

Вінницький національний технічний університет

Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра галузевого машинобудування

Пояснювальна записка

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему: ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ
ГРУНТУКСИ ПНЕВМОМОЛОТА

Виконав студент 2 курсу, групи 13В-
18м

спеціальності 132 –

«Матеріалознавство»

(цифр і назва спеціальності)

Макієнко Володимир Миколайович.

(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н. доц. І. І. Какалець Д.В.

(прізвище та ініціали)

Вінниця - 2019 р.

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра галузевого машинобудування

Освітньо-кваліфікаційний рівень «магістр»

Спеціальність 132 – «Матеріалознавство»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

«__» _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Макиєнку Володимиру Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення якості відновлення робочих поверхонь
ґрундбуksi пневмомолота

керівник роботи Бакалець Дмитро Віталійович, доцент каф. ГМ,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

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

3. Вихідні дані до роботи:

Креслення ґрундбуksi пневмомолота

Режим роботи : довго-ривалий

Річна програма відновлення деталей N=1500 шт.;

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ; Розділ 1. Сучасний стан наукової проблеми і шляхи її вирішення; Розділ 2 Структура та зносостійкість проти абразивного зношування поверхонь, нанесених біметалічних покриттів; Розділ 3. Технологічні засади підвищення якості відновлення ґрундбуksi пневмомолота; Розділ 4. Розрахунок економічної ефективності інноваційного рішення; Розділ 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях; Загальні висновки; Список використаних джерел; Додатки. 5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1. Робоче креслення деталі; 2. Ремонтне креслення деталі; 3. Креслення плазмового напилювального пристрою; 4. Установка з числовим програмним керуванням; 5. Робоче місце. 6. Технологічний процес відновлення ґрундбуksi пневмомолота.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	Бакалець Дмитро Віталійович к.т.н., доцент, каф. ГМ	02.10.19 р.	10.12.19 р.
Економіка виробництва	Лесько О.Й., д.е.н., проф., завідувач кафедри ЕПВМ	02.10.19 р.	10.12.19 р.
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Віштак І.В., доцент кафедри ХБЖД та ПБ	02.10.19 р.	10.12.19 р.

7. Дата видачі завдання « 02 » лютого 2019 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

(підпис)

Макієнко В.М.

Керівник проекту

(підпис)

Бакалець Д.В.

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів і загальних висновків. Загальний обсяг роботи 100 стор., у тому числі 42 рис., 32 табл., 45 літературних джерел.

Предметом магістерської кваліфікаційної роботи є механізм утворення біметалічних сплавів.

Об'єкт дослідження – процес отримання покриття на мідній основі на робочих поверхнях ґрундбуksi пневмомолота

Робота складається з п'яти частин :

1. Сучасний стан наукової проблеми і шляхи її вирішення; 2. Структура та зносостійкість проти абразивного зношування поверхонь, нанесених біметалічних покриттів; 3. Технологічні засади підвищення якості відновлення ґрундбуksi пневмомолота; 4. Розрахунок економічної ефективності інноваційного рішення; 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Головною метою цієї кваліфікаційної роботи є підвищення якості відновлення робочих поверхонь ґрундбуksi пневмомолота шляхом наплавлення покриттів на мідній основі.

ABSTRACT

The master's qualification work consists of an introduction, 5 sections and general conclusions. The total volume of work is 100 pages, including 42 drawings, 32 tables, 45 literary sources.

The subject of the master's qualification work is the mechanism of formation of bimetallic alloys.

Object of study - the process of obtaining copper-based coating on the work surfaces of primer hammers

The work consists of five parts:

1. The current state of the scientific problem and ways to solve it;
2. Structure and wear resistance of abrasive surfaces of bimetallic coatings;
3. Technological principles for improving the quality of penvmolot hammer priming;
4. Calculation of economic efficiency of innovative solution;
5. Occupational health and safety.

The main purpose of this qualification work is to improve the quality of restoration of the working surfaces of ground hammer pneumatic hammers by surfacing copper-based coatings.

ЗМІСТ

1. СУЧАСНИЙ СТАН НАУКОВОЇ ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ	9
1.1 Стан наукової проблеми нанесення покриттів на мідній основі	9
1.2 Висновки до розділу 1	24
2. СТРУКТУРА ТА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ПРОТИ ЗНОШУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ, НАНЕСЕНИХ БІМЕТАЛЕВИХ ПОКРИТТІВ	26
2.1 Матеріали на які наносяться покриття	26
2.2 Основні види та характеристики наплавочного матеріалу	26
2.3 Визначення режиму та способу нанесення мідного покриття	29
2.5 Мікроструктурний аналіз покриттів отриманих з використанням наплавочного дроту ERCuSi-A	35
2.6 Висновки до розділу 2	39
3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ГРУНДБУКСА ПНЕВМОМОЛОТА	40
3.1 Призначення деталі	40
3.2 Якісний аналіз	41
3.3 Кількісний аналіз	41
3.4 Розробка схеми вимірювання зносу, дефектування та технічного контролю якості відновлення деталі	42
3.5 Створення технологічного процесу відновлення поверхонь	43
3.6 Формування маршруту технологічного процесу відновлення поверхонь деталі ґрундбуksа пневмомолота	44
3.7 Нормування операцій технологічного процесу	47
3.8 Створення конструктивної схеми установки автоматизованого відновлення	47
3.9 Вибір виконавчих механізмів для автоматизованого пересування деталей	51
3.10 Висновок до розділу 3	61
4. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІННОВАЦІЙНОГО РІШЕННЯ	63
4.1 Прогнозування витрат на виконання конструкторської технологічної роботи	63
4.2 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки	69
4.3 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду окупальності	72
4.4 Висновки до розділу 4	75
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	77
5.1 Аналіз умов праці	77
5.3 Техніка безпеки	86
5.4 Пожежна безпека	87
5.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях	89
ВИСНОВКИ	93
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	95
ДОДАТКИ	100

ВСТУП

Нанесення покриттів на мідній основі на сталеві заготовки дозволяє створити біметалеві деталі зі специфічними експлуатаційними характеристиками. Так, наприклад наплавивши на сталеву втулку бронзове покриття можна отримати деталь що матиме високу міцність з гарними антифрикційними властивостями на відмінну від класичних підшипників ковзання.

Мастерська робота присвячена розробці технологій відновлення та покращення властивостей робочих поверхонь ґрундбуksi пневмомолота шляхом наплавлення покриттів на основі міді.

Актуальність проблеми.

Матеріали на основі міді часто використовуються в підшипниках ковзання. Також існують механізми в яких підшипники мають великий розмір, наприклад, вали великого діаметру, для яких звичайних підшипників кочення не виготовляють, різного роду вали машин з ударним та вібраційним навантаженням.

Собівартість виготовлення цільних деталей з кольорового металу є високою і це не завжди доцільно в сучасних умовах. Тому робота яка покликана вирішити цю проблему шляхом створення біметалевих підшипників є актуальною.

Мета роботи. Підвищення якості відновлення робочих поверхонь ґрундбуksi пневмомолота шляхом наплавлення на них функціональних покриттів на мідній основі.

Об'єкт дослідження – процес отримання покриттів з мідною основою на робочих поверхнях сталевих деталей

Предмет дослідження – механізми взаємодії наплавленого мідного покриття з поверхнею сталеві деталі

Задачі дослідження:

- Провести якісний аналіз наукових джерел щодо розв'язання проблеми створення ефективних покриттів на мідній основі;
- Дослідити можливість отримання біметалічних деталей шляхом наплавлення покриттів на основі міді на сталь;
- Дослідити можливість збільшення ресурсу виготовленої деталі та провести дослідження структури та властивостей отриманих наплавлених покриттів
- Розробити технологічний процес наплавлення для підвищення якості відновлення робочих поверхонь ґрундбукси пневмомолота.
- Провести економічне обґрунтування процесу відновлення та розрахувати економічний ефект від запровадження запропонованих технологій
- Розробити комплекс заходів щодо покращення умов роботи та охорони праці під час відновлення робочих поверхонь ґрундбукси пневмомолота

Наукова новизна. Під час виконання роботи вдалося отримати результати які мають наукову новизну. А саме: досліджено процес наплавлення мідних покриттів на поверхнях сталевих деталей та встановлено закономірності формоутворення покриттів від режиму. Покриття найвищої якості отримано шляхом наплавлення на мінімальних можливих режимах без проплавлення сталеві основи.

Практичне значення одержаних результатів.

Автором розроблена технологія нанесення покриттів що дозволяють надати робочим поверхням деталі властивостей притаманних мідним сплавам. Розробити відносно дешеву технологію відновлення деталей з покращенням властивостей.

Особистий внесок здобувача.

Поставлено задачі та сформульовано шляхи їх вирішення. Розглянуто матеріали які найбільш розповсюдженні та актуальні в сучасному

ремонтному виробництві і можуть бути використані для вирішення поставлених задач. Обрано оптимальний спосіб нанесення покриття.

Наплавлені зразки було механічно оброблено та підготовлено до виготовлення шліфів. Автор брав участь у всіх процесах в ході проведення експерименту, всі експериментальні данні було опрацьовано, опубліковано та донесено в ході виступу на "Науково-технічних конференціях факультету машинобудування та транспорту» 2017 та 2019р.

Агробація результатів наукової роботи.

Основні результати наукової роботи та положення доповідалися й обговорювалися на конференціях: «XLVI Науково-технічна конференція факультету машинобудування та транспорту» 27-28 березня 2017 року та «XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 13-15 березня 2019 р.»

Публікації.

1. Пат. 117373 UA, МПК І23К 9/28. Електродотримач для ручного дугового зварювання [Текст] / Д. В. Бакалець, В. М. Макієнко (Україна). - № и 2017 00061 ; заявл. 03.01.2017, опубл. 26.06.2017, Бюл. № 12. - 5 с. : кресл. Режим доступу : <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/16583/117373.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

2. Бакалець Д. В. Конструкція електродотримача для ручного дугового зварювання [Електронний ресурс] / Д. В. Бакалець, В. М. Макієнко // Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 22-24 березня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - 2017. - Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2017/paper/view/233>.

3. Бакалець Д. В. Формування покриттів на мідній основі [Електронний ресурс] / Д. В. Бакалець, В. М. Макієнко // Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 13-15 березня 2019 р. - Електрон. текст. дані. - 2019.

1. СУЧАСНИЙ СТАН НАУКОВОЇ ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

1.1 Стан наукової проблеми нанесення покриттів на мідній основі.

Створення біметалів завжди викликає проблеми металургійного та технологічного характеру. Не виключенням є сталь і мідь. Вирішенням цих питань займались Н. Г. Лосицкий, Б. А. Шутов, Б. В. Грудзинский та інші.

Мідь має достатньо високу рідкотекучість що дозволяє їй проникати вглиб найменших пошкоджень в металі та заповнювати їх. Існує думка, що такий процес негативно впливає на сталь [15, 16, 40]. Контактуювання сталі з розплавленою міддю (мідними сплавами), супроводжується міжкристалітним проникненням міді в сталь (МКП). Результатом є – тріщини у вигляді «клинів», що утворюються на дефектній поверхні дотику основної деталі, їх глибина може сягати 0,01–40 мм, та заповнюватися міддю. Автори вважають, що це знижує механічні властивості сталі ($\sigma_{0,2}$, σ_b , σ_{-1} , δ) і, особливо, пластичні. МКП пояснюється тим, що при доскобії знижується міцність металу та розклинювальну дію рідкої міді [17].

Фізико-хімічні властивості Cu та Fe близькі (будова кристалічної решітки, атомні радіуси і т. д.), що дає можливість отримання мідних сплавів із залізом (сталлю) [19]. Одним із декількох факторів які ускладнюють процес сплавлення – це розбіжність у температурах плавлення, різниця в теплопровідності та теплоємності, висока рідкотекучість, схильність до пористості, що робить метал крихким.

Сірка та фосфор збільшують розчинність міді в сталі за рахунок збільшення міжкристалічної дифузії. Окрім взаєморозчинності міді з залізом утворенню міцного зв'язку між металами сприяє ряд близьких фізико-хімічних властивостей. Найважливіші фізико-хімічні властивості міді та сталі наведені в (табл. 1.1)

Таблиця 1.1 – Найважливіші фізико-хімічні властивості заліза та міді

Найважливіші фізико-хімічні властивості міді та заліза			
Властивості	Cu	α -Fe	V-Fe
Тип структури	ГЦК	ОЦК	ГЦК
Період решітки в кХ	3,608, при 18°C	2,861	3,56
Міжатомна відстань в кХ	2,551	2,477	2,52
Атомний діаметр для координаційного числа 12 в кХ	2,551	2,55	2,52
атомний об'єм	7,100	7,089	
Питома вага г/см ³	8,93	7,87	
Температура плавлення°C	1083	1539	
Температура кипіння°C	2600	2740	
Питомий електроопір при 18°C мком*см	1,67	9,71	
Коефіцієнт лінійного розширення (0-110°C)	17,0	11,5	
Питома теплоємність при 20°C	0,092	0,11	
Теплопровідність при 0°C	3,93	0,94	
Іонізаційний потенціал	7,72	7,831	
Теплота сублімації при кімнатній температурі кал/моль	73000	84000	
Теплота сублімації при температурі випаровування	72800	84600	
Теплота сублімації при температурі плавлення	2700	2750	
Теплота сублімації при температурі атизації	46500	59700	68000
Коефіцієнт поверхневого натягу при 1083°C	1354		
Коефіцієнт поверхневого натягу при \gg 1200°C	1154		
Коефіцієнт поверхневого натягу при \gg 1550°C		1701	
Електрохімічний потенціал, В	+0,52	-0,44	

Максимальна розчинність міді при температурі 850 °С в α -залізі 6,5%, в β -залізі 8%, в γ -залізі 1,4%. При температурі 1094°C в міді можливо розчинити 4% та 0,2% при 650°C [18].

В роботах [20-22] відзначено що при наплавленні проникання міді в сталь може коливатись від декількох мікрметрів до декількох десятків міліметрів. Допустима глибина проникнення може впливає на механічні властивості сталі сягає 0,3...0,5мм.

На проникання міді в сталь впливають такі фактори

- час контактування розплавленої міді зі сталлю
- напружений стан металу при наплавленні
- структурний стан
- хімічний склад сталі

Проникнення сплаву на мідній основі в низьковуглецеві сталі на глибину до 0,8мм майже не впливає на статичну та циклічну міцність зразків, що зазначено в роботі [20]. В той самий час наплавлення олов'яної бронзи значно знижує тимчасовий та втомний опори [21, 22].

Можливість отримання якісного з'єднання міді і мідно-нікелевого сплаву з різними вуглецевими сталями показана в роботі [23].

При проведенні дослідження процесів зварювання сталей з мідними сплавами [24], авторами виявлено наявність прошарків кристалізаційного та дифузійного характеру в зварному шві. Утворення дендритних кристалізаційних прошарків зумовлено переходом в зварний шов значної кількості заліза, причиною чого є підвищення міцності границі сплавлення та зменшення пластичності з'єднання. Авторами отримані данні [25-27], що зменшення кількості дендритних включень з використанням удосконаленої технології зварювання та застосуванням вдосконалених матеріалів для зварювання дає змогу прогнозувати механічні властивості зварних з'єднань.

Одним із основних завдань інженерів по відновленню та зміцненню деталей машин є пошук таких матеріалів і технологій, які б мали порівняно невелику вартість та дозволяли отримати покриття із заданими триботехнічними властивостями.

Дріт зварювальний - це вид кольорового металопрокату з мідних сплавів, отриманий шляхом холодної деформації і задіяний у багатьох галузях і сферах діяльності людини.

В даний час процес виробництва такого типу круглого прокату на підприємствах здійснюється відповідно до Держстандарту 16130-90. За даним стандартом вона може бути виготовлена із сплавів міді, латуні, бронзи, мідно-нікелевих сплавів і за своїм становищем може бути як м'якою, так і твердою.

Дріт зварювальний ГОСТ 16130-90 може бути виготовлений з різних мідних сплавів, що мають різні характеристики. Тому для правильного підбору продукції кольорового металопрокату такого типу слід врахувати специфіку проведених робіт. Так, наприклад, дріт мідний з сплавів М1 і М1р застосовується для проведення робіт по газовому зварюванні різних конструкцій з міді. Конструкції мідні загального призначення із

застосуванням газового зварювання можуть бути виготовлені за допомогою дроту із сплаву М2р. А ось для зварювання відповідальних або електротехнічних деталей застосовують продукцію круглого прокату з марки міді МСр1. Конструкції тільки з мідно-нікелевих сплавів, а також конструкції, де потрібно ручна або напівавтоматичне зварювання мідно-нікелевих сплавів і сплавів міді з бронзою, латунню і сталлю і для зварювання кольорових металів з різними типами стали (легованої, вуглецевої, корозійностійкої) - тут підійде дріт МНЖКТ5-1-0,2-0,2. Також її можна використовувати для виконання наплавлень на сталь. Коли ж потрібно зварювання деталей з мідно-нікелевих сплавів між собою і з деталями з латуні і алюмінієво-марганцевої бронзи, то для цих цілей застосовують електроди, виготовлені з дроту МНЖ5-1. У свою чергу, якщо розглядати дріт зварювальний бронзовий, то він може бути виготовлений з двох видів бронз: олов'яних і безолов'яних. Безолов'яні бронзи, що застосовуються для продукції такого типу це БрКМц3-1 і БрАМц9-2. Дріт БрКМц3-1 використовують при виконанні газового зварювання нежорстких конструкцій. У свою чергу, БрАМц9-2 зварює деталі з алюмінієво-марганцевої бронзи, миш'яковистою латуні, міді, мідно-нікелевих сплавів. За допомогою дроту із сплаву БрКМц3-1 можна проводити ручну або механічну наплавку на сталь. Що стосується продукції з сплавів БрХ0,7, БрХНТ і БрНЦр, то це ручна і аргонодугове зварювання деталей з бронз. Якщо ж потрібно автоматичне зварювання хромової бронзи під флюсом, то тут можливо тільки застосування дроту БрХ0,7. Припустимо, потрібно автоматичне наплавлення бронзових деталей під флюсом - тут необхідна дріт БрАЖМц10-3-1,5. Якщо розглядати дріт зварювальний з олов'яних бронз, то продукцію зі сплаву БрОЦ4-3 застосовують там, де необхідна ручна і автоматизоване зварювання міді та латуні. А ось БрОФ6,5-0,15 вже підійде для зварювання олов'яно-фосфористих бронз і олов'яних бронз. Дріт зварювальний з латуні може бути виконана із сплавів Л63, ЛС60-1, ЛК62-0,5, ЛМц58-2, ЛОК59-1-0,3, ЛЖМц59-1-10,3. Така продукція необхідна там, де

потрібно зробити газове зварювання латуні, а також наплавку на вуглецеву сталь

Існують такі типи мідних сплавів:

М1, М1р - Для автоматичного зварювання в середовищі інертних газів, під флюсом і газового зварювання невідповідальних конструкцій з міді, а також виготовлення електродів для зварювання міді і чавуну.

М2р - Для газового зварювання конструкцій загального призначення з міді.

М3р1 - Для газового зварювання відповідальних і електротехнічних конструкцій з міді.

МНЖКТ5-1, 0,2-0,2 - Для ручного напівавтоматичного зварювання в захисних газах мідно-нікелевих сплавів, мідно-нікелевих сплавів з бронзою, латунню і сталлю (вуглецевої, легованої і корозійностійкої), а також наплавлення на сталь.

МНЖ5-1 - Для виготовлення електродів для зварювання мідно-нікелевого сплаву між собою і латунню і алюмінієво-марганцевої бронзою.

БрКМц3-1 - Для ручного зварювання в захисних газах не жорстких конструкцій з міді і автоматичного зварювання міді під флюсом.

БрАМц9-2 - Для ручного зварювання в захисних газах алюмінієво-марганцевої бронзи, мишьяквистої латуні, міді та мідно-нікельового сплаву з алюмінієво-марганцевої бронзи; ручного та механізованого наплавлення на сталь.

БРХ0, 7, БрХНТ, БрНЦр - Для ручного аргонодугового зварювання бронз.

БРХ0, 7 - Для автоматичного зварювання хромової бронзи під флюсом.

БрАЖМц10-3-1, 5 - Для виготовлення електродів для зварювання алюмінієво-залізної бронзи і автоматичної наплавки бронзи під флюсом.

БрОЦ4-3 - Для ручного зварювання в захисних газах міді: механізованого зварювання під флюсом міді та латуні.

БрОФ6 ,5-0, 15 - Для ручного зварювання в захисних газах оловинно-фосфористой бронзи і олов'яних бронз.

Л63, ЛО60-1 ЛКБО62-0 ,2-0 ,04-0, 5, ЛК62-0, 5, ЛМц58-2, ЛЖМц59-1-1, ЛОК59-1-0, 3 - Для газового зварювання латуні й наплавлення на вуглецеву сталь

Таблиця 1.2 – Сплави на основі міді

Матеріал зварювального дроту	Марка
Мідь	М1; М1р; М2р; МСр1
Сплав - нікелева	МНЖКТ5 -1-0,2-0,2; МНЖ5-1
бронза безолов'яна	БрКМц3-1; БрАМц9-2; БРХ0,7; БрХНТ; БрНЦр; БрАЖМц10-3-1,5
бронза олов'яна	БрОЦ4-3; БрОФ6,5-0,15
Латунь	Л63; ЛО60-1; ЛКБО62-0,2-0,04-0,5; ЛК62-0,5; ЛМц58-2; ЛЖМц59-1-1; ЛОК59-1-0,3

В роботі [28] показано, що одним з найефективніших методів отримання біметалічних виробів сталь-високоолов'яна бронза є електродугове наплавлення під флюсом із застосуванням порошкових проволочок. Проаналізувавши причини виникнення різних дефектів автори дійшли до висновку, що для забезпечення мінімального прооплавлення сталі та зменшення його вмісту в бронзі процес наплавлення виконується «розчіпленим» електродом на оптимальних режимах.

Завдяки високим антифрикційним властивостям і підвищеній твердості олов'яно-фосфориста бронза типу Бр.О10Ф1 широко застосовується для виготовлення підшипників, шестерень і втулок відповідального призначення, що працюють при високих питомих тисках [29]. З метою економії дефіцитних кольорових металів і підвищення міцності підшипників доцільно замінювати литі бронзові деталі біметалічними. Одним з ефективних способів отримання біметалевих виробів, особливо великогабаритних, з

робочим шаром з олов'яної бронзи марки Бр.О10Ф1 може бути електродугове наплавлення під флюсом. Тому актуальною є задача розробки матеріалу і технології наплавлення такого типу бронзи на сталь. Як показує багаторічний досвід ІЕЗ ім. Є.О. Патона, при наплавленні мідних сплавів на сталь спостерігаються значні металургійні та технологічні труднощі, а саме: підвищена схильність до утворення пір (як в наплавленого металу, так і по лінії сплавлення зі сталлю), міжкристалітної проникнення бронзи в сталь, а також можливість легування наплавленого металу залізом, високий вміст якого знижує експлуатаційні властивості наплавленої бронзи.

Оскільки високооловяниста бронза не обробляється тиском та через її низьку пластичність не можливо виготовити зварювальний дріт малих діаметрів, але може бути використана при створенні порошкового дроту. В якості оболонки порошкового дроту використовували мідну стрічку марки М1М (ГОСТ 1173-93). До складу сердечника входить олово в вигляді олов'яного порошку марки ПО-1 (ГОСТ 9723-73) і фосфору - у вигляді порошку фосфористої міді марки МФ-9 (ГОСТ 2530-84). Для попередження пористості при наплавленні в шихту порошкового дроту вводиться порошок мармуру (до 5%). Мармур, подрібнюючи краплі електродного металу і зменшуючи час їх існування на торці електрода, знижує також перегрів наплавленого металу, завдяки чому знижується глибина проплавлення сталі [30].

Істотний вплив на якість біметалічного з'єднання наплавлення має флюс, який використовується при наплавленні. З метою вибору оптимальної марки флюсу було досліджено вплив різних флюсів на стійкість процесу наплавлення, формування наплавленого металу, відділення шлакової кори і наявність пір. На рис. 1.1 показаний зовнішній вигляд наплавлень, виконаних під флюсами марок АН-60, АН-348А, АН-26С, АН-60см і фторидно-основним флюсом UV 420 ТТ фірми «Bohler Thyssen» (Німеччина).

характерно, що при тришаровому наплавленні під досліджуваними флюсами при візуальному огляді тріщин і пір в наплавленого металу не

виявлено, шлак відділяється добре, при цьому найкращі показники по стабільності процесу спостерігалися при використанні флюсів АН-60 і АН-60см. При наплавленні під флюсами АН-348А і АН-26С при дослідженні поперечних макрошліфів на третьому шарі були виявлені пори в верхній частині валика.

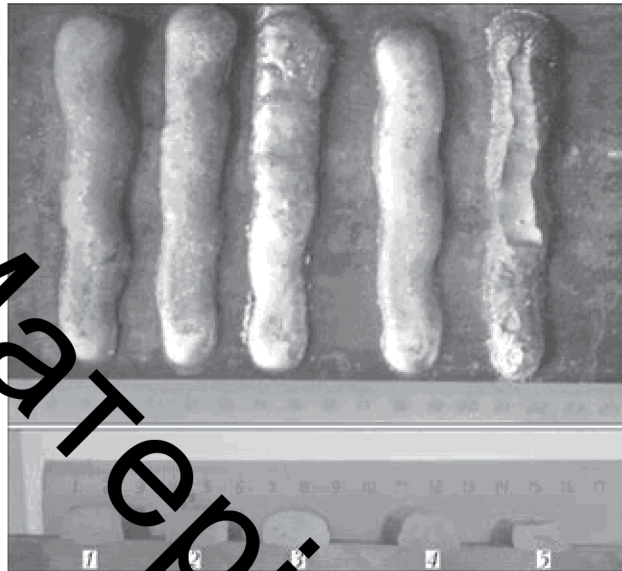


Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд наплавлень під різними флюсами: 1- АН-60; 2 - АН-348А; 3-ан-26С; 4 - АН-60см; 5 - UV 420 ТТ

При наплавленні мідних сплавів на сталь дуже часто утворюються пори по лінії сплавлення мідного сплаву зі сталлю. Це пов'язано з відносно незначною кількістю теплової енергії, яка вводиться при наплавленні на мінімально можливих режимах, з метою забезпечення мінімізації розплавлення стали, що, з одного боку, призводить до збільшення тривалості зупинки фронту кристалізації і сприяє утворенню пор [31], а з іншого - до об'ємного перенасичення металу зварювальної ванни газами, викликаному зменшенням розчинності через зниження температури металу. У цьому випадку зростання пір йде в основному в результаті конвективної дифузії газу з навколишніх обсягів металу [32, 33]. Тому режим наплавлення необхідно незначно «завищувати» з метою усунення даного типу дефектів. У той же час збільшення режимів наплавлення приводить до більшої кількості

заліза, яке перейшло в наплавлений метал. У ряді робіт [30, 34, 35] показано, що для зменшення проплавлення основного металу рекомендується спосіб наплавлення розщепленим електродом. Головним фактором, що визначає глибину проплавлення, є відстань між електродами. З метою визначення оптимальної величини розщеплення проводилася одношарова наплавка з різним міжелектродною відстанню на низько вуглецеву сталь порошковим електродом ППБр.ОФ10-1 (рис. 1.2).

Розміри і форма валиків свідчить про наступне: при розщепленні менше 6 мм внаслідок електродинамічних сил під час наплавлення утворюється гольова крапля розплавленого металу, що приводить до значного проплавлення основного металу. При розщепленні 8 мм електродинамічні сили малі, простір між електродами заповнюється шлаком і дуги починають горіти окремо, що призводить до отримання наплавленого металу сідлоподібної форми (див. Рис. 1.2) і при цьому відбувається «спливання» залізовмісних частинок в верхню частину валика. Продуктивність процесу при наплавленні розщепленим електродом збільшується в 1,7 ... 2,3 рази в порівнянні з одноелектродним наплавленням, забезпечуючи при цьому зменшення глибини проплавлення сталі. Зниження швидкості наплавлення з 18 до 10 м/год при незмінних інших зварювальних параметрах приводить до зниження вмісту заліза в наплавленому металу до 5 ... 7%. Це пов'язано зі збільшенням шару рідкого металу, який підтікає під стовпом дуги і тим самим екранує його.

Одним з основних дефектів при наплавленні олов'яних бронз є міжкристалітне проникнення кольорового металу в сталь. Авторами робіт [36, 37] показано, що олов'яні бронзи мають підвищену схильність до міжкристалітного проникнення в порівнянні з іншими мідними сплавами. При цьому дані дефекти знижують міцність з'єднання, також вони негативно впливають на роботу виробу при знакозмінних термічних і динамічних навантаженнях. Як показали металографічні дослідження шліфів з наплавленням олов'яної бронзи на сталь, зміна концентрації в наплавленому

металі Sn і р в межах, що регламентуються ГОСТ 613-79 для бронзи марки Бр010Ф1 (9,0 ... 11,0% Sn; 0,4 ... 1,1% р) несуттєво впливає на кількість та довжину міжкристалічних проникнень. Більш значний вплив на наявність або відсутність проникнень мають режими наплавлення.

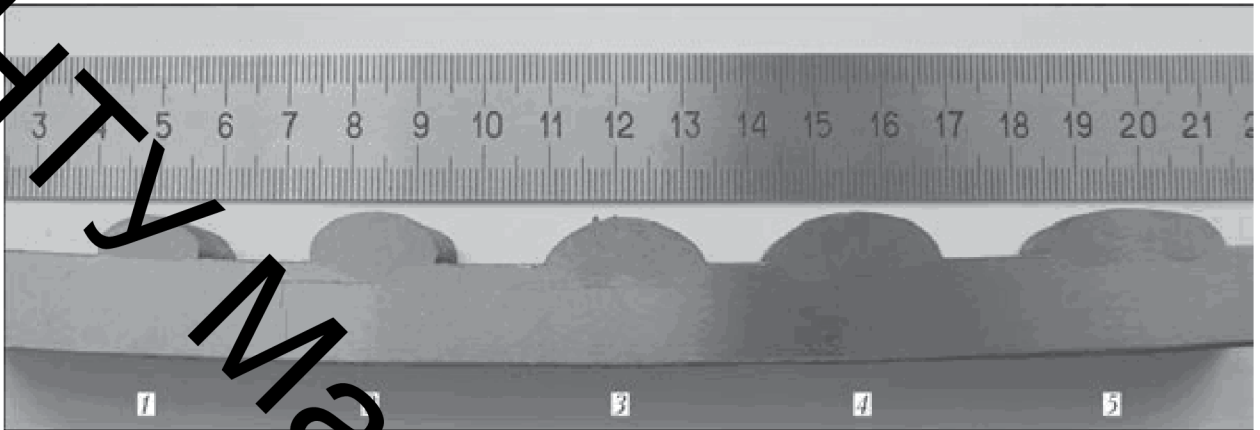


Рисунок 1.2 – Макрознімок наплавлення під флюсом АН-60 з різною відстанню між електродами: 1 - 1; 2 - 6; 3 - 8; 4 - 10,5; 5 - 12 мм

Для оцінки впливу на міжкристалічне проникнення режимів наплавлення виконуючи комплекс досліджень, в кожному з яких один параметр змінювався, а решта залишалися незмінними. Наплавлення виконували розщепленим електродом при міжелектродній відстані 6 мм дротом ППБр.ОФ10-1 діаметром 3 мм на сталеву пластину марки Ст20 товщиною 12 мм. З кожного валика вирізали темплети і на шліфмашинах поперечного перерізу (не менше двох перетинів) визначали наявність та характер міжкристалічних проникнень. Фіксували також розміри поперечного перерізу валика і глибину проплавлення основного металу. результати дослідів наведені в (табл. 1.3).

З представлених в (табл. 1.3) результатів видно, що на ймовірність появи міжкристалічних проникнень впливають всі параметри зварювання, але струм і швидкість наплавлення більшою мірою, ніж напруга дуги. Причому існує деяке порогове значення погонної енергії, нижче якого міжкристалічного проникнення мало ймовірно.

Таблиця 1.3 – Вплив режимів наплавлення на схильність до міжкристалічного проникнення бронзи в сталь ($U_d = 35$ В)

Номер наплавки	режим наплавки		Погонна енергія кДж/м	Розміри валика, мм			Проникнення	
	I_{np} , А	v_{np} , м/год		ширина	Висота	Глибина проплавлення*	Розріз I	Розріз II
1	210	14	496,8	14,5...15,5	4,5...5,0	$\leq 0,2$	-	-
2	310	14	669,6	20,0...20,5	5,0...5,5	1,5...2,5	2	-
3	390	14	864,0	24...25	5,3...5,5	1,5...2,5	1	2
4	310	14	478,8	14,5...15,0	5,5...6,0	1,0...2,5	-	-
5	310	14	576,0	16,5...17,0	5,0...5,5	0,5...1,0	-	2
6	310	14	669,6	19,5...20,0	5,0...5,2	2,5...1,5	2	-
7	310	10	936,0	20...21	5,0...5,5	$\leq 0,5$	3	2
8	310	14	669,6	19,5...20,0	5,0...5,2	2,5...1,5	2	-
9	310	14	410,4	18,0...18,5	4,0...4,5	$\leq 0,5$	-	-

Для наведеного способу наплавлення це приблизно 500 кДж / м. Якогось впливу на міжкристалітного проникнення глибини проплавлення не виявлено. Міжкристалітного проникнення одновірогідні і при проплавленні (до 2,5 мм) і майже при повній його відсутності ($\leq 0,5$) зразки наплавки № 3 і № 7. Погонна енергія в цьому випадку приблизно однакова. характерного вигляду міжкристалічних проникнень показаний на (Рис. 1.3).

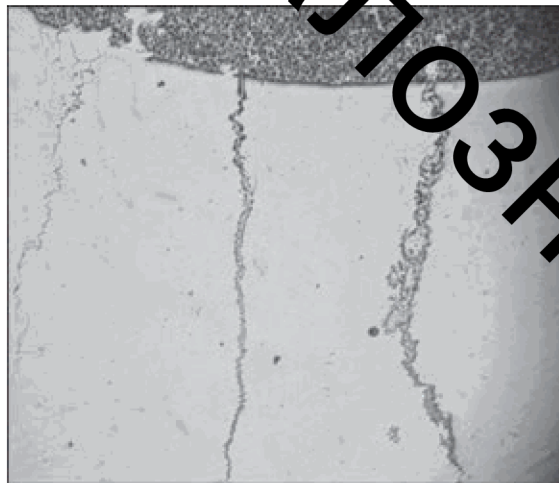


Рисунок 1.3 – Зовнішній вигляд міжкристалічного проникнення бронзи в сталь

Міжкристалітне проникнення відбувається в кілька етапів.

На першому етапі внаслідок ефекту зниження міцності і пластичності сталі, яка контактує з розплавленою бронзою, відбувається руйнування по

межі кристалітів сталі (ліва частина рис. 1.3). Наявність зародкових утворень тріщин в сталі підтверджується рис. 1.4, де заповнення бронзою немає, але чітко видно розшарування міжкристалітами в сталі.

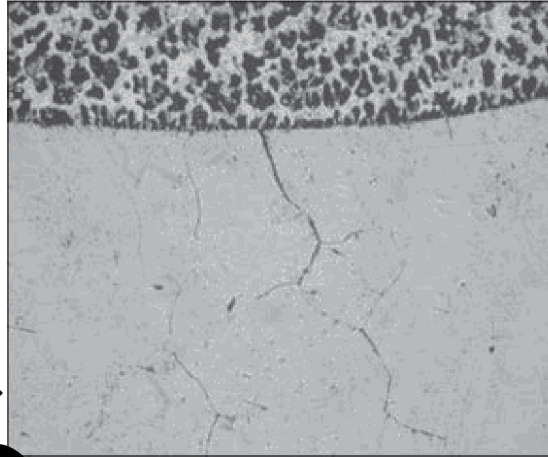


Рисунок 1.4 – Реєстрування сталі без заповнення бронзою ($\times 156$)

На наступному етапі в тріщину, що утворилася проникає рідка бронза, яка створює додатковий тиск на «стілки» тріщини, що призводить до її розкриття. При цьому тріщина розкривається зі швидкістю надходження до її вершині мідного сплаву, оскільки навіть в кінці тріщини немає ніяких дефектів типу несплавлення або пустот [36].

Дослідження хімічного складу показали, що наплавлений метал за складом відповідає тій олов'яній бронзі марки Бр.010Ф1 (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Хімічний склад і механічні властивості литої та наплавленої бронз

Матеріал	Sn	P	Mn	Fe	Твердість <i>HB</i>	Дослідження	
						бронза, мм ³ /м	контртіла, мм ³ /м*
Лита бронза марки Бр.010Ф1	9,0...11,0	0,5	–	–	130...140	0,00585	0,0013
Наплавка ПБр.0Ф10-1 під флюсом АН60 (2 шар)	9,3	0,47	0,5	2,92	150...160	0,0016	0,0013

* Контртіло Ст45 (Відпал — гартування) *HB* 200...210.

Наведені в табл. 1.4 механічні властивості свідчать про те, що твердість наплавленого металу в порівнянні з литим трохи вище. При цьому

зносоустійкість шару бронзи наплавленого під флюсом в 3,0 ... 3,5 рази вище литої бронзи. Слід зазначити, що знос контртіла при цьому практично однаковий, з чого можна зробити висновок про однакове припрацювання пар тертя бронза-сталь.

Авторами представлено розробку в сфері зварювання [38]. Порошковий дріт для зварювання міді, який складається з мідної оболонки й шихти складовими якої є плавиковий шпат, кремнефтористий натрій, який відрізняється тим, що шихта порошкового дроту додатково містить алюмінієво-магнієву лігатуру, деревне вугілля, мідний порошок, фтористий магній, бор при наступному співвідношенні компонентів: плавиковий шпат 15%, кремнефтористий натрій 30%, алюмінієво-магнієва лігатура 12%, мідний порошок 30%, деревне вугілля 5%, бор 5%, фтористий магній 3%.

Корисна модель відноситься до галузі техніки, а саме до зварювального виробництва і може бути застосована при виготовленні порошкового дроту, для зварювання міді. Відомий склад самозахисного порошкового дроту (1), для механізованого зварювання алюмінієвих бронз, що складається з порошкоподібної шихти при наступному співвідношенні компонентів, вага %: Плавиковий шпат 0,7 Кремнефтористий натрій 0,7 Феромарганець 0,42 Феросиліцій 0,14 Цирконій 0,14 Алюміній 0,8 Феротитан 0,14 Мідний порошок 1,26 Рутіловий концентрат 0,35 Гематит 0,7 Мідна оболонка решта При використанні цього дроту в широкому діапазоні режимів зварювання, він не забезпечує якісне зварне з'єднання без попереднього підігріву, що у свою чергу приводить до ускладнення технології зварювання. Метал шва забруднюється також неметалевими включеннями внаслідок попадання у зварювальну ванну частинок серцевини дроту, що частково не встигли розплавитися. Відомий порошковий дріт для зварювання міді зі сталлю, що складається з мідної оболонки й порошкоподібної шихти при наступному співвідношенні компонентів дроту, вага %: Плавиковий шпат 19,0 Кремнефтористий натрій 21,0 Феромарганець 4,0 Феросиліцій 8,0 Цирконій 1,4 Графіт 17,0 Мідна оболонка решта Недоліками такого порошкового дроту

є значне розбризування розплавленого електродного металу, схильність металу шва до пористості, та наявність в ньому шлакових включень. Загальними суттєвими ознаками відомого складу порошкового дроту й того що заявляється є вміст у складі: плавикового шпату, кремнефтористого натрію, мідного порошку, а також застосування мідної оболонки. В основу корисної моделі поставлено задачу створення самозахисного порошкового дроту, який би забезпечив підвищення якості та механічних властивостей зварного шва, а також зварювально-технологічних властивостей дроту в широкому діапазоні режимів зварювання. Поставлена задача досягається тим що, склад шихти порошкового дроту додатково містить алюмінієвомагнієву лігатуру, деревинне вугілля, бор, фтористий магній мідний порошок при наступному співвідношенні компонентів, вага %: Плавиковий шпат 15 Кремнефтористий натрій 30 Алюмінієво-магнієва лігатура 12 Мідний порошок 30 Деревинне вугілля 5 Бор 5 Фтористий магній 3 Плавиковий шпат зменшує вміст водню завдяки тому, що фтор, який виділяється при його дисоціації, взаємодіє з воднем, що є в зоні зварювальної дуги і утворює легкий фтористий водень (HF). Утворений газ легко виводиться з рідкого металу. Наявність плавикового шпату в складі дроту забезпечує утворення шлаку з низькою температурою плавлення і ще високою динамічною в'язкістю, що сприяє виведенню неметалевих включень з металу шва до його кристалізації. Вміст плавикового шпату може змінюватись в межах (13-17)%. При меншій кількості не забезпечується нейтралізація водню, а наявність його більше 17% погіршує властивості шлакового покриття зварного шва. Алюмінієво-магнієва лігатура забезпечує активне розкислення металу шва, попереджає взаємодію кисню у зварювальній ванні, і тим самим забезпечує отримання зварних швів без пор, з іншої сторони алюміній запобігає утворення в процесі кристалізації металу шва легкоплавкої евтектики типу Cu-Cu₂O на границях зерен і підвищенню стійкості металу шва проти утворювання тріщин. Застосування алюмінієво-магнієвої лігатури дозволяє збільшити інтервал її дії, як розкислювача, в порівнянні з окремо взятими

металами, тим самим сприяє збільшенню ефективності розкислення при меншому вмісті в складі дроту. Наявність в складі дроту мідного порошку підвищує коефіцієнт наплавлення дроту і дозволяє отримати метал шва за хімічним складом близький до основного металу. Вміст алюмінієво-магнієвої лігатури можливо змінювати в межах (11-13)%, в меншій кількості лігатура не забезпечить необхідного рівня розкислення, а перевищення верхньої межі погіршує механічні властивості металу шва. Деревинне вугілля введено до складу дроту з метою розкислення металу зварного шва за рахунок вуглецю утвореного при розкладанні вихідного матеріалу. Вміст деревинного вугілля складає (3,5-6,5)%, при меншій кількості не забезпечується розкислення металу шва, а при вмісті більше 6,5% виділення газоподібного окислу вуглецю збільшується, що приводить до утворення пор в металі шва, та окислення алюмінію і магнію. Бор в складі порошкового дроту з метою розкислення розплавленого металу шва, крім того цей компонент виконує роль модифікатора, так як утворює додаткові центри кристалізації, які сприяють подрібненню первинного зерна й тим самим покращує механічні властивості металу шва. Оптимальний вміст бору (4-6)%. Менша кількість не забезпечить необхідного рафінування, а перевищення вказаної кількості знизить фізико-механічні властивості металу зварного шва. Кремнефтористий натрій в складі дроту покращує захист металу від впливу водню, а також сприяє підвищенню глибини проплавлення завдяки забезпеченню сталості дугового розряду, знижує коефіцієнт втрат на розбризкування. Вміст кремнефтористого натрію може складати (26-34)%. Менший вміст не забезпечить захисних властивостей від дії водню, більше вказаної кількості погіршує технологічні властивості дроту. Співвідношення плавикового шпату і кремнефтористого натрію повинно складати 1:2. Такий склад шлакоутворюючої основи в цілому підвищує рафінуючий вплив шлаку, що утворюється при плавленні дроту, завдяки збільшенню вірогідності утворення в ньому комплексних з'єднань, які вшивають ріст неметалевих частинок в рідкому металі та наступне їх спливання на поверхню шва.

Фтористий магній в даному складі забезпечує розкислення та рафінування металу зварної ванни. Фтористий магній може змінюватись в межах (2-4)%, менше 2% не забезпечить необхідного впливу, більший вміст є причиною погіршення фізичних властивостей шлакового покриття. Алюмінієво-магнієва лігатура, деревинне вугілля, бор та фтористий магній являють собою комплексний розкислювач, який має високу ефективність в широкому діапазоні температур, характерному для дугового процесу зварювання міді.

1. Висновки до розділу 1

В розділі 1 розглянута взаємодія сплавів на основі міді з залізом (сталлю). З'ясовано, що при будь-якому співвідношенні ці метали можливо сплавити. Існує декілька факторів які ускладнюють процес сплавлення та роблять метал крихким а саме: розбіжність в температурах плавлення, різниця теплопровідності та різна теплоємність, висока рідко текучість, схильність до утворення пор.

Розглянуто декілька найефективніших способів поєднання міді зі сталлю а саме: електродугове наплавлення під флюсом, наплавлення розчепленим електродом, наплавлення в середовищі інертного газу.

Недоліки перелічених процесів: підвищення схильності до утворення пір, утворення мікротріщин, проникання мідного сплаву в мікротріщини.

В зв'язку з цим було запропоновано використувати наплавлення в середовищі інертних газів як найефективніший спосіб.

Метою роботи є:

- Провести якісний аналіз наукових джерел щодо розв'язання проблеми створення ефективних покриттів на мідній основі;
- Дослідити можливість отримання біметалічних деталей шляхом наплавлення покриттів на основі міді на сталь;

- Дослідити можливість збільшення ресурсу виготовленої деталі та провести дослідження структури та властивостей отриманих наплавлених покриттів;
- Розробити технологічний процес наплавлення для підвищення якості відновлення робочих поверхонь ґрундбуksi пневмомолота.
- Провести економічне обґрунтування процесу відновлення та розрахувати економічний ефект від запровадження запропонованих технологій

Розробити комплекс заходів щодо покращення умов роботи та охорони праці під час відновлення робочих поверхонь ґрундбуksi пневмомолота

Для досягнення мети потрібно виконати поставлені завдання а саме:
підвищення якості відновлення робочих поверхонь ґрундбуksi пневмомолота

2. СТРУКТУРА ТА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ПРОТИ ЗНОШУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ, НАНЕСЕНИХ БІМЕТАЛЕВИХ ПОКРИТТІВ

2.1 Матеріали на які наносяться покриття

Для відновлення шляхом наплавлення добре підходять низькоуглецеві сталі. Наша деталь ґрундбукса пневмомолота виготовлюється зі Ст.3, що досить широко використовується в промисловості, зокрема для виготовлення різного виду металопрокату. Наплавлення виконувалось на зразки зі сталі Ст.3.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад Ст. 3

Вміст елементів в %						
Вуглець, C	Кремній, Si	Марганець, Mn	Хром, Cr	Нікель, Ni	Фосфор, P	Сірка, S
				Не більше		
0,14-0,22	0,05	0,30-0,60	0,3	0,3	0,04	0,05

Ст.3 відноситься до низьковуглецевих сталей які гарно зварюються (ГОСТ 380-71). Аналогами Ст.3 які виготовляються за кордоном A284Gr(США), SS330(Японія), RSt37-2(Німеччина) і тд. Спокійні та вуглецеві сталі надходять у виробництво в вигляді виливків ГОСТ 977-75, та у вигляді гарячекатано сталі звичайної якості ГОСТ 1050-74.

2.2 Основні види та характеристики наплавочного матеріалу

Наплавлення міді або бронзи на сталеві, мідні і бронзові деталі здійснюють ручним дуговим зварюванням покритими електродами, дугове зварювання в інертних газах не плавкими вольфрамовими електродами і вугільними електродами з застосуванням захисного флюсу, нанесеного на присадочний пруток. Для наплавлення використовують електроди із

стрижнем з міді або бронзи. Застосовують електроди марки ДО-ЮО («Комсомолец-100») зі стрижнем з міді МІ і покриттям, змішаним на рідкому склі і складається з феромарганцю (47,5%)» польового шпату (12,5%), плавикового шпату (15%) та кременистої міді (20%) Цими електродами зварюють мідні деталі між собою або виконують наплавлення міді на сталь.

При наплавленні міді застосовують попередній підігрів до температури 100-300 °С, так само, як при зварюванні міді. Наплавлений шар піддають проковуванні.

Наплавлення виконують короткою дугою, постійним струмом зворотної полярності. Для отримання наплавленого металу потрібного складу стрижень електрода підбирають іншої марки з відповідним складом покриття.

Наплавлення неплавким (вольфрамовим) електродом в азоті або в аргоні виконують із застосуванням присадного металу з міді або її сплавів в залежності від необхідного складу наплавленого металу. Для наплавлення використовують азот особливої чистоти і аргон вищого сорту (ГОСТ 9293-74* і 10157-79*). Стійкість дуги в азоті краще, ніж в аргоні, тому перевага віддається аргону, незважаючи на його велику вартість. Для такого наплавлення можна використовувати вольфрамові електроди, вони володіють хорошою стійкістю. Наплавлення на сталь виконують за мінімальної погонної енергії і з мінімальною глибиною проплавлення сталі. Для цього часто використовують додаткове охолодження сталі водою із зворотної сторони, що прискорює кристалізацію наплавленого шару і попереджає появу тріщин в сталі.

Наплавлення міді та її сплавів на сталь можна виконувати вугільним електродом, використовуючи в якості присадочного металу мідні або бронзові прутки (марок МО, МІ, БрКМц3-1) Для поліпшення процесу та якості наплавлення ці прутки покривають захисним флюсом (наприклад, складається з 95% порошку бури і 5% металевого магнію, змочених рідким склом) Для попередження науглецювання сталі зварювання проводиться

довгою дугою зі швидкістю більше 15 м/год щоб уникнути розплавлення основного металу. Якість наплавлення невисока, тому такий спосіб не набув поширення. Для поліпшення якості рекомендуються проковування шва при температурі 550-800 °С і швидке охолодження у воді.

При наплавленні основна деталь була прогріта, що в свою чергу позитивно вплило на наплавлений шар, так як мідь та її сплави мають набагато кращу теплопровідність ніж сталь. Для наплавлення в середовищі інертних газів використовується дріт марки ERCuSi-A

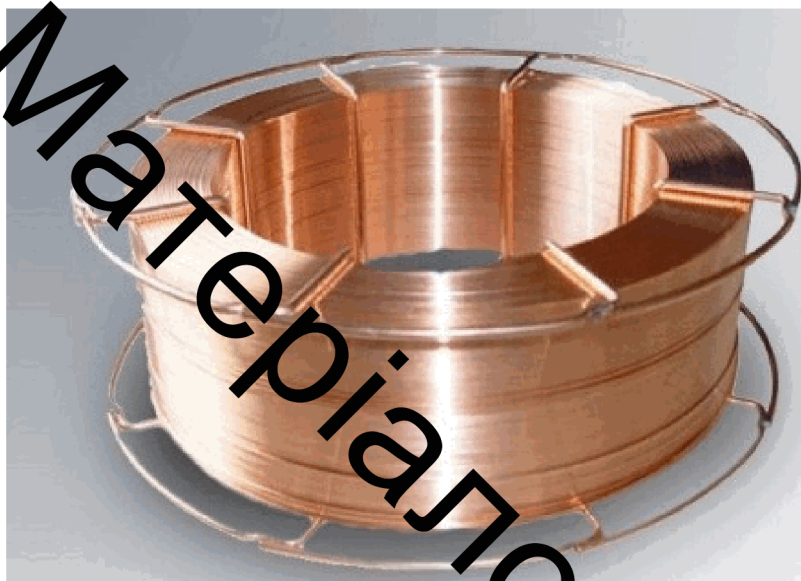


Рисунок 2.1 – Дріт мідний марки ERCuSi-A

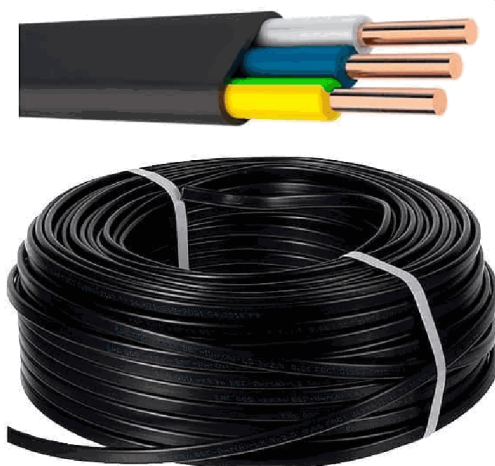


Рисунок 2.2 – Кабель ВВГнг 3х1.5 (мідний дріт марки М1)

Таблиця 2.2 – Вміст елементів у сплаві БрКМц-3

Вміст елементів у сплаві БрКМц-3 в %								
Fe	Si	Mn	Ni	Cu	Pb	Zn	Sn	домішок
До 0,3	2,7-3,5	1-1,5	до 0,2	94-96,3	до 0,03	до 0,5	до 0,25	до 1
Вміст елементів у сплаві М1 в %								
Fe	S	Zn	Ni	Cu+Ag min	Pb	Zn	Sn	O
до 0,005	до 0,004	до 0,004	до 0,002	99,9	до 0,005	до 0,004	до 0,002	до 0,05

2.3 Визначення режиму та способу нанесення мідного покриття

Зразки які використовуються для наплавлення схильні до утворення оксидних плівок, тому перед виконанням експерименту необхідно підготувати поверхні, для цього була використана металева щітка, також при наплавленні використовувався Аргон вищого сорту (Ar 99,993%) ГОСТ 10157-2016.

Таблиця 2.3 - Режими нанесення покриття

Діаметр дроту	Сила струму	Напруга дуги
1.2	140-160	22-22
1.2	200-240	22-24
1.2	280-340	26-28

Коли зварюють мідні сплави зі сталями (в тому числі і з корозійностійкими), слід застосовувати буферну технологію. Рідка мідь в дещо меншій мірі бронза, перерозподіляються в зоні термічного впливу сталі і розташовуються по межах зерен. Ці фази мають температуру плавлення на кілька сотень градусів нижче, ніж сталь. Проникнення відбувається швидко і може досягати глибини більше 1 мм, викликаючи в цій зоні утворення гарячих тріщин. Цей феномен посилюється наявністю напруг, що

розтягують, які завжди присутні при зварюванні. Це може також спостерігатися при зварюванні сплавів на нікелевій основі, за винятком чистого нікелю і міднонікелевих сплавів. З цієї причини чистий нікель і мідно-нікелеві сплави можуть використовуватися як буферні шари, що дозволяють уникнути розчинення міді. Розчинення міді може і не впливати на зварюваність, однак, якщо зварювання проводиться при високих температурах, то розчинення міді слід уникати, тому що крихкість відбуватиметься по межах зерен. У цих випадках повинен використовуватися нікелевий або мідно-нікелевий буферний шар. Буферний шар може накладатися або з боку міді, або з боку сталі. Після наплавлення буферного шару відсутній контакт між наплавленим металом і металом, що знаходяться під буферним шаром. В обох випадках для наплавлення буферних шарів слід використовувати електроди з чистого нікелю ОК 92.05. Для остаточного заповнення оброблення використовують електроди з корозійностійкої сталі або з бронзи (залежно від того, на якій стороні знаходиться буферний шар)

Для виконання автоматичного наплавлення міді на металічну деталь була застосована установка для наплавлення в середовищі вуглекислого газу УД-209М (рис 2.3).

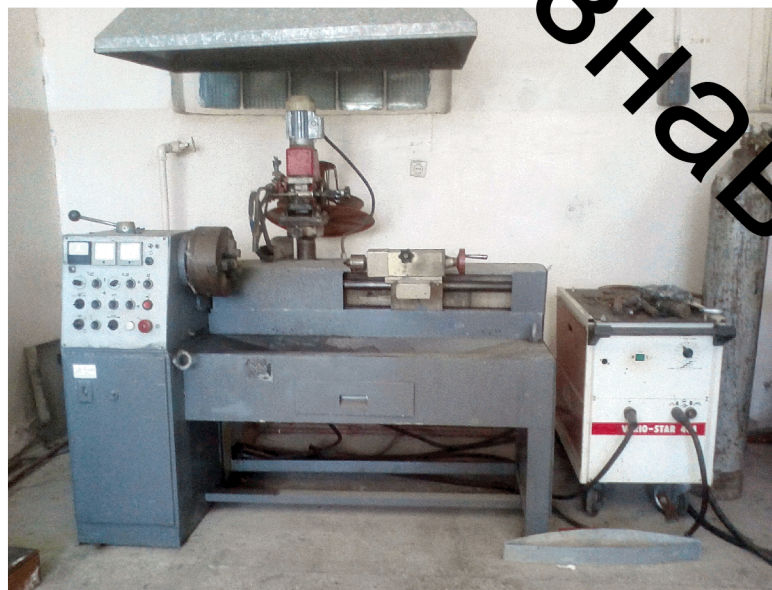


Рисунок 2.3 – Установка УД-209М з джерелом струму Fronius vario star 404

В якості джерела струму при ручному дуговому наплавленні використано універсальне зварювальне джерело живлення ВДУ-50УЗ (рис 2.4). Аргонодугове наплавлення мідних повриттів виконували в захистному середовищі аргону зварювальним інвертором Stark IMT-200 PROFI (рис 2.5).



Рисунок 2.4 – Зварювальне джерело живлення ВДУ-50УЗ



Рисунок 2.5 – Зварювальний інвертор Stark IMT-200 PROFI

В рамках запланованих досліджень наплавка мідних покриттів проводилась трьома способами: неплавким електродом в середовищі аргону, ручним способом покритим електродом, та автоматичним в середовищі CO₂ і аргону.

Наплавлення неплавким електродом в середовищі аргону має свої переваги над іншими, які полягають в нормованому введенні кількості теплоти та присадкового матеріалу. Це дозволяє отримувати покриття малої товщини (рис 2.5).



Рисунок 2.6 – Зріз напавленого зразка за допомогою TIG

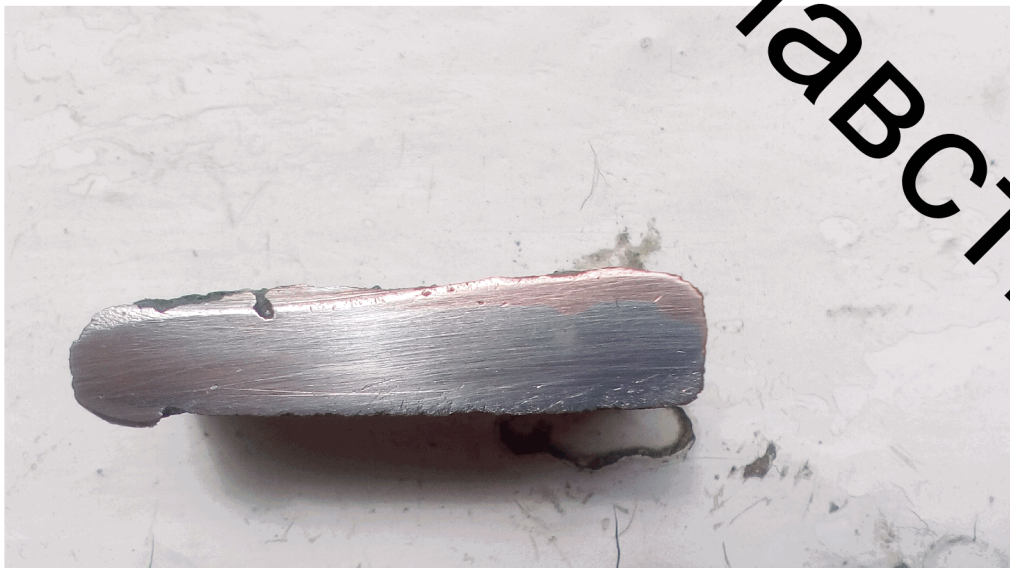


Рисунок 2.7 – Макрошліф зразка напавленого за допомогою TIG

За рахунок нижчої температури плавлення та більшої текучості покриття на мідній основі здатні заповнювати найменші дефекти що можуть виникати при виконанні наплавлення покриттів на мідній основі на основну деталь. Разом з тим з підвищенням сили зварювального струму відбувається інтенсивне нагрівання зразків (рис 2.8) і проплавлення основного металу, що призводить до перемішування міді із сталлю і погіршення якості отриманих покриттів (рис 2.9).



Рисунок 2.8 – Зразок після наплавлення мідним дротом

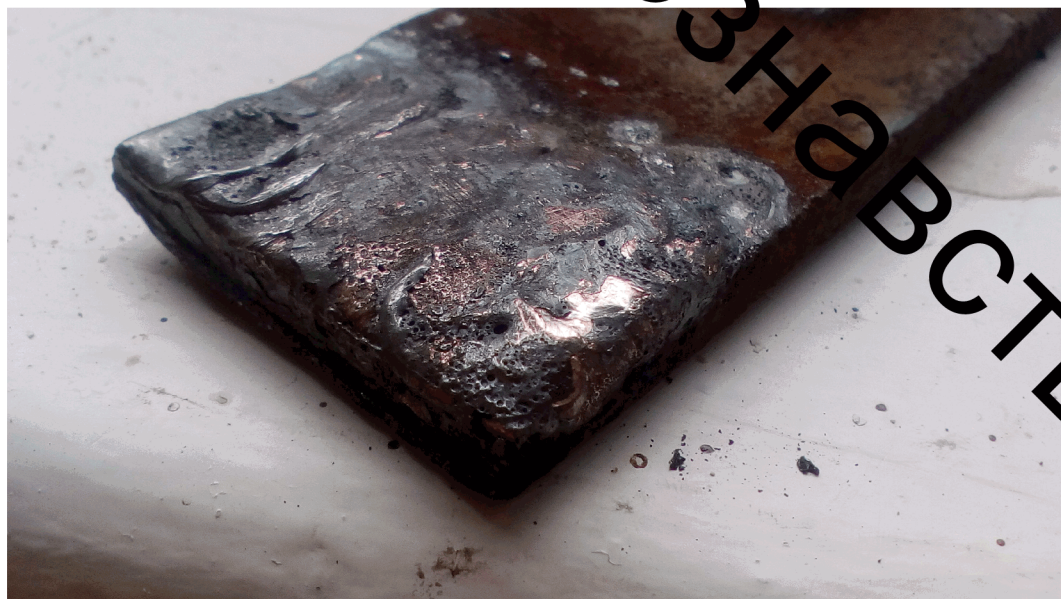


Рисунок 2.9 – Зразок після остигання наплавленого шару

Наплавлення міді та її сплавів на сталь можна виконувати за допомогою вугільного електроду, але при такому виді наплавлений шар не захищається від впливу зовнішнього середовища, тому при даному способі наплавлення присадковий дріт покривають різного виду флюсами (бура і тд.)

Наплавлення покритим електродом за допомогою ручного дугового зварювання на малих струмах супроводжується значним пороутворенням за рахунок поганого захисту і формуванням високих нерівномірних валиків (рис 2.9, 2.10).

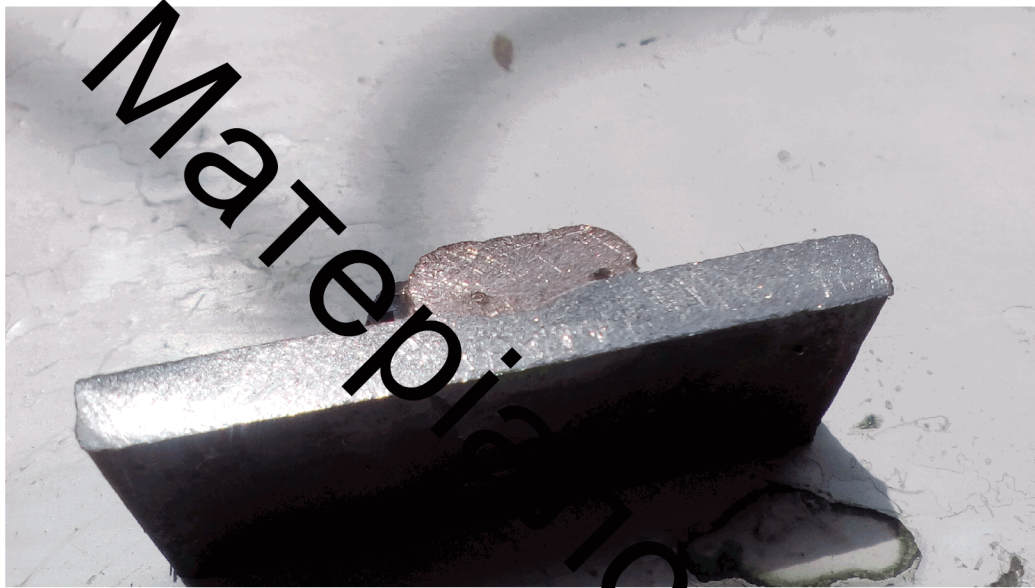


Рисунок 2.10 – Зріз наплавленого зразка за допомогою РДЗ

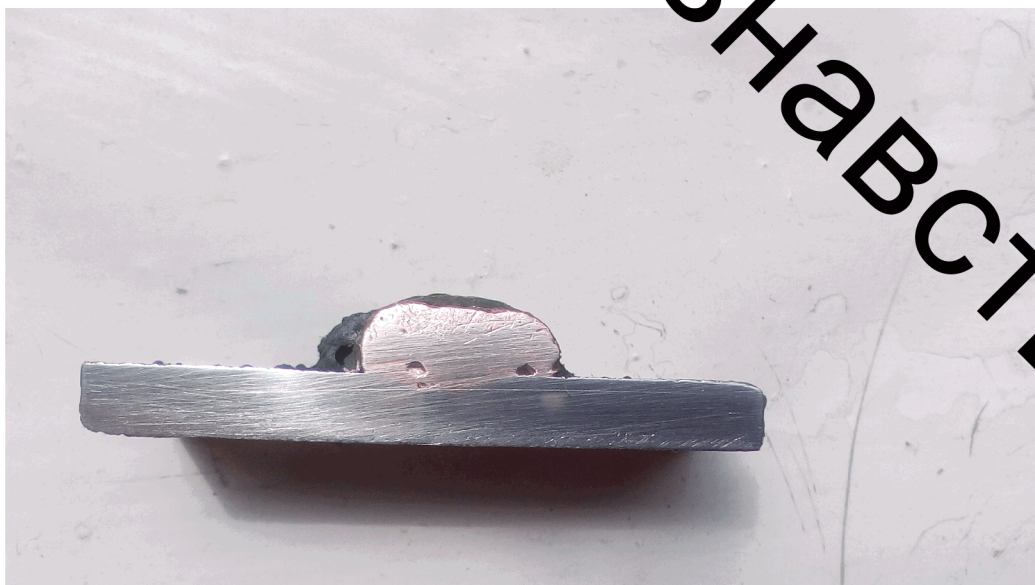


Рисунок 2.11 – Макрошліф зразка наплавленого способом РДЗ

Технологічно наплавлення можливе лише на малих струмах, оскільки за рахунок високої теплопровідності мідного електроду він досить швидко нагрівається. Це призводить до перегріву його обмазки і її осипання при збільшенні зварювального струму.

Найкращі результати за якістю наплавленого покриття отримано шляхом наплавлення автоматичним способом в середовищі аргону (рис 2.12).

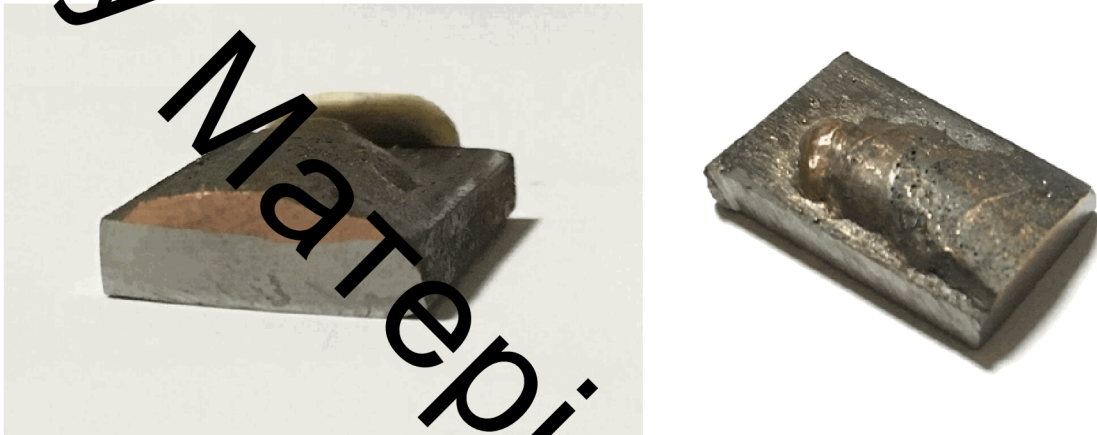


Рисунок 2.12 – Зразки наплавлені автоматичним способом в середовищі аргону

Проводячи зовнішній огляд стає зрозуміло, що наплавлений шар добре скріпився з основним, утворивши чітку зону сплавлення без пор та дефектів. За рахунок підбору оптимального режиму вдалося отримати мінімальне проплавлення основного металу і гарну якість наплавленого матеріалу.

2.5 Мікроструктурний аналіз покриттів отриманих з використанням наплавочного дроту ERCuSi-A

Із наплавлених різними способами зразків були зроблені мікрошліфи, визначення мікроструктури яких проводилась за допомогою мікроскопу МИМ-8М (рис. 2.13). Зображення фіксувались за допомогою цифрової камери (рис. 2.14).



Рисунок 2.13 – Оптичний мікроскоп МИМ-8



Рисунок 2.14 – Цифрова камера Sigeta UCMOS 5100 та комп'ютер з програмним забезпеченням для роботи з оптичною камерою

Мікроструктурний аналіз зони сплавлення між мідним покриттям і сталлю показав наявність чіткої границі без включень і несплавлень (рис. 2.15). У деяких випадках виявлено локальні пори та взаємопроникнення металу зварного шва і міді (рис. 2.16). Проте, таке перемішування локальне,

не поширюється у глиб зварного шва і, тому, не впливає на механічні властивості з'єднання.

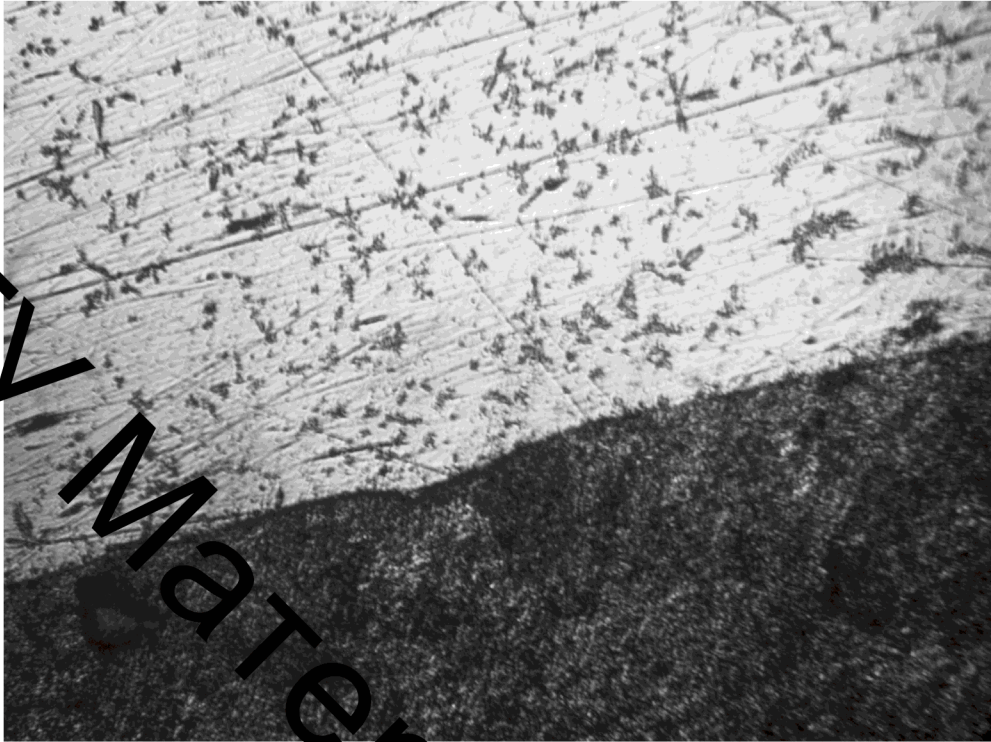


Рисунок 2.15 – Границя сплавлення основного металу з наплавленим

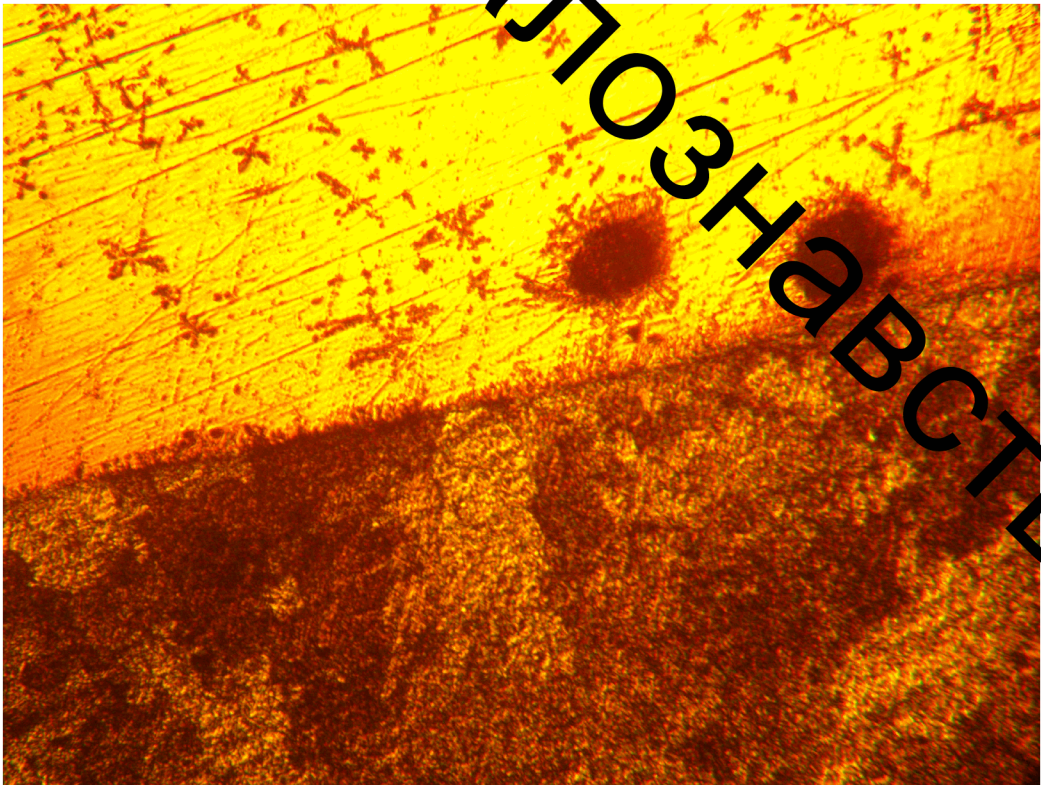


Рисунок 2.16 – Дефекти в наплавленному шарі

Під час наплавки мідне покриття за рахунок високої рідкотекучості та сил поверхневого натягу ніби розтікається по поверхні сталі, тим самим забезпечуючи формування валика без проплавлення. Однак процес контактування рідкої міді з сталлю не рідко супроводжується міжкристалітним проникненням міді в сталь (рис. 2.17).

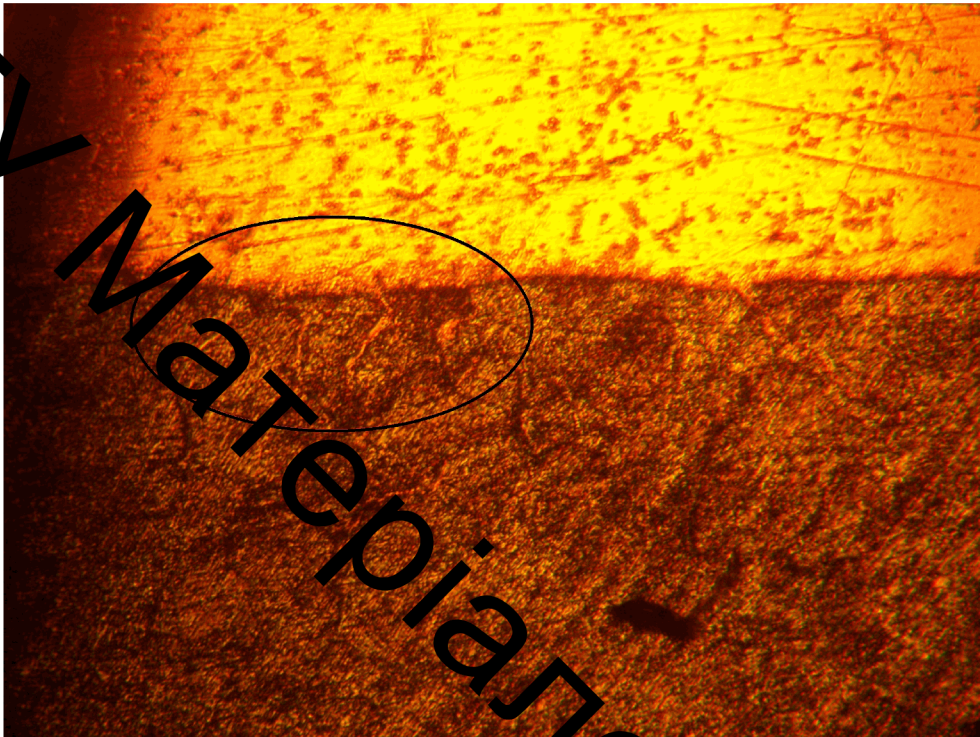


Рисунок 2.17 – Проникнення міді в мікротріщини основного металу

На рисунку 2.17 показано заповнені мідним сплавом тріщини у вигляді «клинів», що мали місце на дефектній поверхні відлитої деталі. Глибина залікованих тріщин сягає кількох міліметрів. Такий механізм міжкристалітного проникнення міді пояснюється на основі уявлень про адсорбційне зниження міцності, міжзернову корозію і дифузію під впливом поля напружень. Деякі вчені вважають таку розклинювальну дію рідкої міді негативним процесом однак переважна більшість говорять про збільшення міцності за рахунок адгезійного щеплення міддю пошкоджених ділянок. [40-43].

2.6 Висновки до розділу 2

1. В роботі вдалося реалізувати наплавку мідних покриттів трьома способами: неплавким електродом в середовищі аргону, ручним способом покритим електродом, та автоматичним в середовищі CO₂ і аргону. У всіх випадках отримані покриття з різним ступенем проплавлення основного матеріалу та властивостями.

2. Встановлено що наплавлення неплавким електродом в середовищі аргону має свої переваги над іншими, які полягають в нормованому введенні кількості теплоти та присадкового матеріалу. Це дозволяє отримувати покриття малої товщини до 0,5-0,8 мм коли це необхідно, що в свою чергу дозволяє економити витратні матеріали та затрачені ресурси на механічну обробку.

3. Виявлено що наплавлення покритим електродом за допомогою ручного дугового зварювання на малих струмах супроводжується значним пороутворенням за рахунок поганого захисту і формуванням високих нерівномірних валиків, тому цей спосіб для формування покриттів використовувати не доцільно.

4. Найкращі результати за якістю наплавленого покриття отримано шляхом наплавлення автоматичним способом в середовищі аргону на мінімальних режимах дротом марки М1. Аналіз макрощіфів таких зразків показав мінімальне проплавлення основного металу та легше відшарування його з наплавленим, що дозволяє отримувати чисте покриття на основі міді з мінімальним вмістом домішок.

5. Мікроструктурний аналіз зони сплавлення між мідним покриттям і сталлю показав наявність чіткої границі в основному без включень і несплавлень. На окремих ділянках виявлено ефект міжкристалітного проникнення міді в клиноподібні пошкодження деталі. З огляду на це можна зробити висновок про збільшення міцності за рахунок адгезійного заліковування міддю пошкоджених ділянок на поверхні деталі.

3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ГРУНДБУКСИ ПНЕВМОМОЛОТА

3.1 Призначення деталі

Деталь «Грундбукса» подібної форми і типу використовується в конструкції пневмомолота. Також деталь використовується в конструкціях де потрібно забезпечити низький коефіцієнт тертя при великих навантаженнях. Креслення деталі грундбукса містить всі необхідні відомості про деталь. Розглянемо всі поверхні грундбукси та їхнє призначення (рис 3.1).

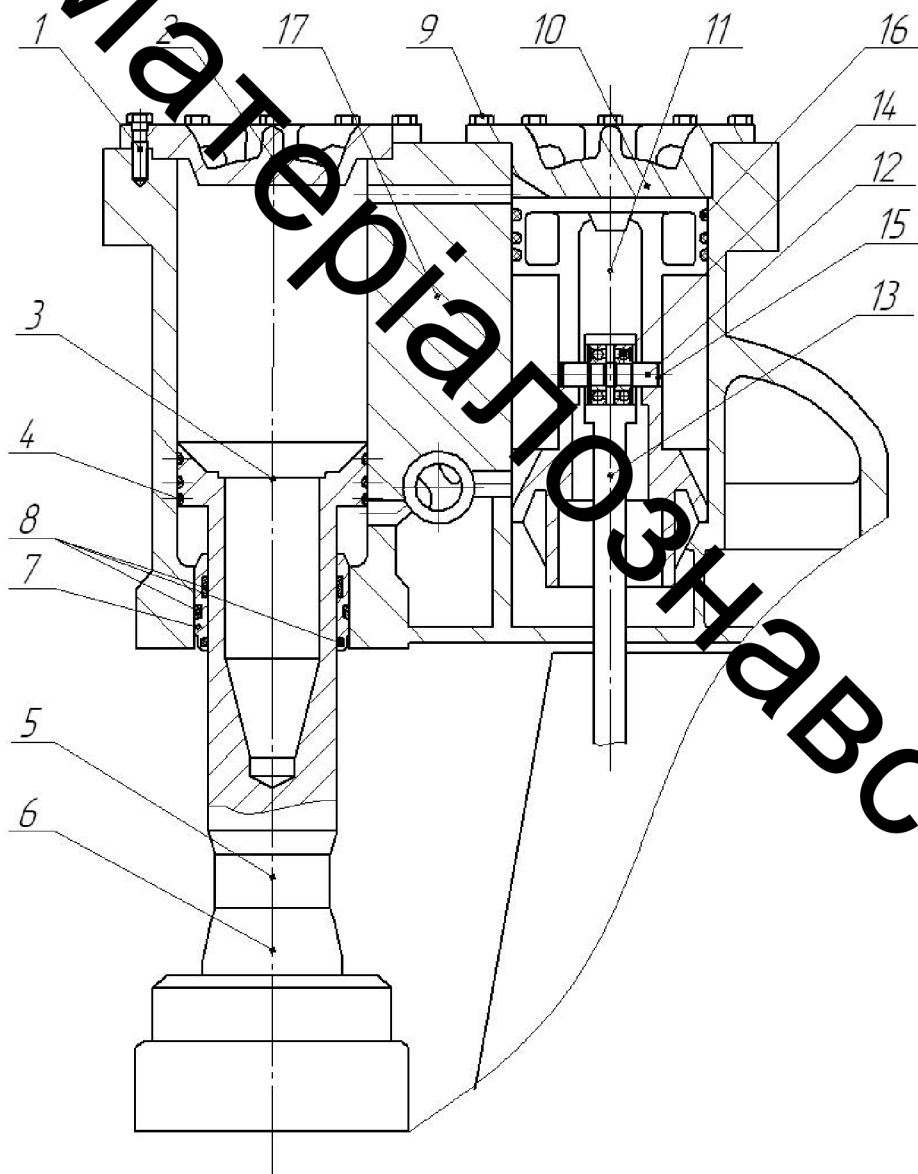


Рисунок 3.1. – Пневмомолот

3.2 Якісний аналіз

Аналіз робочого креслення показав, що найбільш точними поверхнями є $\varnothing 120F9$ та $\varnothing 110H10$ що використовуються для правильної орієнтації валу з корпусом.

Діаметр $\varnothing 108$ та $\varnothing 110$ використовуються як проточки під ущільнюючі кільця.

Конструкція деталі є технологічною не враховуючи канавок $\varnothing 108$ та $\varnothing 110$, так як буде важко проміряти їх номінальний розмір.

Заготовка з якої виготовляється деталь отримують методом штампування на гідравлічному пресі методом деформації [13].

3.3 Кількісний аналіз

Кількісний аналіз технологічності конструкції деталі в роботі необхідно провести за показниками: коефіцієнт уніфікації, коефіцієнт точності, коефіцієнт шорсткості [13].

Таблиця 3.1 – Розміри деталі «грундбукса»

Лінійні розміри	Діаметральні розміри	Кутові розміри	Шорсткість
3	100H10*	45°(2 пов)*	2,5(1 поверхні)
6	108H11	26,34	6,3(8 поверхні)
9	110h9*		
10*	110H11*		
12*	115h9*		
16	120f9*		
18*			
32*			
75*			
$\Sigma_{\text{заг.}} = 9$	$\Sigma_{\text{заг.}} = 6$	$\Sigma_{\text{заг.}} = 2$	$\Sigma_{\text{заг.}} = 12$
$\Sigma_{\text{уніф.}} = 5$	$\Sigma_{\text{уніф.}} = 5$	$\Sigma_{\text{уніф.}} = 1$	$\Sigma_{\text{уніф.}} = 12$

Таблиця 3.2 – Квалітети поверхонь ґрундбуksi

Квалітет	Кількість поверхонь даного квалітета
9	6
11	9

Таблиця 3.3 – Шорсткість поверхонь ґрундбуksi

Шорсткість	Кількість поверхонь даної шорсткості
2.5	6
6.3	8

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

Згідно з ремонтним кресленням (Рис. 3.2) розробляємо схему дефектування. Основні дефекти та способи їх усунення ґрундбуksi пневмомолота показані в таблиці 3.4.

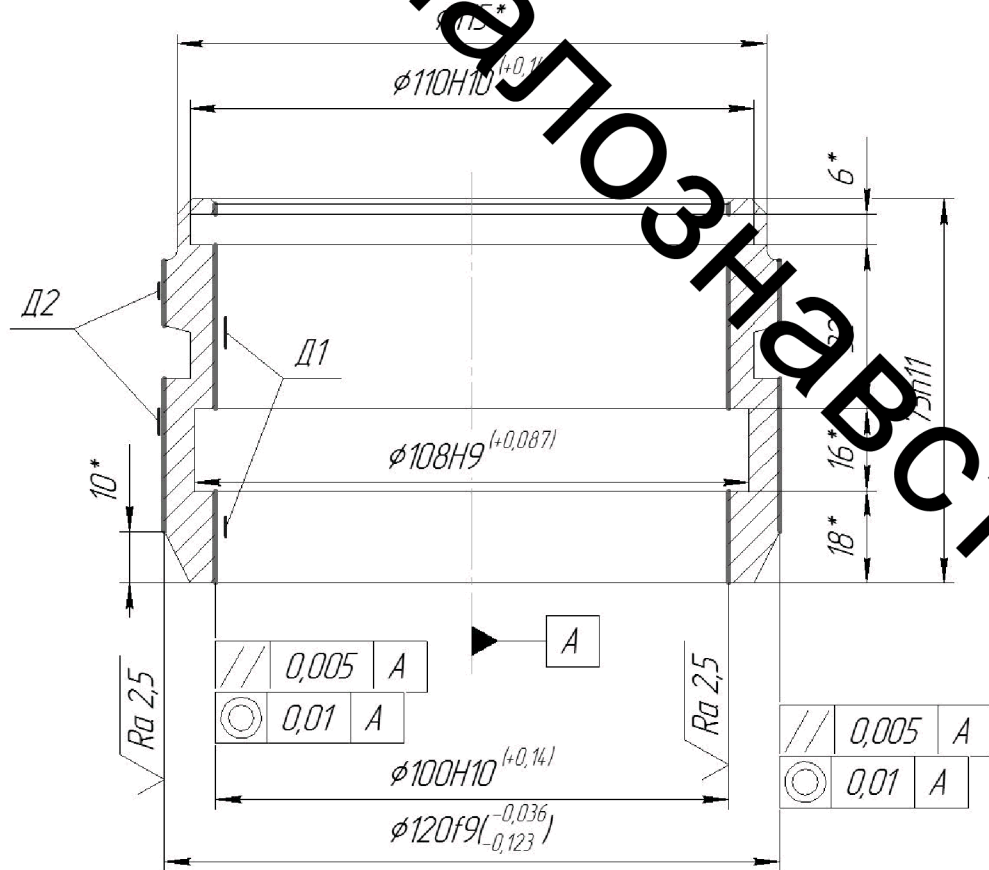


Рисунок 3.2 – Ремонтне креслення Ґрундбуksi пневмомолота

Таблиця 3.4 Дефектація деталі Грундбукса пневмолота

Дефект	Характеристика	Спосіб виявлення	Спосіб усунення дефекту
Знос зовнішнього діаметру 120f9	Знос поверхні в результаті тертя поверхні букси з поверхнею корпусу пневмолота	Промір мікрометром поверхні, що піддається зносу	Проточити зовнішній діаметр до ремонтного розміру, напилити використовуючи один із запропонованих методів напилення
Знос по внутрішньому діаметру 100H10	Знос поверхні в результаті тертя поверхні поршня з поверхнею букси	Промір нутроміром поверхні, що зношується	Розточити внутрішній діаметр до ремонтного розміру, напилити використовуючи один із запропонованих
Сколівання чи тріщини будь-якого розміру та розташування	Дефекти являються в результаті не правильного транспортування чи зберігання	За допомогою зовнішнього обляду	бракувати
Номінальний розмір	-	Вимірювання за допомогою мікрометра та нутроміра	-

Розглянувши основні методи відновлення грундбукси пневмолота було обрано метод наплавлення середовищі інертного газу (Ar 99,993%) ГОСТ 10157-2016. Для відновлення вал грундбукси пневмолота обираємо дріт марки ERCuSi-A (аналог БРкМц-3)

3.5 Створення технологічного процесу відновлення поверхонь

Розрахунок припусків виконується за стандартною методикою. Отримані значення для кожного розміру показані в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Розрахунок припусків

Маршрут обробки поверхні діаметром $\varnothing 100H10(+0,14)$	Елементи припуску, мкм				Розрахункові величини		Допуск на виконуваний розміри, мкм	Прийняті (округлені) розміри заготовки по переходах, мм		Граничний припуск, мкм	
	Rz	h	$\Delta\sigma$	ε	припуск $2Z_i$, мкм	мінімальний діаметр, мм		найбільші	найменші	$2Z_{max}$	$2Z_{min}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Платьмове напідняття	150	150	37,5	0		99,205	750	98,455	99,205		
Каліфування											
чистове	40	50	2,25	0	750	99,955	150	99,845	99,955	1,39	0,75
чистове	20	20	0	0	185	100,14	140	100	100,14	0,155	0,185

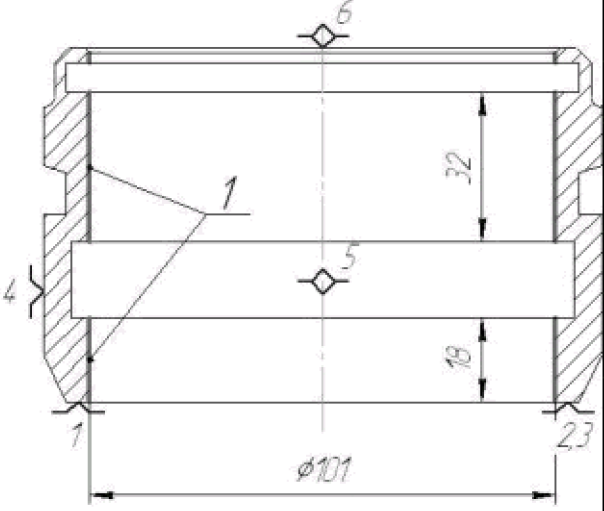
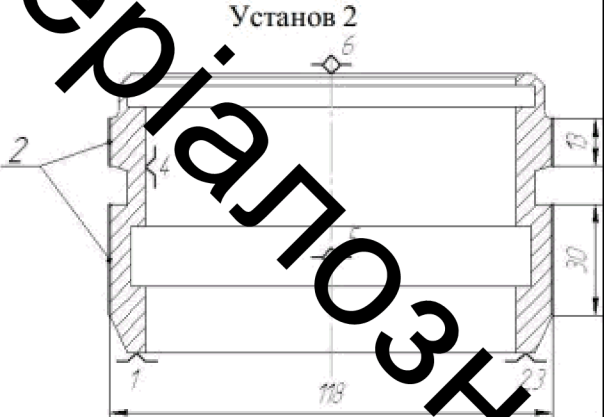
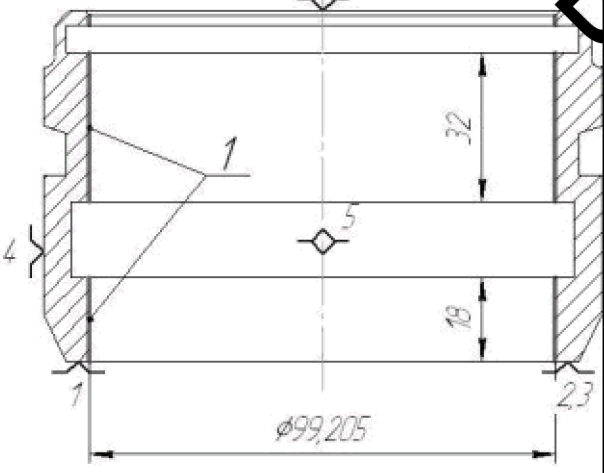
3.6 Формування маршруту технологічного процесу відновлення поверхонь деталі ґрундбуksа пневмолота

В табл.3.6 показано маршрут обробки ґрундбуksа пневмомолота.

Таблиця 3.6 – Маршрут обробки

№ Оп.	Найменування операції та зміст переходів	Схема базування	Обладнання
1	2	3	4
005	Мийна: 1. Мити деталь розчином «МС-8»;		Мийна машина ОМ-4610
010	Дефектувальна: 1. Установити деталь; 2. Виявити дефекти деталі зовнішнім оглядом; 3. Виконати контрольні проміри		Контрольний стіл, вимірювальний інструмент, штангель-циркуль, мікрометр, нутромір

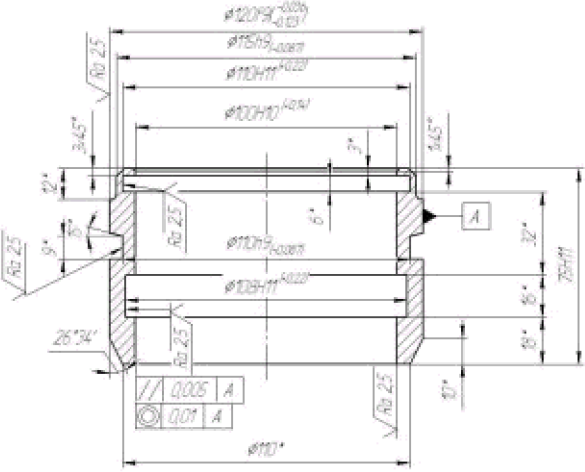
Продовження таблиці 3.6

<p>015</p>	<p>Токарна: Установ 1 1. Установити та закріпити деталь; 2. Точити поверхню 1 до $\varnothing 101^{(+0.5)}_{(-0.5)}$; Установ 2 3. перевстановити деталь; Точити поверхню 2 до $\varnothing 18^{(+0.5)}_{(-0.5)}$; 5. Зняти деталь.</p>	<p>Установ 1</p>  <p>Установ 2</p> 	<p>Токарний верстат 16К20Ф3</p>
<p>020</p>	<p>Напилювальна: Установ 1 1. Установити та закріпити деталь; 2. Напилити поверхню 1 до $\varnothing 99.2^{(+0.5)}_{(-0.5)}$; Установ 2 3. Перевстановити деталь 4. Наплавити поверхню 2 до $\varnothing 120.5^{(+0.5)}_{(-0.5)}$ 5. Зняти деталь</p>	<p>Установ 1</p> 	<p>Установка для плазмового напилення ПУ-3Д, Плазматрон ПЧ-25, Трикутний патрон ГОСТ 2675-80</p>

Продовження таблиці 3.6

<p>025</p>	<p>Шліфувальна Установ 1 1. Установити закріпити деталь; 2. Шліфувати поверхню: 1 до $\varnothing 100^{(+0.14)}$; Установ 2 3. Перевстановити деталь; 4. Шліфувати поверхню 2 до $\varnothing 120^{(-0.036)}$ $\varnothing 120^{(-0.123)}$ 5. Зняти деталь</p>		<p>Універсальний шліфувальний станок M-Grind 2050, Трикулачковий патрон ГОСТ 2675-80</p>

Продовження таблиці 3.6

030	Контрольна: 1. Установити деталь; 2. Виконати контрольні проміри поверхні 1 та 2 згідно ремонтного креслення 3. Зняти деталь.	 <p>The drawing shows a cross-section of a control ring with an outer diameter of $\phi 110$. It features several concentric rings with different diameters: $\phi 120H9/k8$, $\phi 15H9/k8$, $\phi 10H11/k7$, and $\phi 100H10/k9$. The inner diameter is $\phi 12H7/k6$. Surface finish requirements are specified as $\sqrt{0.005}$ A and $\sqrt{0.01}$ A. Geometric tolerances include $R0.25$ and 0.1. Dimensions include a total length of 70mm, a central section of 32mm, and various radii and chamfers.</p>	Контрольний стіл
-----	--	---	------------------

3.7 Нормування операцій технологічного процесу

Згідно стандартної методики виконуємо розрахунок нормування операцій таблиця 3.7

Таблиця 3.7 – Нормування операцій

№	Назва операції	t_0	$t_{доп}$	$t_{оп}$	$t_{обсл}^+$	$T_{шт}$	$T_{п-з}$	$T_{шт-к}$	$n_{дет}$
005	Мийна	6.0	0.9	6.9	0.45	7.35	15	8.1	20
010	Дефектувальна	12	1.8	13.8	0.65	14.45	15	15.2	
015	Токарна	2.18	0.44	2.62	0.11	2.73	21.7	3.81	
020	Напилювальна	4.29	1.85	6.14	0.4	6.54	18	7.44	
025	Шліфувальна	4.36	0.53	4.89	0.11	5.00	21.7	6.3	
030	Контрольна	3.0	0.24	3.24	0.21	3.45	15	4.35	

3.8 Створення конструктивної схеми установки автоматизованого відновлення

Розробимо конструктивну схему установки. З'ясуємо, з яких основних компонентів має складатися установка для автоматизованого відновлення деталі (рисунок 3.3)

Основними елементами конструктивної схеми є напилювальний пристрій 2, закріплений на блоці горизонтального переміщення 1, що забезпечує можливість при необхідності змінювати відстань між деталлю та напилювальним пристроєм, що забезпечує можливість переміщення напилювального пристрою до деталі 3. Відновлювана деталь 3 закріплюється у патроні 4. Патрон 4 закріплено на шпинделі 5. Шпиндель 5 через поворотний модуль 6 з'єднано з осьовим набором 7 до якого закріплено редуктор 8 та кроковий двигун 9.

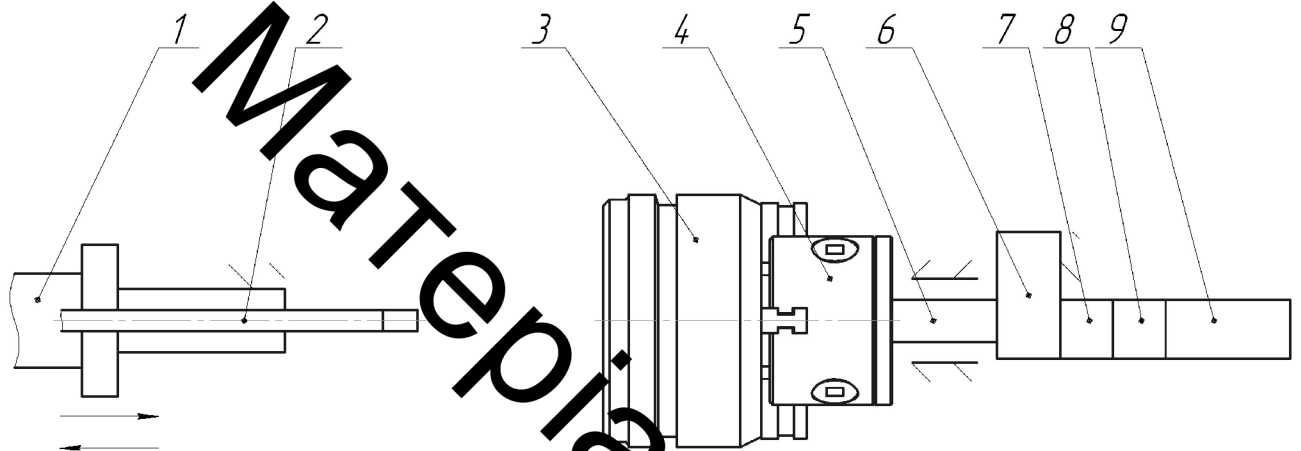


Рисунок 3.3 – Конструктивна схема установки відновлення

1 – блок горизонтального переміщення, 2 – напилювальний пристрій, 3 – відновлювана деталь, 4 – патрон, 5 – вал шпинделя, 6 – поворотний модуль, 7 – осьовий набір, 8 – редуктор, 9 – кроковий двигун.

3.8.1 Визначення способу закріплення деталі

Враховуючи те, що ґрундбукса має довжину 75 мм, розташуємо її в горизонтальному положенні (рисунок 3.1). Застосуємо закріплювальний пристрій у вигляді патрона 4, зовнішнім діаметром 80 мм марка патрону 7100-0001 ГОСТ 2675-80 закріпленого на валу 3.

Шпиндель обертача обладнано підшипниками 480207 ГОСТ 24850-81

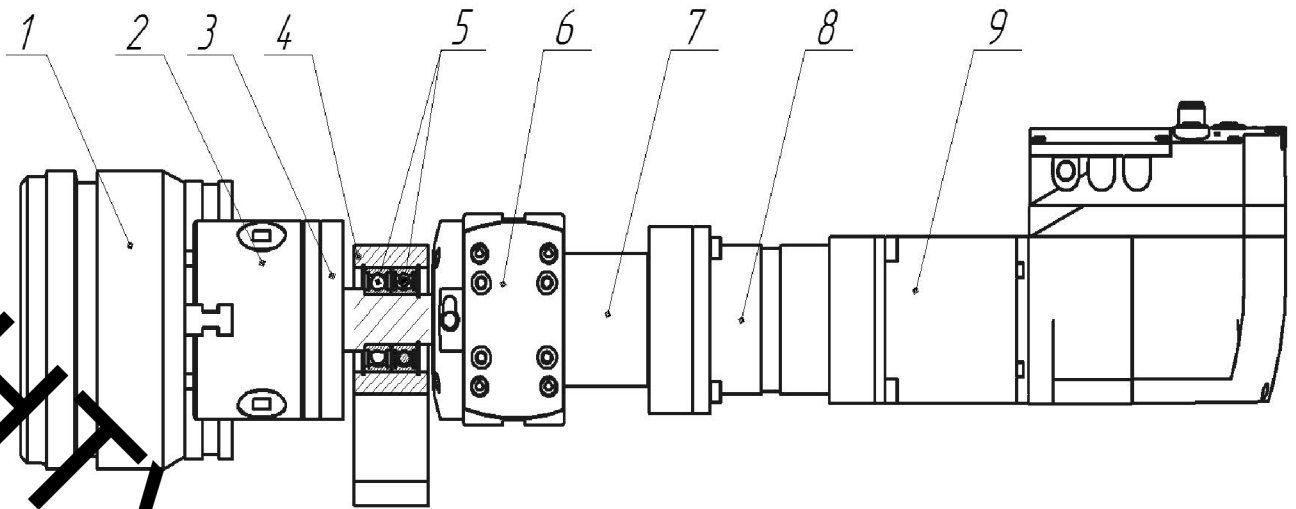


Рисунок 3.4 – Горизонтальний вид схеми установки відновлення

1 – деталь, 2 – патрон, 3 – вал, 4 – корпус шпинделя, 5 – підшипники, 6 – обертач, 7 – основний набір, 8 – редуктор, 9 – серводвигун. Шпиндель обертача обладнаємо підшипниками. Знаючи конструкцію шпиндельного вузла та способу закріплення, можна визначити електромотор, який буде здатний обертати рухомі деталі.

Для вибору крокового двигуна потрібно розрахувати масоцентрувальні характеристики всіх тіл, які обертаються в процесі відновлення деталі.

Знаючи конструкцію шпиндельного вузла та способу закріплення можна визначити двигун який буде здатний обертати рухомі деталі шпиндельного вузла з пристосуванням та відновлюваною деталлю

3.8.2 Розрахунок масоцентрувальних характеристик (МЦХ) деталі та пристрою її закріплення

Масоцентрувальні характеристики (МЦХ) розраховуються для знаходження центру мас готової 3D моделі в середовищі КОМПАС. Після розрахунку (МЦХ) потрібно розрахувати діаметр валу шпинделя та підібрати підшипник. Для визначення масоцентрувальних характеристик розробимо 3D-моделі усіх деталей, що обертаються (Рис 3.5).

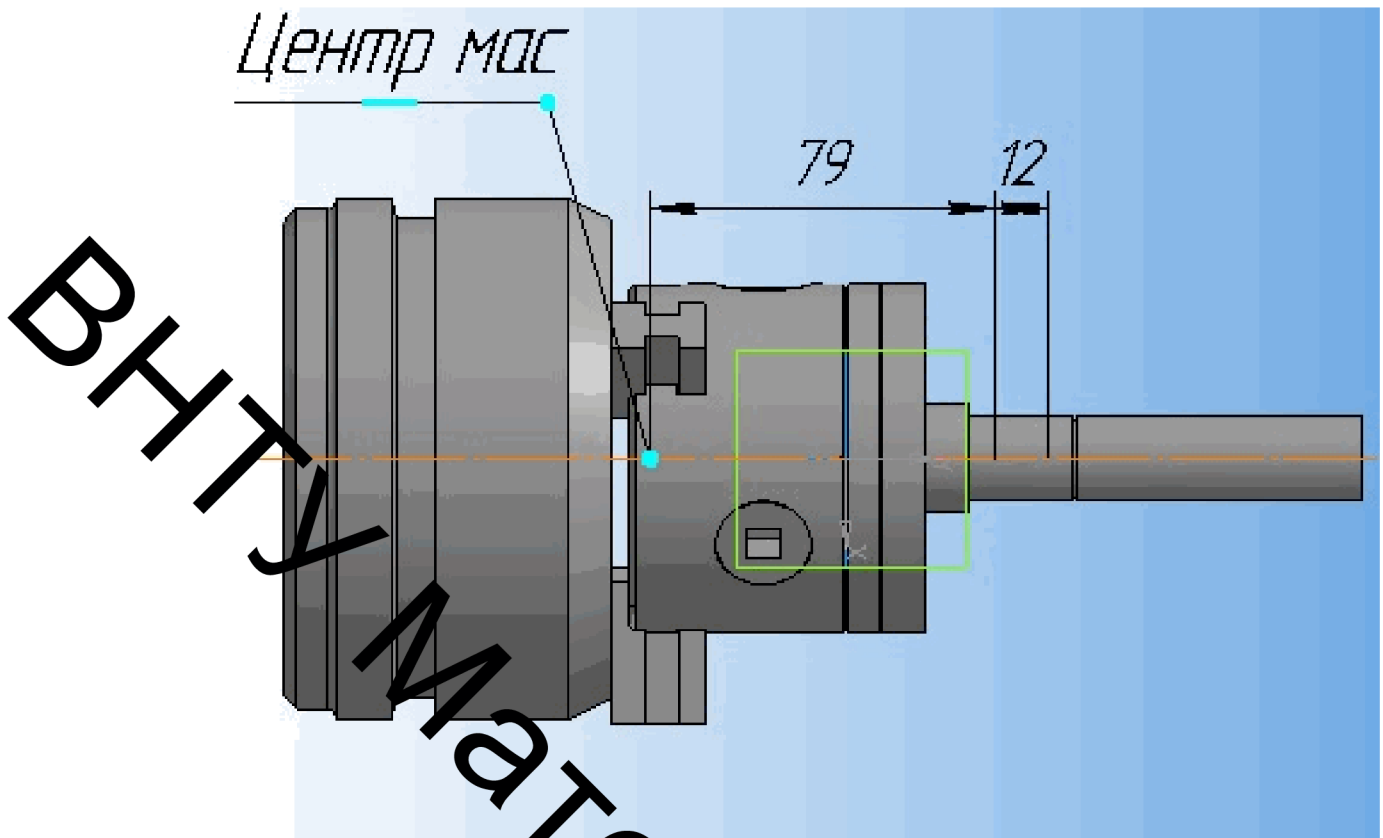


Рисунок 3.5 – 3D-модель усіх деталей, що обертаються в процесі відновлення

В програмі Компас визначимо масоцентрувальні характеристики:

Матеріал	Ст3.
Густина матеріалу	$\rho = 0,007820 \text{ г/мм}^3$.
Маса	$M = 4.275737 \text{ кг}$
Площа	$S = 149446.004454 \text{ мм}^2$
Об'єм	$V = 546769.386364 \text{ мм}^3$
Центр мас	$X_c = -0.001209 \text{ мм}$ $Y_c = 0.000000 \text{ мм}$ $Z_c = 37.728090 \text{ мм}$
Момент інерції	$J_z = 6886.582538 \text{ кг*мм}^2$

В центральній системі координат:

3.8.3 Розрахунок маси напилюючого пристрою

Розробимо 3D-модель напилювального пристрою (рис. 3.6).

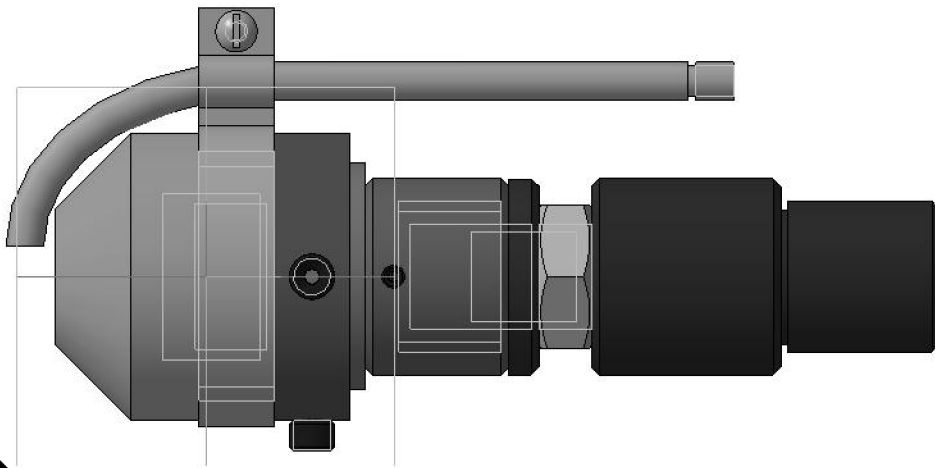


Рисунок 3.6 – 3D модель напилувального пристрою.

Порахуємо за допомогою САПР «Компас» масу напилувального пристрою

Установка:

Маса	$M = 502.148210 \text{ г}$
Площа	$S = 52140.434144 \text{ мм}^2$
Об'єм	$V = 74711.739968 \text{ мм}^3$
Центр мас	$X_c = 31.053584 \text{ мм}$
	$Y_c = 0.665446 \text{ мм}$
	$Z_c = 675.022 \text{ мм}$

3.9 Вибір виконавчих механізмів для автоматизованого пересування деталей

Для розрахунку приводу обертання застосуємо програму Positioning drives компанії Festo.

Вихідними даними для розрахунку приводу обертання є момент інерції тіл які треба обертати (в нашому випадку становить 28800 кг*см^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 шпиндель який сприймає всі навантаження від маси тіл, що обертаються. Так як спосіб плазмового напилення потребує циклові методи напилення частинок матеріалу, тому

обираємо кроковий двигун з продовженням циклу (час переміщення + пауза) максимально 60 сек. Тип приводу зображено на рисунку 3.7

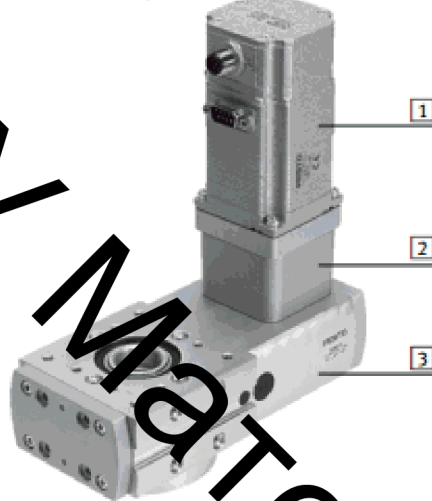
Поворотный привод ERMB, электромеханический

Особенности

Готовая система, состоящая из поворотного привода, двигателя и соосного монтажного комплекта

Поворотный привод

с монтажным набором, соосное крепление



- 1 Двигатель
- 2 Монтажный набор, соосное крепление
- 3 Поворотный привод

Рисунок 3.7 – Пример типовой приводу



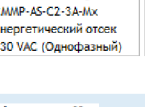
Монтажне розташування – горизонтальне. В результаті розрахунку запропоновано наступний список доцільних деталей (Рис 3.8)

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

Результаты

Результат № 46
Пожалуйста гарантируйте, что следующие динамические значения, на которых основано определение размеров, не превышают допустимых значений для вашего оборудования.
Скорость: 283 rpm
Ускорение: 10702 rpm/s
Тормоза: 10702 rpm/s

Выбранный привод [Additional Information \(PDF\): Click image](#)

Привод	Двигатель	Контроллер
		
ERMB-AS-80-M-LS-AM Редуктор: 5:1 EMGA-80-P-G5-EAS-80	EMME-AS-80-M-LS-AM Редуктор: 5:1 EMGA-80-P-G5-EAS-80	CMMP-AS-C2-3A-Mx Энергетический отсек 230 VAC (Однофазный)

Обзор рабочих характеристик

Момент инерции: 60 gcm²

Расстояние от центра тяжести до оси: 0 m

Внешний крутящий момент: 0 Nm

Время перемещения + Паузы: 0,612 s

Паузы: 0,4 s

393 Результаты [Фильтр результатов](#)

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

№	Поворотный модуль	Привод	Размер	Двигатель	Двигатель	Разм.	Редуктор	Двигатель	Время перемеще
42	---	---	---	Серводвигат	40-S	20:1	98 %	0,222	
43	---	---	---	Серводвигат	60-M	3:1	100 %	0,161	
44	---	---	---	Серводвигат	60-M	5:1	100 %	0,145	
45	---	---	---	Серводвигат	80-M	3:1	75 %	0,192	
46	---	---	---	Серводвигат	80-M	5:1	60 %	0,212	
47	Зубчатый ремень (ERMI	25	---	Серводвигат	67-M	80:1	25 %	2,671	

Рисунок 3.8 – Список деталей обертача

Замовимо на сайті FESTO.COM.UA 3D-модель вибраного привода обертання в форматі sat, який розпізнає програма «Компас».

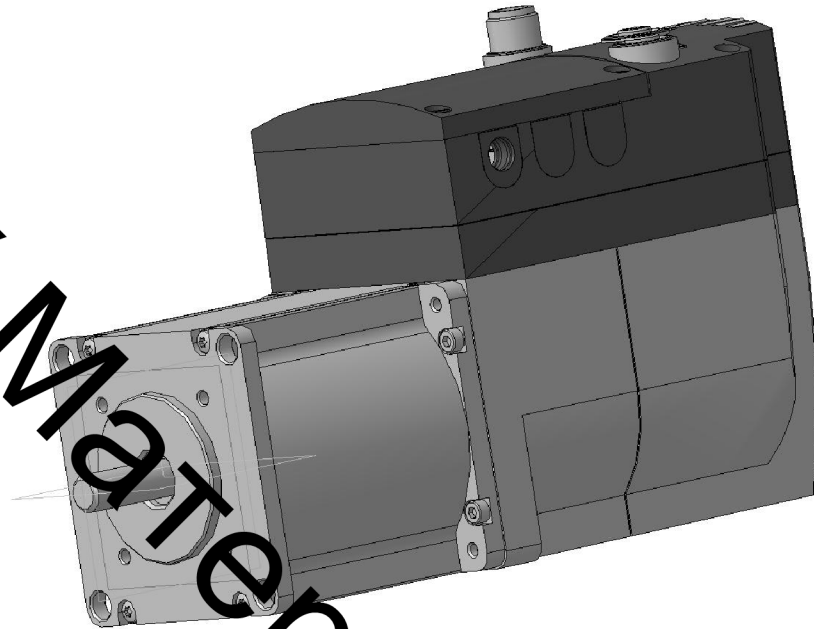


Рисунок 3.9 – 3D-модель серводвигуна EMCA-EC-67-M-1TE-CO

Спроекуємо вузол обертання. Для цього необхідно з'єднати двигун з валом шпинделя та закріпити підшипниковий вузол шпинделя та двигун на одній платформі.

З метою визначення міцностних характеристик обертача проведемо комп'ютерне моделювання навантажень в додатку до програми Компас АРМ FEM. Спростимо конструкції складальних одиниць, патронів, двигуна, осьового набору та інших деталей, замінимо їх простими деталями з масогабаритними характеристиками аналогічними складальним одиницям.

Згідно з рисунком 3.8 розробимо 3D-модель обертача (рисунок 3.10; 3.11).

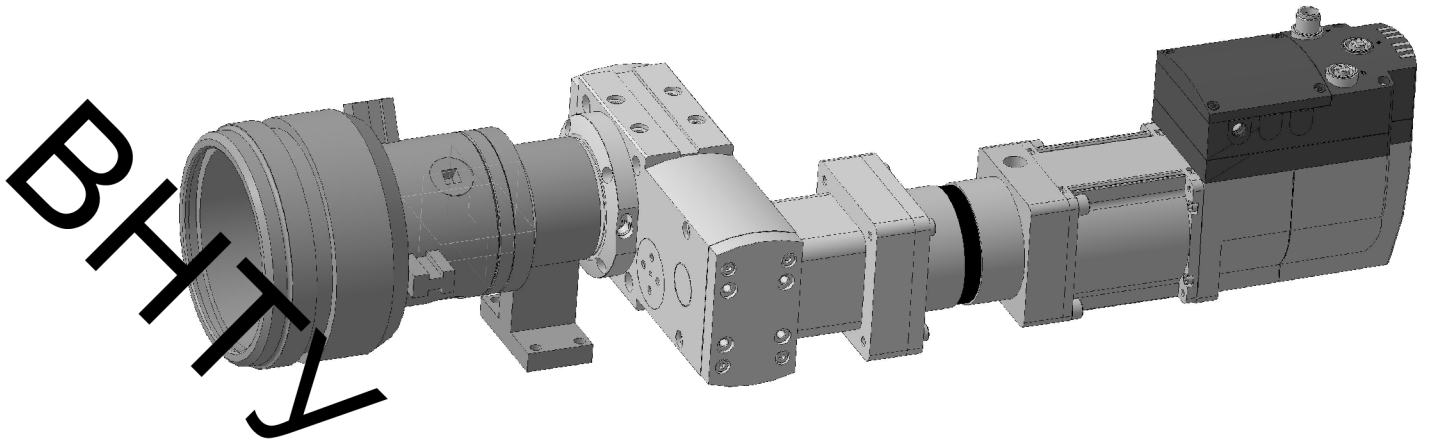


Рисунок 3.10– Обертач складений вид а

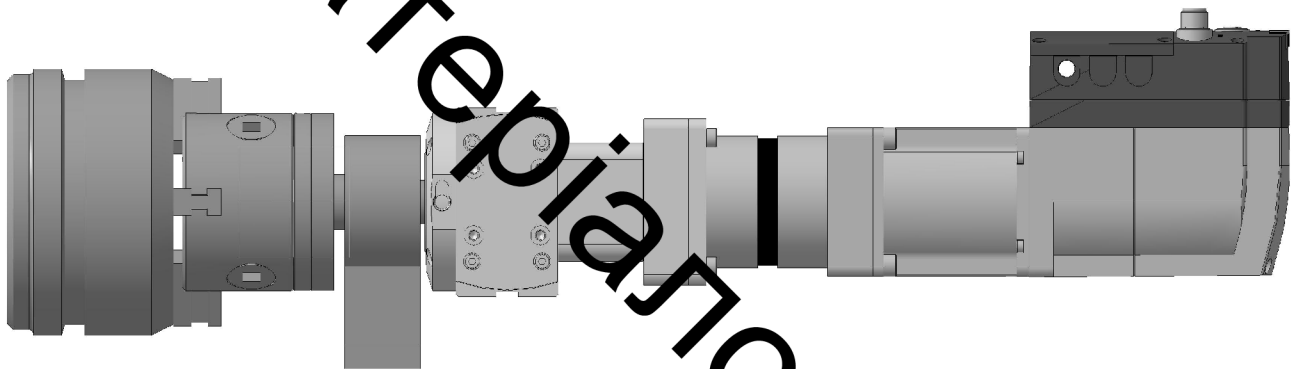


Рисунок 3.11– Обертач складений вид б

3.9.1 Привід переміщення напилувального пристрою

Вихідними даними для вибору привода переміщення напилувального пристрою є маса, яку необхідно переміщувати, це маса напилувального пристрою 0,5 кг, та маса консольного приводу разом з напилувальним пристроєм 7.5 кг

Застосувавши програму PositioningDrivers, знайдемо можливе рішення у вигляді консольного привода (рисунок 3.12).

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

Результаты

Результат № 8

Расчитанная рабочая нагрузка направляющей к максимально допустимому значению

= Добавить (Сравнить продукты)

Выбранный привод [Additional Information \(PDF\): Click image](#)

Привод Двигатель Контроллер

EPCO-16-8P-ST-E-KF встроенный CMM5-ST-C8-7-G2

Нет редуктора Энергетический отсек 48 VDC

Обзор рабочих характеристик

Запрошенный	
Эффективный ход	100 mm
Точность повторени +/-	0,1 mm
Движущаяся масса Горизонтальный 0 °	0,5 kg
Дополнительное внешнее усилие	0 N

Время перемещения + Паузы 1,075 s

Паузы 0,4 s

492 Результаты (Оптимальные типоразмеры осей) Сравнить продукты | Фильтр результатов

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

№	Привод	Размер	Направляющая	Двигатель	Разм	Редуктор	Привод	Двигатель	Направляющая	Время перемеще
7	Шариковая винтовая п	16	Шариковый пог 'ServoLite'	28-L	---	---	3 %	65 %	25 %	1,064
8	Шариковая винтовая п	16	Шариковый пог 'ServoLite'	28-L	---	---	6 %	55 %	25 %	0,675
9	Шариковая винтовая п	16	Шариковый пог 'ServoLite'	42-M	---	---	0 %	73 %	13 %	3,127
10	Шариковая винтовая п	25	Шариковый пог 'ServoLite'	42-M	---	---	0 %	64 %	13 %	1,722
11	Шариковая винтовая п	25	Шариковый пог 'ServoLite'	42-M	---	---	2 %	57 %	13 %	1,051
12	Шариковая винтовая п	25	Шариковый пог 'ServoLite'	42-M	---	---	5 %	49 %	13 %	0,626

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

Результаты

Результат № 279

Пожалуйста гарантируйте, что следующие динамические значения, на которых основано определение размеров, не превышают допустимых значений для вашего оборудования. Скорость: 0,256 m/s Ускорение: 5,76 m/s² Тормоза: 5,76 m/s²

= Добавить (Сравнить продукты)

Выбранный привод [Additional Information \(PDF\): Click image](#)

Привод Двигатель Контроллер

EGC-70-300-TB-KF-0H-GK EMMS-AS-70-M-LS-Rx CMMT-AS-C8-7-A-EC-5

Осевой: EAMM-A-L38-60G Редуктор: 20:1 EMGA-X-60-P-G20-SAS-70 Энергетический отсек 230 VAC (Однофазный)

Обзор рабочих характеристик

Запрошенный	
Эффективный ход	200 mm
Точность повторени +/-	0,1 mm
Движущаяся масса Горизонтальный 0 °	7,5 kg
Дополнительное внешнее усилие (Аксиальное усилие)	0 N

Время перемещения + Паузы 2,074 s

Паузы 0,4 s

490 Результаты (Оптимальные типоразмеры осей) Сравнить продукты | Фильтр результатов

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

№	Привод	Размер	Направляющая	Двигатель	Разм	Редуктор	Привод	Двигатель	Направляющая	Время перемеще
278	Шариковая винтовая п	80	Шариковый пог Серводвигат	60-L	5:1	---	9 %	85 %	6 %	2,268
279	Зубчатый ремень (EGC)	70	Шариковый пог Серводвигат	70-M	20:1	---	57 %	97 %	5 %	1,674
280	Шариковая винтовая п	70	Шариковый пог Серводвигат	40-M	3:1	---	30 %	90 %	8 %	1,965
281	Шариковая винтовая п	70	Шариковый пог Серводвигат	40-M	5:1	---	28 %	91 %	6 %	2,111
282	Шариковая винтовая п	80	Шариковый пог Серводвигат	60-M	---	---	19 %	49 %	6 %	0,897
283	Шариковая винтовая п	80	Шариковый пог Серводвигат	60-M	---	---	19 %	59 %	9 %	1,356

Рисунок 3.12 – Можливе рішення у вигляді консольного та порталного приводів відповідно

Замовимо на сайті FESTO усі необхідні комплектуючі:

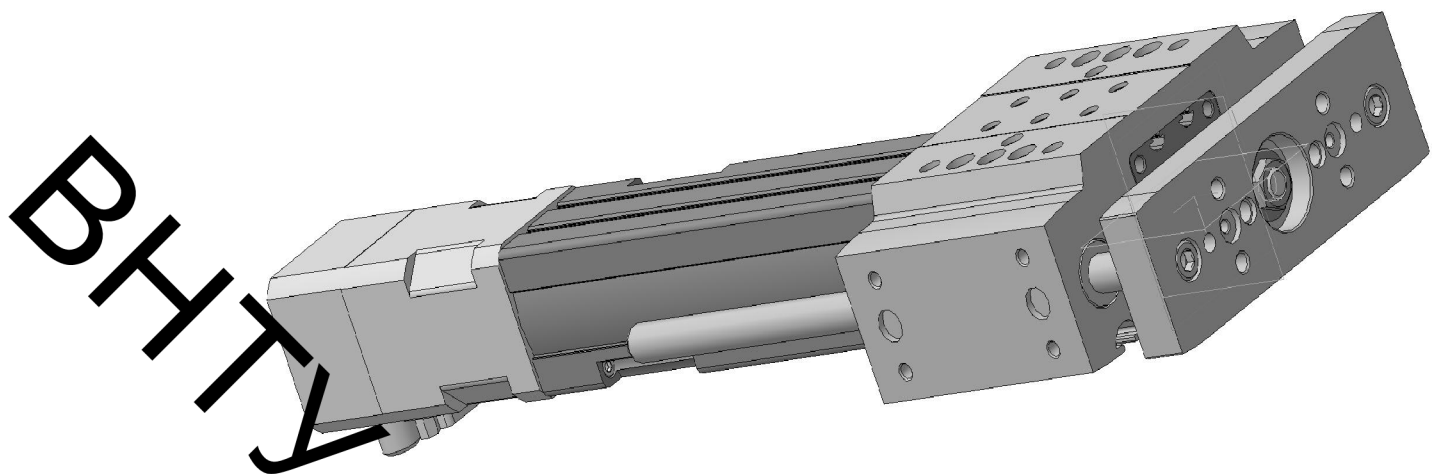


Рисунок 3.13 – Консольний привід з двигуном EPCO-16-8P-ST-E-KF

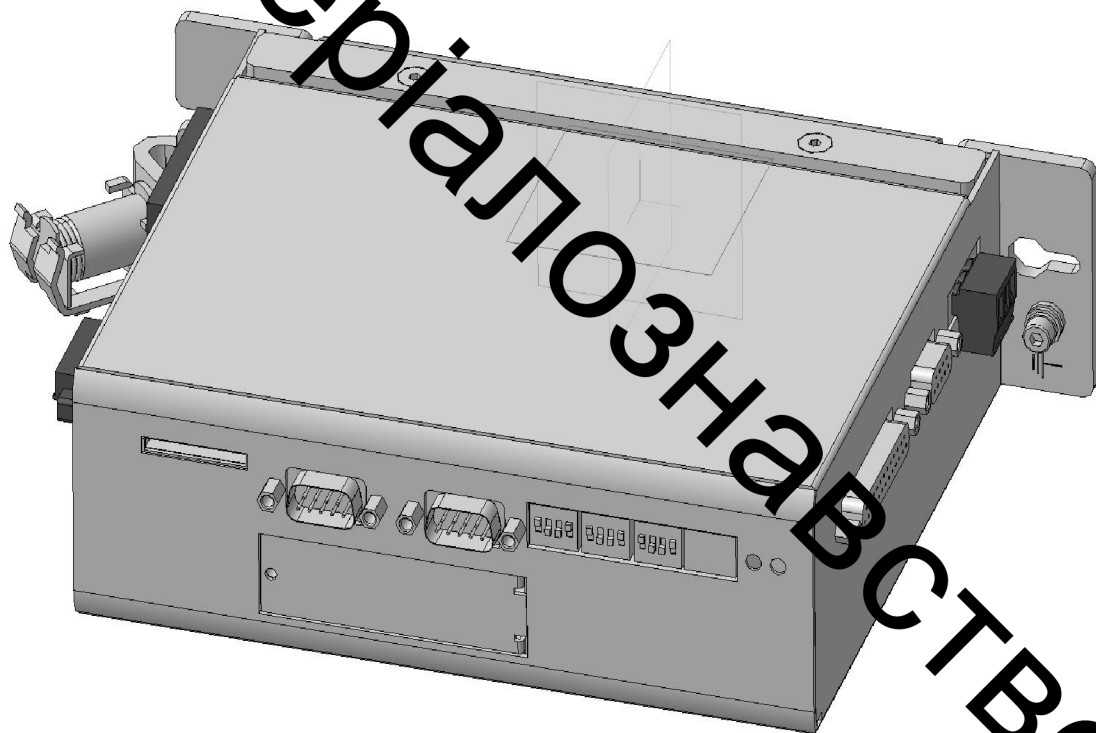


Рисунок 3.14 – Контролер CMMS-ST-C8-7-G2

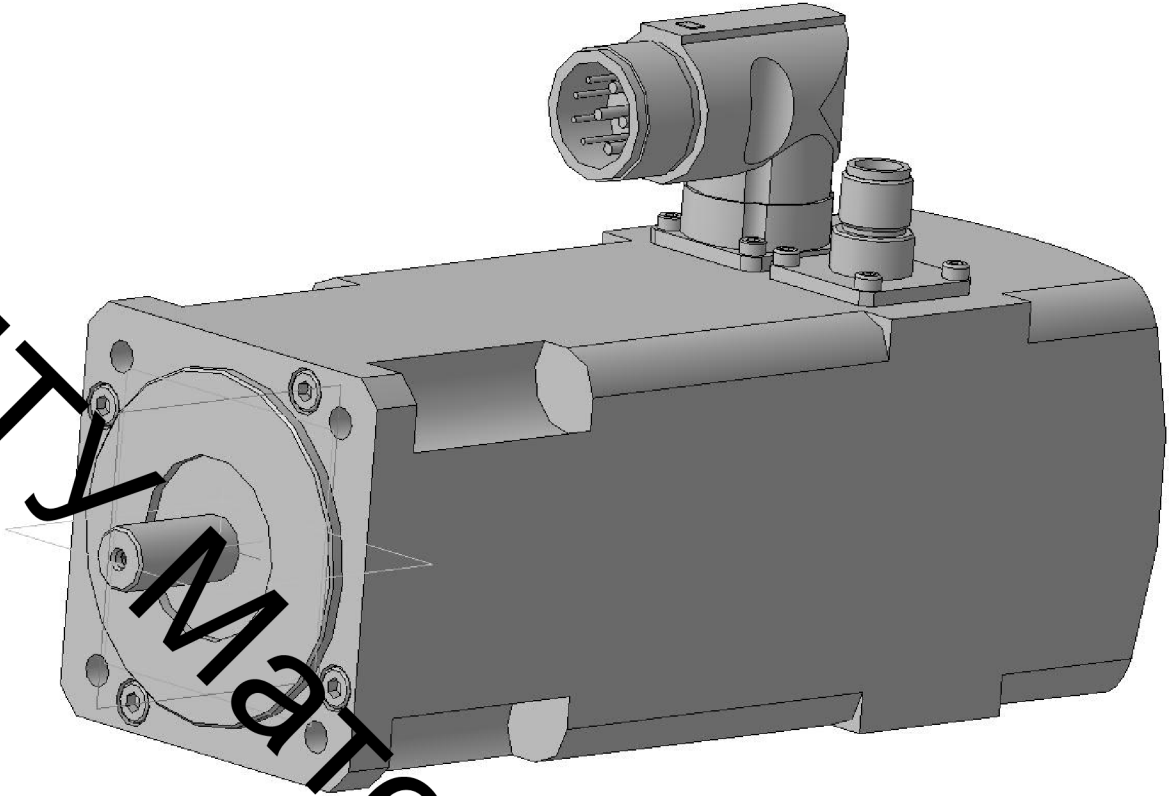


Рисунок 3.15 – Двигун EMMS-AS-70-M-LS-RS

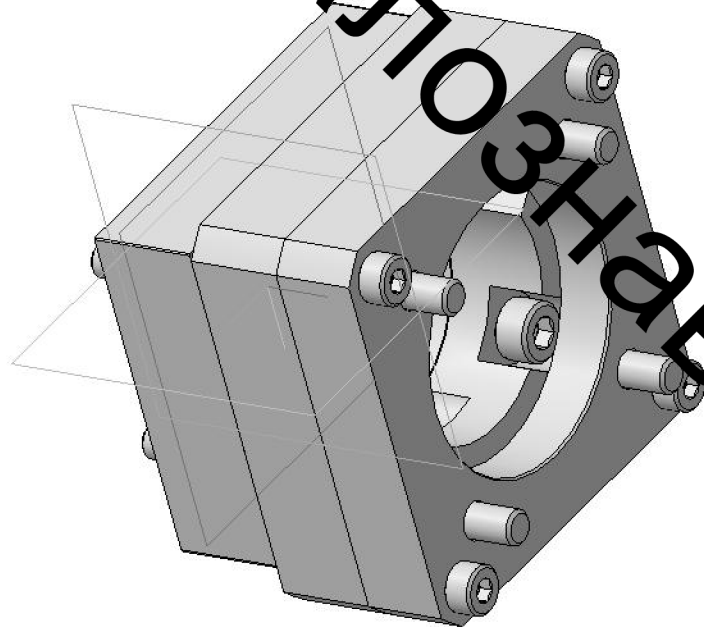


Рисунок 3.16 – Осьовий набір EAMM-A-L38-60G

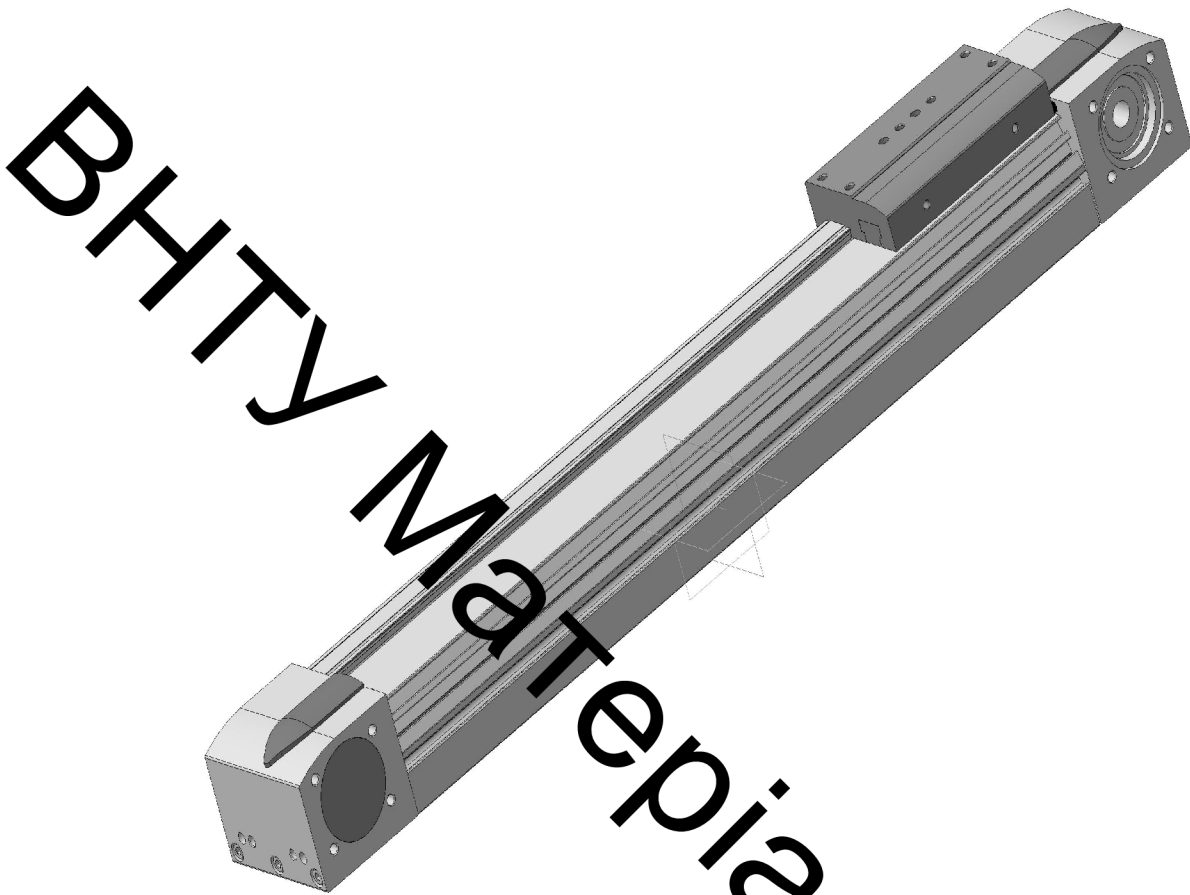


Рисунок 3.17– Портальна направляюча EGS 70-500-TV-KF-0H-GK

Для того, щоб порталний та консольний приводи приєднали до них треба приєднати серводвигуни та осьові набори.

З'єднаємо усі механізми згідно з їх функціональним призначенням та отримаємо функціональний вузол переміщення напилювального пристрою по двох осях та обертання деталі. Розмістимо у просторі всі деталі згідно з їх призначенням (рисунок 3.18).

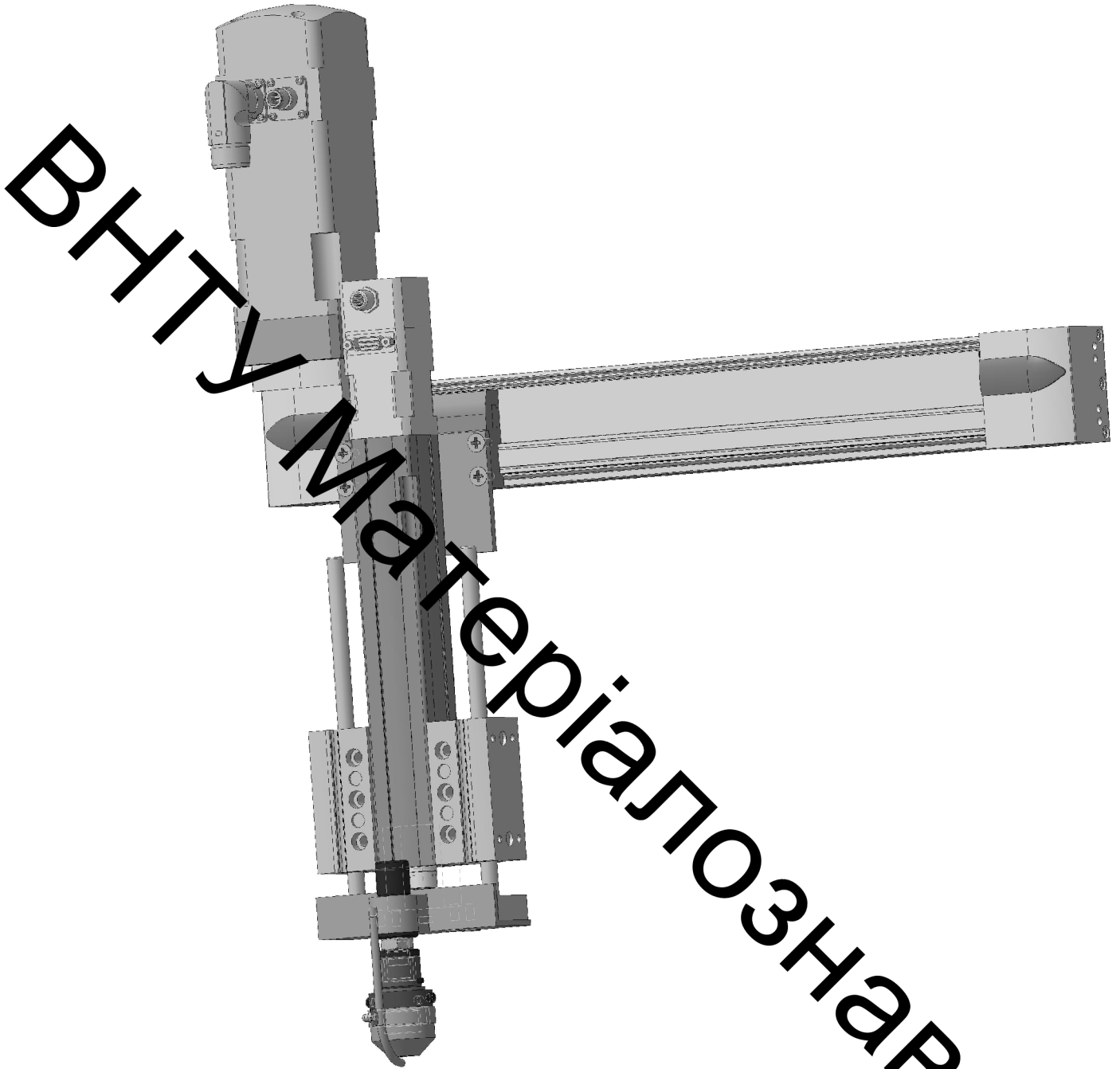


Рисунок 3.18 – 3D-модель механізму переміщення напилювального пристрою

3.9.2 Розробка пристрою для плазмового напилення

Для закріплення та фіксування усіх робочих одиниць установки для плазмового напилення було спроектовано рамну конструкцію (рис. 3.19) яка забезпечує взаємне розташування всіх механізмів. Для створення такої конструкції використаємо профільний металопрокат, а саме Швелер 120x52

ГОСТ 8240–89. Зварювання електродугове за ГОСТ 5264–80. Конструкція рами зварна.

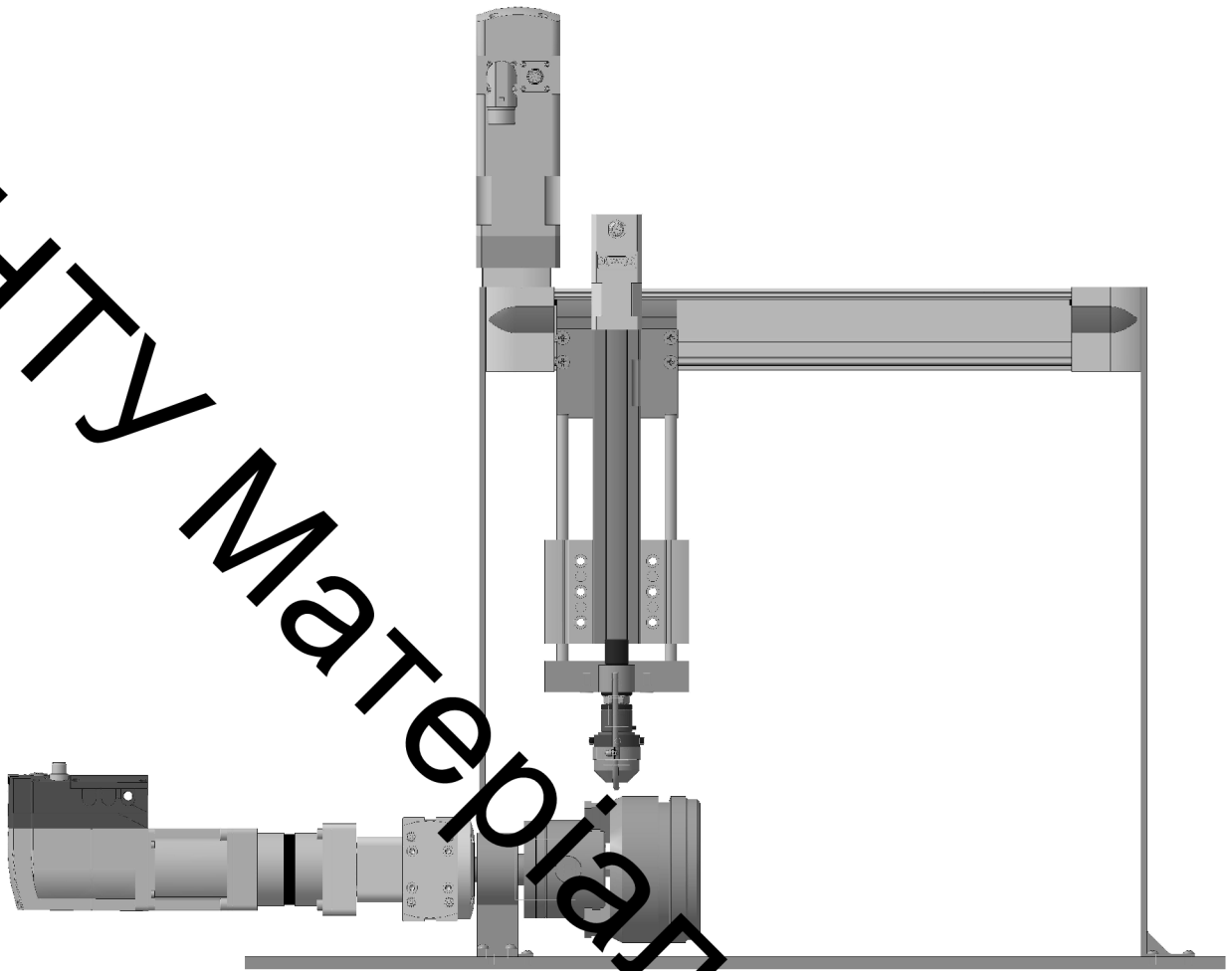


Рисунок 3.19 – Установка з числовим програмним керуванням

Виробничі приміщення цеху, в яких розміщуються напилювальні дільниці, повинні бути побудовані з вогнестійких матеріалів і повинні розташовуватись в окремих кабінах або відокремлюватись ширмами. Підлога у приміщеннях повинна бути виконана з негорючих матеріалів. На робочих місцях під ногами повинні бути дерев'яні ґрати або гумові килимки. В якості освітлення використовуються газорозрядні лампи. В приміщенні також використовується освітлення через вікна. До роботи з устаткуванням допускається персонал, що має право роботи з електроінструментом і стисненим повітрям (кваліфікаційна група по ТБ не нижче 3) і пройшовши курс навчання в постачальника правилам і прийому на роботу.

На базі отриманих даних, спроектовано робоче місце (рис. 3.20)

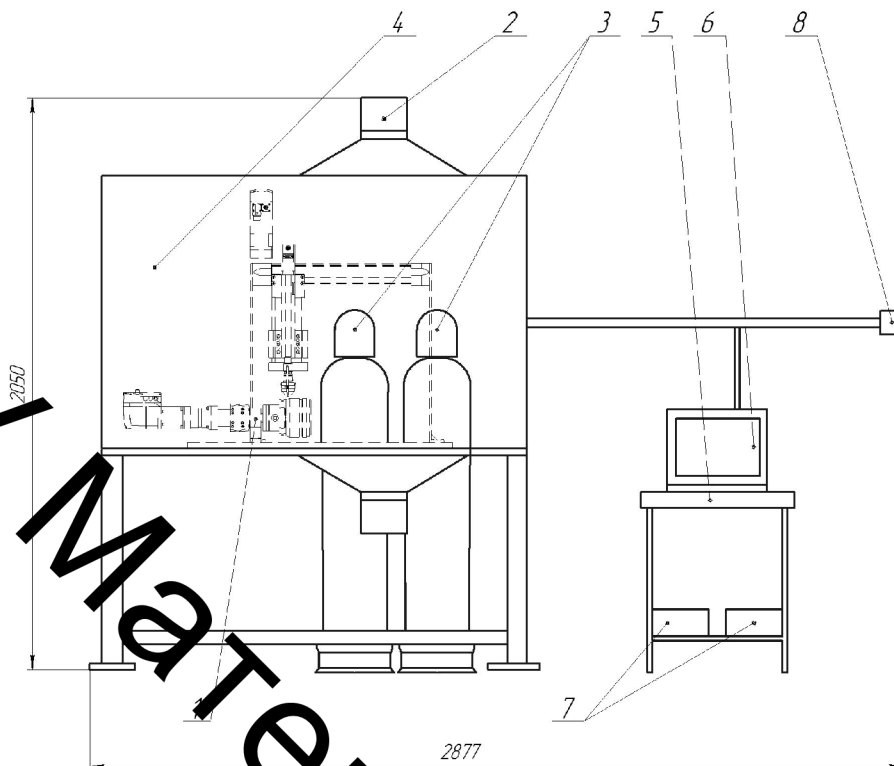


Рисунок 3.20 – Робоче місце

Робоче місце складається з установки з числовим програмним керуванням 1, яка встановлюється в захисному боксі 4, в якому встановлено балони з іонізуючим та інертним газами 3. Бокс 4 оснащено витяжною вентиляцією 2 та блоком підготовки повітря 8. Керування установкою здійснюється від комп'ютера 5, який розміщений на столі 6, та від контролерів 7.

3.10 Висновок до розділу 3

В магістерській роботі проаналізовано конструкцію відновлюваної поверхні деталі, її дефекти та заданий метод відновлення.

Розроблено технічну документацію для виконання відновлення а саме:

- Розраховано припуски для відновлення деталі
- Розроблений маршрут обробки деталі

- Розраховано нормування операції технологічного процесу
- Розроблена конструктивна схема установки автоматизованого відновлення
- Проведений вибір виконавчих механізмів для автоматичного пересування деталей

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 застосована продукція фірми FESTO.

В процесі роботи застосовувались такі програми: програма Компас - для 3D моделювання, розрахунку масоцентровочних характеристик, креслення; програма Positioning drives – для розрахунку і вибору виконавчих механізмів та комплектуючих деталей.

Використовувались 3D моделі механізмів та деталей завантажених з сайту FESTO.COM.UA

4. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІННОВАЦІЙНОГО РІШЕННЯ

4.1 Прогнозування витрат на виконання конструкторської технологічної роботи

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

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

Таблиця 4.1 – Основна заробітна плата розробників

Найменування посади виконавця	Місячний посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн.	Число днів роботи	Витрати на оплату праці, грн.	Примітка
1. Керівник проекту	8500,00	386,00	5	1930,00	
2. Інженер-технолог	7500,00	340,00	10	3400,00	
3. Технік	4173,00	139,00	5	950,00	
Всього				6280,00	

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

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

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

Розряд	1	2	3	4	5	6	7	8
K_i	1,00	1,09	1,18	1,27	1,36	1,45	1,54	1,64
Мінімальна погодинна ставка	25,13	27,4	29,6	31,9	34,1	36,4	38,7	41,21

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

Таблиця 4.3 – Основна заробітна плата робітників

№	Найменування технологічних операцій	Трудомісткість, н-годин	Розряд роботи	Погодинна тарифна ставка, грн.	Величина оплати, грн	Примітка
1	Миття	0,13	2	27,40	3,56	$K_c=1,5$
2	Дефектувальна	0,08	3	29,65	2,37	
3	Токарна (16K20Ф3)	0,06	5	34,18	2,05	
4	Напилювальна FESTO	0,12	4	31,91	3,82	
5	Шліфувальна (M-Grind 2050)	0,1	5	34,18	3,42	
6	Контрольна	0,072	3	29,65	2,13	
Всього					18,35	27,52

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

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

Найменування робіт	Основна заробітна плата, грн	Додаткова заробітня плата, грн
Розробники:		
1. Керівник проекту	1930,00	212,3
2. Інженер-технолог	3400,00	374,0
3. Технік	950,00	104,5
Всього:	6280,00	690,8
Робітники:		
1. Мийна	3,56	0,40
2. Дефектувальна	3,37	0,85
3. Токарна	2,05	0,45
4. Напилювальна	3,82	0,46
5. Шліфувальна	3,43	0,38
6. Контрольна	2,13	0,20
Всього:	18,35	2,74

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

$$H_{зп} = (Z_o + Z_p + Z_d) \cdot \frac{\beta}{100}, \quad (4.1)$$

де Z_o – основна заробітна плата розробників, грн.;

Z_p – основна заробітна плата робітників, грн.;

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

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

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

$$\text{Нзп}=(6280+18,35+692,74)\times 0,22=1538,03 \text{ гр.}$$

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

Таблиця 4.5 – Амортизація обладнання, комп'ютерів та приміщень

Найменування обладнання, приміщень тощо	Балансова вартість, грн.	Норма амортизації, %	Термін використання, міс.	Величина амортизаційних відрахувань, грн.	Примітка
Переобладнання старого приміщення	208600	5	1	86,70	
Силові приводи	2800	20	1	46,70	
Комп'ютер та інтерфейс	4000	60	1	2000,00	
Всього				333,40	

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

Таблиця 4.6 – Витрати на матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Ціна за 1 кг, грн.	Витрачено, кг	Вартість витраченого матеріалу, грн.	Прим.
1. Порошковий дріт 30ХГСА	58,00	0,10	5,8	
2. Газ аргон Ar	34,00	0,230	7,82	
3. МС-8	19,4	0,200	3,88	
4. Ганчір'я	7,00	0,100	0,7	
Всього			18,2	

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

Таблиця 4.7 – Витрати на комплектуючі

Найменування комплектувальних	Кількість	Ціна за штуку, грн.	Сума, грн.	Примітка
1. Установка ЧПК „Festo” для напилювання	1	29500,00	29500,00	
2. Обертач	1	4600,00	4600,00	
3. Плазмотрон	1	1450,00	1450,00	
4. Персональний комп'ютер	1	4000,00	4000,00	
5. Наплавлювальна головка	1	12700,00	12700,00	
Всього			39550,00	

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

Таблиця 4.8 – Витрати на електроенергію

Найменування операції	Найменування обладнання	Встановлена потужність, кВт	Тривалість операції, год.	Витрати, кВт	Сума, грн.
Мийна	ОМ-4610	0,6	0,13	0,078	0,131
Дефектувальна	Дефектоскоп УД-12	0,2	0,08	0,0016	0,002
Токарна	Токарний верстат 16К20Ф3	20	0,06	1,2	2,016
Напилувальна	Напилувальна установка з ЧПК «Фест»	15	0,12	1,8	3,024
Шліфувальна	Круглошліфувальний верстат Grind 2050	2,525	0,1	0,25	0,42
Контрольна	Дефектоскоп УД-12	0,2	0,072	0,0144	0,0576
Всього					5,65

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

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

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

$$B_{in} = (6280 + 5,65) \times 1 = 6285,65 \text{ грн}$$

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

Таблиця 4.9 – Витрати

Статі витрат	Сума, грн.
Основна заробітна плата розробників	6280,00
Основна заробітна плата робітників	18,35
Додаткова заробітна плата	690,8
Нарахування на заробітну плату	1538,03
Амортизація обладнання, комп'ютерів та приміщень	333,40
Витрати на матеріали	18,20
Витрати на комплектуючі	39550,00
Витрати на силову електроенергію	5,65
Інші витрати	6285,65
Всього:	54720,08

4.2 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки

Собівартість відновлення ґрундробукси пневмомолота розраховуємо за формулою:

$$S_g = Z_p + Z_o + H_{zn} + M + B_e + B_{in}, \quad (4.3)$$

де Z_p – основна заробітна плата робітників, $Z_p = 18,35$ грн.;

Z_o – додаткова заробітна плата робітників, $Z_o = 2,74$ грн.;

H_{zn} – нарахування на заробітну плату, $H_{zn} = 1538,03$ грн.;

M – витрати на матеріали на одиницю продукції, $M = 18,20$ грн.;

B_e – витрати на силову електроенергію, $B_e = 5,65$ грн.;

$B_{ін}$ – інші витрати, $B_{ін} = 6285,65$ грн.

$$S_B = 18,35 + 2,74 + 1538,03 + 18,20 + 6285,65 + 5,65 = 7850,42 \text{ грн.}$$

Розраховуємо ціну реалізації відновлення ґрундбуksi пневмомолота за формулою:

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

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

w – ставка податку на додану вартість, 20% .

$$C_p = 7850,42 \cdot (1 + 0,5) \cdot (1 + 0,2) = 14130,76 \text{ грн}$$

Приймаємо ціну реалізації 14500 грн.

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

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

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

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

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

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

$$\Pi = \left((14500 - \frac{(14500 - 18.20) \cdot 20}{100} - 7850.42 - \frac{5 \cdot 7850}{100}) \cdot (1 - \frac{18}{100}) \right) \cdot 1500 = 4133685.60 \text{ грн}$$

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

В розробку інноваційного технологічного процесу підприємство одночасно вклало 14500 грн. інвестицій.

Планується 4133685.60 грн. річного прибутку від реалізації продукції.

Норма дисконту складає 0,2.

Проведемо розрахунки за формулою:

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

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

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

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

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

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

$$NPV = \frac{4133685.60}{(1+0.2)^1} + \frac{4133685.60}{(1+0.2)^2} + \frac{4133685.60}{(1+0.2)^3} - 54720.08 = 8585540.46 \text{ грн}$$

Термін окупності розраховуємо за формулою:

$$T_{ок} = \frac{K}{\Pi} = \frac{54720.08}{4133685.60} = 0.0132 \text{ років}, \quad (4.7)$$

4.3 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності

Загальні витрати ZB на виконання та впровадження результатів НДДКР (або теперішня вартість інвестицій PV) дорівнює 14500 грн. Результати вкладених у наукову розробку інвестицій виявляються у першому році.

Ці результати виявляються у тому, що у кожному наступному році підприємство отримує чистого прибутку 4133685.60 грн. відносно базового року.

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

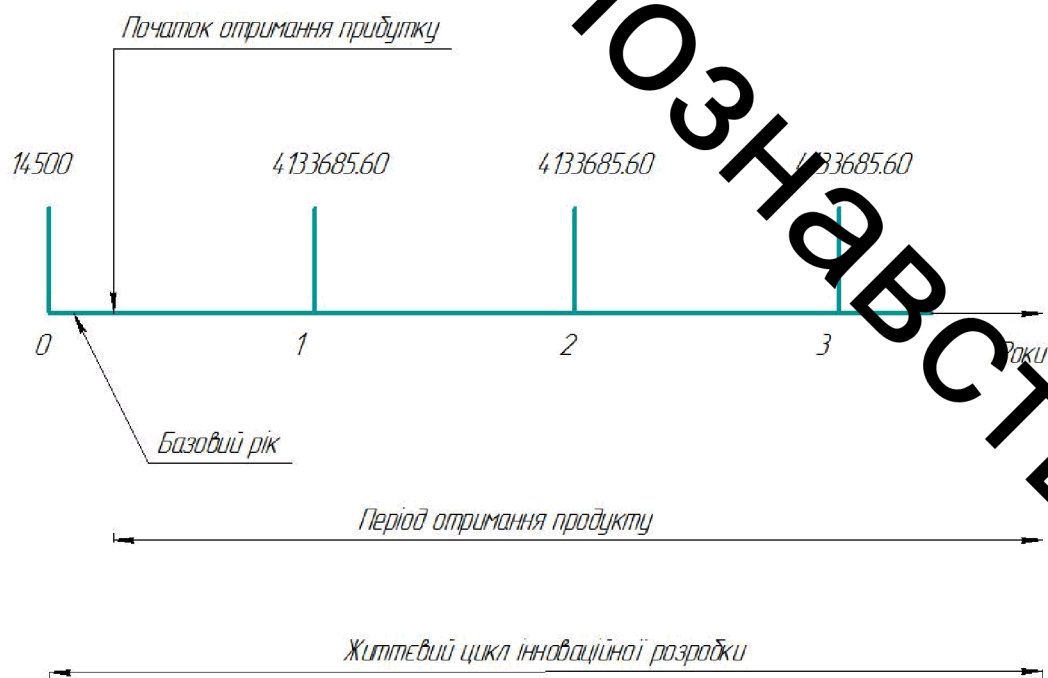


Рисунок 4.1 – Життєвий цикл наукової розробки з фіксацією платежів

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

$$E_{абс} = ПП - PV, \quad (4.8)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$ПП = \frac{4133685.60}{(1+0.2)^1} + \frac{4133685.60}{(1+0.2)^2} + \frac{4133685.60}{(1+0.2)^3} = 8640260.54 \text{ грн}$$

$$E_{абс} = 8640260.54 - 14500 = 8625760.54 \text{ грн.}$$

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

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

$$E_B = T_{ж} \sqrt[3]{1 + \frac{E_{abc}}{PV}} - 1, \quad (4.10)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\tau_{мін} = 0,2 + 0,05 = 0,25.$$

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

$$E_e = \sqrt[3]{1 + \frac{8625760.54}{14500}} - 1 = 3,72$$

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

Враховуємо термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій. Термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій $T_{\text{ок}}$ можна розрахувати за формулою (4.12).

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

$$T_{\text{ок}} = \frac{1}{3,72} = 0,27 \text{ роки.}$$

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

4.4 Висновки до розділу 4

Розглянувши різні методи відновлення та врахувавши їхні позитивні та негативні сторони можна зробити висновок - як метод, що дозволить розв'язати поставлену задачу по відновленню деталі «ґрундбукса пневмомолота» можна використовувати метод плазмового напилювання.

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

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

Впровадження модернізованого технологічного процесу потребує від інвестора 14500 грн. капітальних вкладень. Прибуток за рік виробника складе 4133685,60 грн.

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

- чистий дисконтований дохід (інтегральний ефект) 1984169,09 грн.;
- внутрішня норма дохідності (прибутковості) 30%;
- термін окупності 0,27 року.

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

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Аналіз умов праці

Аналізуються умови праці на ділянці відновлення робочих поверхонь ґрундбукси пневмомолота.

При виконанні досліджень можуть впливати шкідливі та небезпечні виробничі фактори. До них належать:

- наявність в повітрі робочої зони шкідливих аерозолів та газів;
- застосування високих напруг;
- підвищений рівень вібрації і шуму;
- наявність теплового випромінювання.

Психофізіологічні: фізичні перевантаження; нервово-психічні перевантаження (монотонність роботи, емоційні перевантаження).

Організація та проведення робіт, розташування та експлуатація устаткування повинні відповідати Правилам з техніки безпеки і виробничої санітарії при проведенні робіт, а також ДНАОП 0.00-1.28-97.

5.1.1 Виробнича санітарія

Виробничі приміщення для технологічного процесу повинні відповідати вимогам СНіП II-90-81, СН 245-71.

Виробничі приміщення діляться на 3 категорії. Дослідження відбуваються у приміщеннях I категорії.

Вимоги до приміщення.

а) Приміщення, у якому розміщується робоче місце, повинне бути з щільними не протікаючими стелями. Підлоги варто робити нешильними (метлахська плитка). Стіни - покриття олійною фарбою світлих тонів. Комунікації бажано робити схованими чи офарблювати олійною фарбою.

б) Приміщення повинне бути обладнане загальною приточно - втяжною вентиляцією згідно СНіП 2.04.05-91. Повітрязбірники приточної вентиляції повинні бути постачені пиловловлюючими фільтрами.

в) Загальне висвітлення бажане здійснювати газорозрядними лампами. Освітленість не менш 3000 лк.

г) Установка устаткування повинна дозволяти проведення вологого прибирання приміщення не рідше 3-х раз у тиждень.

У лабораторії є аптечка першої медичної допомоги, умивальник для миття рук.

5.1.2 Мікроклімат

Мікроклімат нормується в залежності від категорії робіт та періоду року, від того постійне чи непостійне робоче місце. Параметри мікроклімату та гігієнічні нормативи в робочій зоні нормуються згідно ГОСТ 12.1.005-88. Цей стандарт встановлює санітарно-гігієнічні заходи до показників мікроклімату. Мікроклімат характеризується наступними показниками: Т - температура повітря, °С; V - відносна вологість повітря, %; W - інтенсивність теплового опромінення, Вт/м²; V - швидкість руху повітря, м/с. Параметри мікроклімату на ділянці відновлення робочих поверхонь ґрундбукси пневмомолота наведені в таблиці 5.2.

Категорія робіт Пб – енерговитрати 200-250 ккал/год (233-290Вт). Норми інтенсивності теплового опромінення беремо з ГОСТ 12.1.005-88 (таблиця 5.2)

Таблиця 5.1 - Норми інтенсивності теплового опромінення

Відсоток опромінення поверх тіла людини	Більше 50	25-50	Менше 25
Допустима інтенсивність теплового опромінення, Вт/м ²	35	70	100

Таблиця 5.2 – Параметри мікроклімату на ділянці відновлення робочих поверхонь ґрундбуksi пневмомолота

Період року	Категорія робіт	Температура					Відносна вологість, %		Швидкість руху пов. м/с	
		Оптимальна	Допустима верхня		Допустима нижня		Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима
			Пост. роб. місце	Непост. роб. місце	Пост. роб. місце	Непост. роб. місце				
Хол.	Пб	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	≥0,4
Тепл.	Пб	20-22	27	29	16	15	40-60	70	0,3	0,2-0,5

Концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони не повинна перевищувати встановлені норм.

Для вилучення шкідливих викидів від місць їх виникнення необхідно встановити місцеві відсмоктувачі. Аварійна вентиляція повинна забезпечувати кратність повітрообміну не нижче загальнообмінної. Забороняється працювати у виробничих приміщеннях де виділяються шкідливі речовини при несправній або відключеній вентиляції.

Гранично допустима концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони згідно з ГОСТ 12.1.005-88 приведені в таблиці 3.

Таблиця 5.3 – Гранично допустима концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони

Назва речовини	ГДК, мг/м ³	Клас безпеки	Агрегативний стан
Бензин	100	4	П
Сірчана кислота	12	A	A
Свинець та його неорганічні з'єднання	0,01	1	A

Викиди в атмосферу із системи вентиляції слід розташовувати на відстані від приймальних пристроїв не менше 10 м по горизонталі, або 6 м по вертикалі при цьому горизонтальній відстані менше 10м. Викиди із систем місцевих відсмоктувачів слід розміщувати на висоті не менше 2 м над найвищою точкою крівлі, а викиди аварійної вентиляції - не менше 3 м від рівня землі.

Кількість повітря, необхідного для розчинення шкідливих аерозолів до ГДК при повинна бути не менше 38700 м³/кг при швидкості руху створюваного місцевими витягами $\geq 1,3$ м/с. У приміщенні використовується приточно-витяжні системи вентиляції й місцеві витяги. Повітроводи повинні систематично очищатися від пилу, щоб кількість зваженого в повітрі й осілого пилу не могли створити вибухонебезпечні повітряні суміші в об'ємі більш 1% від об'єму приміщення.

Виробничі приміщення повинні бути обладнані опаленням та загальнообмінною вентиляцією відповідно до вимог СНП 2.04.05-91, ВСА 01-90; забезпечувати стан повітря згідно з ГОСТ 12.1.005-88 [29].

Для обігріву і створення у приміщеннях показників мікроклімату повинно застосовуватись опалення. Передбачається парова система опалення, яка повинна забезпечувати рівномірне прогрівання повітря в приміщеннях, можливість місцевого регулювання або вимикання, зручність у експлуатації і доступ до ремонту.

Розрахунок рукавного відсмоктувача

Рукавний відсмоктувач застосовується для відсмоктування шкідливих випарів, що утворюються під час досліджень.

Витрати повітря, що видаляється відсмоктувачем, визначаються по формулах, м³/год

без піддува

$$L = 14000 \cdot \left(0.53 \cdot \frac{B_p l}{B_p + l} + H_p \right)^{\frac{1}{2}} B_p l K_l K_{\Delta} K_T \quad (5.1)$$

де B_p - розрахункова ширина, $B_p = 0,2$ м;

l - розрахункова довжина, $l = 0,45$ м;

H_p - розрахункова відстань від глушника до осі рукава, $H_p = 0,09$ м;

K_l - коефіцієнт обліку конструкції відсмоктувача, прийнятий рівним: 1- для відсмоктувача з піддувом, 1,8-для відсмоктувача без піддува;

$K_{\Delta t}$ - коефіцієнт врахування температури відпрацьованих газів: з піддувом - 1,03, без піддува - 1

K_T - коефіцієнт врахування токсичності шкідливих речовин, що виділяються, прийнятий для відсмоктувачів без піддува - 1,6, для відсмоктувачем з піддувом у всіх випадках $K_T=1$.

$$L = 1400 \left(0,53 \frac{0,2 \cdot 0,45}{0,2 + 0,45} + 0,09 \right)^{\frac{1}{3}} \cdot 0,2 \cdot 0,45 \cdot 1,8 \cdot 1 \cdot 1,6 =$$

$$= 198 \left[\frac{(\text{м})^3}{\text{год}} \right].$$

з піддувом

$$L = 1200 B_p^{\frac{3}{2}} l K_l K_{\Delta t} K_T, \quad (5.2)$$

$$L = 1200 \cdot 0,2^{\frac{3}{2}} \cdot 0,45 \cdot 1 \cdot 1,03 \cdot 1 = 50 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right).$$

Витрата повітря на піддув, м³/год

$$L_{II} = 60 B_p l K_{\Delta t}, \quad (5.3)$$

$$L_n = 60 \cdot 0,2 \cdot 0,45 \cdot 1,03 = 5,56 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right).$$

Приймаємо вентилятор ЗВР-4:

$H_n = 110 \text{ кг/м}^2$ – напір повітряного потоку;

$\eta_v = 0,5$ – коефіцієнт корисної дії вентилятора;

$\eta_n = 1$ – коефіцієнт корисної дії привода.

Знайдемо розрахункову потужність електродвигуна потрібного для привода вентилятора

$$P_e = (1,2 \div 1,5) \cdot \frac{L_n \cdot H_n}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_v \eta_n}, \quad (5.4)$$

$$P_e = \frac{432 \cdot 110}{3600 \cdot 102 \cdot 0,5 \cdot 1} = 0,25 \text{ (кВт)}.$$

Приймаємо електродвигун А 52-4 потужністю 0,5 кВт.

5.1.3 Освітлення

Освітлення здійснюється природним та штучним освітленням. Коефіцієнт освітленості нормується з врахуванням найменшого розміру об'єкта розрізнення, характеристики зорової роботи, системи освітлення фону і контрасту об'єкта з фоном.

Таблиця 5.4 - Вибір коефіцієнта сонячності клімату

Пояс світлового клімату	Коефіцієнт сонячності клімату		
	При світлових проймах, що орієнтуються по сторонам горизонту (азимут, град)		
	136-225	226-315, 46-135	316-45
IV 50 с.ш. і південніше	0,7	0,75	0,95

Таблиця 5.5 - Параметри штучного та природного освітлення

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір розрізн об'єкта, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізно з фоном	Характеристика фона	Штучне освітлення		Природне освітлення		Суміщене освітлення	
						Освітленість, лк		КЕОен III %		КЕОен III %	
						При комбінованому освітненні	При верхньому освітненні	При верхньому	При боковому	При верхньому	При боковому
Високої точності	0,3-0,5	III	б	середній	малий	1000	300	5	2	2,3	0,7-1,2

Коефіцієнт природної освітленості

$$e_{IV} = e_{III} C m, \quad (5.5)$$

де e_{III} - коефіцієнт природного освітлення для III поясу світлового клімату;

C - коефіцієнт сонячності клімату ($C = 0,9$);

m - коефіцієнт світлового клімату ($m = 0,75$),

$$e_{IV} = 1,9 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 1,28.$$

Для загального освітлення в системі комбінованого необхідно встановити газорозрядні лампи, освітленість яких складає близько 300 лк.

5.1.4 Виробничий шум

Шум нормується за СН 3223-85. Основними джерелами шуму є: робота двигуна, електродвигуна і компресора вентиляційної системи, робота силових трансформаторів.

У якості акустичних засобів захисту від шуму застосовуються: засоби звукоізоляції (звукоізоляції огороження, звукоізолюючі кожухи і кабіни, акустичні екрани і вигородки); засоби демпфування (лінійні і нелінійні); глушники шуму (адсорбційні, реактивні, комбіновані); засоби звукопоглинання (звукопоглинаючі облицювання, об'ємні поглинальники звуку), засоби віброізоляції (опори, що віброізолюють, пружні прокладки, конструктивні розриви).

Нормування за СН 3223-85 рівнів звукового тиску та еквівалентних рівнів звуку на робочих місцях

Таблиця 5.6 - Рівні звукового тиску

Вид трудової діяльності, робоче місце	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах з середньогеометричними частотами Гц								Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку в дБ(А)	
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000		8000
Виконання всіх видів робіт на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях і на території	107	95	87	82	78	74	73	71	69	80

До організаційно-технічних засобів і методів колективного захисту відноситься: застосування малoshумного технологічного процесу; оснащення шумних агрегатів засобами дистанційного керування й автоматичного контролю; застосування малoshумних агрегатів; удосконалювання технології ремонту й обслуговування стану; використання раціональних режимів праці і відпочинку робітників.

5.1.5 Вібрації

Норми вібрації вибираються за ГОСТ 12.1.012-90.

При роботі працюючий може піддаватися дії вібрації. Загальна вібрація викликає струс всього організму, місцева - окремі частини тіла. Локальної вібрації піддаються працюючі з ручним електричним. Працюючий може піддаватися одночасно впливу загальної і локальної вібрації ("комбінована вібрація")

Таблиця 5.7 - Категорія вібрацій

Категорія вібрації по санітарним нормам критерій оцінки	Характеристика умов праці	Приклад джерел вібрацій
Тип «а» Границя зниження рівня виробничої праці	Технологічна вібрація діє на операторів стаціонарних машин і обладнання або на робочі місця від інших джерел вібрації	Верстати, електричні машини, насосні агрегати, вентилятори

Таблиця 5.8 - Характеристика вібрацій

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

Існують наступні види захисту: боротьба в джерелі виникнення; боротьба на шляху розповсюдження; засоби індивідуального захисту використовуються додатково (вкладиші в рукавиці, взуття на спеціальних віброзахисних підборах).

5.2 Техніка безпеки

До роботи повинний допускатися обслуговуючий персонал, що добре знає устаткування, електроживлення, вакуумних вимірів, а також технологічний процес.

Вентиляція, що відсмоктує, повинна бути постачена пиловловлюючим фільтром. Необхідно стежити за своєчасним очищенням пиловловлюючого фільтра.

Паління в таких приміщеннях забороняється.

У приміщеннях, де виробляються роботи, необхідно мати засоби для гасіння пожежі - вогнегасники ОУ - 5 (не менш 2-х шт.).

Для забезпечення умов безпеки роботи і для запобігання неправильних дій обслуговуючого персоналу, що можуть привести до аварії і виходу з ладу устаткування, передбачені блокування.

Додаткові заходи безпеки при роботі з конкретними матеріалами повинні бути зазначені у відповідних технологічних інструкціях з нанесення визначених видів покриття та пайки.

Кожен споживач зобов'язаний (у залежності від конкретних умов) розробити свою інструкцію з техніки безпеки.

5.2.1 Електробезпека

За ступінню електробезпеки приміщення відносять до категорії особливо небезпечних умов по ураженню людей електричним струмом так як присутні такі небезпечні фактори: струмопровідна підлога; струмопровідний пил; можливість одночасного дотику до корпусів обладнання та заземлених частин.

Для захисту від ураження електрострумом обираємо такі засоби: занулення; подвійна ізоляція.

5.3 Пожежна безпека

Роботи повинні проводитися у відповідності зі СНіП 11-90-81, СНіП 11-2-80, з типовими правилами пожежної безпеки для промислових підприємств.

Категорії виробництв по пожежній небезпеці варто приймати по спеціальних відомчих переліках, затверджених міністерствами у встановленому порядку.

Цехи і ділянки, де ведуться роботи, відносяться до категорії Г виробництв по пожежній і вибуховій небезпеці. Кількість вогнегасників і інших первинних засобів пожежегасіння для таких цехів і ділянок повинне вибиратися відповідно до зазначених вище Типовими правилами.

Приміщення повинні бути побудовані з елементів конструкцій по IV категорії протипожежної безпеки (протипожежна стійкість не менш 2 год.).

Місця, відведені для установки устаткування повинні бути очищені від легкозаймистих матеріалів у радіусі не менш 5 м.

Таблиця 5.9 - Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у год.) і максимальні межі розповсюдження полум'я по них (у см.) для данного ступеня вогнестійкості будівель

Ступінь вогнестійкості	Стіни				Колони	Сходчаті площадки і клітки, косоури	Плити, настили інші несучі конструкції перекрить	Елементи покриття	
	Несучі	Самонесічі	Зовнішні несучі	Внутрішні несучі				Плити, настили, прогни	Балки, ферми, арки
Па	1/0	0,5/0	0,25/40	0,25/40	0,25/0	1/0	0,25/0	0,25/25	0,25/0

У чисельнику — межі вогнестійкості будівельних конструкцій; у знаменнику - межі розповсюдження полум'я по них.

Таблиця 5.10 - Ступінь вогнестійкості, допустима кількість поверхів і площа поверху в межах пожежного відсіку будівлі:

Категорія будівлі	Допустима кількість поверхів	Ступінь вогнестійкості будівлі	Площа поверху в межах пожежного		
			Одноповерхових	Багатоповерхових	
				2 поверхи	3 і більше
Г	6	Не обмеж.	Не обмеж.	Не обмеж.	Не обмеж.

Найбільш прийнятним способом пожежегасіння для проектуємої дільниці є спосіб розв'язання. Він полягає у тому, що при концентрації кисню у повітрі до 14-15% горіння припиняється. Досягається це за рахунок введення в повітря інертних газів, головним чином вуглекислого. Вуглекислим газом можна гасити все, включаючи електроустановки, що знаходяться під напругою. Для пожежегасіння використовують рідку вуглекислоту. В якості ручних вуглекислотних вогнегасників застосовуються ОУ-2, ОУ-5 та ОУ-8.

За рекомендаціями технічних вимог з експлуатації установок в приміщеннях, де відбуваються роботи, необхідно мати вогнегасники ОУ-5 в кількості не менше 4 шт.

Відстань до евакуаційних виходів для категорії приміщень Г та ІІ ступеня вогнестійкості не обмежується густиною людського потоку в загальному проході. Ширина шляхів евакуації у світлі повинно бути не менше 1м, дверей - не менше 0,8 м. Висота проходу на шляхах евакуації повинна бути не менше 2м.

5.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях

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

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

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

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

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

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

Дезактивація транспортних засобів і техніки проводиться при їхньому зараженні 200 мР/год і більше. Дезактивація проводиться змиванням струменем води під тиском 2-3 атм. чи обробкою дезактивуючими розчинами, промиванням ганчіркою змоченою в бензині, гасі, дизельному паливі, а також обробкою газокрапельним потоком.

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

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

Способи дезактивації техніки і транспорту

До основних способів відносять:

- змивання радіоактивних речовин розчинами для дезактивації, водою і розчинниками з одночасною обробкою зараженої поверхні гідками дегазаційних машин і приборів дозволяє знизити зараженість у 50-80 разів;
- змивання радіоактивних речовин струменем води під тиском дозволяє знизити зараженість в 20 разів;
- видалення радіоактивних речовин переривистим газо-крапельним потоком з використанням спеціальної техніки з турбореактивними двигунами;

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

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

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

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

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

Для протирання використовуються щітки дегазаційних машин, комплектів і приладів.

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

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

Засоби знезаражування техніки і транспорту:

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

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

Дезактивація одягу, взуття та індивідуальних засобів захисту проводиться вибиванням і витрушуванням, миттям або протиранням

(прогумованих і шкіряних виробів) водяними розчинами миючих засобів або водою, а також пранням за спеціальними режимами з використанням речовин для дезактивації.

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

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

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

ВИСНОВКИ

При виконанні магістерської кваліфікаційної роботи вирішено важливе науково-технічне завдання – підвищення якості відновлення робочих поверхонь ґрундбудки пневмомолота шляхом наплавлення покриттів на основі міді.

1. Огляд літературних джерел показав, що проблема отримання біметалічних деталей шляхом наплавлення на метал (сталі) покриттів на основі міді розв'язана неповністю та потребує додаткових досліджень.

2. В роботі вдалося реалізувати наплавку мідних покриттів трьома способами: неплавким електродом в середовищі аргону, ручним способом покритим електродом, та автоматичним в середовищі CO₂ і аргону. У всіх випадках отримані покриття з різним ступенем проплавлення основного матеріалу та властивостями.

3. Встановлено що наплавлення неплавким електродом в середовищі аргону має свої переваги над іншими, які полягають в нормованому введенні кількості теплоти та присадкового матеріалу. Це дозволяє отримувати покриття малої товщини до 0,5-0,8 мм коли це необхідно, що в свою чергу дозволяє економити витратні матеріали та затратні ресурси на механічну обробку.

4. Виявлено що наплавлення покритим електродом за допомогою ручного дугового зварювання на малих струмах супроводжується значним пороутворенням за рахунок поганого захисту і формування високим нерівномірних валиків, тому цей спосіб для формування покриттів використовувати не доцільно.

5. Найкращі результати за якістю напавленого покриття отримано шляхом наплавлення автоматичним способом в середовищі аргону на мінімальних режимах дротом марки М1. Аналіз макрошліфів таких зразків показав мінімальне проплавлення основного металу та перемішування його з

наплавленим, що дозволяє отримувати чисте покриття на основі міді з мінімальним вмістом домішок.

6. Мікроструктурний аналіз зони сплавлення між мідним покриттям і сталлю показав наявність чіткої границі в основному без включень і несплавлень. На окремих ділянках виявлено ефект міжкристалітного проникнення міді в клиноподібні пошкодження деталі. З огляду на це можна зробити висновок про збільшення міцності за рахунок адгезійного закріплення міддю пошкоджених ділянок на поверхні деталі.

7. Для реалізації процесу відновлення розроблено конструкторську документацію на складальне креслення установки автоматизованого відновлення з використанням виконавчих механізмів з числовим програмним керуванням. Проаналізовано конструкцію відновлюваної поверхні деталі, її дефекти та заданий метод відновлення.

8. Проведено економічне обґрунтування процесу відновлення та розраховано економічний ефект від запровадження запропонованих технологій. Отримані показники свідчать про високий рівень дохідності для інвестора і підтверджують доцільність запровадження технологічного процесу відновлення деталі «Грундбукса літаючого мотора». Впровадження модернізованого технологічного процесу потребує від інвестора 14500 грн. капітальних вкладень. Прибуток за рік виробництва складе 4133685,60 грн. Термін окупності буде складати близько 3-х місяців.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни "Напилювання та наплавлення" для підготовки фахівців. Галузь знань 05050 - Машинобудування та металообробка. Напрямок підготовки - 6.050504 - Зварювання /Укладач О. П. Шиліна. - Вінниця, ВНТУ 2014- 32 с
2. Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Горбацевич А. Ф 1974 -год 289с
3. Лисенко Г. Л. Методичні вказівки до оформлення курсових проектів (робіт) для студентів всіх спеціальностей / уклад. Лисенко Г. Л., Буда А. Г., Обертюх Р. Р. – Вінниця : ВНТУ, 2006. – 58 с.
4. Навчальний посібник: Газотермічні методи напилювання покрить. Навчальний посібник / О. П. Шиліна, А. Ю. Осадчук - Вінниця: ВНТУ, 2006.- 103 с.
5. Косилова А. Г., Справочник технолога машиностроителя. Том 2/ А. Г. Косилова , Р. К. Мещеряков - М.: Машиностроение, 1985 – 349с
6. Молодик М. В., Відновлення деталей машин / М. В. Молодик , Б.А. Лангерт, А. К. Бредун, -К.: "Урожай" 1985 – 289с
7. Панова А. А. Обработка металлов резанием / А. А. Панова - М.: Машиностроение, 1988 – 234с.
8. Кащук В. А., Справочник шлифовщика / В. А. Кащук, В. В. Верещагин - М.: Машиностроение, 1988 – 324с.
9. Гриднев В. Н., Справочник технолога-машиностроителя / В. Н. Гриднев, Н. В. Досчатов - М.: Машиностроение, 1985 – 342с
10. Большаков В. І., Береза О. Ю., Харченко В. І. Прикладне матеріалознавство: Підручник для студентів вищих технічних навчальних закладів. 2-е вид., доп. і перероб./ Під ред.. д-ра техн. наук, проф. В. І. Большакова. – РВА «Дніпро-VAL»: 2000. – 290 с.
11. Сидоров А. И., Восстановление деталей машин напылением и наплавкой / А. И. Сидоров -М.: Машиностроение, 1987 – 432с.

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

13. Проектування технологічних процесів відновлення поверхонь лабораторний практикум /Савуляк В. І., Шенфельд В.Й., Дусанюк Ж.П. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 51с.

14. Савуляк В.І. Технічне нормування в ремонтному виробництві./ В.І.Савуляк., С.В.Білошицький / – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 243с.

15. Гавриш П. А. Термодинамические особенности взаимодействия меди и железа в сварочной ванне / П. А. Гавриш , М. А. Турчанин // Вестник ДГМА. – 2006. – № 2(4). – С.75–78.

16. Аснис Е. А. О механизме образования трещин при сварке и наплавке меди на сталь / Е. А. Аснис, В. М. Прохоренко, Л. С. Швиндлерман // Сварочное производство. 1965. – № 11. – С. 8–9.

17. Сварка меди со сталью в среде углекислого газа / Н. Г. Лосицкий, В. Я. Глушко, А. Е. Митус и др. – Химическое и нефтяное машиностроение. – 1973. – № 6.– С. 26–28.

18. Шутов Б. А. Об оптимальном составе металла шва при сварке плавлением меди с низкоуглеродистой сталью / Б. А. Шутов, А. А. Ерохин // Автоматическая сварка. – 1970.– № 11. – С. 17-19.

19. Электронно-лучевая сварка бронзы ВрХ05 со сталями ЭП288 и ЭП452 / А. В. Башкатов, В. М. Плетенев, Ф. В. Самогоковский и др. // В кн.: 5-я Всесоюзная конференция по электронно-лучевой сварке. Киев: Наукова думка. – 1975.– С. 180 – 182.

20. Грудзинский Б. В. О взаимодействии расплавленной меди со сталями при наплавке и сварке / Б. В. Грудзинский, И. А. Шлякчева, Г. А. Степанов // Сварочное производство. 1970. – № 12. – С. 10 – 12.

21. Рабкин Д. М. Сварка разнородных металлов. / Д. М. Рабкин, В. Р. Рябов, С. М. Гуревич. – Киев: Техника, 1976. – 208 с.

22. Джевага И. И. Исследование влияния режимов наплавки и состава медных сплавов на механические свойства сталей марок Ст3, 20Х, 40Х и

40ХН. / И. И. Джевага, Г. М. Иващенко // В кн.: Сварка цветных металлов. Л.: ЛДНТП. – 1969. – С. 105 – 114.

23. Чернов В. В. Особенности сварки трением меди и ее сплавов со сталями / В. В. Чернов, Г. Г. Утлинский, Н. И. Щестопалов // в кн.: Вопросы механизации и автоматизации сварочного производства. Тула: ТПИ, – 1977. – С. 79 – 85.

24. Абрамович В. Р. Циклическая прочность сварных соединений меди и сплава МНЖ 5–1 со сталью ОХ18Н10Т / В. Р. Абрамович, В. Н. Захаров // Сварочное производство. – 1979. – №3. – С. 21–22.

25. Баранов А. В. Создание присадочных материалов и технологических процессов сварки и наплавки медных сплавов и разнородных металлов / А. В. Баранов, А. Е. Вайнерман, И. В. Чумакова // Вопросы материаловедения. – 2005. – №2(42). – С.148–162.

26. Чигарев В. В. Проблемы повышения качества сварки меди со сталью / В. В. Чигарев, В. А. Юлюев, П. А. Гавриш // Сварочное производство в машиностроении: перспективы развития: материалы I международной научно-технической конференции, 7–9 октября, 2009г. / Под общей редакцией Н.А. Макаренко.– Краматорск : ДГМА. – 2009. – С.34.

27. Кряжков В. М. Надежность и качество сельскохозяйственной техники / В. М. Кряжков. – М.: Агропромиздат, 1989. – 335 с.

28. Улучшение качества биметаллического соединения при наплавке под флюсом высокооловянной бронзы на сталь: материалы Міжнародна конференція «Современные технологии сварки» (15-17 червня 2015 р.) Київ, Іез ім. Е.О. Патона НАН України

29. Осинцев О.Е., Федоров В.Н. Медь и медные сплавы. Отечественные и зарубежные марки: Справочник. – М.: Машиностроение, 2004. – 336 с.

30. Илюшенко В.М., Лукьянченко Е.П. Сварка и наплавка меди и медных сплавов. – Киев: Международная ассоциация «Сварка», 2013. – 396 с.

31. Григоренко Г.М. К вопросу об образовании пор в сварных швах // Автомат.сварка. – 1970. – № 10. – С. 220–229.

32. Походня И.К. Газы в сварных швах. – М.: Машиностроение, 1972. – 256 с.

33. Походня И.К., Махненко В.И. О кинетике образования пор в сварных швах // Автомат. сварка. – 1971. – № 7. – С. 20–23.

34. Илюшенко В.М., Белов А.С., Кинович А.П. Эффективность наплавки медных сплавов на сталь расщепленным электродом // Наплавка. Опыт и эффективность применения. – Киев: ИЭС. им. Е.О. Патона, 1985. – С. 82–86.

35. Илюшенко В.М. Прогрессивные методы электродуговой наплавки медных сплавов на сталь // Сварка и наплавка тяжелых цветных металлов: Мат. I Всесоюз. семинара. – Киев: ИЭС им. Е.О. Патона АН УССР, 1978. – С. 30–32.

36. Новые сварочные материалы и технологические особенности сварки и наплавки изделий из медных сплавов и разнородных металлов / А.Е. Вайнерман, С.А. Пичужкин, С.П. Чернобаев и др. // Междунар. науч.-техн. конф. «Сварочные материалы – 2012». – С. 141–147.

37. Исследование особенностей и разработка технологий сварки медных сплавов со сталями и наплавки медных сплавов на сталь / В.В. рыбин, А.Е. Вайнерман, А.В. Баранов и др. // Вопр. материаловедения. – 2006. – № 1. – С. 220–229.

38. Вайнерман А.Е. Механизм межкристаллитного прожирования при наплавке медных сплавов на сталь // Там же. – 1981. – № 6. – С. 22–26.

39. Пат. 32173 UA МПК: B23K 35/40 Порошковий дріт для зварювання міді [Текст]/ О. Г. Гринь, О. В. Свиридов, В. М. Карпенко (Україна) Оpubліковано: 12.05.2008, 2ст. Режим доступу : <http://uapatents.com/2-32173-poroshkovijj-drit-dlya-zvaryuvannya-midi.html>

40. Савуляк В. І. Вплив заліковування тріщин мідними сплавами на міцність сталевих конструкцій [Текст] / В. І. Савуляк, Д. В. Бакалець // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012. – №4. – С.172–175.

41. Савуляк В. І. Поєднання зварювання та паяння для ремонту рам транспортних засобів / В. І. Савуляк, С. А. Заболотний, Д. В. Бакалець // Проблеми трибології. – 2014. – №3(73). – С.17–21.

42. Савуляк В. І. Оцінка прочності соединений, полученных сваркой с сопутствующей пайкой [Текст] / В. І. Савуляк, С. А. Заболотный, Д. В. Бакалець // Автоматическая сварка. – 2015. – № 7(743). – С. 36–41.

43. Савуляк В. І. Поєднання процесів зварювання і високотемпературного паяння для виготовлення та ремонту металоконструкцій [Текст] / В. І. Савуляк, Д. В. Бакалець, В. М. Тарасюк // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії : збірник наукових праць. – Краматорськ : ДДМА, 2016. – № 2(38). – С. 215–220.

44. Ратушняк О.Г. Менеджмент та маркетинг. Навчальний посібник [Текст] / О.Г Ратушняк, Н. М. Тарасюк. – Вінниця ВНТУ 2018р – 120с.

45. Кобилянський О. В. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» в дипломних проектах і роботах студентів електротехнічних спеціальностей / О. В. Кобилянський, О. П. Терещенко. – Вінниця: ВНТУ, 2004. – 45 с.

ВНТУ Матеріалознавство

ДОДАТКИ

Додаток А

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

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на магістерську кваліфікаційну роботу
ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ
РУНДБУКСИ ПНЕВМОМОЛОТА
08 – 27. МКР.003.00.000 ТЗ

Керівник: доцент каф. ГМ
_____ Д.В. Бакалець
Виконав: ст.гр. 13В-18м
_____ В.М. Макієнко

Вінниця 2019

Розробка технічного завдання на магістерську кваліфікаційну роботу

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

Підстава для розробки наказ ректора ВНТУ № 252 від «02» жовтня 2019 року.

1 Назва та об'єкт проектування

Назва: Підвищення якості відновлення робочих поверхонь ґрундбуksi пневмомолота

Умовне позначення: 98-27.МКР.003.00.000 ТЗ

Деталь « Ґрундбуksi пневмомолота » виготовляється із сталі 3 ДСТУ 2651:2005 і є ланкою по якій ковзає поршень пневмомолота.

Важкодоступних місць немає.

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

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

Можливе суміщення технологічних і вимірювальних баз при виконанні розмірів, що мають вказані допустимі відхилення, необхідність додаткових технологічних операцій для одержання заданої точності і шорсткості оброблених поверхонь.

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

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

Конструкція деталі в цілому технологічна. Деталь має хороші базові поверхні для виконання більшості операцій механічної обробки. Базування деталі виконується в центрах. Вказані на кресленні деталі якості точності механічної обробки відповідають параметрам шорсткості. Вони можуть бути забезпечені на верстатах з числовим програмним керуванням.

2 Мета, завдання, призначення та джерела розробки

Розробка технологічного процесу проводиться на основі завдання на магістерську кваліфікаційну роботу згідно наказу ректора ВНТУ №25 від 02.10.19 р., складеного у відповідності до вимог навчального плану підготовки магістрів у ВНТУ і затвердженого кафедрою ГМ.

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

Мета і завдання досліджень. підвищення якості відновлення робочих поверхонь ґрундбуksi пневмомолота шляхом наплавлення покриттів на мідній основі.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Провести якісний аналіз наукових джерел щодо розв'язання проблеми створення ефективних покриттів на мідній основі;
2. Дослідити можливість отримання біметалічних деталей шляхом наплавлення покриттів на основі міді на сталь;
3. Дослідити можливість збільшення ресурсу виготовленої деталі та провести дослідження структури та властивостей отриманих наплавлених покриттів;

4. Розробити технологічний процес наплавлення для підвищення якості відновлення робочих поверхонь ґрундбукси пневмомолота.
5. Провести економічне обґрунтування процесу відновлення та розрахувати економічний ефект від запровадження запропонованих технологій
6. Розробити комплекс заходів щодо покращення умов роботи та охорони праці під час відновлення робочих поверхонь ґрундбукси пневмомолота

Джерелами розробки є:

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

1. Савуляк В.І., Ремонт та відновлення деталей машин та апаратів. Методичні вказівки до виконання курсових проектів / В.І. Савуляк. - Вінниця: ВНТУ [Електронний ресурс], 2009.

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

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

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

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

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

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

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

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

3 Технічні вимоги та економічні показники

3.1 Вимоги до загальної структури і послідовності проектування

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

Стадії розробки та етапи робіт встановлені по ГОСТ 2.103-2013

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

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

3.2 Вихідні дані для технологічного проектування

Приймаємо наступні вихідні дані для технологічного проектування:

- річний обсяг ремонту ґрундбукси пневмомолота – 1500 шт,
- знос поверхонь, що відновлюються менше 0,15 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 ґрундбукси пневмомолота;
- розробка основної проектної задачі;
- технологічне проектування технологічного процесу;
- розробка обладнання та пристосування для технологічного процесу;
- охорона праці, навколишнього середовища та ЦО;
- економічна ефективність розробок.

5 Порядок контролю та приймання

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

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

ВНТУ Матеріалознавство

08-27.МКР.03.13.001

√ Ra 6,3

Передний промен

Ступінь №

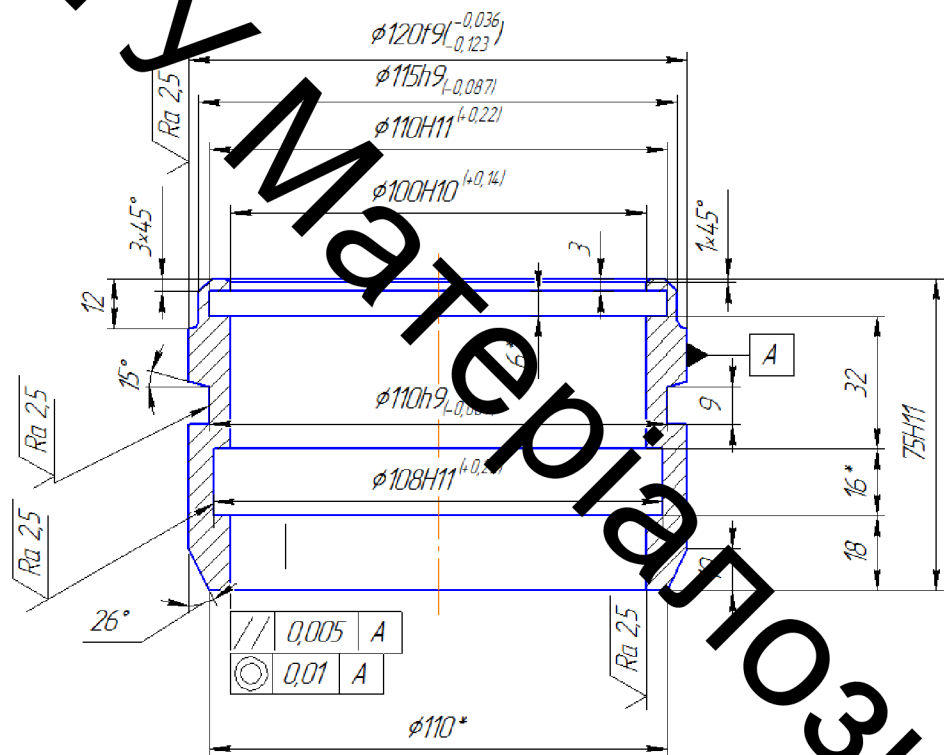
Лист і дата

Мас. № докум.

Взам. інв. №

Лист і дата

Мас. № листу



///	0,005	A
◎	0,01	A

1. "*" Розміри дані за відт.
2. H14, h14, $\frac{IT14}{2}$
3. HB-28-30

Лист	Маса	Масштаб
Лист	0,32	1:1
Лист	Листів	1
Лист	Листів	1

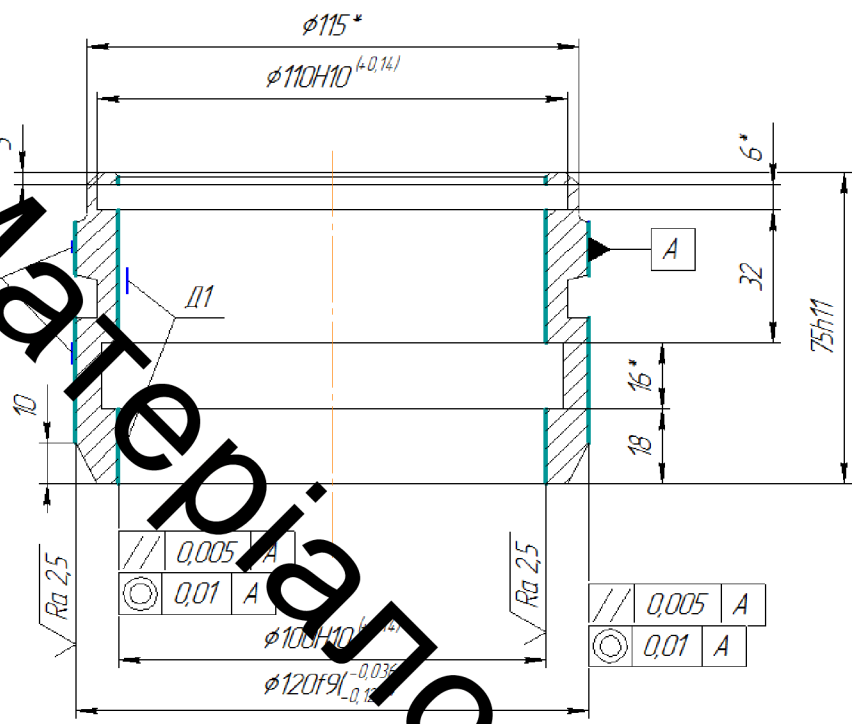
08-27.МКР.03.13.001		
Грунбукса		
СтЗ ДСТУ 2651:2008 3В-18М		
Лист	Маса	Масштаб
Лист	0,32	1:1
Лист	Листів	1
Лист	Листів	1

Копіював

Лист А3

08-27МКР.03.00.000.00 РК

√ Ra 6,3



Лист № 1
Стор. №
Лист и дата
Лист и дата
Лист и дата
Лист и дата
Лист и дата

№ дефекту	Найменування дефекту	Коефіцієнт подібності деталі		Основний спосіб усунення дефекту	Допустимі способи усунення дефекту
		Від загальної кількості деталей, що надійшли на дефектування	Від загальної кількості ремонтпридатних деталей		
1	Знос поверхні φ100H10 1мм	0,8	0,9	Плазмидим напленням	напленням мідним
2	Знос поверхні φ120f9 1мм	0,8	0,9	дротом марки ПТ-АН1	дротом марки МВЖКТ

- * - Розміри для довідки
- H14, h14, $\frac{IT14}{2}$
- HRC=28-30

Ізм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Розроб.	Мокієнко В.М.			
Проб.	Бакалець Д.В.			
Т.контр.				
Н.контр.	Бакалець Д.В.			
Утв.	Полещук Л.К.			

08-27МКР.03.00.000.00 РК

Група ДСТУ

Лист	Маса	Масштаб
	0,32	1:1
Лист	Листов	1

СтЗ ДСТУ 2654:2005 3В-18М

Копіювальні Формат А3

№ операції	Найменування операції та зміст переходів	Схема базування	Обладнання
1	2	3	4
005	<p>Мийна: Мити деталь розчином "МС-8"</p>		<p>Мийна машина 0М-4610</p>
010	<p>Дефектувальна: 1. Установити деталь 2. Виявити дефекти деталі зовнішнім оглядом 3. Виконати контрольні проміри</p>		<p>Контрольний стіл, вимірвальний інструмент (штангель, циркуль, мікрометр, нутромір)</p>
015	<p>Токарна: Установ 1 1. Установити та закріпити деталь 2. Точити поверхню 1 до $\phi 108^{+0,05}_{-0,05}$ 3. Перестановити деталь 4. Точити поверхню 2 до $\phi 118^{+0,05}_{-0,05}$ 5. Зняти деталь</p>		<p>Токарний верстат 16К20Ф3 Різець розточний для наскрізних отворів, різець упорно-прохідний прабий</p>
020	<p>Напилювальна: Установ 1 1. Установити та закріпити деталь 2. Напилити поверхню 1 до $\phi 99,2^{+0,05}_{-0,05}$ Установ 2 3. Передстановити деталь 4. Напилити поверхню 2 до $\phi 120,5^{+0,05}_{-0,05}$ 5. зняти деталь</p>		<p>Установка для плазмодого напилення ЧПУ-3Д</p>
025	<p>Шліфувальна: Установ 1 1. Установити та закріпити деталь; 2. Шліфувати поверхню 1 до $\phi 100H10^{+0,16}_{-0,16}$ Установ 2 3. Передстановити деталь; 4. Шліфувати поверхню 2 до $\phi 120f9^{+0,03}_{-0,03}$ 5. Зняти деталь</p>		<p>Універсальний шліфувальний станок M-Grind 2050</p>
030	<p>Контрольна: 1. Установити деталь; 2. Виконати контрольні проміри поверхні 1 та 2 згідно ремонтного креслення 3. Зняти деталь.</p>		<p>Контрольний стіл, вимірвальний інструмент (штангель, циркуль, мікрометр, нутромір)</p>

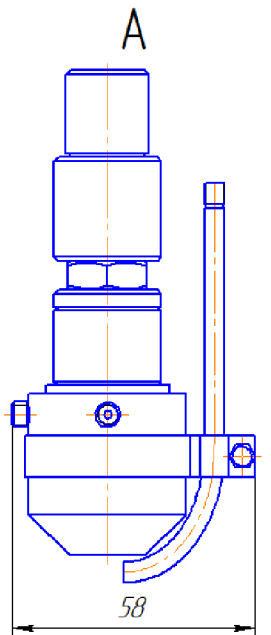
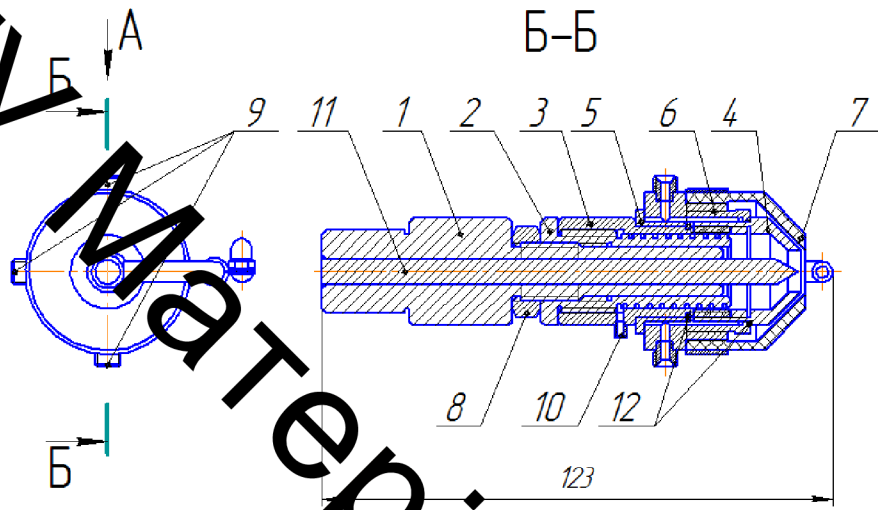
Лист 1 з 1
Лист 2 з 2
Лист 3 з 3
Лист 4 з 4
Лист 5 з 5
Лист 6 з 6
Лист 7 з 7
Лист 8 з 8
Лист 9 з 9
Лист 10 з 10
Лист 11 з 11
Лист 12 з 12
Лист 13 з 13
Лист 14 з 14
Лист 15 з 15
Лист 16 з 16
Лист 17 з 17
Лист 18 з 18
Лист 19 з 19
Лист 20 з 20
Лист 21 з 21
Лист 22 з 22
Лист 23 з 23
Лист 24 з 24
Лист 25 з 25
Лист 26 з 26
Лист 27 з 27
Лист 28 з 28
Лист 29 з 29
Лист 30 з 30
Лист 31 з 31
Лист 32 з 32
Лист 33 з 33
Лист 34 з 34
Лист 35 з 35
Лист 36 з 36
Лист 37 з 37
Лист 38 з 38
Лист 39 з 39
Лист 40 з 40
Лист 41 з 41
Лист 42 з 42
Лист 43 з 43
Лист 44 з 44
Лист 45 з 45
Лист 46 з 46
Лист 47 з 47
Лист 48 з 48
Лист 49 з 49
Лист 50 з 50
Лист 51 з 51
Лист 52 з 52
Лист 53 з 53
Лист 54 з 54
Лист 55 з 55
Лист 56 з 56
Лист 57 з 57
Лист 58 з 58
Лист 59 з 59
Лист 60 з 60
Лист 61 з 61
Лист 62 з 62
Лист 63 з 63
Лист 64 з 64
Лист 65 з 65
Лист 66 з 66
Лист 67 з 67
Лист 68 з 68
Лист 69 з 69
Лист 70 з 70
Лист 71 з 71
Лист 72 з 72
Лист 73 з 73
Лист 74 з 74
Лист 75 з 75
Лист 76 з 76
Лист 77 з 77
Лист 78 з 78
Лист 79 з 79
Лист 80 з 80
Лист 81 з 81
Лист 82 з 82
Лист 83 з 83
Лист 84 з 84
Лист 85 з 85
Лист 86 з 86
Лист 87 з 87
Лист 88 з 88
Лист 89 з 89
Лист 90 з 90
Лист 91 з 91
Лист 92 з 92
Лист 93 з 93
Лист 94 з 94
Лист 95 з 95
Лист 96 з 96
Лист 97 з 97
Лист 98 з 98
Лист 99 з 99
Лист 100 з 100

08-27.МКР.03.00.000.00			
№	Метр	Розроб	Лист
Розроб	Розроб	Розроб	Розроб
Вір	Вір	Вір	Вір
Масштаб	Масштаб	Масштаб	Масштаб
Маршрут віднавлення деталі			11
3В-18М			1

Перв. примен.		Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		<u>Документация</u>						
A3		08-27.МКР.003.10.000 СК			Напилювальний пристрій			
		<u>Деталі</u>						
Станд. №	A3	1	08-27.МКР.003.10.001	Анод плазмотрона		1		
	A3	2	08-27.МКР.003.10.002	Втулка для подачі іонізуючого газу		1		
	A3	3	08-27.МКР.003.10.003	Втулка перехідна		1		
	A3	4	08-27.МКР.003.10.004	Плазмотворююче сопло		1		
	A4	5	08-27.МКР.003.10.005	Втулка		1		
	A3	6	08-27.МКР.003.10.006	Втулка для подачі інертного газу		1		
	A4	7	08-27.МКР.003.10.007	Мундштук		1		
		<u>Стандартные изделия</u>						
Взам. інв. №		1	Гайка М14-6Н ГОСТ 15522-70		1			
		9	Штифт приварний 6-017 ГОСТ 16045-70		3			
		10	Штифт приварний 6-012 ГОСТ 16044-70		1			
		11	Електрозварювальний ГОСТ 23949-80		1			
		12	Кільце циліндричне ГОСТ 9833-73		2			
08-27.МКР.003.12.000								
Інв. № наділ	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Напилювальний пристрій		3В-18М
	Разраб.	Макієнко В.М						
	Проб.	Бакалець Д.В						
	Иконтр.	Бакалець Д.В						
Утв.	Поліщук Л.К							
Копирвал		Формат А4						

ВНТУ
Матеріалознавство

08-27.МКР.003.12.00 СК



Лист документа	Лист и дата	Лист и дата	Лист и дата
Сторона №	Вариант №	Вариант №	Вариант №
№	№	№	№

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Макиєнко В.М.		
Проб.		Бакалець Д.В.		
Т.контр.				
Н.контр.		Бакалець Д.В.		
Утв.		Полищук Л.К.		

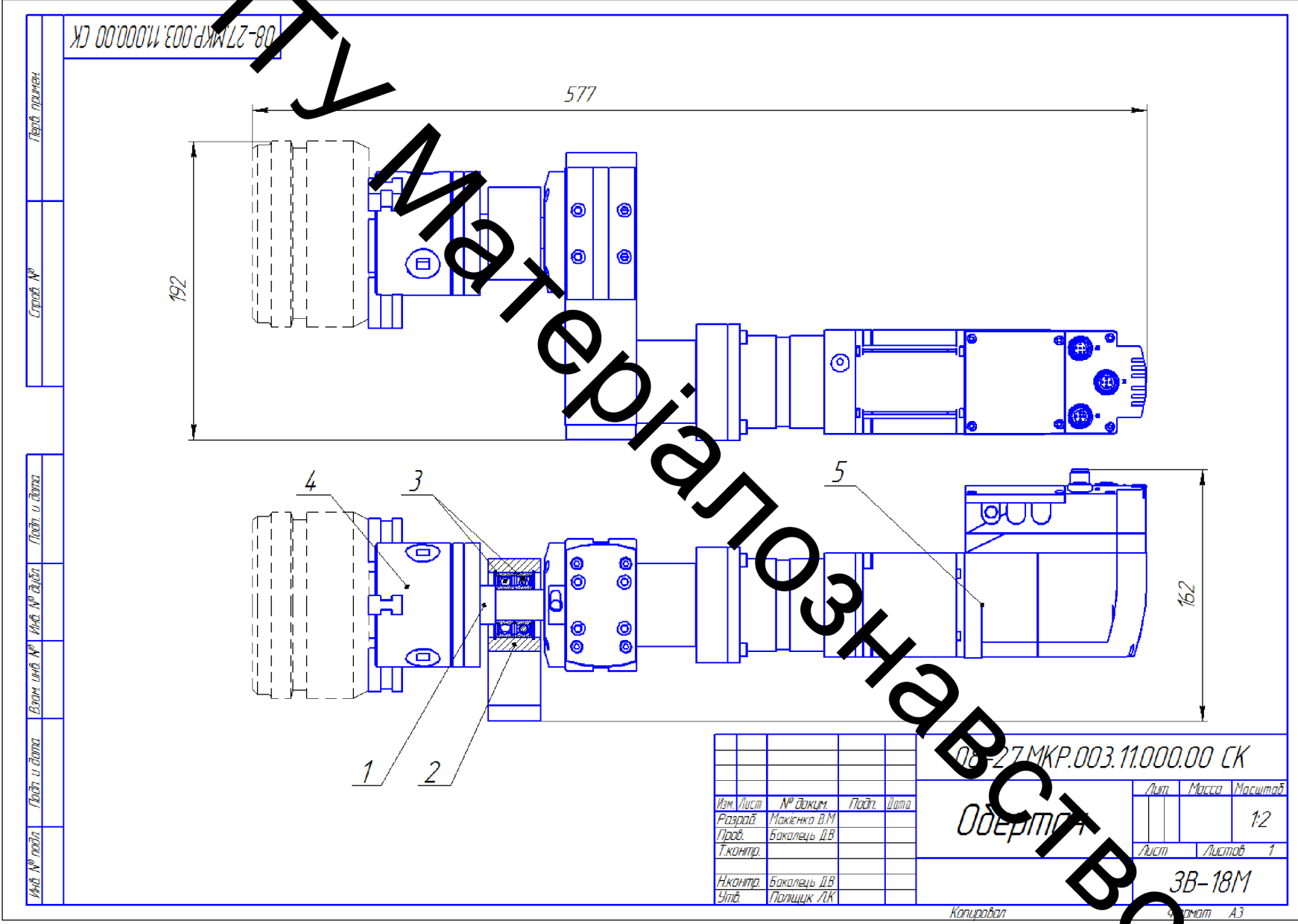
08-27.МКР.003.12.00 СК		
Направляющий пристрій	Лист	Листов 1
0,5	1:1	1
3В-18М		

Копирован черт. А3

ВНТК Матеріалознавство

Перв. примен.		Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		<u>Документация</u>						
		A3			08-27.МКР.003.11.000.00 СК	Обертач	1	
Станд. №		<u>Детали</u>						
		A4	1		08-27.МКР.003.11.000.01	Вал	1	
		A4	2		08-27.МКР.003.11.000.02	Корпус підшипників	1	
		<u>Стандартные изделия</u>						
			3			Підшипник 60204 ГОСТ 7242-81	2	
			4			Патрон трицикловий 7100-0001 ГОСТ 2675-80	1	
			5			Серводвигун EMCA-EC-67-M-1TE-CO	1	
Подп. и дата								
Инд. № дубл.								
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инд. № подл.						08-27.МКР.003.11.000.00		
Изм. Лист		№ докум.		Подп.		Дата		
Разраб.		Макієнко В.М						
Проб.		Бакалець Д.В						
Исполн.		Бакалець Д.В						
Утв.		Поліщук Л.К						
		Обертач					ЗВ-18М	
		Копировал					Формат А4	

ВНТУ
Матеріалознавство



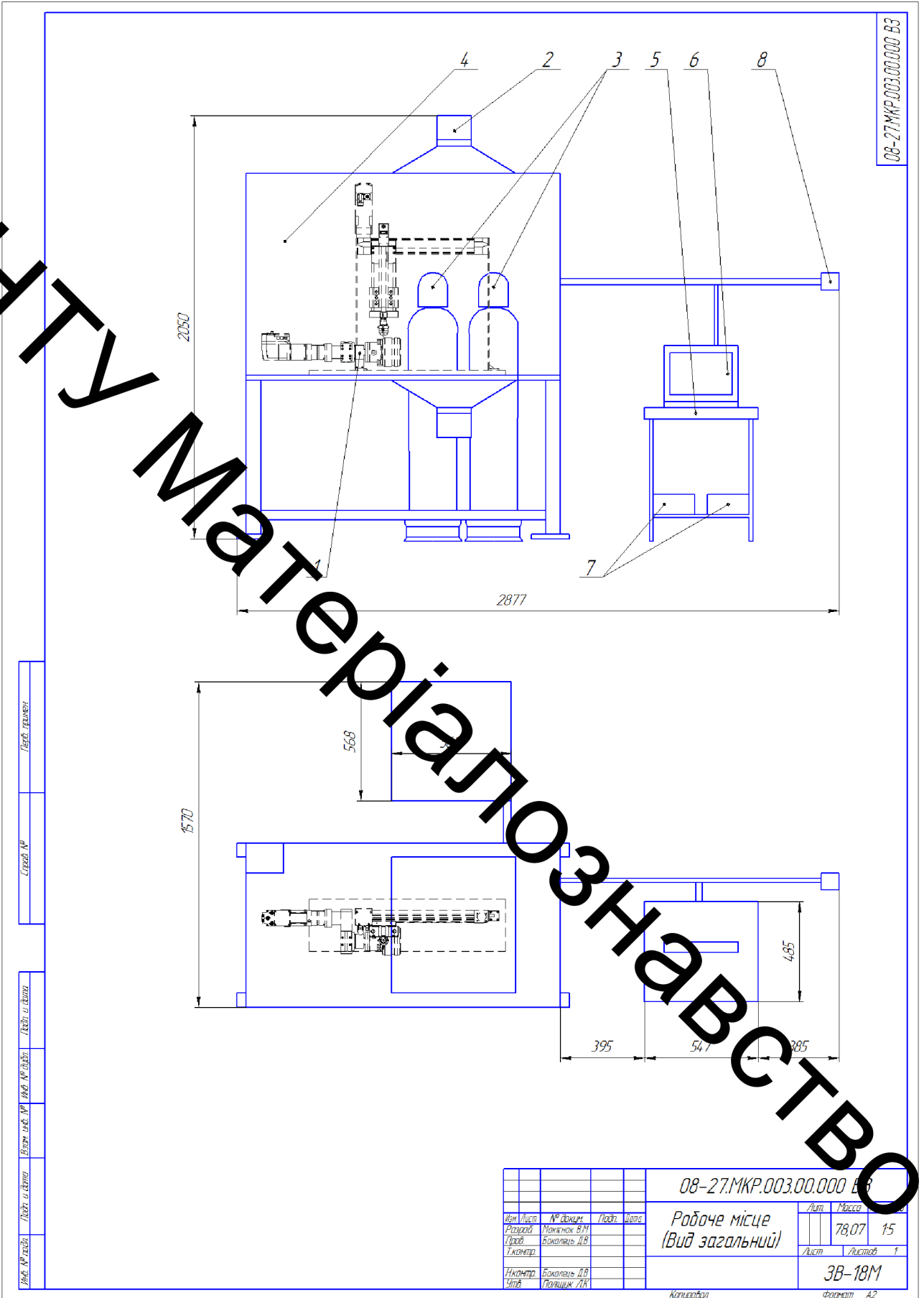
ВНТКУ Матеріалознавство

Перв. примен.		Формат	Зона	Паз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						<u>Документация</u>		
					08-27.МКР.003.00.000 ВЗ	Вид загальний		
						<u>Сборочные единицы</u>		
Станд. №		1			08-27.МКР.003.10.001	Станок з ЧПК	1	
		2			08-27.МКР.003.20.002	Витяжна вентиляція	1	
		3			08-27.МКР.003.30.003	Балон	2	
		4			08-27.МКР.003.40.004	Захисний бокс	1	
						<u>Стандартные изделия</u>		
		5				Комп'ютер	1	
		6				Стіл	1	
		7				Контролер СМMS-ST-С8-7-62	2	
		8				Блок підготовки повітря	1	
Подп. и дата								
Инд. № докл.								
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
					08-27.МКР.003.00.000			
Инд. № подл.	Изм.	Лист	№ докum.	Подп.	Дата			
	Разраб.		Макієнко В.М			Лист	Лист	Лист
	Проб.		Бакалець Д.В			1		
	Исконтр.		Бакалець Д.В			38-18M		
Утв.		Поліщук Л.К			Робоче місце			

Копировал

Формат А4

08-27.МКР.003.00.000 ВВ



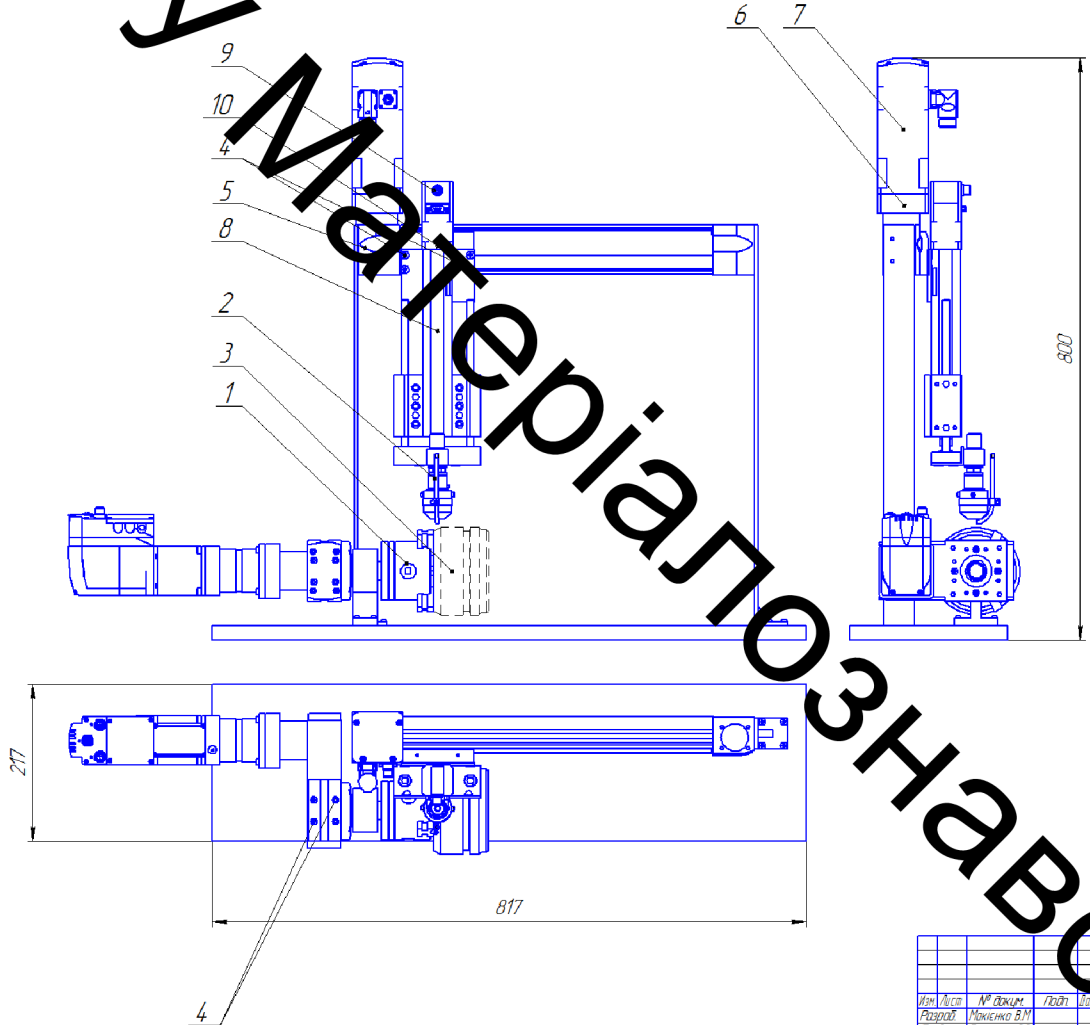
Лист № 1570
 Серія №
 Вартість №
 Лист № 1570
 Лист № 1570

				08-27.МКР.003.00.000 ВВ	
Ім'я Листа	№ Об'єкту	Лист	Дата	Лист	Маса
Розроб	Моканюк В.М.			78,07	15
Проек	Бончаренко Д.В.			Лист	Листів 1
Ілюстрація				3В-18М	
Інженер	Бончаренко Д.В.			Копіюваль	
Узгод.	Полещук Л.К.			Формат А2	

Формат		Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
<i>Документация</i>							
A2				08-27.МКР.03.10.000 СК	Станок з ЧПК		
<i>Сборочные единицы</i>							
Станд. №	A1	1	08-27.МКР.003.11.000	Обертач	1		
	A2	2	08-27.МКР.003.12.000	Напилювальний пристрій	1		
	A4	3	08-27.МКР.003.13.001	Грундбукса	1		
<i>Стандартные изделия</i>							
		4		Винт с цилиндрической головкой М6х12-ГОСТ Р ИСО 14579-2009	8		
		5		Лінійний привід ELGC-TB-KF-60-200	1		
		6		Осьовий набір EAMM-A-T42-57A	1		
		7		Двигун EMMS-ST-57-S-SE-G2	1		
		8		Консольний привід ERCO-16-8P-ST-E-KF	1		
		9		Двигун EMMS-AS-70-M-LS-RS	1		
		10		Осьовий набір EAMM-A-L38-60G	1		
Подп. и дата							
Инд. № дубл.							
Взам. инв. №							
Подп. и дата							
Инд. № подл.							
Изм. Лист							
Разраб.							
Проб.							
Исконтр.							
Утв.							
				08-27.МКР.003.10.000			
				Станок з ЧПК			
				3B-18M			
				Копировал			
				Формат A4			

БІЛКІМ МАТЕРІАЛ ОЗНАВСТВО

08-27.МКР.003.10.000 СК



Лист №	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист

08-27.МКР.003.10.000 СК									
Имя	Лист	№ документа	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Разработ		Мокеева В.М.							
Проект		Боканов В.В.							
Технический									
Исполнитель		Боканов В.В.							
Стор		Григорьев А.А.							
Лист 3							Листов 14		1
3В-18М							Листов 14		1
Копировать							Формат А2		

ВНТУ Матеріалознавство