quad (4.8)$$

де H_i – кількість комплектуючих i -го виду, шт.;

C_i – ціна комплектуючих i -го виду, грн.;

K_i – коефіцієнт транспортних витрат, $K_i = 1,1 \dots 1,15$;

n – кількість видів комплектуючих.

Проведені розрахунки зводимо до таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Розрахунок витрат на комплектуючі

Найменування	Кількіст	Ціна за штуку, грн.	Сума, грн.
1. Напилювальна установка з ЧПК	1	110 000,00	110 000,00
2. Обертач	1	5000,00	5000,00
3.Плазмотрон	1	3000,00	3000,00
Всього			118000,00

4. Витрати на силову електроенергію B_e , якщо ця стаття має суттєве значення для виконання даного етапу роботи, розраховуються за формулою:

$$B_e = B \cdot P \cdot \Phi \cdot K_n \text{ (грн.)} \quad [4.9]$$

де B – вартість 1 кВт-год. електроенергії, в 2020 р., $B \approx 2,1$ грн./кВт;

P – встановлена потужність обладнання, кВт;

Φ – фактична кількість годин роботи обладнання, годин;

K_n – коефіцієнт використання потужності, $K_n < 1$.

Розробка та виготовлення дослідного зразка проводиться в лабораторному приміщенні. Дані стосовно проведених робіт та встановленої потужності обладнання наведено в таблиці 3.9.

Таблиця 4.9 - Проведення робіт та встановлення потужності обладнання

Найменування обладнання	Встановлена	Тривалість	Витрати,	Сума,
-------------------------	-------------	------------	----------	-------

	потужність, кВт	операції, год.	кВт	грн.
UNIX1-20-2В	0,6	0,08	0,048	0,1
Токарний верстат 16К-20Ф3	0,2	0,47	0,094	0,19
УД-209М	11	0,05	0,55	1,15
Токарний верстат 16К-20Ф3	23	0,34	7,82	16,42
Напилувальна установка з ЧПК	2,3	0,35	0,805	1,69
Токарний верстат 16К-20Ф3	11	0,47	5,17	10,85
Фрезерний верстат 6Р82Г	23	0,03	0,69	1,45
Круглошліфувальний універсальний верстат 3М151	3	0,3	0,9	1,89
Дефектоскоп УД-12	2,3	0,05	0,12	0,25
Всього				33,99

5. Інші витрати

Інші витрати B_{in} охоплюють: загально-виробничі витрати (витрати управління організацією, ремонт та експлуатація основних засобів, витрати на опалення, освітлення тощо), адміністративні витрати (проведення зборів, оплата юридичних та аудиторських послуг, тощо), витрати на збут (витрати на рекламу, перепідготовка кадрів) на інші операційні витрати (штрафи, пені, матеріальні допомоги, втрати від знецінення запасів тощо).

Інші витрати B_{in} можна прийняти як 100...300% від суми основної заробітної плати розробників та робітників, які виконували дану роботу, тобто за формулою:

$$B_{in} = (1...3) \cdot (Z_o + Z_p) \text{ (грн.)}$$

$$B_{in} = 1 \cdot (16276,2 + 76,46) = 16352,66 \text{ (грн.)}$$

6. Сума всіх попередніх статей витрат

Сума всіх попередніх витрат дає загальні витрати на нову розробку:

$$B = Z_o + Z_p + Z_o + H_{zn} + A + M + K + B_e + B_{in} \text{ (грн.)} \quad (4.11)$$

$$B = 16276,2 + 76,46 + 1635,26 + 3957,34 + 5494,1 + 451,44 + i \\ + 118000 + 33,99 + 16352,66 = 162277,45 \text{ (грн.)}$$

Проведемо другий етап прогнозування:

4.2.3 Розрахунок загальних витрат на виконання даної роботи

Загальна вартість всієї наукової роботи $B_{заг}$ визначається за формулою:

$$B_{заг} = \frac{B_{ін}}{\alpha} \text{ (грн.)} \quad (4.12)$$

де α – частка витрат, які безпосередньо здійснює виконавець даного етапу роботи, у відносних одиницях, $\alpha = 1$.

$$B_{заг} = \frac{162277,45}{0,7} = 231824,92 \text{ (грн.)}$$

Проведемо третій етап прогнозування:

4.2.4 Прогнозування витрат на виконання та впровадження результатів науково-дослідної роботи

Прогнозування загальних витрат $ЗВ$ на виконання та впровадження результатів виконаної наукової роботи здійснюється за формулою:

$$ЗВ = \frac{B_{заг}}{\beta} \text{ (грн.)} \quad (4.13)$$

де β – коефіцієнт, який характеризує етап (стадію) виконання даної роботи: якщо розробка знаходиться на стадії науково-дослідних робіт, то $\beta \approx 0,1$; на стадії технічного проектування, то $\beta \approx 0,2$; на стадії розробки конструкторської документації, то $\beta \approx 0,3$; на стадії розробки технологій, то

$\beta \approx 0,4$; на стадії розробки дослідного зразка, то $\beta \approx 0,5$; на стадії розробки промислового зразка, $\beta \approx 0,7$; на стадії впровадження, то $\beta \approx 0,9$.

Етап роботи: стадія розробки технологій.

$$ЗВ = \frac{231824,92}{0,4} = 579562,32 (\text{грн.})$$

4.3 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки

У даному випадку не можливо прямо оцінити зростання чистого прибутку підприємства від впровадження результатів наукової розробки. Тоді збільшення чистого прибутку підприємства $\Delta\Pi_i$ і для кожного із років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки, розраховується за наступною формулою:

$$\Delta\Pi_i = \sum_{i=1}^n (\Delta\Pi_o \cdot N + \Pi_o \cdot \Delta N)_n \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{\nu}{100}\right) \quad (4.14)$$

де $\Delta\Pi_o$ – покращення основного оціночного показника від впровадження результатів розробки у даному році;

N – основний кількісний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році до впровадження результатів наукової розробки;

Π_o – основний оціночний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році після впровадження результатів наукової розробки;

ΔN – покращення основного кількісного показника діяльності підприємства від впровадження результатів розробки;

n – кількість років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки;

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

ρ – коефіцієнт, який враховує рентабельність продукту, рекомендується приймати 0,2...0,3;

v – ставка податку на прибуток.

В середньому в рік продається 500 одиниць розробки. Середня вартість такої розробки становить 10000 грн.

Впровадження промислового зразка системи дозволяє збільшити ціну кожного зразка на 1000 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 250 примірників, а за наступний – на 150 та протягом третього року – ще на 100 примірників.

Ставка податку на додану вартість в 2020 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 2020 - 2022 рр.:

$$\Delta P_{2020} = (500 \cdot 10000 + (10000 + 1000) \cdot 250) \cdot 0,8333 \cdot 0,3 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) = 1588686,45 \text{ (грн.)}$$

$$\Delta P_{2021} = (500 \cdot 10000 + (10000 + 1000) \cdot (250 + 150)) \cdot 0,8333 \cdot 0,3 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) = 1926922,92 \text{ (грн.)}$$

$$\Delta P_{2022} = (500 \cdot 10000 + (10000 + 1000) \cdot (250 + 150 + 100)) \cdot 0,8333 \cdot 0,3 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) = 2152413,9 \text{ (грн.)}$$

4.4 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та період їх окупності

4.4.1 Визначення абсолютної ефективності вкладених інвестицій

Основними показниками, які визначають доцільність фінансування наукової розробки певним інвестором, є абсолютна і відносна ефективність вкладених інвестицій та термін їх окупності.

Спочатку розрахуємо теперішню вартість інвестиції PV , що вкладаються в наукову розробку. Такою вартістю можна вважати прогнозовану величину загальних витрат $ЗВ$ на виконання та впровадження НДР, розраховану. Тобто будемо вважати, що $PV=ЗВ$, і складає 579562,32 грн.

Далі необхідно розрахувати очікуване збільшення прибутку $\Delta\Pi_i$, що отримає підприємство від впровадження результатів наукової розробки, для кожного із років, починаючи з першого від впровадження. Таке збільшення прибутку було розраховано у попередньому підрозділі.

Побудуємо вісь часу, на яку нанесемо всі платежі (інвестиції та прибутки), що мають місце під час виконання НДР та впровадження її результатів. Загальні витрати необхідно внести на першому році дослідження. Результати інвестицій почнуть виявлятися через один рік, і будуть тривати три роки. За перший рік збільшення чистого прибутку відбудеться на 1588686,45 тис. грн., за другий рік – на 1926922,92 тис. грн. та за третій рік – на 2152413,9 тис. грн. Тоді рисунок, що характеризує платежів (інвестицій та додаткових прибутків) буде мати вигляд, наведений на рисунок 4.1.



Рисунок 4.1 – Вісь часу з фіксацією платежів, що мають місце під час розробки та впровадження результатів НДР

Абсолютна ефективність вкладених інвестицій E_{abs} розраховується за формулою:

$$E_{abs} = (ПП - PV) \text{ (грн.)}, \quad (4.15)$$

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

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

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

$$ПП = \sum_{i=1}^m \frac{\Delta\Pi_i}{(1+\tau)^i} \text{ (грн.)} \quad (4.16)$$

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

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

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

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

Період часу, протягом якого виявляються результати впровадження НДР, складає 2 роки. Прогнозований щорічний рівень інфляції в Україні становить 0,1. Розрахуємо приведену вартість всіх чистих прибутків за формулою (3.16):

$$ПП = 579562,32 + \frac{1588686,45}{(1+0,1)^4} + \frac{1926922,92}{(1+0,1)^5} + \frac{2152413,9}{(1+0,1)^6} = 4076490,47 \text{ (грн.)}$$

Тепер розрахуємо абсолютну ефективність вкладених інвестицій E_{abc} за формулою:

$$E_{abc} = (4076490,47 - 579562,32) = 3496928,15 \text{ (грн.)}$$

Оскільки $E_{abc} > 0$, то це означає що результат від наукових досліджень та їх впровадження принесе прибуток, тобто вкладання коштів на виконання та впровадження результатів НДР може бути доцільним та інвестор буде зацікавлений у фінансуванні даної роботи.

4.4.2 Розрахунок відносної ефективності вкладених коштів в НДР

Відносна (щорічна) ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій E_B розрахуємо за формулою:

$$E_B = \sqrt[T]{1 + \frac{E_{abc}}{PV}} - 1 \quad (4.17)$$

де E_{abs} – абсолютна ефективність вкладених інвестицій, грн.;

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

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

$$E_e = \sqrt[3]{1 + \frac{3496928,15}{579562,32}} - 1 = 0,91 = 91\%$$

Далі, розрахована величина E_B порівнюється з мінімальною (бар'єрною) ставкою дисконтування, що дорівнює:

$$\tau = d + f \quad (4.18)$$

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

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

Середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках складає 0,2, а показник, що характеризує ризикованість вкладень дорівнює 0,05.

Розрахуємо мінімальну ставку дисконтування:

$$\tau = 0,2 + 0,05 = 0,25 = 25\%;$$

Відносна (щорічна) ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій E_B , що дорівнює 91% перевищує мінімальну (бар'єрну) ставку дисконтування τ_{min} , яка складає 25%. А це означає, що інвестор може бути зацікавлений у фінансуванні даної наукової розробки.

4.4.3 Розрахунок терміну окупності коштів, вкладених в наукову розробку

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

$$T_{ок} = \frac{1}{E_B} \quad (4.19)$$

$$T_{ок} = \frac{1}{0,91} = 1,09 \text{ року}$$

Оскільки $T < 3$ -х років, то фінансування розробки є доцільним.

4.5 Висновки по розділу

У даному розділі було проведено оцінювання комерційного потенціалу розробки. Для цього спочатку було залучено експертів для оцінки. Далі були розраховані витрати на НДР. Ці витрати включають основну та додаткову заробітну плату наукових співробітників та робітників, нарахування на заробітну плату, витрати на амортизацію приміщення та обладнання, витрати на комплектуючі та електроенергію, а також інші витрати. На основі цих статей були спрогнозовані загальні витрати.

У наступному розділі було проведено прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки. Для цього було розраховано зростання чистого прибутку підприємства для кожного із років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки.

Після цього було проведено розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності. Для цього було побудовано фіксацію платежів на вісі часу, розраховано абсолютну та відносну ефективність

вкладених інвестицій, а також термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій.

Зважаючи на попередній аналіз та розрахунки, вкладення інвестицій, розробку можна вважати вигідною. Тому продукт може бути конкурентним на ринку, попит на покращений продукт зростає, а завдяки покращенню його характеристик ціна також може бути збільшена. Завдяки цьому підприємство буде мати позитивну динаміку росту прибутку у найближчих роках після впровадження розробки. Абсолютна ефективність вкладених інвестицій перевищує нуль, що також вказує на позитивний результат від вкладення інвестицій. Крім цього відносна ефективність вкладених інвестицій перевищує мінімальну ставку дисконтування. Розрахунки показують, що окупність даного проекту складає менше, ніж один рік, що також є дуже позитивним фактором для інвестування проекту.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Аналіз умов праці

При виконанні робіт в зоні відновлення робочих поверхонь валу 4-ої передачі редуктора СШ26У виникають небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

-фізичні: рухомі машини та механізми; розлиті на підлогу рідини; підвищена температура поверхонь агрегатів; гострі кромки та шорсткість поверхні; підвищена запиленість; загазованість повітря; мікроклімат, який не відповідає нормативам; недостатня освітленість; підвищений рівень шуму і вібрації в приміщенні; ультрафіолетове випромінювання при проведенні короткочасного підварювання безпосередньо на робочих постах; враження електричним струмом;

- хімічні: відпрацьовані гази та розчинники;

- психо-фізіологічні: монотонність праці.

5.1.1 Організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.

Згідно санітарним нормам $V = 15 \text{ м}^3/\text{люд}$, $S = 4,5 \text{ м}^2/\text{люд}$. Реальні показники площі і об'єму знаходяться в межах допустимих значень.

Виробнича санітарія складається із визначення необхідних параметрів, розглянемо їх.

1. Мікроклімат

В зоні відновлення робочих поверхонь прокатних валків прокатного стану діючі та допустимі значення параметрів мікроклімату, які наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Значення параметрів мікроклімату в зоні відновлення робочих поверхонь прокатних валків прокатного стану

Період року	Категорія робіт	Температура, °С		Відносна вологість		Швидкість повітря	
		діюча	допустима	діюча	допусти ма	діюча	допустима
холодний	П б	15-20	15-21	55-65	<75	0,2-0,4	<0,4
теплий	П в	15-20	15-21	60-75	<75	0,2-0,4	0.2-0.5

Теплове опромінення не перевищує нормативне 100 Вт/м² - при опроміненні не більше 25% поверхні тіла людини.

Максимальна допустима для роботи температура поверхонь $\leq 45^{\circ}\text{C}$.

Вентиляція зони приточно-втяжна з механічним та природним сполуканням. Система вентиляції дозволяє підтримувати концентрацію шкідливих речовин в межах, які не перевищують гранично-допустимі, що наведені в таблиці 5.2. На постах є шлангові відсмоктувачі.

Таблиця 5.2 – ГДК шкідливих речовин в повітрі зони

Назва речовин	ГДК мг/м ³	Діючі значення ГДК мг/м ³	Агрегатний стан	Клас небезпеки
Азота диоксид	2	0.2	П	3
Акролеїн	0,2	0,09	П	2
Бензин паливний	100	74	П	4

Діючі значення концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони не перевищують ГДК.

Система опалення виконується з умов забезпечення температури повітря в приміщенні в холодний і перехідні періоди року на рівні + 16 °С.

Опалення централізоване, в якості теплоносія – гаряча вода з температурою +80...+95 °С. Джерелом тепlopостачання є ТЕС. Опалення здійснюється трубами $d = 100$ мм, система опалення – двухтрубна з верхньою розводною, тупікова.

2. Виробниче освітлення

В приміщенні зони є природне та штучне освітлення.

Нормативне значення природнього освітлення:

$$e^4 = e^3 \cdot m \cdot c = 1; \quad (5.1)$$

де e – нормативне значення КПО для 3-го світлового поясу;

m - коефіцієнт світлового клімату;

c - коефіцієнт сонячності.

Нормативне значення штучного освітлення $E = 200$ лк (для загального освітлення).

Таблиця 53 – Значення кількісних показників освітлення

Характер зорової роботи	об'єкта розрізнення Найменший розмір	Розряд зорової роботи	об'єкта розрізнення Контраст	Характеристика фону	Штучне освітлення	Періодне освітлення
					Лк	КЕО, % Бічне
Середня робота	0,5-1	IVo	Великий	Світлий	500	1,5

Штучне освітлення проводиться світильниками з лампами розжарення. Вони забезпечують усунення сліпучої дії джерела світла. Освітленість проходів в виробничому приміщенні повинна складати – 75 Лк. Світильники місцевого освітлення живляться від мережі напругою 36 В, загального 220 В. Всі світильники повинні мати заземлення і бути герметичними по ступені захисту IP65.

3. Виробничий шум та вібрації.

В робочій зоні має місце широкополосний шум, що виходить від роботи обладнання. Для широкополосного шуму встановлені допустимі рівні звукового тиску в активних полосах частот, рівні звукового тиску на робочих. Для ослаблення шуму, який поширюється з приміщення назовні, використаємо звукоізоляцію огорожуючих конструкцій.

Таблиця 5.3 – Допустимі рівні шуму на робочих місцях

Рівні звукового тиску в дБ в активних смугах з середньгеометричними частотами, Гц									Рівні звуку ДБ/А	
									нормат.	діючий
31,5	62	125	250	500	103	2 103	4103	8 103	80	70 А
107	90	87	82	78	75	73	71	69		

В зоні відновлення робочих поверхонь прокатних валків прокатного стану працівник підпадає під дію шкідливих вібрацій не всю зміну, а тільки коли працюють обладнання та інструмент. В середньому загальній технологічній вібрації підлягає на протязі 150 хв, а локальній – 100 хв.

Вібрації знижуються при використанні амортизаторів, змащувальних матеріалів та реактивних гасників пульсації. Особливе значення в боротьбі з вібрацією мають фундаменти виробничих будівель, а також фундаменти під устаткуванням. На робітників може діяти локальна і загальна вібрація. Локальна передається через руки, загальна через підшви ніг.

Таблиця 5.4 – Нормативні рівні звукового тиску на дільниці

Робочі місця	Рівні звукового тиску в дБ у октавних смугах із середньгеометричними частинами Гц									Еквівалентний рівень звуку ДБ(А)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Виконання всіх видів робіт на постійних місцях у виробничих	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

заходах									
---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Загальна вібрація категорії “а”, критерій оцінки – границя зниження продуктивності. Норми вібрацій приведено в таблиці 4.5.

Таблиця 5.5 – Норми вібрацій

Вид вібрації	Категорія вібрації	Напрямок дії	Нормативні коректовані по частоті та еквівалентні значення			
			Віброприскорення		Віброшвидкість	
			a_{HM}/c^2	$L a_H$ дБ	$V_H * 10^{-2} м/с$	$L v_H$ дБ
Локальна		X_n, Y_n, Z_n	2,0	125	2,0	112
Загальна	3 типа		0,1	100	0,2	90

Для зниження вібрації використовуємо спеціальні звукопоглинаючі кожухи і конструкції коло робочого місця, заключаєм у звукопоглинаючі кожухи шумні вузли агрегатів(редуктора, цепні передачі).

Для зменшення вібрації машини і верстати встановлюють на фундаменті, заглибленому нижче фундамента стін, ізолюваному від землі повітряними розривами, чи на спеціальних амортизаторах із сталевих пружин.

Для зниження вібрації при роботі з пневматичними і електричними машинами використовуємо рукоятки з вібропоглинаючими чи автоматизуючими пристроями.

5.1.2 Організаційно – технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи

Техніка безпеки

В зоні відновлення робочих поверхонь прокатних валків прокатного стану технологічне обладнання, пристосування підлягають технологічному періодичному огляду. Особи, що працюють віком старше 18 років, які пройшли спеціальне навчання та інструктажі з ТБ та ПБ.

Для колективного захисту від дії електричного струму напругою 280/720 В передбачено занулення (захисне заземлення), ізоляція та недоступність струмонесучих частин.

Електробезпека

Розглянемо електробезпеку на підприємстві.

Приміщення ділянки відноситься до приміщень з особливою небезпекою.

Характеризується: наявністю струмопровідної підлоги, можливість одночасного дотику працівника до металевих конструкцій приміщення, які мають з'єднання із землею та із металевими корпусами обладнання.

Для захисту працівника від ураження електричним струмом передбачаємо:

- занулення всіх неструмоведучих частин обладнання;
- встановлення захисного вимикання;
- ізоляція та прокладка всіх електрокабелів в металевих трубах;
- використання інструментів з ручками із ізолюючого матеріалу.

5.2 Пожежна безпека

Зона відновлення робочих поверхонь прокатних валків прокатного стану відноситься до категорії В. Будівельні конструкції та елементи приміщення виготовлені з негорючих матеріалів і мають II ступінь вогнестійкості.

Основні причини можливих пожеж:

- відкритий вогонь та іскри, коли не передбачено спец. засобів захисту;
- паління на робочих місцях;
- самозапалення промасляних обтирочних матеріалів;
- короткі замикання в електромережах;
- негерметичність систем живлення автомобілів;

- короткі замикання акумуляторних батарей;
 - загоряння бензину при відкритих пробках бензобаку;
 - порушення правил ПБ;
 - розряди блискавки на приміщення.
- Запобігання виникнення пожежі досягається наступними шляхами:
- запобігання заборони застосування відкритого вогню та паління на робочих місцях;
 - встановлення в електромережах струмового захисту (плавкі вставки, автомати);
 - прокладенням електропроводки в металевих трубах;
 - ремонтом систем живлення двигунів у відповідних місцях;
 - відключенням або зняттям з авто акумуляторної батареї;
 - виконанням правил ПБ;
 - спорожненням ящиків від промасляного ганчір'я кожної зміни;
 - встановленням на території блискавкозахисту II категорії.

У приміщенні передбачено такі первинні засоби пожежогасіння:

- вогнегасники хімічні пінні ОХП-10
- вогнегасники порошкові ОП-5
- ящики з піском (0.5 м³) і лопатою
- пожежні крани, продуктивність 3,3л/с

На території підприємства витримуються протипожежні розриви між будівлями, спорудами та групами автомобілів в зоні їх зберігання.

Для пожежогасіння на території підприємства передбачені пожежні гідранти, продуктивністю 15л/с і пожежні резервуари.

5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Вплив радіоактивного випромінювання на організм людини можна уявити в дуже спрощеному вигляді таким чином. Припустімо, що в організмі

людини відбувається нормальний процес травлення, їжа, що надходить, розкладається на більш прості сполуки, які потім надходять через мембрану усередину кожної клітини і будуть використані як будівельний матеріал для відтворення собі подібних, для відшкодування енергетичних витрат на транспортування речовин і їхню переробку. Під час потрапляння випромінювання на мембрану відразу ж порушуються молекулярні зв'язки, атоми перетворюються в іони. Крізь зруйновану мембрану в клітину починають надходити сторонні (токсичні) речовини, робота її порушується. Якщо доза випромінювання невелика, відбувається рекомбінація електронів, тобто повернення їх на свої місця. Молекулярні зв'язки відновлюються, і клітина продовжує виконувати свої функції. Якщо ж доза опромінення висока або дуже багато разів повторюється, то електрони не встигають рекомбінувати; молекулярні зв'язки не відновлюються; виходить з ладу велика кількість клітин; робота органів розладнується; нормальна життєдіяльність організму стає неможливою.

Під дезактивацією будемо розуміти видалення (зниження концентрації) радіоактивних речовин з забруднених поверхонь (доріг, обладнання, техніки, транспортних засобів та ін.) і різних середовищ (повітря, води, харчових засобів) до допустимих норм.

Для проведення контролю радіоактивного забруднення притягуються групи (ланки) загальної і спеціальної розвідки, що входять в склад рятувальних формувань.

Ланки радіометричного контролю проводять роботи на пунктах спеціальної обробки (ПуСО), санітарно-обмивочних пунктах (СОП), станціях знезаражування одягу (СЗО).

Пункт спеціальної обробки ПуСО призначається для проведення повної санітарної обробки особового складу і населення, повної дезактивації, дегазації і дезинфекції озброєння, техніки, дезактивації і дезинфекції обмундирування, одягу, взуття і засобів захисту. Розгортається на

незараженій місцевості близько або безпосередньо в районі дій сил ЦО, що підлягають спеціальній обробці.

УПСО включає в себе:

1. контрольно-розподільчий пункт (КРП);
2. майданчик спеціальної обробки автотранспорту (МСОА);
3. майданчик технічного обслуговування і повторної обробки (МТО);
4. майданчик санітарної обробки (МСО);
5. вихідний пункт дозиметричного контролю обробленого транспорту (ВПДК);
6. майданчик відстою сильно забрудненого автотранспорту (МВЗТ).

Евакуаційні шляхи повинні забезпечувати безпечну евакуацію всіх людей, які знаходяться в приміщенні будівлі через еваковиходи.

Кількість еваковиходів із будівлі потрібно приймати не менше двох.

Мінімальна відстань між найбільш віддаленими оди від одного еваковиходами із приміщення визначається по формулі:

$$l \geq 15 - \sqrt{P} \quad (5.2)$$

де $-P$ - периметр будівлі ($P=2 \times (17,4+8,8)=52,4$ м);

Тоді

$$l \geq 15 - \sqrt{52,4} = 15 - 7,2 = 7,8$$

Приймаємо $l = 9$ м.

Ширина шляхів евакуації в світлі повинна бути не менше 1 м, а дверей – не менше 0,8 м. Приймаємо для даного приміщення 2 пожежних щити. Згідно ГОСТ 12.4.026 їх фарбують в білий колір із червоною смужкою по периметру. Всі засоби пожежогасіння фарбують в червоний колір. На

кожному щиті повинен бути набір протипожежного інвентарю і первинних засобів пожежегасіння.

ВНПД, МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Аналіз наукових праць українських та закордонних вчених щодо отримання високовуглецевих зносостійких покриттів на сталевих деталях дозволив зробити такі висновки:

Використання традиційного гартування для поверхневого зміцнення супроводжується значними фазовими перетвореннями, появою внутрішніх напружень та великих деформацій. Навуглецьовування поверхонь в твердих або газових карбюраторах вимагає тривалого нагрівання, що веде до втрат енергії та часу, крім того цементація сталей потребує використання досить громіздкого обладнання і великих виробничих площ, досить високою є витрата карбюратора. Для створення на поверхнях деталей шарів із спеціальними властивостями для підвищення зносостійкості застосовують методи напилювання. Недоліками способу є невелика товщина зміцненого шару, обмеження різноманітною конфігурацією та габаритами деталей, спеціальне обладнання. Використання лазерних технологій для зміцнення потребує спеціального обладнання, кваліфікованого персоналу та великих затрат енергії.

Гарних результатів досягнуто при зміцненні сталевих поверхонь деталей машин та конструкцій за допомогою використання енергії плазмового струменя. Значних успіхів досягнуто у вивченні процесів плазмово-детонаційної обробки високовуглецевих сталей, фінішного плазмового зміцнення інструментальних сталей. Доведено, що плазмове зміцнення може ефективно використовуватися для деталей, що експлуатувались в об'ємно-загартованому стані

2. Запропанований спосіб поверхневого зміцнення має ряд переваг:
 - а) Висока продуктивність та технологічність;
 - б) Низька собівартість за рахунок незначних витрат енергії;

в) Не потрібно спеціального обладнання, можливе використання універсальних плазмотронів.

д) За допомогою запропанованої технології можливо отримувати поверхневі шари з високим вмістом карбідів.

3. Результати досліджень можливо застосовувати для зміцнення поверхонь деталей машин, зокрема робочих поверхонь валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У.

4. Встановлено, що міцність структурних складових зміцненої сталі 40Х після плазмової обробки з використанням вуглецевих волокнистих матеріалів збільшується у 2-3 рази.

5. Технологічний процес розроблений для ремонту валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У забезпечує підвищення якості відновлення зношених поверхонь.

6. Запропоновано технологія може бути використана на ремонтних підприємствах.

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

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

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Иванайський В.В. Совместная индукционно-дуговая наплавка рабочих органов сельхозмашин [Текст] / В.В. Иванайський, Н.Т. Кривочуров, А.С. Шайхудинов, А.В. Ишков; // Весник Алтайського Государственного Аграрного Університета. – 2011. – №3. – С. 35-38
2. Думов С. И. Технология электрической сварки плавлением. Учебное пособие / С.И. Думов М.: Машиностроение, 1978. С. 157-159.
3. Арзамасов Б. Н. Материаловедение. Учебное пособие / Б.Н. Арзамасов М.: Изд – во МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2003.
4. Жуков А. А. Формирование высокоуглеродистых поверхностных слоев на стали и чугуне [Текст] / А. А. Жуков, В. И. Савуляк, Е. П. Шилина // Металловедение и термическая обработка металлов. –1997. – №12. – С.21.
5. Шевченко О.В. Композиційні плазмові покриття на основі порошків валкових чавунів / О.В. Шевченко // Автореферат на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. – 2004. Київ. – С. 24.
6. Калистов С.В. Повышение эффективности процесса науглероживания расплава при изготовлении массивных отливок ответственного назначения из синтетического чугуна // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – 2008. Н. Новгород. – С. 19.
7. Колмыков Д.В. Восстановление и упрочнение деталей автомобилей цементованными железохромистыми гальваническими покрытиями // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – 2009. Орел. – С. 19.
8. Хільчевський В. В. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів. Навчальний посібник / В.В. Хільчевський К.: Либідь, 2002. - 328с.
9. Савуляк В.І. Відновлення деталей машин. Ч.1. Навчальний посібник./ В.І. Савуляк, В.Т. Івацько – Вінниця: ВНТУ, 2004. – 93 с.
10. Маркович С.І. Дослідження зв'язку зносостійкості з фізико-механічними властивостями покриттів, нанесених електродуговим

напиленням різнорідних дротів / С.І. Маркович // Проблеми тертя та зношування. – Київ, 2007. - №46. С. 16-18.

11. Савуляк В.І., Зміцнення когерентним випромінюванням прецизійних деталей гідромашин та гідроагрегатів // В.І. Савуляк, О.П. Шиліна, О.В. Андрійчук // Промислова гідравліка і пневматика. – 2007, №3. - С. 77-80.

12. Савуляк В. І., Плазмове гартування робочих поверхонь деталей транспортної техніки // В.І. Савуляк, О. В. Шаповалова // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2010, №1. – С. 73-77.

13. Жадкевич М.Л. Импульсно – плазменное упрочнение инструмента / М.Л. Жадкевич, Ю.Н. Тюрин, О.В. Колисниченко // Оборудование и инструмент для профессионалов. – 2003. – №4. – С. 40–41.

14. Тюрин, Ю.Н. Импульсно – плазменное упрочнение инструмента / Ю.Н. Тюрин, О.В. Колисниченко, Н.Г. Цыганков // Автоматическая сварка. – 2001. – №1. – С.38 – 41.

15. Борисов, Ю.С. Влияние условий нагрева поверхности изделия на структуру упрочненных слоев стали У8 при плазменно-детонационной обработке / Ю.С. Борисов, О.В.Колисниченко // Автоматическая сварка. – 2003. – №3. – С. 31-35.

16. Тополянский П.А. Финишное плазменное упрочнение инструмента, штампов и пресс-форм: материалы 6-й международной практической конференции-выставки, Санкт-Петербург, 19-16 апреля 2004 г. / [редкол.: Н.А. Соснин (отв. ред.) и др.]. – СПб.: СПбГПУ, 2004. – 590 с – В надзаг.: Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, научно-производительная фирма «Плазмацентр», межрегиональный центр экономики техники.

17. Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия: ГОСТ 4543-71. - [Чинний від 1973-01-01] – М.:Издательство

стандартов, 1990 – 67 с – (Государственный стандарт Российской Федерации).

18. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки: ГОСТ 380-2005. - [Чинний від 2008-01-01] – М.:Издательство стандартов, 2008 – 11 с – (Государственный стандарт Российской Федерации).

19. Савуляк В.І. Наплавлення високовуглецевих покриттів з використанням вуглецевих волокон / В.І. Савуляк, С.А.Заболотний, В.Й. Шенфельд // Проблеми трибології. – 2010. - №1. – С. 66-70.

20. Канарчук В.С. Основы технического обслуживания и ремонту автомобилей. У. 3 кн. Кн. 3. Ремонт транспортных средств: Пособие / В.С.Канарчук, О.А.Дудченко, А.Д. Чигринец —К.: Вища школа, 1994. - 599с: ил.

21. Гайдамак О.Л. Узлы та деталі ремонтного виробництва автотракторної техніки. Лабораторний практикум / О.Л. Гайдамак, В.І.Савуляк. - Вінниця: ВНТУ, 2006. - 92 с.

22. Ремонт машин / 4-е изд., перераб. и доп. / Ульянов И.Е., Тонн Г.А., Герштейн И.М. [и др.]; под общ ред. И.Е. Ульянова. -М.: Колос, 1992. —446с:

23. 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.

24. Савуляк В.І., Технічне нормування в ремонтному виробництві / В. І. Савуляк С. П. Білошицький. - Вінниця: ВНТУ [Електронний ресурс], 2009.

ВНТУ, МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

ДОДАТКИ

Додаток А

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ГМ
д.т.н., проф. _____ Л.К. Поліщук
«__» _____ 2020 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на магістерську кваліфікаційну роботу
ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ
ПОВЕРХОНЬ ВАЛУ 4-ОЇ ПЕРЕДАЧІ РЕДУКТОРА СПЦ26У
08 – 27. МКР.004.00.000 ТЗ

Керівник: к.т.н., доцент каф. ГМ
_____ В.Й. Шенфельд
Виконав: ст.гр. ЗВ-19м
_____ В.В. Лавренюк

Вінниця 2020

ВНТУ, МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

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 № 214 від « 25 » вересня 2020 року

1 Назва та об'єкт проектування

Назва: Підвищення довговічності відновлення робочих поверхонь валу 4-ої передачі редуктора СПЦ26У.

Умовне позначення: 08-27.МКР.004.00.000 ТЗ

Деталь «Вал 4-ої передачі» працює у вузлі «Редуктор СПЦ26У».

Деталь «Вал 4-ої передачі» виготовляється із сталі 40Х ГОСТ 977-75. Має ступінчасту зовнішню поверхню. Для закріплення деталі у вузлі передбачена поверхня під підшипники $\varnothing 110 \left(\begin{smallmatrix} +0,002 \\ -0,002 \end{smallmatrix} \right)$ довжина якої становить 100 мм та $\varnothing 40 \left(\begin{smallmatrix} +0,017 \\ -0,002 \end{smallmatrix} \right)$ 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 №214 від 25.09.2014 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 вала 4-ої передачі, 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 вала 4-ої передачі редуктора СПЦ26У.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Провести аналіз існуючих способів відновлення;
2. Вивчити характер і розмір зносу вала 4-ої передачі редуктора СПЦ26У;
3. Дослідити властивості та структури покриттів, та відпрацювати режими відновлення вала 4-ої передачі редуктора СПЦ26У;
4. Розробити технічне завдання на проектування установки для напилення.

Джерелами розробки є:

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

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

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

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

4. Козловський В. О. Техніко-екопомічні обґрунтування та економічні розрахунки в дипломних проектах і роботах. Навчальний посібник. / В. О. Козловський - Вінниця: ВДТУ, 2003. – 75 с.
5. Козловський В. О. Інноваційний менеджмент. Практикум. / В. О. Козловський, О. Й. Лесько. – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 166 с.
6. Оснач О. Ф. Промисловий маркетинг: підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / О. Ф. Оснач, В. П. Пилипчук, Л. П. Коваленко – К.: Центр учбової літератури, 2009 – 364 с.
7. Савуляк В.І. Відновлення деталей автомобілів. Навчальний посібник / В.І. Савуляк, В.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 напильовання» 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 досвідно-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.

8. Вимоги до оформлення МКР

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

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

Відсутні.

		08-27 МКР.004.00.000			
		08-27 МКР.004.00.000			
ВНТУ				08-27 МКР.004.00.000	
Вал 4-ої передачі				М К Р	

Вінницький національний технічний університет
Кафедра ГМ

Керівник
Шенфельд В.Й.

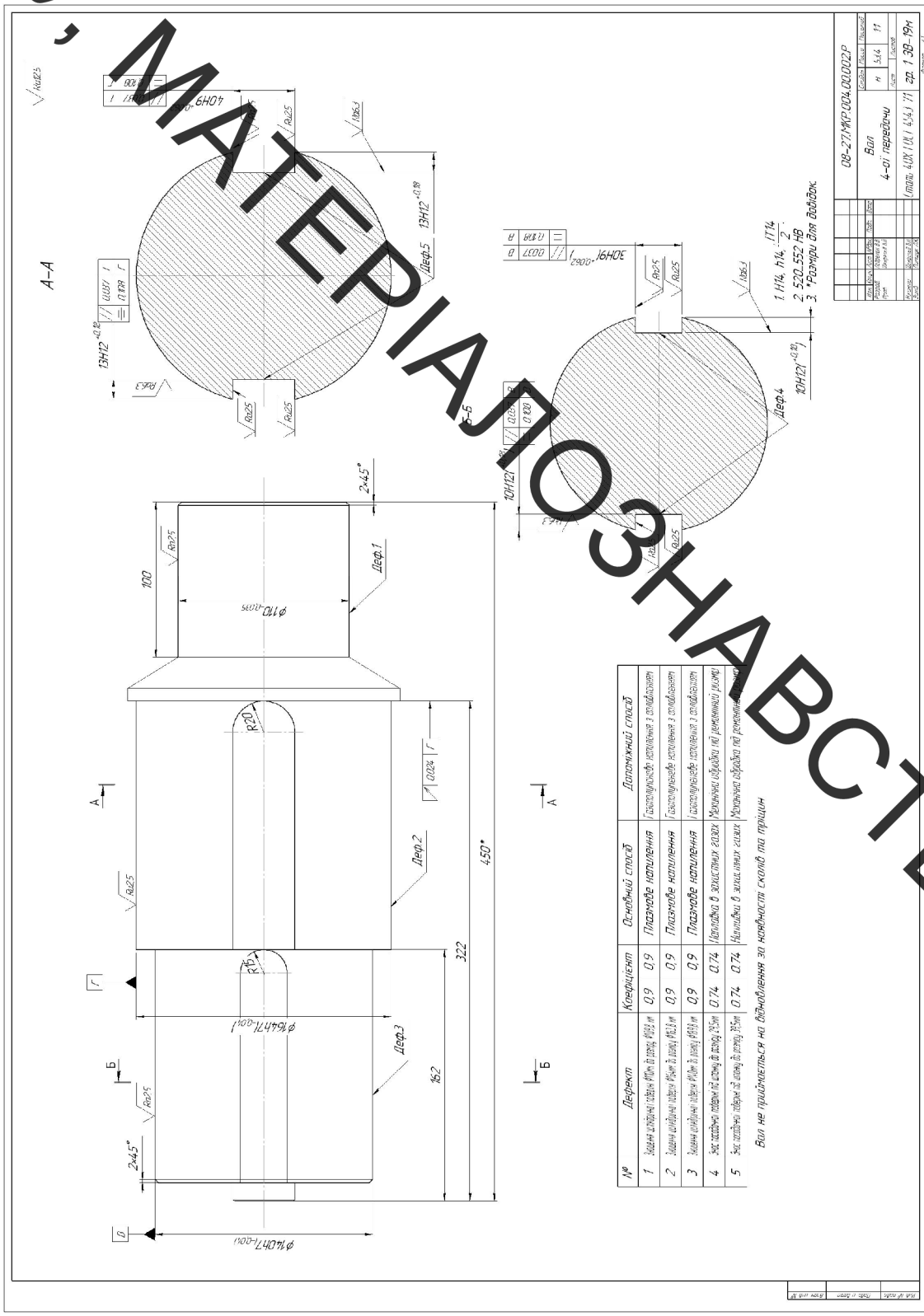
КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ
на технологічний процес удвоєння
«Вал 4-ої передачі»

Студент гр. 13В-19м
Лавренюк В.В.

Н.контр.		Шенфельд В. Й.		Обозначение документа												
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Код, наименование оборудования					Условное обозначение			
Б				Код, наименование оборудования			Название документа					Лист				
Р				Название документа								Листов				
К/М																
02	Маршрутна карта ремонту						08-27 МКР.004.00.002					МК 3				
03	Операційна карти миття						08-27 МКР.004.00.004					ОК 4				
04	Операційна карта наплавки						08-27 МКР.004.00.005					ОК 5				
05	Операційна карта точіння						08-27 МКР.004.00.006					ОК 6				
08	Операційна карта напилення						08-27 МКР.004.00.007					ОК 7				
09	Операційна карта точіння						08-27 МКР.004.00.008					ОК 8				
10	Операційна карта фрезерування						08-27 МКР.004.00.009					ОК 9				
11	Операційна карта шліфування						08-27 МКР.004.00.010					ОК 10				
12	Операційна карта технічного контролю						08-27 МКР.004.00.011					ОК 11				
13	Відомість оснастки						08-27 МКР.004.00.012					ВО 12				
14																
15																
16																
17																
МК	Відомість технологічної документації															

Дубл.	Взам.	Подп.											08-27 МКР.004.00.011	08-27 МКР.004.00.011		
Розроб.	Лавренко В. В.															
Перев.	Шенфельд В. Й.															
М.контр.																
Н.контр.	Шенфельд В. Й.															
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, найменування операції	Код, найменування обладнання	СМ	Іпроф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К_шт	Т_шт
Б	Обозначение документа															
01				005	Струменова камера машини ОМ - 4610											
02				010	Хомутик поводковий ГОСТ 2578-70, центр упорний ГОСТ 2573-74, центр обергальний ГОСТ 8242-71, різець прохідний ГОСТ 18877-75.											
03				015	Хомутик поводковий ГОСТ 2578-70, центр упорний ГОСТ 2573-74, центр обергальний ГОСТ 8242-71.											
04				020	Хомутик поводковий ГОСТ 2578-70, центр упорний ГОСТ 2573-74, центр обергальний ГОСТ 8242-71, різець прохідний ГОСТ 18877-75.											
05				025	Хомутик поводковий ГОСТ 2578-70, центр упорний ГОСТ 2573-74, центр обергальний ГОСТ 8242-71											
06				030	Хомутик поводковий ГОСТ 2578-70, центр упорний ГОСТ 2573-74, центр обергальний ГОСТ 8242-71, різець прохідний ГОСТ 18877-75.											
07				035	Хомутик поводковий ГОСТ 2578-70, центр упорний ГОСТ 2573-74, центр обергальний ГОСТ 8242-71, Фреза дискова ГОСТ 18877-75											
08				040	Шаблон, кутомір, мікрометр, зразки шорсткості поверхні ГОСТ 2789 - 73											
09																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
МК/ВО	Відомість оснастки															

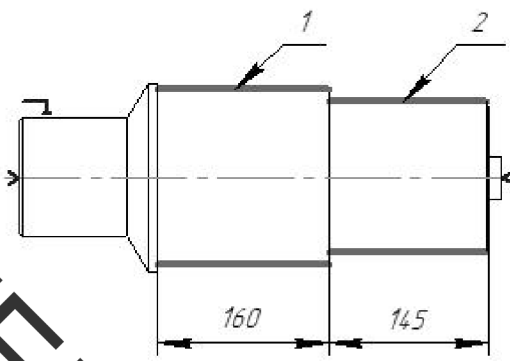
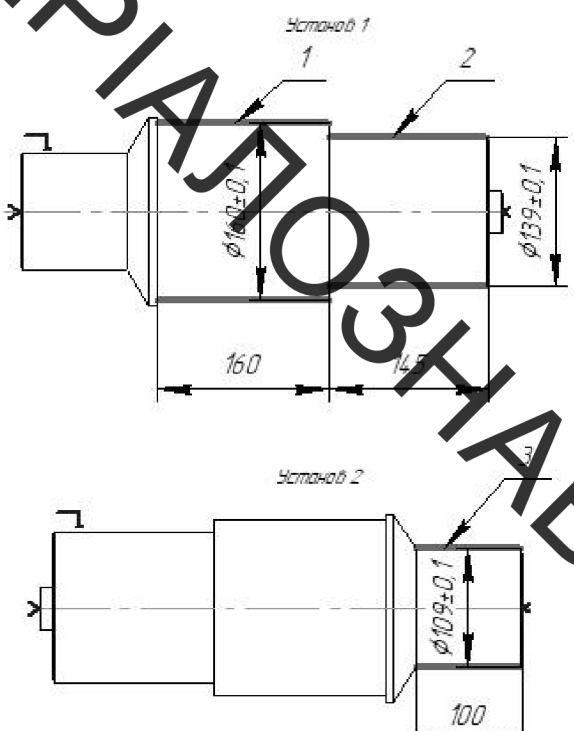
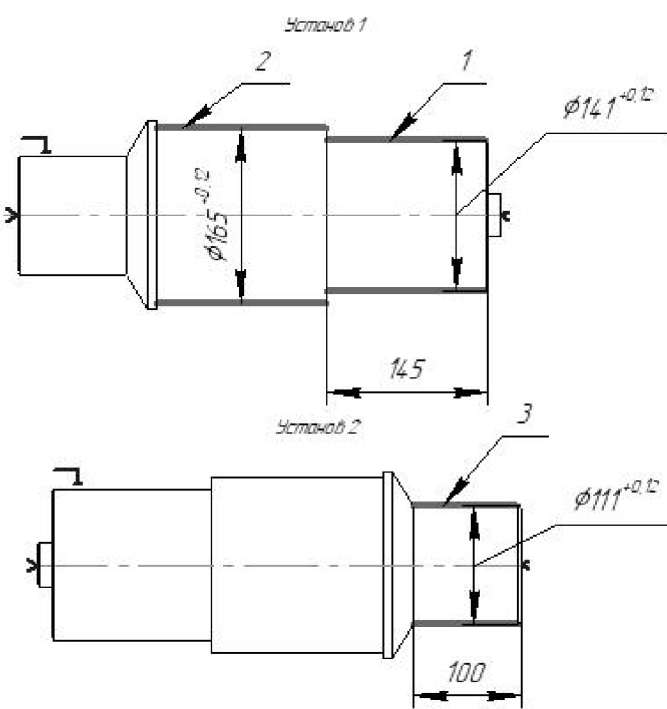
ВНТКУ МАТЕРІАЛІАЛЪ ЗАДАВАНЬО



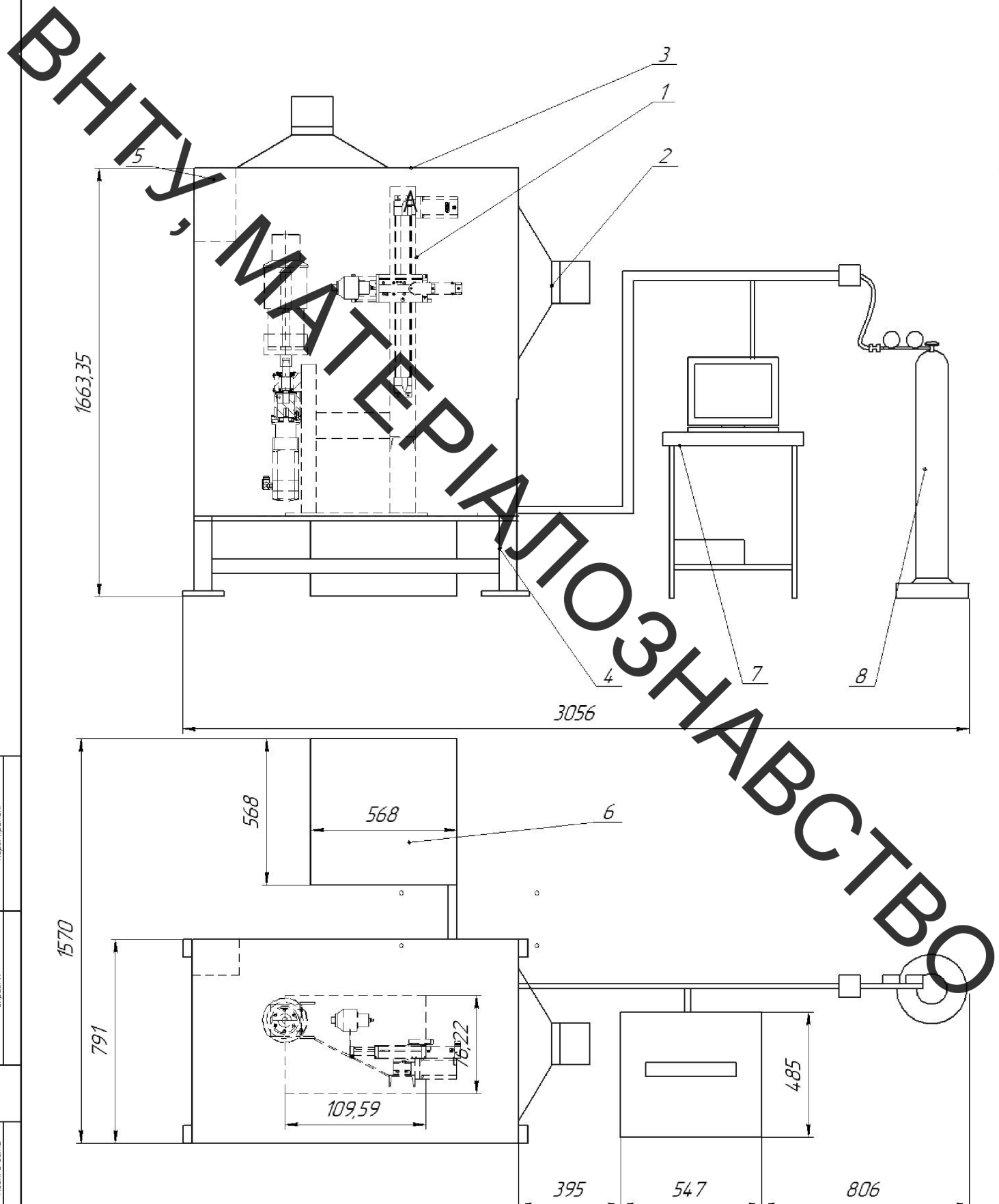
№	Деталь	Коэффициент	Основной способ	Дополнительный способ
1	Вал	0.9	Плазменное напыление	Газоплазменная обработка с стабилизацией
2	Шпилька	0.9	Плазменное напыление	Газоплазменная обработка с стабилизацией
3	Гайка	0.9	Плазменное напыление	Газоплазменная обработка с стабилизацией
4	Шайба	0.74	Плазменное напыление	Газоплазменная обработка с стабилизацией
5	Гайка	0.74	Плазменное напыление	Газоплазменная обработка с стабилизацией

Вал не привальчивается на увеличение за счетности скважин при этом

08-27ЖР.004.00002Р	
Вал	№ 51.4
4-01 переводчик	№ 17
Итого: 408 (18 / 45.4) 171 гр. 1 39-194	

№ пер.	Операційні переходи	Схема установки	модель верстата
005	<p>Мийна</p> <p>1. Мийна заготівля розчином лабаміту 102</p>		0М 4610
010	<p>Наплавлення</p> <p>1. Встановити, зняти деталь</p> <p>2. Заплавити шліци на поверхні 1</p> <p>3. Заплавити шліци на поверхні 2</p>		Установка УД - 209М
015	<p>Токарна</p> <p>1. Встановити, зняти деталь</p> <p>2. Точити пов. №1 до розміру $\phi 160$ мм</p> <p>3. Точити пов. №2 до розміру $\phi 139$ мм</p> <p>4. Передстановити деталь</p> <p>5. Точити пов. №3 до розміру $\phi 109$ мм</p>		Токарний верстат 16К20Ф3
020	<p>Напилення</p> <p>1. Встановити, зняти деталь</p> <p>2. Напилити поверхню № 1 до розміру $\phi 141^{+0,2}$</p> <p>3. Напилити поверхню № 2 до розміру $\phi 165^{+0,2}$</p> <p>4. Передстановити деталь</p> <p>5. Напилити поверхню № 3 до розміру $\phi 111^{+0,2}$</p>		Установка для напилення

№ опер.	Операційні переходи	Схема устанавлення	модель верстата
025	<p>Токарна,</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, зняти деталь 2. Точити пов. №1 до розміру $\phi 164$ мм 3. Точити пов. №2 до розміру $\phi 140$ мм 4. Перевстановити деталь 5. Точити пов. №3 до розміру $\phi 110$ мм 		Токарний верстат 16К20Ф3
030	<p>Фрезерна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, зняти деталь 2. Фрезерувати шпонкові пази 		Фрезерний верстат 6Р82Г
035	<p>Шліфувальна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити, зняти деталь 2. Шліфувати пов. №1 до розміру $\phi 164$ мм 3. Шліфувати пов. №2 до розміру $\phi 140$ мм 4. Шліфувати пов. №3 до розміру $\phi 110$ мм 		Круглошліфувальний верстат 3М153
040	Контрольна		Контрольний стіл

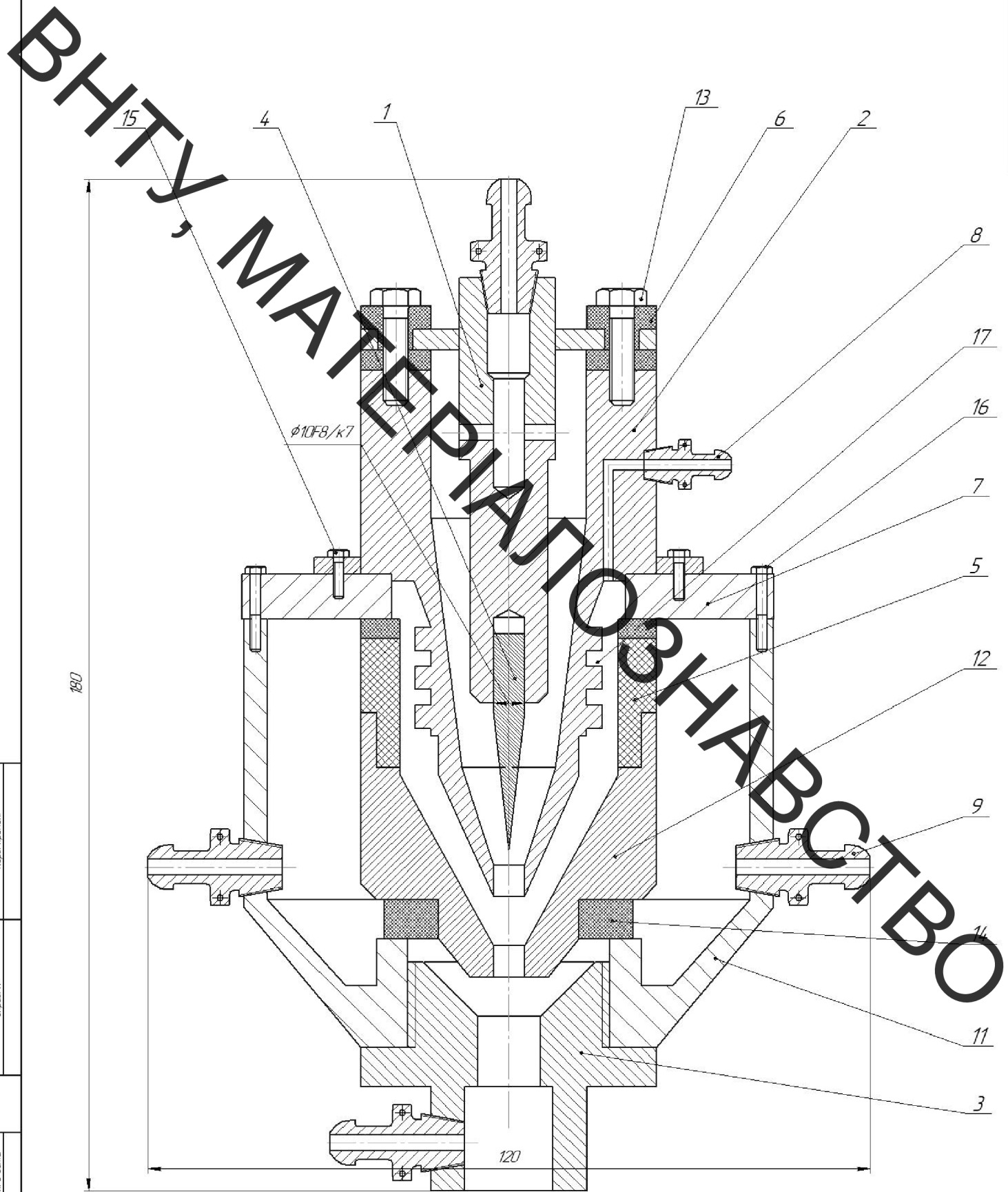


1. Розміри для довідок

№ док.	№ лист.	Ім'я	Підрозд.	Стан.	№

				08-27.МКР.004.07.000.В3		
Мат. лист	№ док.	Лист	Дата	Лист	Маса	Масштаб
Розроб.	Лабренко В. В.			Н		15
Проб.	Шендель В. І.			Лист	Листов	1
І.контр.						
				ВНТУ		
				Формат А2		

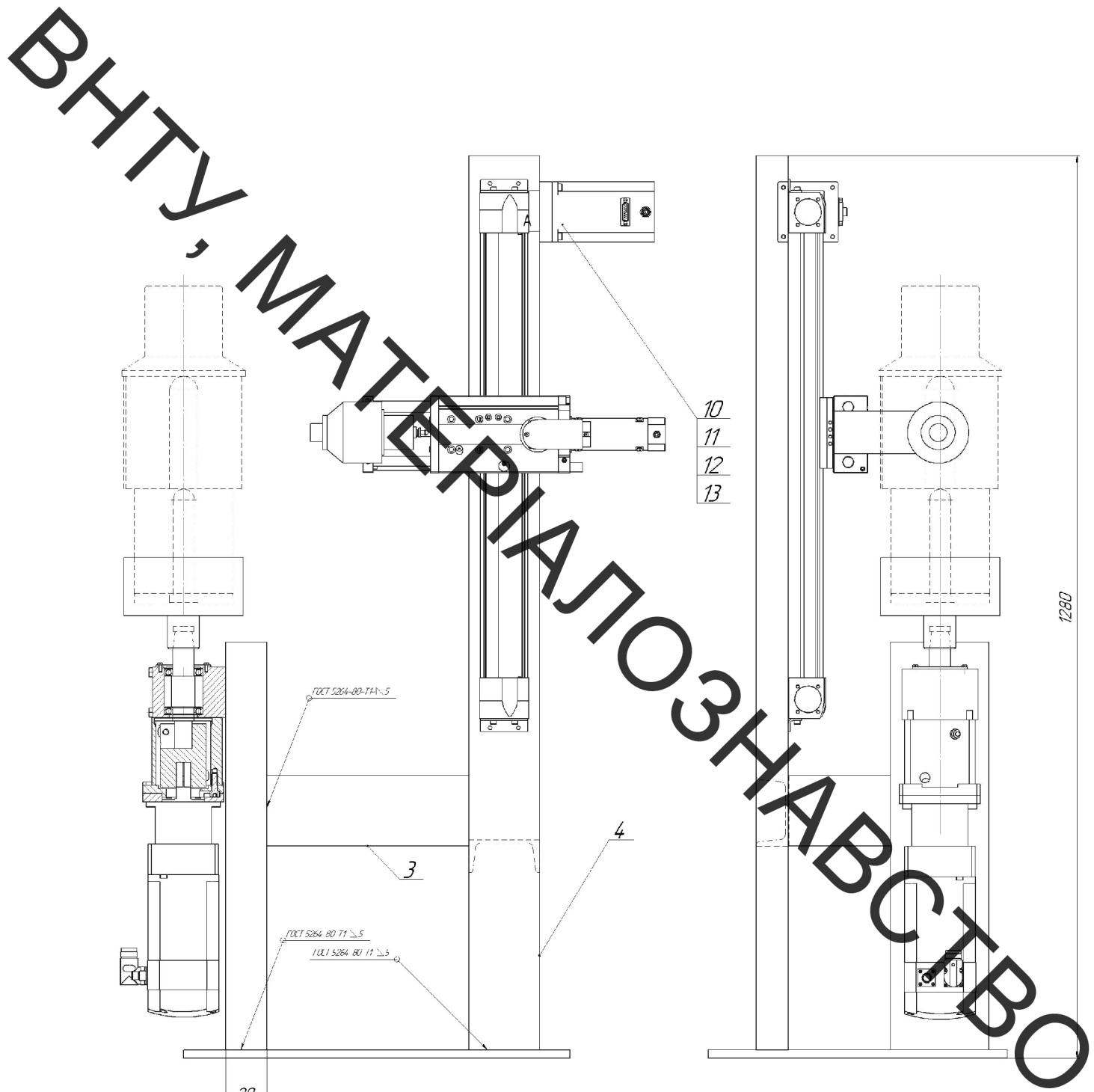
Перб. примен.		Зона		Поз.		Обозначение		Наименование		Кол.		Примечание			
08-30.Р.ПУ.001.00.000								<u>Документація</u>							
A2						08-27.МКР.004.06.000 СК		<u>Складальні кресення</u>							
								<u>Складальні одиниці</u>							
Справ. №				1		08-27.МКР.004.06.001.000		Трубка							
				2		08-27.МКР.004.06.002.000		Сопло							
								<u>Деталі</u>							
				3		08-27.МКР.004.06.001		Муніштук							
				4		08-27.МКР.004.06.002		Електрод		1					
				5		08-27.МКР.004.06.003		Втулка Ізоляційна		1					
				6		08-27.МКР.004.06.004		Ізолятор		1					
				7		08-27.МКР.004.06.005		ІКришка		1					
				8		08-27.МКР.004.06.006		Штуцер		1					
				9		08-27.МКР.004.06.007		Штуцер		1					
				10		08-27.МКР.004.06.008		Штуцер		1					
				11		08-27.МКР.004.06.009		Корпус		1					
				12		08-27.МКР.004.06.010		Катод		1					
								<u>Стандартні деталі</u>		1					
				13				Болт М10×25 ГОСТ 7796-70							
				14				Кільце захисне ГОСТ 114896-84 2-50×30		8					
				15				Болт М6×15 ГОСТ 7796-70		1					
				16				Болт М12×35 ГОСТ 7796-70							
								08-27.МКР.004.06.000							
				Изм.		Лист		№ докум.		Подп.		Дата			
				Разраб.		Лавренко В.В.									
				Пров.		Шенфельд В.И.									
				Н.контр.		Шенфельд В.И.									
				Утв.		Поліщук Л.К.									
								Розпилюючий пристрій		Лит.		Лист		Листов	
										Н				1	
										ВНТУ ст.зр.ЗВ-19М					



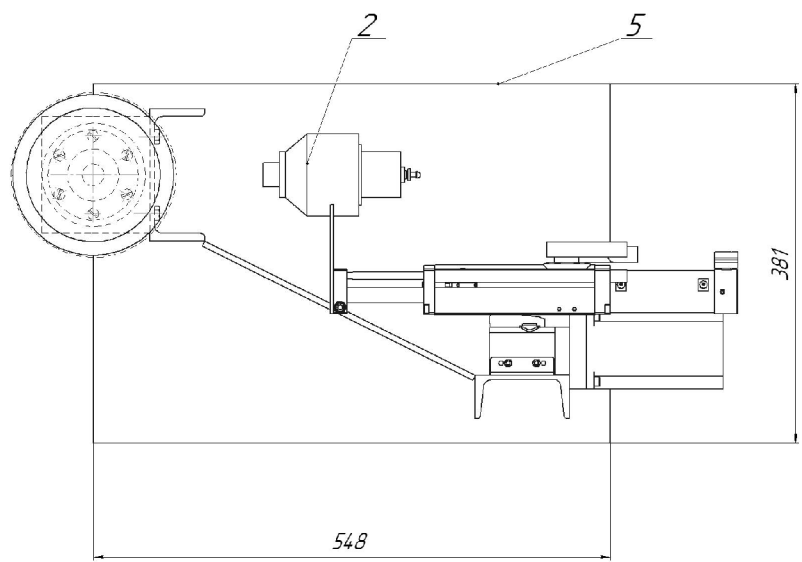
1. Розміри для довідок.
 2. Герметичність водяної сарочки охолодження перевірити надлишковим тиском 0,6 МПа.

Перш. приміт.	Староб. №	Лист. і дата.	Лист. № докл.	Лист. № докл.	Лист. № докл.

				08-27.МКР.004.06.000.СК		
Лист	№ док.	Лист	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
				Н		2:1
Розроб. / Лабренюк В.В.				Лист	Листов	1
Проб. / Шендель В.В.						
І.контр.						



1280



1. Розміри для перевірок

08-27.MKP.004.05.000.001				Лист	Кількість	Примітки
№	Вид	Вид	Вид	42		
Установка ЧПК						
ВНТУ, 100-194						