

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра галузевого машинобудування

Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему: ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ
ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ МАТЕРІАЛІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
ВІДНОВЛЕННЯ ДИСКІВ ТИПУ «МАТОЧИНА»

Виконав: студент 2 курсу, групи 13В-23м
спеціальності 132 – «Матеріалознавство»

(шифр і назва спеціальності)

Владислав ГЛУШКО

(прізвище та ініціали)

«14» 12 2023 р.

Керівник: д.т.н., проф. Валерій САВУЛЯК

(прізвище та ініціали)

«14» 12 2023 р.

Опонент: Д. В. Борисюк

(прізвище та ініціали)

«15» 12 2023 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ГМ

д.т.н., проф. Леонід ПОЛЩУК

«14» вересня 2023 р.

Вінниця - 2023 р.

Вінницький національний технічний університет
 Факультет Машинобудування та транспорту
 Кафедра Галузевого машинобудування
 Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
 Галузь знань – 13 Механічна інженерія
 Спеціальність – 132 – Матеріалознавство
 Освітньо-професійна програма – Інтелектуальні технологічні системи в інженерії поверхні

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри ГМ

Л. Поліщук
 Леонід ПОЛІЩУК
 «18» вересня 2023 року

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Глушку Владиславу Олександровичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ МАТЕРІАЛІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ВІДНОВЛЕННЯ МАТОЧИНИ КОЛЕСА ЧЕРВ'ЯЧНОГО

керівник роботи д.т.н., проф. Валерій САВУЛЯК

затверджені наказом вищого навчального закладу від «18» вересня 2023 року № 247

2. Термін подання студентом роботи «14» грудня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи:

Робоче креслення маточини колеса черв'ячного, програма відновлення N = 500шт.

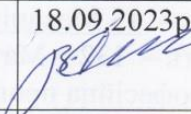
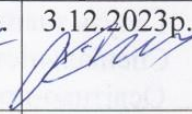

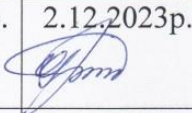
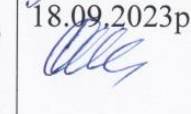
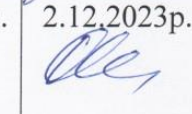
4. Зміст текстової частини:

1 Дослідницька частина 1.1 Дослідження процесу формування покриття напилюванням. 2. Технологічна частина: розробка технології відновлення маточини колеса черв'ячного. 3. Конструкторська частина. 4. Економіка виробництва. 5. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях. 6. Розробка ТЗ на проект.

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

1.Робоче креслення маточини. 2. Ремонтне креслення маточини колеса черв'ячного. 3. Технологічний процес відновлення маточини колеса черв'ячного. 4. Установка з ЧПК для відновлення деталей. 5. 3-Д модель маточини колеса черв'ячного. 6. Обертач для нанесення покриттів на маточину. 7. Базовий вузол з деталлю, що відновлюється.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

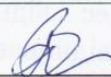
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	Валерій САВУЛЯК, д.т.н., проф., кафедри ГМ	18.09.2023р. 	3.12.2023р. 
Економіка виробництва	Олена РАТУШНЯК, к.е.н., доц., кафедри ЕПВМ	18.09.2023р. 	2.12.2023р. 
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Софія ДЕМБІЦЬКА, д.п.н., доцент, Олег БЕРЕЗЮК, д.т.н., проф. кафедри БЖД та ПБ	18.09.2023р. 	2.12.2023р. 

7. Дата видачі завдання « 18 » вересня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Формування та затвердження теми магістерської кваліфікаційної роботи (МКР)	25.09.23 р.	
2	Виконання спеціальної частини МКР. Перший рубіжний контроль виконання МКР	26.10.2023 р.	
3	Виконання спеціальної частини МКР. Другий рубіжний контроль виконання МКР	30.11.23 р.	
4	Виконання розділу «Економіка виробництва»	24.11.23 р.	
5	Виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	25.11.23 р.	
6	Попередній захист МКР	10.12.23 р.	
7	Нормоконтроль МКР	17.12.23 р.	
8	Опонування МКР	18.12.2023 р.	
9	Захист МКР	20.12.2023 р.	

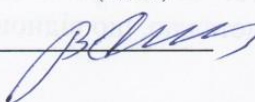
Студент



 (підпис)

Владислав ГЛУШКО

Керівник проекту



Валерій САВУЛЯК

АНОТАЦІЯ

УДК 621.669

Владислав ГЛУШКО. Вибір та обґрунтування з використанням програмних продуктів матеріалів та технологій відновлення дисків типу «маточина».

Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 132 – Матеріалознавство, освітня програма – Інтелектуальні технологічні системи в інженерії поверхні. Вінниця: ВНТУ, 2023. 136 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 31 назв; рис.: 67; табл. 24.

У магістерській кваліфікаційній роботі представлено технологічний процес відновлення та зміцнення дисків типу «маточин» на основі технологічних засад підвищення якості робочих поверхонь. В роботі наведено: дослідження впливу параметрів частинок і мікрорельєфу поверхні на формування фізичної площі контакту при холодному газодинамічному напиленні; дослідження динаміки частинок в плазмовому потоці перед поверхнею твердого тіла; дослідження залежності площі контакту від параметрів частинок і мікрорельєфу поверхні; розробка технології відновлення і зміцнення деталей; автоматизація процесу нанесення покриття; техніко – економічне обґрунтування доцільності технології відновлення маточини колеса черв'ячного; дефектування поверхонь чавунної маточини колеса черв'ячного; розрахунок кількості переходів на механічну обробку за допомогою прикладних програм; формування маршруту технологічного процесу відновлення деталі; оцінювання комерційного потенціалу розробки; розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності.

У розрахунково-конструкторській частині розроблена установка з числовим програмним керуванням на базі вузлів компанії «Festo».

У технологічній частині розроблений технологічний процес відновлення зношених поверхонь чавунної маточини колеса черв'ячного.

Графічна частина виконана на 6 плакатах. У розділі охорони праці розроблені питання безпеки роботи працівників.

Ключові слова: напилювання, технологія відновлення, комп'ютерне 3-D моделювання, автоматизоване проектування.

ABSTRACT

UDC 621.669

Vladyslav GLUSHKO. Selection and justification using software products of materials and technologies for the recovery of discs of the "hub" type.

Master's thesis on specialty 132 - Materials science, educational program - Intelligent technological systems in surface engineering. Vinnytsia: VNTU, 2023. 136 p.

In Ukrainian speech. Bibliography: 31 titles; Fig.: 67; table: 24.

The master's qualification thesis presents the technological process of restoring and strengthening hub-type discs based on the technological principles of improving the quality of working surfaces. The paper presents: the study of the influence of particle parameters and surface microrelief on the formation of the physical contact area during cold gas-dynamic sputtering; study of the dynamics of particles in a plasma flow in front of the surface of a solid body; study of the dependence of the contact area on the parameters of the particles and the microrelief of the surface; development of technology for restoration and strengthening of parts; automation of the coating process; technical - economic justification of the expediency of the worm wheel hub restoration technology; defecting of the surfaces of the cast iron hub of the worm wheel; calculation of the number of transitions to mechanical processing using application programs; formation of the route of the technological process of part recovery; assessment of the commercial potential of the development; calculation of the effectiveness of investments and their payback period.

In the calculation and design part, an installation with numerical software control was developed based on the nodes of the "Festo" company.

In the technological part, a technological process of restoring the worn surfaces of the cast iron hub of the worm wheel has been developed.

The graphic part is made on 6 posters. In the labor protection section, issues of employee safety have been developed.

Key words: filing, restoration technology, computer 3-D modeling, automated design.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 СУЧАСНИЙ СТАН НАУКОВОЇ ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ.....	13
2 ДОСЛІДЖЕННЯ, НАПРАВЛЕНІ НА ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ДИСКІВ ТИПУ «МАТОЧИНА».....	19
2.1 Вплив параметрів частинок і мікрорельєфу поверхні на формування фізичної площі контакту при холодному газодинамічному напиленні.....	19
2.2 Динаміка частинок в гетерогенному плазмовому потоці перед поверхнею твердого тіла.....	23
2.3 Залежність фізичної площі контакту від параметрів частинок і мікрорельєфу поверхні.....	23
2.4 Комбінована технологія відновлення і зміцнення деталей	34
2.5 Висновки.....	38
3 РОЗРОБКА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ МАТОЧИНИ.....	39
3.1 Аналіз конструкції та використовуваних матеріалів колеса черв'ячного.....	39
3.2 Перелік дефектів деталі.....	42
3.3 Формування маршруту технологічного процесу відновлення маточини колеса черв'ячного.....	46
3.4 Розрахунок попередньої механічної обробки.....	52
3.5 Розрахунок та призначення режимів електродугового наплавлення....	60
3.6 Розрахунок режимів механічної обробки після відновлення.....	64
3.7 Висновки.....	72
4 ПРОЕКТУВАННЯ КОМПЛЕКСУ ОБЛАДНАННЯ З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ.....	74
Спосіб відновлення та обладнання.....	74

4.2 Розрахунок та призначення режимів нанесення покриття.....	76
Створення конструктивної схеми установки автоматизованого відновлення.....	78
4.4 Визначення способу закріплення деталі.....	78
4.5 Розрахунок масо центрових характеристик (МЦХ) деталі та пристрою її закріплення.....	79
4.6. Розрахунок маси пристрою для розпилювання.....	81
4.7 Розрахунок та вибір виконавчих механізмів установки для автоматизованого відновлення деталей.....	81
4.8 Робоче місце і вимоги техніки безпеки.....	92
Висновки.....	93
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	94
5.1Проведення комерційного та технологічного аудиту науково-технічної розробки.....	95
5.2 Визначення рівня конкурентоспроможності розробки.....	95
5.3 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи.....	100
5.4 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки...	103
6 ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	113
6.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи.....	118
6.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	119
6.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	121
Загальні висновки.....	127
Список використаних джерел.....	137
Додаток А (обовязковий) Технічне завдання.....	144
Додаток Б (обовязковий) Комплект документів.....	146
Додаток В (обовязковий) Графічна частина.....	144
Додаток Г (обовязковий) Специфікації	
Додаток Д (обовязковий) Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень.....	

ВСТУП

Актуальність дослідження. З кожним роком в українській машинобудівній та металургійній промисловостях загострюється питання щодо економії сировини та енергоресурсів на виготовленні нових або відновлення зношених деталей, конструкції, тощо. Україна багата на родовища залізної та інших руд. Але розширення кількості шахт, кар'єрів, для їх видобування зменшують запаси прісної води (на чорну металургію припадає близько 20 % усього використання прісної води промисловістю), забруднюють атмосферу викидами пилу, із сільськогосподарського обігу вилучають тисячі гектарів родючих земель. Для сучасного підприємства, вигідніше відновити спрацьовані деталі, тим самим продовжити час їх експлуатації, чим витратити кошти на купівлю нових. Але не всі методи відновлення економічно вигідні. Кожна деталь, конструкція, потребує попереднього аналізу для вибору правильного способу відновлення в залежності від службового призначення, умов використання, тривалості корисної роботи, тощо.

Використання різних методів відновлювання зношених деталей дозволяє значно знизити витрати природних запасів сировини та дозволяє зробити її дешевшою економічно і зменшити шкоду навколишньому середовищу.

Чавунна маточина колеса черв'ячного є деталлю з досить точними робочими поверхнями, що потребують відновлювання після зносу. Обираючи метод для нанесення покриття для такої деталі, потрібно врахувати необхідність надання відновлюваним поверхням антифрикційних властивостей, при цьому уникати перегріву. Метод відновлення повинен забезпечувати велику продуктивність процесу нанесення покриття та малу затрату матеріалів, які наноситимуться. Саме тому для відновлення таких деталей високопродуктивним методом є холодне газодинамічне напилювання. Відновлювання холодним газодинамічним методом напилювання дозволяє надавати зношеним поверхням антифрикційних,

антикорозійних властивостей, заповнити тріщини, канавки, відновлювати посадочні місця під підшипники. Так як температура нанесених частинок не перевищує температури їх плавлення, а консолідація та утворення міжмолекулярних зв'язків з підкладкою забезпечуються завдяки великим швидкостям польоту частинок – даний метод не призведе до перегріву, жолоблення та виникнення внутрішніх напружень в тілі деталі.

Одним з відомих недоліків даного методу порівняно з іншими є можливість нанесення покриттів тільки з відносно пластичних металів (мідь, алюміній, цинк, нікель та ін.).

Таким чином, розглядаючи властивості холодного газодинамічного напилювання з наступним його мікродуговим окисдуванням, його переваги та недоліки, враховуючи можливість отримання якісного покриття, магістерська кваліфікаційна робота «ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ МАТЕРІАЛІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ВІДНОВЛЕННЯ МАТОЧИНИ КОЛЕСА ЧЕРВЯЧНОГО», яка присвячена застосуванню цього методу для відновлення зношених поверхонь маточини, являється актуальною для машинобудівної і інших галузей промисловості України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана відповідно до тематики спеціальності «Матеріалознавство» Вінницького національного технічного університету. Висновки і пропозиції магістерської кваліфікаційної роботи можуть бути використані в навчальному процесі та для держбюджетних науково-дослідних та інших дослідницьких робіт.

Мета і задача дослідження. Метою даної роботи є реалізація процесів нанесення покриттів для відновлення деталей машин методами, що забезпечують мінімум термічних деформацій.

Для досягнення поставленої мети сформульовано такі основні задачі:

1) розробка установки та дослідження процесів холодного газодинамічного напилювання покриттів на деталі типу маточини;

2) досягнення стабільності та зносостійкості поверхневих шарів, нанесених порошковими матеріалами холодним газодинамічним напилюванням;

3) аналіз службового призначення деталі;

4) визначення типу ремонтного виробництва;

5) дефектування поверхонь чавунної маточини колеса черв'ячного;

6) вибір та технічне обґрунтування методів відновлення поверхонь деталі;

7) обґрунтування витрат матеріалу для нанесення покриттів;

8) розрахунок кількості переходів на механічну обробку;

9) розрахунок припусків та режимів механічної обробки з використанням прикладних програм;

10) формування маршруту технологічного процесу відновлення деталі;

11) вибір раціонального режиму напилювання для отримання зносостійких покриттів із заданими експлуатаційними властивостями;

12) проектування устаткування з числовим програмним керуванням.

Об'єкт дослідження. Закономірності процесів нанесення покриттів Технологічний процес відновлення зношених робочих поверхонь деталей типу маточини.

Предмет дослідження. Процес нанесення покриттів холодним газодинамічним напилюванням з наступним мікродуговим окисдуванням та його реалізація в технологічному процесі відновлення зношених робочих поверхонь деталей типу маточина.

Методи дослідження. Методичною і теоретичною базою досліджень є основні положення теорії відновлення поверхонь методом нанесення зносостійких покриттів, створена розрахункова схема для визначення швидкості частинок під час напилювання. Експериментальні дослідження виконувались в лабораторних умовах з використанням стандартного обладнання та розробленого і виготовленого обладнання. Математична

обробка результатів дослідження виконувалась з використанням існуючого прикладного програмного забезпечення.

Науково-практичне значення одержаних результатів

- встановлено що міцність зчеплення напиленого газодинамічного покриття залежить від фізичної площі його контакту з деталлю;
- фізична площа контакту між покриттям та деталлю при холодному газодинамічному напилюванні залежить від параметрів частинок і мікрорельєфу поверхні.
- спроектовано розпилювач газодинамічного напилювання для деталей типу маточина;
- розроблено установку з числовим програмним керуванням, яка здатна значно підвищити якість процесу відновлення робочих поверхонь деталі;
- розроблено технологічний процес відновлення чавунної маточини колеса черв'ячного, який значно знижує собівартість робіт;
- розроблена комбінована технологія відновлення рекомендується до впровадження на ремонтно-технічних підприємствах і цехах, що займаються відновленням зношених деталей. Прогнозоване збільшення ресурсу відновлених і зміцнених деталей складає близько 100-150% по відношенню до нових деталей;
- економічний ефект від впровадження модернізованого маршруту відновлення деталей забезпечує темп окупності вкладень у реалізацію проекту інвестицій, що становить 1,4 роки.

Особистий внесок здобувача.

Автором самостійно проведені дослідження з формування фізичної площі контакту від параметрів частинок і мікрорельєфу поверхні при холодному газодинамічному напиленні. Вперше встановлено закономірності формування фізичної площі контакту від параметрів частинок і мікрорельєфу поверхні при холодному газодинамічному напиленні. Результати наукової

роботи магістерської кваліфікаційної роботи опублікована в 2 тезах наукових конференцій.

Публікації.

Положення і результати магістерської кваліфікаційної роботи викладена у роботі:

«Підвищення якості відновлення чавунних деталей автомобілів з нанесенням покриттів холодним газодинамічним напилюванням» /В.І. Савуляк, В.А. Глушко // Тези доповідей II міжнародної інтернет-конференції «Проблеми довговічності матеріалів, покриттів та конструкцій» 10.19.2015 р, С.349.

2. Глушко В. А. Дослідження схоплювання матеріалів під час тертя ковзання//В.А. Глушко, Шаргородський К.С., Савуляк В.І./ Матеріали XLX Науково-технічної конференції факультету машинобудування та транспорту – Вінниця : ВНТУ. – 2021. Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2021/paper/view/3222/2549>

Структура і обсяг магістерської кваліфікаційної роботи. Магістерська кваліфікаційна робота складається із вступу, 6 розділів, висновків, переліку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи 151 сторінка, у тому числі 95 сторінок машинописного тексту, 67 рисунків і 27 таблиці, перелік використаних джерел із 31 найменування, додатки на 18 сторінках.

1 СУЧАСНИЙ СТАН НАУКОВОЇ ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

Багато корпусних деталей автомобільної техніки виготовляють із сірого, ковкого і високоміцного чавуну. Так, з сірого чавуну виготовляють блоки циліндрів, картера коробок передач і роздавальних коробок, корпуси насосів та інші деталі. З ковкого чавуну - маточини коліс, картера редукторів провідних мостів, рульових механізмів і т. д. Колінчасті, розподільчі та ін. деталі виготовляють з високоміцного чавуну. Характерними дефектами цих деталей є тріщини, пробоїни, відколи, пошкодження різьби в отворах, знос робочої поверхні. Вони усуваються в основному зварюванням і наплавленням. Наявність значного вмісту в чавуні вуглецю і низька його в'язкість викликають певні труднощі при відновленні деталей з цього матеріалу: відбілювання шва в результаті швидкого охолодження наплавленого металу. При швидкому охолодженні вуглець не встигає виділитися у вільному стані у вигляді графіту і залишається в хімічно зв'язаному стані у вигляді цементиту. Шов виходить твердий, крихкий і не піддається обробці; виникнення великих внутрішніх напружень і тріщин в зоні зварювання при нерівномірному нагріванні або охолодженні деталі; виникнення пор і раковин, викликаних утворенням при зварюванні чавуну тугоплавких оксидів, що створюють на поверхні розплавленого металу тверду плівку, яка ускладнює вихід газів; високою рідкотекучістю чавуну в розплавленому стані і швидким переходом з рідкого стану в твердий [3].

Щоб уникнути появи тріщин і відбілювання чавуну при зварюванні застосовують такі технологічні заходи: вибір оптимальних температурних режимів і попередження перегріву зони зварювання шляхом застосування зворотної полярності, зменшення часу безперервного горіння дуги; зниження внутрішніх напружень в зоні зварювання шляхом зменшення об'єму наплавленого металу, проковування шва в гарячому стані, зменшення швидкості охолодження; правильний вибір способу зварювання. Для

отримання якісного шва необхідно правильно підготувати під зварювання (наплавлення) дефектне місце деталі – поверхню в зоні тріщини очистити до блиску, кінці тріщини при товщині деталі більше 5 мм засвердлити свердлом діаметром 3...4 мм. Зварювання чавунних деталей може виконуватися без підігріву (холодним способом), з місцевим або загальним підігрівом і гарячим способом, який передбачає нагрівання деталі (в печі або іншим способом) до температури 650...680 °С. Гарячий спосіб забезпечує високу якість зварювання, але він складний і застосовується головним чином при відновленні складних корпусних деталей на авторемонтних підприємствах. Холодний спосіб простіше і широко застосовується для відновлення деталей.

Електродугове зварювання чавунних деталей проводиться постійним струмом зворотної полярності (деталь з'єднується з негативним полюсом зварювального генератора, а електрод – з позитивним), короткими ділянками, зворотноступінчастим способом. Для забезпечення достатньої міцності і хорошій оброблюваності наплавленого металу холодне зварювання рекомендується здійснювати: електродами МНЧ-1 (63% Ni + 37% Cu) зі спеціальним фтористо-кальцієвим покриттям або залізо-нікелевими електродами типу ЖНБ; електродами ЦЧ-4, що представляють собою зварювальний дріт Св-08 або Св-08А з фтористо-кальцієвим покриттям, що містить титан або ванадій, якого в наплавленій метал переходить до 9,5 %.

Перед зварюванням рекомендується підігрівати деталь до 150...200 °С, а після накладання валиків відразу ж їх проковувати; електродами ОЗЧ-1, що є мідним електродним дротом з фтористо-кальцієвим покриттям, що містить залізний порошок.

Після зварювання кожен ділянку необхідно проковувати і продовжувати її після охолодження шва до 50...60 °С.

Шви, що вимагають герметичності, проковують або замазуються епоксидними пастами.

Газове зварювання чавуну кольоровими сплавами без підігріву деталі виконують у поєднанні з дуговим зварюванням і широко застосовують у

ремонтному виробництві для зварювання тріщин на оброблюваних поверхнях корпусних деталей. Присадний матеріал – латунь Л62. Температура плавлення латуні нижче температури плавлення чавуну (880...950 °С), тому її можна застосовувати для зварювання, не доводячи чавун до плавлення і не викликаючи в ньому особливих структурних змін і внутрішніх напружень.

Використання цього процесу дозволяє отримувати зварювальні шви щільні, які легко піддаються обробці. Обробка швів ведеться напилками або абразивними кругами із застосуванням механізованого інструменту.

Відновлення чавунних деталей зварюванням пов'язане зі значними труднощами, які зумовлені, насамперед, схильністю чавуну до відбілювання в процесі зварювання, а також різким переходом металу з твердого стану в рідкий при нагріванні і, навпаки, з рідкого в твердий при охолодженні. Якщо не застосувати спеціальних заходів, шов може розірватися. [1]

При розробці технології відновлення чавунних деталей зварюванням слід мати на увазі, що в процесі зварювання із-за високого місцевого нагріву, швидкого охолодження і усадки в металі виникають значні внутрішні напруження, які можуть призвести до появи тріщин. При швидкому охолодженні, крім усадки, відбувається відбілювання чавуну, шов виходить пористим. Вибілений чавун характеризується високою крихкістю і твердістю, що знижує міцність шва і ускладнює механічну обробку. Для попередження цих небажаних явищ при зварюванні чавунних деталей застосовують відповідні електроди і флюси.

Гаряче зварювання чавуну можливе як ацетилено-кисневим полум'ям, так і електричної дугою [5]. Гарячий спосіб зварювання застосовується для відновлення чавунних деталей складнішої конфігурації. Місцевий нагрів служить для більш рівномірного розподілу тепла [6].

Ефективним способом відновлення сталевих і чавунних деталей машин, що працюють при малих навантаженнях, є спосіб наплавлення в потоці повітря, що подається в дугу електрода концентрично щодо його осі. Цей спосіб відрізняється простотою і дає можливість отримання щільних шарів

наплавлюваного металу. При відновленні чавунних деталей мінімальна глибина проплавлення основного металу становить 0,7 – 0,9 мм. Це дозволяє використовувати в якості електрода дріт марки Св.

Для вирішення проблем, що стосуються у якості продукції широко застосовують такі методи, як: причинно-наслідкова діаграма та схема процесу (маршрут обробки).

Розглянемо причинно-наслідкову діаграму (діаграма “риб’ячих кісток” або діаграма Іссікави).

Причинно - наслідкова діаграма (рис. 1.1) застосовується тоді, коли потрібно дослідити і зробити всі можливі причини визначених проблем та умов якості чавунної маточини колеса черв’ячного. Ця діаграма добре показує співвідношення між наслідком, результатом і різними причинами, що впливають на них.

Наслідок, результат чи проблема позначаються на правій стороні діаграми, а головні дії або “причини” перелічуються на лівій стороні.

Така діаграма надає можливість виявити ключові взаємозв'язки між різними факторами та більш достеменно зрозуміти досліджуваний процес. Діаграма сприяє визначенню головних чинників, які спричиняють найзначніший внесок до проблеми, що розглядається, та попередженню або усуненню їх впливу.

Схема знаходить широке застосування при розробленні нової продукції, з метою виявлення потенційних факторів, дія яких викликає спільний ефект.

Даний метод дозволяє:

- розбити проблеми на частини;
- показати, як взаємодіють різні причини, за допомогою побудови ієрархії цих причин;
- подати багато причин графічно.

Побудована діаграма включає такі етапи:

- вибір результативного показника, що характеризує якість виробу (процесу і т.д);
- вибір головних причин, що впливає на показник якості. Їх необхідно помістити в прямокутники (“великі кістки”);
- вибір вторинних причин (“середні кістки”), що впливають на головні;
- вибір (опис) причин третинного порядку (“дрібні кістки”), що впливають на вторинні;
- ранжирування факторів за їх значимістю і виділення найбільш важливих.

Згідно побудованої діаграми Ісікави відносно якості чавунної маточини колеса черв'ячного можна зробити висновки, що на якість відновлення чавунної маточини колеса черв'ячного впливає:

- - сировина з якої виготовлена деталь;
- - технологія відновлення;
- - обладнання на якому відбувається процес відновлення;
- - похибка налагодження обладнання;
- - знос пристроїв

Але основними показниками якості відновлених робочих поверхонь чавунної маточини є якісні характеристики відновленої поверхні:

- міцність зчеплення покриття з основою;
- твердість відновленої поверхні
- зносостійкість відновленої поверхні.

Це ті фактори, які розглядаються при виконанні даної роботи.



Рисунок 1.1 - Причино – наслідкова діаграма Ісікави забезпечення якості для чавунної

маточини колеса

2 ДОСЛІДЖЕННЯ, НАПРАВЛЕНІ НА ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ЧАВУННИХ МАТОЧИН ЧЕРВ'ЯЧНИХ КОЛІС

2.1 Вплив параметрів частинок і мікрорельєфу поверхні на формування фізичної площі контакту при холодному газодинамічному напиленні

При вирішенні різних проблем в умовах холодного газодинамічного напилення (ХГДН), перевагою якого є можливість формувати складні з'єднання змінного складу з достатньою швидкістю і відповідною стехіометрією, останнім часом значна увага приділяється питанням вивчення механіки і фізики таких багатофазних систем.

Дані дослідження проводяться за декількома напрямками [7, 10]:

- формування та переміщення стаціонарного газового потоку, а також багатофазного потоку, в якому несуча (газоподібна) фаза і дискретна фаза (тверді, високопластичні або розплавлені частинки) мають один і той же напрям свого руху;

- фізико-хімічні процеси в потоці двофазного середовища, коли в процесі сумісного руху обидві компоненти гетерогенної системи обмінюються енергією і імпульсом, що і обумовлює процес осадження частинок;

- ударна взаємодія частинок з поверхнею твердого тіла і формування міцних фізичних та хімічних зв'язків.

Проте, саме завершальна третя стадія є важливим етапом створення функціонального покриття, яка у свою чергу визначається передісторією формування двофазного потоку. Осадження частинок на поверхню твердого тіла може привести, з одного боку, до їх прилипання і зникнення з потоку, а, з іншого боку, до ерозії поверхні [7].

Властивості покриттів залежать від безлічі чинників, але основні – це

швидкість і температура частинок на різній відстані від зрізу сопла розпилювального пристрою, а також в зоні контакту при ударі частинок.

Актуальним залишається питання, пов'язане з схематизацією явищ, на підставі чого можна побудувати модель всього процесу напилення.

Метою роботи є створення фізичної моделі ударної взаємодії з поверхнею твердого тіла частинок, що знаходяться в гетерогенному потоці в різному теплофізичному і структурному стані, визначення умов і параметрів формування міжфазної контактної зони, яка обумовлює певний рівень адгезії покриття до основи.

Для вирішення завдання формування функціонального покриття необхідно знати розташування меж самого газового струменя, закони зміни його швидкості і температури в різних напрямках і, перш за все, від вхідної площини сопла розпилювального пристрою. Розподілення швидкості і температури газових потоків по радіусу і по осі на зрізі сопла.

Газовий струмінь виходить з сопла і змішується з навколишнім нерухомим середовищем. При визначенні швидкості і температури струменя на різних відстанях від зрізу сопла розпилювального пристрою $V(x)$, $T(x)$ в струмені виділяються декілька ділянок. При цьому передбачається, що витікаючий газовий струмінь має ті ж фізичні властивості, що і навколишнє середовище. Принципова схема газового струменя показана на рисунку А 2.1.

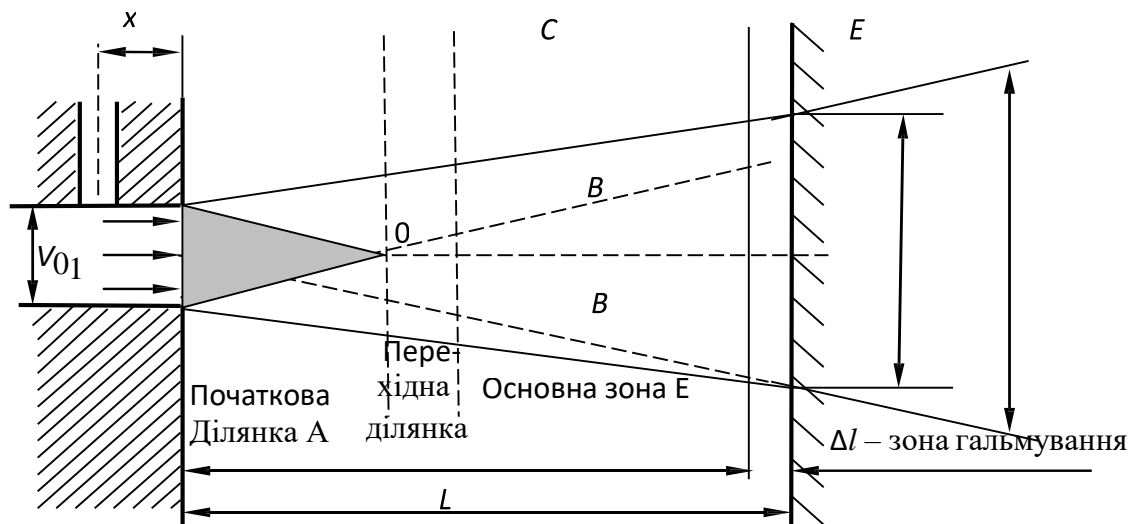


Рисунок 2.1 – Схема газового струменя при ХГН

З периферії сопла формується шар, в якому відбувається обмін кількості руху газу з нерухомим робочим тілом, що її оточує. Цей шар обмежується так званими зовнішніми (зона *C*) і внутрішніми краями (зона *B*). Внутрішні межі шару перетинаються в одній точці (точка *O*), через яку проходить перехідний перетин. Область, яка обмежена внутрішніми краями, називається ядром (зона *A*), де швидкість струменя постійна, при цьому параметри газового струменя (температура, теплоємність, газова стала) є постійними і співпадають із значеннями на зрізі сопла. Ділянка від торця сопла до перехідного перетину (точка *O*) називається початковою. Від перехідного перетину починається основна ділянка (зона *E*). Між початковою і основною ділянками існує перехідна ділянка, в якій відбувається безперервна зміна параметрів від їх початкових значень до значень в основній ділянці. На основній ділянці параметри газового потоку змінюються в поперечному перетині від їх осьових значень до значень в нерухомому середовищі на зовнішній межі струменя. Унаслідок перенесення кількості руху і тепла значення швидкості та температури на осі основної ділянки поступово зменшуються.

Після визначення геометричних параметрів можна з достатньою точністю розрахувати температурні та швидкісні параметри низькотемпературного газового струменя.

У таблиці 1 наведені формули, які можуть бути використані для розрахунків, згідно рисунку 2.1, де показано 5 струменевих зон, в межах яких в радіальному (r) і осьовому (x) напрямках визначаються параметри швидкості газових потоків. Ці дані отримані на підставі теоретичних і експериментальних досліджень [7].

Таблиця 2.1 – Профілі швидкості на різних ділянках газового струменя

Зона	Граничні умови	Швидкість
A	$0 \leq x \leq L^*d$ $0 \leq r \leq d/2 - x/2L^*$	$V_{r,x} = V_{0,0}$
B	$0 \leq x \leq L^*d$ $d/2 - x/2L^* \leq r \leq d/2 - x/2L^*$	$V_{r,x} = \frac{V_{0,0}}{2} \times$ $\times \left\{ 1 - \cos \left[\frac{\pi(r - d/2 - x/2L^*)}{x/L^*} \right] \right\}$
C	$0 \leq x \leq L^*d$ $r \geq d/2 + x/2L^*$	$V_{r,x} = 0$
D Канал	$x \geq L^*d$ $0 \leq r \leq x/L^*$	$V_{r,x} = \frac{V_{0,0}L^*d}{2x} \left[1 + \cos \left(\frac{\pi r L^*}{x} \right) \right]$
E	$0 \geq L^*d; r \geq \frac{x}{L^*}$ —	$V_{r,x} = V_{0,0}$

Осьову довжину зони змішування (x) можна визначити з виразу

$$x = d(1+C^*), \quad (2.1)$$

$$C^* = L^* Pr \sqrt{\frac{3000}{Re}}, \quad (2.2)$$

де d – діаметр сопла; Pr – число Прандтля в зоні змішування.; L^* – параметр Farstall, в даному випадку рівний 4 [7].

Число Рейнольдса Re визначається як

$$Re = \frac{dV_{0,0}}{\eta}, \quad (2.3)$$

де η – кінематична в'язкість газового потоку обчислюється при середній температурі на межі змішування струменів; $V_{0,0}$ – швидкість

газового струменя на торці сопла.

Отримані залежності дозволяють провести аналіз в багатофазному потоці і обчислити параметри, як самого газового потоку, так і частинок, що напилуються.

2.2 Динаміка частинок в гетерогенному плазмовому потоці перед поверхнею твердого тіла

З урахуванням певних допущень і аеродинамічних моделей для гетерогенних потоків всебічно розглянутий рух частинки в каналі сопла і в ядрі уздовж осі струменя, в початковій ділянці струменя, в зоні змішування початкової ділянки струменя, на осі основної ділянки для різних чисел Рейнольдса [5, 6].

Вважається, що частинка в потоці газу прискорюється за рахунок сил в'язкості і динамічного натиску. Для цього випадку запропонована фундаментальна система рівнянь Нав'є – Стокса, але вирішення цієї системи отримане лише для ряду окремих випадків при серйозних допущеннях [2, 10].

У потоці газу частинки можуть рухатися тільки за рахунок аеродинамічних сил, що виникають при обдуванні газом. Розглянемо рух одиночної частинки в газовому потоці, що має постійні значення щільності ρ , швидкості V і в'язкості η по всій ділянці від торця сопла розпилувального пристрою; всі частинки є сферами з діаметром d_p і щільністю ρ_p . Під впливом аеродинамічної сили F (сила опору середовища) частинка прискорюється в потоці газу з відносною швидкістю $w = V - v$. Знаючи коефіцієнт гідродинамічного опору C_D , можна знайти силу, що діє на частинку.

2.3 Залежність фізичної площі контакту від параметрів частинок і мікрорельєфу поверхні

Необхідною умовою для осадження покриття є певний ступінь

деформації мікрорельєфу і частинок, тому що в цьому випадку можлива реалізація міцних хімічних зв'язків між атомами основи і покриття [3, 10]. Пластична деформація і руйнування поверхневих шарів матеріалу матриці мають термоактиваційну природу. При розгляді процесу утворення фізичної площі контакту, від якої залежить міцність з'єднання, і при виведенні рівнянь необхідно враховувати одночасну дію таких чинників, як напруження (y), час (t), температура в зоні контакту (T), а також енергетичні чинники, відповідальні за процес деформації. Ступінь деформації мікрорельєфу залежить від кута падіння частинок, який у свою чергу обумовлює процентне співвідношення частинок, що падають і відбиваються у момент удару [4]. Для аналізу взаємодії двох тіл (основний матеріал – частинки) в умовах удару використовуємо підходи, що застосовуються при вирішенні контактних задач [11, 12]. Ударній дії піддаються поверхневі шари основи. Поверхня оброблюваного матеріалу моделюється набором мікровиступів довільної форми і висоти. При ударі частинки об поверхню відбувається деформація мікровиступів на певну величину, при цьому формується площа фізичного контакту F_{ϕ} [3]. Для визначення площі фізичного контакту використовуються положення і поняття про опорну криву, яка є залежністю зміни висоти мікровиступів, що деформуються, довільно розподілених по поверхні, від величини контактної площі, що збільшується у міру деформації мікровиступів та у міру збільшення їх кількості [12].

Опорна крива (рис.2.2) залежно від обробки поверхні є параболою відповідного порядку, яка з хорошим наближенням апроксимується прямою лінією ($H_{\max} - F_{\phi}$) [12]. На рис.2.2 деформація поверхні залежно від параметрів взаємодії відповідає величині $h = H_{\max} - x$.

Усередині трикутника розміщений об'єм матеріалу всіх мікровиступів, що беруть участь в деформації при ударі. За даною моделлю частинки мнуть одночасно певну кількість (ансамбль) мікровиступів.

При виведенні залежності фізичної площі контакту від параметрів

поток частинок, падаючих під певним кутом атаки α , передбачається, що всі частинки сферичні, мають однаковий радіус R_p , масу m_p і швидкість v .

Залежність фізичної площі плями контакту F_ϕ і швидкість її зміни F'_ϕ від величини відносної деформації мікрорельєфу $\varepsilon = \frac{H-x}{H}$ записуються як

$$F_\phi = \frac{\varepsilon}{1-\varepsilon} F_H, \quad (2.5)$$

$$F'_\phi = F_H \frac{1}{(1-\varepsilon)^2} \varepsilon', \quad (2.6)$$

де F_H – номінальна площа контакту (повна поверхня, що обробляється);

ε' – швидкість деформації.

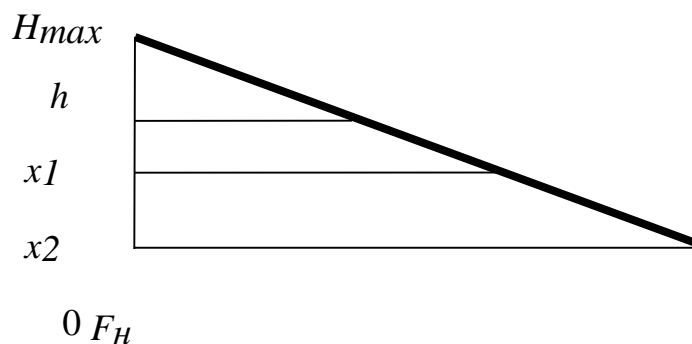


Рисунок 2.2 – Модель деформації поверхні основи і формування фізичної площі контакту через опорну криву

Процес зіткнення сфери з металевою поверхнею можна характеризувати простим співвідношенням для прикладеного навантаження, як це пропонується у ряді робіт [13, 14]

$$P = \pi\sigma_T h^2 \approx 2\pi\sigma_T R h = -m \frac{d^2 h}{dt^2}, \quad (2.7)$$

$$\frac{d^2 h}{dt^2} + \frac{2\pi\sigma_T R}{m} h = 0$$

де h – величина зминання; σ_T – границя текучості.

$$\varepsilon = \frac{V}{HZ} \sin Zt, \quad (2.8)$$

де $Z = \sqrt{2\pi R \sigma_T^0 / m}$; σ_T^0 – динамічна границя текучості, зазвичай рівна (3–5) σ_T оброблюваного матеріалу; H – поточне значення висоти мікровиступу. При цьому сила тиску на вершину мікровиступу складе

$$P(t) = V Z m \sin Zt. \quad (2.9)$$

В той же час фізична модель взаємодії повинна враховувати основні фізико-механічні характеристики поверхневих шарів, що визначають в першу чергу деформаційні та міцнісні властивості, такі як структуру, дислокаційну будову, параметри ґратки, температуру в контакті, міцність міжатомних зв'язків.

Припускаємо, що деформація поверхні здійснюється в процесі повзучості, тобто враховується час і температура, для чого використовуємо відому залежність для швидкості повзучості

$$\dot{\varepsilon} = B \sigma^n \exp\left(-\frac{E_a}{kT}\right), \quad (2.10)$$

де E – енергія активації процесу, що контролює швидкість деформації; B –

емпіричний коефіцієнт; n – коефіцієнт, залежний від властивостей основи.

Напруження у контакті з врахуванням того, що частинка падає під кутом β , має нормальну і тангенціальну компоненти. Нормальна компоненту, що відповідає за зминання матеріалу, запишеться для випадку удару одиночної частинки як

$$\sigma = \frac{P_a}{F_\phi} = \frac{P(t) \cos \alpha}{F_\phi} = \frac{Vm \sin \alpha \sin Zt}{F_\phi}, \quad (2.11)$$

Розв'язання рівняння (2.6) після відповідних підстановок і інтегрування прийме вигляд

$$F_\phi = B_1 (F_H B_2)^{\frac{n}{n+1}} \Phi(t) \sin \alpha (v N_{\text{час}} m Z)^{\frac{n}{n+1}} \exp\left(-\frac{E_a}{(n+1)kT}\right), \quad (2.12)$$

У рівнянні (2.12) $N_{\text{час}}$ – число частинок, що контактують в процесі удару з поверхнею; B_1, B_2 – експериментальні сталі; $n = 3-5,5$ для металів, в розрахунках прийняте $n = 4$;

У рівнянні (2.12) враховується, що повний час удару – контакту настає при

$$b = \frac{v}{HZ}. \quad (2.13)$$

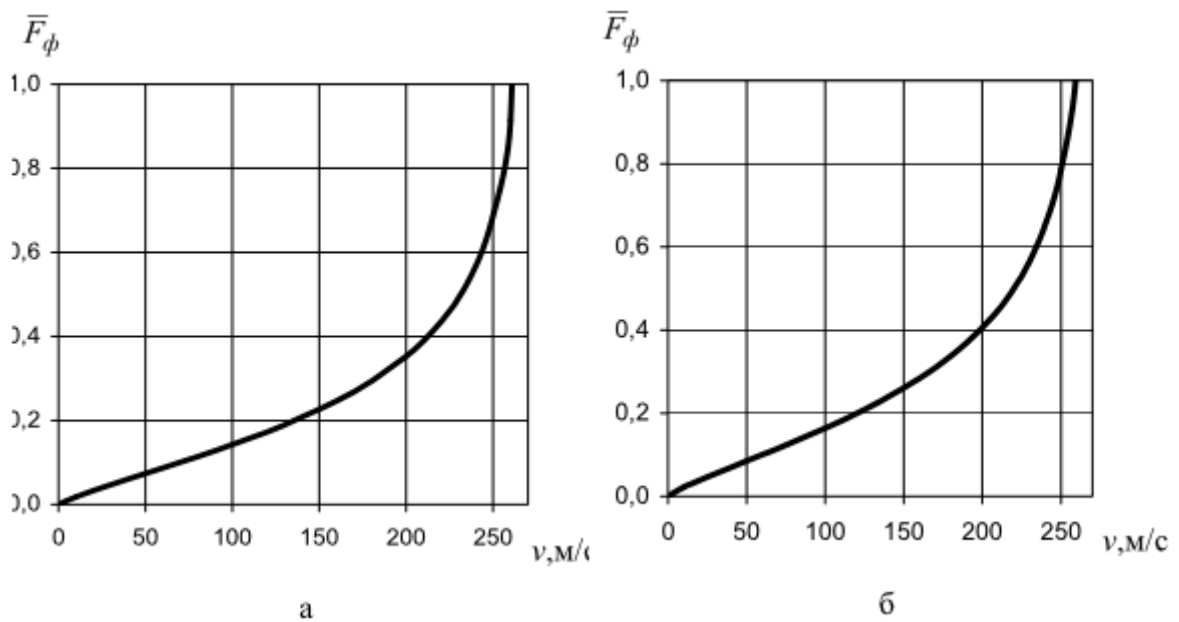
Задаючись різними параметрами частинок і мікрорельєфу поверхні, можна отримати важливу залежність відносної площі фізичного контакту залежно від швидкості падаючих частинок і часу удару, а також відповідну цій площі міцність зчеплення покриття з основою.

Відносна площа фізичного контакту залежить від швидкості, а також геометричних параметрів частинок ($d\mu$) і мікровиступів (H). На рис.2.3 а, б, в, г представлені типові рішення рівняння (2.12) для відносної площі фізичного контакту та відповідних режимів напилення.

З представлених на рис.2.3 теоретичних результатів витікає, що для

кожного режиму і параметрів напилення існує максимальна швидкість частинок, при якій відбувається повне змінання мікрорельєфу поверхні, тобто встановлюється фізична площа контакту, відповідна номінальній. На графіку (рис.2.3) цей момент відповідає значенню $F_\phi = 1$ при даній необхідній максимальній швидкості. Максимальна швидкість частинок, яка необхідна для повного змінання мікрорельєфу, залежить, крім того, від фізико – механічних властивостей взаємодіючих матеріалів.

На рис.2.4 представлені залежності максимальної швидкості, необхідної для повного змінання мікрорельєфу різної висоти, від відношення діаметру частинок до висоти мікрорельєфу $\frac{d_p}{H}$.



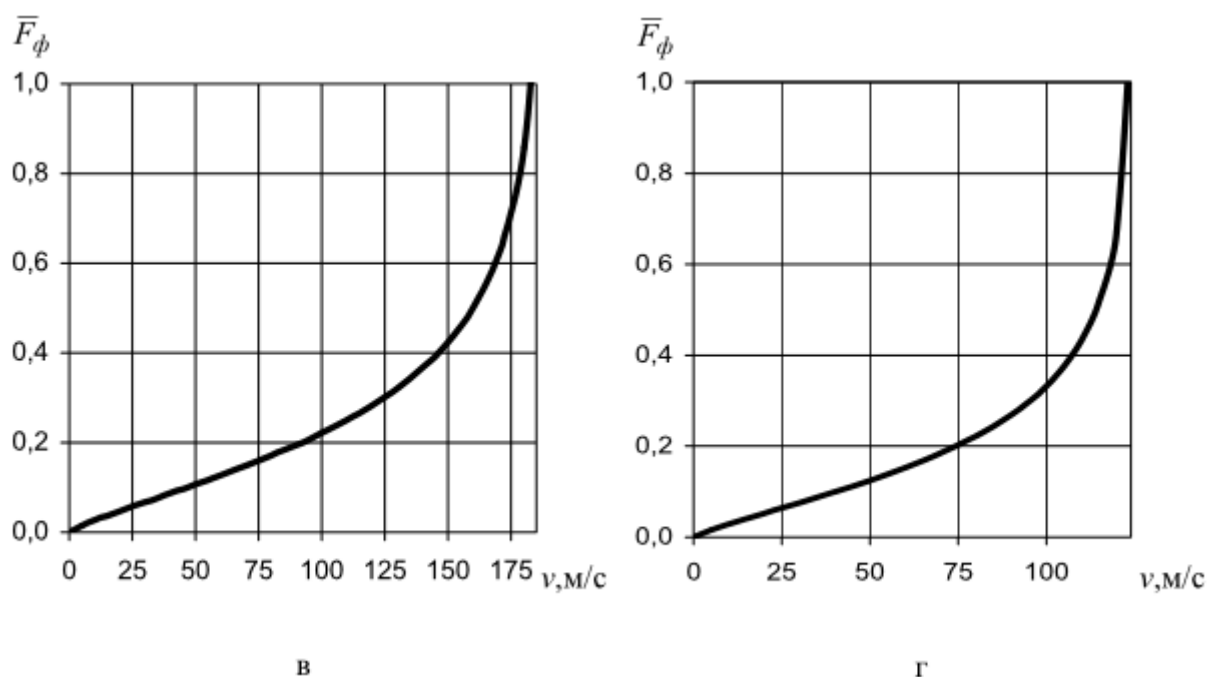


Рисунок 2.3 – Залежність відносної площі фізичного контакту від швидкості частинки та співвідношення її діаметра до висоти мікровиступів:

а) $d_q=4 \cdot 10^{-6}$, $H=4 \cdot 10^{-6}$; б) $d_q=8 \cdot 10^{-6}$, $H=8 \cdot 10^{-6}$; в) $d_q=20 \cdot 10^{-6}$, $H=14 \cdot 10^{-6}$; г)

$d_q=30 \cdot 10^{-6}$, $H=14 \cdot 10^{-6}$

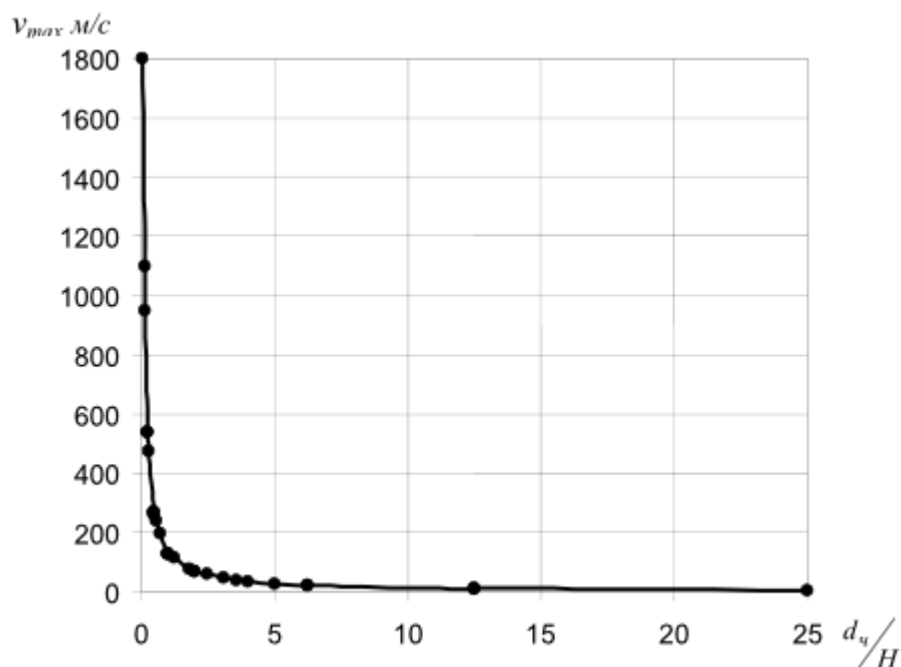


Рисунок 2.4. – Залежність необхідної максимальної швидкості від відношення діаметра частинки d_q до висоти мікровиступів H

Згідно з отриманими даними, можна констатувати, що з практичної точки зору розрахунки фізичної площі контакту за рівнянням (2.12) є найбільш коректними для певного співвідношення розмірів частинок і мікрорельєфу, таких як $\frac{d_q}{H} \leq 4$.

Знаючи параметри наплення і, перш за все швидкість частинок (рівняння 2.4–2.6), можна оцінити можливу площу контакту (рівняння 2.12), а по ній і міцність зчеплення.

Скористаємося висновками і рішеннями рівнянь (2.4–2.6), які приводять до залежності відносної швидкості частинки $\bar{v}_L = \frac{v_L}{V}$ у момент удару об поверхню від безрозмірної величини

$$\beta = \frac{L}{D_E}. \quad (2.14)$$

Дана залежність \bar{v}_L приведена на рис.2.5 для оцінних значень при умові відсутності приграничного шару у поверхні основи ($\Delta l = 0$), що має істотне значення для ультрадисперсних частинок і надзвукових швидкостей газового потоку.

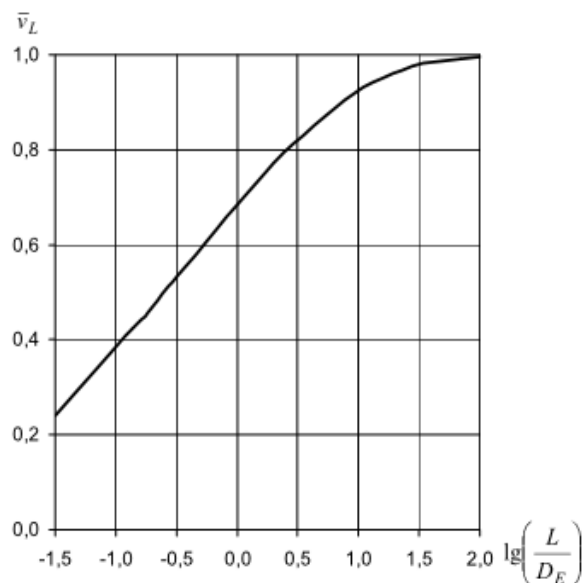


Рисунок 2.5. – Зміна відносної швидкості частинки у момент удару до поверхні

Знаючи швидкість газowego потоку V , обчислену за приведеною вище методикою (таблиця 2.1), виходячи з даних рис.2.5, визначаються швидкості частинок для конкретних режимів, а по ним, згідно з рішенням за рівнянням (2.12), представленим для прикладу на рис. 2.3, визначається фізична площа контакту F_{ϕ} .

Проведемо деякі оціночні розрахунки фізичної площі контакту F_{ϕ} для наступних режимів напильнення: швидкість потоку (результати моделювання процесу) і щільність газowego потоку $V=300\text{м/с}$, $\rho=1\text{кг/м}^3$, титома вага матеріалу частинки $\rho_{\text{ч}}=5800\text{ кг/м}^3$, дистанція напильнення $L=40\text{ мм}$.

Значення F_{ϕ}	для $\frac{d_{\text{ч}}}{H}$.
0,13	0,50
0,15...0,25	1,00
0,25...0,28	2,00

Частинки мають різні швидкості осадження залежно від їх розміру, а само покриття формується по товщині і по радіусу плями напильнення з частинок різного діаметру. Таким чином, на різних етапах формування шару покриття при певній дистанції напильнення L має місце нерівномірний розподіл частинок за розмірами, що обумовлене зміною співвідношення швидкостей частинок.

Максимальна деформація і відповідно максимальна площа фізичного контакту F_{ϕ} знаходяться у залежності від співвідношення розмірів частинок і висоти мікрорельєфу (параметрів мікрорельєфу).

Для оптимального режиму напильнення частинок відповідної фракції потрібне визначення швидкості цих частинок залежно від мікрорельєфу для забезпечення відповідної деформації. Для крупних частинок товщина ділянки гальмування не має істотного значення, на відміну від ультрадисперсних

частинок.

2.4 Комбінована технологія відновлення і зміцнення деталей

Досвід ремонтно – технічних підприємств показує, що в останні роки намітилася тенденція використання зміцнюючих технологій, які дозволяють значно підвищити відносну зносостійкість деталей і з'єднань.

Одним з таких методів є мікродугове оксидування (МДО). В даний час, воно застосовується в основному для зміцнення деталей, виготовлених з алюмінієвих сплавів і захисту їх від корозії. Мікродугове оксидування не дозволяє отримати покриття на деталях з залізвуглецевих сплавів. Цим способом також неможливо компенсувати знос деталей.

Проведені нами дослідження дозволили розробити і запропонувати ремонтному виробництву комбіновану технологію відновлення та зміцнення деталей, виготовлених із залізвуглецевих сталей і алюмінієвих сплавів.

Суть технології полягає в тому, що на початку на зношеній поверхні відновлюваної деталі «холодним» газодинамічним напиленням формують товстошарове алюмінієве покриття, а потім в цілях збільшення його зносостійкості і забезпечення необхідної довговічності зміцнюють мікродуговим оксидуванням.

Мета роботи полягала у проведенні досліджень адгезії та зносостійкості комбінованих покриттів, отриманих надзвуковим газодинамічним напиленням і зміцнених мікродуговим оксидуванням; розробці загальних рекомендацій для здійснення технології.

Результати досліджень. Для проведення досліджень були використані зразки, виготовлені з сплавів марок АК7, АК12, G-AlSi12 (Німеччина), а також з корозійностійкої сталі 12X18H10T. Нанесення порошкових матеріалів здійснювали комплектом для надзвукового газодинамічного напилення. В якості напилюваного матеріалу служив алюмінієвий порошок А-80-13.

Мікродугове оксидування зразків з напиленими покриттями проводили в електроліті типу «KOH-Na₂SiO₃».

Міцність зчеплення покриттів. Результати досліджень адгезії покриттів, отриманих ХГДН на алюмінієвих сплавах і корозійностійкої сталі, представлені на рис. 2.6.

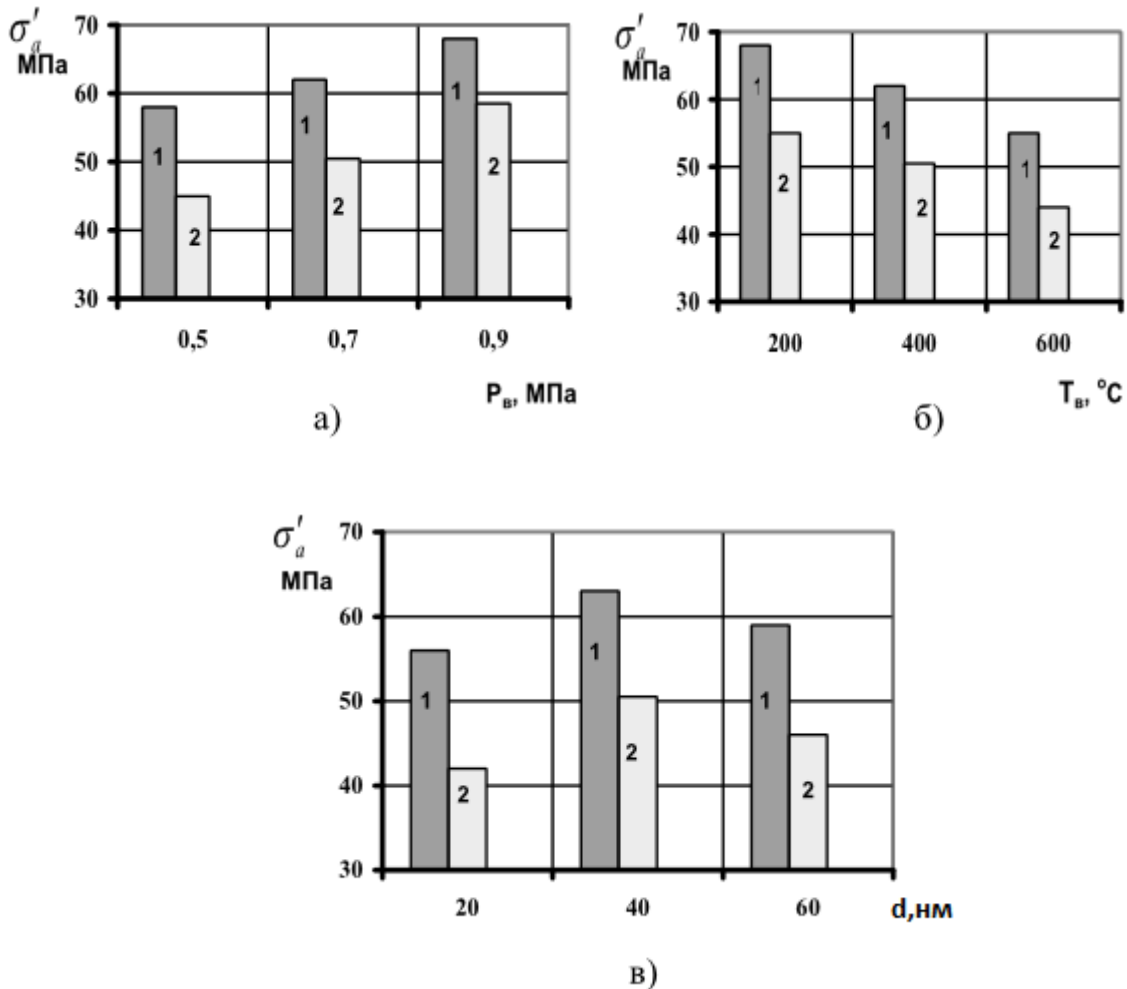


Рисунок 2.6 – Залежність міцності зчеплення покриттів від режимів ХГДН: а) від тиску повітря в напилювальному блоці (температура нагріву повітря (const) – 400⁰C); б) від температури нагріву повітря в напилювальному блоці (тиск повітря в напилювальному блоці (const) – 0,7 МПа); в) від фракції порошкового матеріалу (тиск повітря в напилювальному блоці – 0,7 МПа) 1 – алюмінієва основа; 2 – сталева основа

Встановлено, що для досягнення найбільшої адгезії покриттів при ХГДН, необхідно працювати на максимально можливих тисках повітря (рис. 2.6 а). При збільшенні тиску повітря в напилювальному блоці установки для ГДН зростає швидкість частинок напилюваного порошкового матеріалу. Так як до складу комбінованого алюмінієвого порошку входять тверді частинки оксиду алюмінію, це призводить до формування більш щільних покриттів з більш високою міцністю зчеплення.

Зі збільшенням температури нагріву повітря в блоці установки адгезійна міцність покриттів знижується (рис. 2.6 б). Можна припустити, що з підвищенням температури повітря збільшується термодинамічна активність напилюваних частинок. Тому на поверхні, що напилюються, будуть закріплюватися не лише частинки, що мають достатню кінетичну енергією для цього, але і частинки з меншою кінетичною енергією, але з вищою температурою.

Процес формування міцнозчеплених покриттів, реалізований при ХГДН, залежить також від фракції напилюваного порошкового матеріалу (рис. 2.6 в).

Для отримання покриттів з високою адгезією необхідно використовувати дрібну фракцію напилюваного порошкового матеріалу (≤ 60 мкм).

Якісне дослідження міцності зчеплення оксидо - керамічних покриттів, отриманих МДО в електроліті типу «КОН - Na_2SiO_3 » на напилених поверхнях, показали, що на контрольних зразках не спостерігалось здуття і відшарування покриттів, незалежно від режимів оксидування.

Зносостійкість покриттів. Порівняльні випробування комбінованих покриттів (ХГДН+МДО), отриманих на алюмінієвих сплавах, проводили на машині тертя за схемою «нерухомі зразки – рухомий диск». За еталон порівняння приймалися алюмінієві сплави без покриттів АК12, АК7ч, G-AlSi12 (Німеччина) і покриття, сформовані ХГДН без зміцнення МДО. Тривалість випробувань становила 20 годин.

Результати досліджень відображені на рис. 2.7 Встановлено, що зносостійкість комбінованих покриттів (ХГДН+МДО) приблизно в 7...7,5 разів

вище зносостійкості не зміцнених покриттів та в 5...6 разів вище за зносостійкість алюмінієвих сплавів.

Причини високої зносостійкості оксидно-керамічних покриттів, слід пов'язувати з їх структурним станом. Очевидно, що структурні модифікації оксиду алюмінію в покриттях утворюють між собою найбільш міцний тип міжмолекулярною зв'язку [1].

Загальні технологічні рекомендації. При «холодному» газодинамічному напиленні алюмінієву поверхню деталі, що підлягає відновленню, можна не піддавати абразивно-струминній обробці, так як за рахунок впливу високошвидкісного потоку твердих частинок, що містяться у порошковому матеріалі, можливе очищення м'якої поверхні від різних технічних забруднень і активація кристалічної ґратки матеріалу виробу. Для деталей, виготовлених із залізовуглецевих сталей застосування абразивно-струминної обробки, – обов'язково.

Напилення алюмінійвмісного порошкового матеріалу А-80-13 рекомендується проводити за допомогою установок для надзвукового ХГДН. За один прохід можна наносити шар порошку завтовшки 0,05...0,15 мм. При цьому міцність зчеплення покриттів на алюмінієвій основі складе 55...65 МПа, на сталевій – 45...50 МПа.

Мікродугове оксидування рекомендується здійснювати в електроліті типу «КОН- Na_2SiO_3 », наступного складу: КОН – 2,9...3,6 г/л, Na_2SiO_3 – 4...6 г/л. Для цих же цілей можна також використовувати електроліт типу «КОН - H_3BO_3 » [2]. Щільність струму при МДО повинна становити 15...20 А/дм², тривалість обробки – не менше 100...120 хв [1]. При цьому, товщина зміцненого оксидно – керамічного шару, отриманого на напиленій поверхні, складе не менше 0,12 ... 0,16 мм.

Необхідно зазначити, що з метою збереження високих міцнісних характеристик покриттів, отриманих ХГДН і зміцнених МДО, товщина перехідної зони між основою і зміцненим МДО шаром покриття, повинна бути

не менше 70...100 мкм. В якості прикладу на рисунку 2.8 а і 2.8 б представлені наконечник центробіжного молочного насосу і плунжер гомогенізатора, які пройшли всі етапи технологічного процесу відновлення і зміцнення.

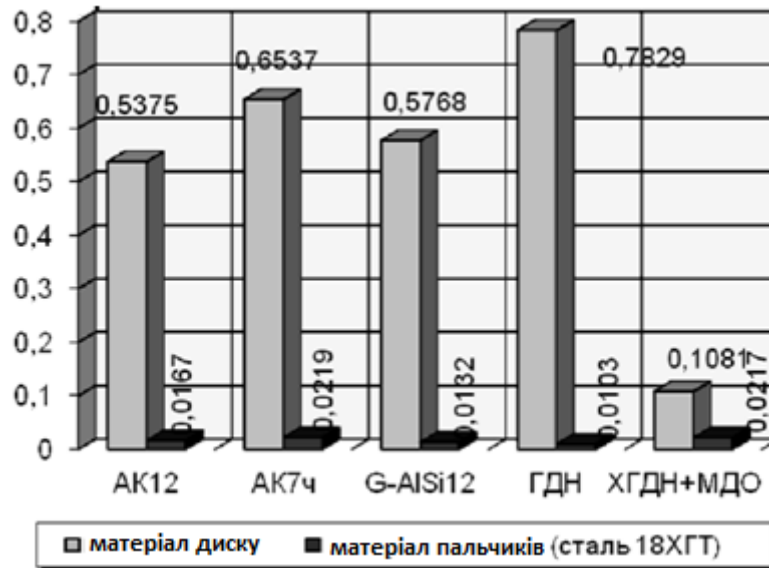
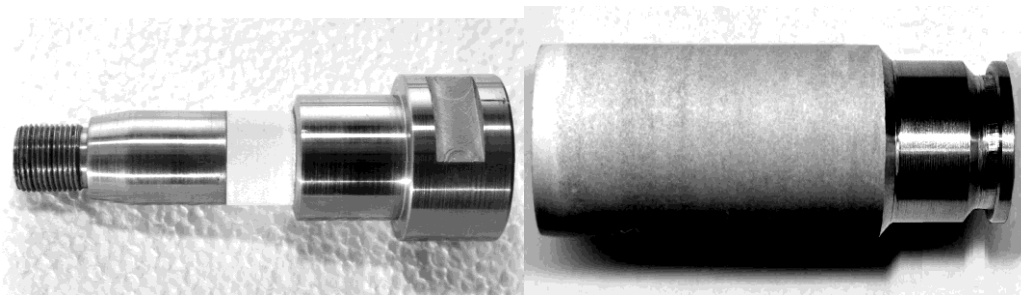


Рисунок 2.7 – Значення зносу зразків пари тертя «диск – пальчики»



а

б

Рисунок 2.8 – Приклади деталей, відновлених комбінованим способом:
а) наконечник центробіжного насоса, б) плунжер гомогенізатора.

2.5 Висновки

1. Проведено аналіз параметрів газового струменя, а також динаміки частинок в умовах холодного газодинамічного (газового) наплення, запропоновані аналітичні рішення для розрахунку швидкості гетерогенного

поток.

2. Запропонована фізична модель ударної взаємодії частинок напилюваного матеріалу з поверхнею твердого тіла, що дозволяє розглянути процеси формування фізичної площі контакту.

3. Показана функціональна залежність фізичної площі контакту від властивостей напилюваних матеріалів і співвідношення геометричних параметрів напилюваних частинок і мікрорельєфу поверхневих шарів основного матеріалу.

4. Розроблена комбінована технологія відновлення рекомендується до впровадження на ремонтно-технічних підприємствах і цехах, що займаються відновленням зношених деталей. Прогнозоване збільшення ресурсу відновлених і зміцнених деталей складає близько 100-150% по відношенню до нових деталей.

3 РОЗРОБКА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ МАТОЧИНИ

3.1 Аналіз конструкції та використовуваних матеріалів колеса черв'ячного

Черв'ячна передача – це зубчато – гвинтова передача, елементи якої ковзають один щодо одного.

Складається передача з черв'яка і черв'ячного колеса. Привідною ланкою зазвичай є черв'як (рис. 3.1).

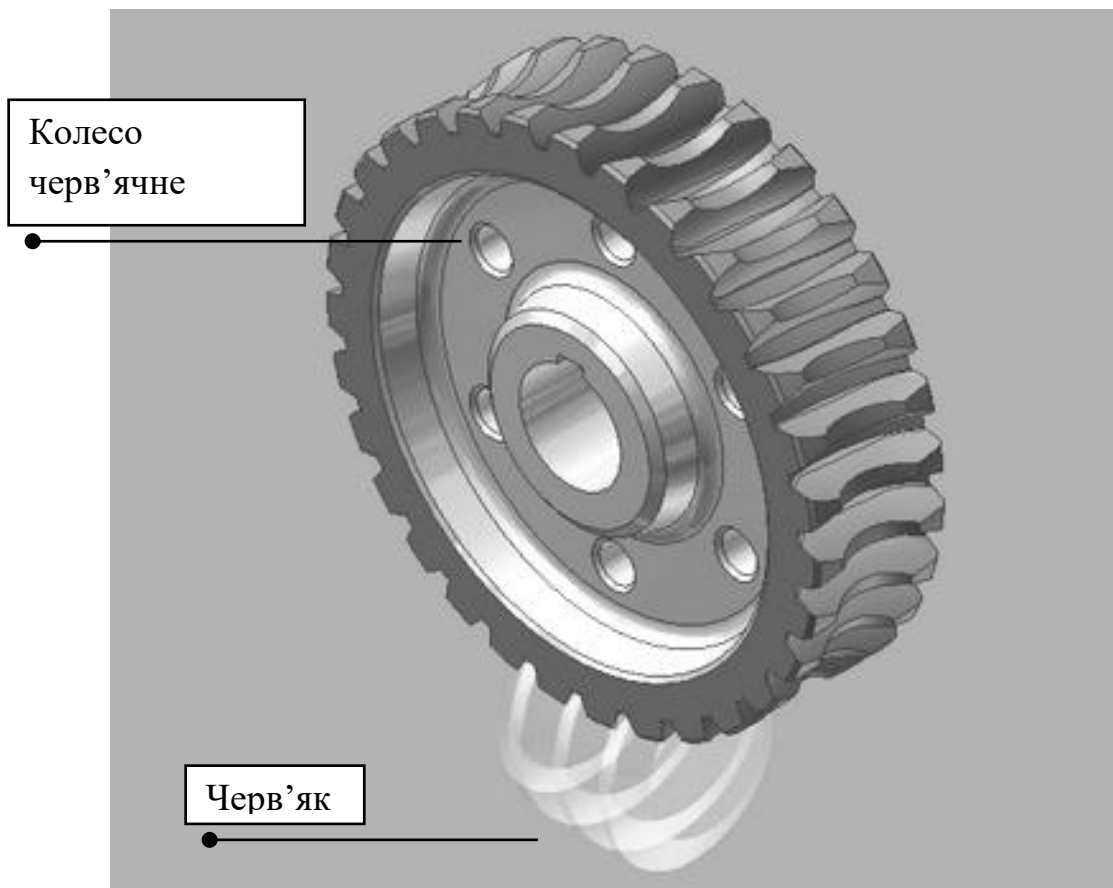


Рисунок 3.1 - Черв'ячна передача

Черв'ячні передачі застосовують при необхідності передачі руху між перехресними (як правило, взаємно перпендикулярними) валами. При обертанні черв'яка (він є приводним) його витки плавно входять в зачеплення з зубами колеса (веденим) і приводять його в обертання. Черв'ячні передачі

використовують у верстатах, автомобілях, підйомно - транспортних і інших машинах .

До недоліків треба віднести:

- Порівняно низький ККД.
- Великі втрати на тертя (тепловиділення) .
- Підвищений знос і схильність до заїдання .
- Підвищені вимоги до точності складання , необхідність регулювання

До переваг треба віднести:

- Плавність роботи .
- Безшумність .
- Велике передавальне відношення в одній парі .
- Самогальмування .

Виготовлення та черв'яка і колеса з твердих матеріалів не забезпечувала достатньої зносостійкості і опору заїдання. Тому одну з деталей передачі виконують з антифрикційного матеріалу, який добре чинить опір заїданню. Для черв'яка характерні відносно малий діаметр і значну відстань між опорами, його жорсткість і міцність забезпечують за рахунок виготовлення його зі сталі. Оскільки при припрацюванні на черв'як покладається роль формотворного елемента, його міцність і твердість поверхні повинні бути вище відповідних властивостей колеса.

Найбільш вживаний матеріал черв'яка - сталь 18ХГТ, твердість по поверхні після цементації і гарту 56 ... 63 НРС . Використовують також сталі 40Х, 40ХН , 35ХГСА з поверхневою загартуванням до твердості 45 ... 55 НРС. У всіх цих випадках необхідні шліфування та полірування черв'яка. Застосування азотованих сталей 38Х2МЮА, 38Х2Ю дозволяє виключити шліфування черв'яка.

Черв'ячне колесо зазвичай виконують складовим: вінець - з антифрикційних, відносно дорогих матеріалів, центр - зі сталі, при невеликих навантаженнях - з чавуну.

З метою економії бронзи зубчастий вінець черв'ячного колеса запресовують на сталевий центр з натягом попередньо нагрів його в печі. Таку конструкцію застосовують при невеликих діаметрах коліс в дрібносерійному виробництві.

Деталь « Чавунна маточина колеса черв'ячного» виготовлений із чавуну входить в зачеплення з черв'ячним валом редуктора приводу. У редукторі вінець встановлено на маточину із чавуну СЧ 15-35 ГОСТ 1412 – 85, яка одягається на валові за допомогою шпонки. Вал обертається на підшипниках, запресованих в корпус редуктора. Маточина має циліндричну поверхню, та циліндричний отвір. Внутрішня поверхня – циліндричний ступінчатий отвір. Для закріплення на маточині використано гарячу посадку в поєднанні з трьома штифтами.

Таблиця 3.1 - Хімічний склад у % матеріалу чавун СЧ 15 ДСТУ 1412 – 2003

Найменування	Значення
Вміст вуглецю (C) , %	3,3...3,7
Вміст кремнію (Si), %	2...2,4
Вміст сірки(S), %	до 0,15
Вміст фосфору (P), %	до 0,2

Таблиця 3.2 – Механічні властивості чавуну СЧ 15 ДСТУ 1412 – 2003

Найменування		СЧ 15 ДСТУ 1412 – 2003
Ливарна усадка %		1,1
Густина , кг/м ³		7000
Тимчасова межа міцності, МПа		150
Твердість по Бріннелю , НВ		130 – 241

Основними конструкторськими базами є внутрішній циліндричний отвір $\varnothing 65H7^{(+0,03)}$, що слугує для встановлення маточини на вал.

Допоміжні бази деталі – це діаметри $\varnothing 340h7_{(-0,057)}$, та $\varnothing 360$.

Вільні поверхні – лівий та правий торці маточини $\varnothing 360$.

Виконавчі поверхні – отвір $\varnothing 65H7^{(+0,03)}$, та поверхня $\varnothing 340h7_{(-0,057)}$.

Аналіз робочого креслення показав, що найбільш точними поверхнями є поверхня отвору $\varnothing 65H7^{(+0,03)}$ з шорсткістю 1,6 мкм, що використовується для правильної орієнтації деталі у вузлі та закріплення за допомогою шпонки на валу, діаметр $\varnothing 340h7_{(-0,057)}$, що використовується для правильної орієнтації вінця у вузлі, та надійного його закріплення на маточині за допомогою трьох гвинтів. Таким чином поверхня $\varnothing 340h7_{(-0,057)}$ і отвір $\varnothing 65H7^{(+0,03)}$ – це основні конструкторські бази. $\varnothing 360H7^{(+0,057)}$ – це допоміжна конструкторська база. Торець лівий та правий $\varnothing 360$ також, 2 фаски $4 \times 45^\circ$ є вільними поверхнями конструкторської бази, повинні бути оброблені згідно 14 квалітету, з шорсткістю 6,3. Виконавчими поверхнями є – отвір $\varnothing 65H7^{(+0,03)}$, та поверхня $\varnothing 340h7_{(-0,057)}$.

Оскільки маточина черв'ячного колеса являється відповідальною деталлю, то до точності виконання розмірів ставляться підвищені вимоги. Допуск повного торцевого биття торців колеса, а також допуск радіального биття маточини складає 0,05 мм. Геометричні розміри маточини відповідають 7-му класу точності. Шорсткість поверхні торців - Ra 6,3, витримується після токарної операції, а шорсткість поверхні отвору $\varnothing 65H7^{(+0,03)}$, та поверхні $\varnothing 340h7_{(-0,057)}$ - Ra 1,6 після операції механічної обробки.

3.2 Перелік дефектів деталі

Основні дефекти „Маточини колеса черв'ячного” показані на рисунку 3.2.

Дефект 1 – знос поверхні під вінцем $\varnothing 340h7(-_{0,057})$. Дана поверхня працює і відповідно зношується у спряженні із вінцем. Він виникає внаслідок зношення зовнішньої поверхні під дією знакозмінних сил (підвищенні статичні та динамічні навантаження, що спричиняють напруження згину і фретинг-корозію), що мають місце в процесі роботи деталі.

Дефект 2 – знос отвору $\varnothing 65H7(+_{0,03})$ та шпонкового пазу. Дана поверхня працює в спряженні з веденим валом і, відповідно, має великий знос під дією сили тертя та абразиву, який потрапляє і накопичується у зазорі.

Дефектування циліндричних поверхонь проводимо за допомогою мікрометричних індикаторів. Вимірювання розмірів необхідно проводити в декількох площинах. Дефекти зносу поверхні, такі як задирки та забоїни виявляємо при огляді.

Технічні умови на дефектування розробляємо на основі аналізу умов роботи деталі, фізико-механічних властивостей, переліку можливих дефектів тощо. Складаємо їх у вигляді таблиці 3.3 та 3.4, які містить таку інформацію: перелік дефектів, способи їх виявлення, а також основні розміри деталі.

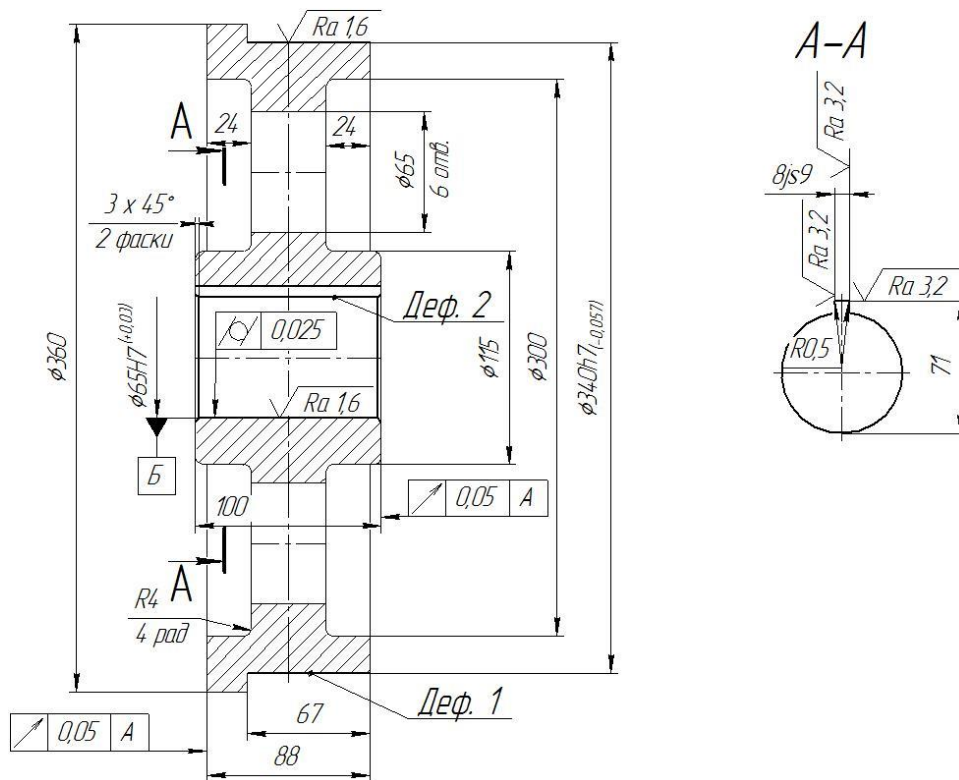
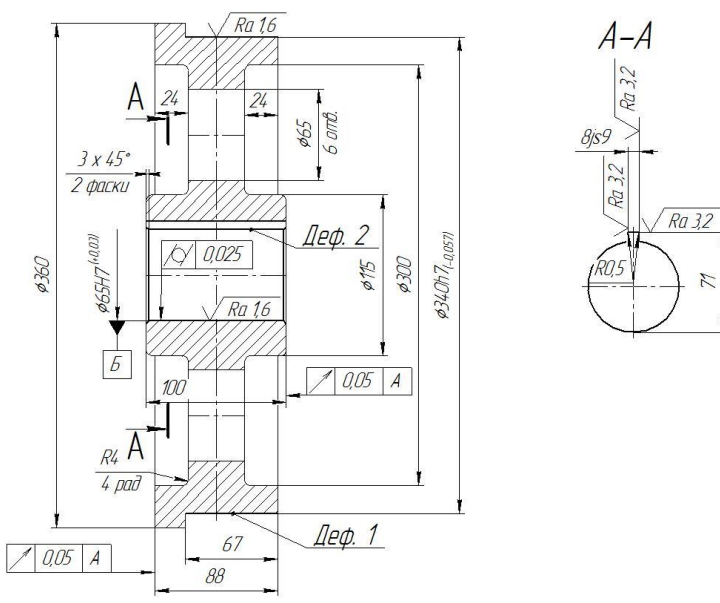


Рисунок 3.2 – Основні дефекти „Маточини колеса черв’ячного”.

Таблиця 3.3 – Дефекти маточини черв’ячного колеса

№ дефекту і назва	Розміри, мм			Рекомендовані методи відновлення
	Номінальний	Допустимий без ремонту	Допустимий для ремонту	
Зношування посадкового місця під вінець	340 ^(-0,057)	339,943	Менше 339,943	Напилювання або наплавлення
Зношування посадкового місця під вал	65 ^(+0,03)	65,03	Більше 65,03	Напилювання або наплавлення

Таблиця 3.4 – Таблиця дефектування

			Найменування деталі або складальної одиниці		Позначення
			Маточина черв'ячного колеса		08-30.ПТВ3.011.01.000
Матеріал		Твердість			
СЧ 15 ГОСТ 1412-85		50...55 HRC .			
Позиція на ескізі	Можливий дефект	Спосіб вивчення дефекту і засоби контролю	Розмір, мм		Висновок
			по робочому кресленню	Вимірний	
1	Зношення посадкового місця під вінець	Мікрометр МПІ 0-25 ГОСТ 4381-80	$\varnothing 340_{(-0,057)}$	$\varnothing 339,940$	Відновлювати
2	Зношення посадкового місця під вал	Шаблон 70.8152-10311	$\varnothing 65_{(+0,03)}$	$\varnothing 65,1$	Відновлювати

Вибір та технічне обґрунтування методів відновлення

Даний дефект 1 та 2 (рис. 3.1.) можливо і доцільно ремонтувати. Зношування виникає в наслідок знакозмінних навантажень. Дефекти розташовані на циліндричній поверхні $\varnothing 65$ мм. Дані дефекти можна усунути методом напилення (Деф. 1) та наплавлення (Деф. 2) з подальшою механічною обробкою до номінального розміру $\varnothing 340$.

При аналізі доцільності відновлення деталі спочатку вибирають базовий варіант, тобто той з яким проводять порівняння. За базовий варіант приймають той, що забезпечує найменші витрати. При порівнянні варіантів необхідно забезпечити тотожність по об'єму, якості і часу виконання відновлюваних робіт. Якщо за яким-небудь варіантом виявляється відмінність, необхідно провести відповідне коректування результатів. При порівнянні найліпшим вважається той варіант технологічного процесу, котрий забезпечує найбільший економічний ефект, що рівносильне максимальній ефективності праці.

3.3 Формування маршруту технологічного процесу відновлення дисків типу «маточина»

Розробка плану операцій

Згідно результатів дефектування і технології відновлення дефектів складаємо план операцій відновлення маточини колеса черв'ячного:

005 – Мийна: мити деталь розчином «Лабомід»;

010 – Дефектувальна;

015 – Токарна: точіння чорнове поверхонь 1 до $\varnothing 339,8$ мм та 2 до $\varnothing 65,2$ мм;

020 – Наплавочна: наплавлення поверхню 2 до $\varnothing 59,8$ мм;

025 – Токарна: точіння чорнове поверхню 2 до $\varnothing 64,4$ мм;

точіння чистове поверхні 2 до $\varnothing 65^{(+0,046)}$ мм;

точіння фаски $c = 1$ кут 45^0 на поверхні 1 $\varnothing 340$.

точіння фаски $c = 3$ кут 45^0 на поверхні 2 $\varnothing 65$.

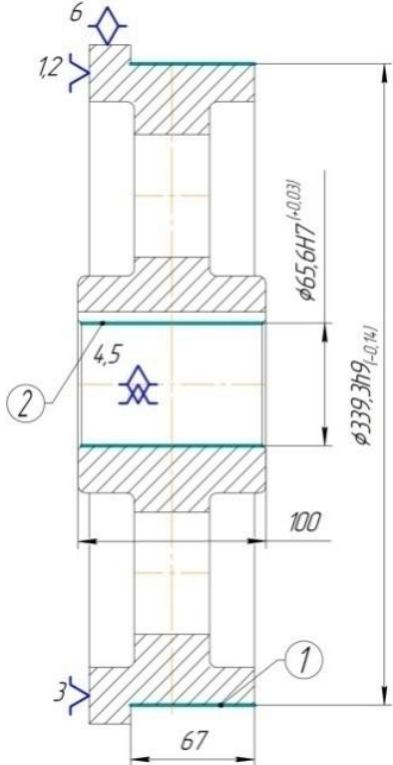
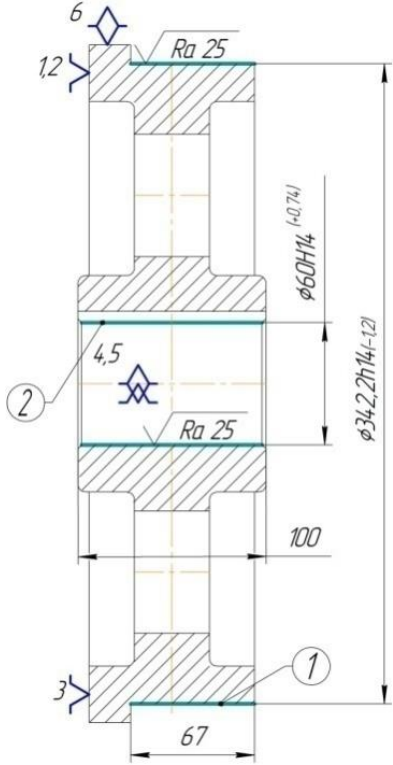
- 030 – Довбальна: довбання шпонкового пазу
- 035 – Шліфувальна: шліфувати поверхні 2 до $\text{Ø}65^{(+0,03)}$ мм;
- 040 – Напилювальна : напилити поверхню 1 до $\text{Ø}340,5$ мм
- 045 – Мікродугове оксидування 1 $\text{Ø}340,5$ мм;
- 050 – Шліфувальна: шліфувати поверхні 1 до $\text{Ø}340^{(-0,057)}$ мм;
- 055 – Контрольна: контроль та перевірка відповідності розмірів робочому кресленню.

Маршрутна карта процесу відновлення

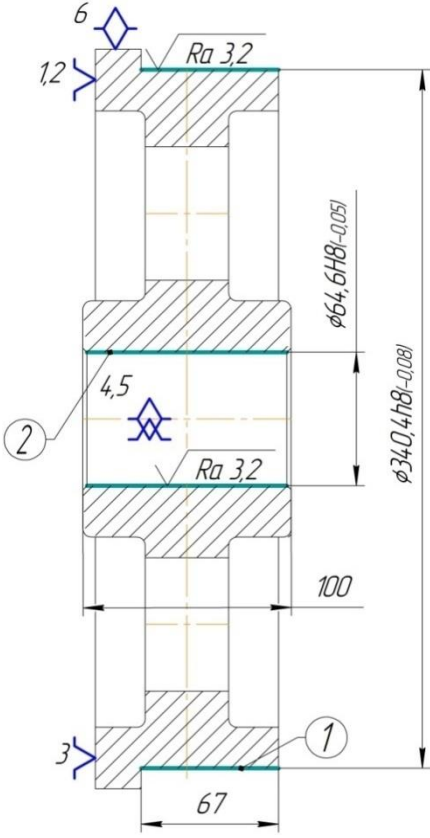
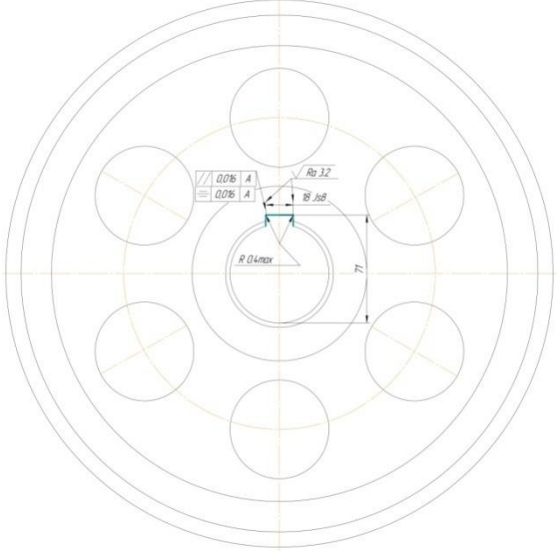
Таблиця 3.5 – Маршрут обробки «дисків типу «маточина»

№	Найменування операції та технічних переходів	Схема базування	Обладнання
1	2	3	4
005	Мийна 1. Установити і зняти деталь 2. Провести миття		1.Машина URSSA -230
010	Дефектувальна 1. Провести дефектування поверхні 1 та 2.		1.Контрольний стіл

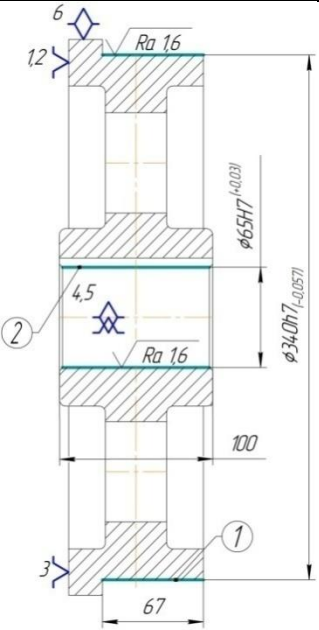
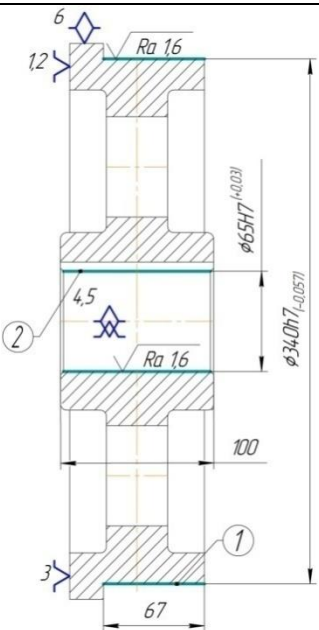
Продовження таблиці 3.5 – Маршрут обробки «дисків типу «маточина»

1	2	3	4
015	<p>Токарна</p> <p>1. Установити зняти деталь</p> <p>2. Точити поверхню 1 згідно ескізу до $\varnothing 339,8_{(-0,1)}$ мм</p> <p>3. Точити поверхню 2 згідно ескізу до $\varnothing 65,2_{(+0,03)}$ мм;</p>		<p>1.Токарно-гвинторізний верстат 1М64</p>
020	<p>Наплавлення</p> <p>1. Установити зняти деталь</p> <p>2. Заплавити шпонковий паз</p> <p>3. Наплавити поверхню 2 згідно ескізу до $\varnothing 59,8$мм</p>		<p>1.Установка ЧПК</p> <p>2.Наплавлювальна головка А – 580М</p> <p>3.Напилювальна головка</p>

Продовження таблиці 3.5 – Маршрут обробки «дисків типу «маточина»

1	2	3	4
025	<p>Токарна:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установити зняти деталь 2. Точити поверхню 2 згідно ескізу до $\varnothing 63,9^{(+0,12)}$мм начорно 3. Точити поверхню 2 згідно ескізу до $\varnothing 64,6^{(+0,05)}$мм начисто 4. Точити фаску на поверхні 1 $\varnothing 340$ 5. Точити фаску на поверхні 2 $\varnothing 65$ 		1.Токарно-гвинторізний верстат 1М64
030	<p>Довбальна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установити і зняти деталь 2. Довбати шпонковий паз згідно ескізу 		1.Вертикальний довбальний верстат моделі 7А420

Продовження таблиці 3.5 – Маршрут обробки « дисків типу «маточина»

035	<p>Внутрішньо-шліфувальна</p> <p>1. Установити і зняти деталь однократно</p> <p>2. Шліфувати поверхню згідно ескізу до $\text{Ø}65^{(+0,03)}\text{мм}$ однократно</p>		1.Шліфувальний верстат 3А220
040	<p>Напилювальна</p> <p>1. Установити і зняти деталь</p> <p>2. Напилити поверхню згідно ескізу до $\text{Ø}340,5\text{мм}$</p>		1.Напилюваль голівка

Продовження таблиці 3.5 – Маршрут обробки « дисків типу «маточина»

045	<p>Мікродугове оксидування</p> <p>1. Установити і зняти деталь</p> <p>2. Провести мікродугове оксидування поверхні 1.</p>		
050	<p>Круглошліфувальна</p> <p>3. Установити і зняти деталь</p> <p>4. Шліфувати поверхню 1 згідно ескізу до $\text{Ø}340_{(-0,57)}$ мм однократно</p>		1. Шліфувальний верстат ЗБ161
055	<p>Контрольна</p> <p>1. Контроль поверхні згідно ескізу 1</p> <p>2. Контроль поверхні згідно ескізу 2</p> <p>3. Шорсткість обробки поверхонь, відхилення розмірів</p>		<p>1. ШЦ-1-125-0.1 ГОСТ 166-73</p> <p>2. Зразки шорсткості поверхні ГОСТ 2789-73</p> <p>3. Пристрій контрольний</p>

3.4 Розрахунок попередньої механічної обробки

Порядок формування технологічного процесу відновлення маточини в прикладні програмі СПРУТ-ТП [71] відповідно до вище наведеного технологічного процесу.

Розрахунок попередньої механічної обробки, дефектів ремонтного креслення, маточини колеса черв'ячного, що включає в себе розрахунок режимів точіння і нормування проведемо за допомогою програми СПРУТ – ТП. Послідовність розрахунку у вигляді скріншотів наведено нижче. Результати розрахунків оформлені у вигляді технологічних карт наведено у додатку

Мийна операція (Очистка гідроструминна) буде проводитись на миючій машині URSSA-230 протягом 30хв., на одну деталь, в миючому розчині «Лобомід», при температурі 80°C.

Дефектувальна операція проводитиметься на контрольному столі MATELUX, протягом 15хв. на одну деталь.

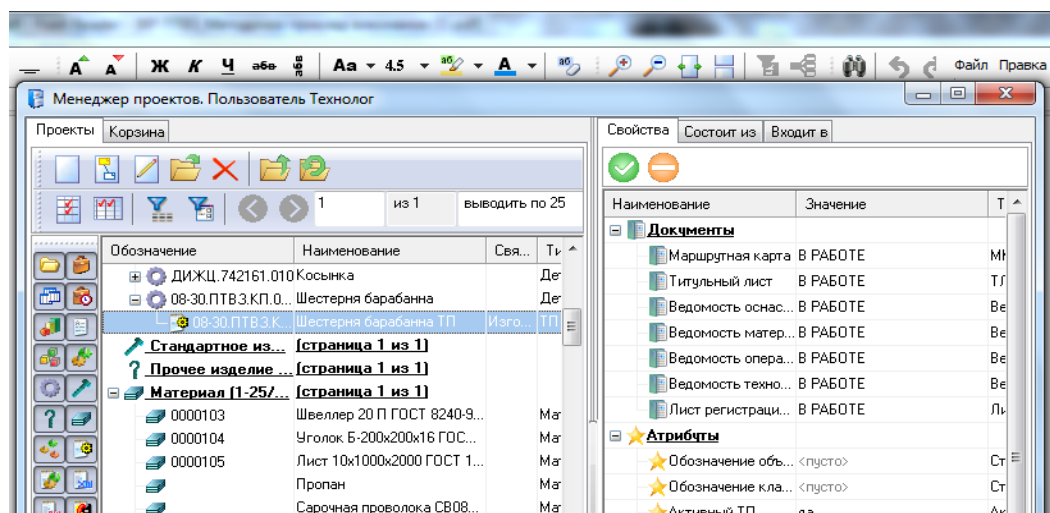


Рисунок 3.3 – Менеджер проектов програми СПРУТ-ТП

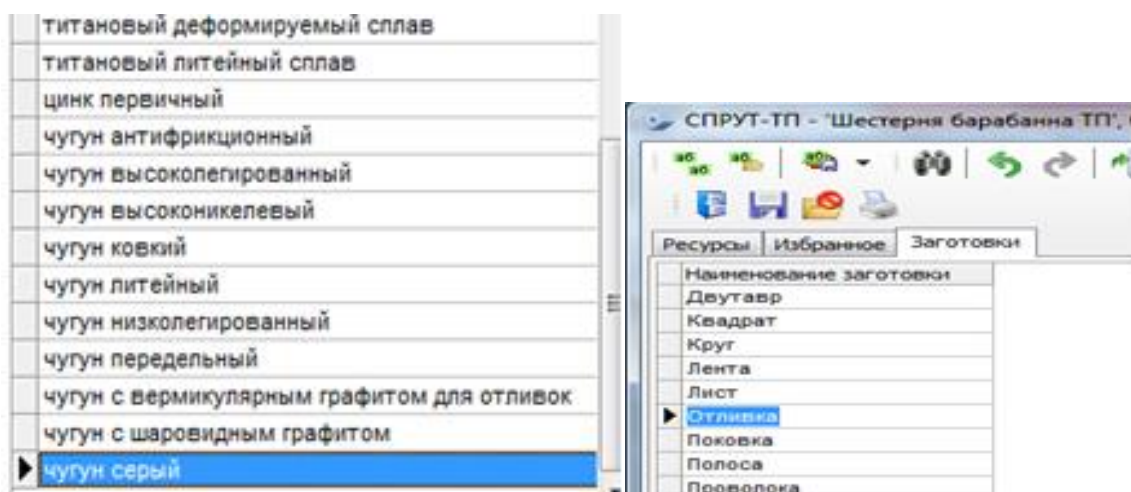
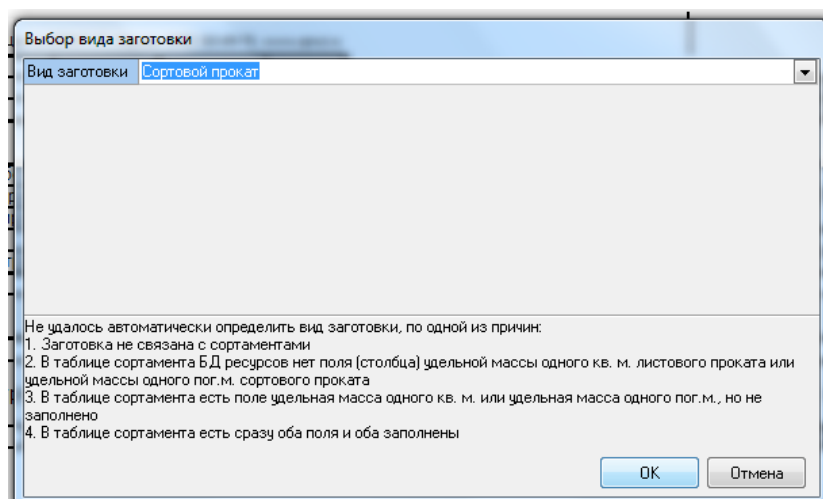


Рисунок 3.4 – Задавання параметрів матеріалу деталі



Ввод параметров

Ширина или диаметр заготовки (проката) габаритный. мм	340
Высота или толщина заготовки (проката) габаритная. мм	100
Длина заготовки (проката) габаритная. мм	d
Масса детали по конструкторскому документу. кг	31

Габариты ЗАГОТОВКИ вводятся в одном из случаев:

1. Простой или обратный расчет Н.Расх. и КИМ
2. Расширенный расчет Н.Расх. и КИМ и заготовка - не прокат
3. Отключен запуск расчета Н.Расх. и КИМ после задания параметров детали

Габариты ПРОКАТА вводятся в случае:

- Расширенный расчет Н.Расх. и КИМ и заготовка - прокат

Вид расчета Н.Расх. и КИМ выбирается в меню "Настройки" пункт "Варианты расчетов КИМ, Н.Расх. и массы заготовки"

OK Отмена

Расчет Н. расх., МЗ и КИМ: ввод параметров сортового проката

Масса 1 метра проката, кг	0
Средняя длина проката, м	0
Длина заготовки с учетом припуска, мм	600
Количество деталей получаемых из заготовки, шт	1
Ширина реза, мм	2
Минимальная длина заготовки с учетом зажима, мм	100
Единица нормирования, на которую установлена норма расхода метриала	1
Масса детали по конструкторскому чертежу, кг	31

Рисунок 3.5 – Задавання параметрів матеріалу деталі

Параметры детали и заготовки:

Параметр	Значение
Деталь	
Материал	
марка	СЧ 15-32
стандарт	ГОСТ 1412-85
код материала	
МД - масса детали, кг	31
Заготовка	Отливка
Размеры	
ширина или диаметр заготовки габаритный, мм	340
высота или толщина заготовки габаритная, мм	100
длина заготовки габаритная, мм	600
МЗ - масса заготовки, кг	0
Расход материала	
КД - количество деталей из одной заготовки	1
КИМ - коэффициент использования материала	0
Н.расх. - норма расхода материала	0
ЕН - единица нормирования	1

Рисунок 3.6 – Задавання параметрів матеріалу деталі

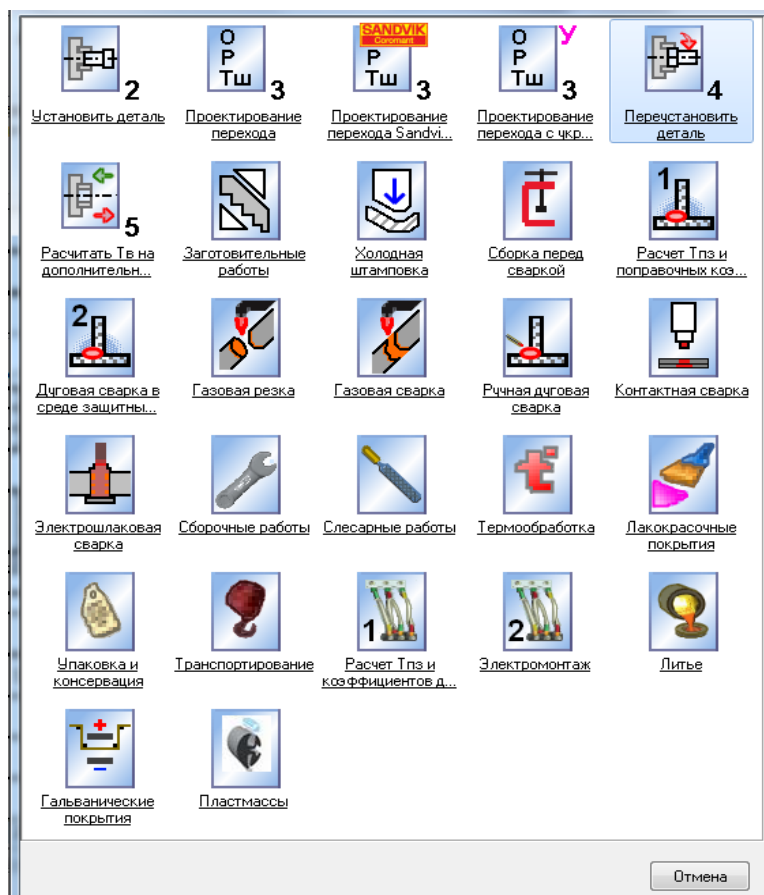


Рисунок 3.7 – Розрахунок підготовчо - заключного часу

Выбор текста перехода установка

No	Установка
1	Установить
2	Установить и выверить
3	Установить и закрепить
4	Установить выверить и закрепить

Ввод значений

Группа токарных станков: токарные

Ввод значений

Охлаждение: с охлаждением

Ввод значений

Количество одновременно изготавливаемых деталей: 1

Ввод параметров настройки станка

Способ установки детали	в универсальном приспособлении с заменой приспособления
Сложность подготовки к работе	подготовка станка простая

Выбор термобработки

№	Закалка
1	закаленная
2	не закаленная

Выбор способа установки детали (токарные станки)

№	Установка	Устан
1	в кулачках без выверки	в патроне консольно
2	в кулачках с выверкой по резцу	в патроне консольно
3	в кулачках с выверкой по индикатору	в патроне консольно

Выбор дополнительных работ для сверлильных станков

Установить и снять тиски или патрон	нет
Установить и снять упор	нет
Установить и снять дополнительный стол	нет
Установить и снять многошпиндельную головку	нет
Повернуть стол на угол	нет
Подготовить яму для работы	нет

Выбор количества инструментов в наладке

Сложн	Кол_ин
подготовка станка простая	1
подготовка станка простая	2
подготовка станка простая	3
подготовка станка простая	4

Рисунок 3.8 – Задавания параметров материала детали

Результаты установка:

Параметр	Значение
Переход	Установить и закрепить деталь
Оборудование	
наименование	Токарный станок
обозначение	1МБ4, Токарный станок
шифр	0224
Результаты нормирования	
время Тпз, мин	12
время Тв, мин	9.5

OK Отмена

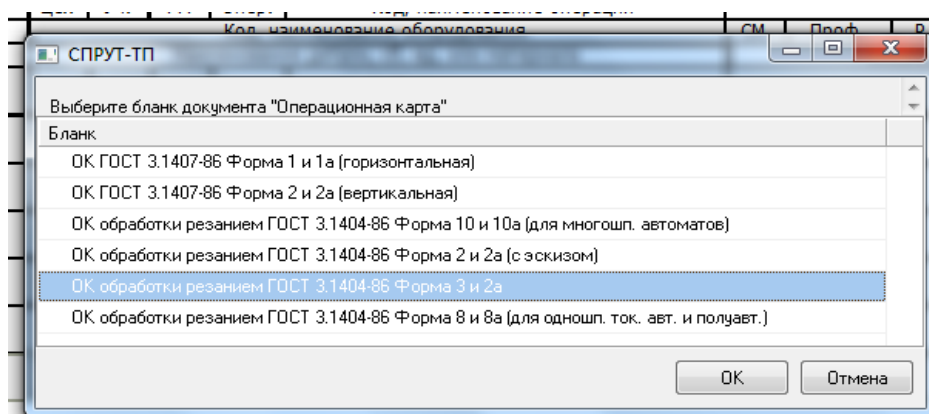


Рисунок 3.9 – Результаты обчислення прикладною програмою

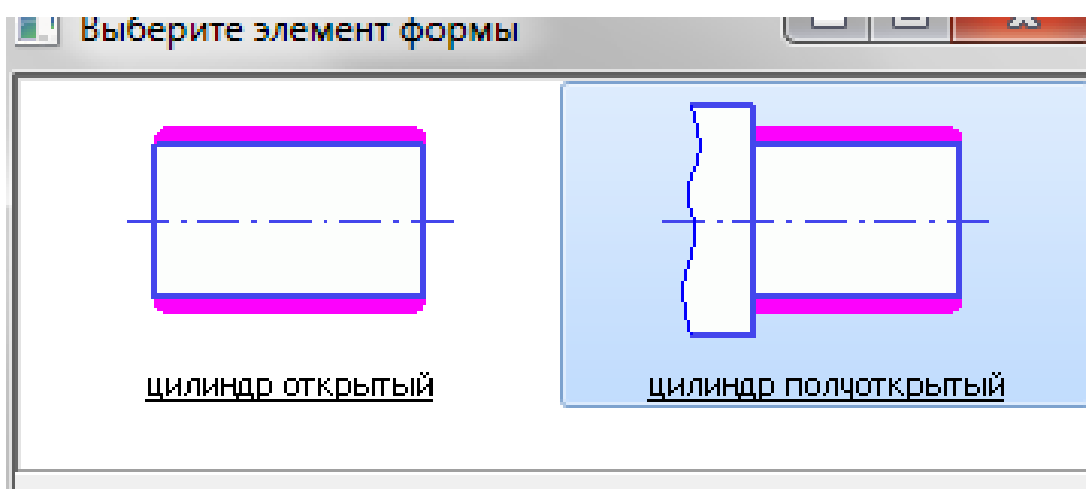


Рисунок 3.10 – Розрахунок режимів попередньої обробки та нормування дефект №1

Ввод значений

Цилиндр полуоткрытый

Диаметр D мм	339.8
Основное отклонение	h
Квалитет D	14
Верхнее отклонение D мм	0
Нижнее отклонение D мм	0
Длина L мм	67
Диаметр заготовки D _{заг} мм	339.9

Ввод значений

Вид реза правый

Выбор стадии точения

No	Стадия	Квал_мин	Квал_мак
1	черновая	17	14
2	получистовая	13	12
3	чистовая	11	9
4	отделочная	8	7

OK Отмена

Выберите инструмент

Для фильтрации строковых значений по маске используются символы:
% - любой набор символов, любой длины; _ - любой один символ.

Обозначение	Наименование	Марка материала	Рас
Резец 2101-0509 ГОСТ 18870-73	Резец токарный проходной	T5K10	
Резец 2101-0501 ГОСТ 18870-73	Резец токарный проходной	T5K10	

Поиск OK

Ввод значения глубины резания черновой

Глубина резания черновых проходов, мм 0.1

Ввод значений

Длина чернового прохода (без длины врезания) 67

Ввод значений

Поверхность заготовки без корки

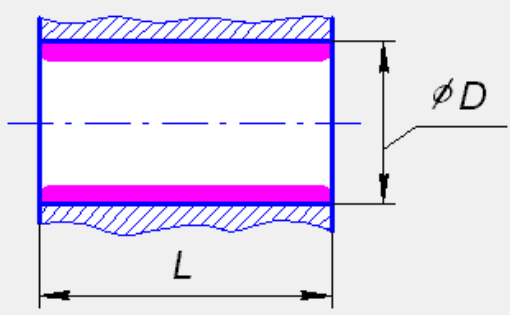
Рисунок 3.11 – Задавания параметров механической обработки дефект №1

Результаты проектирования элемента формы "цилиндр":

Параметр	Значение
Обрабатываемая поверхность	цилиндр
Переход	Точить цилиндр, выдерживая D = 339.8 (0.0; -1.4) на L = 67 оконча...
Инструмент	Резец 2101-0509 ГОСТ 18870-73
Расчетные размеры	
Диаметр D, мм	339.8
Длина рабочего хода расчетная L, мм	70
Глубина резания t, мм	0.05
Число проходов i	1
Режим обработки на станке	
Подача на оборот S _o , мм/об	1.02
Частота вращения n, об/мин	126.3
Скорость резания V, м/мин	134.76
Результаты нормирования	
Время неполное штучное (на переход), мин	1.24
Время основное T _o , мин	0.54
Время вспомогательное T _в , мин	0.7

Рисунок 3.12 – Результаты обчислення режимів попередньої механообробки дефекту № 1 прикладною програмою СПРУТ – ТП

Отверстие осевое цилиндрическое сквозное



Диаметр D мм	65.2
Основное отклонение	H
Квалитет D	14
Верхнее отклонение D мм	0
Нижнее отклонение D мм	0
Длина L мм	100
Диаметр отверстия в заготовке D _{заг} мм	65.1
Тип отверстия	одноступенчатое

Для фильтрации строковых значений по маске используются символы:
 % - любой набор символов, любой длины; _ - любой один символ.

Обозначение	Наименование	Марка материала	Рас
Резец 2101-0509 ГОСТ 18870-73	Резец токарный проходной	T5K10	
Резец 2101-0501 ГОСТ 18870-73	Резец токарный проходной	T5K10	

Ввод значения глубины резания черновой

Глубина резания черновых проходов, мм

Ввод значений

Поверхность заготовки

Рисунок 3.13 – Задавання параметрів механічної обробки дефект №2

Результаты проектирования элемента формы "отверстие осевое цилиндрическое".	
Параметр	Значение
Обрабатываемая поверхность	отверстие осевое цилиндрическое
Переход	Расточка отверстие, выдерживая $D = 65.2 (+0.74; 0.00)$ на $L = 10...$
Инструмент	Резец 2140-0056 ГОСТ 18882-73
Расчетные размеры	
Диаметр D , мм	65.2
Длина рабочего хода расчетная L , мм	103
Глубина резания t , мм	0.05
Число проходов i	1
Режим обработки на станке	
Подача на оборот S_0 , мм/об	4.28
Частота вращения n , об/мин	285.59
Скорость резания V , м/мин	58.47
Результаты нормирования	
Время неполное штучное (на переход), мин	0.8
Время основное T_0 , мин	0.0842
Время вспомогательное T_v , мин	0.72

Рисунок 3.14 – Результати обчислення режимів попередньої механообробки дефекту № 2 прикладною програмою

3.5 Розрахунок та призначення режимів електродугового наплавлення

Після механічної обробки проводимо процес електродугового наплавлення. Розрахунок проведемо для шпонкового пазу та поверхні із наступними розмірами після точіння $D = 339,8\text{мм}$ довжиною $l = 67\text{мм}$, та поверхні із наступними розмірами після точіння $D = 65,1\text{мм}$ довжиною $l = 100\text{мм}$.

Розрахунок проведемо в прикладній програмі «Наплавка»

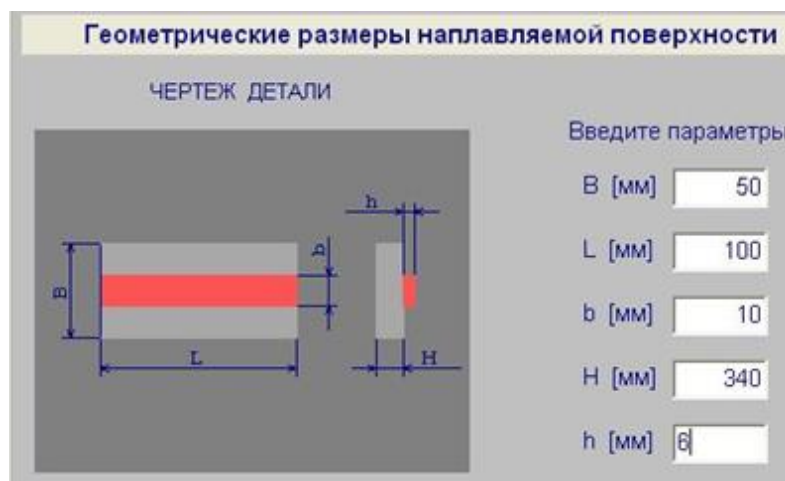


Рисунок 3.15 – Задавання параметрів заплавлення шпонкового пазу

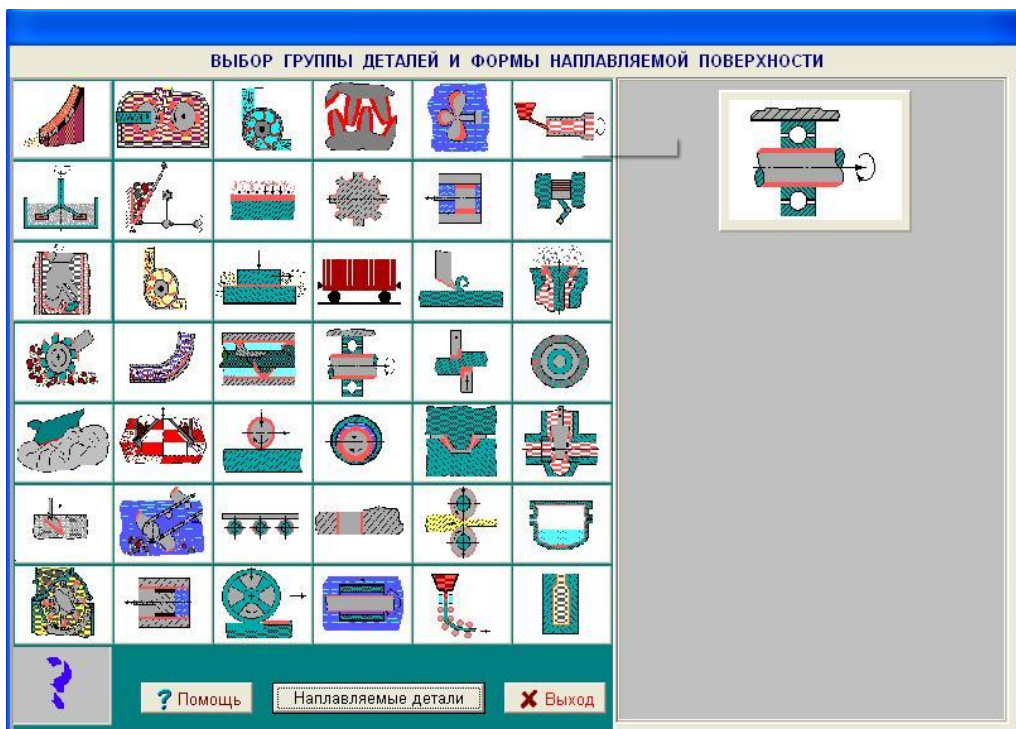


Рисунок 3.16 – Вибір груп деталей до яких за конфігурацією підлягає шпонковий паз

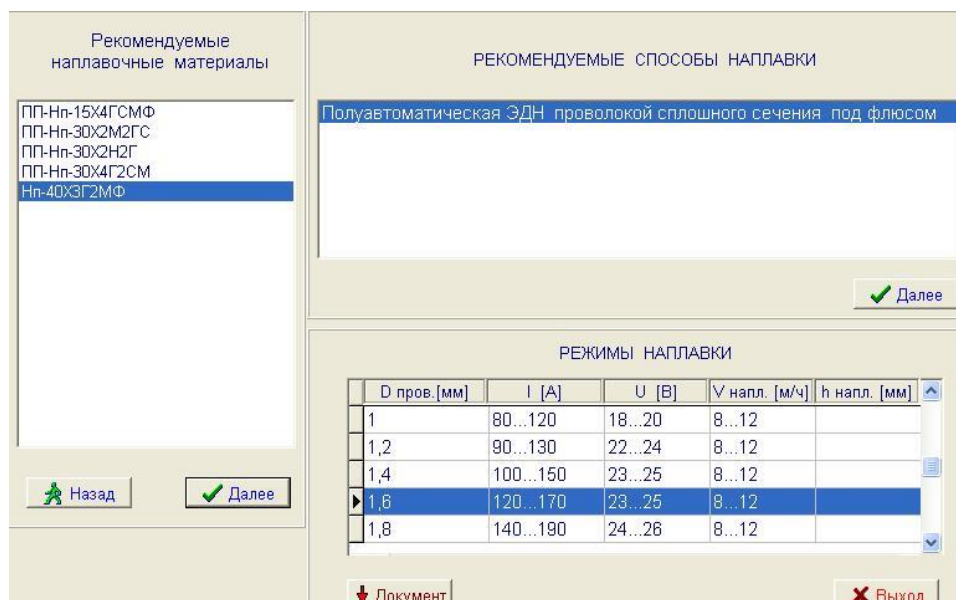
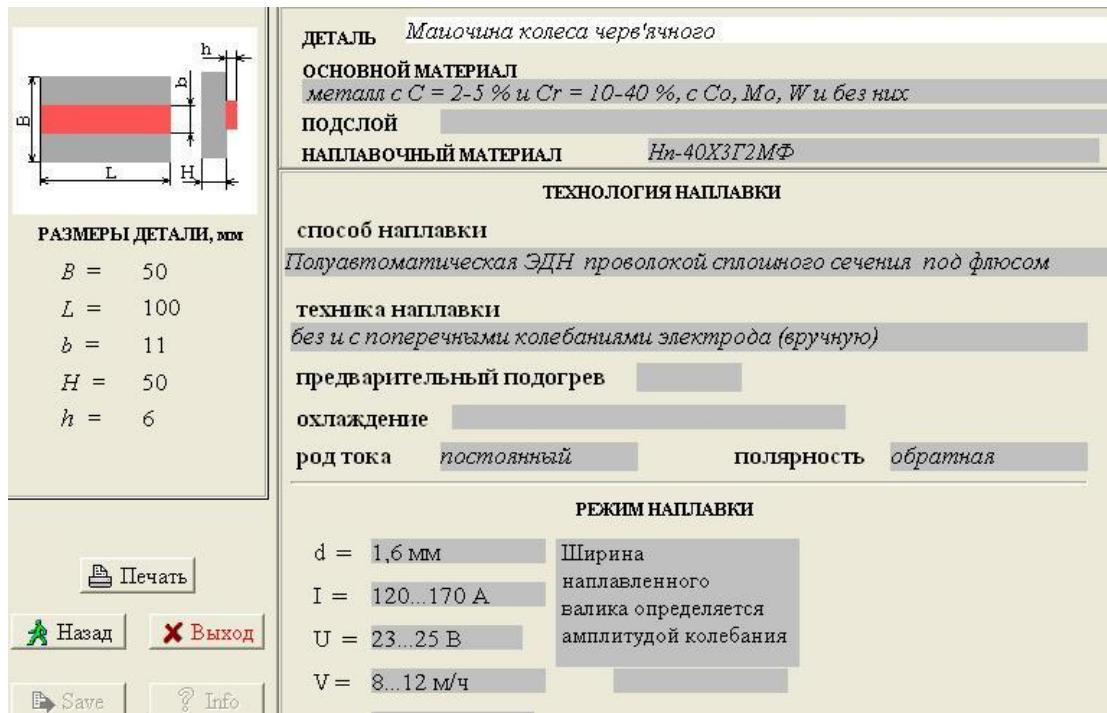


Рисунок 3.17 – Результати обчислення режимів наплавлення шпонкового пазу прикладною програмою «Наплавка»



ДЕТАЛЬ *Машина колеса черв'ячного*

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ
металл с C = 2-5 % и Cr = 10-40 %, с Co, Mo, W и без них

ПОДСЛОЙ

НАПЛАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ *Нп-40ХЗГ2МФ*

ТЕХНОЛОГИЯ НАПЛАВКИ

способ наплавки
Полуавтоматическая ЭДН проволокой сплошного сечения под флюсом

техника наплавки
без и с поперечными колебаниями электрода (вручную)

предварительный подогрев

охлаждение

род тока *постоянный* **полярность** *обратная*

РЕЖИМ НАПЛАВКИ

d = 1,6 мм Ширина наплавленного валика определяется амплитудой колебания

I = 120...170 А

U = 23...25 В

V = 8...12 м/ч

РАЗМЕРЫ ДЕТАЛИ, мм

B = 50
L = 100
b = 11
H = 50
h = 6

Печать Назад Выход Save Info

Рисунок 3.18 – Результати обчислення режимів наплавлення шпонкового пазу прикладною програмою «Наплавка»

Дефект№1

Припуск на обробку визначимо в прикладною програмою діаметр після наплавлення $\varnothing 340,5$, а перед $\varnothing 339,8$ звідси припуск становить [7]:

$$h = (340,5 - 339,8) / 2 = 0,35$$

Дефект№2

Припуск на обробку визначимо прикладною програмою, діаметр після наплавлення $\varnothing 59,8$, а перед термообробкою - $\varnothing 65,2$ звідси припуск становить:

$$h = (65,2 - 59,8) / 2 = 2,7$$

валки горячей прокатки тонко- и толстолистовых или штрипсовых станов
валки редуционных станов
валки станов непрерывной прокатки труб
валы, посадочные места валов различных машин
верхний и нижний черпаковые барабаны драг
штулки буровых насосов

Рисунок 3.19 – Задавання параметрів наплавлення дефекту №2 в прикладній програмі «Наплавка»

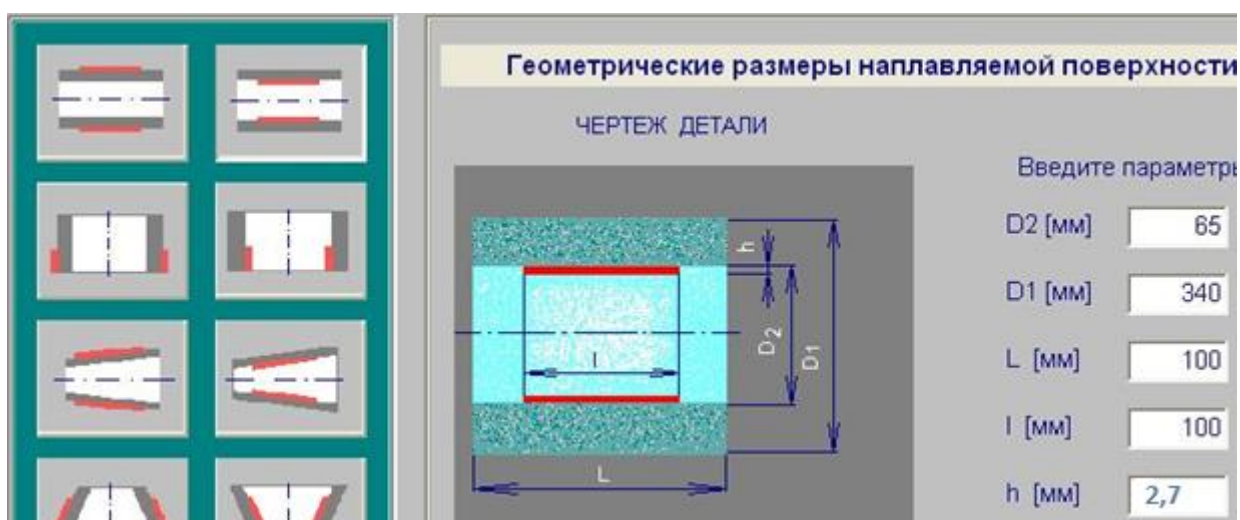


Рисунок 3.20 – Задавання параметрів наплавлення дефекту №2 в прикладній програмі «Наплавка»

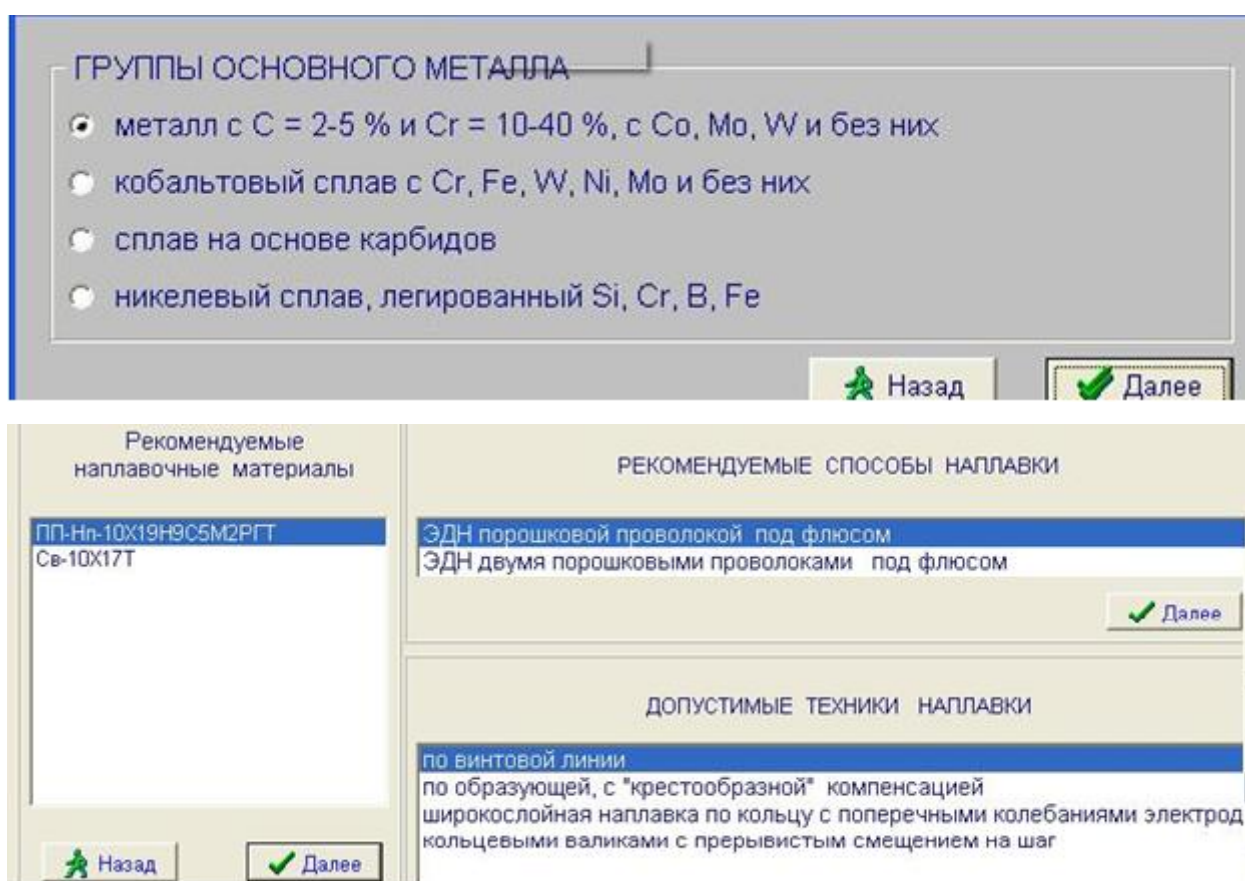
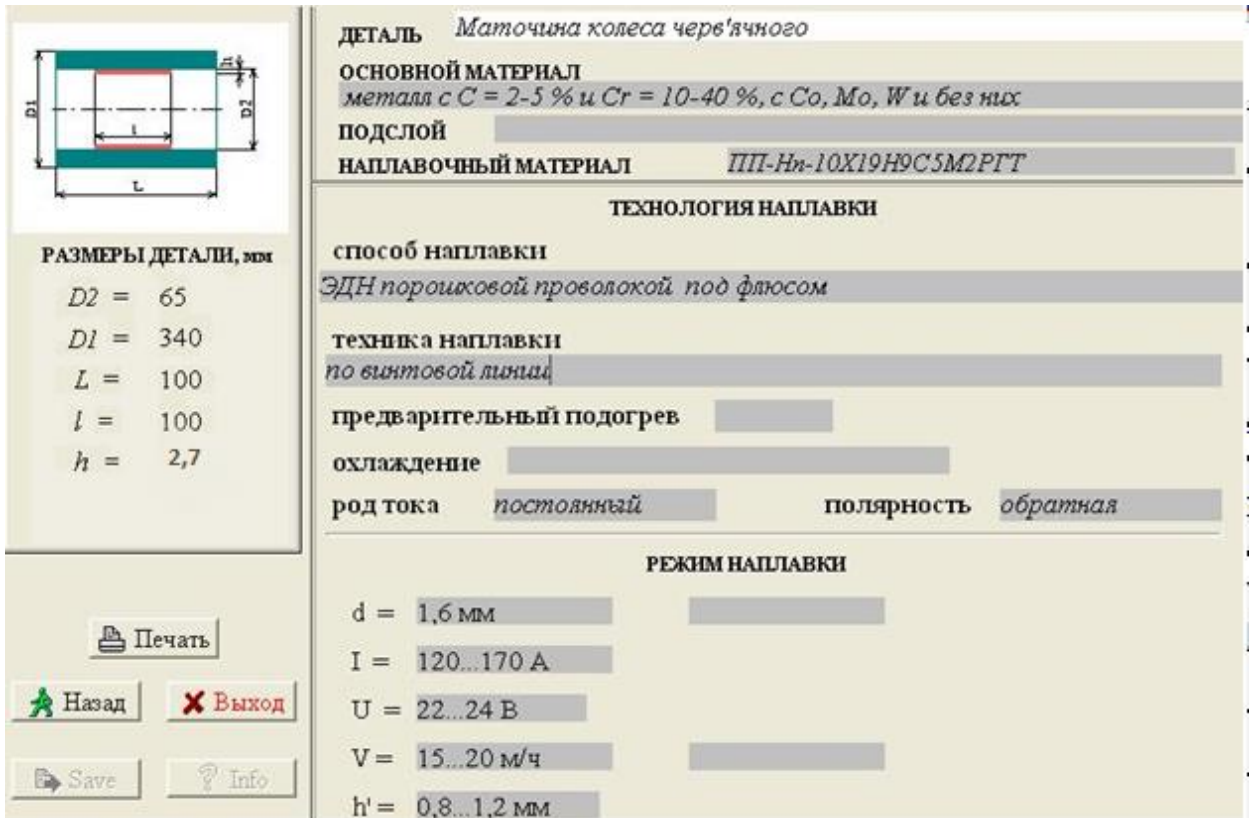


Рисунок 3.21 – Задавання параметрів наплавлення дефекту №2 в прикладній програмі «Наплавка»



ДЕТАЛЬ *Маточина колеса черв'ячного*

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ
металл с C = 2-5 % и Cr = 10-40 %, с Co, Mo, W и без них

ПОДСЛОЙ

НАПЛАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ *ПП-Нп-10Х19Н9С5М2РГТ*

ТЕХНОЛОГИЯ НАПЛАВКИ

способ наплавки
ЭДН порошковой проволокой под флюсом

техника наплавки
по винтовой линии

предварительный подогрев

охлаждение

род тока *постоянный* **полярность** *обратная*

РЕЖИМ НАПЛАВКИ

d = 1,6 мм

I = 120...170 А

U = 22...24 В

V = 15...20 м/ч

h' = 0,8...1,2 мм

РАЗМЕРЫ ДЕТАЛИ, мм

D2 = 65

D1 = 340

L = 100

l = 100

h = 2,7

Печать

Назад Выход

Save Info

Рисунок 3.22 – Результати обчислення режимів наплавлення дефекту №2 прикладною програмою «Наплавка»

3.6 Розрахунок режимів механічної обробки після відновлення Токарні операції

Розрахунок механічної обробки для отвору діаметром 65 мм, «Чавунної маточини колеса черв'ячного», для забезпечення співвісності проводимо за допомогою прикладної програми САПР ТП. Результат розрахунків механічної обробки, а саме розточування у вигляді скріншоту наведено нижче. Результати розрахунків оформлені у вигляді технологічних карт наведено у додатку.

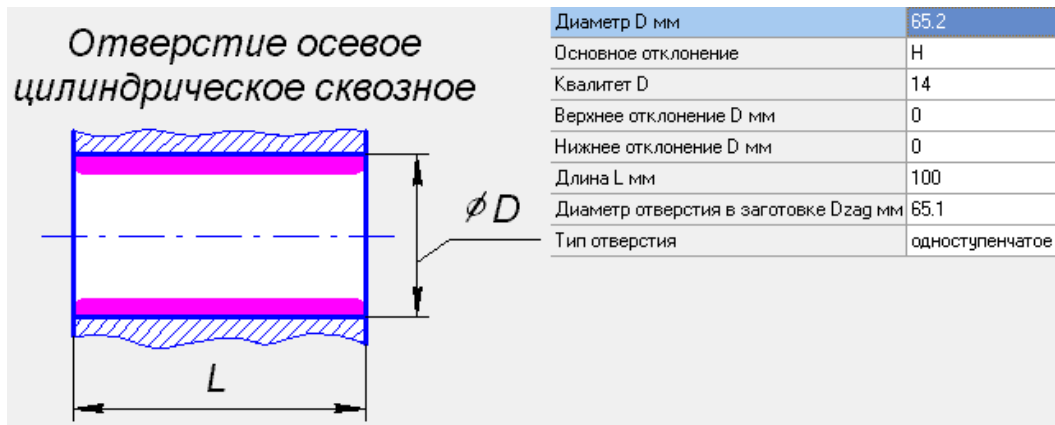


Рисунок 3.23 – Задавания параметров механической обработки дефекта №2

Результаты проектирования элемента формы "отверстие осевое цилиндрическое":	
Параметр	Значение
Обрабатываемая поверхность	отверстие осевое цилиндрическое
Переход	Расточить отверстие, выдерживая D = 62.8 (+0.3; 0.0) на L = 100 п...
Инструмент	Резец 2140-0056 ГОСТ 18882-73
Расчетные размеры	
— Диаметр D, мм	62.8
— Длина рабочего хода расчетная L, мм	104
Глубина резания t, мм	1.5
Число проходов i	1
Режим обработки на станке	
— Подача на оборот S _о , мм/об	0.56
— Частота вращения n, об/мин	145.2
— Скорость резания V, м/мин	28.63
Результаты нормирования	
— Время неполное штучное (на переход), мин	1.87
— Время основное T _о , мин	1.27
— Время вспомогательное T _в , мин	0.6

Рисунок 3.24 – Результаты обчислення режимів механообробки дефекту № 2 (чорнове розточування) прикладної програми САПР ТП

Результаты проектирования элемента формы "отверстие осевое цилиндрическое":	
Параметр	Значение
Обрабатываемая поверхность	отверстие осевое цилиндрическое
Переход	Расточить отверстие, выдерживая $D = 64.4 (+0.074; 0.000)$ на $L = \dots$
Инструмент	Резец 2140-0056 ГОСТ 18882-73
Расчетные размеры	
Диаметр D , мм	64.4
Длина рабочего хода расчетная L , мм	103
Глубина резания t , мм	0.8
Число проходов i	1
Режим обработки на станке	
Подача на оборот S_0 , мм/об	0.13
Частота вращения n , об/мин	305.09
Скорость резания V , м/мин	61.69
Результаты нормирования	
Время неполное штучное (на переход), мин	4.25
Время основное T_0 , мин	2.69
Время вспомогательное $T_в$, мин	1.56

Рисунок 3.25 – Результаты обчислення режимів механообробки дефекту № 2 (напівчистового розточування) прикладною програмою САПР ТП.

Результаты проектирования элемента формы "отверстие осевое цилиндрическое":	
Параметр	Значение
Обрабатываемая поверхность	отверстие осевое цилиндрическое
Переход	Расточить отверстие, выдерживая $D = 65 (+0.046; 0.000)$ на $L = 10\dots$
Инструмент	Резец 2140-0056 ГОСТ 18882-73
Расчетные размеры	
Диаметр D , мм	65
Длина рабочего хода расчетная L , мм	103
Глубина резания t , мм	0.3
Число проходов i	1
Режим обработки на станке	
Подача на оборот S_0 , мм/об	0.14
Частота вращения n , об/мин	333.48
Скорость резания V , м/мин	68.06
Результаты нормирования	
Время неполное штучное (на переход), мин	3.74
Время основное T_0 , мин	2.18
Время вспомогательное $T_в$, мин	1.56

Рисунок 3.26 – Результаты обчислення режимів механообробки дефекту № 2 (чистового розточування) прикладною програмою САПР ТП.

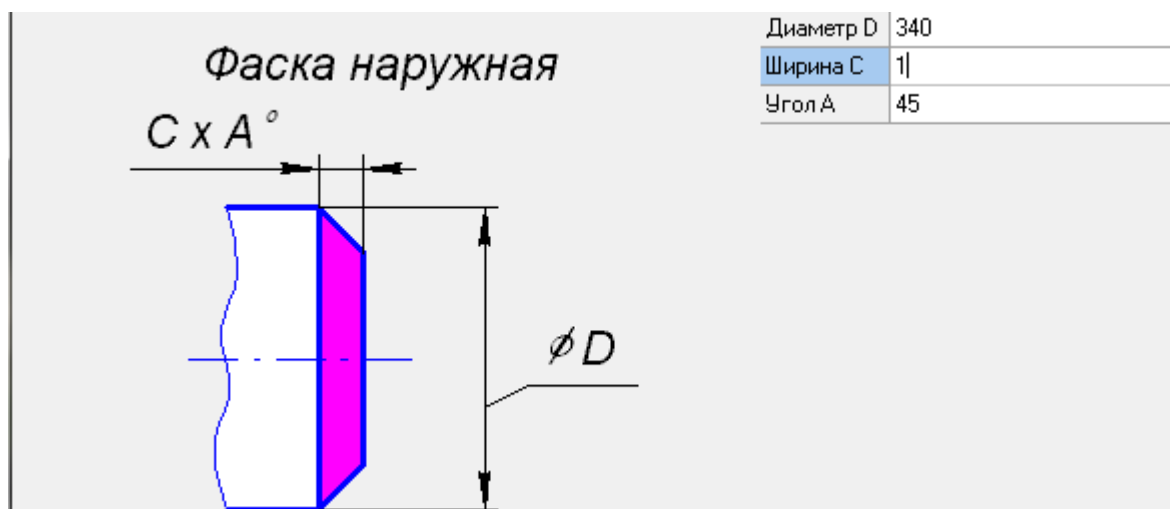


Рисунок 3.27 – Задавання параметрів точіння зовнішньої фаски

Результаты проектирования элемента формы "фаска наружная":	
Параметр	Значение
Обрабатываемая поверхность	фаска наружная
Переход	Точить фаску C = 1 УГОЛ = 45 на D = 340
Инструмент	Резец 2136-4001 2136-4000
Расчетные размеры	
— Диаметр D, мм	340
— Длина рабочего хода расчетная L, мм	3
Глубина резания t, мм	1
Число проходов i	1
Режим обработки на станке	
— Подача на оборот S _o , мм/об	0.49
— Частота вращения n, об/мин	32.43
— Скорость резания V, м/мин	34.62
Результаты нормирования	
— Время неполное штучное (на переход), мин	0.79
— Время основное T_o, мин	0.19
— Время вспомогательное T_в, мин	0.6

Рисунок 3.28 – Результати обчислення режимів точіння зовнішньої фаски прикладною програмою САПР ТП.

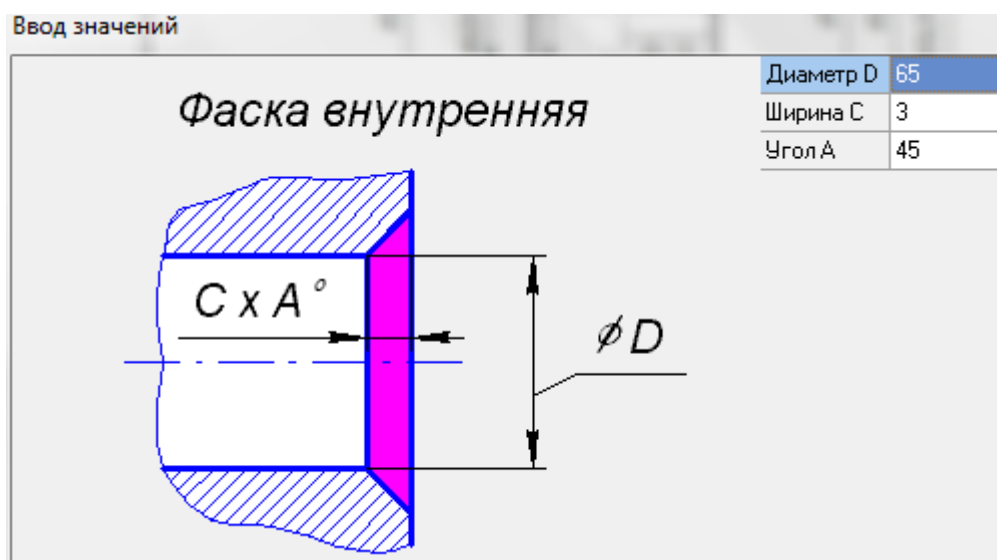


Рисунок 3.29 – Задавання параметрів точіння внутрішніх фасок

Результаты проектирования элемента формы "фаска внутренняя":

Параметр	Значение
Обрабатываемая поверхность	фаска внутренняя
Переход	Расточить фаску C = 3 УГОЛ = 45 на D = 65
Инструмент	Резец 2136-4001 2136-4000
Расчетные размеры	
— Диаметр D, мм	65
— Длина рабочего хода расчетная L, мм	7
Глубина резания t, мм	3
Число проходов i	1
Режим обработки на станке	
— Подача на оборот S _o , мм/об	0.98
— Частота вращения n, об/мин	97.68
— Скорость резания V, м/мин	19.94
Результаты нормирования	
— Время неполное штучное (на переход), мин	0.67
— Время основное T_o, мин	0.073
— Время вспомогательное T_в, мин	0.6

Рисунок 3.30 – Результати обчислення режимів точіння внутрішніх фасок прикладною програмою САПР ТП

Довбальна операція

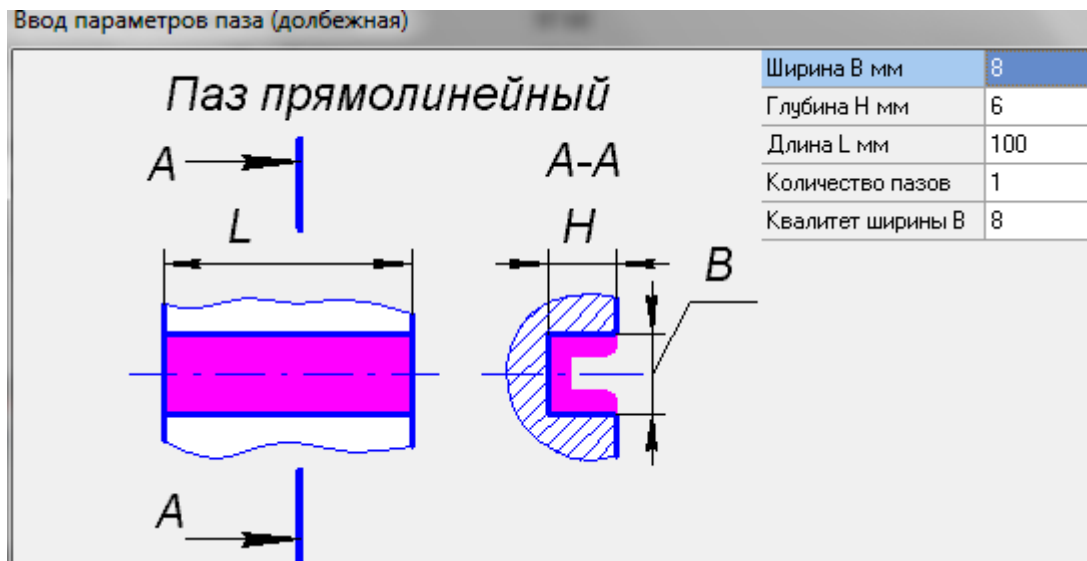


Рисунок 3.31 – Задавання параметрів довбання шпонкового пазу

Результаты проектирования элемента формы "паз прямолинейный":	
Параметр	Значение
Обрабатываемая поверхность	паз прямолинейный
Переход	Долбить паз B = 8 H = 6 L = 100
Инструмент	Резец 2184-0555 ГОСТ 10046-72
Расчетные размеры	
— Ширина B, мм	8
— Длина рабочего хода расчетная L, мм	103
Глубина резания t, мм	3
Число проходов i	2
Режим обработки на станке	
— Подача на двойной ход S, мм/дв.ход	1.1
— Число двойных ходов n, 1/мин	11.05
— Скорость резания V, м/мин	1.3
Результаты нормирования	
— Время неполное штучное (на переход), мин	3.32
— Время основное T_о, мин	1.32
— Время вспомогательное T_в, мин	2

Рисунок 3.32 – Результати обчислення режимів довбання шпонкового пазу прикладною програмою САПР ТП.

Круглошлифовальная операция

Ввод значений

Вид перехода: **окончательно**

Выбор вида шлифуемой поверхности

№	Вид_поверхн
1	гладкая
2	с канавками
3	с одной галтелью
4	с двумя галтелями
5	с одним торцем
6	с двумя торцами

Выбор вида наружного шлифования

№	Вид_подачи
1	с продольной подачей
2	с радиальной подачей

Выбор типа обработки при наружном и внутреннем шлифовании

№	Тип_обработ
1	на проход
2	в упор

Выбор ширины шлифовального круга

Диаметр шлифовального круга, мм	50
Ширина шлифовального круга, мм	50

Рисунок 3.33 – Задавания параметров шлифования поверхности $\varnothing 340\text{мм}$ (дефект №1)

Результаты проектирования элемента формы "отверстие осевое цилиндрическое":

Параметр	Значение
Обрабатываемая поверхность	отверстие осевое цилиндрическое
Переход	Шлифовать отверстие $D = 340 (+0.046; 0.000)$ $L = 100$ окончательно
Инструмент	круг шлифовальный $D = 50$ $B = 50$
Расчетные размеры	
Ширина B , мм	340
Длина рабочего хода расчетная L , мм	100
Глубина резания t , мм	0.008
Число проходов i	63
Режим обработки на станке	
Подача S	0.4
Частота вращения круга n , об/мин	10318
Скорость резания станка V , м/мин	27

Рисунок 3.34 – Результаты обчислення режимів шліфування поверхні $\varnothing 340\text{мм}$ (дефект № 1) прикладною програмою САПР ТП.

Внутрішньошлифовальна операція

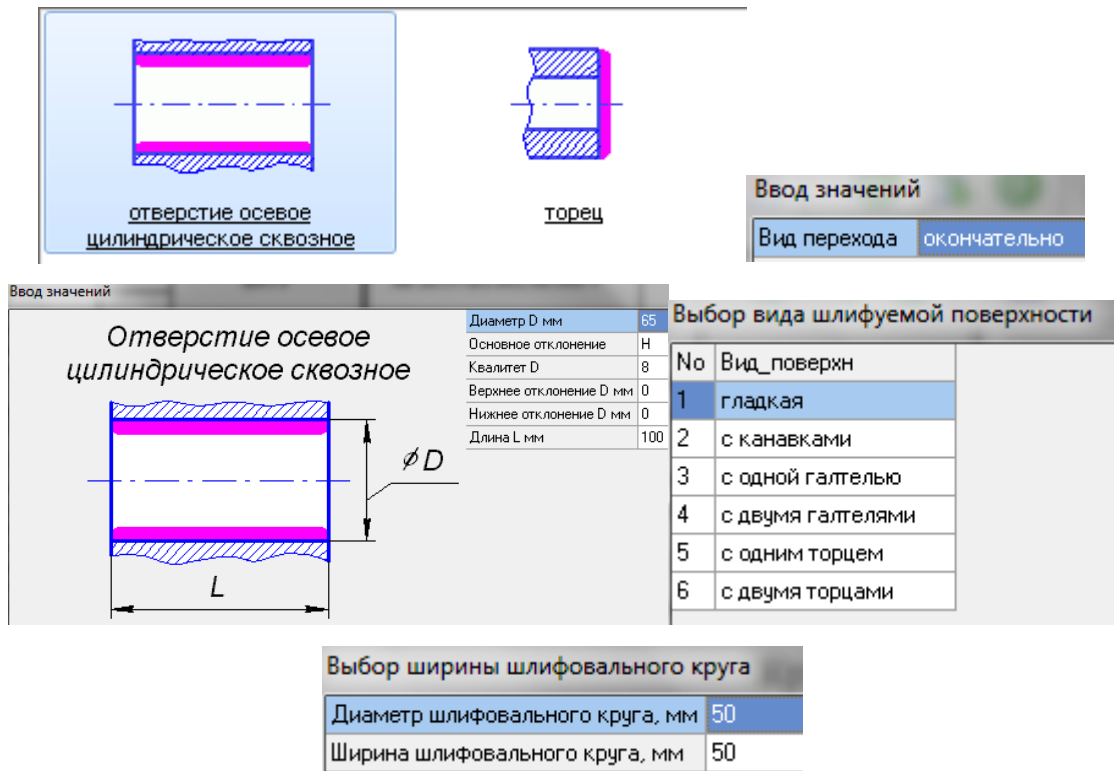


Рисунок 3.35 – Задавання параметрів шліфування поверхні Ø65мм (дефект №2)

Результаты проектирования элемента формы "отверстие осевое цилиндрическое":	
Параметр	Значение
Обрабатываемая поверхность	отверстие осевое цилиндрическое
Переход	Шлифовать отверстие D = 65 (+0.046; 0.000) L = 100 окончательно
Инструмент	круг шлифовальный D = 50 B = 50
Расчетные размеры	
Ширина B, мм	65
Длина рабочего хода расчетная L, мм	100
Глубина резания t, мм	0.008
Число проходов i	63
Режим обработки на станке	
Подача S	0.4
Частота вращения круга n, об/мин	10318
Скорость резания станка V, м/мин	27
Результаты нормирования	
Время неполное штучное (на переход), мин	30.44
Время основное T _о , мин	30.02
Время вспомогательное T _в , мин	0.42

Рисунок 3.36 – Результати обчислення режимів шліфування поверхні Ø 65мм (дефект № 2) прикладною програмою САПР ТП.

3.7 Висновки

1. Розроблено технологічний процес відновлення маточини колеса черв'ячного з використанням розрахунків в програмі САПР ТП.
2. Виявлені дефекти після тривалого часу експлуатації.
3. Розглянуті можливі варіанти відновлення зношених поверхонь та вибрано оптимальний спосіб відновлення.
4. Вирішено такі задачі:
 - проаналізовані умови роботи та причини зношування поверхонь маточини колеса черв'ячного;
 - визначені дефекти робочих поверхонь та їх величини;
 - обрано та обґрунтовано метод відновлення зношених поверхонь – електродугове наплавлення та напилення методом ХГДН.
 - розраховано режими механічної обробки поверхонь до та після нанесення покриття за допомогою програми САПР ТП.
 - розраховано режими наплавлення за допомогою прикладної програми «Наплавка»;
 - складено маршрут технологічного процесу відновлення зношених поверхонь;
 - виконано нормування операцій розробленого технологічного процесу за допомогою програми САПР ТП.

4 ПРОЕКТУВАННЯ КОМПЛЕКСУ ОБЛАДНАННЯ З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ

Спосіб відновлення та обладнання

Найбільш ефективним методом відновлення дефекту 1 є напилення за допомогою газодинамічної напилювальної установки, яке призначене для нанесення алюмінієвих, цинкових, мідних, нікелевих і бабітових та композиційних покриттів, при виконанні широкого спектра монтажних, ремонтних і відбудовних робіт. Устаткування також може вбудовуватися в автоматизовані лінії, робочі пости, ділянки по нанесенню покриттів на деталі й вироби.

Технічні характеристики:

габарити:

напилювальний блок - 450x64x85 мм;

монтажна стійка з порошковими живильниками - 560x260x490 мм;

маса:

напилювальний блок - 1,3 кг;

комплект у цілому - 36 кг;

тиск споживаного стисненого повітря - 0,6-1,0 Мпа (6-10 атм);

витрата стисненого повітря – 0,4 м³/хв;

електроживлення – 220 В, 3,5 кВт;

продуктивність по масі покриття що наноситься на основі алюмінію: 1-6 г/хв (0,3-2 см³/хв);

кількість фіксованих температурних режимів – 5;

кількість порошкових живильників – 1.

стабілізація всіх параметрів устаткування при великому розкиді або коливаннях живлячого напруги мережі (180 – 250 В);

наявність 5 фіксованих температурних режимів роботи напилювального блоку технологій, що забезпечують оптимізацію, нанесення покриттів з різними властивостями;

Враховуючи поставлені задачі, було розроблено та запропоновано наступну конструкцію термодинамічного розпилювального пристрою (рис. 4.1).

Конструкція термодинамічного розпилювального пристрою така. У корпусі 1 закріплена кришка 4. В кришці 4 зроблені отвори, в яких розміщено ізолятори діелектричні 5 та через які виведено клеми 6 для підводу струму до спіралі 3. Клеми закріплені гайками 12, які в свою чергу також служать затискачами для підвідних струмопроводів. Для герметизації конструкції передбачені герметизуючі пасти які наносяться на поверхні стика кришки 4 та корпусу 1. Ніпель 7, служить для подачі повітря всередину пристрою. Повітря спочатку попадає в порожнину утворену керамічною втулкою 2 та корпусом 1, та запобіганню його нагрівання. Далі через отвори повітря проходить крізь витки спіралі, та нагрівається до необхідної температури.

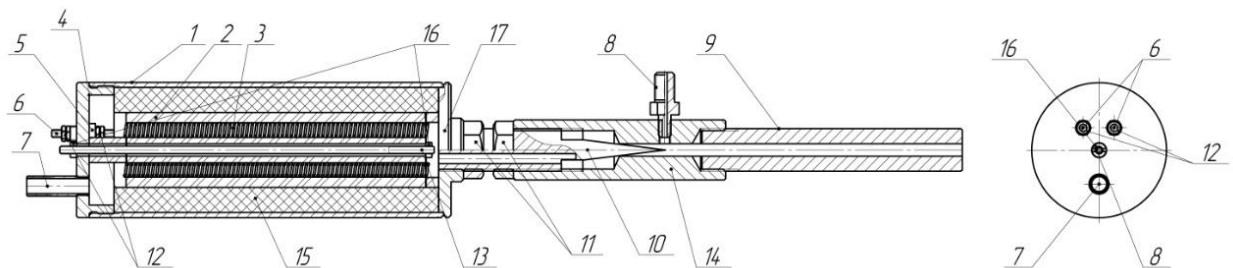


Рисунок 4.1 – Термодинамічний розпилювальний пристрій.

1 – корпус, 2 – керамічна вставка, 3 – спіраль нагрівача, 4 – кришка передня, 5 – ізолятор. 6 – клема підключення струму, 7 – ніпель підключення стисненого повітря, 8 – ніпель підключення подачі розпилювального матеріалу, 9 – сопло розпилювальної гармати, 10 – конічна голка дросель, 11 – стопорна гайка, 12 – гайки клем, 13 – шпилька, 14 – корпус сопла, 15 – термоізолятор, 16 – гайки М5 – 6Н, 17 – задня кришка.

В середині розміщено спіраль 3 та керамічній вставці 2, що служать для ізоляції корпуса від спіралей та напрямлення руху повітря в середині розпилювача.

У правій частині корпусу, за допомогою гайок 11 закріплено дросель 10, конічна частина якого утворює надзвукове сопло з вхідним отвором гармати 9, через яке подається нагріте повітря. Через ніпель 8 подається порошок. За допомогою пересування дроселя 10 регулюються параметри режимів напилення. Нагрівальний елемент 3 кріпиться в ізоляторі-вставці 2, який в свою чергу кріпиться за допомогою шпильки 13 та гайок 16 до кришки 4. Корпус ізолюється від високої температури за допомогою термоізолюючого матеріалу 15. Задня кришка 17 приварена до корпусу 1.

Технічна характеристика термодинамічного напилювального пристрою.

Маса напилювального блоку - 1,3 кг;

Тиск споживаного стисненого повітря - 0,6-1,0 МПа (6-10 атм);

Витрата стисненого повітря – 0,4 м³/хв;

Електроживлення - 220 В, 3,3 кВт;

Продуктивність по масі покриття що наноситься на основі алюмінію: 1-6 г/хв (0,3-2 см³/хв);

4.2 Розрахунок та призначення режимів нанесення покриття

Напруга складає 220...380 В.

Для отримання якісного покриття товщина шару, який має бути напилений за один прохід плазмотрона, повинна знаходитися в межах $h = 0,02 - 0,1$ мм. Згідно з тими ж рекомендаціями рівномірність товщини досягається, якщо кожна наступна смуга покриття перекриває попередню на 40 – 50%.

Для напилювання відновлюваної поверхні діаметром $D = 340$ мм та довжиною $l = 88$ мм, ми обираємо розроблений напилювач для напилювання зовнішніх поверхонь.

Розрахунок об'єму плями напилювання.

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h = \frac{3.14 \cdot 20^2}{4} \cdot 0.1 = 31.4 \text{ (мм}^3\text{)}, \quad (4.1)$$

де d – діаметр плями напилення (15...25 мм). Приймаємо $d = 20$ мм.;
 h – мінімальна товщина шару, напиленого за один прохід
 ($h=0,02..0,1$).

Приймаємо $h = 0,1$.

Обчислюємо масу плями.

$$m = \frac{Q}{\rho} = \frac{31,4 \cdot 7,8}{1000} = 0,25 \text{ (г)}, \quad (4.2)$$

де ρ - густина порошку ($\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$)

Розраховуємо лінійну швидкість напилення.

$$V_l = \frac{P \cdot d}{3,6 \cdot m} = \frac{4 \cdot 20}{3,6 \cdot 0,25} = 88,9 \text{ (мм/с)}, \quad (4.3)$$

де P – продуктивність методу ($P = 4$ кг/год).

Обчислюємо горизонтальну швидкість переміщення напилюючої пристрою .

$$V_z = \frac{K \cdot d \cdot V_l}{\sqrt{h^2 \cdot d^2 + \pi^2 \cdot D^2}} = \frac{0,45 \cdot 20 \cdot 88,9}{\sqrt{0,1^2 \cdot 20^2 + 3,14^2 \cdot 360^2}} = 32,8 \text{ (мм/с)}, \quad (4.4)$$

де D – діаметр деталі ($D = 360$ мм) ;

K – коефіцієнт перекриття ($K=0,45$).

Швидкість обертання деталі.

$$\omega_D = \frac{V_z}{K \cdot d} = \frac{32,8}{0,45 \cdot 20} = 3,6 \text{ (об/с)}. \quad (4.5)$$

Приймаємо $\omega_d = 4$ об/с

Кількість проходів.

$$n = \frac{H}{h} = \frac{0584}{0.1} = 6 \text{ (проходів)}, \quad (4.6)$$

де H – загальна товщина напиленого шару на сторону.

Час напилювання.

$$t_o = \frac{m \cdot 60}{m_N} = \frac{0.25 \cdot 60}{4} = 3.75(\text{хв}), \quad (4.7)$$

де L – довжина поверхні дефекту 1 та 2 – 85мм,

m_N - продуктивність установки кг/год.

Витрати порошку.

$$m_{II} = \frac{\pi(D_1^2 - D_2^2) \cdot L \cdot \rho}{4 \cdot 1000 \cdot \eta} = \frac{\pi(340^2 - 339,8^2) \cdot 85 \cdot 7.8}{4 \cdot 1000 \cdot 0.6} = 121.8 \quad (4.8)$$

де $\eta = 60\%$ (0,6) коефіцієнт ефективності напилювання,

D_1 - діаметр деталі після напилювання,

D_2 - діаметр деталі до напилювання

Так, як ми напилюємо два однакових дефекту то $m_{II} = 2 \cdot 121.8 = 243.6(\text{г})$.

Створення конструктивної схеми установки автоматизованого відновлення

Розробимо конструктивну схему установки. З'ясуємо з яких основних компонентів має складатися установка для автоматизованого відновлення деталі (рисунок 4.2)

Основними елементами конструктивної схеми є пристрій розпилювач 1, закріплений на блокові горизонтального переміщення 2, що забезпечує можливість при необхідності змінювати відстань між деталлю та розпилювальним пристроєм, що в свою чергу дає можливість відновлювати деталі з більшим діаметром. Блок горизонтального переміщення 2 закріплено на каретці горизонтального переміщення 4, що забезпечує можливість переміщення розпилюючого пристрою вздовж деталі 6. Поруч з розпилювальним пристроєм 1 розташований живильник 3, який забезпечує необхідну кількість порошку що подається у пристрій розпилювання. Відновлювана деталь 5 закріплюється на валові 7, який дає змогу передавати крутний момент від двигуна до деталі. Вал 7 закріплено до муфти 8, яка встановлена в корпусі на підшипниках. Муфту 8 з'єднано з електродвигуном 9, закріпленим на рамі установки.

4.4 Визначення способу закріплення деталі

Враховуючи, що деталь нескладної дискової конфігурації її доцільно розмістити на обертачові горизонтального виконання. Виконання обертача із усім пристосуванням зображені на рисунку 4.3.

Знаючи конструкцію обертача та способу закріплення можна визначити двигун, який буде здатний обертати рухомі деталі обертача, центри та відновлювану деталь.

Для визначення двигуна треба розрахувати масо центові характеристики всіх тіл які обертаються в процесі відновлення деталі.

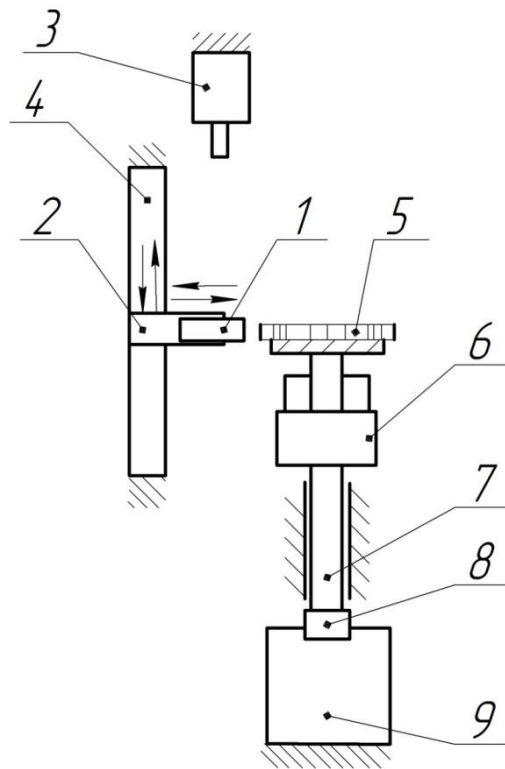


Рисунок 4.2 – Конструктивна схема установки відновлення:

1 - розпилювальний пристрій; 2 - блок горизонтального переміщення;
 3- живильник; 4- блок вертикального переміщення; 5- відновлювана деталь; 6
 - обертач; 7 – вал шпинделя; 8 – муфта; 9 – електродвигун.

4.5 Розрахунок масо центрових характеристик (МЦХ) деталі та пристрою її закріплення

Для визначення масо центрових характеристик розробимо 3D моделі усіх деталей що обертаються під час відновлення (рисунок 4.3).

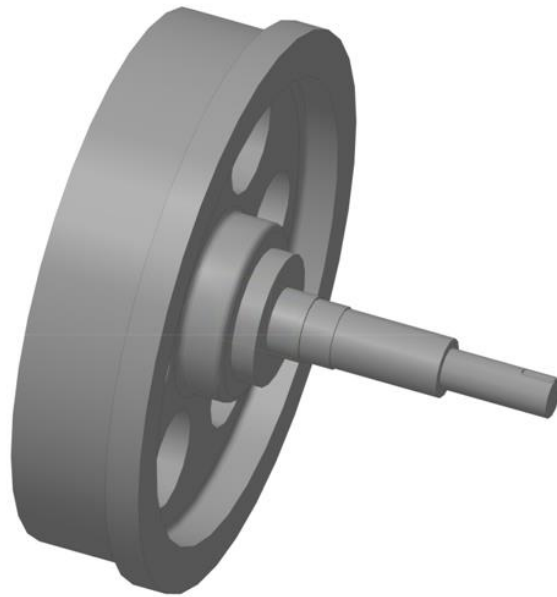


Рисунок 4.3 – 3D модель усіх деталей, що обертаються в процесі відновлення

Розрахунок МЦХ проведемо засобами САПР Solid Works

МЦХ

Зборка

Площа	$S = 669143,9\text{мм}^2$
Об'єм	$V = 5820206,3\text{мм}^3$
Матеріал	Сталь 45 ГОСТ 1050-88
Густина	$R_0 = 0,007820\text{ г/мм}^3$
Маса	$M = 45,5\text{ кг}$
Центр мас	$X_c = 327,9\text{мм}$
	$Y_c = -0,076\text{мм}$
	$Z_c = -0,858\text{мм}$

В центральній системі координат:

Осеві моменти інерції	$J_x = 143854,2\text{ кг}\cdot\text{мм}^2$
	$J_y = 8422659,4\text{ кг}\cdot\text{мм}^2$
	$J_z = 8425433,9\text{ кг}\cdot\text{мм}^2$

Для розрахунку та вибору приводу обертання необхідно знати осеві

моменті інерції в центральній системі координат відносно тієї осі навколо якої відбувається обертання деталей.

4.6. Розрахунок маси пристрою для розпилювання

Розробимо 3D модель пристрою для розпилювання (рисунок 4.4)

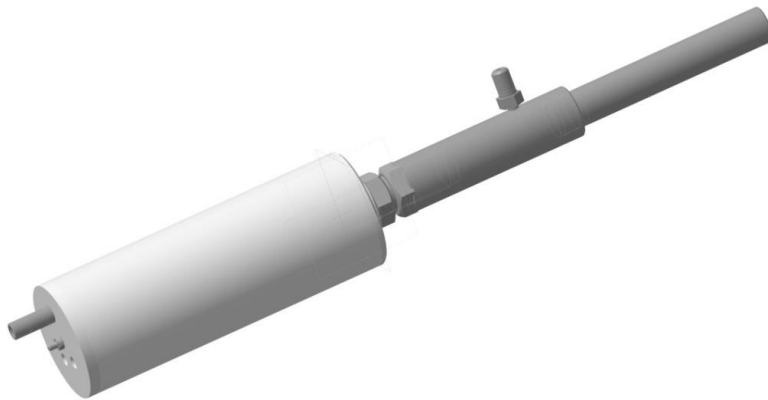


Рисунок 4.4 – 3D модель розпилювального пристрою

Порахуємо засобами САПР Solid Works масу розпилювального пристрою

Маса	$M = 1300 \text{ г}$
Площадь	$S = 120561.507848 \text{ мм}^2$
Объем	$V = 208534.653775 \text{ мм}^3$
Центр масс	$X_c = -0.168258 \text{ мм}$
	$Y_c = -0.011565 \text{ мм}$
	$Z_c = 6.446648 \text{ мм}$

4.7 Розрахунок та вибір виконавчих механізмів установки для автоматизованого відновлення деталей

Механізм обертання деталі

Для розрахунку приводу обертання застосуємо програму Positioning drives компанії Festo.

Вихідними даними для розрахунку привода обертання є момент інерції тіл які треба обертати (в нашому випадку становить $J_x = 143854.2 \text{ кг}\cdot\text{мм}^2$) додаткові сили які є гальмівними або прискорюючими (в нашому випадку відсутні). Відстань від центру тяжіння деталей що обертаються – приймається нульовою тому що застосовано додатковий проміжний шпindel який сприймає всі навантаження від маси тіл, що обертаються. Максимальна частота обертання – 70 об/хв., що дасть змогу обробляти більшу номенклатуру деталей. Час розгону, приймаємо 1 с. Тип приводу - сервопривід постійного струму. Включно з вбудованими гальмами та варіантами з вбудованим редуктором. Монтажне розташування горизонтальне. Контролер встановлений всередині двигуна [10].

В результаті розрахунку запропоновано наступні рішення (рисунок 4.5).



Приложение | параметры системы | Фильтр | **Результаты** | Детали | Список изделий | Данные проекта

Результаты

Результаты: № 6

Пожалуйста гарантируйте, что следующие динамические значения, на которых основано определение размеров, не превышают допустимых значений для вашего оборудования.
Скорость: 300 грп
Ускорение: 17946 грп/с
Тормоза: 17946 грп/с

Выбранный привод

Ось	Двигатель	Контроллер
		
	EMMS-A5-100-S-H5-RxV EMGA-120-P-G5-SAS-100 Редуктор: 5:1	SMM5-A5-C4-3A-G2 Энергетический отсек: 230 VAC (Однофазный)

Обзор рабочих характеристик

Момент инерции	Запрошенный: 11318,500 kgcm ²	Возможно: 11144,900 kgcm ²
Расстояние от центра тяжести до оси	0 mm	
Движущаяся масса: 69,867 kg		
Внешний крутящий момент	0,00 Nm	17,45 Nm
Время разгона	0,019 s	

14 Результаты Фильтр результатов

Разгон и непрерывное движение: Максимальная частота вращения: 300 грп Серводвигатели: Минимальная продолжительность включения 100 %

№*	Поворотный модуль	Ось	Разн	Двигатель	Двигатель	Разн	Редуктор	Двигатель	Время разгона
5	---	---	---	Серводвигатель	100-S	5:1	11 %	0,014	
6	---	---	---	Серводвигатель	100-S	5:1	39 %	0,019	
7	---	---	---	Серводвигатель	100-M	3:1	4 %	0,011	
8	---	---	---	Серводвигатель	100-M	5:1	10 %	0,015	
9	---	---	---	Серводвигатель	100-S	5:1	18 %	0,012	
10	---	---	---	Серводвигатель	100-S	3:1	15 %	0,011	

Рисунок 4.5 – Вибір підходящого серводвигуна для обертача

Замовимо на сайті FESTO.COM.UA 3D модель вибраного приводу обертання в форматі sat7, який розпізнає програма Компас 3D.

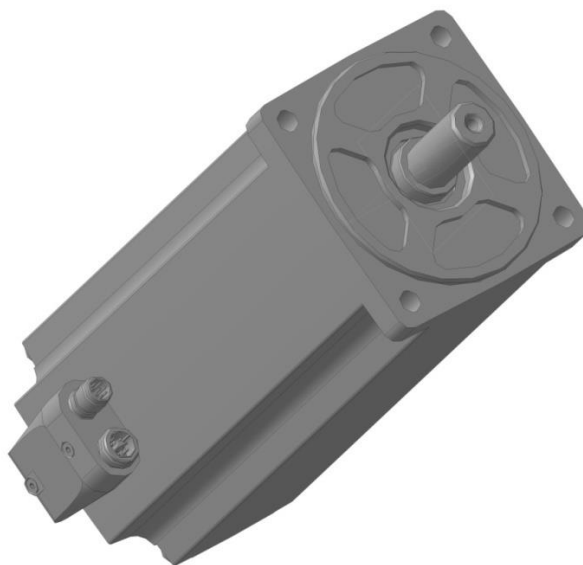


Рисунок 4.6 – 3D модель серводвигуна EMME-AS-100-M-HS-AM_700

Спроекуємо вузол обертання. Для цього необхідно з'єднати серводвигун рис. 4.6 з осьовим набором рис.4.7, який містить фланець, корпус муфти та саму муфту. Цей осьовий набір буде передавати крутний момент обертачу, який вже в свою чергу через поводковий патрон обертатиме деталь. Обираючи двигун на сайті Festo.com.ua потрібно в розділі пристосувань обрати осьовий набір.

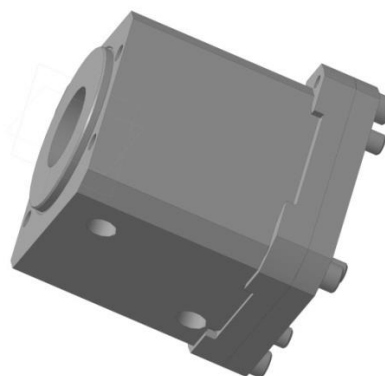


Рисунок 4.7 – Осьовий набір EAMM-A-F80-120G_700

Розроблена 3D модель обертача установки з ЧПК показано на рис. 4.8

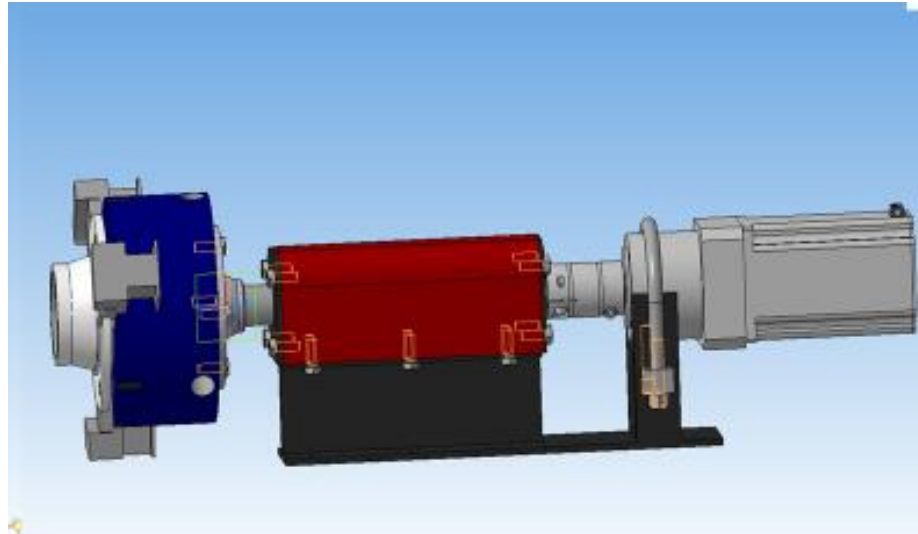


Рисунок 4.8 – 3D модель обертача установки з ЧПК

Створимо з цієї моделі вузла обертання складальне креслення (див. додатки)

Привід вертикального переміщення установки дає можливість в автоматичному режимі змінювати відстань розпилювача від відновлюваної поверхні. Особливо це важливо при автоматичному відновленні ступінчастих поверхонь де зміна відстані є технологічно необхідною.

Вихідними даними для вибору лінійного приводу вертикального переміщення є маса розпилюючого пристрою яка становить 2,5 кг, маса кабелів та трубопроводу які йдуть до установки 0,5 кг та відстань переміщення яку вибираємо з певним запасом 100 мм

Скористаємось програмою Positioning drives для вибору лінійного приводу вертикального переміщення розпилюючо пристрою. Результати розрахунку приводу вертикального переміщення установки показані на рисунку 4.9 [10].

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




Результаты

Результаты: № 312

Пожалуйста гарантируйте, что следующие динамические значения, на которых основано определение размеров, не превышают допустимых значений для вашего оборудования.
 Скорость: 1,000 m/s
 Ускорение: 25,000 m/s²
 Тормоза: 25,000 m/s²

Направляющая Степень

Выбранный привод

Ось	Двигатель	Контроллер
		
EGSL-55-100-BS-12,7P	EMMS-AS-70-S-LS-Rx	SMMP-AS-C5-3A-M3
Осевой: EAMM-A-D40-70A	Нет редуктора	Энергетический отсек

Обзор рабочих характеристик

	Запрошенный	Возможно с осью
Полезная длина	100,000 mm	100,000 mm
Точность повторени	+/- 0,500 mm	0,015 mm
Движущаяся масса	3,0 kg	10 kg
Вертикальный Движение вверх	0,0 N	
Дополнительное внешнее усили		
Время перемещения + Паузы		0,345 s
Паузы		0,200 s

319 Результаты: Оптимальные типоразмеры осей Фильтр результатов

Полезная длина, без ограничения времени: Время перемещения + Паузы: максимум 60,000 s, Серводвигатели: Паузы (Определяется пользователем) 0,200 s

№	Ось	Размер	Направляющая	Двигатель	Редуктор	Ось	Двигатель	Направляющая	Время перемеще
308	Шариковая винтовая пара	55	Сепаратор подшипник	Серводвигатели	3:1	39 %	88 %	1 %	0,379
309	Шариковая винтовая пара	55	Сепаратор подшипник	Серводвигатели	5:1	37 %	88 %	1 %	0,573
310	Шариковая винтовая пара	55	Сепаратор подшипник	Серводвигатели	---	49 %	85 %	1 %	0,187
311	Шариковая винтовая пара	55	Сепаратор подшипник	Серводвигатели	---	64 %	64 %	1 %	0,145
312	Шариковая винтовая пара	55	Сепаратор подшипник	Серводвигатели	---	64 %	52 %	1 %	0,145
313	Шариковая винтовая пара	45	Сепаратор подшипник	Серводвигатели	---	98 %	91 %	1 %	0,177
314	Шариковая винтовая пара	45	Сепаратор подшипник	Серводвигатели	---	98 %	70 %	1 %	0,167
315	Шариковая винтовая пара	55	Сепаратор подшипник	Серводвигатели	---	60 %	98 %	1 %	0,149
316	Шариковая винтовая пара	45	Сепаратор подшипник	Серводвигатели	---	76 %	95 %	1 %	0,392

Рисунок 4.9 – Результаты розрахунку приводу вертикального переміщення

Замовимо на сайті Fesro.com.ua 3D модель приводу в форматі sat7 (рисунок 4.10)

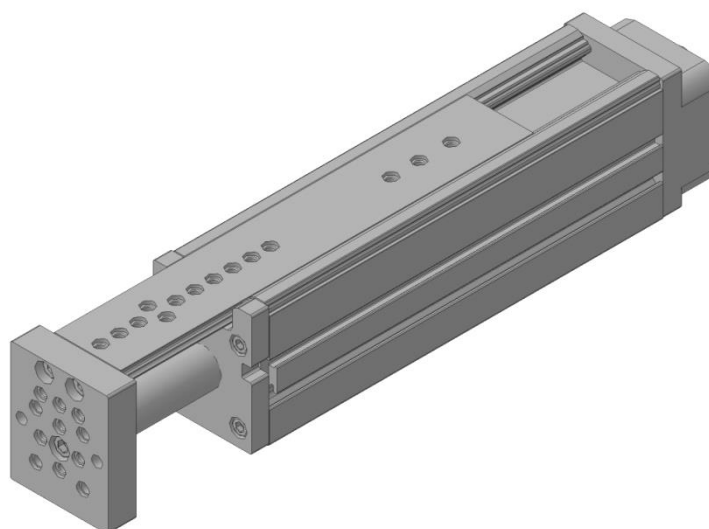


Рисунок 4.10 – Лінійний електромеханічний привод EGSL-BS-55-100-12_7P

Для того, щоб цей привід працював (рисунок 4.13) до нього треба приєднати серводвигун (рисунок 4.11) та осьовий набір (рисунок 4.12). Ці елементи нам одразу при виборі консолі надає програма «Positioning Drives», завантаживши їх з сайту Festo.com.ua отримали:

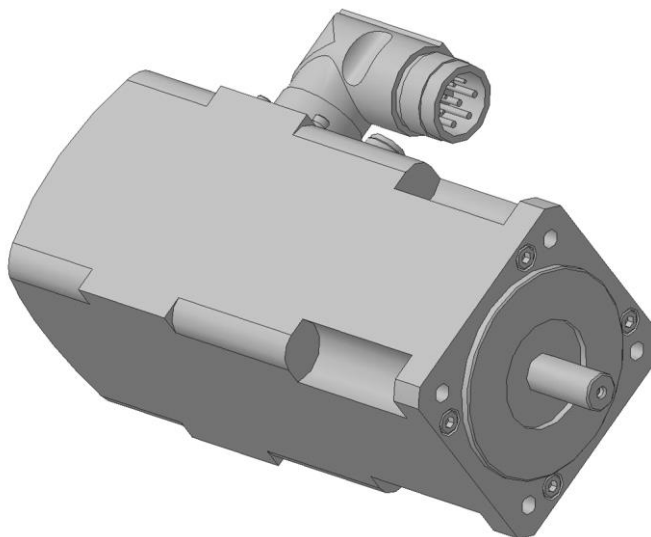


Рисунок 4.11 – Серводвигун EMMS-AS-70-S-LS-RM

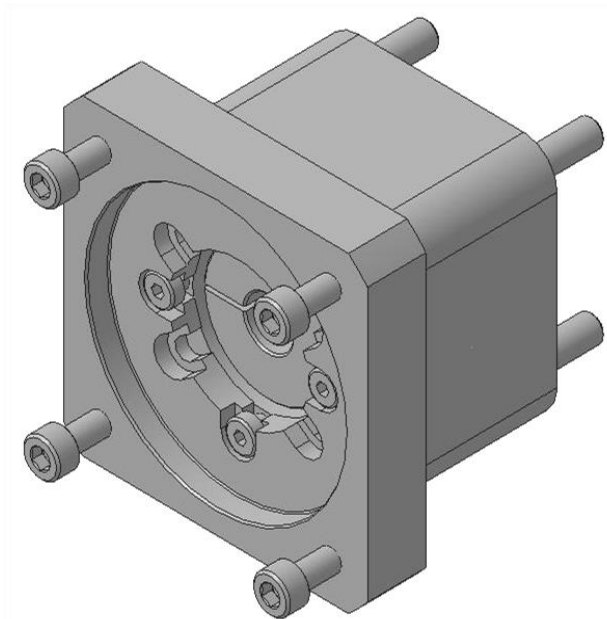


Рисунок 4.12 – Осьовий набір EAMM-A-D40-70A

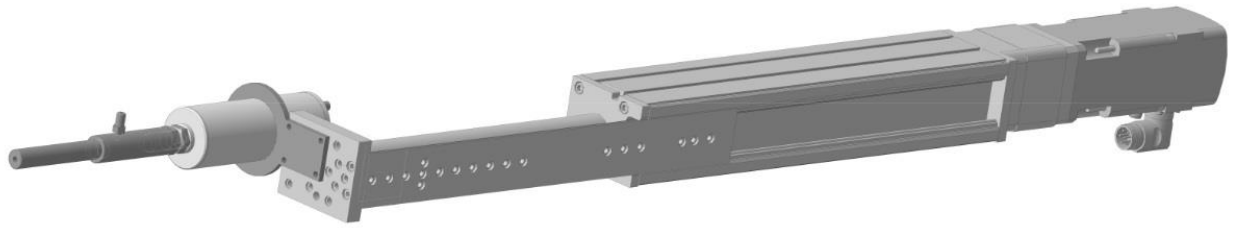


Рисунок 4.13 – Консольна каретка з розпилювальним пристроєм

Привод горизонтального переміщення

Вихідними даними для вибору привода горизонтального переміщення є маса яку необхідно переміщувати: це маса пристрою для розпилювання з кабелями та трубопроводом, які йдуть до установки 3 кг плюс маса приводу вертикального переміщення в зборі з двигуном вертикального приводу та осьового набору між ними, а також маса приєднаних комунікації, яка становить 13 кг. Разом ця маса становить $3+13=16$ кг. Ще однією величиною для вибору привода є величина горизонтального переміщення, яку приймаємо з запасом і яка становить 1300 мм.

Виберемо портальний привід за допомогою програми «Positioning Drives».

Можливе рішення у вигляді портального приводу позиціонування показано на рисунку 4.14.

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

Результаты


Результаты: № 8

Пожалуйста гарантируйте, что следующие динамические значения, на которых основано определение размеров, не превышают допустимых значений для вашего оборудования.
 Скорость: 0,475 m/s
 Ускорение: 3,238 m/s²
 Тормоза: 3,238 m/s²

Направляющая Степень

Выбранный привод


Ось



EGC-70-TB-KF-GP

Осевой:
EAMM-A-L38-87A


Двигатель



EMMS-ST-87-L-5-G2

Нет редуктора

Контроллер



CMMS-ST-C8-7-G2

Энергетический отсек

Обзор рабочих характеристик

	Запрошенный	Возможно с осью
Полезная длина	1300,000 mm	5000,000 mm
Точность повторения +/-	0,500 mm	0,080 mm
Движущаяся масса	16 kg	
Горизонтальный 0 °		
Дополнительное внешнее усилие	0,0 N	
Время перемещения		2,891 s

Паузы = 0 с Шаговый двигатель

188 Результаты: Оптимальные типоразмеры осей Фильтр результатов

Полезная длина, без ограничения времени: Время перемещения + Паузы: максимум 60,000 s, Серводвигатели: Паузы (Определяется пользователем) 0,200 s

№	Ось	Размер	Направляющая	Двигатель	Редуктор	Ось	Двигатель	Направляющая	Время перемеще
4	Зубчатый ремень	70	Шариковый подшипн	Шаговый	5:1	11 %	95 %	29 %	6,664
5	Зубчатый ремень	70	Шариковый подшипн	Шаговый	3:1	15 %	95 %	29 %	5,035
6	Зубчатый ремень	70	Шариковый подшипн	Шаговый	5:1	9 %	95 %	28 %	8,333
7	Зубчатый ремень	70	Шариковый подшипн	Шаговый	---	29 %	98 %	31 %	5,597
8	Зубчатый ремень	70	Шариковый подшипн	Шаговый	---	66 %	98 %	35 %	2,891
9	Зубчатый ремень	70	Шариковый подшипн	Шаговый, "Serv	---	30 %	98 %	29 %	5,584
10	Зубчатый ремень	70	Шариковый подшипн	Шаговый	5:1	11 %	95 %	28 %	6,667
12	Зубчатый ремень	70	Шариковый подшипн	Шаговый	3:1	15 %	95 %	29 %	5,038
13	Зубчатый ремень	70	Шариковый подшипн	Шаговый	5:1	9 %	95 %	28 %	8,335

Рисунок 4.14 – Конструкція у вигляді порталного приводу позиціонування

Замовимо на сайті Fesro.com.ua 3D модель вибраного приводу EGC-70-400-BS-10P-KF-0H-ML-GP у форматі sat7 (Рисунок 4.15)

Для того щоб цей привід працював до нього треба приєднати серводвигун (рисунок 4.16) та осевий набір (рисунок 4.17), який складається з корпуса муфти, муфти та кронштейна. Ще потрібно монтажні лапки (рисунок 4.18) для кріплення порталного приводу до рамної конструкції, та кріплення вертикальної консолі до каретки горизонтальної, яку потрібно розробити (рисунок 4.19). Всі стандартні компоненти скачаємо з сайту Festo.com.ua.



Рисунок 4.15 – Портальный привод EGC-70-400-BS-10P-KF-0H-ML-GP

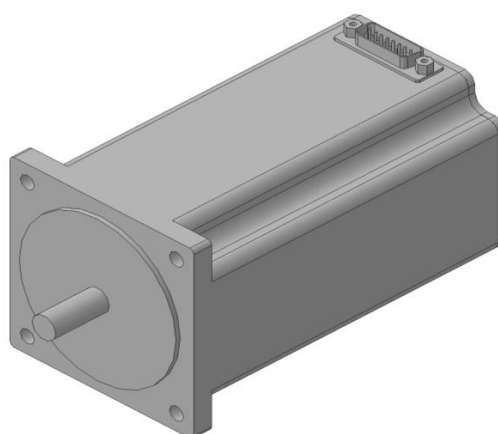


Рисунок 4.16 – Серводвигун EMMS-ST-87-L-S-G2

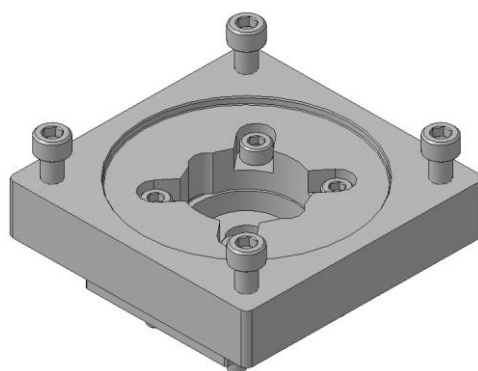


Рисунок 4.17 – Осьовий набір EAMM-A-L38-87A

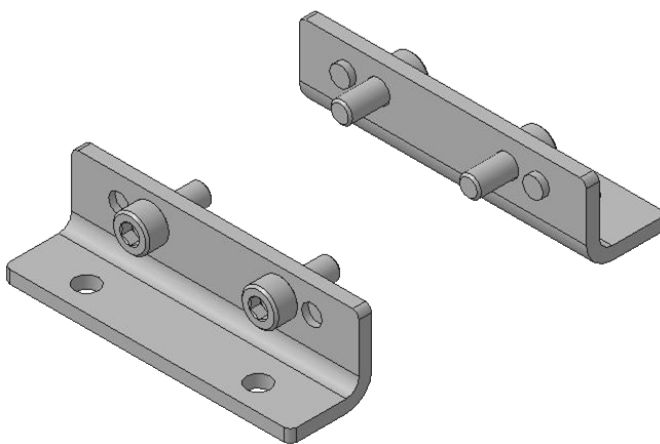


Рисунок 4.18 – Монтажні лапки НРЕ-70

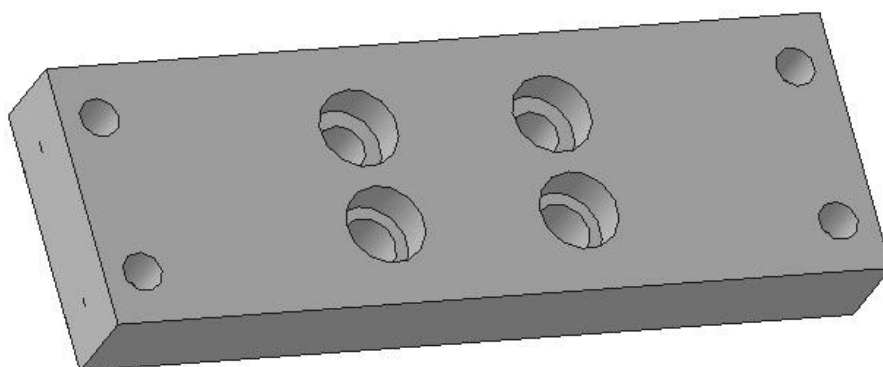


Рисунок 4.19 – Кронштейн кріплення консольного приводу до порталного

Поеднаємо усі механізми згідно їх функціонального призначення та отримаємо функціональний вузол горизонтального та вертикального переміщень розпилюючого пристрою та обертання деталі. Розмістимо у просторі всі деталі згідно їх призначення враховуючи відстань між поверхнею відновлюваної деталі та сопла розпилюючого пристрою.

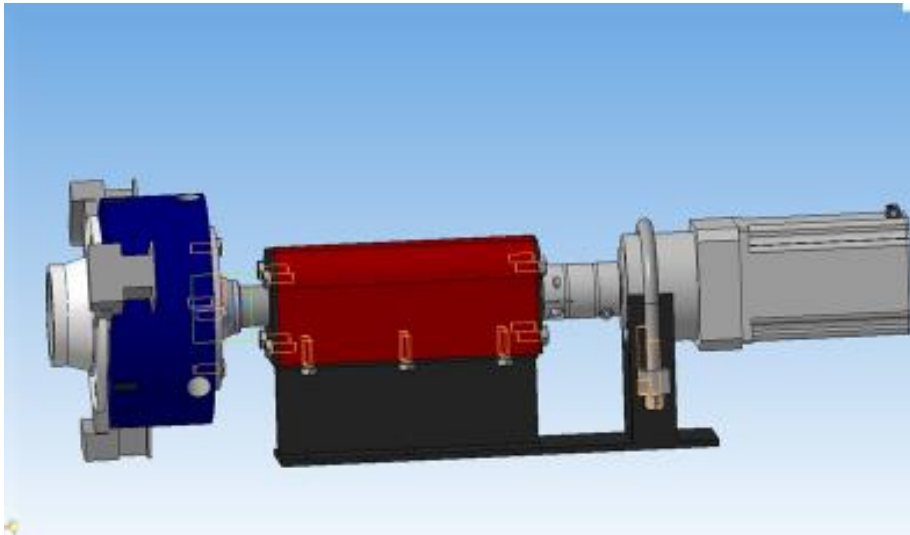


Рисунок 3.20 – 3Д модель обертача маточин

Створення рамної конструкції

Наступним кроком є створення рамної конструкції яка забезпечить задане взаємне розташування всіх механізмів. Для створення рамної конструкції використаємо профільний металопродукт, а саме: швелер 22П ГОСТ 8240-97 та 12П ГОСТ 8240-97, а також металеві пластини розміром 60x60x6. Додатково встановимо косинки для забезпечення жорсткості конструкції рами. Конструкція рами зварна. Зварювання електродугове за ГОСТ 5264-80 (рисунок 4.20).

Виконавши збирання всіх частин установки, які були спроектовані та скачані із сайту Festo.com.ua, та врахувавши взаємне розташування розрахованих та вибраних деталей та механізмів за допомогою пакету програм Solid Works отримали 3D модель установки з числовим програмним керуванням для відновлення деталей рис. 4.21:

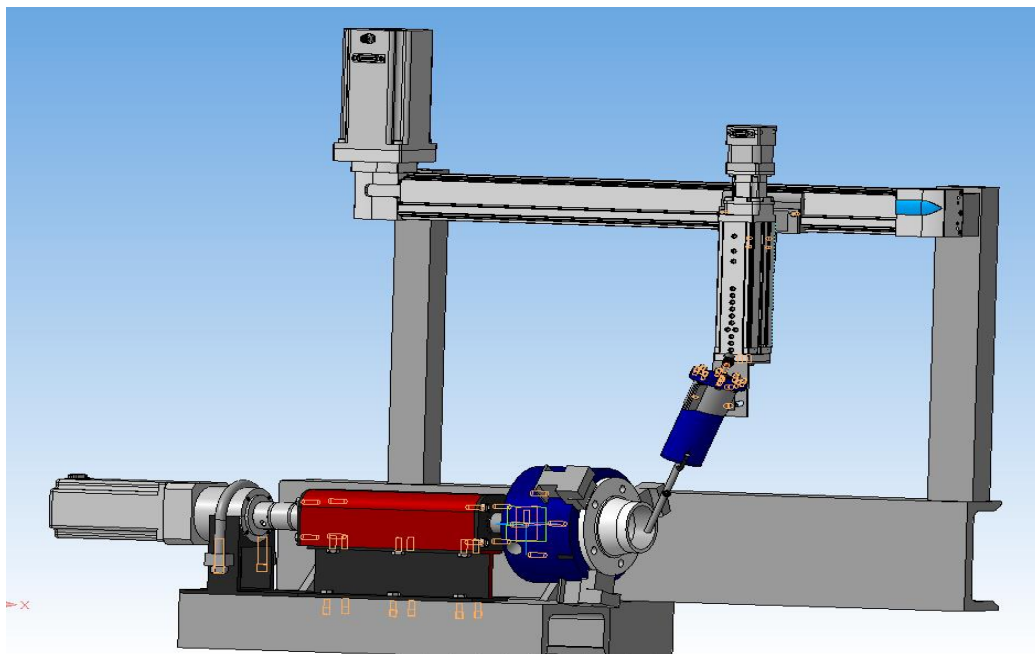


Рисунок 4.21 – 3D модель установки з числовим програмним керуванням для відновлення деталей типу «маточина»

4.8 Робоче місце і вимоги техніки безпеки

Для забезпечення пилезахисту персоналу і навколишнього середовища при роботі з устаткуванням у закритих приміщеннях необхідна організація робочого місця з відсмоктуванням запиленого повітря з робочої зони, де відбувається напилювання покриттів, і наступним його очищенням. Схема організації робочого місця представлена на рисунку 4.22.

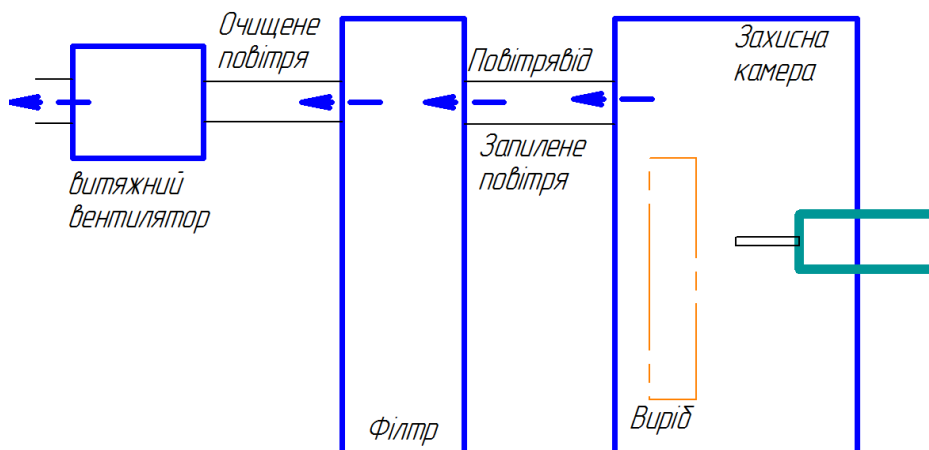


Рисунок 4.22 - Схема організації робочого місця

Пилозахисна камера забезпечує можливість розміщення в ній оброблюваних виробів за умови доступу до нього соплом напилювального блоку. Персонал повинний бути захищений індивідуальними засобами пилозахисту (окуляри, респіратор).

Фільтр забезпечує очищення запиленого повітря від пилу (порошку, який не увійшов у покриття).

Витяжний вентилятор повинний забезпечувати ефективне витягування запиленого повітря із системи "пилезахищена камера - фільтр – повітропроводи". Продуктивність вентилятора, навантаженого на фільтр, повинна бути не менш $2\text{м}^3/\text{хв}$.

Як систему пилоочистки можуть використовуватися як готові промислові пилососи з достатнім ступенем фільтрації повітря і продуктивністю, так і спеціально виготовлені пристрої, що можуть включати циклони, фільтри тонкого очищення і витяжні вентилятори.

Комплекс автоматизованого відновлення складається з установки з числовим програмним керуванням та живильника, які розміщені в захисному боксі. Живильник подає розпилюваний матеріал в пристрій розпилювання. Бокс оснащено витяжною вентиляцією та блоком підготовки повітря. Керування установкою здійснюється від комп'ютера, який розміщений на столі, та контролерами. Програмне забезпечення поставляється фірмою FESTO - програма CoDeSys.

Висновки

1. Аналіз конструкції відновлюваних дисків типу «маточина», дозволив виявити її дефекти та прийняти спосіб відновлення.
2. Розраховано режими механічної обробки зношеної деталі, нанесення покриттів.

3. Для реалізації процесу відновлення розроблено конструкторську документацію на складальне креслення установки автоматизованого відновлення з використанням виконавчих механізмів з числовим програмним керуванням. В якості виконавчих механізмів застосовані механізми фірми FESTO – світового лідера у галузі автоматизації та механізації виробничих процесів.

4 В процесі роботи застосовувались такі програми . Програма Solid Works - для 3D моделювання, розрахунку масоцентрувальних характеристик, креслення. Програма Positioning drives – для розрахунку і вибору виконавчих механізмів та комплектуючих деталей. Програма MathCAD – для розрахунку режимів наплення.

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Для успішного впровадження науково-технічної розробки важливо, щоб вона відповідала актуальним вимогам науково-технічного прогресу та урахувала економічні аспекти. Надання оцінки економічної ефективності результатів науково-дослідної роботи є важливою складовою цього процесу. Дослідження, що представлено у магістерській роботі та присвячене розробці на тему: «Вибір та обґрунтування з використанням програмних продуктів матеріалів та технологій відновлення маточини колеса червячного» віднесено до науково-технічних робіт, спрямованих на виведення на ринок. Рішення щодо комерціалізації розробки може бути прийняте під час самого виконання роботи, розкриваючи можливості для подальшого введення на ринок. Цей напрямок розглядається як пріоритетний, оскільки розроблені результати можуть бути корисними для різних зацікавлених сторін і приносити економічні вигоди. Однак для успішної реалізації цього процесу важливо залучити зацікавленого інвестора, який виявить інтерес до втілення даного проекту, і переконати його у доцільності інвестування у цю розробку. З цією метою були визначені наступні етапи виконання робіт:

1. Проведення комерційного аудиту науково-технічної розробки, включаючи визначення науково-технічного рівня та комерційного потенціалу.
2. Розрахунок витрат на реалізацію науково-технічної розробки.
3. Проведення розрахунку економічної ефективності впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки для потенційного інвестора, а також обґрунтування економічної доцільності комерціалізації з точки зору інвестора.

5.1 Проведення комерційного та технологічного аудиту науково-технічної розробки

Метою проведення комерційного і технологічного аудиту дослідження за темою «Вибір та обґрунтування з використанням програмних продуктів матеріалів та технологій відновлення маточини колеса черв'ячного» є підвищення якості відновлення деталей машин за рахунок застосування нових методів, що забезпечують мінімум термічних деформацій.

Оцінювання науково-технічного рівня розробки та її комерційного потенціалу рекомендується здійснювати із застосуванням 5-ти бальної системи оцінювання за 12-ма критеріями, наведеними в табл. 5.1 [31].

Таблиця 5.1 – Рекомендовані критерії оцінювання науково-технічного рівня і комерційного потенціалу розробки та бальна оцінка

Бали (за 5-ти бальною шкалою)					
	0	1	2	3	4
Технічна здійсненність концепції					
1	Достовірність концепції не підтверджена	Концепція підтверджена експертними	Концепція підтверджена розрахунками	Концепція перевірена на практиці	Перевірено працездатність продукту в
Ринкові переваги (недоліки)					
2	Багато аналогів на	Мало аналогів на малому	Кілька аналогів на великому	Один аналог на великому	Продукт не має аналогів на
3	Ціна продукту значно вища за ціни аналогів	Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів	Ціна продукту приблизно дорівнює цінам	Ціна продукту дещо нижче за ціни аналогів	Ціна продукту значно нижче за ціни
4	Технічні та споживчі властивості продукту	Технічні та споживчі властивості продукту	Технічні та споживчі властивості продукту на	Технічні та споживчі властивості продукту	Технічні та споживчі властивості продукту
5	Експлуатаційні витрати значно вищі, ніж в	Експлуатаційні витрати дещо вищі, ніж в	Експлуатаційні витрати на рівні експлуатаційни	Експлуатаційні витрати трохи нижчі, ніж в	Експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж в
Ринкові перспективи					
6	Ринок малий і не має	Ринок малий, але має	Середній ринок з позитивною	Великий стабільний	Великий ринок з позитивною

7	Активна конкуренція великих	Активна конкуренція	Помірна конкуренція	Незначна конкуренція	Конкурентів немає
Практична здійсненність					
8	Відсутні фахівці як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї	Необхідно наймати фахівців або витратити значні кошти	Необхідне незначне навчання фахівців та збільшення їх	Необхідне незначне навчання фахівців	Є фахівці з питань як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї
9	Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні.	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела	Потрібні значні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела	Не потребує додаткового фінансування
10	Необхідна розробка нових матеріалів	Потрібні матеріали, що використовуються у військовому	Потрібні дорогі матеріали	Потрібні досяжні та дешеві матеріали	Всі матеріали для реалізації ідеї відомі та давно використовують
11	Термін реалізації ідеї більший за 10 років	Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окупності	Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін окупності	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності
12	Необхідна розробка регламентних документів та отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту, що	Необхідно отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію	Процедура отримання дозвільних документів для виробництва та реалізації продукту вимагає	Необхідно тільки повідомлення відповідним органам про виробництво та реалізацію продукту	Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукту

Результати оцінювання науково-технічного рівня та комерційного потенціалу науково-технічної розробки потрібно звести до таблиці. Для оцінки науково-технічного рівня і комерційного потенціалу розробки

експертами було запрошено трьох незалежних експертів Вінницького національного технічного університету:

- Савуляк Валерій Іванович, професор кафедри «Галузевого машинобудування»;
- Шиліна Олена Павлівна, доцент кафедри «Галузевого машинобудування»;
- Шенфельд Валерій Йосипович, доцент кафедри «Галузевого машинобудування».

Таблиця 5.2 – Результати оцінювання науково-технічного рівня і комерційного потенціалу розробки експертами

Критерії	Експерт (ПІБ, посада)		
	Савуляк В. І.	Шиліна О. П.	Шенфельд В. Й.
	Бали, виставлені експертами:		
1. Технічна здійсненність концепції	2	3	4
2. Ринкові переваги (наявність аналогів)	4	3	2
3. Ринкові переваги (ціна продукту)	2	2	2
4. Ринкові переваги (технічні властивості)	3	4	5
5. Ринкові переваги (експлуатаційні витрати)	2	1	2
6. Ринкові перспективи (розмір ринку)	3	3	4
7. Ринкові перспективи (конкуренція)	1	2	2

8. Практична здійсненність (наявність фахівців)	4	3	2
9. Практична здійсненність (наявність фінансів)	3	4	3
10. Практична здійсненність (необхідність нових матеріалів)	4	4	3
11. Практична здійсненність (термін реалізації)	4	3	4
12. Практична здійсненність (розробка документів)	2	3	3
Сума балів	СБ ₁ =34	СБ ₂ =35	СБ ₃ =36
Середньоарифметична сума балів СБ _c	$\overline{СБ} = \frac{\sum_1^3 СБ_i}{3} = \frac{34 + 35 + 36}{3} = 35$		

За результатами розрахунків, наведених в таблиці 5.2, зробимо висновок щодо науково-технічного рівня і рівня комерційного потенціалу розробки. При цьому використаємо рекомендації, наведені в табл. 5.3 [31].

Таблиця 5.3 – Науково-технічні рівні та комерційні потенціали розробки

Середньоарифметична сума балів СБ , розрахована на основі висновків експертів	Науково-технічний рівень та комерційний потенціал розробки
41...48	Високий
31...40	Вище середнього
21...30	Середній
11...20	Нижче середнього
0...10	Низький

Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки становить 35 балів, що, відповідно до таблиці 4.3 рівень комерційного

потенціалу розробки вище середнього, що свідчить про комерційну важливість проведення даних досліджень.

Розробку планується реалізувати на підприємствах та установах, які займаються ремонтом та відновленням зношених деталей машин, мережа продажу запчастин.

Магістерська кваліфікаційна робота відноситься до науково-технічних робіт, які орієнтовані на виведення на ринок, тобто при цьому відбувається комерціалізація науково-технічної розробки. Цей напрямок є для нас пріоритетним, оскільки результатами розробки можуть користуватися не тільки самі розробники, а й інші споживачі, отримуючи при цьому суттєвий економічний ефект.

5.2 Визначення рівня конкурентоспроможності розробки

В процесі визначення економічної ефективності науково-технічної розробки також доцільно провести прогноз рівня її конкурентоспроможності за сукупністю параметрів, що підлягають оцінюванню.

В якості аналога для розробки було обрано базовий технологічний процес відновлення деталі методом наплавлення порошковим дротом. При застосуванні для відновлення маточин методом наплавлення порошковим дротом недоліками є те, що деталь внаслідок нагрівання буде мати значну деформацію. Це буде вимагати збільшення товщини покриття для компенсації спотворення форми деталі, перевитрати наплавного дроту, енергії, інструментів на обробці та витрат робочого часу.

У розробці дана проблема вирішується шляхом використання холодного газодинамічного напилення для відновлення зношених поверхонь. Внаслідок відсутності жолоблення відпадає потреба наплавляти та обробляти не зношені поверхні.

Одиничний параметричний індекс розраховуємо за формулою [31]:

$$q_i = \frac{P_i}{P_{\text{базі}}} \quad (5.1)$$

де q_i – одиничний параметричний індекс, розрахований за i -м параметром;

P_i – значення i -го параметра виробу;

$P_{\text{базі}}$ – аналогічний параметр базового виробу-аналога, з яким проводиться порівняння.

Загальні технічні та економічні характеристики розробки представлено в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Основні техніко-економічні показники аналога та розробки, що проектується

Показник	Варіанти		Відносний показник якості	Коефіцієнт вагомості параметра
	Базовий (товар-конкурент)	Новий (інноваційне рішення)		
1	2	3	4	5
Метод нанесення покриття	Наплавлення	Холодне ГД напилювання	-	-
Температура процесу	1450 ⁰ С	400 ⁰ С	3,6	0,2
Температура деталі	950 ⁰ С	150 ⁰ С	6,3	0,2
Потужність, кВт	8	3	2,7	0,3
Продуктивність кг/год	7	1,5-4,5	1,6	0,3
Деформація деталі	2-3мм/100мм	відсутнє	-	-

Нормативні параметри оцінюємо показником, який отримує одне з двох значень: 1 – пристрій відповідає нормам і стандартам; 0 – не відповідає.

Груповий показник конкурентоспроможності за нормативними параметрами розраховуємо як добуток частинних показників за кожним параметром за формулою [31]:

$$I_{\text{НП}} = \prod_{i=1}^n q_i, \quad (5.2)$$

де $I_{\text{НП}}$ – загальний показник конкурентоспроможності за нормативними параметрами;

q_i – одиничний (частинний) показник за i -м нормативним параметром;

n – кількість нормативних параметрів, які підлягають оцінюванню.

За нормативними параметрами розроблюваний пристрій відповідає вимогам ДСТУ, тому $I_{\text{НП}} = 1$.

Значення групового параметричного індексу за технічними параметрами визначаємо з урахуванням вагомості (частки) кожного параметра [31]:

$$I_{\text{ТП}} = \sum_{i=1}^n q_i \cdot \alpha_i, \quad (5.3)$$

де $I_{\text{ТП}}$ – груповий параметричний індекс за технічними показниками (порівняно з виробом-аналогом);

q_i – одиничний параметричний показник i -го параметра;

α_i – вагомість i -го параметричного показника, $\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$;

n – кількість технічних параметрів, за якими оцінюється конкурентоспроможність.

Проведемо аналіз параметрів згідно даних таблиці 4.4.

$$I_{\text{НП}} = 3,6 \cdot 0,2 + 6,3 \cdot 0,2 + 2,7 \cdot 0,3 + 1,6 \cdot 0,3 = 3,27.$$

Груповий параметричний індекс за економічними параметрами розраховуємо за формулою [31]:

$$I_{\text{ЕП}} = \sum_{i=1}^m q_i \cdot \beta_i, \quad (5.4)$$

де $I_{\text{ЕП}}$ – груповий параметричний індекс за економічними показниками;

q_i – економічний параметр i -го виду;

β_i – частка i -го економічного параметра, $\sum_{i=1}^m \beta_i = 1$;

m – кількість економічних параметрів, за якими здійснюється оцінювання.

Проведемо аналіз параметрів згідно даних таблиці .

$$I_{EP}=0,75 \cdot 0,5 + 0,86 \cdot 0,5 = 0,80.$$

На основі групових параметричних індексів за нормативними, технічними та економічними показниками розрахуємо інтегральний показник конкурентоспроможності за формулою [31]:

$$K_{INT} = I_{HP} \cdot \frac{I_{ТП}}{I_{EP}}, \quad (5.5)$$

$$K_{INT} = 1 \cdot 3,27 / 0,80 = 4,1.$$

Інтегральний показник конкурентоспроможності $K_{INT} > 1$, отже розробка переважає відомі аналоги за своїми техніко-економічними показниками.

5.3 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи

Витрати, пов'язані з проведенням науково-дослідної роботи, під час планування, обліку і калькулювання собівартості науково-дослідної роботи групуємо за відповідними статтями.

5.3.1 Витрати на оплату праці

До статті «Витрати на оплату праці» належать витрати на виплату основної та додаткової заробітної плати керівникам відділів, лабораторій, секторів і груп, науковим, інженерно-технічним працівникам, конструкторам, технологам, креслярам, копіювальникам, лаборантам, робітникам, студентам, аспірантам та іншим працівникам, безпосередньо зайнятим виконанням конкретної теми, обчисленої за посадовими окладами, відрядними розцінками, тарифними ставками згідно з чинними в організаціях системами оплати праці.

Основна заробітна плата дослідників

Витрати на основну заробітну плату дослідників (Z_o) розраховуємо у відповідності до посадових окладів працівників, за формулою [31]:

$$Z_o = \sum_{i=1}^k \frac{M_{ni} \cdot t_i}{T_p}, \quad (5.6)$$

де k – кількість посад дослідників залучених до процесу досліджень;

M_{ni} – місячний посадовий оклад конкретного дослідника, грн;

t_i – число днів роботи конкретного дослідника, дн.;

T_p – середнє число робочих днів в місяці, $T_p=21$ дні.

$$Z_o = 13000 \cdot 5 / 21 = 2955 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 5.5 – Витрати на заробітну плату дослідників

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн	Оплата за робочий день, грн	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн
Керівник проекту	13000	590,9	5	2955
Інженер	9000	409,1	34	13909
Всього				16864

Витрати на основну заробітну плату робітників (Z_p) за відповідними найменуваннями робіт НДР розраховуємо за формулою:

$$Z_p = \sum_{i=1}^n C_i \cdot t_i, \quad (5.7)$$

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

t_i – час роботи робітника при виконанні визначеної роботи, год.

Погодинну тарифну ставку робітника відповідного розряду C_i можна визначити за формулою:

$$C_i = \frac{M_M \cdot K_i \cdot K_c}{T_p \cdot t_{зм}}, \quad (5.8)$$

де M_M – розмір прожиткового мінімуму працездатної особи, або мінімальної місячної заробітної плати (в залежності від діючого законодавства), прийmemo $M_M=6500$ грн;

K_i – коефіцієнт міжкваліфікаційного співвідношення для встановлення тарифної ставки робітнику відповідного розряду (табл. Б.2, додаток Б) [31];

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

T_p – середнє число робочих днів в місяці, приблизно $T_p = 21$ дн;

$t_{зм}$ – тривалість зміни, год.

$$C_1 = 6700,00 \cdot \cdot 1,65 / (21 \cdot 8) = 65,8 \text{ грн.}$$

$$З_{р1} = 65,8 \cdot 0,5 = 32,9 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.6 – Величина витрат на основну заробітну плату робітників

Найменування робіт	Тривалість роботи, год	Розряд роботи	Погодинна тарифна ставка, грн	Величина оплати на робітника грн
Мийна-ОМ-4610	0,5	1	65,8	32,9
Дефектувальна	0,25	4	98,7	24,7
Токарна – верстат 16К20Ф3	0,16	3	88,8	14,2
Наплавлювальна установка УД – 209М	0,21	5	111,9	23,5
Токарна - верстат 16К20Ф3	0,16	3	88,8	14,2
Токарна - верстат 16К20Ф3	0,19	3	88,8	16,9
Шліфувальна - верстат 3А110А	0,22	4	98,7	21,7
Шліфувальна - верстат 3А110А	0,22	4	98,7	21,7
Контрольна - пристрій ПБМ-50	0,25	4	98,7	24,7
Всього				194,5

Додаткова заробітна плата дослідників та робітників

Додаткову заробітну плату розраховуємо як 10 ... 12% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$Z_{\text{доп}} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{\text{доп}}}{100\%}, \quad (5.9)$$

де $H_{\text{доп}}$ – норма нарахування додаткової заробітної плати. Прийmemo 11%.

$$Z_{\text{доп}} = (16864 + 194,5) \cdot 11 / 100\% = 1876,39 \text{ грн.}$$

5.3.2 Відрахування на соціальні заходи

Нарахування на заробітну плату дослідників та робітників розраховуємо як 22% від суми основної та додаткової заробітної плати дослідників і робітників за формулою:

$$Z_n = (Z_o + Z_p + Z_{\text{доп}}) \cdot \frac{H_{\text{зн}}}{100\%} \quad (5.10)$$

де $H_{\text{зн}}$ – норма нарахування на заробітну плату. Приймаємо 22%.

$$Z_n = (16864 + 194,5 + 1876,39) \cdot 22 / 100\% = 4165,59 \text{ грн.}$$

5.3.3 Сировина та матеріали

До статті «Сировина та матеріали» належать витрати на сировину, основні та допоміжні матеріали, інструменти, пристрої та інші засоби і предмети праці, які придбані у сторонніх підприємств, установ і організацій та витрачені на проведення досліджень.

Витрати на матеріали (M), у вартісному вираженні розраховуються окремо по кожному виду матеріалів за формулою:

$$M = \sum_{j=1}^n H_j \cdot C_j \cdot K_j - \sum_{j=1}^n B_j \cdot C_{\text{в}j}, \quad (5.11)$$

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

n – кількість видів матеріалів;

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

K_j – коефіцієнт транспортних витрат, ($K_j = 1,1 \dots 1,15$);

V_j – маса відходів j -го найменування, кг;

$\Pi_{\theta j}$ – вартість відходів j -го найменування, грн/кг.

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 5.7 – Витрати на матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Ціна за 1 кг, грн	Норма витрат, кг	Вартість витраченого матеріалу, грн
Дріт Св08Г2С	62	0,5	31
Дріт Св08	42	0,5	21
Газ CO ₂	28	4,2	117,6
Стиснуте повітря	8	6,1	48,8
Всього			218,4
З врахуванням коефіцієнта транспортування			240,24

5.3.4 Розрахунок витрат на комплектуючі

Витрати на комплектуючі (K_e), які використовують при проведенні НДР на тему «Система шифрування зображень Частина 1. Підсистема зашифрування зображень» .

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

$$K = \sum_1^n N_i \cdot \Pi_i \cdot K_i \quad \text{грн.}, \quad (5.12)$$

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

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

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

n – кількість видів комплектуючих.

Зроблені розрахунки бажано звести до таблиці:

Таблиця 5.8 – Витрати на комплектуючі

Найменування комплектувальних	Кількість	Ціна за штуку, грн.	Сума, грн.
Гідромотор	1	30000	30000
Додатковий гідромотор	1	25000	25000

Розподільник	1	5500	5500
Гідронасос	1	4000	4000
Трубопровід	4	1500	6000
Всього з врахування коефіцієнт транспортних витрат			77550,00

5.3.5 Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт

До статті «Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт» належать витрати на виготовлення та придбання спецустаткування необхідного для проведення досліджень, також витрати на їх проектування, виготовлення, транспортування, монтаж та встановлення.

Балансову вартість спецустаткування розраховуємо за формулою:

$$B_{\text{спец}} = \sum_{i=1}^k C_i \cdot C_{\text{пр.}i} \cdot K_i, \quad (5.13)$$

де C_i – ціна придбання одиниці спецустаткування даного виду, марки, грн;

$C_{\text{пр.}i}$ – кількість одиниць устаткування відповідного найменування, які придбані для проведення досліджень, шт.;

K_i – коефіцієнт, що враховує доставку, монтаж, налагодження устаткування тощо, ($K_i = 1,10 \dots 1,12$);

k – кількість найменувань устаткування.

$$B_{\text{спец}} = 40000 \cdot 1 \cdot 1,11 = 44000 \text{ грн.}$$

Отримані результати зведемо до таблиці:

Таблиця 5.9 – Витрати на придбання спецустаткування по кожному виду

Найменування устаткування	Кількість, шт	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
Установка для наплавлювання УДГ209	1	40000	44000
Компресор	1	12000	13200
Всього			57200

5.3.6 Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт

До статті «Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт» належать витрати на розробку та придбання спеціальних програмних засобів і програмного забезпечення, (програм, алгоритмів, баз даних) необхідних для проведення досліджень, також витрати на їх проектування, формування та встановлення.

Балансову вартість програмного забезпечення розраховуємо за формулою:

$$B_{\text{прог}} = \sum_{i=1}^k C_{\text{прог}} \cdot C_{\text{прог.і}} \cdot K_i, \quad (5.14)$$

де $C_{\text{прог}}$ – ціна придбання одиниці програмного засобу даного виду, грн;

$C_{\text{прог.і}}$ – кількість одиниць програмного забезпечення відповідного найменування, які придбані для проведення досліджень, шт.;

K_i – коефіцієнт, що враховує інсталяцію, налагодження програмного засобу тощо, ($K_i = 1, 10 \dots 1, 12$);

k – кількість найменувань програмних засобів.

$$B_{\text{прог}} = 800 \cdot 1 \cdot 1,11 = 880 \text{ грн.}$$

Отримані результати зведемо до таблиці:

Таблиця 5.10 – Витрати на придбання програмних засобів по кожному виду

Найменування програмного засобу	Кількість, шт	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
Windows	1	800	880
Наплавка	1	6000	6600
Solid Works	1	4000	4400
Всього			11880

5.3.7 Амортизація обладнання, програмних засобів та приміщень

В спрощеному вигляді амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання, приміщень та програмному забезпеченню тощо, розраховуємо з використанням прямолінійного методу амортизації за формулою:

$$A_{обл} = \frac{Ц_{\delta}}{T_{\epsilon}} \cdot \frac{t_{вук}}{12}, \quad (5.15)$$

де $Ц_{\delta}$ – балансова вартість обладнання, програмних засобів, приміщень тощо, які використовувались для проведення досліджень, грн;

$t_{вук}$ – термін використання обладнання, програмних засобів, приміщень під час досліджень, місяців;

T_{ϵ} – строк корисного використання обладнання, програмних засобів, приміщень тощо, років.

$$A_{обл} = (25000 \cdot 2) / (2 \cdot 12) = 2083,33 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 5.11 – Амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн	Строк корисного використання, років	Термін використання обладнання, місяців	Амортизаційні відрахування, грн
Персональний комп'ютер	25000	2	2	2083,33
Установка для наплавлювання УДГ209	40000	4	1	833,33
Оптичний мікроскоп	23000	4	1	479,17
Компресор	12000	4	1	250,00
Всього				3645,83

5.3.8 Паливо та енергія для науково-виробничих цілей

Витрати на силову електроенергію (B_e) розраховуємо за формулою:

$$B_e = \sum_{i=1}^n \frac{W_{yi} \cdot t_i \cdot Ц_e \cdot K_{ени}}{\eta_i}, \quad (5.16)$$

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

t_i – тривалість роботи обладнання на етапі дослідження, год;

C_e – вартість 1 кВт-години електроенергії, грн; (вартість електроенергії визначається за даними енергопостачальної компанії), прийmemo $C_e = 7,5$ грн;

K_{eni} – коефіцієнт, що враховує використання потужності, $K_{eni} < 1$;

η_i – коефіцієнт корисної дії обладнання, $\eta_i < 1$.

$V_e = 0,25 \cdot 305 \cdot 7,5 \cdot 0,5 / 0,8 = 357,42$ грн.

5.3.8 Службові відрядження

До статті «Службові відрядження» дослідної роботи належать витрати на відрядження штатних працівників, працівників організацій, які працюють за договорами цивільно-правового характеру, аспірантів, зайнятих розробленням досліджень, відрядження, пов'язані з проведенням випробувань машин та приладів, а також витрати на відрядження на наукові з'їзди, конференції, наради, пов'язані з виконанням конкретних досліджень.

Витрати за статтею «Службові відрядження» розраховуємо як 20...25% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$B_{cv} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{cv}}{100\%}, \quad (5.17)$$

де H_{cv} – норма нарахування за статтею «Службові відрядження», прийmemo $H_{cv} = 20\%$.

$B_{cv} = (16864 + 194,5) \cdot 20 / 100\% = 3411,62$ грн.

5.3.9 Інші витрати

До статті «Інші витрати» належать витрати, які не знайшли відображення у зазначених статтях витрат і можуть бути віднесені безпосередньо на собівартість досліджень за прямими ознаками.

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

$$I_e = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{ie}}{100\%}, \quad (5.17)$$

де H_{iv} – норма нарахування за статтею «Інші витрати», приймемо $H_{iv} = 50\%$.

$$I_v = (16864 + 194,5) \cdot 50 / 100\% = 8529,06 \text{ грн.}$$

5.3.11 Накладні (загальновиробничі) витрати

До статті «Накладні (загальновиробничі) витрати» належать: витрати, пов'язані з управлінням організацією; витрати на винахідництво та раціоналізацію; витрати на підготовку (перепідготовку) та навчання кадрів; витрати, пов'язані з набором робочої сили; витрати на оплату послуг банків; витрати, пов'язані з освоєнням виробництва продукції; витрати на науково-технічну інформацію та рекламу та ін.

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

$$B_{нзв} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{нзв}}{100\%}, \quad (5.19)$$

де $H_{нзв}$ – норма нарахування за статтею «Накладні (загальновиробничі) витрати», приймемо $H_{нзв} = 100\%$.

$$B_{нзв} = (16864 + 194,5) \cdot 100 / 100\% = 17058,12 \text{ грн.}$$

Витрати на проведення науково-дослідної роботи на тему «Інформаційна технологія моніторингу безпеки даних програмного забезпечення» розраховуємо як суму всіх попередніх статей витрат за формулою:

$$B_{заг} = Z_o + Z_p + Z_{доп} + Z_n + M + K_e + B_{спец} + B_{прз} + A_{обл} + B_e + B_{св} + B_{сп} + I_e + B_{нзв}. \quad (5.20)$$

$$B_{заг} = 16864 + 194,5 + 1876,39 + 4165,59 + 240,24 + 77550,00 + 57200 + 11880 + 3645,83 + 357,42 + 3411,62 + 8529,06 + 17058,12 = 202972,40 \text{ грн.}$$

Загальні витрати ZB на завершення науково-дослідної (науково-технічної) роботи та оформлення її результатів розраховується за формулою:

$$ZB = \frac{B_{заг}}{\eta}, \quad (5.21)$$

де η - коефіцієнт, який характеризує етап (стадію) виконання науково-дослідної роботи, прийmemo $\eta=0,7$.

$$ZB = 17058,12 / 0,7 = 289960,57 \text{ грн.}$$

5.4 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки при її можливій комерціалізації потенційним інвестором

В ринкових умовах узагальнюючим позитивним результатом, що його може отримати потенційний інвестор від можливого впровадження результатів тієї чи іншої науково-технічної розробки, є збільшення у потенційного інвестора величини чистого прибутку.

Результати проведених досліджень передбачають комерціалізацію протягом 3-х років реалізації на ринку.

В цьому випадку основу майбутнього економічного ефекту будуть формувати:

ΔN – збільшення кількості споживачів яким надається відповідна інформаційна послуга у періоди часу, що аналізуються;

N – кількість споживачів яким надавалась відповідна інформаційна послуга у році до впровадження результатів нової науково-технічної розробки, прийmemo 1 особа

C_o – вартість послуги у році до впровадження інформаційної системи, прийmemo 4000,00 грн;

$\pm \Delta C_o$ – зміна вартості послуги від впровадження результатів, прийmemo зростання на 560,00 грн.

Можливе збільшення чистого прибутку у потенційного інвестора $\Delta\Pi_i$ для кожного із 3-х років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, розраховуємо за формулою [31]:

$$\Delta\Pi_i = (\pm\Delta C_o \cdot N + C_o \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{\vartheta}{100}\right), \quad (5.22)$$

де λ – коефіцієнт, який враховує сплату потенційним інвестором податку на додану вартість. У 2023 році ставка податку на додану вартість складає 20%, а коефіцієнт $\lambda = 0,8333$;

ρ – коефіцієнт, який враховує рентабельність інноваційного продукту).
Прийmemo $\rho = 40\%$;

ϑ – ставка податку на прибуток, який має сплачувати потенційний інвестор, у 2023 році $\vartheta = 18\%$;

Збільшення чистого прибутку 1-го року:

$$\Delta\Pi_1 = (1 \cdot 560 + 4000 \cdot 700) \cdot 0,83 \cdot 0,4 \cdot (1 - 0,18/100\%) = 545373,85 \text{ грн.}$$

Збільшення чистого прибутку 2-го року:

$$\Delta\Pi_2 = (1 \cdot 560 + 4000 \cdot (700 + 500)) \cdot 0,83 \cdot 0,4 \cdot (1 - 0,18/100\%) = 935322,61 \text{ грн.}$$

Збільшення чистого прибутку 3-го року:

$$\Delta\Pi_3 = (1 \cdot 560 + 4000 \cdot (700 + 500 + 300)) \cdot 0,83 \cdot 0,4 \cdot (1 - 0,18/100\%) = 1169013,3 \text{ грн.}$$

Приведена вартість збільшення всіх чистих прибутків $ПП$, що їх може отримати потенційний інвестор від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки:

$$ПП = \sum_{i=1}^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1 + \tau)^i}, \quad (5.23)$$

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

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

τ – ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні, $\tau=18\%$;

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

$$\begin{aligned} \text{ПП} &= 545373,85 / (1+0,18)^1 + 935322,61 / (1+0,18)^2 + 1169013,3 / (1+0,18)^3 = \\ &= 1783666,67 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Величина початкових інвестицій PV , які потенційний інвестор має вкласти для впровадження і комерціалізації науково-технічної розробки:

$$PV = k_{инв} \cdot 3B, \quad (5.24)$$

де $k_{инв}$ – коефіцієнт, що враховує витрати інвестора на впровадження науково-технічної розробки та її комерціалізацію, приймаємо $k_{инв}=2$;

$3B$ – загальні витрати на проведення науково-технічної розробки та оформлення її результатів, приймаємо 289960,57 грн.

$$PV = k_{инв} \cdot 3B = 2 \cdot 289960,57 = 579921,15 \text{ грн.}$$

Абсолютний економічний ефект $E_{абс}$ для потенційного інвестора від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки становитиме:

$$E_{абс} = \text{ПП} - PV \quad (5.25)$$

де $ПП$ – приведена вартість зростання всіх чистих прибутків від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, 1783666,67 грн;

PV – теперішня вартість початкових інвестицій, 579921,15 грн.

$E_{abc} = ПП - PV = 1783666,67 - 579921,15 = 1203745,52$ грн.

Внутрішня економічна дохідність інвестицій E_6 , які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки:

$$E_6 = T_{ж} \sqrt[3]{1 + \frac{E_{abc}}{PV}} - 1, \quad (5.26)$$

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

PV – теперішня вартість початкових інвестицій, грн;

$T_{ж}$ – життєвий цикл науково-технічної розробки, тобто час від початку її розробки до закінчення отримання позитивних результатів від її впровадження, 3 роки.

$$E_6 = T_{ж} \sqrt[3]{1 + \frac{E_{abc}}{PV}} - 1 = (1 + 1203745,52 / 579921,15)^{1/3} - 1 = 0,73.$$

Мінімальна внутрішня економічна дохідність вкладених інвестицій τ_{min}

$$\tau_{min} = d + f, \quad (5.27)$$

де d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; в 2023 році в Україні $d = 0,1$;

f – показник, що характеризує ризикованість вкладення інвестицій, приймемо 0,25.

$\tau_{\text{мін}} = 0,1 + 0,25 = 0,35 < 0,73$ свідчить про те, що внутрішня економічна дохідність інвестицій E_g , які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки вища мінімальної внутрішньої дохідності. Тобто інвестувати в науково-дослідну роботу за темою «Інформаційна технологія онтологічного моделювання бази знань з організації бібліотеки» доцільно.

Період окупності інвестицій $T_{ок}$ які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки:

$$T_{ок} = \frac{1}{E_g}, \quad (5.28)$$

де E_g – внутрішня економічна дохідність вкладених інвестицій.

$$T_{ок} = 1 / 0,73 = 1,4 \text{ р.}$$

$T_{ок} < 3$ -х років, що свідчить про комерційну привабливість науково-технічної розробки і може спонукати потенційного інвестора профінансувати впровадження даної розробки та виведення її на ринок.

Висновки до розділу

Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки становить 35 балів, що, свідчить про комерційну важливість проведення даних досліджень оскільки рівень комерційного потенціалу розробки вище середнього.

При оцінюванні рівня конкурентоспроможності, згідно узагальненого коефіцієнту конкурентоспроможності розробки, науково-технічна розробка переважає існуючі аналоги приблизно в 4,1 рази.

Також термін окупності становить 1,4 роки, що менше 3-х років, що свідчить про комерційну привабливість науково-технічної розробки і може

спонукати потенційного інвестора профінансувати впровадження даної розробки та виведення її на ринок.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1. Охорона праці

Перехід суспільства до широкого використання ринкових відносин, виникнення різноманітних форм власності потребують розроблення нових підходів до побудови сучасної моделі управління охороною й безпекою праці на національному, регіональному й виробничому рівнях. У суспільстві із соціально орієнтованою економікою охорона праці має бути одним з найважливіших завдань соціально-економічної політики як держави, так і кожного підприємства та організації.

Під час дослідження вибору та обґрунтування з використанням програмних продуктів матеріалів та технологій відновлення дисків типу «маточина» на працівника могли мати вплив такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

1. Фізичні:

- підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищена чи понижена вологість повітря;
- підвищений рівень електромагнітного випромінювання;
- підвищена чи понижена іонізація повітря;
- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищена яскравість світла; понижена контрастність;
- пряма і відбита блискість.

2. Психофізіологічні: статичне перевантаження та розумове перевантаження.

Відповідно до наведених факторів здійснюємо розробку заходів щодо безпечного виконання поставленого завдання.

6.1. Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи

Вимоги щодо організації та обладнання робочих місць: площа, відведена на одне робоче місце має становити не менше 6 кв. м., а об'єм – не менше 20 куб. м. Конструкція робочого місця повинна забезпечувати підтримання оптимальної робочої пози (тобто такої, яка дозволяє працівникові виконувати роботу з мінімальним напруженням тіла, і яка дозволяє уникнути перевтоми в ході і після закінчення робочого процесу). Раціональна робоча поза має важливе значення для збереження здоров'я працівника, оскільки тривале перебування його в незручній і напруженій позі може призвести до таких захворювань, як сколіоз (викривлення хребта), варикозне розширення вен, плоскостопість тощо. Установлено, що робота в зігнутому положенні збільшує затрати енергії на 20%, а при значному нахиленні — на 45% порівняно з прямим положенням корпусу [2].

За потреби особливої концентрації уваги під час виконання робіт суміжні робочі місця операторів необхідно відділяти одне від одного перегородками висотою 1,5 - 2 м.

Робочі місця слід розташовувати відносно джерела природного світла (вікон) таким чином, щоб світло падало збоку, переважно зліва. Також робоче місце має відповідати сучасним вимогам ергономіки:

- стіл повинен мати висоту поверхні 680 - 800 мм., ширину 600 - 1400 мм. і глибину 800 - 1000 мм. (такі параметри забезпечують можливість виконання операцій в зоні досяжності працівника);
- робочий стілець робочий стілець має бути підйомно-поворотним, з можливістю регулювання висоти, бажано зі стаціонарними або змінними підлікотниками і напівм'якою нековзкою поверхнею сидіння, що легко чиститься і не електризується;

– екран комп'ютера має розташовуватися на оптимальній відстані від користувача, що становить 600 – 700 мм., але не менше за 600 мм. з урахуванням літерно-цифрових знаків і символів.

Приміщення, де здійснювалося дослідження вибору та обґрунтування з використанням програмних продуктів матеріалів та технологій відновлення дисків типу «маточина» за небезпекою ураження електричним струмом належить до приміщень без підвищеної небезпеки (сухе, мало заповнене, з нормальною температурою повітря, ізольованими підлогами і малим числом заземлених приладів).

Персональні комп'ютери, периферійні пристрої, інше устаткування (апарати управління, контрольно-вимірювальні прилади, світильники), електропроводи та кабелі за виконанням і ступенем захисту мають апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів. Під час монтажу та експлуатації ліній електромережі необхідно повністю унеможливити виникнення електричного джерела загоряння внаслідок короткого замикання та перевантаження проводів, обмежувати застосування проводів з легкозаймистою ізоляцією і, за можливості, застосовувати негорючу ізоляцію.

Лінія електромережі для живлення персональних комп'ютерів і периферійних пристроїв виконується як окрема групова трипровідна мережа шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів.

Усі провідники відповідають номінальним параметрам мережі та навантаження, умовам навколишнього середовища, умовам розподілу провідників, температурному режиму та типам апаратури захисту.

Заземлені конструкції, що знаходяться в приміщеннях, де розміщені робочі місця операторів (батареї опалення, водопровідні труби, кабелі із заземленим відкритим екраном), надійно захищені діелектричними щитками або сітками з метою недопущення потрапляння людини під напругу.

Персональні комп'ютери і периферійні пристрої підключаються до електромережі тільки за допомогою справних штепсельних з'єднань і електророзеток заводського виготовлення. У штепсельних з'єднаннях та електророзетках, крім контактів фазового та нульового робочого провідників, мають бути спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника. Їхня конструкція має бути такою, щоб приєднання нульового захисного провідника відбувалося раніше, ніж приєднання фазового та нульового робочого провідників. Порядок роз'єднання при відключенні має бути зворотним.

6.2. Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

6.2.1. Мікроклімат

Стан повітря робочої зони у виробничому приміщенні називають мікрокліматом або метеорологічними умовами. Мікроклімат або метеорологічні умови виробничих приміщенні, визначаються за такими параметрами:

- температурою повітря у приміщенні, С;
- відносною вологістю повітря, %;
- рухливістю повітря, м/с;
- тепловим випромінюванням, Вт/м³.

Всі ці параметри поодиночі, а також у комплексі впливають на фізіологічну функцію організму його терморегуляцію і визначають самопочуття.

Дослідження вибору та обґрунтування з використанням програмних продуктів матеріалів та технологій відновлення дисків типу «маточина» за енерговитратами відноситься до категорії I а (енерговитрати до 139Дж/с) [3].

Допустимі параметри мікроклімату для цієї категорії згідно ДСН 3.3.6.042-99 [4] наведені в табл.6.2.1.

Таблиця 6.2.1 – Параметри мікроклімату

Період року	Допустимі		
	t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	22-28	55	0,1-0,2
Холодний	21-25	75	0,1

Для створення і автоматичної підтримки в приміщенні незалежно від зовнішніх умов допустимих значень температури, вологості, чистоти і швидкості руху повітря обладнані системами опалення та кондиціонування повітря. Систематично проводиться вологе прибирання.

6.2.2. Склад повітря робочої зони

Оточуюче нас повітря (атмосфера) є найважливішим фактором забезпечення життя. В природних умовах повітря, як правило, не забруднене отруйними речовинами і життя людини не загрожує. Органи чутливості людини не дозволяють з достатньою точністю визначати якість повітря і запобігати загрози отруєння.

В приміщенні, де здійснюється дослідження вибору та обґрунтування з використанням програмних продуктів матеріалів та технологій відновлення дисків типу «маточина», у повітрі можуть перевищувати ГДК такі речовини як вуглекислий газ, пил та озон. Джерелами цих речовин є офісна техніка. Пил потрапляє у приміщення ззовні через відкриті вікна та заноситься на одязі і взутті працівниками.

ГДК шкідливих речовин, які знаходяться в досліджуваному приміщенні, наведені в таблиці 6.2.2.

Таблиця 6.2.2 – ГДК шкідливих речовин у повітрі

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		

	Максимально разова	Середньо добова	Клас небезпеки
Вуглекислий газ	3	1	4
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4
Озон	0,16	0,03	4

Рівні позитивних і негативних іонів у повітрі мають відповідати санітарно-гігієнічним нормам (табл. 6.2.3).

Таблиця 6.2.3 – Рівні іонізації повітря приміщень при роботі на ПК

Рівні	Кількість іонів в 1 см ³	
	n+	n-
Мінімально необхідні	400	600
Оптимальні	1500-3000	3000-5000
Максимально необхідні	50000	50000

Для підтримки допустимих значень мікроклімату та концентрації позитивних та негативних іонів необхідно передбачати установки або прилади зволоження або штучної іонізації, кондиціонування повітря.

6.2.3. Виробниче освітлення

Освітлення відіграє важливу роль у житті людини. Біля 90% інформації сприймається через зоровий канал, тому правильно виконане раціональне освітлення має важливе значення для виконання всіх видів робіт. Недостатня

освітленість або її надмірна кількість знижують рівень збудженості центральної нервової системи і, природно, активність усіх життєвих процесів. Раціональне освітлення є важливим фактором загальної культури виробництва. Неможливо забезпечити чистоту та порядок у приміщенні, в якому напівтемрява, світильники брудні або в занедбаному стані.

Приміщення, в яких встановлені персональні комп'ютери, повинні мати природне та штучне освітлення відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [5]. Норми освітленості при штучному освітленні та КПО (для III пояса світлового клімату) при природному та сумісному освітленні зазначені у таблиці 6.2.4:

Таблиця 6.2.4 - Норми освітленості в приміщенні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фона	Освітленість, лк		КПО, e_n , %			
						Штучне освітлення		Природне освітлення		Сумісне освітлення	
						Комбіноване	Загальне	Верхнє або верхнє	Бокове	Верхнє або верхнє	Бокове
Дуже високої точності	Від 0,15 до 0,3	II	г	великий	світлий	1000	300	7	2,5	4,2	1,5

Штучне освітлення в досліджуваному приміщенні здійснюється системою загального рівномірного освітлення. У разі переважної роботи з документами, допускається застосування системи комбінованого освітлення (крім системи загального освітлення додатково встановлюються світильники місцевого освітлення).

Для забезпечення достатнього освітлення передбачені такі заходи:

- 1) Максимальне використання бічного природного освітлення.
- 2) Систематичне очищення скла від бруду – не рідше двох разів на рік.
- 3) Штучне освітлення в приміщенні забезпечується світильниками типу РСР08×250 (однолампові) з лампами ДРЛ-250.

6.2.4. Виробничий шум

Виробничий шум – це сукупність різних за гучністю і тоном звуків, які виникають у повітряному середовищі. В досліджуваному приміщенні наявний як постійний, так і непостійний шуми. Нормування непостійного шуму, а також орієнтовна оцінка загального рівня постійного шуму здійснюється скоректованим за частотою загальним рівнем звукового тиску – так званім рівнем звуку, який вимірюється в дБА за шкалою «А» шумоміра.

Непостійний шум характеризується еквівалентним рівнем звуку LA екв., що являє собою середньоквадратичний рівень звуку непостійного шуму, який має такий самий вплив на людину, як і постійний шум.

Для умов виконання роботи допустимі рівні звукового тиску не повинні перевищувати 50 дБА (табл.5.2.5).

Таблиця 6.2.5 – Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного широкополосного шуму (згідно ДСН 3.3.6.037-99 [6])

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах зі середньгеометричними частинами (Гц)									Допустимий рівень звуку, дБА
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Виробничі приміщення	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Рівень шуму в приміщенні не перевищує допустимих значень.

6.2.5. Виробничі випромінювання

Розрізняють природні та штучні джерела електромагнітних полів (ЕМП). У процесі еволюції біосфера постійно перебуває під впливом ЕМП природного походження (природний фон): електричне та магнітне поля Землі, космічні ЕМП, передусім ті, що генеруються Сонцем. У період науково-технічного прогресу людство створило і все ширше використовує штучні джерела ЕМП. У теперішній час ЕМП антропогенного походження значно перевищують природний фон і є тим несприятливим чинником, чий вплив на людину з року в рік зростає.

Значення напруженості електростатичного поля на робочих місцях (як у зоні екрана дисплея, так і на поверхнях обладнання, клавіатури, друкувального пристрою) мають не перевищувати гранично допустимих за ГОСТ 12.1.045-84 [7]. Значення напруженості електромагнітних полів на робочих місцях з ВДТ мають відповідати нормативним значенням (ДСанПіН 3.3.6-2002 [8], ГОСТ 12.1.045-84 [7]). Інтенсивність потоків інфрачервоного випромінювання має не перевищувати допустимих значень відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 [9] (табл.6.2.6).

Таблиця 6.2.6 - Допустимі параметри електромагнітних неіонізуючих випромінювань і електростатистичного поля

Види поля	Допустима поверхнева щільність потоку енергії, Вт/кв.м
Електромагнітне поле оптичного діапазону в ультрафіолетовій частині спектру УФ-С (220 — 280 нм)	0,001

Електромагнітне поле оптичного діапазону в ультрафіолетовій частині спектру УФ-В (280 — 320 нм)	0,01
Електромагнітне поле оптичного діапазону в ультрафіолетовій частині спектру УФ-А (320 — 400 нм)	10,0
Електромагнітне поле оптичного діапазону в видимій частині спектру 400 — 760 нм	10,0
Електромагнітне поле оптичного діапазону в інфрачервоній частині спектру 0,76 — 10,0 мкм	35,0 — 70,0
Напруженість електричного поля відеодисплейного терміналу	20кВ/м

Для дотримання наведених нормативів слід використовувати офісну техніку з сертифікатом якості та дотримуватися встановлених режимів праці та відпочинку з ПК.

6.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях. Дослідження стійкості роботи в умовах дії загрозливих факторів НС

6.3.1 Дія світлового випромінювання на виробничі приміщення

Світлове випромінювання – це потік променистої енергії, який включає ультрафіолетові, інфрачервоні й видимі промені. Джерелом світлового випромінювання є світна сфера, яка складається з повітря і розжарених продуктів вибуху. Зі збільшенням світної сфери (при повітряному вибуху), температура на її поверхні знижується.

Уражаюча дія світлового випромінювання визначається світловим імпульсом.

Світлове випромінювання в залежності від властивостей матеріалів викликає їх опалення, обуглювання і займання, що веде до загоряння різних предметів і пожеж в населених пунктах.

Світлові промені на близьких відстанях – під невеликими кутами, практично паралельно поверхні землі. В цьому випадку світлове випромінювання проникає через вікна в кімнати і може запалити домашні предмети: килими, фіранки, оббивку меблів, книги та ін.

Під впливом світлового випромінювання і ударної хвилі в місті можуть виникати окремі, масові, суцільні пожежі або вогневі шторми, які є різновидом суцільних пожеж.

Велике значення має наявність горючих матеріалів навколо будівель. До матеріалів, здатним легко займатися від світлового випромінювання, відносяться толь, папір, солома, очерет, торф, деревина, нафтопродукти та інші матеріали. У містах і населених пунктах, де є велика кількість подібних матеріалів, можуть виникати масові пожежі від дії світлового випромінювання. Займання матеріалів під впливом світлового випромінювання залежить від їх властивостей, товщини і вмісту вологи.

За критерій стійкості роботи ОГД приймається таке максимальне значення світлового імпульсу, при якому окремі елементи виробничих приміщень можуть спалахнути, загорітися. Таким критерієм є $U_{св.гр}$, кДж/м².

6.3.2 Оцінка стійкості виробничого приміщення в умовах дії світлового випромінювання

Очікувані на об'єкті: $U_{max} = 800$ кДж/м². Щільність забудови території підприємства $П = 18$ %. Двері та віконні рами виготовлені з дерева та пофарбовані в темний колір.

Встановлюємо ступінь вогнестійкості споруди – II (цегляна кладка).

Присутність горюче-змащувальних матеріалів та приміщень для зберігання автомобілів дають змогу встановити категорію виробництва за пожежною безпекою – В.

Визначаємо елементи, які можуть загорітись: дах, двері, вікна.

Визначаємо величини світлових імпульсів, при яких ці елементи можуть загорітись, дані заносимо в табл. 6.9.

Таблиця 6.9 – Світлові імпульси, які викликають загорання матеріалів

Назва споруди, устаткування	Ступінь вогнестійкості	Категорія за пожежною безпекою	Елементи цеху, їх характеристики	$U_{св.гр.i}$ кДж/м ²	$U_{св.гр.}$ кДж/м ²
Виробниче приміщення	II	В	1. Дах залізобетонні плити, покриті руберойдом	590	250
			2. Двері – дерев'яні, пофарбовані в темний колір	250	
			3. Вікна – дерев'яні пофарбовані в темний колір	250	

За мінімальним значенням світлового імпульсу визначаємо границю стійкості ОГД до світового імпульсу:

$$U_{св.гр} = 250 \text{ кДж/м}^2.$$

Визначаємо щільність забудови території ОГД: $\Pi = 18 \%$.

На об'єкті очікується максимальний світловий імпульс $U_{max} = 800$ кДж/м².

Границя стійкості об'єкта до дії світлового імпульсу $U_{св.зр} = 250$ кДж/м². Оскільки $U_{св.зр} = 250$ кДж/м² < $U_{max} = 800$ кДж/м², то ОГД є нестійким до дії світлового імпульсу. Тому на об'єкті може виникнути пожежа.

Найбільш небезпечні об'єкти в пожежному відношенні: дах, перекритий руберойдом, а також двері, вікна, пофарбовані в темний колір та зроблені з дерева.

Можлива пожежна обстановка – окремі пожежі.

Потрібно підвищити граничну стійкість ОГД до 800 кДж/м².

6.3.3 Розробка превентивних заходів з підвищення стійкості роботи в умовах дії НС

Засоби з підвищення стійкості об'єкта: замінити покрівлю даху на азбоцементну, замінити дерев'яні віконні рами та двері на металеві, оббити двері сталлю по азбоцементній прокладці, провести профілактичні протипожежні заходи (збільшити кількість засобів пожежеогасіння, своєчасно забирати виробниче сміття).

Висновки

Досліджено стійкість роботи в умовах впливу загрозливих факторів НС. З дослідження впливу світлового випромінювання на стійкість роботи виробничого приміщення можна сказати, що воно виявилось нестійким в роботі. Тому розроблено превентивні заходи по підвищенню безпеки роботи в умовах дії надзвичайних ситуацій.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

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

- проведений аналіз параметрів газового струменя, а також динаміки частинок в умовах холодного газодинамічного (газового) напилення, запропоновані аналітичні рішення для розрахунку швидкості гетерогенного потоку;
- запропонована фізична модель ударної взаємодії частинок напилюваного матеріалу з поверхнею твердого тіла, що дозволяє розглянути процеси формування фізичної площі контакту;
- показана функціональна залежність фізичної площі контакту від властивостей напилюваних матеріалів і співвідношення геометричних параметрів напилюваних частинок і мікрорельєфу поверхневих шарів основного матеріалу;
- розроблена комбінована технологія відновлення рекомендується до впровадження на ремонтно-технічних підприємствах і цехах, що займаються відновленням зношених деталей. Прогнозоване збільшення ресурсу відновлених і зміцнених деталей складає близько 100-150% по відношенню до нових деталей.
- завдяки удосконаленій конструкції назриваючої системи розпилювача та застосуванню сучасних термоізоляційних матеріалів вдалося значно зменшити масу розпилювального пристрою з 6 до 2,2 кг, швидкість виходу на робочий режим зменшено з 30 до 2 хвилин, потужність нагрівача зменшено з 5 до 3,5 кВт;
- побудована 3Dмодель розпилюючого пристрою в прикладній програмі КОМПАС - 3DV14, яка показала зменшення маси розпилюючого пристрою та розроблено установки з числовим програмним керуванням та автоматизований комплекс нанесення функціональних покриттів на деталі типу шестерні.
- розроблено маршрут відновлення дисків типу «маточина» завдяки якому значно підвищується ресурс роботи відновлених поверхонь дисків при зниженні собівартості відновлення;

- розраховані режими відновлення та механічної обробки деталі з розрахунками припусків та кількості переходів механічного обробки за допомогою прикладної програми СПРУТ ТП;
- в результаті проведених досліджень було здійснено економічне обґрунтування доцільності модернізації технологічного процесу відновлення деталі «дисків типу «маточина»;
- 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 «дисків типу «маточина»»; можна використовувати метод ХГДН та наплавлення в середовищі вуглекислого газу;
- метод задовольняє наступними параметрами: стабільність якості всієї поверхні; збереження цілості волокон металу; низькі параметри шорсткості для пари тертя; висока продуктивність методу при низькій вартості; використання універсального обладнання, відсутність трудоємних технологічних операцій;
- використання модернізованого технологічного процесу на підприємстві дозволить отримати позитивний економічний ефект;
- При оцінці ефективності інноваційного проекту отримані такі важливих показників, як:
 - термін окупності 1,4 року;
 - ефективність розробки у порівнянні з базовим варіантом вища в 4,1;
- отримані показники свідчать про високий рівень дохідності для інвестора і підтверджують доцільність впровадження технологічного процесу відновлення деталі «Чавунна маточини колеса черв'ячного».технологічний процес відновлення відповідає вимогам охорони праці та безпеки в надзвичайній ситуації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Savulyak V.I. Melted steel reaction with carbon fibers / V.I. Savulyak O.V. Postupailo // The Eighth International Congress in Materials Science and Engineering – ISSIM - Iasi – Romania 2013. – p. 65-70.
2. Проектування технологічних процесів відновлення поверхонь : лабораторний практикум / [Савуляк В. І., Шенфельд В. Й., Дусанюк Ж. П.] – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 51 с.
3. Савуляк В.І. Економічні технології високоміцних графітизованих сплавів заліза. Монографія/ В.І. Савуляк, О.Б. Янченко// Вінниця: ВНТУ, 2014. – 160с.
4. Савуляк В.І. Вплив швидкості наплавлення на зносостійкість високовуглецевих шарів, нанесених методом електродугового наплавлення з використанням вуглецевих волокнистих матеріалів// В.І. Савуляк, В.Й. Шенфельд, О.Б. Янченко/«Наукові нотатки» / випуск 41 частина 1 – Луцьк, 2013. – с.224-229.
4. Savulyak V.I. Molten metal phase duration effect on the structure and hardness of high-carbon fused coating// V.I. Savulyak O.V. Postupailo, V.J.Shenfeld, O.B. Janchenco/ TENNOMUS journal / Romania, 2013 – P.29-33.
5. Савуляк В.І. Техніко-економічне обґрунтування способу відновлення деталей// В.І. Савуляк, О.П. Шиліна, Ж.П. Дусанюк, Ю.О. Слободянюк/ Збірник наукових праць ВНАУ. – 2012 . –С. 327-330.
6. Савуляк В.І. Витрати на електроенергію як критерій вибору способу нанесення покриття для відновлення деталей // В.І. Савуляк, О.П. Шиліна, Ж.П. Дусанюк, Ю.О. Слободянюк/ Вісник Вінницького політехнічного інституту – 2012. – №3 – с153-157.
- 7.Гайдамак О.Л. Розробка газодинамічного напилювального пристрою та дослідження швидкості руху напилюваних порошкових частинок//О.Л. Гайдамак, В.І. Савуляк. Вісник Вінницького політехнічного інституту. №6 (117), 2014. с 138-142.

8. Савуляк В.І. Порівняльний аналіз собівартості виготовлення та відновлення деталей типу "вал"//Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. Випуск:1(89) Том 2. 2015 р. - С. 21...25.
9. Савуляк В. І. Діагностика матеріалів, конструкцій та якості покриттів : лабораторний практикум / [Савуляк В. І., Бакалець Д. В, Поступайло О. В.] – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 78 с.
10. Дослідження властивостей покриттів, створених холодним газодинамічним напиленням порошку ПА-4// О.Л. Гайдамак, В.І. Савуляк. Вісник Донбаської державної машинобудівної академії: збірник наукових праць. №2 (38). 2016: Краматорськ: ДДМА. 2016. - С. 70-74.
11. Дерібо О. В. Основи технології машинобудування. Частина 1/О.В. Дерібо. – Вінниця: ВНТУ. – 2013. 93 с.
12. Дерібо О. В. Основи технології машинобудування. Частина 2/О.В. Дерібо. - Вінниця : ВНТУ, 2014. — 114 с.
13. Основи технології машинобудування [Текст]. Частина 1 : практикум / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 106 с.
10. Козловський В. О., Дружиніна В.О. Методичні вказівки до виконання студентами - магістрантами економічної частини магістерських кваліфікаційних робіт– Вінниця: ВНТУ, 2012. – 22 с.
11. ДСТУ 7806:2015 Прокат з легованої конструкційної сталі. Технічні умови.
12. Дмитриченко М.Ф. Триботехніка та основи надійності машин /М.Ф. Дмитриченко, Р.Г. Мнацаканов, О.О. Мікосянчик // К.: Інформавтодор, 2006 – 216с.
13. Мікрометр гладкий МК ДСТУ 6507 – 90.
- 14 Зразки шорсткості поверхні. ДЕРЖСТАНДАРТ 9378-93.
- 15 ДСТУ ISO 6508-1:2013 Металеві матеріали. Визначення твердості за Роквеллом. Частина 1. Метод випробування (шкали А, В, С, D, E, F, G, H, K, N, T) (ISO 6508-1:2005, IDT)

- 16 ГОСТ 6637-80. Фрези черв'ячні для шліцевих валів з евольвентним профілем. Технічні умови, 22с.
- 17 ДСТУ 2651:2006. Сталь вуглецева звичайної якості. Марки. Міждержавний стандарт, 8с.
- 18 ДСТУ 2444-94. Розрахунки та випробування на міцність. Опір втомі. Терміни та визначення, 61с.
- 19 http://www.s-metall.com.ua/stal_40h.html
- 20 <http://www.sdelaysam.info/metal/center.shtml>
- 21 ДСТУ ОHSAS 18002:2015. Системи управління гігієною та безпекою праці. Основні принципи виконання вимог ОHSAS 18001:2007 (ОHSAS 18002:2008, IDT). К. : ГП «УкрНИУЦ», 2016. 21 с.
- 22 НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями. URL: http://sop.zp.ua/norm_praop_0_00-7_15-18_01_ua.php.
- 23 Гігієнічна класифікація праці (за показниками шкідливості і небезпеки факторів виробничого середовища від 12.08.1986 № 4137-86. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/v4137400-86>
- 24 ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>
- 25 ДБН В.2.5-28-20018 Природне і штучне освітлення - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://document.ua/prirodne-i-shtuchne-osvitlennja-nor8425.html>
- 26 ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>
- 27 ДСНіПЗ.3.6.096-2002. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0203-03>.

28 ДСанПіН 3.3.6-2002 Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://zakon.nau.ua/doc/?code=z0203-03>

29 НПАОП 0.00-7.11-12. Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0226-12>.

30 Сакевич В. Ф. Основи розробки питань цивільної оборони в дипломних проектах / В. Ф. Сакевич. – Вінниця : ВДТУ, 2001. – 109 с.

31 Методичні вказівки до виконання економічної частини магістерських кваліфікаційних робіт / Уклад. : В. О. Козловський, О. Й. Лесько, В. В. Кавецький. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 42 с.

Додаток А

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНИХ
ПРОДУКТІВ МАТЕРІАЛІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ВІДНОВЛЕННЯ
ДИСКІВ ТИПУ «МАТОЧИНА»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ГМ

д.т.н., проф. _____ Л.К.Поліщук

«__» _____ 2023 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу

ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ

ПОВЕРХОНЬ ДИСКІВ ТИПУ «МАТОЧИНА»

08 – 62. МКР.003.00.000 ТЗ

Керівник: д.т.н., проф., каф. ГМ

_____ В.І.Савуляк

Виконав: ст.гр. ЗВ-22м

_____ В.О. Глушко

Вінниця 2023

Розробка технічного завдання на магістерську кваліфікаційну роботу

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

1 Назва та об'єкт проектування

Назва: Вибір та обґрунтування з використанням програмних продуктів матеріалів та технологій відновлення дисків типу «маточина».

Умовне позначення: 08-62.МКР.003.00.000 ТЗ.

Деталь «Чавунна маточина колеса черв'ячного» є складовою одиницею черв'ячного редуктора, передає крутний момент, виготовляється із чавуну СЧ – 15 ДСТУ 1412-2003 і передає крутний момент. Має циліндричну зовнішню поверхню.

Основними конструкторськими базами є внутрішній циліндричний отвір $\varnothing 65H7^{(+0,03)}$, що призначений для встановлення маточини на вал.

Допоміжні бази деталі – це діаметри $\varnothing 340h7_{(-0,057)}$, та $\varnothing 360$.

Вільні поверхні – лівий та правий торці маточини $\varnothing 360$.

Виконавчі поверхні – отвір $\varnothing 65H7^{(+0,03)}$, та поверхня $\varnothing 340h7_{(-0,057)}$.

Аналіз робочого креслення показав, що найбільш точними поверхнями є поверхня отвору $\varnothing 65H7^{(+0,03)}$ з шорсткістю 1,6 мкм, що використовується для правильної орієнтації деталі у вузлі та закріплення за допомогою шпонки на валу, діаметр $\varnothing 340h7_{(-0,057)}$, що використовується для правильної орієнтації вінця у вузлі, та надійного його закріплення на маточині за допомогою трьох гвинтів. Таким чином поверхня $\varnothing 340h7_{(-0,057)}$ і отвір $\varnothing 65H7^{(+0,03)}$ – це основні конструкторські бази. $\varnothing 360H7^{(+0,057)}$ – це допоміжна конструкторська база. Торець лівий та правий $\varnothing 360$ також, 2 фаски $4 \times 45^\circ$ є вільними поверхнями конструкторської бази, повинні бути оброблені згідно 14 квалітету, з

шорсткістю 6,3. Виконавчими поверхнями є – отвір $\varnothing 65H7^{(+0,03)}$, та поверхня $\varnothing 340h7_{(-0,057)}$.

Оскільки маточина черв'ячного колеса являється відповідальною деталлю, то до точності виконання розмірів ставляться підвищені вимоги. Допуск повного торцевого биття торців колеса, а також допуск радіального биття маточини складає 0,05 мм. Геометричні розміри маточини відповідають 7-му класу точності. Шорсткість поверхні торців - Ra 6,3, витримується після токарної операції, а шорсткість поверхні отвору $\varnothing 65H7^{(+0,03)}$, та поверхні $\varnothing 340h7_{(-0,057)}$ - Ra 1,6 після операції механічної обробки.

Деталь в цілому технологічна, майже всі поверхні мають добрий доступ при механічній обробці.

Для нанесення покриття на зношену, але сформовану поверхню є доцільний та економічно-вигідний метод - холодне газодинамічне напилювання.

2 Мета, призначення та джерела розробки

Підставою для розробки технологічного процесу відновлення дисків типу «маточина» є наказ ректора № 247 від “ 18 ” вересня 2023 року про затвердження тем магістерських кваліфікаційних робіт та завдання у відповідності до вимог навчального плану підготовки спеціалістів у ВНТУ і розробленого кафедрою ГМ.

Призначенням даної магістерської кваліфікаційної роботи є виконання технологічних та конструкторських розробок для вдосконалення технологічного процесу аналога. Це можливо досягнути шляхом введення необхідних операцій для кращих експлуатаційних характеристик маточини колеса черв'ячного, проведення необхідних розрахунків оптимальних режимів обробки та модернізації, або проектуванням нової конструкції окремого технологічного обладнання.

Мета магістерської кваліфікаційної роботи – закріплення і розширення теоретичних та практичних навиків до проектування технологічних процесів відновлення деталей та набуття практичних навичок наукової роботи.

Джерелами розробки є:

- методика техніко-економічного обґрунтування роботи;
- методика проектування технологічного процесу відновлення чавунної маточини колеса черв'ячного;
- методика модернізації та проектування конструкції технологічного обладнання;
- вимоги до комплекту документів “Єдина система конструкторської та технічної документації”;
- ДЕСТ 14.305-93 – Правила вибору технологічної оснастки;
- технічна література, довідникові видання.

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 за ДСТУ 3973 – 2000. 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 чавунної маточини колеса черв'ячного 1000 шт,
- знос поверхонь, що відновлюються менше 0,3 мм, від робочого креслення.

3.3 Вимоги до рівня уніфікації та стандартизації

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

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

3.4 Вимоги до техніки безпеки та охорони навколишнього середовища

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

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

4 Стадії та етапи розробки

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

- техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу відновлення чавунної маточини колеса черв'ячного
- 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

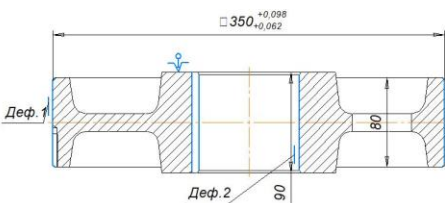
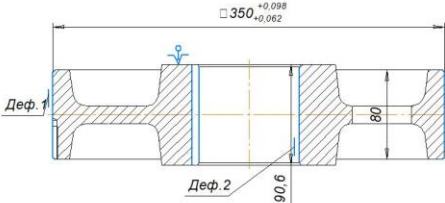
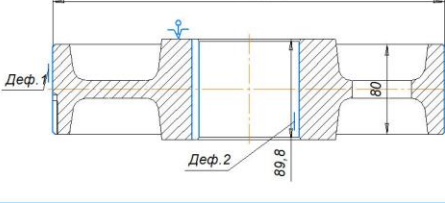
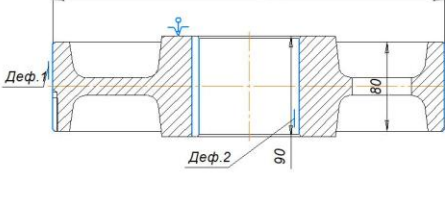
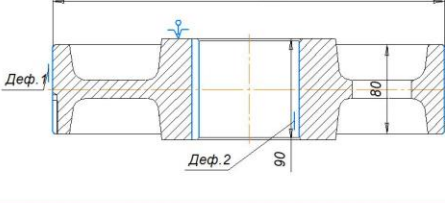
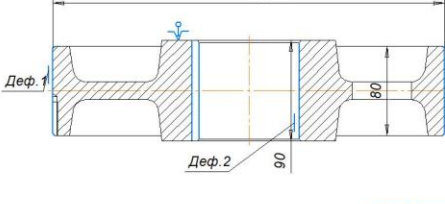
Контроль та приймання розробок виконується у відповідності до „Положення про дипломне проектування ” на кафедрі ГМ.

Технічне завдання оформлюється у відповідності з загальними вимогами до текстових конструкторських документів за ДСТУ 3973 - 2000, на листах формату А4.

Додаток Б

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ

ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНИХ
ПРОДУКТІВ МАТЕРІАЛІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ВІДНОВЛЕННЯ
ДИСКІВ ТИПУ «МАТОЧИНА»

№ опер	Операційні переходи	Схема установки	Моделі верстатів
005	<p><i>Мийно-очисна</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Мити деталь. 3. Зняти деталь. 		<p>08-62.МКР.03.00.000</p> <p>Мийна очисна машина</p>
010	<p><i>Токарна</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити заготовку, закріпити. 2. Точити поверхню 2 до розміру $\square 90,6$ мм. 3. Зняти заготовку. 		<p>$\sqrt{Ra 40}$</p> <p>Токарний верстат 16К20</p>
015	<p><i>Наплавлення</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити заготовку, закріпити. 2. Наплавити поверхню 2 до розміру $\square 89,8$ мм. 3. Зняти заготовку. 		<p>$\sqrt{Ra 6,3}$</p> <p>Наплавочна установка УД-209</p>
020	<p><i>Токарна</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити заготовку, закріпити. 2. Точити поверхню попередньо $\square 90,6$ мм. 3. Точити поверхню остаточно $\square 90,2$ мм. 4. Зняти заготовку. 		<p>$\sqrt{Ra 2,5}$</p> <p>Токарний верстат 16К20</p>
025	<p><i>Довбання</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Продовбати шпоночний паз згідно вимог до довбання. 3. Зняти деталь. 		<p>$\sqrt{Ra 2,5}$</p> <p>Довбальний верстат 7А412</p>
030	<p><i>Контрольна</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Виміряти діаметр наплавленої поверхні 2. Порівняти виміри з розмірами на кресленні 		<p>Мікрометр М350-1 ГОСТ 166-90</p>

Питання: Як виміряти діаметр наплавленої поверхні?

Відповідь: Використати мікрометр М350-1 згідно з ГОСТ 166-90.

08-62.МКР.03.00.000

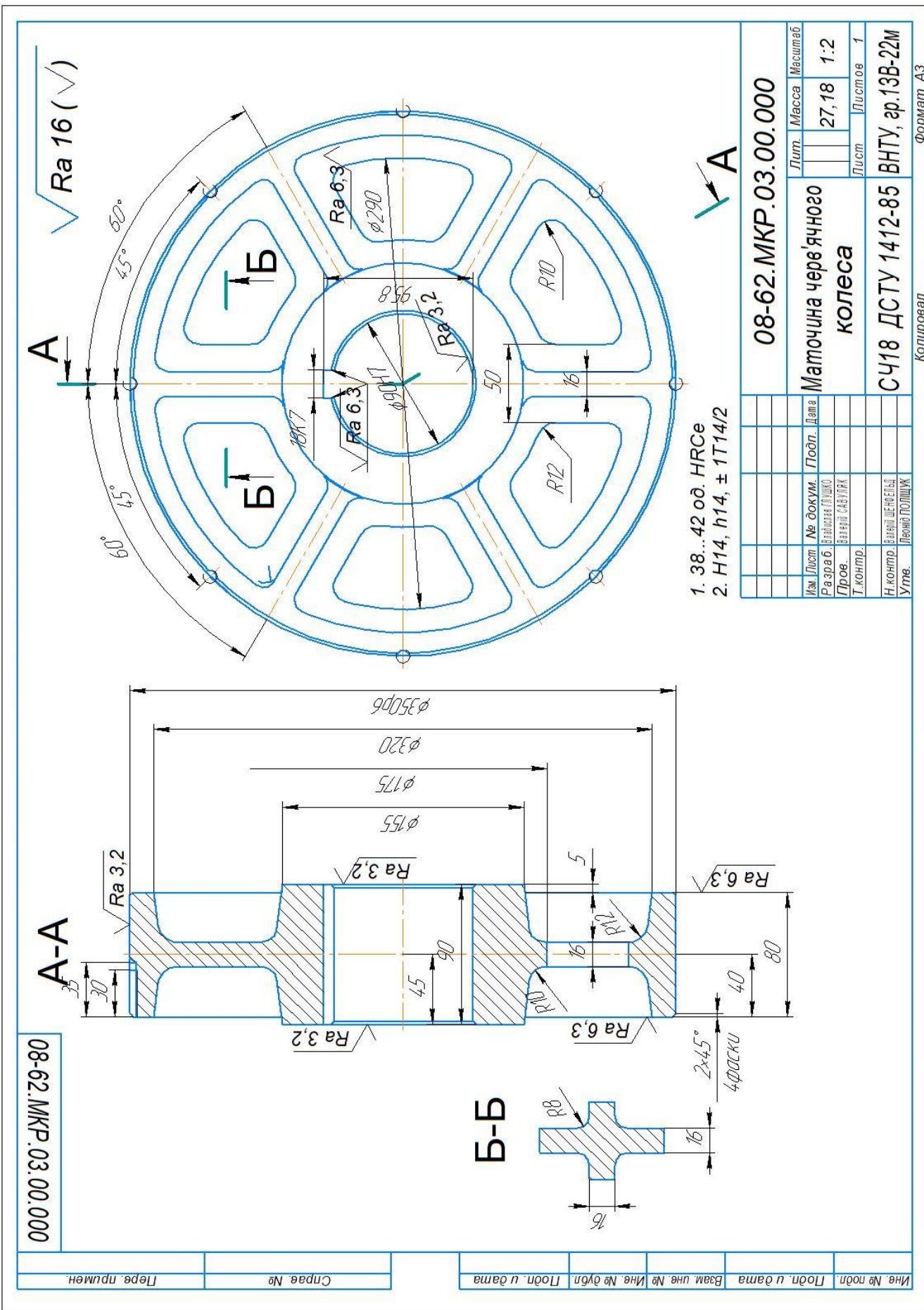
№	Лист	№ докум.	Площ.	Дат.	Маршрут відновлення	Лист	Місяць	Місяць
Разроб	Глушко В.О.				ступиці черв'ячного колеса	2	Листопад	1
Відав	Савушкин В.І.							
І констр.								
Начальн.	Відв'язько І.В.							
Узгод.	Поліщук Л.К.							

ВНТУ, гр. 13В-22м
Формат А1

Додаток В

ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНИХ
ПРОДУКТІВ МАТЕРІАЛІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ВІДНОВЛЕННЯ
ДИСКІВ ТИПУ «МАТОЧИНА»



- 1. 38...42 од. HRcε
- 2. H14, h14, ± 1T14/2

Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Ра зр.б.		В.А.И.С.А.В.П.О.Ш.К.					27,18	1:2
Проект.		В.А.И.С.А.В.П.О.Ш.К.				Лист	Листов	1
Т.контр.								
Н.контр.		В.А.И.С.А.В.П.О.Ш.К.						
Утв.		Л.С.И.С.А.В.П.О.Ш.К.						

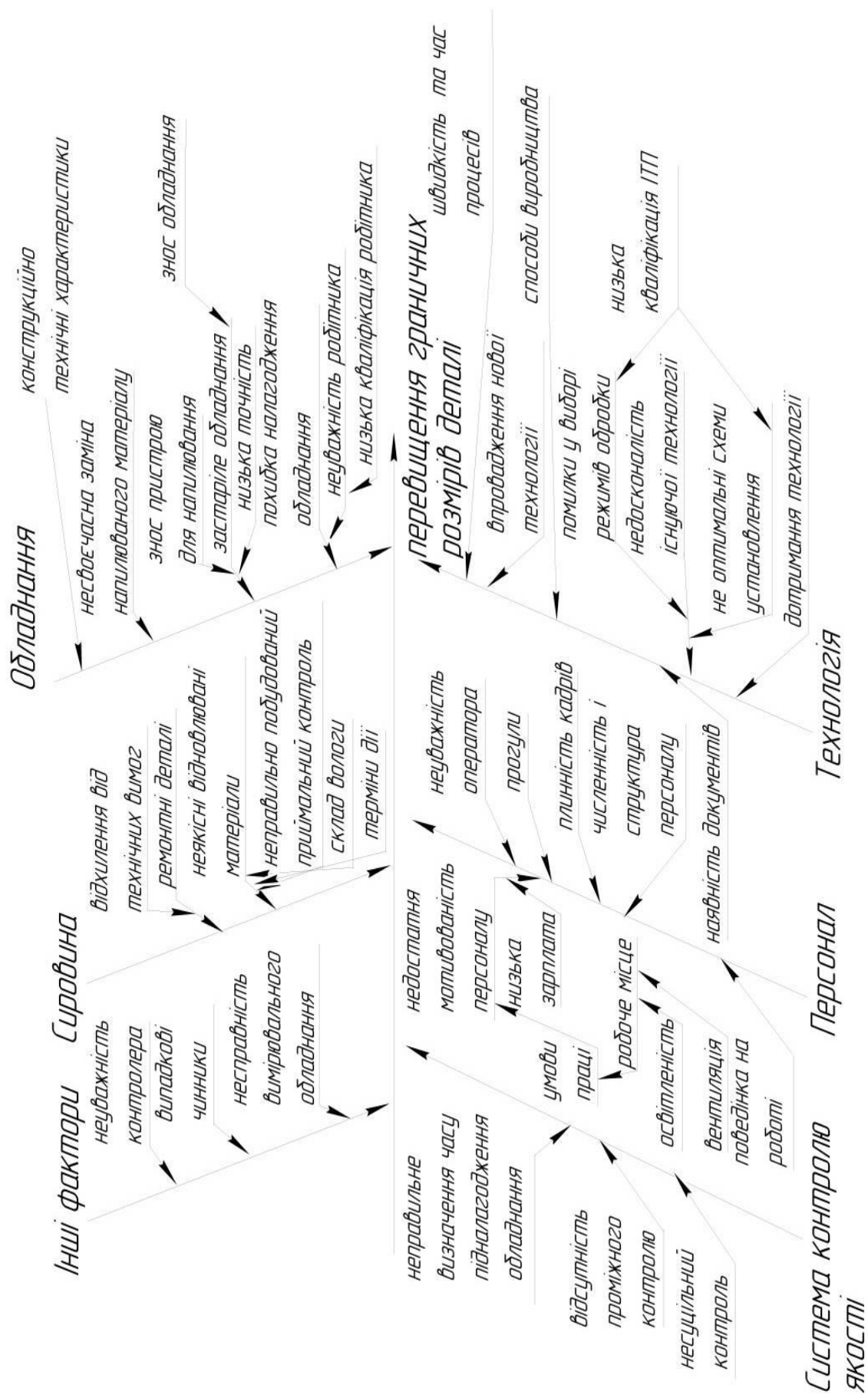
08-62.МКР.03.00.000
Маточина червячного колеса
СЧ18 ДСТУ 1412-85 ВНТУ, зр.13В-22М

Формат А3

Копировал

08-62.МКР.03.00.000

Име, № подл.	Подп. и дата	Вам иче №	Име, № дџл.	Подп. и дата	Српae, №	Гере, пунмен
--------------	--------------	-----------	-------------	--------------	----------	--------------



ПРИЧИНО- НАСЛІДКОВА ДІАГРАМА ІСІКАВИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ МАТОЧИНИ

Додаток Г

СПЕЦИФІКАЦІЇ

ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ
ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ МАТЕРІАЛІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
ВІДНОВЛЕННЯ
ДИСКІВ ТИПУ «МАТОЧИНА»

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.				<u>Документація</u>		
	A1		08-62.МКР.03.04.000.СК	Складальне креслення		
Справ. №				<u>Деталі</u>		
		1	08-62.МКР.03.04.001.	Корпус	1	
		2	08-62.МКР.03.04.002.	Кришка корпуса редуктора	1	
		3	08-62.МКР.03.04.003.	Кришка	1	
		4	08-62.МКР.03.04.004.	Кришка	1	
		5	08-62.МКР.03.04.005.	Кришка	1	
		6	08-62.МКР.03.04.006.	Прокладка	2	
		7	08-62.МКР.03.04.007.	Розбризкувач	2	
		8	08-62.МКР.03.04.008.	Вал черв'ячний	1	
		9	08-62.МКР.03.04.009.	Вал черв'ячного колеса	1	
		10	08-62.МКР.03.04.010.	Ступеця	1	
		11	08-62.МКР.03.04.011.	Вінець черв'ячного колеса	1	
		12	08-62.МКР.03.04.012.	Кришка	1	
		13	08-62.МКР.03.04.013.	Втулка	2	
	14	08-62.МКР.03.04.014.	Ущільнення	2		
Подп. и дата						
Взам. инв. №						
Инд. № дубл.						
Подп. и дата						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Глушко В.				
Пров.		Савуляк В.І.				
Н. контр.		Шенфельд В.Й.				
Уте.		Поліщук Л.К.				
08-62.МКР.03.004.000						
Редуктор черв'ячний					Лит.	Лист
ВНТУ, гр.13В-22м						1 2

Копировал

Формат А4

Перв. примен.		08-30. ТРПТ.013.00.000		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание					
Справ. №								<u>Документація</u>							
	A1						08-62.МКР.003.00.000 СК	Складальне креслення							
								<u>Складальні одиниці</u>							
	A4	1	08-62.МКР.003.00.000				Обертач		1						
	A4	2	08-62.МКР.003.00.000				Рама		1						
	A4	3	08-62.МКР.003.00.000				Розпилювач		1						
								<u>Деталі</u>							
	A4	4	08-62.МКР.003.00.000				Кронштейн		1						
	A4	5	08-62.МКР.003.00.000				Планка		1						
								<u>Стандартні вироби</u>							
									1						
		6					Сервомотор EMMS-ST-87-L-SE-G2		1						
		7					Осьовий набір EEAMM-A-D32-42A #543148		1						
		8					Лінійна вісь EEGC-70-500-TB-KF-0H-GK		1						
		9					Болт М5-6g x 35.58.016 ГОСТ 7898-70		6						
		10					Гвинт ВМ5-6gx25.14Н.016 ГОСТ1491-80		1						
Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата		08-62.МКР.003.00.000							
Изм.		Лист		№ докум.		Подп.						Дата			
Ив. № подл.		Разр.аб.		Владислав ГЛУШКО						Лит.		Лист		Листов	
		Пров.		Валерій САВУЛЯК						у		1		1	
		Н.контр.		Валерій ШЕНФЕЛЬД						Установка ЧПК		ВНТУ, гр.13В-22м			
		Утв.		Леонід ПОЛИЩУК											

Додаток Д

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ
ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНИХ
ПРОДУКТІВ МАТЕРІАЛІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ВІДНОВЛЕННЯ

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: «Вибір та обґрунтування з використанням програмних продуктів матеріалів та технологій відновлення дисків типу «маточина»

Тип роботи: магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ Кафедра «Галузевого машинобудування», ФМТ.
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 82,6% Схожість 17,4%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

✓ 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її автора. Роботу направити на доопрацювання.

3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку


(підпис)

Шенфельд В. Й.

(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи


(підпис)

Глушко В.О.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Савуляк В.І.

(прізвище, ініціали)

