

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра галузевого машинобудування

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ГРУНДБУКСИ ПНЕВМОМОЛОТА

Виконав: ст.гр ЗВ-18М
Макієнко В.М
Науковий керівник: к.т.н доц.
Бакалець Д.В

Вінниця – 2019

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

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 мінімально можливих режимах без проплавлення сталеві основи.

Грундбукса пневмомолота та вузол в якому вона працює

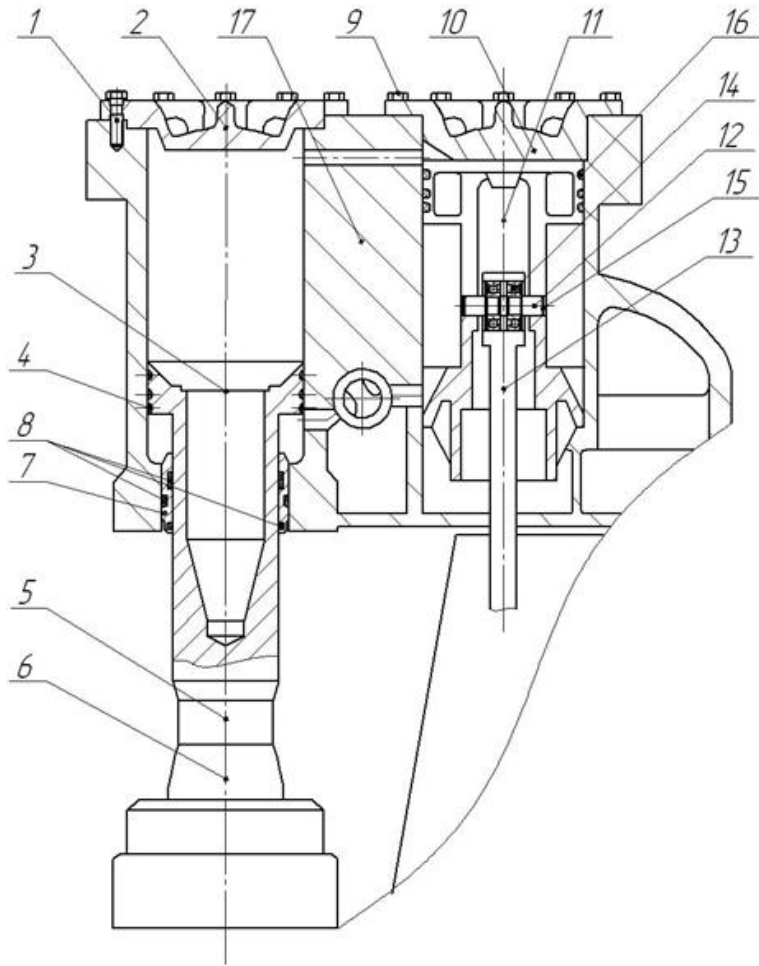


Рисунок 1 – Пневмолот



Рисунок 2 – 3D модель грундбукси пневмомолота

Фізико-хімічні властивості Cu та Fe близькі (будова кристалічної решітки, атомні радіуси і т. д.), що дає можливість отримання мідних сплавів із залізом (сталлю). 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.

Матеріал зварювального дроту	Марка
Мідь	М1; М1р; М2р; МСр1
Сплав - нікелевий	МНЖКТ5 -1-0,2-0,2; МНЖ5-1
бронза безолов'яна	БрКМц3-1; БрАМц9-2; БРХ0,7; БрХНТ; БрНЦр; БрАЖМц1 0-3-1,5
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

Таблиця 1.1 – Хімічний склад ст.3

Вміст елементів в %						
Вуглець, С	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

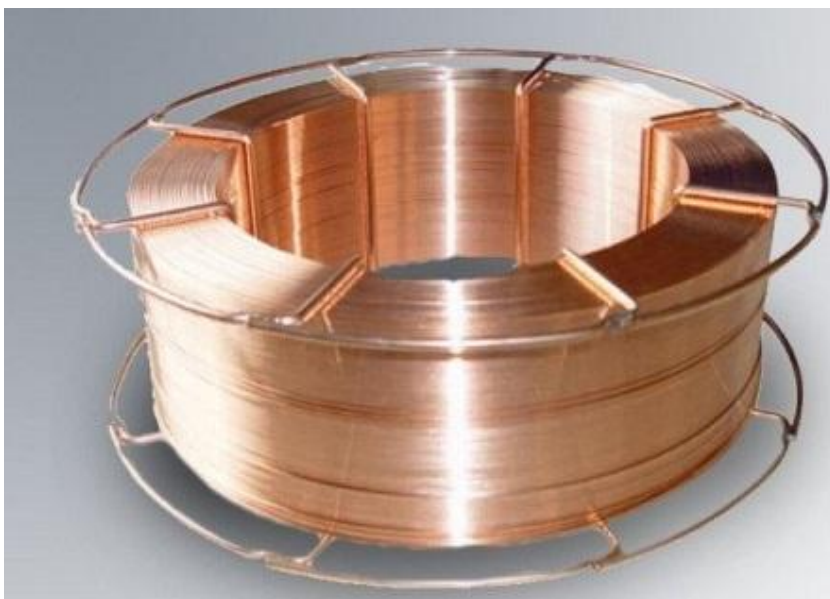


Рисунок 3 – Дріт мідний марки ERCuSi-A
(аналог БрКМц-3)

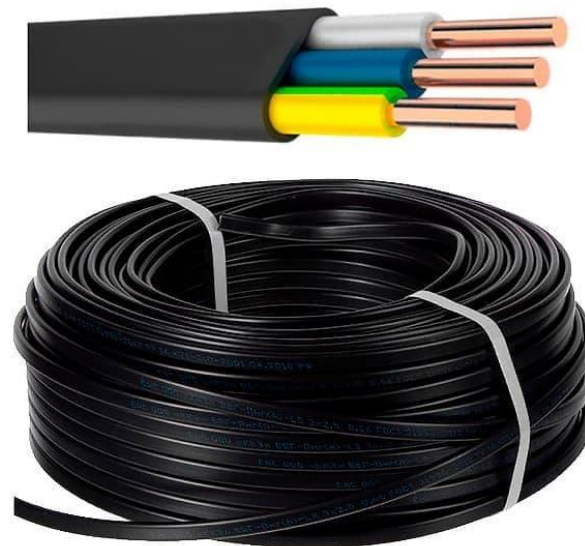


Рисунок 4 – Кабель ВВГнг 3х1.5
(мідний дріт марки М1)

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 05	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

Наплавка мідних покриттів проводилась трьома способами: неплавким електродом в середовищі аргону (рис 5. а), ручним способом (рис 5. б), покритим електродом, автоматичним в середовищі CO₂ і аргону (рис 5. в).



а)



б)



в)

Рисунок 5. – Обладнання яке використовувалось в ході виконання дослідження

Наплавлення неплавким електродом в середовищі аргону має свої переваги, які полягають в нормованому введенні кількості теплоти та присадкового матеріалу. Це дозволяє отримувати покриття малої товщини до 0,5-0,8 мм .

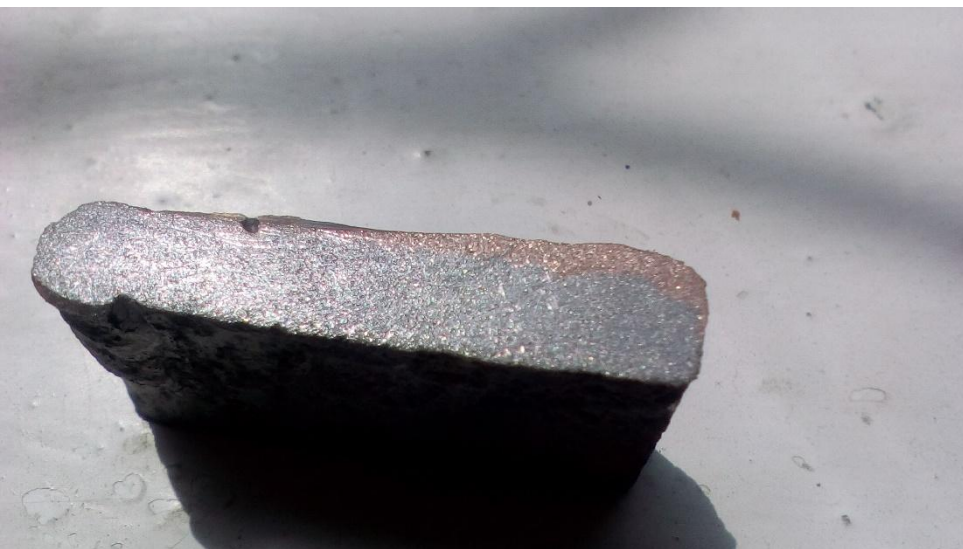


Рисунок 6 – Зріз наплавленого зразка за допомогою TIG



Рисунок 7 – Макрошліф зразка наплавленого 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. 8)



Рисунок 8 – Зразок після наплавлення мідним дротом

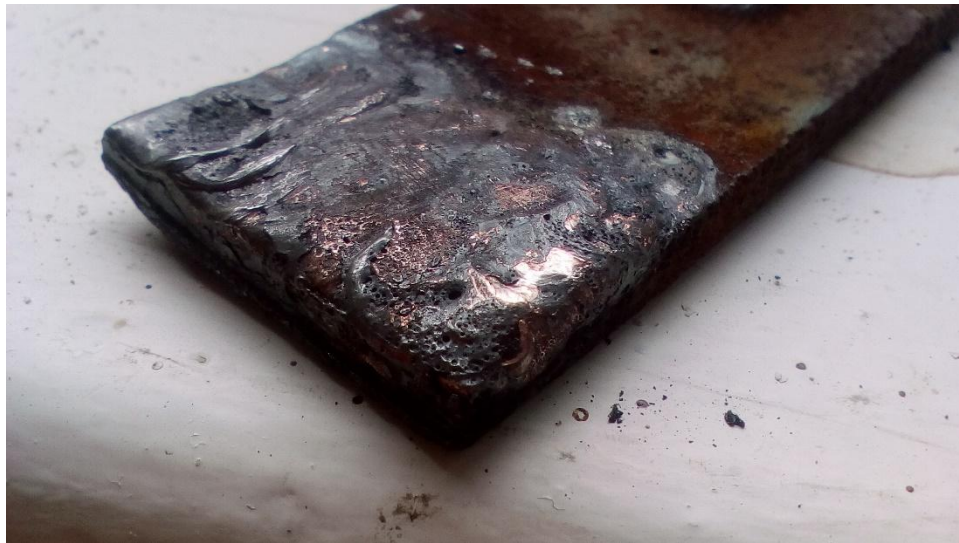


Рисунок 9 – Зразок після остигання наплавленого шару

Із збільшенням сили струму зростає глибина проплавлення основного металу, що призводить до перемішування міді із сталлю і погіршення якості отриманих покриттів (рис. 9).

Наплавлення покритим електродом за допомогою ручного дугового зварювання на малих струмах супроводжується значним пороутворенням за рахунок поганого захисту і формуванням високих нерівномірних валиків



Рисунок 10 – Зріз наплавленого зразка за допомогою РДЗ



Рисунок 11 – Мідний електрод

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



Рисунок 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

Із наплавлених зразків автоматичним способом в середовищі аргону були зроблені мікрошліфи, визначення мікроструктури яких проводилась за допомогою мікроскопу МИМ-8М. Зображення фіксувались за допомогою цифрової камери.



Рисунок 13 – Оптичний мікроскоп МИМ-8 та цифрова камера Sigeta UCMOS 5100

Мікроструктурний аналіз зони сплавлення між мідним покриттям і сталлю показав наявність чіткої границі без включень і несплавлень (рис. 14). У деяких випадках виявлено локальні пори та взаємопроникнення металу зварного шва і міді (рис. 15). Проте, таке перемішування локальне, не поширюється у глиб зварного шва і, тому, не впливає на механічні властивості з'єднання.



Рисунок 14 – Границя сплавлення основного металу з наплавленим

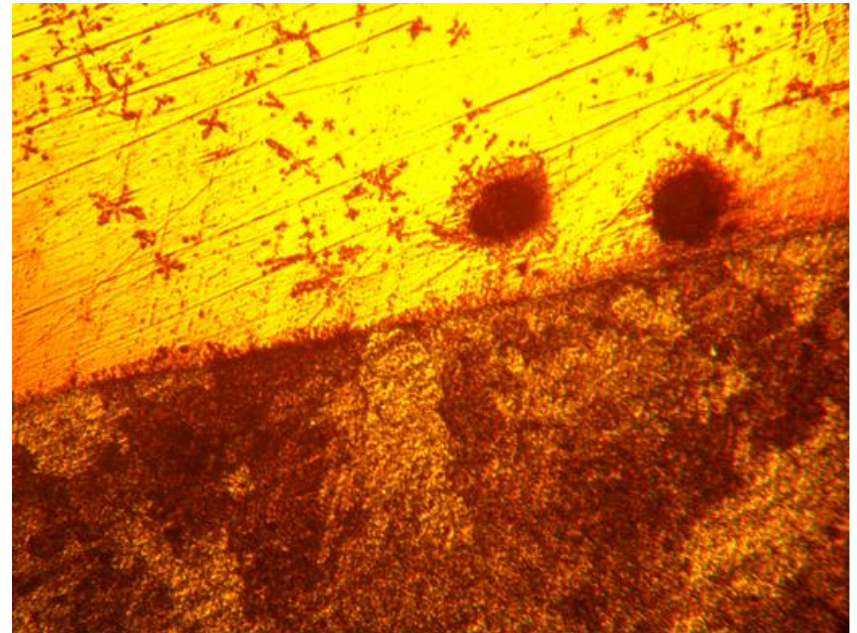
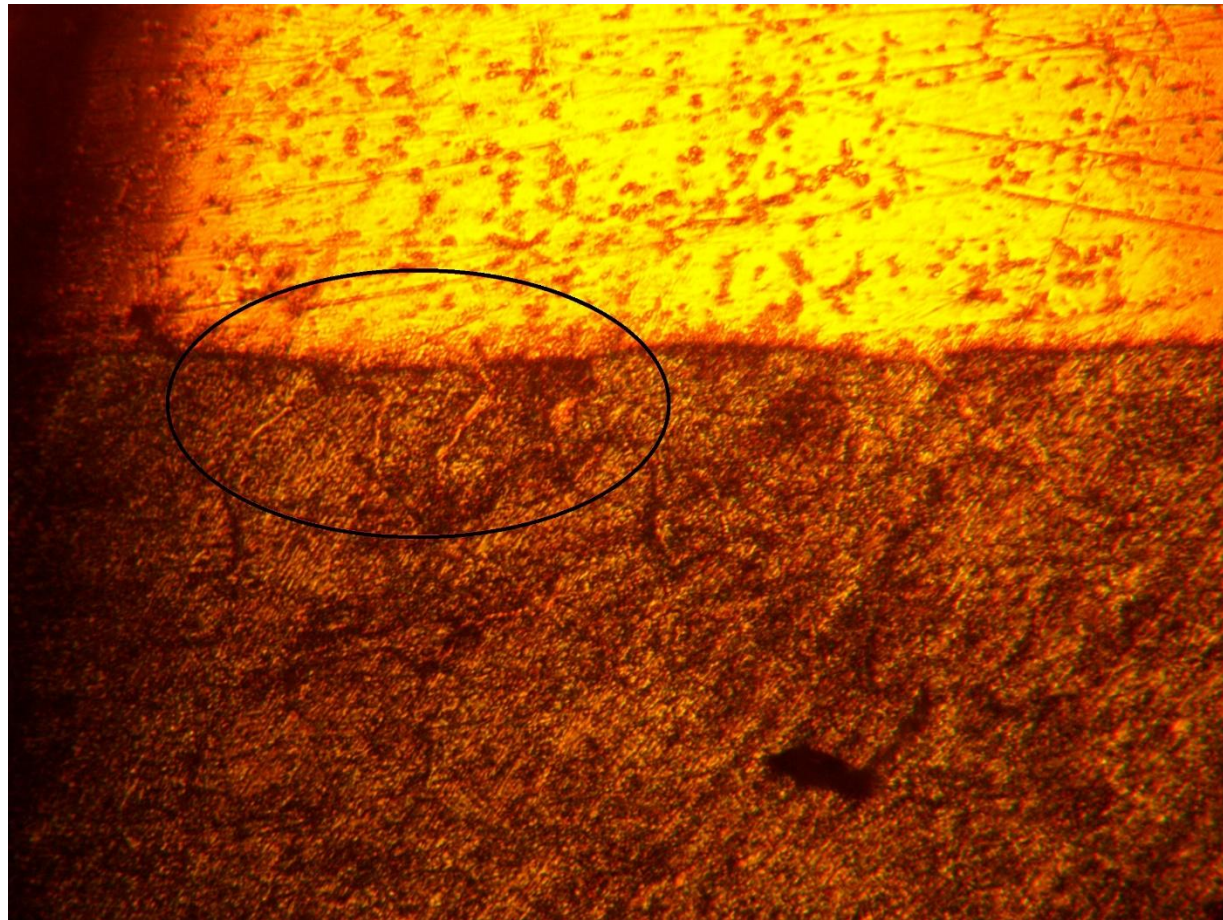


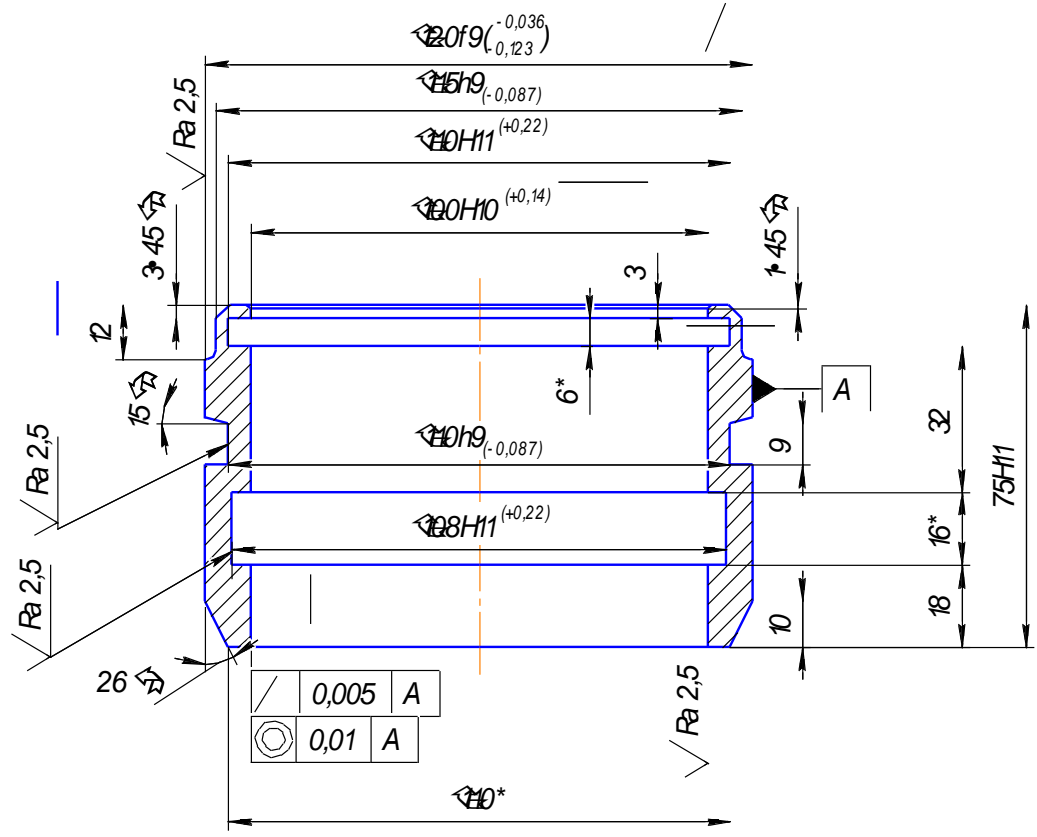
Рисунок 15 – Дефекти в наплавленному шарі

Під час наплавки мідне покриття за рахунок високої рідкотекучості та сил поверхневого натягу 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. 16).



На рисунку показано заповнені мідним сплавом тріщини у вигляді «клинів», що мали місце на дефектній поверхні відновлюваної деталі. Глибина залікованих тріщин сягає кількох міліметрів. Деякі вчені вважають таке проникнення рідкої міді негативним процесом однак переважна більшість говорять про збільшення міцності за рахунок адгезійного щеплення міддю пошкоджених ділянок

Рисунок 16 – Проникнення міді в мікротріщини основного металу



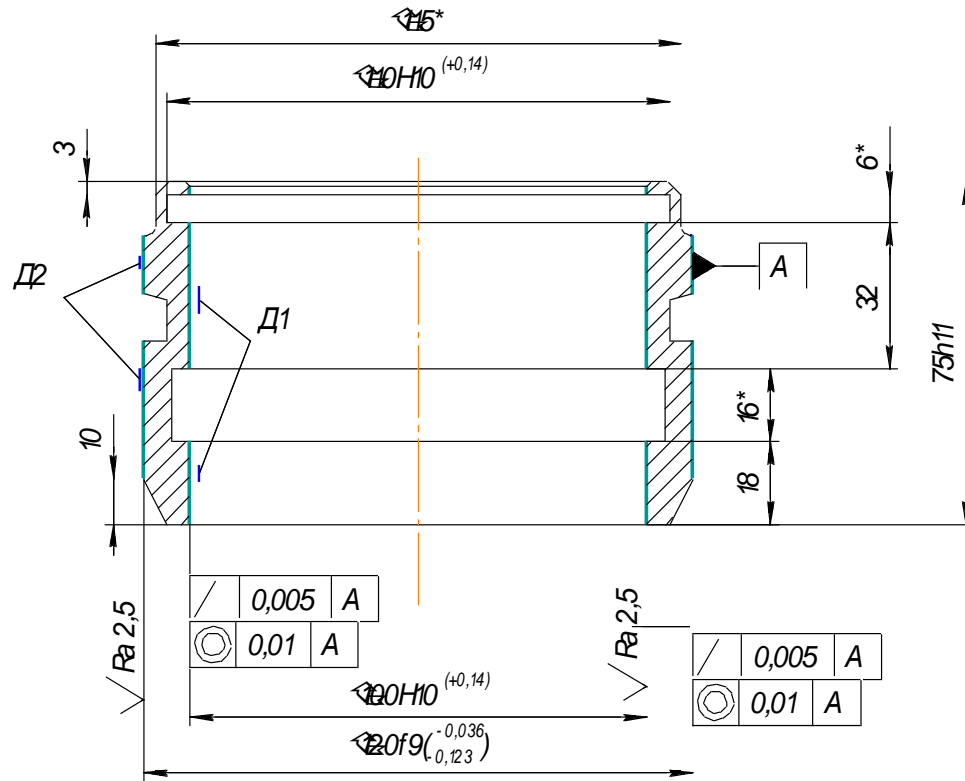
1. "*" Розміри для довідок
2. H14, h14, IT14
3. HB=28-30

Герб. примен.
Стрив. №
Годн. и дата
Взам. инв. № / Инв. № дубл.
Годн. и дата
Инв. № подл.

				08-27.МКР.03.13.001			
Изм. Лист	№ докум.	Годн.	Дата	Грундбукса	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Макієнко ВМ					0,32	1:1
Прое.	Бакалець ДВ				Лист	Листов	1
Т.контр.							
И.контр.	Бакалець ДВ			Отз ДСТУ 26512:2005		ЗВ- 18М	
Утв.	Голіщук ЛК						

Копировал

Формат А3



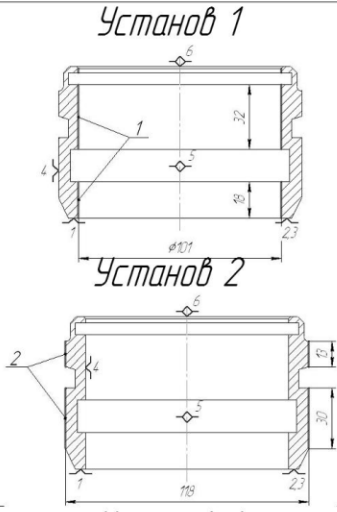
- * " Розміри для довідок
ІТ14
- Н14, h14, 2
- НRC-28-30

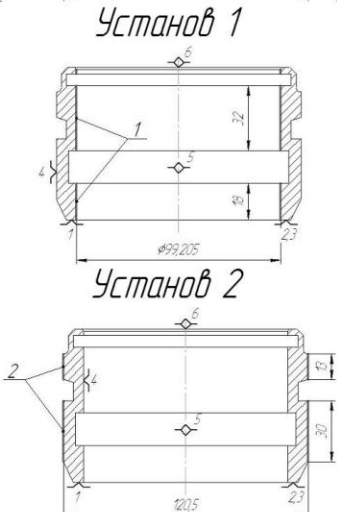
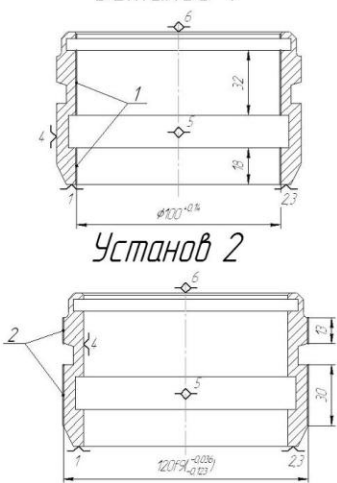
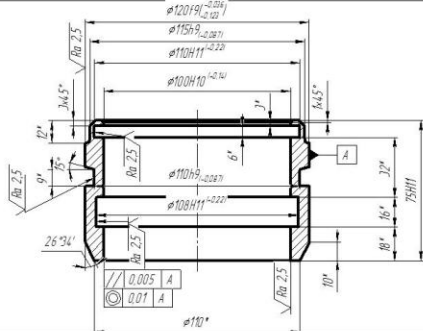
№ деф	Найменування дефекту	Коефіцієнт повторності деталі		Основний спосіб усунення дефекту	Допустимі способи усунення дефекту
		Від загальної кількості деталей, що надійшли на дефектування	Від загальної кількості ремонтпригодних деталей		
1.	Знос поверхні $\varnothing 10^{+0,14}$ 1мм	0.8	0.9	Плазмовим напленням	наплення мідним
2.	Знос поверхні $\varnothing 9^{(-0,036, 0,123)}$ 1мм	0.8	0.9	дротом марки ПТ-АН1	дротом марки М-ЖТ

				08-27.МКР.03.00.000.00 РК			
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Грундбукса	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Макієнко ВМ					0,32	1:1
Пров.	Бакалець ДВ				Лист	Листов 1	
Т.контр.				Отз ДСТУ 26512:2005 / ЗВ-18М			
Н.контр.	Бакалець ДВ						
Утв.	Голіщук ЛК						

Копировап

Формат А3

<i>№ Операції</i>	<i>Найменування операції та зміст переходів</i>	<i>Схема базування</i>	<i>Обладнання</i>
1	2	3	4
005	Мийна: 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, вимірвальний інструмент (штангельциркуль мікрометр, нутромір)
015	Токарна: Установ 1 1. Установити та закріпити деталь 2. Точити поверхню 1 до $\phi 101^{+0,5}_{-0,5}$; Установ 2 3. Перевстановити деталь 4. Точити поверхню 2 до $\phi 118^{+0,5}_{-0,5}$ 5. Зняти деталь	 <p>Установ 1</p> <p>Установ 2</p> <p>Установ 1</p>	Токарний верстат 16К20Ф3 Різець розточний для наскрізних отворів, різець упорно-прохідний правий
	Нармавання:		

<p>020</p>	<p>Напилювальна: Установ 1 1. Установити та закріпити деталь 2. Напилити поверхню 1 до $\phi 99.2(+0.5/-0.5)$ Установ 2 3. Перевстановити деталь 4. Напилити поверхню 2 до $\phi 120.5(+0.5/-0.5)$ 5. зняти деталь</p>	<p>Установ 1</p> 	<p>Установка для плазмового напилення УПУ-ЗД</p>
<p>025</p>	<p>Шліфувальна: Установ 1 1. Установити та закріпити деталь; 2. Шліфувати поверхню: 1 до $\phi 100H10(+0.14)$ Установ 2 3. Перевстановити деталь; 4. Шліфувати поверхню 2 до $\phi 120f9(-0.036/-0.123)$ 5. Зняти деталь</p>	<p>Установ 1</p> 	<p>Універсальний шліфувальний станок M-Grind 2050</p>
<p>030</p>	<p>Контрольна: 1. Установити деталь; 2. Виконати контрольні проміри поверхні 1 та 2 згідно ремонтного креслення 3. Зняти деталь.</p>		<p>Контрольний стіл, вимірний інструмент (штангель циркуль, мікрометр, нутромір)</p>

Розрахунок робочого місця з використанням обладнання фірми FESTO

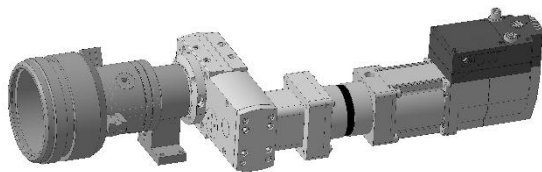


Рисунок 17 – 3D модель обертача

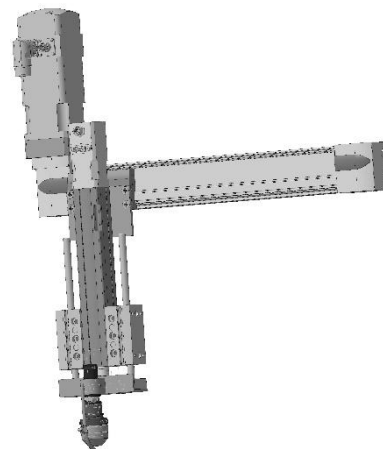


Рисунок 19 – 3D-модель механізму переміщення напилувального пристрою

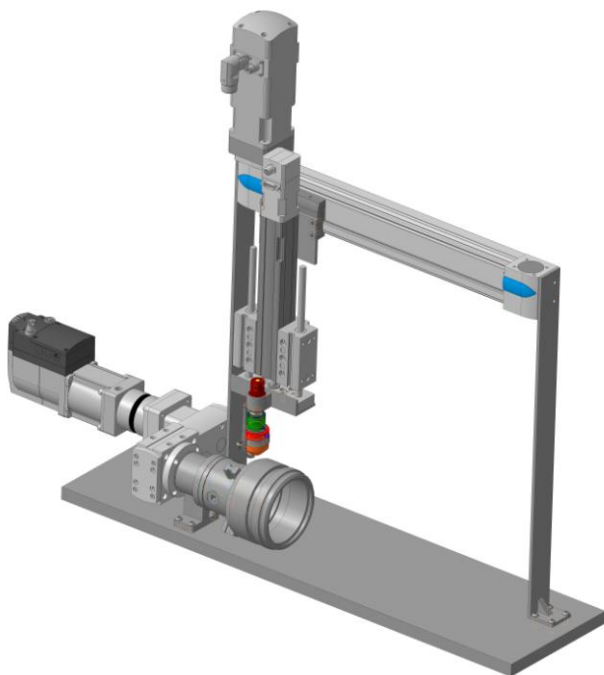
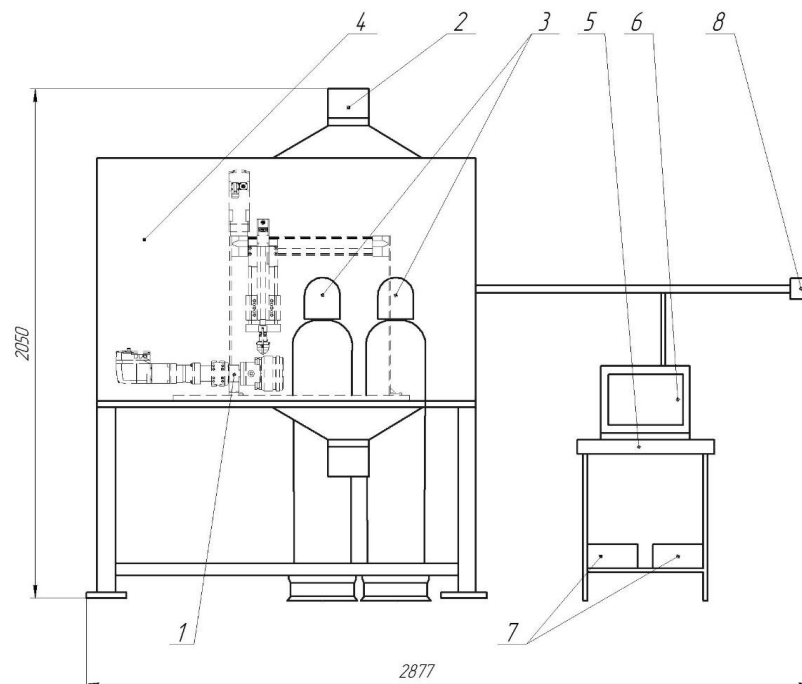


Рисунок 18 – 3D модель напилувального пристрою



ВИСНОВКИ

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

Огляд літературних джерел показав, що проблема отримання біметалічних деталей шляхом наплавлення на метал (сталь) 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 затратені 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 формуванням високих нерівномірних валиків. При збільшенні струму відбувається перегрів і осипання електроду, тому цей спосіб для формування покриттів використовувати не доцільно.

5. Найкращі результати за якістю наплавленого 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 заліковування 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 впровадження технологічного процесу відновлення деталі «Грундбукса пневмомолота». Впровадження модернізованого технологічного процесу потребує від інвестора 14500 грн. капітальних вкладень. Прибуток за рік виробника складе 41336,85 грн. Термін окупності буде складати близько одного року.

Дякуємо за увагу!