

Вінницький національний технічний університет

Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра галузевого машинобудування

Пояснювальна записка

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему: ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ
ПРОКАТНИХ ВАЛКІВ ПРОКАТНОГО СТАНУ

Виконав: студент 2 курсу, групи 13В-17м
спеціальності 132 – «Матеріалознавство».

(шифр і назва спеціальності)

Мальований Я.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Ширіна Олена Павлівна.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: _____

Вінниця - 2019 р.

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра галузевого машинобудування

Освітньо-кваліфікаційний рівень «магістр»

Спеціальність 132 – «Матеріалознавство»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

завідувач кафедри ГМ

д.т.н., професор Поліщук Л.К.

« 02 » жовтня 2019 р.

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Мальованого Ярослава Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення якості відновлення робочих поверхонь прокатних валків прокатного стану

керівник роботи Шиліна Олена Павлівна, к.т.н., доцент, каф. ГМ,

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

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

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

3. Вихідні дані до роботи:

Креслення прокатного валка прокатного стану

Режим роботи – довготривалий;

Річна програма відновлення деталей N=500 шт.;

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ; Розділ 1. Сучасний стан наукової проблеми і шляхи її вирішення; Розділ 2. Дослідження направлені на підвищення якості відновлення робочих поверхонь; Розділ 3. Технологічні засади підвищення якості відновлення робочих поверхонь прокатних валків прокатного стану; 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. Технологічний процес відновлення прокатного валка.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	Шиліна О.П., к.т.н., доц., кафедри ГМ	02.10.2019р.	6.12.2019р.
Економіка виробництва	Лесько О.Й., д.е.н., проф., зав. кафедри ЕПВМ	02.10.2019р.	3.12.2019р.
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Віштак І.В., доцент кафедри БЖД та ПБ	02.10.2019р.	4.12.2019р.

7. Дата видачі завдання « 02 » жовтня 2019 р.
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Формування та затвердження теми магістерської кваліфікаційної роботи (МКР)	01.10.19 р.	
2	Виконання спеціальної частини МКР. Перший рубіжний контроль виконання МКР	26.10.19 р.	
3	Виконання спеціальної частини МКР. Другий рубіжний контроль виконання МКР	15.11.19 р.	
4	Виконання розділу «Економіка виробництва»	27.11.19 р.	
5	Виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	15.12.19 р.	
6	Попередній захист МКР	10.12.19 р.	
7	Нормоконтроль МКР	10.12.19 р.	
8	Опонування МКР	16.12.19 р.	
9	Захист МКР	18.12.19 р.	

Студент

(підпис)

Мальований Я.О.

Керівник проекту

(підпис)

Шиліна О.П.

РЕФЕРАТ

Дана магістерська кваліфікаційна робота присвячена питанню підвищення якості відновлення робочих поверхонь прокатного валка прокатного стану шляхом автоматизації робочого процесу, використання, як новітніх розробок відновлювального обладнання.

Магістерська кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів, загальних висновків та додатків. Загальний обсяг роботи 82 стор., у тому числі 24 рис., 32 табл., 33 літературних джерел.

Предмет дослідження – механізм впливу кількості графіту у флюсі при наплавленні на структуру нанесеного покриття.

Робота складається з п'яти розділів:

1. Сучасний стан наукової проблеми і шляхи її вирішення;
2. Дослідження направлені на підвищення якості відновлення робочих поверхонь;
3. Технологічні засади підвищення якості відновлення прокатного валка прокатного стану;
4. Розрахунок економічної ефективності інноваційного рішення;
5. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження – процеси формування зносостійких покриттів шляхом наплавлення з додаванням графіту у флюс та розвитком розповсюдження температури при накладанні валків.

Головною метою кваліфікаційної роботи є підвищення якості відновлення робочих поверхонь прокатних валків за рахунок автоматизації робочого процесу, використання новітніх розробок відновлювального обладнання, вибір та обґрунтування раціональних параметрів і режимів технологічного процесу.

ABSTRACT

This master's qualification work is devoted to the issue of improving the quality of restoration of the working rolls of the rolling mill rolling mill by automating the work process, using as the latest developments of restoration equipment.

Master's qualification work consists of an introduction, 5 sections, general conclusions and applications. The total volume of work is 82 pages, including 24 figures, 32 tables, 33 literary sources.

The subject of the study is the mechanism of influence of the amount of graphite in the flux when surfacing on the structure of the applied coating.

The work consists of five sections:

1. The current state of the scientific problem and ways to solve it;
2. Studies are aimed at improving the quality of working surfaces;
- 3 Technological principles for improving the quality of rolling mill rolling mill restoration;
4. Calculation of economic efficiency of innovative solution;
5. Occupational health and safety.

The object of study - the processes of forming wear-resistant coatings by surfacing with the addition of graphite in the flux and the development of temperature distribution when rolls are applied.

The main purpose of the qualification work is to improve the quality of the restoration of the working surfaces of the rolling rolls due to the automation of the work process, the use of the latest developments of the restoration equipment, the selection and justification of rational parameters and modes of the technological process.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	4
ABSTRACT.....	5
ВСТУП.....	8
1 СУЧАСНИЙ СТАН НАУКОВОЇ ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ.....	12
1.1 Досвід промислового застосування відновлення прокатних валків... ..	12
1.2 Висновки. Постановка мети і наукових завдань досліджень.....	15
2 ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРАВЛЕНІ НА ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ПРОКАТНИХ ВАЛКІВ ПРОКАТНОГО СТАНУ.....	16
2.1 Матеріали та методика досліджень.....	17
2.2 Дослідження зон температурного впливу в процесі наплавлення функціональних покриттів.....	17
2.3 Вплив кількості графіту у флюсі на твердість наплавленого шару ..	29
2.4 Висновки до другого розділу.....	32
3 РОЗРОБКА ТА ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ ПРОКАТНИХ ВАЛКІВ ПРОКАТНОГО СТАНУ	24
3.1 Аналіз службового призначення вузла, деталі. Вимоги до деталі, що відновлюється та її поверхонь.....	34
3.2 Матеріал деталі і його властивості.....	36
3.3 Якісна характеристика технологічності.....	37
3.4 Кількісна характеристика технологічності.....	37
3.5 Аналіз ремонтного креслення.....	39
3.6 Вибір та обґрунтування способу наплавлення та матеріалу.....	42
3.7 Формування маршруту технологічного процесу відновлення деталі.....	43
3.8 Розрахунок припусків на механічну обробку.....	46
3.9 Розрахунок та режимів механічної обробки до нанесення	

покриття.....	47
3.10 Розрахунок режимів наплавлення.....	47
3.11 Експертне визначення режимів наплавлення.....	48
3.12 Вибір та обґрунтування обладнання та джерел живлення.....	50
3.13 Нормування операцій технологічного процесу.....	54
3.14 Висновки до третього розділу.....	54
4 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНОВАЦІЙНОГО РІШЕННЯ.....	55
4.1 Прогнозування витрат на виконання конструкторської технологічної роботи.....	55
4.2 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки.....	60
4.3 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності.....	63
4.4 Висновки до розділу 4.....	66
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ....	68
5.1 Аналіз умов праці.....	68
5.2 Виробнича санітарія	68
5.3 Техніка безпеки.....	74
5.4 Пожежна безпека.....	74
5.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	76
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	78
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	80
ДОДАТКИ.....	83
ДОДАТОК А – Технічне завдання.....	84
ДОДАТОК Б – Мршрутні карти.....	90
ДОДАТОК В– Креслення.....	104

ВСТУП

Актуальність теми. Полягає в збільшенні терміну експлуатації робочих поверхонь деталей. Завдяки процесам відновлення вдається значно зекономити сировину. В сучасному світі широкого застосування набули різні металоконструкції, які використовуються для виготовлення всього, починаючи від велосипеда до багатоповерхових будівель. В таких конструкціях використовується різний металопрокат, такий як прутки, кутники, двотаври, лиси та багато іншого. Для їх виготовлення найчастіше використовують прокатні стани із прокатними валками різних форм, під конкретний прокат.

Прокатні валки працюють у важких умовах, постійне тертя, підвищені температури, велике навантаження. Це все призводить до швидкого зношення їх робочих поверхонь (боки валка), внаслідок чого з'являється брак сортаменту. Так як прокатні стани мають великі розміри, то їхні валки доцільно та економічно вигідно відновлювати ніж встановлювати нові.

Ефективність застосування наплавлення прокатних валків багато в чому залежить від правильного вибору присадного матеріалу та складу утвореного наплавленого шару, режимів відновлення та термообробки. Для його вибору необхідний ретельний аналіз умов роботи валків, характеру й інтенсивності їхнього зношування. Найчастіше на різних металургійних підприємствах валки навіть однотипних прокатних станів зношуються по-різному, тому необхідно і відновлювати їх різними методами наплавлення.

Тому відновлення прокатних валків є перспективною і актуальною темою, яку ми розглянемо в даній магістерській кваліфікаційній роботі.

Мета і задача дослідження. Підвищення якості відновлення робочих поверхонь прокатних валків за рахунок автоматизації робочого процесу, використання новітніх розробок відновлювального обладнання, вибір та обґрунтування раціональних параметрів і режимів технологічного процесу.

Для здійснення поставленої мети необхідно виконати наступні задачі:

- 1) на основі аналізу службового призначення вузла та деталі провести дефектацію прокатних валків з метою виявлення поверхонь з недостатньою зносостійкістю;
- 2) дослідити вплив температурних полів, які виникають в процесі відновлення на структуру та експлуатаційні якості наплавленого шару;
- 3) дослідити вплив кількості графіту доданого у флюс на твердсть наплавленого шару;
- 4) вибрати та обґрунтувати раціональний спосіб відновлення та зміцнення зношених поверхонь і на основі цього розробити маршрут технологічного процесу відновлення прокатного валка;
- 5) розрахувати виробничу собівартість та ціну реалізації нового технічного рішення з метою визначення прибутку, який може отримати виробник протягом року від реалізації нового технічного рішення.

Об'єкт дослідження. Процеси формування зносостійких покриттів шляхом наплавлення з додаванням графіту у флюс та розвитком розповсюдження температури при накладанні валків.

Предмет дослідження. Механізм впливу кількості графіту у флюсі при наплавленні на структуру нанесеного покриття.

Методи дослідження. Методичною і теоретичною базою досліджень є основні положення теорії відновлення поверхонь методом нанесення зносостійких покриттів. Експериментальні дослідження виконані на вимірювальних і моделюючих установках у лабораторних умовах, а натуральні дослідження – у промислових умовах; містять методи відновлення поверхонь в залежності від технологічних, фізико-механічних характеристик та хімічного складу відновлюваної деталі.

Наукова новизна одержаних результатів. Основні результати виконаних теоретичних і експериментальних досліджень магістерської кваліфікаційної роботи наступні:

- вперше досліджено на натуральних зразках та імітаційній моделі вплив параметрів тепловкладень на формування полів

температур та напружень;

- досліджено, що кількість наплавлених валиків впливає на функціональне покриття та здатні створювати поверхневий шар необхідних функціональних властивостей;

- показано, що графіт істотно впливає на твердість наплавленого шару при додаванні у флюс, але при надмірному подаванні твердість зменшилась і становить близько 50 HRC_e та далі знижується;

- доведено, що твердість деталі зменшується в прямому порядку від місця початку наплавлення, до місця закінчення наплавлення, а вирівнювання твердості потребує додаткового нагріву

Практичне значення одержаних результатів.

1. Проведені автором і за його участю дослідження дозволили зробити рекомендації про модернізацію технологічного процесу відновлення робочих поверхонь прокатних валків.

2. При дослідженні дефектів були виявлені наступні залежності: чим більша сила струму тим дефектів менше, при високій силі струму та великій площі поверхні, що наплавляється, виділення тепла дуже високе – з'являються пропали при великій зоні термічного впливу, а також структурні перетворення, які суттєво змінюють властивості наплавленого шару.

3. Для відновлення прокатного валка із сталі 40X під час наплавлення доцільно додавати у флюс 25% графітового порошку, та наносити його товщиною шару 1мм, це забезпечить потрібну твердість наплавленого шару та прискорить процес відновлення і тоді термічна обробка стає непотрібною

Особистий внесок здобувача. Автором самостійно проведено аналіз ефективності способів відновлення зношених робочих поверхонь з урахуванням сучасних вимог до виробничих умов, обрано метод відновлення. Мета і задачі роботи, обговорення результатів досліджень виконані спільно з керівником.

Апробація результатів магістерської кваліфікаційної роботи. Основні положення та результати наукової роботи доповідалися й обговорювалися на XLVIII Науково-технічної конференції факультету машинобудування та транспорту 27 - 28 березня 2019 року.

Публікації.

Шиліна О.П. Дослідження впливу кількості графіту доданого у флюс при наплавлення [Електронний ресурс] / Шиліна О. П. Мальований Я.О.// XLVIII Науково-технічна конференція факультету машинобудування та транспорту (2019)

<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2019/paper/view/7236/5898>

1 СУЧАСНИЙ СТАН НАУКОВОЇ ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

1.1 Досвід промислового застосування прокатних валків

Заміна (перевалка) валків, що зносилися, викликає простої прокатних станів: губиться багато часу також на налаштування стану після кожної перевалки. Зношені валки обточують зі зменшенням діаметру й установлюють повторно доти, поки діаметр не зменшиться приблизно до 90% первісного розміру, після чого валки йдуть у лом. Зменшення діаметра валків при переточуваннях знижує їх окружну швидкість і, отже швидкість прокатки, у результаті чого падає продуктивність станів. Величезна кількість металу, праці й засобів витрачається щорічно на виробництво нових валків та переточування їх у процесі роботи.

Зберегти постійно максимальний діаметр валків можна застосуванням автоматичного наплавлення їхньої поверхні. Успішне застосування наплавлених валків стимулювало розвиток автоматичного зносостійкого наплавлення багатьох інших деталей металургійного устаткування. Наплавлення вертикальних обтискних валків було зроблено низьколегованим дротом. Стійкість таких валків складала 20 змін проти 12 для ненаплавлених [19]. Чистові валки були наплавлені середньолегованим дротом; наплавлений метал мав склад: 0,23% C; 0,92% Si; 1,18 % Mn; 4,08 % Cr та 1, 5 % W. Наплавлення виконувалось з попереднім підігріванням до 350 °C. Після наплавлення валки піддавали нормалізації. Стійкість їх була такою ж, як із вибіленого чавуну [19]

При застосуванні для наплавлення аустенітного електродного дроту 18% Cr 8% Ni; 6 5 Mn, а також хромолібденованадієвого і марганцовистого дроту було досягнуто максимальне підвищення стійкості у 2...3 рази у порівнянні зі звичайними валками.

Наплавлення шийок дозволяє знову використовувати опорні валки, що вийшли із ладу в результаті ослаблення посадкових місць під підшипники качання; раніше з цієї причини валки здавалися на металобрухт.

У тих випадках, коли застосування для валків легованої сталі викликано прагненням підвищити зносостійкість поверхні й необов'язково з погляду міцності валка, наплавлення дозволяє замінити леговану сталь вуглецевою і одержати значну економію легуючих домішок [19].

Так наприклад, у валку блюмінга зі сталі ХГН вагою 30 т закладено 300 кг нікелю та 300 кг хрому. Лише невелика частина цих легуючих домішок може бути використана при переплавленні металобрухту з валків. Частина наплавленого шару, що зношується, так само валка важить 400 кг, містить при наплавленні сталі 3Х2В8 усього біля 35 кг вольфраму та 10 кг хрому, причому ці домішки сконцентровані саме там де вони корисні, – у поверхневому шарі. Перехід до вуглецевих сталей дозволяє спростити й здешевити лиття й кування.

На більшості заводів автоматичне наплавлення виконується на пристосованих вальцетокарних верстатах. Це, звичайно, звужує можливість використання наплавлення для підвищення стійкості валків на багатьох підприємствах навіть у таких несприятливих умовах отримані значні успіхи. Технологія зносостійкого наплавлення звичайна: дрп ПП-3Х2В8, флюс АН-20, попередній підігрів до 380...400⁰С, уповільнене охолодження після наплавлення. За допомогою індукторів нагрів валків протікає цілком успішно: валок діаметром 350...370 мм із довжиною бочки 1200 мм нагрівається до потрібної температури на 60...70 хв., а валок діаметром 590 мм із довжиною бочки 1600 мм – 2,5 години. Після наплавлення валки поміщують у короб із сухим піском, де охолодження триває 18...24 год. [15, 33]

Дослідом встановлена необхідна товщина наплавленого шару в залежності від умов роботи валка. Так наприклад, для овальних калібрів першої кліті чистової лінії стана 280, де ступінь обтискання сягає 54 %, товщина наплавленого шару прийнята 10 мм, а для квадратних калібрів (ступінь обтиснення 48 %) – 7 мм. Зміною режиму також регулюється вміст вуглецюв

наплавленому шарі. Напвлений метал квадратних калібрів повинен мати 0,38...0,43 % С, а овальних – 0,42...0,47 %.

Дуже важливо, що зношування напвлених валків за час служби невеликий; це дозволяє поліпшити якість прокату.

На листопрокатному стані 2800 зношування сталевих валків зі сталі 50ХГ, 60ХГ і 50ХН виявилось дуже великим. Тривалість безперервної роботи валків у чистовій кліті не перевищувала 8 годин. Після 15 переточувань діаметр валків настільки зменшувався, що вони робились не придатними. Таким чином, термін служби пари валків вагою 30 т складав усього 120 годин. За конструкцією кліті зміна сталевих валків чавунами, звичайно застосовуваними у чистових клітях листопрокатних станів, виявилася неможливою.

Освоєно автоматичне напвлєння валків діаметром 800 мм із довжиною бочки 2800 мм для чистової кліті стана. Для напвлєння застосовувався переустаткований великий вальцєпрокатний верстат. На супорті його на колону встановлено три напвлєних автомата А-384, які переміщаються уздовж валка ходовим гвинтом верстата. Попереднє нагрівання виконується за допомогою трьох індукторів на спеціальному стенді. Використання асбестового кожуха для зменшення втрат тепла дозволило скоротити час нагрівання: тривалість нагрівання до 400⁰С не перевищує 7 годин. Напвлєння виконується дротом ПП-3Х2В8 під флюсом АН-20. Кожна головка напвлєє близько 7 кг на годину. По закінченні напвлєння для вирівнювання температури валка виконується нагрівання до 400⁰С, а потім уповільнене охолодження під утепленим кожухом [19].

Техніка напвлєння освоєна на заводі в такій мірі, що припуск на обробку рідко перевищує 1 мм. Це дозволило змінити обточування напвлєних валків шліфуванням. Шлакову кірку видаляють шребком-різцем із твєрдосплавною пластиною, встановлєним на пружинних амортизаторах, який переміщується разом із супортом. Стійкість валків між переточуваннями завдяки напвлєнню збільшилася у 3...4 рази (до 24...36 гарячих годин), причому

зношування за час роботи на 50% нижче, ніж виходило на звичайних валках. Висока зносостійкість поверхні наплавленого валка дає можливість у будь-який момент перейти на прокатку листа різної ширини, що раніше було нездійсненно й створювало істотні виробничі труднощі.

Валки блюмінга наплавляють дротом Св-30ХГСА під флюсом АН-348-А з попереднім підігрівом виробу до 200⁰С [4].

У результаті значно знижена втрата валків і досягнуто значний економічний ефект.

1.2 Висновки. Постановка мети і наукових завдань досліджень

Таким чином, аналіз показує необхідність розробки перспективних технологій та обладнання для відновлення прокатних валків, при цьому необхідно прагнути до максимального зниження затрат виробництва, тобто, зниження собівартості відновлення деталей.

В даний час техніка наплавлення освоєна на заводі в такій мірі, що припуск на обробку рідко перевищує 1 мм. Це дозволило змінити обточування наплавлених валків шліфуванням.

Наплавлення дозволяє замінити леговану сталь вуглецевою і одержати значну економію легуючих домішок.

Метою роботи є підвищення якості відновлення робочих поверхонь прокатних валків за рахунок автоматизації робочого процесу, використання новітніх розробок відновлювального обладнання, вибір та обґрунтування раціональних параметрів і режимів технологічного процесу.

Для здійснення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання:

1. На основі аналізу службового призначення вузла та деталі провести дефектацію прокатних валків з метою виявлення поверхонь з недостатньою зносостійкістю.
2. Дослідити вплив температурних полів, які виникають в процесі відновлення на структуру та експлуатаційні якості наплавленого шару;

3. дослідити вплив кількості графіту доданого у флюс на твердсть наплавленого шару.
4. Вибрати та обґрунтувати раціональний спосіб відновлення та зміцнення зношених поверхонь і на основі цього розробити маршрут технологічного процесу прокатного валка.

ВНТУ Матеріалознавство

2. ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРАВЛЕНІ НА ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ПРОКАТНИХ ВАЛКІВ ПРОКАТНОГО СТАНУ

2.1 Матеріали та методика досліджень

При виконанні даної роботи було використано таке обладнання: установка для наплавлення типу УД – 209М, наплавочний дріт Нп -30ХГСА ГОСТ 10543-98, вміст вуглецю (0,25-0,35%), марганцю (0,80-1,20%), кремнію (0,80-1,20%), хрому (0,80-1,20%), нікелю (не більше 0,40%), сірки (0,025%) та фосфору (0,025%). вал зі Ст. 3 ГОСТ 380-71 із зовнішнім діаметром 32 мм, на який наплавлялися валки, мікроскоп МИМ – 10, твердомір ТК-2М, комп'ютер на базі Intel® Core™ 2 Duo CPU з пакетом прикладним програм.

2.2 Дослідження зон температурного впливу в процесі наплавлення функціональних поверхонь

Особливість фазових і структурних перетворень при зварюванні в порівнянні з термічною обробкою полягає в тому, що вони протікають в нерівноважних умовах зварювального термодформаційного циклу (ЗТДЦ), тобто в умовах швидкого нагрівання і охолодження і одночасного розвитку зварювальних напружень і деформацій. Характер перетворень залежить від складу сплаву, максимальних температур нагрівання, а їх завершеність - від швидкісних і деформаційних параметрів зварювального циклу [16].

Нагрівання тонкостінного циліндра: нагрівання при однопрохідному дуговому зварюванні подовжніх і кільцевих швів тонкостінних циліндричних оболонок, незважаючи на їх кривизну, може бути прирівняне до випадку нагрівання пластини лінійним джерелом теплоти. Це пояснюється тим, що циліндр являє собою поверхню, що розгортається

При великих розмірах циліндра (діаметр і довжина) процес розповсюдження теплоти аналогічний процесу в нескінченній пластині [3].

Проте при малих діаметрах відбувається накладення теплових потоків від різних ділянок виконуваного шва. Розглянемо спільний випадок нагрівання тонкостінного циліндра джерелом, яке починає свій рух з точки O під деяким кутом α до твірної циліндра достатньо великої довжини. Процес розповсюдження теплоти в циліндрі діаметром d в цьому випадку аналогічний випадку одночасного руху нескінченно великого числа джерел теплоти з точок O_1, O_2, \dots, O_n , які зміщені один відносно одного на крок πd . Температурне поле достатньо розглядати в межах одного інтервалу πd , оскільки воно повторюватиметься у всіх інших інтервалах.

Якщо кут α дорівнює 90° , то це відповідає випадку зварювання кільцевого шва. Інколи при зварюванні кільцевих швів тонких оболонок виконують другий, третій і подальші проходи без зупинки - або з метою заповнення кромки шва чи з метою виконання так званої автопресування (для отримання збільшеної поперечної усадки кільцевого шва). В цьому випадку джерела теплоти, що вийшли з O_2, \dots, O_4 і т. д., перекривають точку O , звідки почало рух «основне» джерело, яке відіграє роль джерела теплоти першого проходу [3].

Випадок $0 < \alpha < 90^\circ$ відповідає зварюванню спірального шва або наплавленню по гвинтовій лінії.

Види перетворень в металі зварних з'єднань у зоні термічного впливу в процесі нагрівання і охолодження при зварюванні, а також в шві при охолодженні мають розвиток цілий ряд фазових і структурних перетворень. Під фазовими перетвореннями (переходами I роду) розуміють перетворення з утворенням нових фаз, що відрізняються від початкових атомно-кристалічною будовою, часто складом, властивостями, і розмежованих з ними поверхнями розділу (міжфазними границями). При утворенні нової фази в її об'ємі змінюється вільна енергія, стрибкоподібно змінюються ентропія, тепловміст і у момент перетворення теплоємність прямує до нескінченності. У зв'язку з цим фазове перетворення супроводжується виділенням або поглинанням теплоти. При структурних перетвореннях (переходах II роду) відбувається перерозподіл

дефектів кристалічної ґратки, легуючих елементів та домішків і зміна субструктури існуючих фаз. Структурні перетворення супроводжуються плавною зміною вільної енергії, ентропії і тепловмісту, стрибкоподібною зміною - теплоємності, і не супроводжується виділенням теплоти.

Особливість фазових і структурних перетворень при зварюванні в порівнянні з термічною обробкою полягає в тому, що вони протікають в нерівноважних умовах зварювального термомодеформаційного циклу (ЗТДЦ), тобто в умовах швидкого нагрівання і охолодження і одночасного розвитку зварювальних напружень і деформацій. Характер перетворень залежить від складу сплаву, максимальних температур нагрівання, а їх завершеність - від швидкісних і деформаційних параметрів зварювального циклу[6].

Досліди провели при наплавленні валиків на вал. В процесі досліджень змінювали: силу струму, відповідно і напругу та кількість витків. Постійний параметр – крок наплавлення.

1. Розрахунок режимів наплавлення.

Діаметр $d= 32\text{мм}$, спіральне наплавлення, діаметр електродного дроту $d_e=1,2\text{мм}$

За стандартною методикою [25, 27], знаючи геометричні розміри деталі визначають режими наплавлення

Значення струму, напруги, кількості витків та крок наплавлення вказані в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. – Вихідні параметри для експерименту

№ п/п	$I_{зв}$, А	U, В	n (кількість витків)	t (крок наплавки)
1	140	24	2	2,8
2	60	19	4	2,8
3	140	24	6	2,8
4	60	19	8	2,8
5	127	22	2	2,8
6	127	22	4	2,8

Результати вимірювань твердості наведено у таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Результати вимірювання твердості.

Твердість HRC основного металу	Твердість HRC валків							
	1	2	3	4	5	6	7	8
21	41	37	-	-	-	-	-	-
19	38	37	37	34	-	-	-	-
22	42	41	41	40	40	38	-	-
21	38,8	38	37,5	37	36,7	36	35,7	35
20	40	37	-	-	-	-	-	-
21	41	40	40	38	-	-	-	-

Графічно на рис. 2.1 наведена залежність твердості від порядку накладання валіка

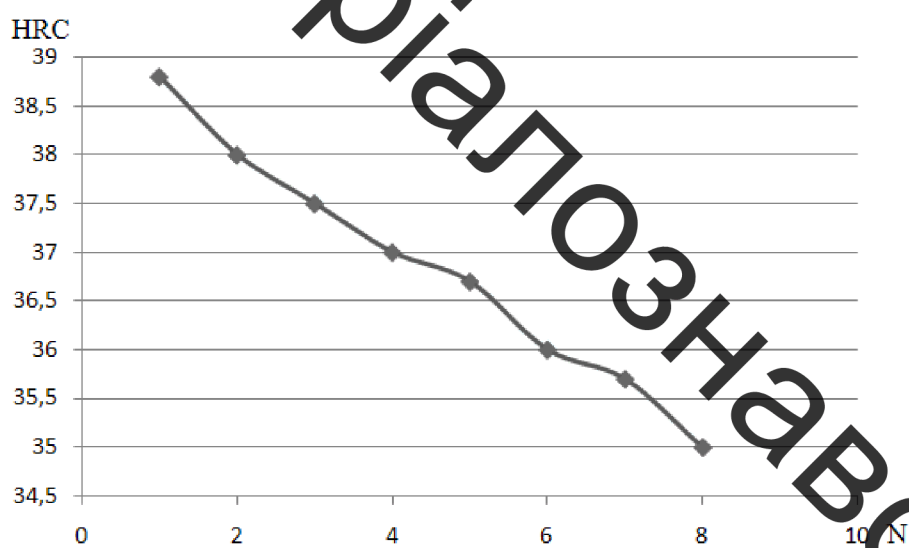


Рисунок 2.1 – Залежність твердості валків.

N – порядок наплавлення валків

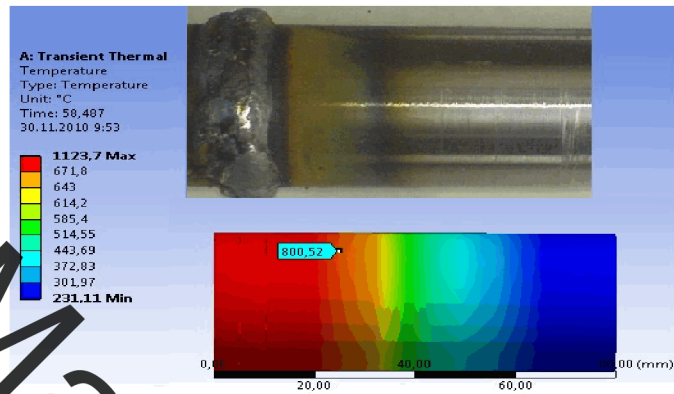
Після наплавлення шести зразків, які досліджуються, кожен з них був сфотографований, для кожного з них побудована модель розподілу температур за допомогою програми кінцевого елементного аналізу та проведено мікроструктурний аналіз основного та наплавленого металу.

Процес моделювання проводився в наступному порядку [3, 17]:

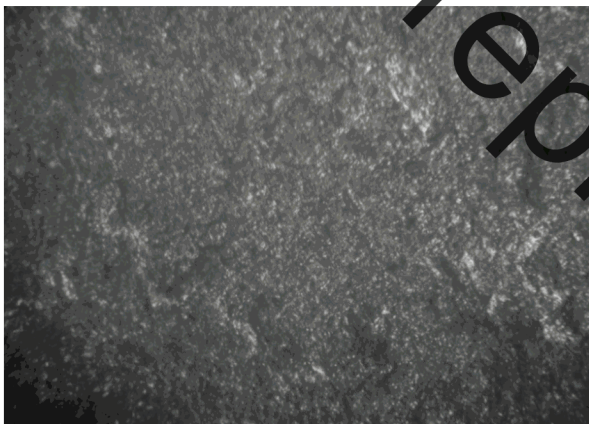
- створення 3D-моделей кожного із шести досліджуваних зразків із зазначенням місця наплавлення валиків;
- перенесення створених 3D-моделей в програму кінцевого елементного аналізу;
- генерація сітки на створених моделях;
- введення кількості кроків впливу температури із вказанням часу дії напружень на один валець;
- введення виду температурного впливу, який діє на тіло із вказанням поверхонь, що підлягають цьому впливу:
 - задання значення конвекції із вказанням коефіцієнту розповсюдження теплоти;
 - введення теплового потоку і задання кількості енергії, яка діє на одиницю площі;
- вказання періоду часу коли діє кожне з напружень;
- виведення на екран результатів досліджень, що нас цікавлять (в даному випадку – розподіл температури по тілу);
- визначення на зразках середні координати кінця межі синьоламкості;
- перенесення даних координати кінця межі синьоламкості на модель зразків із виведенням значення температури в даному місці;
- зберігання отриманих даних.

На рисунок 2.2 показано зразок 1 після наплавлення та модель в програмі кінцевого елементного аналізу (рис. 2.2 а), ділянка дрібнозернистої структури, що утворилась внаслідок повної перекристалізації (рис. 2.2 б), ділянка перегріву, де спостерігаються крупні зерна видманштеттового складу (рис. 2.2

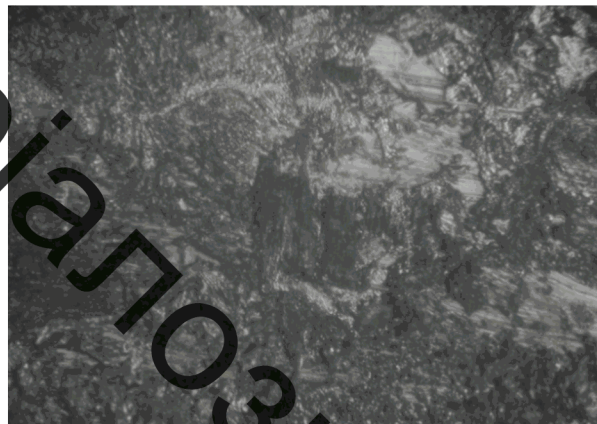
в), ділянка дрібнозернистої структури, що утворилась внаслідок повної перекристалізації (рис. 2.2 г), ділянка переходу між основним металом та наплавленим (рис. 2.2 д), основний метал та мікроструктура Ст. 3 (рис. 2.2 ж) [2].



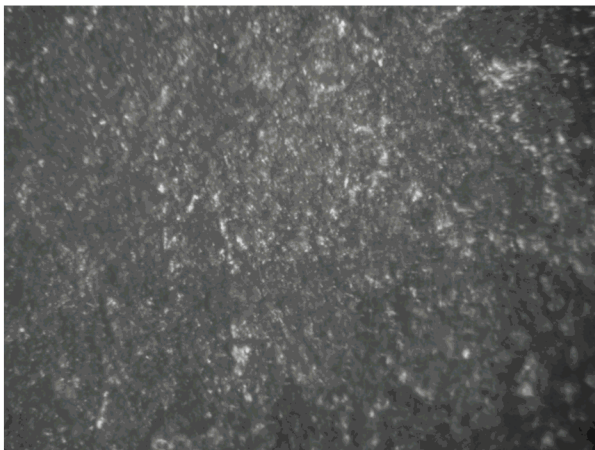
а)



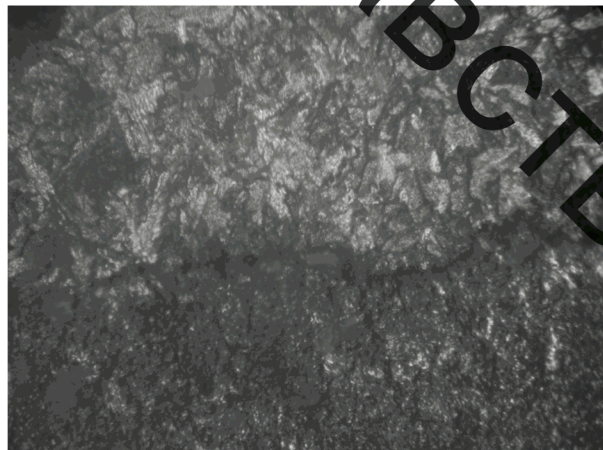
б)



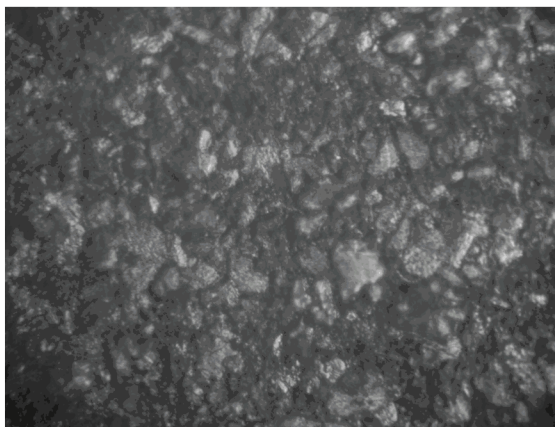
в)



г)



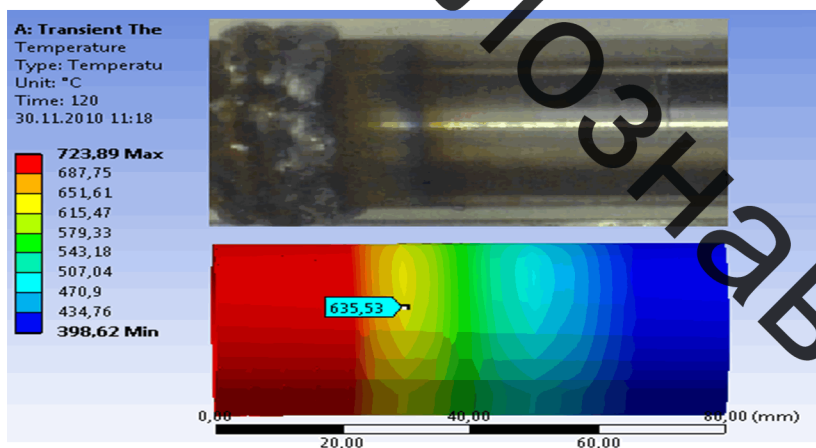
д)



ж)

Рисунок 2.2 – Зразок 1

На рисунку 2.3 показано зразок 2 після наплавлення та модель за допомогою програми кінцевого елементного аналізу (рис.2.3 а), основний метал та структура Ст 3 (рис. 2.3 б), перехідна зона між першим валиком і основним металом та структури, що утворилась внаслідок повної перекристалізації і ділянка перегріву (рис. 2.3 в), ділянка дрібнозернистої структури, що утворилась внаслідок повної перекристалізації (рис. 2.3 г).



а)

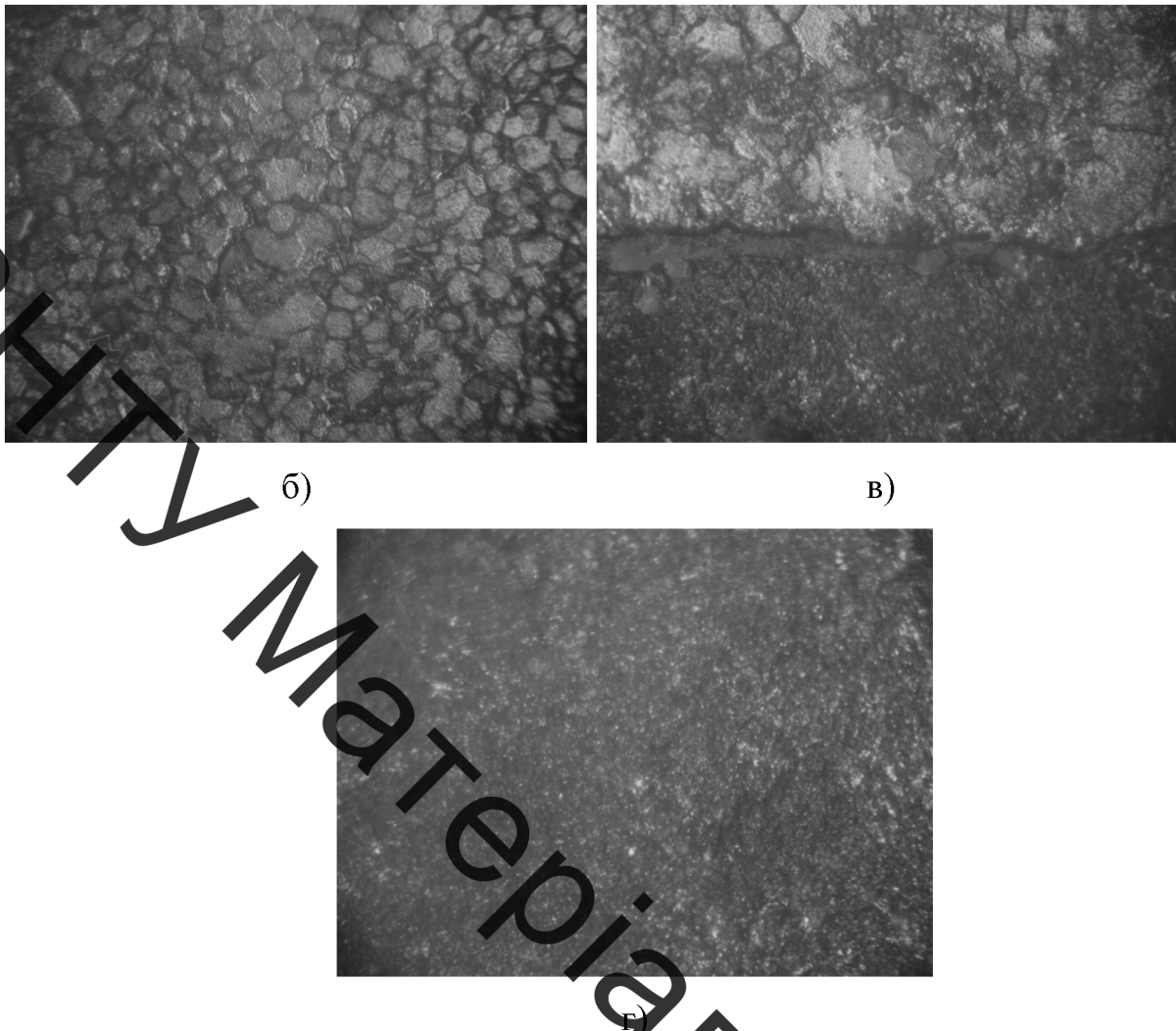
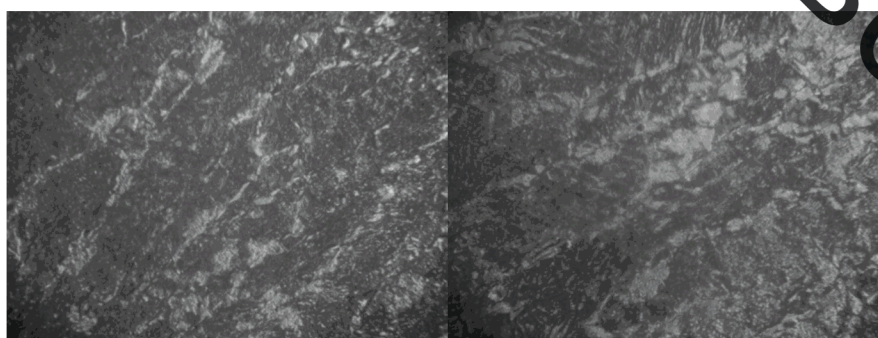
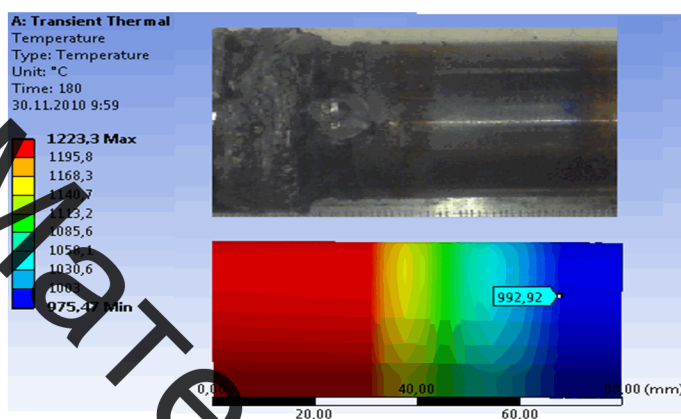


Рисунок 2.3 – Зразок 2

а) – зразок 2 після наплавлення та модель за допомогою програми кінцевого елементного аналізу; б) – основний метал та структура Ст 3; в) – перехідна зона між першим валиком і основним металом, що утворилась внаслідок повної перекристалізації і ділянки перегріву; г) – ділянка дрібнозернистої структури,

На рисунок 2.4 показано зразок 3 після наплавлення та змодельований за допомогою програми кінцевого елементного аналізу (рис. 2.4 а), перехідна зона та мікроструктура Ст 3 і ділянка перегріву (рис. 2.4 б), середина між 1 і 2 валиком та ділянка дрібнозернистої структури, що утворилась внаслідок повної перекристалізації (рис. 2.4 в), середина 3 валика та ділянка перегріву, де спостерігаються крупні зерна видманштеттового складу (рис. 2.4 г), середина 4 валика та ділянка перегріву, де спостерігаються крупні зерна видманштеттової структури (рис. 2.4 д), середина 6 валика, ділянка неповної перекристалізації, де

перлітна ділянка не встигла при нагріванні перетворитись в аустеніт і тому після охолодження має розрихляний вид без чіткої пластинчатої будови (рис. 2.4 е), основний метал під 5 - 6 валиком одразу після переходу та мікроструктура ферито-перлітна, в якій утворюються дендрити (рис. 2.4 є), середина 5 валика та стовпчаста структура, що вказує на напрямок кристалізації в рідкого стану (рис. 2.4 ж) [11].



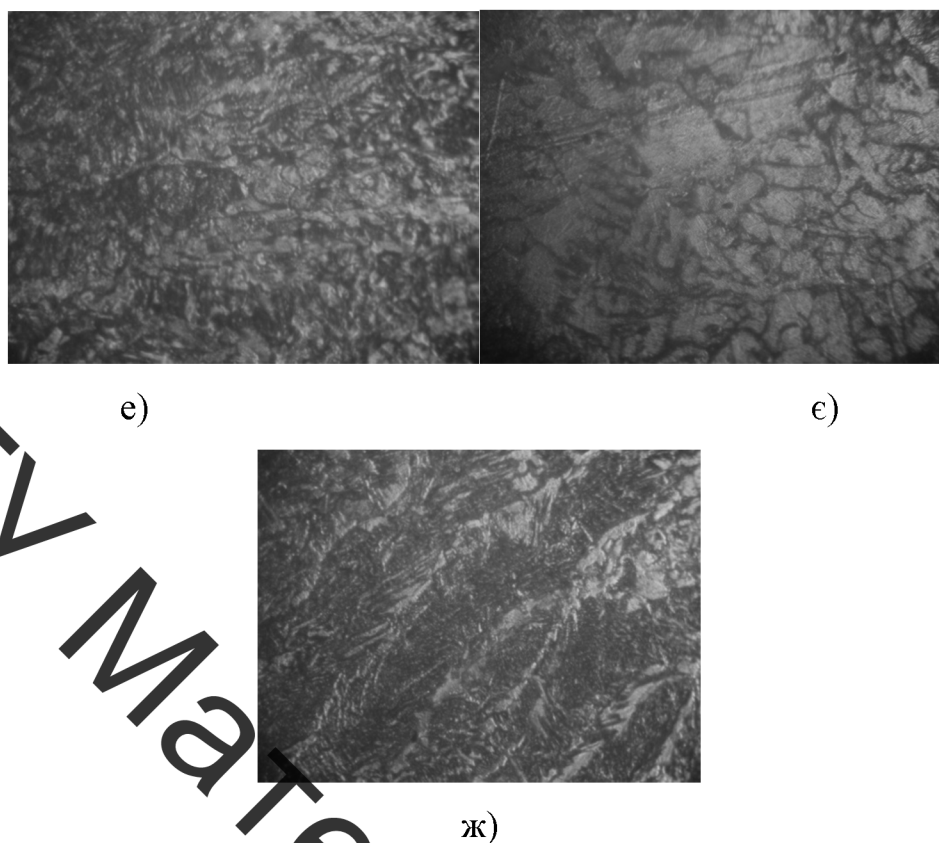
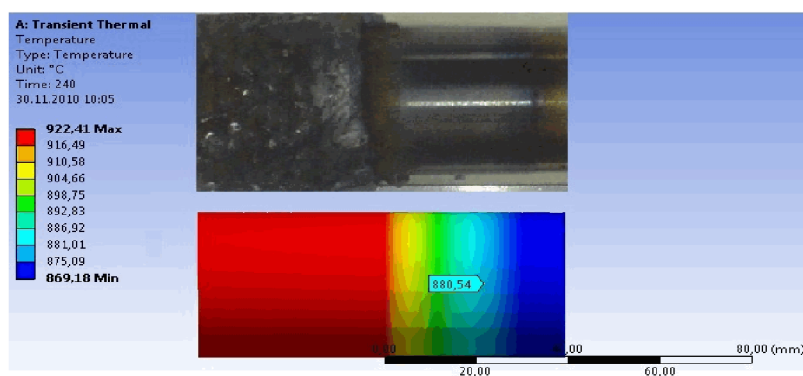
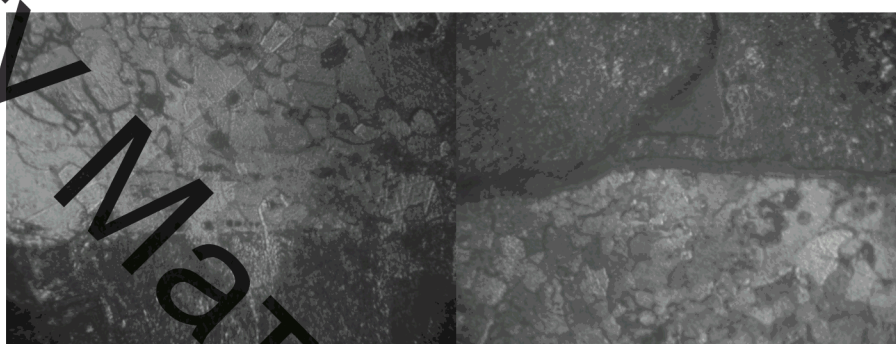


Рисунок 2.4 – Зразок 3

На рисунок 2.5 показано зразок 4 після наплавлення та модель, що створена за допомогою програми кінцевого елементного аналізу (рис. 2.5 а), перехідна зона між першим валиком і основним металом, дрібнозерниста структура, утворилась внаслідок повної перекристалізації, а перлітна ділянка не встигла при нагріванні перетворитись в аустеніт і тому після охолодження має розрихляний вид без чіткої пластинчастої будови (рис. 2.5 б), в перехідній зоні між першим і другим валиком є дефект – непровар, структура, подібна до попередньої і має розрихляний вид без чіткої пластинчастої будови (рис. 2.5 в), середина 4-го валика, дрібнозерниста, що утворилась внаслідок повної перекристалізації (рис. 2.5 г), Перехідна зона між 6 валиком і основним металом та ділянка перегріву, де спостерігаються великі зерна видманштетової структури (рис. 2.5 д).



a)



б)

в)

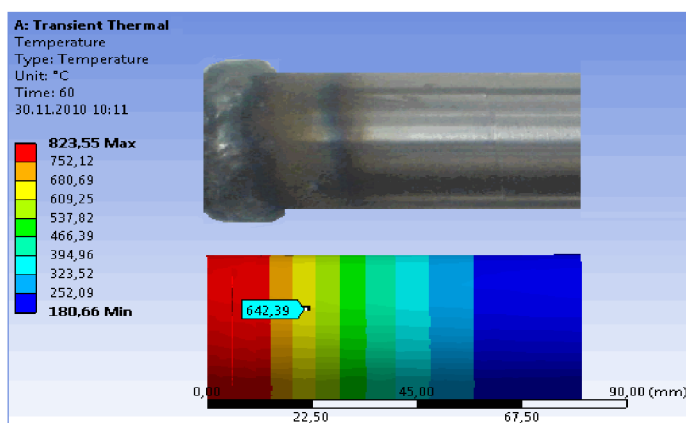


г)

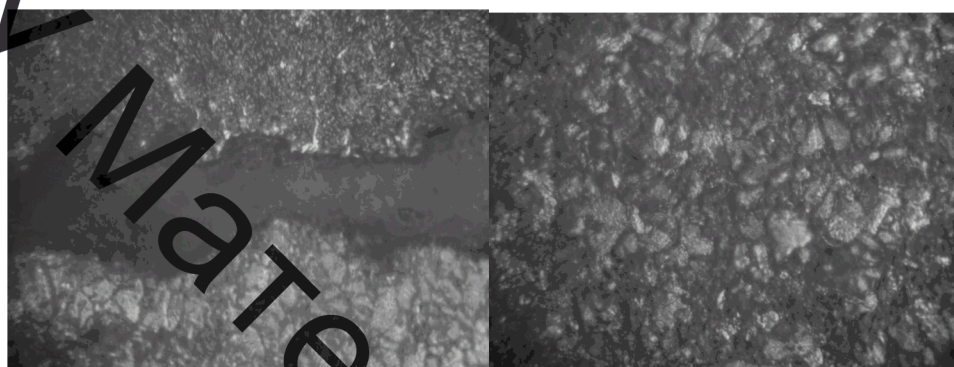
д)

Рисунок 2.5 – Зразок 4

На рисунок 2.6 показано зразок 5 після наплавлення та змодельований за допомогою програми кінцевого елементного аналізу (рис. 2.6, а), перехідна зона між першим валиком і основним металом, дефект – непровар, дрібнозерниста структура, що утворилась внаслідок повної перекристалізації і мікроструктура Ст3 (рис. 2.6, б), основний метал. мікроструктура Ст 3 (рисунок 2.6 в).



a)

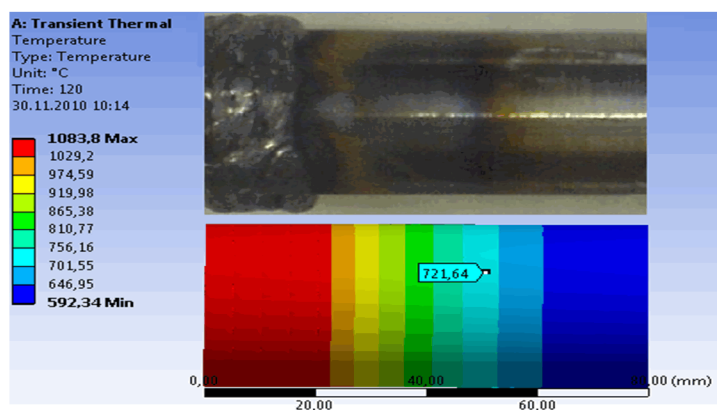


б)

в)

Рисунок 2.6 – Зразок 5

На рисунок 2.7 показано зразок 6 після наплавлення та змодельований за допомогою програми кінцевого елементного аналізу (рис. 2.7 а), перехідна зона між першим валиком і основним металом – обидві структури у вигляді дрібнозернистої структури, що утворилась внаслідок повної перекристалізації (рисунок 2.7 б), середина шва, ділянка неповної перекристалізації, де перлітна ділянка не встигла при нагріванні перетворитись в аустеніт і тому після охолодження має розрихляний вид без чіткого пластинчатої будови (рисунок 2.7 в).



a)



б)

в)

Рисунок 2.7 – Зразок 6

Дослідження впливу температурних режимів при наплавленні показало фазові перетворення в сталевих деталях під час наплавлення. В ході дослідження було виявлено, що кожен наступний наплавлений валик температурно впливає на попередній. Результати дюрOMETричного аналізу показали, що твердість першого валка є найбільшою і поступово зменшується від валка до валка. Тобто, в процесі наплавлення, коли наплавляли перший валик і перейшли до наплавлення другого, то перший починає охолоджуватися. В процесі наплавлення другого валка, температура, що виділяється, загартовує перший валик. Отже, твердість деталі зменшується в прямому порядку від місця початку наплавлення, до місця закінчення наплавлення. Це є серйозною проблемою, яка може бути вирішена шляхом використання пристосувань, що поступово змінюють потужність джерела тепла в процесі наплавлення без переривання самого процесу. Наплавлення великогабаритних деталей необхідно провадити з

попереднім та супутнім підігрівом, який попереджає утворення різнорідних структур [19].

При дослідженні дефектів були виявлені наступні залежності: чим більша сила струму тим дефектів менше, при високій силі струму та великій площі поверхні, що наплавляється, виділення тепла дуже високе – з'являються пропали в результаті великої зони термічного впливу, а також структурні перетворення, які суттєво змінюють властивості наплавленого шару

2.8 Вплив кількості графіту у флюсі на твердість наплавленого шару

Досліджувався вплив кількості графіту у флюсі на твердість наплавленого шару [33]. Для досліджу використовувалась наплавочна установка УД-209М, дріт марки Нп-30 ХГСА ГОСТ 10543-82 флюс АН 348 ГОСТ 9087-69 та графітовий порошок. Валки наплавлялись на зразках зі сталі 40Х. В ході досліджу, зразки по черзі затискали у патроні установки та рівномірно наносили різну кількість графітового порошку у співвідношенні до флюсу від 0 до 50% і наплавляли, після чого повільно, в однакових умовах для всіх зразків охолоджували [10, 11]. На рис. 2.8 – 2.10 показані зразки після наплавлення.



Рисунок 2.8 – Зразок №1, без додавання графіту



Рисунок 2.9 – Зразок №2, наплавлений з шаром графіту товщиною – 1мм

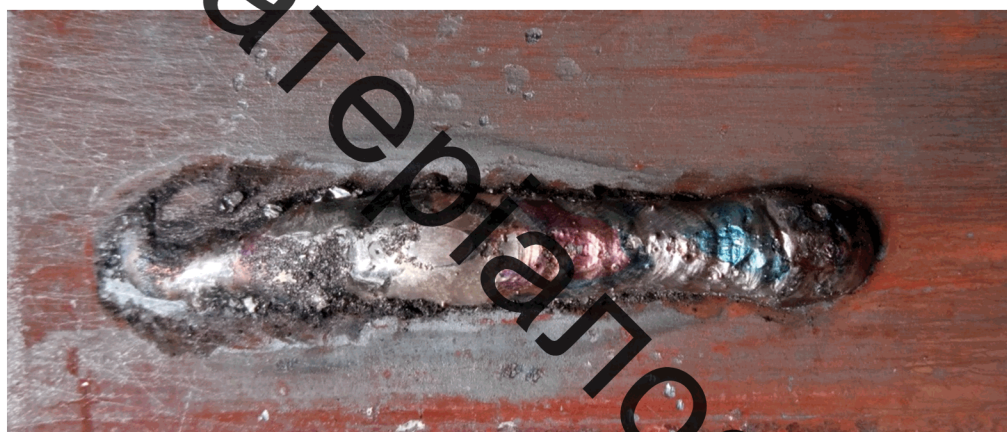


Рисунок 2.10 – Зразок №3, наплавлений з шаром графіту товщиною – 2мм

Експеримент показав, що із збільшенням кількості графіту процес наплавлення погіршується а твердість напавленого шару зростає. Але є певна межа, після якої графіт припиняє розчинятись в металі напавленого валка, при цьому твердість напавленого шару зменшується [2,19].

Напавленні зразки були підготовлені до заміру твердості та досліджені. На діаграмі рис 2.11 показано твердість напавлених зразків.

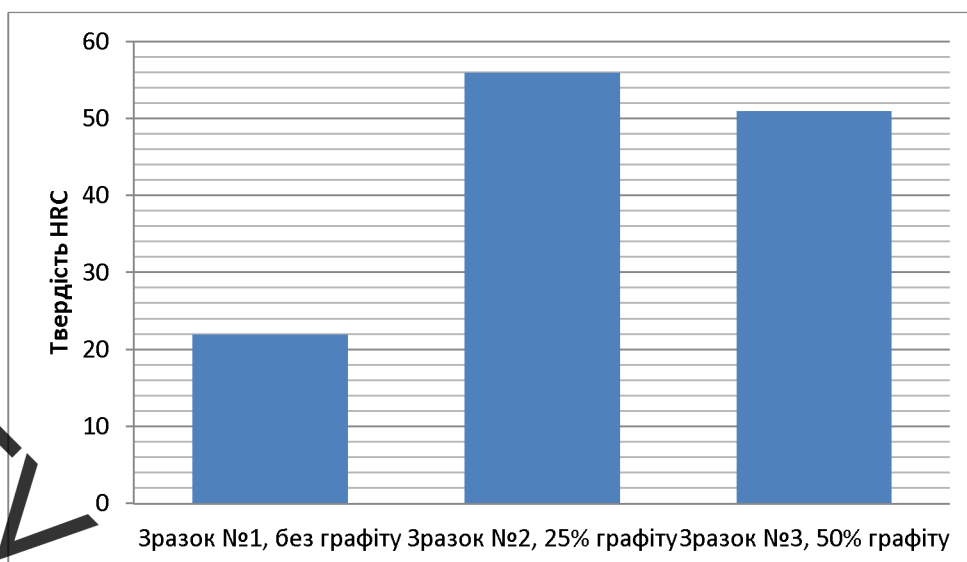


Рисунок 2.11 – Твердість зразків

Проаналізувавши наплавлені валки та помірявши їх твердість можна зробити висновок, що графіт істотно впливає на твердість наплавленого шару, так як при додаванні у флюс 25% графіту твердість зросла у два рази і становить 55...58 HRC_e. Але при надмірному додаванні твердість зменшилась і становить близько 50 HRC_e та далі знижується.



Рисунок 2.8 - Зразки після вимірювання твердості

На рисунку 2.9 показано вплив кількості графіту у флюсі на твердість наплавленого шару.

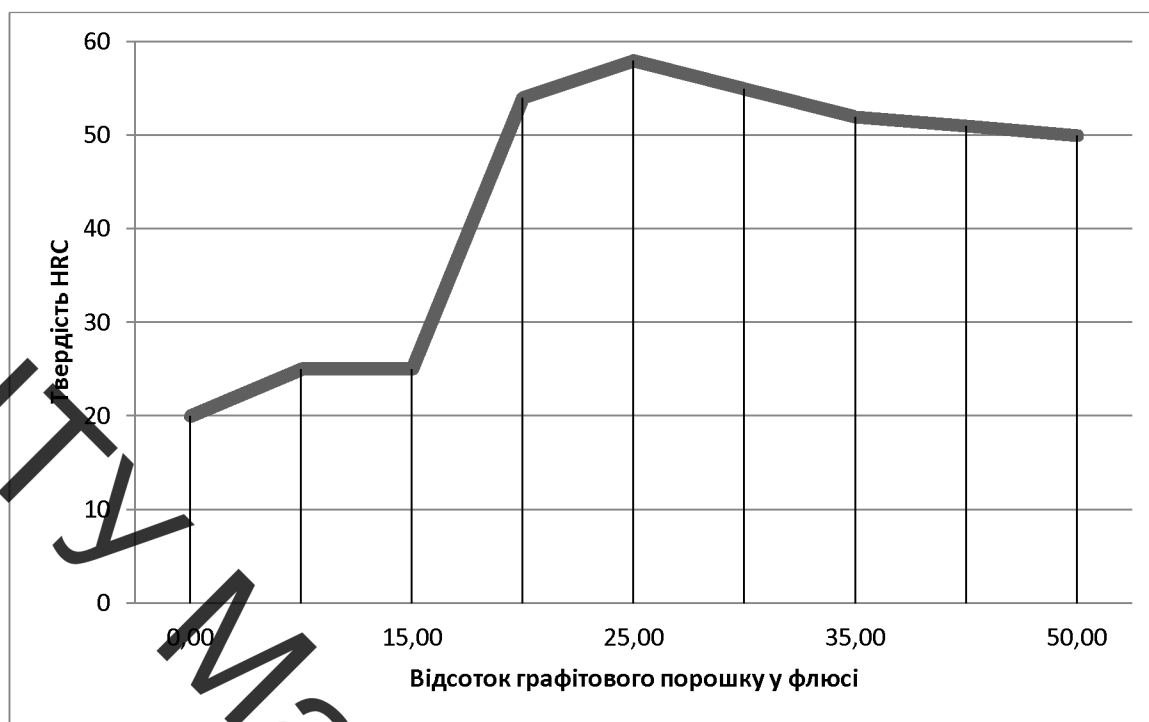


Рисунок 2.9 – Вплив кількості графіту на твердість наплавленого шару

Дослідження показали, що для відновлення прокатного валка із сталі 40X під час наплавлення доцільно додавати у флюс 25% графітового порошку, та наносити його товщиною шару 1мм, це забезпечить потрібну твердість наплавленого шару та прискорить процес відновлення, термічна обробка стає не потрібною.

2.4 Висновки до 2 розділу

1. Дослідження впливу температурних режимів при наплавленні показало, що відбуваються фазові перетворення в поверхневих шарах під час наплавлення. Було виявлено, що кожен наступний наплавлений валик температурно впливає на попередній, а твердість першого валка є найбільшою і поступово зменшується від валка до валка. Це є серйозною проблемою, яка може бути вирішена шляхом використання пристосувань, що поступово змінюють потужність джерела тепла в процесі наплавлення без переривання самого процесу.

2. При дослідженні дефектів були виявлені наступні залежності: чим більша сила струму тим дефектів менше, при високій силі струму та великій площі поверхні, що наплавляється, виділення тепла дуже високе – з'являються пропали при великій зоні термічного впливу, а також структурні перетворення, які суттєво змінюють властивості наплавленого шару.

3. Для відновлення прокатного валка із сталі 40X під час наплавлення доцільно додавати у флюс 25% графітового порошку, та наносити його товщиною шару 1мм, це забезпечить потрібну твердість наплавленого шару та прискорить процес відновлення і тоді термічна обробка стає непотрібною.

3 РОЗРОБКА ТА ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ ПРОКАТНИХ ВАЛКІВ ПРОКАТНОГО СТАНУ

3.1 Аналіз службового призначення вузла, деталі. Вимоги до деталі, що відновлюється та її поверхонь

Валки прокатні – робочий орган (інструмент) прокатного стану. Валками виконується основна операція прокатки – деформація (обтиснення) металу для надання йому необхідних розмірів і форми.

За своєю формою, конструкцією і технологічними ознаками деталь належить до класу «Вал».

Прокатний стан, має два прокатних валки, що приводяться в рух за допомогою електродвигуна та редукторів. Деталь, що прокатується, пропускають між двома валками із їх стисненням, тим самим деформуючи їх, та надаючи потрібної товщини та форми. Параметри деталі, що прокатується можна змінювати регулюючи силу стискання валків. Креслення валка містить всі необхідні відомості про деталь. Розглянемо всі поверхні прокатного валка та їхнє призначення. (рис. 3.1.)

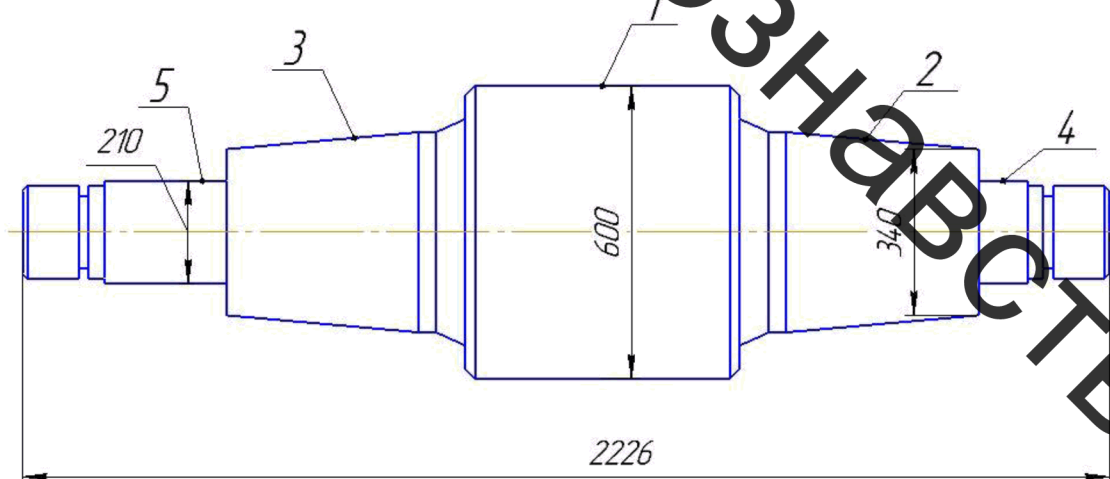


Рисунок 3.1 – Прокатний валок

Поверхня (1) – бочка, має циліндричну форму та служить як робоча поверхня, що прокатує вироби, до неї висуваються досить високі вимоги на точність і шорсткість. Поверхня має бути виконана за дванадцятим квалітетом точності з шорсткістю не більше як $R_a=12,5$ мкм. Та мати допуск співвісності не більше ніж 0,33 мм.

Конічні поверхні (2 та 3) – цапфи, є опорними поверхнями, що встановлюється у втулках ковзання до яких висуваються вимоги точності за дванадцятим квалітетом і шорсткістю $R_a =1,25$ мкм. Відхилення від форми торців цих поверхонь, не повинна перевищувати 0,33мм

Поверхні (4 та 5) – посадки під підшипники, повинні мати шорсткість $R_a =1,25$ мкм. а відхилення від форми не повинно перевищувати 0,07 мм.

Основні розміри прокатного валка (діаметр і довжина бочки) залежать від сортаменту оброблюємої продукції, діаметр прокатного валка для гарячої прокатки становить від 250—300 мм (прокатка дроту) до 1000—1400 мм (прокатка блюмів і слябів). Для холодної прокатки застосовують валки діаметром від 5—600 мм.

Валки прокатні діляться на листові й сортові. Данні валки є листовими, застосовуються для прокатки листів, смуг і стрічки; бочка в цих валків циліндрична.



Рисунок 3.2 – Загальний вигляд обладнання прокатного стану

Від постійного тертя та нагрівання, прокатні валки зношуються. Після чого не можуть правильно працювати, так як при прокатуванні заготовки, дефекти зношеного валка прокатуються на деталі, тим самим бракуючи готові деталі. При зносі поверхні валка до 1мм не потрібно наплавляти валки, можливо відновити поверхню лише перешліфуванням [19]. При більшому зношуванні, потрібне наплавлення деталі. На (рис.3.3) показано знос робочої поверхні валків перед наплавленням.

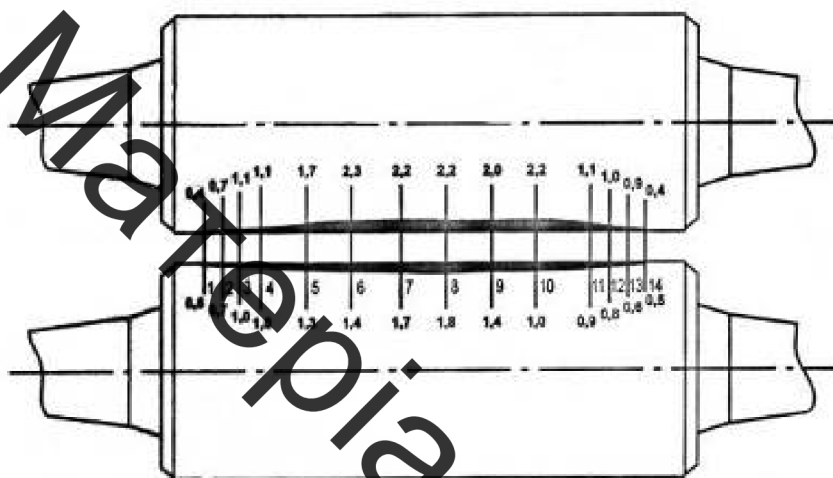


Рисунок 3.3 – Зношення (мм) робочої поверхні валка

3.2 Матеріал деталі і його властивості

Валки виготовлені з легованої сталі 40Х ГОСТ 4543-71. Сталь 40Х характеризується високим ступенем обробки різанням, задовільною пластичністю при обробці, добре обробляється на металорізальних верстатах без ускладнень, а після відповідної термообробки, має високу міцність та зносостійкість [2, 4].

Хімічні властивості сталі 40Х наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1– Хімічний склад сталі 40X

Вміст елементів в %						
Вуглець, С	Кремній, Si	Марганець, Mn	Хром, Cr	Нікель, Ni	Фосфор, P	Сірка, S
				Не більше		
0,36–0,48	0,17–0,37	0,3–0,8	0,8–1,1	0,25	0,04	0,04

Механічні властивості сталі 40X наведені в табл. 3.2

Таблиця 3.2 – Механічні властивості сталі 40X

Твердість за Брінеллем, НВ	Допустима міцність, МПа (кгс/мм ²)	Допустима текучість МПа (кгс/мм ²)	Відносне видовження, δ %	Відносне звуження, ψ %
207	700(70)	470(47)	17	5

3.3 Якісна характеристика технологічності

Аналіз робочого креслення показав, що найбільш точними поверхнями є циліндрична поверхня $\varnothing 600H14(\pm 0,1)$, що є робочою поверхнею для прокатки заготовок, а також поверхні $\varnothing 210h14(\pm 0,23)$, що є посадковими під підшипники та конусні поверхні $\varnothing 340h14(\pm 0,285)$, які забезпечують точне позиціонування валка у прокатному стані. Тому, за базу взято вісь обертання валка [].

Базування деталі виконується в центрах. Вказані на кресленні деталі квалітети точності механічної обробки відповідають параметрам шорсткості. Вони можуть бути забезпеченими на верстатах з числовим програмним керуванням.

Також розміри деталі, які вказані на кресленні можуть бути проконтрольовані безпосередньо, перешкод для контролю не існує.

3.4 Кількісна характеристика технологічності

Кількісний аналіз технологічності конструкції деталі в роботі необхідно провести за показниками: коефіцієнт уніфікації, коефіцієнт точності, коефіцієнт шорсткості [8].

Коефіцієнт уніфікації:

$$K_{ye} = \frac{Q_{ye}}{Q_e} = \frac{39}{52} = 0,75;$$

(3.1)

де Q_{ye} – кількість уніфікованих елементів;

Q_e – загальна кількість елементів.

Всі розміри деталі наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Розміри деталі «Прокатний валок»

Лінійні розміри	Діаметральні розміри	Кутові розміри	Шорсткість	Різь метрична
115*	Ø210(+0,23) *	84°56'	Ra 1.25	
167	Ø340(+0,285) *	65°46'	Ra 12.5	
417	Ø410(+0,315) *			
35*	Ø600(+0,1) *			
267	Ø190(+0,23) *			
562(+0.35)				
2226(+0,875)				
395(+0,285) *				
$\Sigma_{\text{заг.}} = 8$	$\Sigma_{\text{заг.}} = 13$	$\Sigma_{\text{заг.}} = 4$	$\Sigma_{\text{заг.}} = 27$	$\Sigma_{\text{заг.}} = 0$
$\Sigma_{\text{уніф.}} = 3$	$\Sigma_{\text{уніф.}} = 5$	$\Sigma_{\text{уніф.}} = 4$	$\Sigma_{\text{уніф.}} = 27$	$\Sigma_{\text{уніф.}} = 0$

Примітка: позначення «*» мають уніфіковані розміри.

Визначення коефіцієнта точності обробки:

$$K = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{1}{11.96} = 0,89_{\text{т.ч.}}$$

(3.2)

$$T_{\text{вб}} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{323}{27} = 11,96;$$

(3.3)

де T_i – квалітет точності оброблюваних поверхонь даної деталі;

n_i – кількість поверхонь деталі з точністю відповідно за 0..17 квалітетами.

Таблиця 3.4 – Визначення коефіцієнта точності обробки

Квалітет (розміри)	Кількість поверхонь	Розрахунок
14(Ø210(+0,23), Ø340(+0,285), Ø410(+0,315), Ø190(+0,23))	26	14*26=312
14Ø600(+0,1).	1	14*1=14
	27	323

Коефіцієнт шорсткості поверхні:

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{\text{Ш}_{\text{ср}}} = \frac{1}{11,29} = 0,08;$$

(3.4)

де $\text{Ш}_{\text{ср}}$ – середня шорсткість поверхні, мкм;

$$\text{Ш}_{\text{ср}} = \frac{\sum \text{ш}_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{305}{27} = 11,29;$$

(3.5)

де ш_i – шорсткість оброблюваних поверхонь даної деталі, мкм;

n_i – кількість поверхонь, що мають шорсткість, яка відповідає числовому значенню параметра R_a , мкм.

Таблиця 3.5 – Коефіцієнт шорсткості поверхні

Шорсткість (розміри)	Кількість поверхонь	Розрахунок
$R_a 1.25$ (Ø190(+0,23), Ø340(+0,285))	8	1.25·8=10
$R_a 12.5$ ((Ø210(+0,23), Ø410(+0,315), Ø600(+0,1))	19	12,5·19=237,5
Сума	27	247,5

$K_y=0,75<0,9$; $K_T=0,89<0,9$; $K_{ш}=0,08<0,32$. Отже, деталь за кількісними показниками не є технологічною.

3.5 Аналіз ремонтного креслення

На валках, що відновлюються, шляхом візуального огляду визначається наявність видимих дефектів: викришування, тріщин, вм'ятин, сітки розпалу.

При наявності тріщин на шийці валка, подальша експлуатація цього валка не допускається.

Допустима глибина проточування дефектів – не більше 15% від діаметра валка.

Поверхня валків перед наплавленням повинна бути чиста: без слідів іржі, окалини, мастил та інших забруднень.

До наплавлення допускають зношені валки, які мають припуск під наплавлення після видалення механічним способом наклепу або зношеного шару 3-4мм на сторону.

Нові валки допускаються до наплавлення з припуском під наплавлення 1-2мм на сторону.

Дефекти, що розглядаємо відносяться до першої групи пошкоджень механічний знос (знос металевих пар, абразивний знос) і є поправними. Дефект (1), що вказаний на (рис. 3.4) виникає внаслідок тертя об метал, що обробляється. Дефект (2), що вказаний на (рис. 3.4) виникає наслідок тертя у втулках ковзання. Дефект (3), що вказаний на (рис. 3.4) виникає внаслідок роботи підшипників кочення. Їх можливо і доцільно ремонтувати [3].

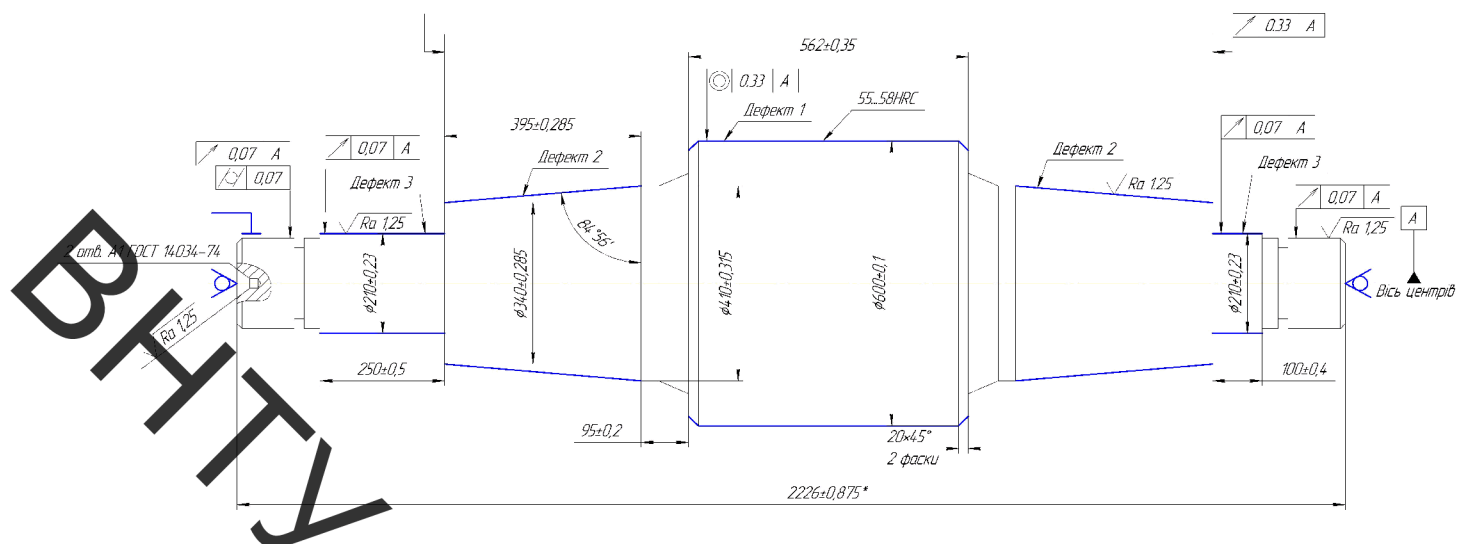


Рисунок 3.4 – Ремонтне креслення прокатного валка

Допустима похибка співвісності поверхні $\varnothing 600$ мм. відносно осі А не повинна перевищувати 0,33мм, це необхідно для забезпечення точності форми деталей, що прокатуються.

Допустиме радіальне биття поверхні $\varnothing 210$ мм відносно осі А не повинно перевищувати 0,07мм.

Допустиме торцеве биття конічних поверхонь $\varnothing 340$ не більше ніж 0.33мм відносно осі А. Це забезпечує правильність установки і роботи цапф у втулках тертя.

Для зручності вимоги і методи їх виконання зведені в таблицю 3.7.

Таблиця 3.7 – Технологічні вимоги та методи їх перевірки

Зміст технологічних вимог	Коли і якими методами можна виконувати ці вимоги	Як і якими засобами можна перевірити виконання технологічних вимог
1	2	3
1. Похибка співвісн. поверхні $\varnothing 600$ відносно осі А не більше 0,33мм.	Чорнове, чистове точіння.	В центрах за допомогою магнітного стояка і індикатора часового типу, розтискної оправки цангового типу.
2. Радіальне биття поверхні $\varnothing 210$ мм. Відносно осі А не більше 0,07мм	Чорнове, чистове точіння з наступною обробкою на круглошліфувальному верстаті.	В центрах за допомогою магнітного стояка і індикатора часового типу, розтискної оправки цангового типу.
3. Торцеве биття конічних поверхонь $\varnothing 340$ відносно осі А не більше 0,33мм.	Чорнове, чистове точіння.	В центрах за допомогою магнітного стояка і індикатора часового типу, розтискної оправки цангового типу.

3.6 Вибір та обґрунтування способу наплавлення та матеріалу

Завдяки високій трудомісткості, надійності та добрій якості автоматичного наплавлення під флюсом широко використовується при виготовленні і ремонті відповідальних великогабаритних і середніх за величиною деталей таких, як прокатний валок прокатного стану

Для наплавлення зносостійких поверхонь зношених валків використовуємо наплавочний дріт Нп-30ХГСА ГОСТ 10543-82, який призначений для автоматичного наплавлення під шаром флюсу деталей. Хімічний склад дроту зазначений у таблиці 3.8, склад наплавленого металу у таблиці 3.9, рекомендується для наплавлення сталевих валків гарячої прокатки,

Флюс для даного методу наплавлення АН 348 ГОСТ 9087-69 для механічного наплавлення виробів широкої номенклатури. Хімічний склад зазначений у таблиці 3.10 Флюс має склоподібну будову зерна, розмір зерна від 0.5 до 2.5мм.

Таблиця 3.8 – Хімічний склад наплавочного дроту ГОСТ 10543-82

Марка дротова	Хімічний склад					Рекомендований флюс	Твердість після наплавлення HRC
	C	Mn	Si	Cr	Ni		
Ип-30 ХГСА	0,3	0,8	0,92	0,81	0,4	АН-348	30...34

Таблиця 3.9 – Хімічний склад наплавленого металу

C, не більше	Mn	Mg	Cr	P	S
				не більше	
0,55	2,6 – 3,2	1,5 – 2,3	4,3 – 4,9	0,030	0,030

Таблиця 3.10 – Хімічний склад флюсу АН 348 ГОСТ 9087-69

SiO ₂	MnO	MgO	CaF ₂	S	Fe	P	Al ₂ O ₃	CaO
							не більше	
41,0-4,0	34,0-8,0	5,0-7,5	4,0-5,5	0,19	2,0	0,12	4,5	6,5

Згідно результатів дефектування і технології відновлення дефектів складаємо план операцій відновлення валка:

005 – Мийна: Відмити та очистити деталь від мастил, іржі та бруду. Для цієї операції використовуємо мийну машину М-1110;

010 – Відпуск: Нагріти деталь до температури 500°С із витримкою 2 години, та повільно остудити.

015 – Токарна: 1) проточити поверхню (1) в розмір $\text{Ø}598^{+0,25}$ мм;
2) проточити поверхні (2 та 3) в розмір $\text{Ø}338^{+0,25}$ мм;
3) проточити поверхні (4 та 5) в розмір $\text{Ø}208^{+0,25}$ мм;

020 – Наплавлювальна: 1) наплавити поверхню (1) в розмір $\text{Ø}603$ мм;
2) наплавити поверхні (2 та 3) в розмір $\text{Ø}342$ мм;

3) наплавити поверхні (4 та 5) в розмір $\varnothing 212$ мм;

Нагріта деталь до температури $\sim 500^{\circ}\text{C}$ в процесі наплавлення повільно охолоджується у тарі з піском із витримкою 12 – 20 годин.

025 – токарна: 1) Точіння чорнове поверхні (1) до розміру $\varnothing 600,534$ мм.

2) Точіння чистове поверхні (1) до розміру $\varnothing 600^{+0,1}_{-0,1}$ мм.

3) Точити фаски $20^{\circ} \times 45^{\circ}$;

4) Точіння чорнове поверхонь (2) до розміру $\varnothing 340,35$ мм.

5) Точіння чистове поверхонь (3) до розміру $\varnothing 340 \pm 0,3$ мм.

6) Точіння чорнове поверхонь (4) до розміру $\varnothing 210,7$ мм.

7) Точіння чистове поверхонь (5) до розміру $\varnothing 210,3$ мм.

030 – Термообробка. 1) Нагріти поверхні 1,2,3,4,5 до температури 830°C .

2) Остигання на повітрі.

045 – Шліфування: 1) Шліфувати поверхні 4 та 5 до розміру $\varnothing 210 \pm 0,05$ мм.

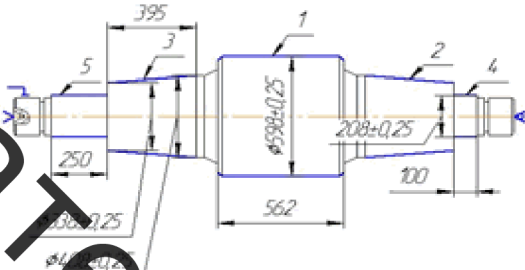
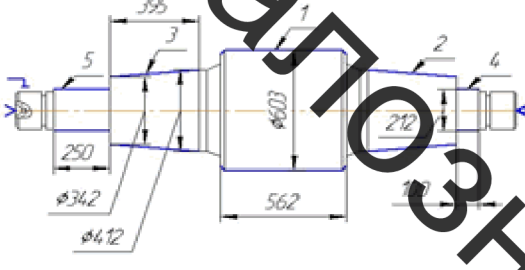
050 – Контрольна: 1) Перевірити діаметральні розміри

2) Перевірити допуски форми деталі

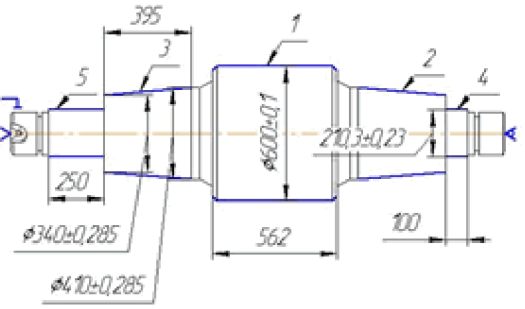
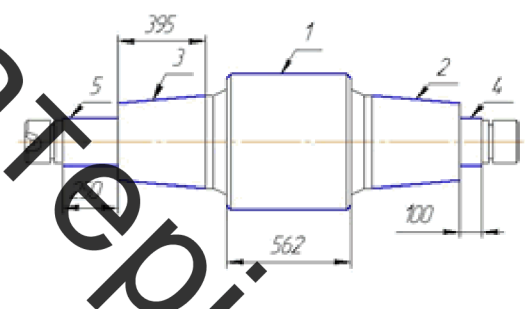
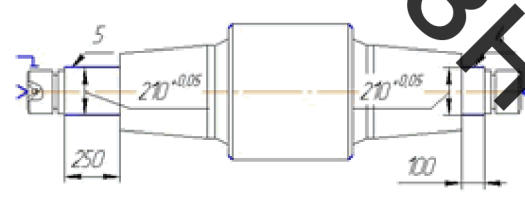
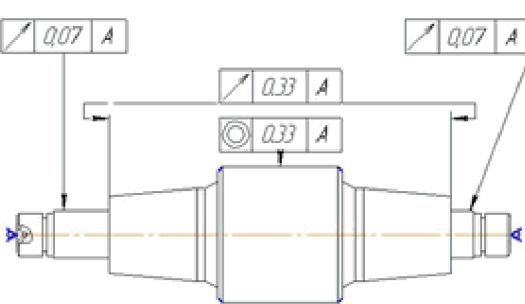
3) Перевірити шорсткість поверхонь.

В таблиці 3.10 показано технологічний процес відновлення прокатного валка.

Таблиця 3.10 – Технологічний процес відновлення валка

№	Назва операції та зміст переходу	Ескіз обробки та схема установки	Обладнання
005	<p><i>Миття</i></p> <p>Мити валок в розчині МС-6</p>		Високотемпературна установка М-1112
010	<p><i>Відпуск</i></p> <p>Нагріти деталь до температури 500° із витримкою 2 години, та повільно охолодити разом із печю</p>		Відпускна піч СКЗ-08.30.01/7
015	<p><i>Токарна</i></p> <p>1. Встановити деталь. 2. Точити поверхню 1 до розміру за ескізом. 3. Точити поверхні 2 та 3, до розміру за ескізом. 4. Точити поверхні 4 та 5 до розміру за ескізом. 5. Зняти деталь.</p>		1. Токарний верстат моделі 16К-4 ОП.
020	<p><i>Наплавлявальна</i></p> <p>1. Встановити деталь. 2. Наплавити поверхню 1. 3. Наплавити поверхні 2 та 3. 4. Наплавити поверхні 4 та 5. 5. Зняти деталь.</p>		1. Установка для наплавлення РМ-10. 2. Наплавлявальна головка А-14.06.

Продовження таблиці 3.10 – Технологічний процес відновлення валка

№	Назва операції та зміст переходу	Ескіз обробки та схема установки	Обладнання
030	<p>Токарна</p> <p>1. Встановити деталь. 2. Точити поверхню 1 (до розмірів за ескізом). 3. Точити поверхні 2 та 3 (до розмірів за ескізом). 4. Точити поверхню 4 (до розмірів за ескізом). 5. Зняти деталь.</p>		<p>1. Токарний верстат моделі 16К-40П.</p>
035	<p>Термообробка</p> <p>Нагріти поверхні 1, 2, 3, 4 та 5 за допомогою індуктора до температури 830°C та занурити в масло.</p>		<p>ТВЧ індуктор марки ВЧ-160АВ</p>
040	<p>Низькотемпературний відпуск</p> <p>Нагріти деталь до температури 150...200°C із витримкою 2 години. Та охолодити на повітрі.</p>		<p>Відпускна піч СКЗ-08.30.01/7</p>
045	<p>Шліфувальна</p> <p>1. Встановити деталь. 2. Шліфувати поверхню 4, до розмірів за ескізом. 3. Шліфувати поверхню 5, до розмірів за ескізом. 4. Зняти деталь.</p>		
050	<p>Контрольна</p> <p>1. Встановити деталь. 2. Передіти допуски форми деталі шорсткості та розміри. 3. Зняти деталь.</p>		<p>1. Контрольний стіл з центром. 2. Магнітний стерж з індуктором. 3. Штангенциркуль. 4. Мікрометр. 5. Зразки шорсткості поверхні ГОСТ-2789-73.</p>

3.8 Розрахунок припусків на механічну обробку

Розрахунок припусків [8, 9, 12] на механічну обробку для поверхні $\varnothing 600H14(\pm 0,1)$.

На прокатному валку (сталь 40X) наплавляємо зношені поверхні – наплавлення під шаром флюсу, плавким електродом. Маса заготовки 2300 кг. Відповідно заданим умовам установлюємо маршрут обробки поверхні.

Уся зазначена обробка виконується з установкою заготовки в центрах по центровочних отворах.

Проведення розрахунку припусків [12] за методикою розрахунку мінімальних та максимальних припусків на механічну обробку

Таблиця 3.11 – Припуски та граничні розміри. Розрахунковий мінімальний припуск на обробку:

Маршрут обробки поверхні діаметром $\varnothing 600H14(\pm 0,1)$	Елементи припуску, мкм				Розрахункові величини		Допуск на виконув ані	Прийняті (округлені) розміри заготовки по переходах, мм		Граничний припуск, мкм	
	Rz	h	$\Delta\Sigma$	ε	припу ску $2Z_i$, мкм	мініма льног діаме тра, мм		найбі льші	найм енші	$2Z_{max}$	$2Z_{min}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Наплавлення під шаром флюсу	600	1113	0	-	603,96	1500	605,45	603,96	-	-	-
Точіння:											
чорнове	150	100	66,8	0	3426	600,534	300	600,834	600,534	4,026	3,426
чистове	30	40	26,7	0	634	599,9	200	600,1	599,9	0,734	0,534

3.9 Розрахунок режимів механічної обробки до нанесення покриття

Операція 015 – для поверхонь $\varnothing 598^{+0,25}$ мм; $\varnothing 338^{+0,25}$ мм; та $\varnothing 208^{+0,25}$ мм;

Розрахунок проводиться за методикою описаною у джерелі [12,]:

Таблиця 3.12 – Режими різання

Глибина різання	1,5мм
Швидкість різання	81м/хв
Частота обертання шпинделя	43об/хв
Фактична швидкість різання	75.2м/хв

3.10 Розрахунок режимів наплавлення

Основні параметри автоматичного наплавлення під флюсом чинять істотний вплив на розміри і форму швів, глибину проплавлення, якість наплавленого металу. Такими параметрами є:

- 1) Залежність величини струму I (А) від діаметра деталі D (мм).
- 2) Крок наплавлення S (мм/оборот).
- 3) Товщину покриття η (мм).
- 4) Швидкість наплавлення V_n (м/год).
- 5) Частоту обертання деталі n (об/хв).
- 6) Виліт електроду H (мм).
- 7) Зсув електроду a (мм).
- 8) Швидкість подачі дроту $V_{пр}$ (м/ч).

Розрахунок режимів наплавлення проводимо за методикою вказаною в джерелі [23,24]:

Таблиця 3.13 – Режими наплавлення для поверхні (1)

Параметри	I_n , А	Уд, В	V_n , м/год	$V_{пр}$, м/год	n , об/хв
Значення	337	28,7	8,95	52	8,9

Таблиця 3.14 – Режими наплавлення для поверхонь (4 та 5)

Параметри	I_n , А	Уд, В	V_n , м/год	$V_{пр}$, м/год	n , об/хв
Значення	240	26,8	16,56	18,7	14,6

3.11 Експертне визначення режимів наплавлення

Для експертного визначення режимів наплавлення використовується експертна програма «Навлавка», яка запропонована експертами інституту електрозварювання ім. Ю.Є. Патона.

Для реалізації цієї програми на першому етапі задаємо форму наплавляємої деталі нарис. 3.5 показано скріншот програми з групою деталей, що наплавляються.

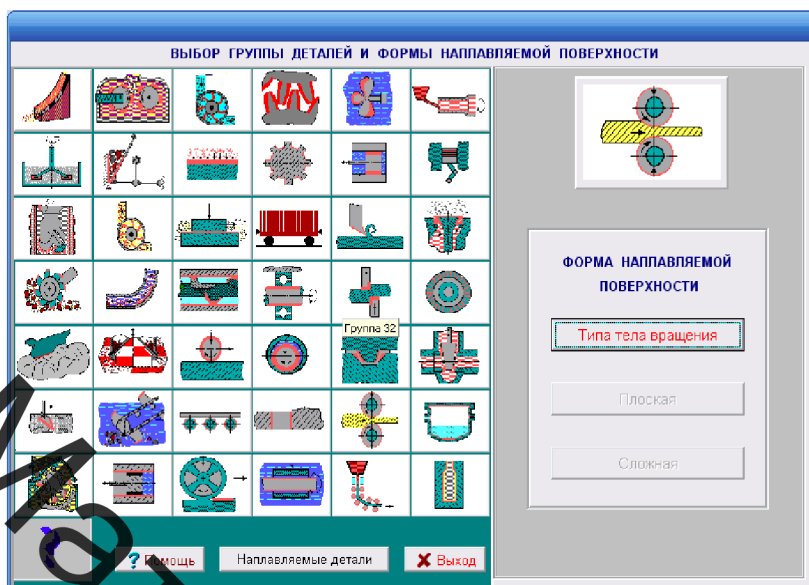


Рисунок 3.5 – Вибір групи деталей і форми наплавляємої поверхні

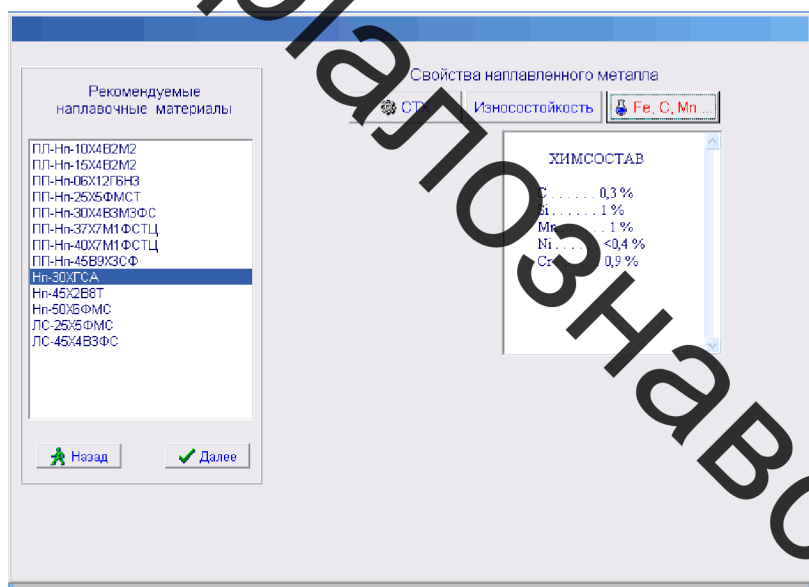


Рисунок 3.6 – Рекомендований матеріал програмою «Наплавка»

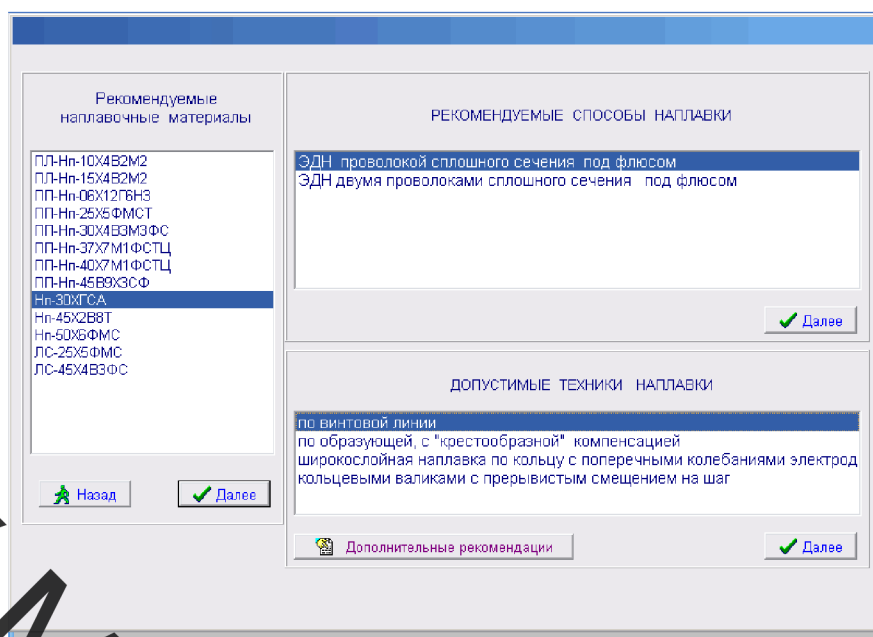


Рисунок 3.7 – Рекомендовані способи наплавлення

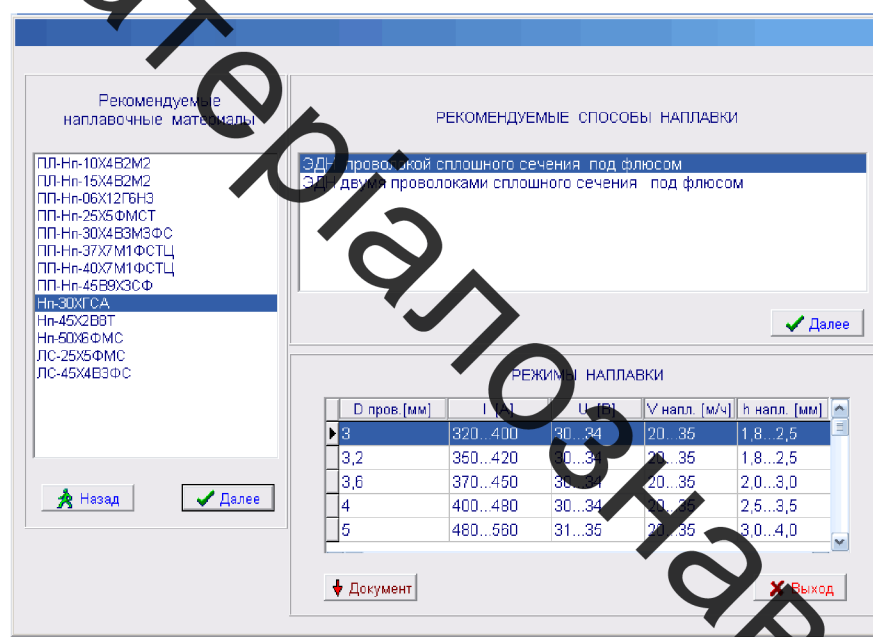


Рисунок 3.8 – Рекомендовані режими аплавлення програмою «Наплавка»

Проведені розрахунки за допомогою експертної програми «Наплавка» підтвердили вибір наплавлювального дроту та розрахунки режимів наплавки, що забезпечуть високу продуктивність відновлення і зменшать трудомісткість та витрати часу на відновлення прокатного валка прокатного стану.

3.12 Вибір та обґрунтування обладнання та джерела живлення

Для відновлення обрано установку РМ-10. Для технологічного устаткування типу РМ-10 найбільш доцільно застосовувати зварювальний автомат типу А 1406.

Автомат А 1406 – підвісний самохідний призначений для однодугового зварювання й наплавлення суцільним дротом під шаром флюсу й у середовищі захисних газів на постійному струмі з незалежними від параметрів дуги швидкостями зварювання й подачі електродного дроту. Автомат А-1400 (Рис.3.9) складається з наступних вузлів: механізму підйому поз.4, що здійснює підйом й опускання самого автомата, супорта поз.6, рукояткою якого виконується зсув подаючого й правильно-притискного механізмів із zenіту вперед та назад, механізму подачі поз.7, правильно-притискний механізм поз.8, мундштук поз.9, флюсоапарату поз.2, що здійснює завдяки ежекції, створюємої стисненим повітрям, відсос флюсу зі стаціонарного флюсобункеру у флюсобункер автомата. Із флюсобункера автомата флюс по шлангу подається в зону горіння дуги та касети для дроту, де в місці кріплення до автомата розташований гальмівний пристрій поз. 3 для гальмування дроту.

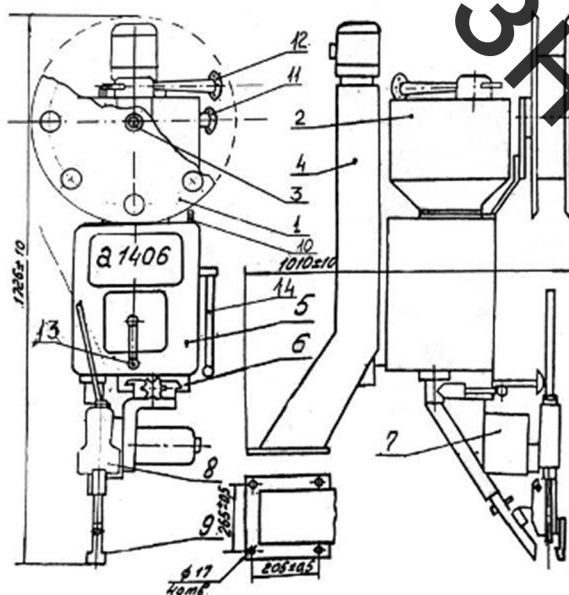


Рисунок 3.9 Наплавлювальний автомат А-1406

Для процесу наплавлення зношених прокатних валків до автомату А 1406 рекомендований випрямляч типу КИУ 1201. Технічна характеристика джерела живлення наведена в таблиці 3.15.

Таблиця 3.15 Характеристика наплавлюваного устаткування

№ п/п	Параметри	А 1406
1	Номінальна напруга в мережі, В	380
2	Частота току в мережі, Гц	50
3	Номінальний зварювальний струм, А	при ПВ=100% 1000
4	Діапазон регулювання зварювального струму, А	250 ч 1250
5	Кількість електродів, шт	1
Діаметр електродного дроту, мм:		
6	суцільний	1,2 ч 2,0 2,0 ч 5,0
	порошковий	2,0 ч 3,0
7	Межі плавного регулювання подачі електродного дроту, м/год	17 ч 553
Вертикальне переміщення зварювальної головки:		
8	хід, мм	500
	швидкість, м/год	29,4
Поперечний перетин зварювальної головки:		
9	хід, мм	±70
	швидкість, м/год	від руки
10	Регулювання кута нахилу електроду (мундштука), град	±30 ручне
11	Амплітуда коливання дуги при наплавленні порошковим дротом до 3мм., мм	10 ч 70
Флюсоапаратура:		
12	об'єм, дм ³	40
	витрати повітря, м ³ /ч	20
	висота всмоктування флюсу, м	2
Маса, кг:		
13	зварювальної головки	185
	джерела живлення	550

Таблиця 3.16 Технічна характеристика КИУ 1201

Параметри	КИУ 1201
Номинальна напруга живильної мережі при частоті 50 Гц, В	380
Номинальний зварювальний струм, А	1250
при ПВ 100%	-
при ПВ 60%	-
при ПВ 20 в 5 минутном цикле	
Межі регулювання зварювального струму, А	200-1250
Межі регулювання зварювальної напруги, В	20-56
Потужність, кВт	84
Напруга холостого ходу, В	85
Діаметр електродів, мм	4...10
Вага, кг	550
Габаритні, мм:	960x 680x 890

Установка РМ-10 (Рис.3.10) змонтована на двох основних вузлах, закріплених фундаментними болтами. На корпусі (поз.11) установлені:

- універсальний обертач (поз. 10), з механізмом нахилу на необхідний при наплавленні кут й обертання зі швидкістю наплавлення;
- задня бабка (поз.1), для закріплення в центрах наплавляємої деталі;

Індуктор промислової частоти на візку (поз.7), установлений на напрямні маніпулятора після встановлення відновлюваної деталі в горизонтальне положення вручну висувається на деталь для її підігріву перед і після наплавлення.

На колоні (поз.4) встановлені й закріплені:

- на її консолі зварювальний автомат типу А-1406 (поз.8);
- на її нерухомій тумбі зварювальний випрямляч КИУ-1201.

Окремо на наплавлювальній ділянці встановлені пристрій для збору й просіву відпрацьованого флюсу, що складається з ковшового елеватора (поз. 5), накопичувача відпрацьованого флюсу (поз. 15), вібросита (поз. 13) і бункера-накопичувача для флюсу (поз. 14); електроустаткування – у вигляді шафи керування (поз. 3); два повітрявтяжні пристрої (поз. 6), змонтованих на колоні(поз. 12).

Маніпулятор складається із серійного зварювального обертача М-11070А

(10), задньої бабки (1) і корпусу установки (11) з напрямними для переміщення задньої бабки й індуктора.

Обертач (10) призначений для обертання деталей і має пази для закріплення технологічного оснащення й центра для установки деталі в оснащенні (4) при наплавленні в центрах.

Обертання планшайби здійснюється від електродвигуна змінного струму через черв'ячно-циліндричний редуктор. Збоку на станині змонтований привід нахилу стола. Планшайба має Т-подібні пази, у яких кріпляться оснащення та центра. Керування кнопкове із загального пульта наплавлювальної установки.

Задня бабка (1), служить другою опорою при наплавленні у центрах.

Задня бабка складається з пінолі (7), корпусу задньої бабки (5), повзунів (6) для переміщення задньої бабки до напрямного корпусу установки (11), електромеханічного приводу, стопора (2), розташованого на повзунах (6) для фіксації задньої бабки в заданому положенні.

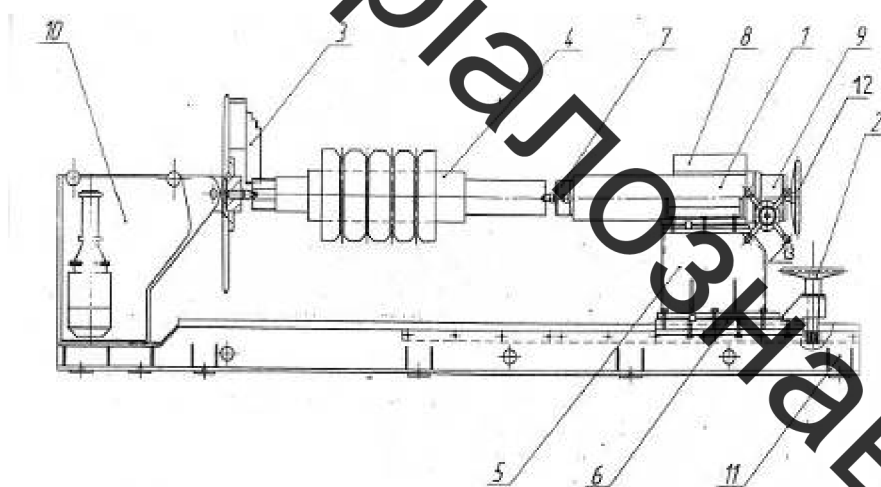


Рисунок 3.10 Схема технологічного устаткування ЕМ 10

Для обмеження ходу задньої бабки встановлені датчики.

Щоб закріпити деталь у центрах обертача та задньої бабки, необхідно підвести центр задньої бабки до деталі. Для цього необхідно ручкою (поз. 12) розстопорити важіль корпусу поворотної пінолі, повернути його на 90° проти годинникової стрілки, вивівши із зачеплення черв'як і зафіксувати в цьому положенні.

Корпус (11) призначений для встановлення обертача (10), задньої бабки (1)

та індуктора на візку.

Корпус – листова зварена металоконструкція з напрямними для задньої бабки й візка індуктора, а також двома рейками, у зачеплення з якими входять стопор стійки, та шестерня приводу переміщення задньої бабки.

3.13 Нормування операцій технологічного процесу

Нормування операцій технологічного процесу виконуємо згідно [29] . Результати заносимо до таблиці 3.17.

Таблиця 3.17. Нормування часу на здійснення операцій

№	Назва операції	t_o	$t_{\text{дод}}$	$t_{\text{оп}}$	$t_{\text{п-з}}$	$t_{\text{обсл}}$	$t_{\text{ш-к}}$
05	Миття	15	1.2	16.2	15	0.32	16.48
010	Відпуск	19.6	7.2	26.8	15	1.7	28.53
015	Токарна	67.6	15	82.6	20	4.3	86.94
020	Наплавлювальна	55.78	7.2	62.98	15	1.67	79,1
030	Токарна	76.6	15	92.6	20	4.3	96.94
035	Термообробка	19.6	7.2	26.8	15	1.7	28.53
040	Низькотемп. відпуск	19.6	7.2	26.8	15	1.7	28.53
045	Шліфувальна	28,5	10	38,5	10	0,97	38,9
050	Контрольна	8	2	10	5	0.52	18.53

3.14 Висновки до трього розділу

- розроблено технологічний процес відновлення прокатного валка електродуговим дуговим наплавленням з використанням проволоки Нп-30ХГСА;
- оптимізована термічна обробка, яка виключає довготривалий нагрів прокатного валка в печі на супутній нагрів деталі в процесі наплавлення з повільним остиганням після наплавлення у піску, що відповідає операції видалу після наплавлення;
- обґрунтовано обладнання для реалізації технологічного процесу;
- проведені розрахунки режимів наплавки аналітичним методом відповідають рекомендаціям експертної програми «Наплавка» і підтвердили

вибір наплавлювального дроту та розрахунки, які забезпечують високу продуктивність відновлення і зменшують трудомісткість та витрати часу.

ВІНТУ Матеріалознавство

4 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІННОВАЦІЙНОГО РІШЕННЯ

4.1 Прогнозування витрат на виконання конструкторської технологічної роботи

Розраховуємо основну заробітну плату кожного із розробників чи дослідників за формулами, якщо вони працюють в наукових установах бюджетної сфери, та заносимо дані до таблиці 4.1 [13, 14] .

Таблиця 4.1 – Основна заробітна плата розробників

Найменування посади виконавця	Місячний посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн.	Число днів роботи	Витрати на оплату праці, грн.	Примітка
1. Керівник проекту	9000,00	409,00	5	2045,00	
2. Інженер-технолог	7500,00	340,00	10	3400,00	
3. Технік	4173,00	190,00	5	950,00	
Всього				6395,00	

Мінімальна погодинна ставка робітника 1-го розряду з 01.01.2019 року встановлена на рівні 25,13 грн/годину.

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

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

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

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

Таблиця 4.3 – Основна заробітна плата робітників

Найменування робіт	Трудомісткість, н.-годин	Розряд роботи	Погодинна тарифна ставка, грн.	Величина оплати, грн.	Прим.
1. Мийна	0,28	1	25,13	7,04	
2. Дефектувальна	0,2	4	31,91	6,38	
5. Термічна	0,48	4	31,91	15,32	
3. Токарна	1,52	4	31,91	48,50	
4. Наплавлювальна	1,62	5	34,18	55,37	
6. Токарна	0,62	5	34,18	21,19	
8. Термічна	0,48	4	31,91	15,32	
10. Шліфувальна	0,63	5	34,18	22,22	
11. Контрольна	0,2	4	31,91	6,38	
Всього:				197,72	

Розраховуємо додаткову заробітну плату всіх розробників та робітників, які брали участь у виконанні даного етапу роботи. Вона розраховується як (10...12)% від суми основної заробітної плати всіх розробників та робітників. Пораховані дані заносимо до таблиці 4.4.

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

Найменування робіт	Основна заробітна плата, грн	Додаткова заробітня плата, грн
Розробники:		
1. Керівник проекту	2045,00	224,95
2. Інженер-технолог	3400,00	374,0
3. Технік	950,00	104,5
Всього:	6395,00	703,45
Робітники:		
1. Мийна	7,04	0,77
2. Дефектувальна	6,38	0,70
3. Токарна	48,50	5,34
4. Наплавлювальна	55,37	6,09
5. Термічна	30,64	3,37

6.Токарна	21,19	2,33
7.Шліфувальна	22,22	2,44
9.Контрольна	6,38	0,70
Всього:	197,72	21,74

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

$$H_{зп} = (Z_o + Z_p + Z_d) \cdot \frac{\beta}{100},$$

(4.1)

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, %.

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

$$H_{зп} = (6395 + 197,72 + 725,19) \cdot 0,22 = 1610 \text{ грн.}$$

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

Таблиця 4.5 – Амортизація обладнання, комп'ютерів та приміщень

Найменування обладнання, приміщень тощо	Балансова вартість, грн.	Норма амортизації, %	Термін використання, міс.	Величина амортизаційних відрахувань, грн.	Примітка
Переобладнання старого приміщення	208600	10	1	17,38	
Наплавлювальна головка	600	10	1	0,05	

Силві прыводы	2800	10	1	0,23	
Комп'ютер та інтэрфейс	4000	10	1	0,33	
Всяго				17,99	

Розраховуємо витрати на матэрыялы, што былі выкарыстані пад час выканання данага этапу работы, вызначаємо по кожнаму выду матэрыялу та заносімо до табліці 4.6

Табліца 4.6 – Витрати на матэрыялы

Найменування матэрыялу, маркі, тып, сорт	Ціна за 1 кг, грн.	Витрачана, кг	Вартісь витрачанага матэрыялу, грн.	Прим.
2 Электродны дрот 30ХГСА	95	150	14250,00	
3 Флюс	15	155,0	2325,00	
4 Лобомід	32,88	12,2	401,14	
5 Ганчір'я	7,00	0,5	3,50	
Всяго			16979,64	

Вызначаємо вартісь камплектуючых, што былі выкарыстані пад час выканання данага этапу работы, та заносімо дані до табліці 4.7.

Табліца 4.7 – Витрати на камплектуючі

Найменування камплектувальных	Кількісь	Ціна за штуку, грн.	Сума, грн.	Примітка
1. Наплавлявальна установка	1	195 000,00	195 000,00	
2. Обертач	1	4600,00	4600,00	
3. Нплавочны аўтамат	1	3800,00	3800,00	
Всяго			203400,00	

Розраховуємо витрати на сілову электраенергію для выканання данага этапу работы та заносімо до табліці 4.8.

Таблиця 4.8 – Витрати на електроенергію

Найменування операції	Найменування обладнання	Встановле на потужність, кВт	Триваліс ть операції, год.	Витрати, кВт	Сума, грн.
Мийна	M1112	0,6	0,28	0,17	0,29
Дефектувальна	Дефектоскоп УД-12	0,2	0,2	0,04	0,07
Термічна	установка ВЧ-150АВ	3,0	0,48	1,44	2,42
Токарна	Токарний верстат 16К-40П	21	1,52	31,92	53,63
Наплавлювальна	Наплавлювальна установка РМ-10	84	1,62	136,08	228,61
Токарна	Токарний верстат 16К-40П	21	0,18	3,78	6,35
Термічна	установка ВЧ-150АВ	3,0	0,48	1,44	2,42
Шліфувальна	Круглошліфувальний універсальний верстат	24	0,65	15,6	2,62
Контрольна	Дефектоскоп УД-12	0,2	0,2	0,04	0,07
Всього					296,48

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

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

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

$$B_{in} = 6395 + 197,72 = 6592,72 \text{ грн.}$$

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

Таблиця 4.9 – Витрати

Стаття витрат	Сума, грн.
Основна заробітна плата розробників	6395,0
Основна заробітна плата робітників	197,72
Додаткова заробітна плата	725,19
Нарахування на заробітну плату	1610,00
Амортизація обладнання, комп'ютерів та приміщень	17,99
Витрати на матеріали	16979,64
Продовження таблиці 4.9	
Витрати на комплектуючі	203400,00
Витрати на силову електроенергію	296,48
Інші витрати	6592,72
Всього	208721,3

4.2 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки

Собівартість відновлення муфти коробоки відбору потужності розраховуємо за формулою:

$$S_e = 3_p + 3_o + H_{zn} + M + B_e + B_{in}, \quad (4.3)$$

де 3_p – основна заробітна плата робітників, $3_p = 197,72$ грн.;

3_o – додаткова заробітна плата робітників, $3_o = 21,74$ грн.;

H_{zn} – нарахування на заробітну плату, $H_{zn} = 48,28$ грн.;

M – витрати на матеріали на одиницю продукції, $M = 16979,64$ грн.;

B_e – витрати на силову електроенергію, $B_e = 296,48$ грн.;

B_{in} – інші витрати, $B_{in} = 6592,72$ грн.

$$\begin{aligned} S_b &= 197,72 + 21,74 + 48,28 + 16979,64 + 296,48 + 6592,72 \\ &= 24136,58 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Розраховуємо ціну реалізації відновлення муфти коробки відбору потужності за формулою:

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

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

w – ставка додатку на додану вартість, 20% .

$$C_p = 24136,58 \cdot (1 + 0,5) \cdot (1 + 0,2) = 43445,84 \text{ грн.}$$

Приймаємо ціну реалізації 44000 грн.

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

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

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

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

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

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

$$\Pi = \left\{ \left[44000 - \frac{(44000 - 16979,64) \cdot 20}{100} - 24136,58 - \frac{5 \cdot 24136,58}{100} \right] \cdot \left[1 - \frac{18}{100} \right] \right\} \cdot 500 = 5433533 \text{ грн.}$$

Визначаємо величину чистого дисконтованого доходу від застосування модернізованого технологічного процесу, якщо планується протягом 3-х років відновлювати робочі поверхні прокатних валків прокатного стану.

В розробку інноваційного технологічного процесу підприємство однократно вклало 44000 грн. інвестицій..

Планується 5433533 грн. річного прибутку від реалізації продукції.

Норма дисконту складає 0,2.

Проведемо розрахунки за формулою:

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

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

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

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

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

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

$$NVP = \frac{5433533}{(1+0.2)^1} + \frac{5433533}{(1+0.2)^2} + \frac{5433533}{(1+0.2)^3} - 208721,3 = 11236919 \text{ грн.}$$

Термін окупності розраховуємо за формулою

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

$$T_{ок} = \frac{208721,3}{5433533} = 0,038 \text{ років}$$

4.3 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності

Загальні витрати ZB на виконання та впровадження результатів НДДКР (або теперішня вартість інвестицій PV) дорівнює 44000,00 грн. Результати вкладених у наукову розробку інвестицій виявляються у першому році.

Ці результати виявляться у тому, що у кожному наступному році підприємство отримає чистого прибутку 5433533 грн. відносно базового року.

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



Рисунок 4.1 – Життєвий цикл наукової розробки з фіксацією платежів

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

$$E_{абс} = ПП - PV, \quad (4.8)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\Pi\Pi = \frac{5433533}{(1 + 0.2)^1} + \frac{5433533}{(1 + 0.2)^2} + \frac{5433533}{(1 + 0.2)^3} = 11445640 \text{ грн.}$$

$$E_{\text{абс}} = 11445640 - 44000 = 11401640 \text{ грн.}$$

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

Розраховуємо відносну (щорічну) ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій $E_{\text{в}}$ за формулою:

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

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

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

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

Далі, розрахована величина $E_{\text{в}}$ порівнюється з мінімальною (бар'єрною) ставкою дисконтування $\tau_{\text{мін}}$, яка визначає ту мінімальну дохідність, нижче

за яку інвестиції вкладатися не будуть. У загальному вигляді мінімальна (бар'єрна) ставка дисконтування $\tau_{\text{мін}}$ визначається за формулою

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

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

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

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

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

$$\tau_{\text{мін}} = 0,2 + 0,05 = 0,25.$$

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

$$E_e = \sqrt[3]{1 + \frac{11401640}{44000}} - 1 = 5,27$$

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

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

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

$$T_{\text{ок}} = \frac{1}{5,27} = 0,19 \text{ роки.}$$

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

Висновки до розділу 4:

Розглянувши різні методи відновлення та врахувавши їхні позитивні та негативні сторони можна зробити висновок - як метод, що дозволить розв'язати поставлену задачу по відновленню деталі «Прокатний валок прокатного стану» можна використовувати метод наплавлення під шаром флюсу. Метод задовольняє наступними параметрами: стабільність якості всієї поверхні; низькі параметри шорсткості для пари тертя; висока продуктивність методу при низькій вартості; використання універсального обладнання, відсутність трудоемких технологічних операцій.

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

Впровадження модернізованого технологічного процесу потребує від інвестора 44000 грн. капітальних вкладень. Прибуток за рік виробника складе 5433533 грн.

При оцінці ефективності інноваційного проекту отримані такі важливих показників, як:

- чистий дисконтований дохід (інтегральний ефект) 11401640 грн.;
- внутрішня норма дохідності (прибутковості) 30%;
- термін окупності 0,19 року.

Отримані показники свідчать про високий рівень дохідності для інвестора і підтверджують доцільність впровадження технологічного процесу відновлення деталі «Прокатний валок прокатного стану».

-

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Аналіз умов праці

При виконанні робіт в зоні відновлення робочих поверхонь прокатних валків прокатного стану 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.

5.2 Виробнича санітарія

Згідно санітарним нормам $V = 15$ м³/люд, $S = 4,5$ м²/люд. Реальні показники площі і об'єму знаходяться в межах допустимих значень.

Виробнича санітарія складається із визначення необхідних параметрів, розглянемо їх.

5.1. 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	допустима	діюча	допустима
холодний	П б	15-20	15-21	55-65	<75	0,2-0,4	<0,4
теплий	П б	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-витяжна 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 безпеки
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.

5.2. 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	Найменший розмір об'єкта розрізнення	Рівень зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення	Характеристика фону	Штучне освітлення	Періодне освітлення
					Лк	КЕО, % Бічне
Середня робота	0,5-1	IV	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.

Розрахунок локального освітлення

Згідно існуючих нормативів приймаємо світильники ПВЛ 2*40.

$$E_A^I = \frac{I_B \cdot \cos a}{r^2} = \frac{148 \cdot \cos 34,99}{1,22^2} = 81,41 \text{ лк.} \quad (5.2)$$

Фактична освітленість:

$$E_A^\Phi = E_A^y \cdot \frac{\Phi \cdot \mu}{10^3 \cdot K} = 81,46 \cdot \frac{1180 \cdot 1,2}{1,22^2} = 76,89 \text{ лк;} \quad (5.3)$$

де I_B – сила світла в напрямку променя від джерела світла на розрахункову точку робочої поверхні;

μ - коефіцієнт впливу віддалених світильників, приймаємо $\mu = 1,2$.

Так як на розрахункову точку падає світло декількох світильників, то визначаємо сумарну освітленість за формулою:

$$E_E = 2 \cdot E_A^\Phi = 2 \cdot 76,89 = 153,78 \text{ лк} > 150 \text{ лк.}$$

Отже вибираємо лампи ЛБ 20-4 з потужністю 20 Вт і світловим потоком $\Phi = 1180$ тривалістю горіння $10 \cdot 10^3$ годин.

3. Шуму 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, використовуємо 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 заходах	107	95	87	82	78	75	73	71	69		80

Загальна вібрація категорії “а”, критерій оцінки – границя зниження продуктивності. Норми вібрації приведено в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Норми вібрацій

Вид вібрації	Категорія вібрації	Напрямок дій	Нормативні коректовані по частоті та еквівалентні значення			
			Віброприскорення		Віброшвидкість	
			$a_{нм}/c^2$	L_{aH} дБ	$V_H \cdot 10^{-2} м/с$	L_{vH} 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 сталених пружин.

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

Визначимо для такої такої тривалості допустимі рівні віброприскорення за формулами:

$$L_a = 20 \cdot \lg a \cdot 10^6 = 20 \cdot \lg 0,179 \cdot 10^6 = 105 \text{ дБ}; \quad (5.4)$$

$$L'_a = 20 \cdot \lg a \cdot 10^6 = 20 \cdot \lg 4,8 \cdot 10^6 = 133 \text{ дБ}; \quad (5.5)$$

де $a = a_{480} \cdot \sqrt{\frac{480}{t}} = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{480}{150}} = 0,179 \text{ м/с}^2$ – допустиме віброприскорення, коли загальна вібрація діє 150 хв.;

$a_{480} = 0,1 \text{ м/с}^2$ – допустиме віброприскорення, коли вібрація діє 480 хв.;

$a = a_{480} \cdot \sqrt{\frac{480}{t}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{480}{100}} = 4,8 \text{ м/с}^2$ – допустиме віброприскорення, коли локальна вібрація діє 100 хв. за зміну.

В приміщенні зони є медична настінна аптечка з необхідною кількістю ліків, бинтів, вати та жгута. Робітники отримують: бавовняний комбінезон, рукавиці, черевики, засоби індивідуального захисту та миючі аптечні засоби.

При проведенні робіт випромінюються невидимі ультрафіолетові промені, які оказують шкідливий вплив на сітчатку і рогову оболонку очей.

Для захисту очей від цієї шкідливої дії використовують шідки і шоломи з захисним склом. Їх виготовляють з фісри чорного матового кольору.

Електрозварювальні роботи виконують в спеціальних кабінах. Стіни кабіни окрашують в матовий колір, що містить окис цинку, ця краска інтенсивно поглинає ультрафіолетове випромінювання.

5.3 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 280/220 В передбачено занулення (захисне заземлення), ізоляція та недоступність струмоведучих частин.

Розглянемо електробезпеку на підприємстві.

Приміщення дільниці 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.

5.4 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 вняттям з авто акумуляторної батареї;
- виконанням правил ПБ;
- спорожненням ящиків від промасляного ганчір'я кожної зміни;
- встановленням на території блискавозахисту II категорії.

У приміщенні передбачено такі первинні засоби пожежогасіння:

- вогнегасники хімічні пінні ОХП-10 – 2
- вогнегасники порошкові ОП-5 – 2
- ящики з піском (0.5 м³) і лопатою – 2
- пожежні крани, продуктивність 3,3л/с – 1

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.

5.6 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.

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.

ПуСО включає в себе:

- контрольно-розподільчий пункт (КРП);
- майданчик спеціальної обробки автотранспорту (МСОА);
- майданчик технічного обслуговування і повторної обробки (МТО);
- майданчик санітарної обробки (МСО);
- вихідний пункт дозиметричного контролю обробленого транспорту (ВПДК);
- 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 один від одного еваковиходами із приміщення визначається по формулі:

$$l \geq 15 - \sqrt{P} \quad (5.6)$$

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 0,8м. 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 пожежогасіння.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В магістерській кваліфікаційній роботі наведені наступні основні результати виконаних теоретичних і експериментальних досліджень:

- показано, що графіт істотно впливає на твердість наплавленого шару при додаванні у флюс. При додаванні 25% графіту твердість зросла у два рази і становить 55...58 HRC_e, але при надмірному додаванні твердість зменшилась і становить близько 50 HRC_e та далі знижується. При наплавленні доцільно додавати у флюс 25% графітового порошку.

- вперше досліджено на натуральних зразках та імітаційній моделі вплив параметрів тепловкладень на формування полів температур та напружень;

- розподіл температурних полів має неоднорідний характер, що спричинено різною інтенсивністю відходу тепла із зони нанесення покриття у різних напрямках;

- досліджено, що кількість наплавлених валиків впливає на функціональне покриття та здатні створювати поверхневий шар необхідних функціональних властивостей;

- доведено, що твердість деталі зменшується в прямому порядку від місця початку наплавлення, до місця закінчення наплавлення, а вирівнювання твердості потребує додаткового нагріву;

- при дослідженні дефектів були виявлені наступні залежності: чим більша сила струму тим дефектів менше, при високій силі струму та великій площі поверхні, що наплавляється, виділення тепла дуже високе – з'являються пропали при великій зоні термічного впливу, а також структурні перетворення, які суттєво змінюють властивості наплавленого шару;

- для відновлення прокатного валка із сталі 40X під час наплавлення доцільно додавати у флюс 25% графітового порошку, та наносити його товщиною шару 1мм, це забезпечить потрібну твердість наплавленого шару та прискорить процес відновлення і тоді термічна обробка стає непотрібною;

- розроблено технологічний процес відновлення прокатного валка

елетродуговим дуговим наплавленням з використанням проволочи Нп-30ХГСА;

- оптимізована термічна обробка, яка виключає довготривалий нагрів прокатного валка в печі на супутній нагрів деталі в процесі наплавлення з повільним остиганням після наплавлення у піску, що відповідає операції відпалу після наплавлення;

- проведені розрахунки САПР за допомогою «КОМПАС-3D V12» та експортної програми «Наплавка», яка підтвердила вибір наплавлювального дроту та розрахунки режимів наплавки, що забезпечують високу продуктивність відновлення і зменшують трудомісткість та витрати часу.

Впровадження модернізованого технологічного процесу потребує від інвестора 44000 грн. капітальних вкладень. Прибуток за рік виробника складе 5433533 грн.

При оцінці ефективності інноваційного проекту отримані такі важливих показників, як:

- чистий дисконтований дохід (інтегральний ефект) 11401640 грн.;
- внутрішня норма дохідності (прибутковості) 30%;
- термін окупності 0,19 року.

Отримані показники свідчать про високий рівень дохідності для інвестора і підтверджують доцільність впровадження технологічного процесу відновлення деталі «Прокатний валок прокатного стану».

Розроблений технологічний процес відповідає вимогам охорони праці, в роботі проведено розрахунки місцевої вентиляції та наведені необхідні розрахунки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Баласанян Р. А., Атлас деталей машин /Р. А. Баласанян - Х.: Основа, 1996 – 256с.
2. Большаков В. І. Прикладне матеріалознавство: Підручник для студентів вищих технічних навчальних закладів. 2-е вид., доповнено і перероблено/ Большаков В. І., Береза О. Ю., Харченко В. І. Під ред. доктора технічних наук, проф.В. І. Большакова. – РВА «Дніпро-VAL»: 2000. – 290 с.
3. Василик А.В. Теплові розрахунки при зварюванні / А.В. Василик, Я.А. Дрогомирецький, Я.А. Криль. – Івано-Франківськ: Факел, 2004. – 209с.
4. Восстановление и повышение износостойкости и срока службы деталей машин / Под ред. д.т.н., проф. В.С. Попова. – Мотор Сич, 2004. – 394 с.
5. Винокуров В.А. Сварочные деформации и напряжения. / В.А. Винокуров. – М.: Машиностроение, 1968. – 236 с.
6. Винокуров В.А. Теория сварочных деформаций и напряжений. / В.А. Винокуров, А.Г. Григорьянц. – М.: Машиностроение, 1984. – 280 с.
7. Воробийов О.О. Цивільний захист / О.О. Воробийов, Л.В. Романів. – Чернівці, 2008. – 160 с.
8. Іванов М. І., Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування Частина 1 / Ж. П. Дусанюк., С. В. Дусанюк., О. М. Іванова., С. А. Шаргородський, -М.: Машиностроение, 2007 – 276с.
9. Іванов М. І., Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування Частина 2/ Ж. П. Дусанюк., С. В. Дусанюк., О. М. Іванова, -Х.: Машиностроение 2009 – 203с.
10. Касаткин Б.С. Напряжения и деформации при сварке. / Б.С. Касаткин, В.М. Прохоренко, И.М. Чертов. – К.: Вища школа, 1987. – 246 с.
11. Касаткин Б.С. Экспериментальные методы исследования деформации и напряжений. Справочное пособие / Б.С., Касаткин, А.Б. Кедрин, Х.М. Лобанов. – К.: Наукова думка, 1981. – 584с.

12. 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.

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

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

15. Лифшиц Л.С. Основы легирования наплавленного металла / Л.С. Лифшиц, Н.А. Гринберг, Э.Г. Куркумелли. – М.– Машиностроение, 1989. – 188с.

16. Лобанов Л.М. Залишкові напруження в зварних з'єднаннях високоміцних сталей / Л.М. Лобанов, Л.І. Міходуй, О.Л. Міходуй // Праці міжн. конф. “Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій”. Т1, Випуск 2. - Львів.: Каменяр, 1999. – С.21–31.

17. Махненко В. И. Тепловые процессы при механизированной наплавке деталей типа круговых цилиндров / Кравцов Т. Г., Махненко В. И.– Киев: Наукова думка, 1976. – 160 с.

18. Молодик М. В., Відновлення деталей машин / М. В. Молодик , Б. А. Лангерт, А. К. Бредун, -К.: “Урожай” 1985 – 289с.

19. Наплавлення: навч. посібник // Власов А.Ф., Кузнецов В.Д., Макаренко Н.О., Богуцький О.А. – Краматорськ, ДДМА, 2010, – 336с.

20. Нефедов Н. А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту / Н. А. Нефедов - М.: Машиностроение, 1990 – 230с.

21. Сидоров А. И., Восстановление деталей машин напылением и наплавкой / А. И. Сидоров -М.: Машиностроение, 1987 – 432с.

22. Шиліна О. П., Газотермічні методи напилювання покриття / О. П. Шиліна, А. Ю. Осадчук - М.: Машиностроение. 2005 – 134с.

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

24. Савуляк В.І. Відновлення деталей автомобілів: Лабораторний практикум. / Савуляк В.І., Івацько В.Т. – Вінниця : ВНТУ, 2004. – 96 с.

25. 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.

26. 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.

27. Савуляк В.І. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Проектування технологічних процесів відновлення поверхонь» для студентів за напрямком 050504 – Зварювання, спеціальності 7.050504 – Технологія та устаткування відновлення та підвищення зносостійкості машин і конструкцій. / В.І. Савуляк, В.Й. Шенфельд. – Вінниця: ВНТУ [Електронний ресурс], 2009. – 186 с.

28. Савуляк В.В. Управління якістю продукції: навчальний посібник / В.В. Савуляк – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 91 с.

29. Савуляк В.І., Технічне нормування в ремонтному виробництві / В.І. Савуляк, С.П. Білошицький. – Вінниця: ВНТУ [Електронний ресурс], 2009. – 242 с.

30. Скібіцький О. М. Інноваційний та інвестиційний менеджмент: навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.] / О. М. Скібіцький – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 408 с.

31. Стеблюк М.І. Цивільна оборона та цивільний захист: Підручник / М.І. Стеблюк. – 3-тє вид., стер. — К.: Знання, 2013. – 487 с.

32. Троцкий В.А. Краткое пособие по контролю качества сварки. / В.А. Троцкий – Киев. – Вища школа.– 1999 – 46с.

33. Теибоши К. Влияние содержания углерода, хрома и термообработки на вязкость и износостойкость высокоуглеродистых легированных сталей/ К. Теибоши, Дзайре то курсесу, 1989. –2.–№3.–849с.

ВНТУ Матеріалознавство

ДОДАТКИ

Додаток А

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ГМ
д.т.н., проф. _____ Поліщук Л.К.
« 02 » _____ 10 _____ 2019 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на магістерську кваліфікаційну роботу
ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ
ПРОКАТНИХ ВАЛКІВ ПРОКАТНОГО СТАНУ
08-27.МКР.004.00.000 ТЗ

Керівник: к.т.н., доцент каф. ГМ
_____ О.П. Шиліна
Виконав: ст.гр. 13В-18м
_____ Я. Мальований

Вінниця 2019

Розробка технічного завдання на магістерську кваліфікаційну роботу

Розробка технічного завдання на магістерську кваліфікаційну роботу складається з основних етапів, які відповідають стандарту та ГОСТ 2.103-2013.

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

1 Назва та об'єкт проектування

Назва: Підвищення якості відновлення робочих поверхонь прокатних валків прокатного стану

Умовне позначення: 08-27.МКР.004.00.000 ТЗ

«Прокатні валки» – робочий орган (інструмент) прокатного стану. Валками виконується основна операція прокатки – деформація (обтиснення) металу для надання йому необхідних розмірів і форми.

Поверхня бочки, має циліндричну форму та служить, як робоча поверхня, що прокатує вироби, до неї висуваються досить високі вимоги на точність і шорсткість. Поверхня має бути виконана за дванадцятим квалітетом точності з шорсткістю не більше як $R_a=12,5$ мкм., та мати допуск співвісності не більше ніж 0,33 мм.

Конічні поверхні – цапфи, є опорними поверхнями, що встановлюється у втулках ковзання до яких висуваються вимоги точності за дванадцятим квалітетом і шорсткістю $R_a = 1,25$ мкм. Відхилення від форми торців цих поверхонь, не повинна перевищувати 0,33мм

Поверхні – посадки під підшипники, повинні мати шорсткість $R_a = 1,25$ мкм. а відхилення від форми не повинно перевищувати 0,07 мм

Основні розміри прокатного валка (діаметр і довжина бочки) залежать від сортаменту оброблюємої продукції, діаметр прокатного валка для гарячої прокатки становить від 250—300 мм (прокатка дроту) до 1000—1400 мм (прокатка блюмів і слябів). Для холодної прокатки застосовують валки діаметром від 5—600 мм.

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

Квалітети точності та шорсткість оброблюваних поверхонь можуть бути забезпечені при застосуванні відповідних методів обробки та кількості

переходів. Відносне розташування поверхонь може бути забезпечене за рахунок застосування відповідних схем базування при механічній обробці та правильної організації змісту операцій .

2 Мета, завдання, призначення та джерела розробки

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

Призначенням даної магістерської кваліфікаційної роботи є виконання технологічних та конструкторських розробок для вдосконалення технологічного процесу аналога. Це можливо досягнути шляхом введення необхідних операцій для крапких експлуатаційних властивостей вал-шестерні, проведення необхідних розрахунків оптимальних режимів обробки та модернізації, що проектуванням нової конструкції окремого технологічного обладнання.

Метою роботи є підвищення якості відновлення робочих поверхонь прокатних валків за рахунок автоматизації робочого процесу, використання новітніх розробок відновлювального обладнання, вибір та обґрунтування раціональних параметрів і режимів технологічного процесу.

Для здійснення поставленої мети необхідно виконати наступні задачі:

5. На основі аналізу службового призначення вузла та деталі провести дефектацію прокатних валків з метою виявлення поверхонь з недостатньою зносостійкістю.
6. Дослідити вплив температурних полів, які виникають в процесі відновлення на структуру та експлуатаційні якості наплавленого шару;
7. дослідити вплив кількості графіту доданого у флюс на твердість наплавленого шару.
8. Вибрати та обґрунтувати раціональний спосіб відновлення та зміцнення зношених поверхонь і на основі цього розробити маршрут технологічного процесу прокатного валка.

Джерелами розробки є:

- методика техніко-економічного обґрунтування роботи;
 - методика проектування технологічного процесу відновлення деталей типу сорочка вала;
 - 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. Савуляк В.І., Ремонт та відновлення деталей машин та апаратів. Методичні вказівки до виконання курсових проектів / В.І. Савуляк. - Вінниця: ВНТУ [Електронний ресурс], 2009.
 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-економічні обґрунтування та економічні розрахунки в дипломних проектах і роботах. Навчальний посібник. / В. О. Козловський - Вінниця: ВДТУ, 2003. – 75 с.
 5. Козловський В. О. Інноваційний менеджмент. Практикум. / В. О. Козловський, О. Й. Лесько. – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 166 с.
 6. Оснач О. Ф. Промисловий маркетинг: підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / О. Ф. Оснач, В. П. Пилипчук, Л. П. Коваленко – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 364 с.
 7. Савуляк В.І. Відновлення деталей автомобілів. Навчальний посібник / В.І. Савуляк, В.Т. Івацько. – Вінниця: ВНТУ, 2004. – 104 с.
 8. Савуляк В. І. Магістерська кваліфікаційна робота. Загальні вимоги та рекомендації до її виконання : навчальний посібник. / В. І. Савуляк, О. П. Шиліна – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 64 с.

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

3 Технічні вимоги та економічні показники

3.1 Вимоги до загальної структури і послідовності проектування

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

Стадії розробки та етапи робіт встановлені по ГОСТ 2.103-2013.

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

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

3.2 Вихідні дані для технологічного проектування

Приймаємо наступні вихідні дані для технологічного проектування:

- річний обсяг ремонту валу коробки відбору потужності 500 шт,
- знос поверхонь, що відновлюються менше 0,5 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:

- розробка основної проектної задачі;
- технологічне проектування технологічного процесу;
- розробка обладнання та пристосування для технологічного процесу;
- охорона праці, навколишнього середовища та ЦО;
- економічна ефективність розробок.

5 Порядок контролю та приймання

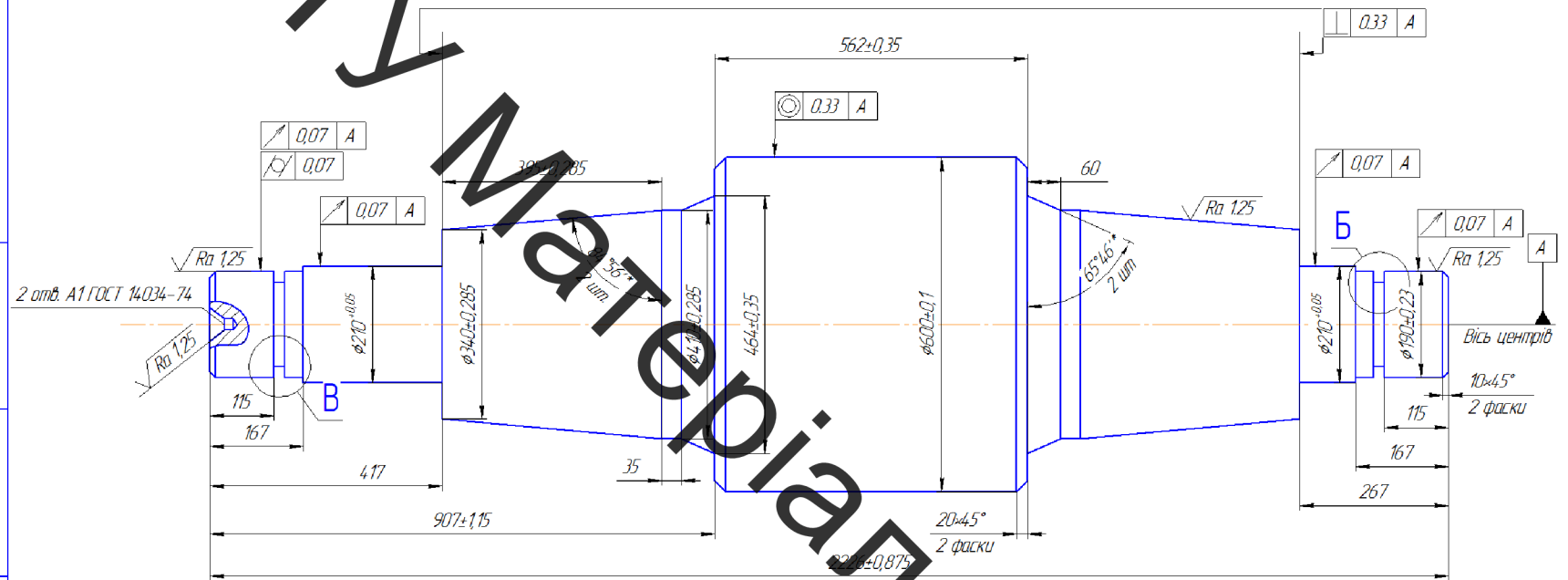
Контроль та приймання розробок виконується у відповідності до „Положення про дипломне проектування” на кафедрі ГМ.

Технічне завдання оформлюється у відповідності з загальними вимогами до текстових конструкторських документів по ГОСТ 2.705-2013, на листах формату А4 по ГОСТ 9327-90.

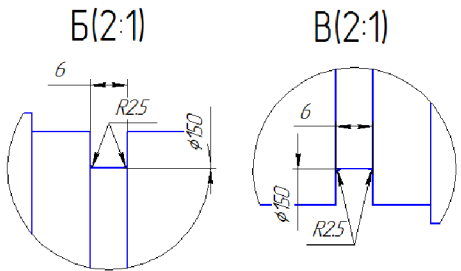
ВІТТІ КУМАТЕРІАЛ ПЛАЗМОВИЙ

08-27.МКР.004.01.001

√ Ra 125 (√)

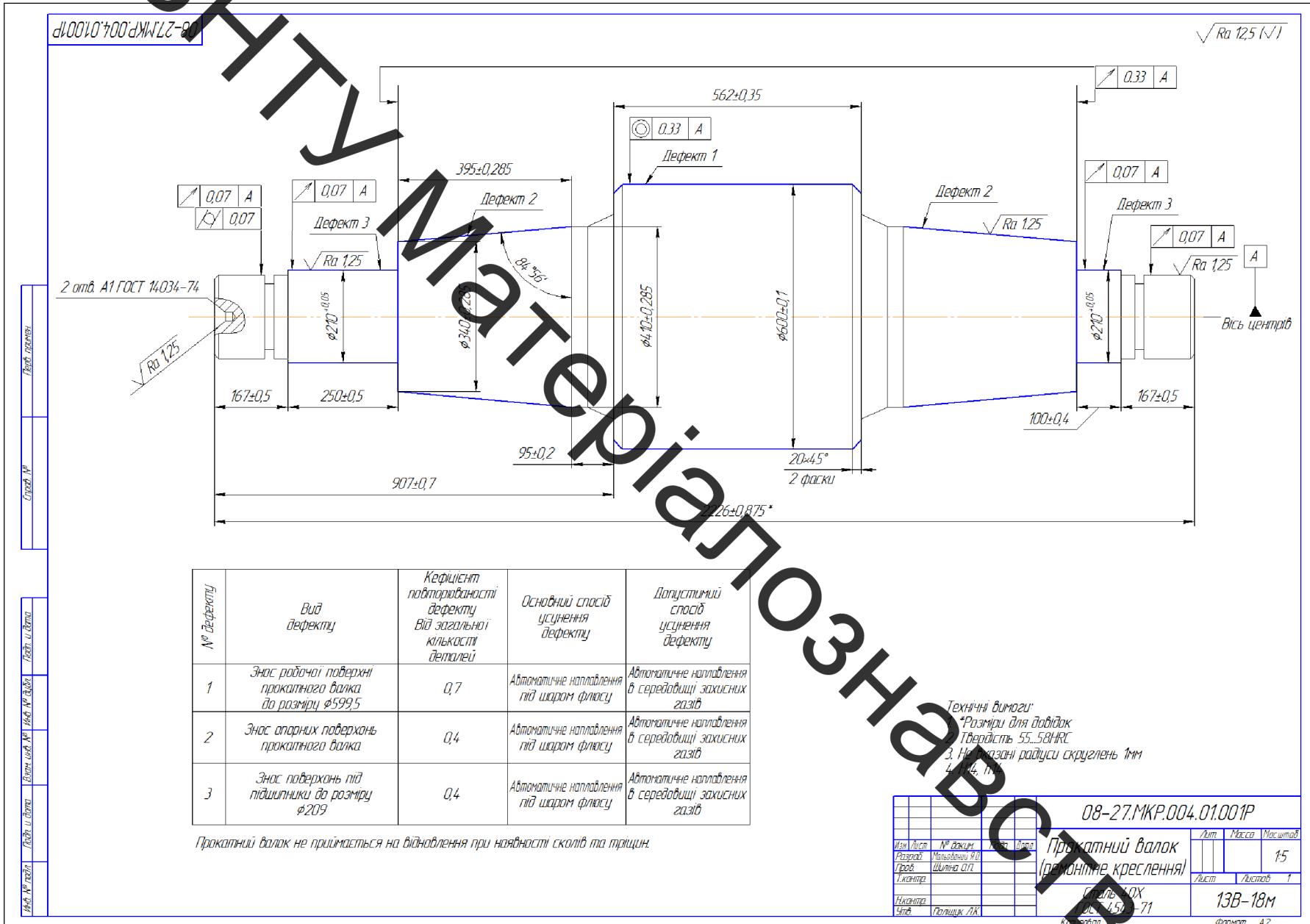


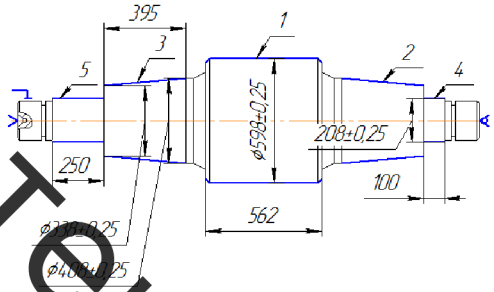
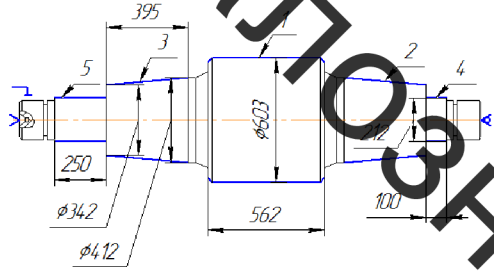
Лист 1 з 1
Лист 1 з 1
Лист 1 з 1



- Технічні вимоги:
1. Підприємство-зв'язок
 2. Терміст 40-45HRC
 3. Радіуси заокруглень 1мм
 4. Н14, N14

				08-27.МКР.004.01.001	
Вид листа	№ документа	Титул	Лист	Маса	Масштаб
Розроб	Проєктант	Проєктант	15		
Вірник	Вірник	Вірник	Лист	Листів	1
Начальник	Інженер	Інженер	13B-18M	Формат	A2
Чит	Лист	Лист			



№	Назва операції та зміст переходу	Ескіз обробки та схема установки	Обладнання
005	Миття Мити валок в розчині МС-6		Високонапірна установка М-1112
010	Відпуск Нагріти деталь до температури 500° із витримкою 2 години, та повільно охудити разом із піччю		Відпусксна піч СКЗ-08.30.01/7
015	Токарна 1. Встановити деталь. 2. Точити поверхню 1 до розмірів за ескізом. 3. Точити поверхні 2 та 3, до розмірів за ескізом. 4. Точити поверхні 4 та 5 до розмірів за ескізом. 5. Зняти деталь.		1. Токарний верстат моделі 16К-40П. 2. Різці із твердосплавними пластинами ВК8КС.
020	Наплавлювальна 1. Встановити деталь. 2. Наплавити поверхню 1. 3. Наплавити поверхні 2 та 3. 4. Наплавити поверхні 4 та 5. 5. Зняти деталь.		1. Установка для наплавлення РМ-10. 2. Наплавлювальна головка А-1406. 3. Дріт Нп-30ХГСА. 4. Флюс АН348
025	Відпуск Нагріти деталь до температури 500°С із витримкою 12 - 20 години, та повільно охудити у піску		Тара з піском

08-27.МКР.04.000 ТП

Лист 1 з 1
Сторінка №
Листів у збірці
Всього арк. №
Листів у збірці
Лист № збірці

08-27.МКР.04.000 ТП				Лист	Масштаб	Масштаб
Ім'я	Лист	№ докум.	Лист	Лист	Лист	Лист
Розроб.	Мельничук Ю.В.	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Проєкт.	Шульга О.П.	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Технолог.		Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Норматив.		Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Уста.	Полещук Л.К.	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист

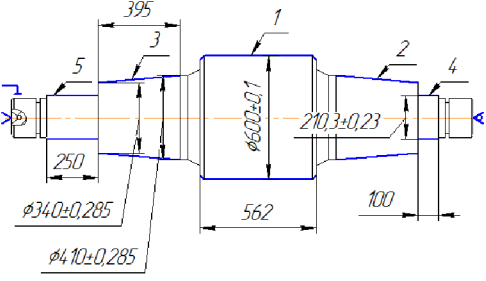
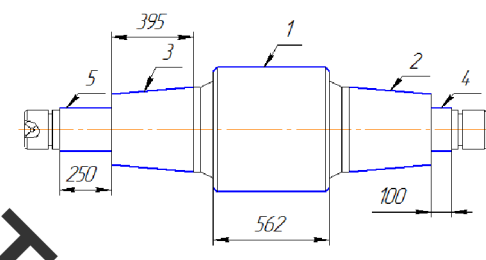
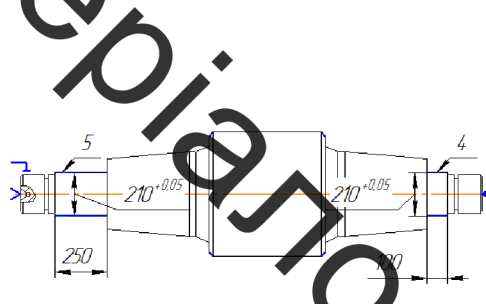
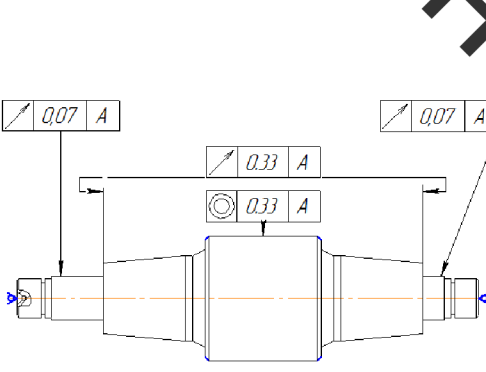
Технологічний процес відновлення прокатного валка

11

13В-18М

Копія/оригінал

Формат А2

№	Назва операції та зміст переходу	Ескіз обробки та схема установки	Обладнання
030	<p>Токарна</p> <p>1. Встановити деталь. 2. Точити поверхню 1 (до розмірів за ескізом). 3. Точити поверхні 2 та 3 (до розмірів за ескізом). 4. Точити поверхні 4 та 5 (до розмірів за ескізом). 5. Зняти деталь.</p>		<p>1. Токарний верстат моделі 16К-40П. 2. Різці із твердосплавними пластинами ВК8КС.</p>
035	<p>Термообробка</p> <p>Нагріти поверхні 1, 2, 3 та 5 за допомогою індуктора до температури 330°C</p>		<p>ТВЧ індуктор марки ВЧ-160АВ</p>
040	<p>Шліфувальна</p> <p>1. Встановити деталь. 2. Шліфувати поверхню 4, до розмірів за ескізом. 3. Шліфувати поверхню 5, до розмірів за ескізом. 4. Зняти деталь.</p>		
045	<p>Контрольна</p> <p>1. Встановити деталь. 2. Перевірити допуски форми деталі шершкість та розміри. 3. Зняти деталь.</p>		<p>1. Контрольний стіл з центрами. 2. Масштабні ступені індикатором. 3. Штангенциркуль. 4. Мікрометр. 5. Зразки шершкості поверхні ГОСТ-2789-73</p>

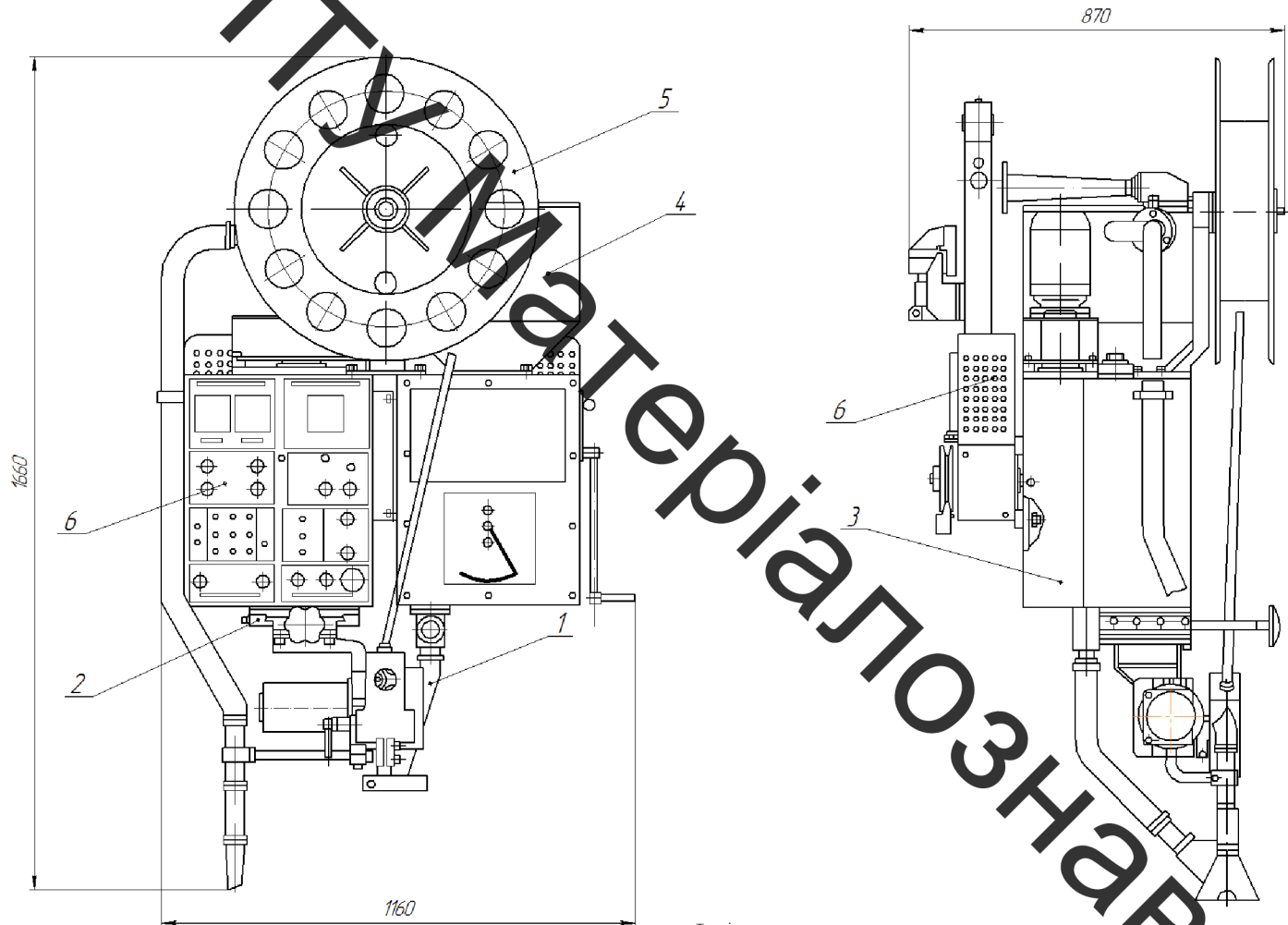
08-27.МКР.04.000 ТП

Лист № 1
Сторінка № 1
Всього сторінок 1
Листів у ділянці 1
Листів у ділянці 1

08-27.МКР.04.000 ТП				Лист	Масштаб
Ім'я	Лист	№ докум.	Лист	Масштаб	11
Розроб.	Мельничук Ю.В.	Лист	Масштаб	Лист	Листов 1
Проєкт.	Шульга О.П.	Лист	Масштаб	Лист	Листов 1
Технік		Лист	Масштаб	Лист	Листов 1
Начальн.		Лист	Масштаб	Лист	Листов 1
Учнів.	Полещук Л.К.	Лист	Масштаб	Лист	Листов 1
Копія				Формат А2	

Перед. примеч.		Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						Документация			
		A1			08-27.МКР.04.002.00	Складальне креслення			
						Деталі			
Стор. №				1	08-27.МКР.04.002.01	Касета	1		
				2	08-27.МКР.04.002.02	Механізм вертикального переміщення	1		
				3	08-27.МКР.04.002.03	Подаючий механізм	1		
				4	08-27.МКР.04.002.04	Пульт керування	1		
				5	08-27.МКР.04.002.05	Самохідний візок	1		
				6	08-27.МКР.04.002.06	Супорт	1		
				7	08-27.МКР.04.002.07	Флюсове обладнання	1		
Підп. и дата									
Взам. инв. №									
Инв. № дубл.									
Підп. и дата									
Инв. № габл.									
						08-27.МКР.004.002.00			
Инв. № габл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Зварювальний автомат А-1400	Лист	Лист	Листов
	Разраб.		Мальований Я.О.				4	1	1
	Пров.		Шиліна О.П.				ВНТУ,ЗВ-18м		
	Н.контр.								
	Утв.		Поліщук Л.К.						
Копировал						Формат А4			

08-27.МКР.004.000.003 СК



Технічна характеристика:

Номінальний зварювальний струм, А 1000
 Швидкість подачі проволочки, м/год 53-532
 Діаметр проволочки, мм 2,0-5,0
 Напруга мережі, В 380
 Швидкість збирання, м/год 16-120

				08-27.МКР.004.000.003 СК		
Лист	№ докум.	Листів	Всього	Зварювальний апарат А-406 (скрипальне креслення)		
Розроб.	Масштаб	№		Лист	Маса	Масштаб
Проб.	Шкала	01			325	1:1
Контр.				Лист	Листів	1
Несконт.				3В-18М		
Сім'я	Познач. ЛК			Формат А2		

Копіював

Формат А2

Листів всього 1
Листів у даній частині 1
Всього сторінок 1
Листів у даній частині 1
Листів всього 1

ВНТУ Матеріалознавство