



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Кафедра транспортних технологій і технічного сервісу

02-02-110

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт

з початкової дисципліни **“Технічний сервіс транспортних засобів”**

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня

за спеціальністю 275 “Транспортні технології

(на автомобільному транспорті)”

денної та заочної форм навчання

Рекомендовано

науково-методичною комісією зі
спеціальності

275 “Транспортні технології

(на автомобільному транспорті)”

Протокол № 1 від 12.09.2018 р.

Рівне – 2018

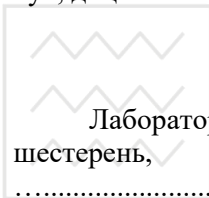


Методичні вказівки до лабораторних робіт з навчальної дисципліни “Технічний сервіс транспортних засобів” для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 275 “Транспортні технології (на автомобільному транспорті)” денної та заочної форм навчання. / Хітров І. О., Кристопчук М. Є. Рівне : НУВГП, 2018. 61 с.

Укладачі: Кристопчук М. Є., завідувач кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, канд. техн. наук, доцент;

Хітров І. О., доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, канд. техн. наук, доцент;

Відповідальний за випуск – М. Є. Кристопчук, завідувач кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, канд. техн. наук, доцент.



ЗМІСТ

Лабораторна робота № 1. Дефектування валів, шестерень, підшипників	3
Лабораторна робота № 2. Відновлення деталей наплавленням під шаром флюсу	12
Лабораторна робота № 3. Відновлення деталей електромеханічною обробкою	24
Лабораторна робота № 4. Відновлення деталей методом пластичного деформування	33
Лабораторна робота № 5. Відновлення деталей електrolітичним хромуванням	44
Лабораторна робота № 6. Відновлення деталей газополуменим напиленням порошків	53
Література	62



Національний університет
водного господарства
та природокористування

© І. О. Хітров, М. Є. Кристопчук, 2018
© НУВГП, 2018



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Лабораторна робота № 1 Дефектування валів, шестерень, підшипників

Мета роботи. Закріплення і поглиблення знань, методів, засобів дефектування деталей, набуття практичних навичок у визначенні дефектів та їх поєднань, використання засобів контролю, технічних умов на дефектування деталей.

Обладнання, інструмент. Вал для дефектування, мікрометр, ролики калібровані, різьбові кільця, штангензубомір, міри кінцеві, нутромір індикаторний, пристрій для визначення радіального зазору, лупа, технічні умови на дефектування.

Зміст роботи.

1.1. Конструктивно-технологічні характеристики вала, шестерні, підшипників. Проміжний вал КПП виготовляється із сталі 35Г2, термооброблений до загальної твердості *HB 255-300*, на ділянці спряження з шестернями термооброблений СВЧ на глибину 3-6 мм до твердості *HRC 42-55*.

Основними конструктивними елементами вала є поверхні спряження з підшипниками, шліци для спряження з шестернями, різьба для кріплення підшипників, центрові отвори.

Точність розмірів шийок вала в межах 5-7 квалітетів, відхилення форми і розміщення відповідно не більше 0,01 і 0,02 мм.

Шестерня виготовлена з сталі 45Х, зуби термооброблені СВЧ до твердості *HRC 46-53*.

Основними конструктивними елементами шестерні є зуби великого і малого вінців, спряжувана поверхня отвору підшийка вала, шпоночний паз.

Точність розміру отвору під шийку вала – 6-7 квалітетів, точність розмірів зубів 7-го, 8-го ступенів точності відхилення форми і розмірів розміщення відповідно не більше 0,01 і 0,02 мм.

Основними конструктивними елементами підшипників кочення є зовнішнє і внутрішнє кільце, тіло кочення (кулька, ролик), сепаратор.

Підшипники виготовляються п'яти класів точності – 0, 6, 5, 4 і 2. Для відремонтованих підшипників встановлено три класи – НР, ОР і УР.

Точність підшипників визначається допустимими відхиленнями



по внутрішньому і зовнішньому діаметрах (d_m , D_m) за шириною кільця (B) і величиною радіального зазору (S_p).

Характеристики однорядних радіальних шарикопідшипників нульового класу точності наведено в табл. 1.1.

Оскільки кільця підшипників мають незначну товщину і відносно легко деформуються після збирання з валами і корпусами, їх придатність визначається середніми значеннями діаметрів:

$$D_m = \frac{D_{max} + D_{min}}{2}; \quad d_m = \frac{d_{max} + d_{min}}{2} \quad (1.1)$$

де D_{max} , D_{min} , d_{max} , d_{min} – найбільші і найменші діаметри зовнішнього і внутрішнього кільця, визначені вимірюванням.

1.2. Характер дефектів валів, шестерень, підшипників і способи їх усунення. Вали зазнають дії підвищених статичних і динамічних навантажень, які спричинюють напруження згину і кручення; шліци і шпонки працюють на змивання і зазнають дії тертя ковзання, що призводить до спрацювання поверхонь спряження. Усувають дефекти валів нарощенням поверхонь, а потім механічною обробкою до розмірів за кресленням. Прогин валів ліквідують правкою.

Шестерні, як і вали, навантажені статичними і динамічними силами. Зубчасті передачі працюють в умовах тертя ковзання і кочення, на робочих поверхнях зубів виникають значні контактні напруження і напруження згину. Робочі поверхні зубів можуть мати механічні пошкодження (тріщини, зломи, забойні) і спрацьовуються вони по товщині. Зуби із спрацюваннями за межами граничних з механічними пошкодженнями, як правило, не відновлюються.

Спрацювання поверхонь спряження з підшипниками, шліців і шпоночних пазів з шестернями нарощують і обробляють механічною обробкою до розмірів за кресленням. Шпоночні пази можна відновлювати і під ремонтні розміри.

Підшипники зазнають дії сили тертя, корегування, температури, вібрації, змінних по величині багаторазових контактних навантажень. У процесі роботи в підшипниках виникають спрацювання, механічні корозійні пошкодження тіл кочення, спрацювання поверхонь спряження, збільшуються зазори і нерівномірність обертання.



Вибраковують підшипники через збільшення зазорів (75%), спрацювання поверхонь спряження (21%). Пошкодження робочих поверхонь доріжок і тіл кочення зустрічаються в 11% підшипників, поломки деталей – у 9%.

Дефекти вала, шестерні, підшипників, технічні умови на їх дефектування наведено в табл. 1.1, 1.2, 1.3; схеми вимірювань параметрів вала, шестерні, підшипників – на рис. 1.1, 1.2, 1.3. Результати вимірювань розмірів вала, шестерні, підшипника подано в табл. 1.4, 1.5, 1.6.

1.3. Послідовність виконання роботи. 1. Ознайомитись з методичними вказівками виконання лабораторної роботи та зразком звіту про її виконання. Вивчити конструктивно-технологічну характеристику вала, шестерні, підшипників, умови їх роботи, вірогідні дефекти і способи їх усунення. Дані про вал, шестірню, підшипники записати в п.1 звіту.

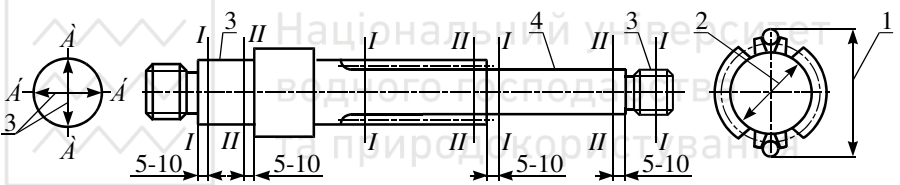
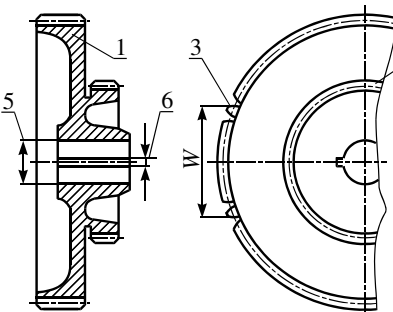


Рис. 1.1. Схема вимірювання параметрів вала

2. Підготувати вхідні дані для дефектування вала, шестерні, підшипників. Виготовити форму відомості дефектування. Використовуючи дані табл. 1.1, 1.2, 1.3, заповнити графи відомості дефектування. Дані про вал, шестерню, підшипник записати в п.2 звіту.



Накреслити схеми вимірювань спрацювання шліців вала і зубів шестерні (рис. 1.1, 1.2).

Виготовити форми таблиць вимірювань і розрахунків елементів вала, шестерні, підшипників (табл. 1.4, 1.5, 1.6).

3. Ознайомитись з організацією робочого місця для дефектування вала, розміщенням



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Рис. 1.2. Схема вимірювання
параметрів шестерні

обладнання та інструменту,
документацією і довідковою
інформацією.



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Дефекти вала, способи їх виявлення і усунення

Дефект	Спосіб виявлення дефекту. Вимірювальний інструмент	Розміри, мм			Спосіб усунення дефекту
		за креслення м	допустимі без ремонту в спряженні з деталями		
			яка працює вала	з новою	
Спрацювання бокових поверхонь шліців по товщині	Ролики діаметром 6 мм, мікрометр МЗ 75-1	$67,48_{-0,23}^{-0,03}$	67,12	66,90	Наплавити і обробити до розміру за кресленням
Спрацювання шліців по діаметру впадин	Мікрометр МК 75-2, ролики зі скосом кромки	$55,5_{-0,01}^{-0,03}$	54,33	55,27	Те саме
Спрацювання поверхні під підшипник	Мікрометр МК 75-1	$60,48_{-0,01}^{-0,03}$	-	60,0	Наплавити і обробити до розміру за кресленням.
Спрацювання поверхні під підшипник	Мікрометр МК 75-1	$55,5_{-0,01}^{-0,03}$	-	55,0	Наплавити і обробити до розміру за кресленням
Спрацювання різьби або зрив більш ніж двох ниток різьби	Зовнішній огляд. Різьбові кільця	M50×2h6	-	-	Нарізати різьбу ремонтного розміру. Наплавити і обробити до розміру за кресленням



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Таблиця 1.2

Дефекти шестерень, способи їх виявлення і усунення

Дефект	Спосіб виявлення дефекту. Вимірювальний інструмент	Розміри, мм			Спосіб усунення дефекту
		за кресленням	допустимі з деталями		
			яка працює вала	з новою	
Зломи, тріщини, викришування або шорсткість на робочій поверхні зуба	Зовнішній огляд	Не допускається			Замінити шестерню
Забоїни і задирки на робочих поверхнях	Зовнішній огляд	Не допускається			Ремонтувати механічною обробкою
Спрацювання зубів великого вінця ($z = 76$) шестерні по товщині	Мікрометр зубомірний МЗ 100-2 Штангензубомір ШЗ-18	$99,89_{-0,231}^{-0,126}$	99,0	99,0	Замінити шестерню Допускається наплавлення з наступною обробкою
Спрацювання зубів малого вінця ($z = 56$) шестерні по товщині	Мікрометр зубомірний МЗ 75-2 Штангензубомір ШЗ-18	$64,91_{-0,126}^{-0,051}$	64,0	64,0	Те саме
Спрацювання поверхні отвору під вал	Нутромір НИ 18-50	$45,0^{+0,025}$	45,06	45,04	Залізнити до розміру за кресленням
Спрацювання шпоночного паза шестерні	Міри кінцеві 3-НИ	$10,0^{+0,075}_{+0,020}$	10,13	10,13	Обробити паз до розміру $10,0^{+0,098}_{+0,040}$



Таблиця 1.3

Дефекти підшипників, способи їх виявлення і усунення

№ з/п	Дефект	Спосіб виявлення дефекту. Вимірювальний інструмент	Розміри, мм			Спосіб усунення дефекту	
			за кресленням	допустимі без ремонту в спряженні з деталями			
				яка працювала	з новою		
1	2	3	4			5	
1	Тріщини, викришування металів на кільцях і тілах кочення, кольори мінливості, лущення металів, відшарування, вибоїни і вм'ятини на сепараторі	Зовнішній огляд. Лупа ЛП-1-4	Не допускаються Допускаються: подряпини і риси на спряжуваних поверхнях кілець; вибоїни і вм'ятини на сепараторі, які не перешкоджають плавному обертанню кілець; матова поверхня бігових доріжок кілець і тіл кочення			Замінити підшипник	
2	Шум і заїдання при відносному обертанні кілець	випробування	Деренькуватий звук свідчить про зіпсованість підшипника. Зовнішнє кільце відносно внутрішнього повинно обертатися легко, без заїдань, зупинятися плавно, без ривків і стуків.			Замінити підшипник	
3	Спрацювання бігових доріжок і тіл кочення	Пристрій для визначення зазорів	Діаметр отвору внутрішнього кільця, мм	Зазор S_p , мкм найменший / найбільший допустимий		Величина зусилля, Н	Замінити підшипник



			18-30	10 / 24	70	50	
			30-40	12 / 26	80	100	
			40-50	12 / 29	90	100	
			50-65	13 / 33	100	150	
			65-80	14 / 34	110	150	
			80-100	16 / 40	120	150	

продовження табл. 1.3

1	2	3	4			5	
			Відхилення розмірів підшипників				
			Діаметр, внутрішнього і зовнішнього кільця, мм	Нижнє допустиме відхилення, мкм			
				d_m	D_m	B	
4	Спрацювання поверхні спряження зовнішнього і внутрішнього кільця	Мікрометри: МК 75-2, МК 100-2, МК 125-2, МК 150-2	18-30	-10/ +10	-9/ -18	-120/ -240	Замінити підшипник
5			30-50	-12/ +12	-11/ -22	-120/ -240	
			50-80	-15/ +15	-13/ -26	-150/ -300	
			80-120	-20/ +20	-15/ -30	-200/ -400	
			120-150	-25/ +25	-18/ -30	-250/ -500	

Вивчити обладнання для дефектування вала, правила користування інструментом. Підготувати вимірвальний інструмент.

Повторити правила техніки безпеки.

4. Визначити стан вала, шестерні, підшипників.

4.1. Згідно з рис. 1.1 виміряти спрацювання бокових поверхонь шліців по товщині і діаметру впадин (табл. 1.1, п.1, 2), спрацювання поверхонь спряження з підшипниками (табл. 1.1, п.3, 4). Зовнішнім оглядом і різьбовими кільцями визначити стан різьби. Результати замірів записати в звіт.



4.2. Порівняти стан і справжні розміри елементів вала з кресленнями, технічними умовами і для кожного елемента записати висновок («Без ремонту», «На ремонт», «Брак»). Якщо вал відправляють на ремонт, то вказують спосіб усунення дефекту.

4.3. Проконтролювати оснащення робочого місця для дефектування шестерні, підготувати вимірювальні інструменти.

4.4. Зовнішнім оглядом виявити зломи, тріщини, викришування, шорсткості, забоїни і задирки на робочих поверхнях зубів, робочих поверхнях шестерні (табл. 1.2, п. 1,2). Дані записати в звіт.

4.5. Згідно з рис. 1.2 виміряти довжину нормалі і товщину зуба на постійній хорді в трьох точках через 120° (табл. 1.2, п. 3, 4).

Визначити спрацювання поверхні отвору під шийку вала і ширину шпоночного паза в двох поясах (табл. 1.4, п. 5, 6).

Таблиця 1.4

Результати вимірювань шестерні

Пояс вимірювання	Елементи, мм							
	отвір під підшипник		шпоночний паз	точки вимірювання	зуби			
					великий вінець ($z = 76$)		малий вінець ($z = 56$)	
	А-А	Б-Б		W	S_c	W	S_c	
I-I				0°				
II-II				120°				
				240°				

Результати замірів записати в п. 4 звіту. Найменші значення параметрів зуба і найбільші діаметри отвору та ширину паза записати в графу 5 п. 2 звіту.

4.6. Порівняти стан і справжні розміри елементів шестерні з кресленнями, технічними умовами і для кожного елемента в графу 6 п. 2 звіту записати висновок («Без ремонту», «На ремонт», «Брак»). Якщо шестерню відправляють на ремонт, то вказують спосіб усунення дефекту.

4.7. Проконтролювати оснащення робочого місця для дефектування підшипників. Вивчити обладнання для дефектування підшипників, правила користування інструментом. Підготувати інструмент.



4.8. Зовнішнім оглядом і випробуванням виявити механічні пошкодження, шуми, заїдання при обертанні кілець (табл. 1.3, п. 1, 2), Результати записати в графу 5 п. 2 звіту.

4.9. Визначити спрацювання бігових доріжок і тіл кочення вимірюванням зазорів на пристрої (рис. 3) в трьох місцях через 120° (табл. 1.3 п. 3) Результат замірів записати в п. 4 звіту.

4.10. Виміряти ширину і діаметри зовнішнього і внутрішнього кілець підшипника (табл. 1.3 п. 4, 5) в трьох місцях через 120° і обчислити (п. 5 звіту) середні діаметри кілець за формулами

$$D_m = \frac{D_{max} + D_{min}}{2}; \quad d_m = \frac{d_{max} + d_{min}}{2}.$$

Результати замірів і розрахунків записати в п. 4 звіту.

4.11. Порівняти стан і справжні розміри елементів підшипника з технічними умовами на дефектування підшипників і для кожного елемента в графі 6 п. 2 звіту записати висновок («Без ремонту», «На ремонт», «Брак»)

Результати вимірювань вала

Пояс вимірювання	Площина вимірювання	Елементи, мм			
		шийка		шліци	
I-I	A-A Б-Б	передня	задня	діаметр впадин	бокові поверхні
II-II	A-A Б-Б				

Таблиця 1.5

Результати вимірювань підшипника

Точки вимірів	Кільця, мм			Зазор, мкм	
	<i>D</i>	<i>d</i>	<i>B</i>	радіальний	осьовий
0°					
120°					
240°					
Середні					

Таблиця 1.6

5. Провести організаційно-технічне обслуговування робочих місць. Привести в початковий стан обладнання, інструмент, деталі,



документацію, протерти шматтям інструмент, деталі обладнання і поверхню стола. Здати робоче місце майстрові.

1.4. Контрольні запитання. 1. Які є конструктивні елементи вала, шестерні, підшипника та їх імовірні дефекти? 2. Як визначають спрацювання бокових поверхонь шліців і впадин шліців? 3. Які є механічні пошкодження робочих поверхонь шестерні? 4. Які методи використовують для визначення спрацювання робочих поверхонь зубів? 5. При яких дефектах підшипники вибраковують?





ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ РОБОТИ

Мета робіт. Навчитися проектувати і виконувати технологічні операції, пов'язані з відновленням деталей наплавленням, напиленням, електролітичним нарощуванням, пластичним деформуванням, електромеханічною обробкою.

Вивчити будову і набути практичних навичок роботи з обладнанням, оснащенням та інструментами для виконання цих операцій.

Лабораторна робота №2

Відновлення деталей наплавленням під шаром флюсу

Обладнання, інструмент. Установка для наплавлення в комплекті: наплавочна головка А-580М, зварювальний перетворювач ПСО-500, верстат для установки головки, верстат для кріплення котка, щит розподільний, зварювальний дріт, флюс, з'єднувальні кабелі, підтримуючий або опорний коток, молоток слюсарний, зубило слюсарне, плоскогубці комбіновані, набір ключів гайкових, штангенциркуль, щітка металева, щиток захисний, фартух, рукавиці.

Зміст роботи.

Механізація зварювально-наплавлювальних робіт забезпечує кращу продуктивність і якість робіт порівняно з ручним. Відповідно до ступеня механізації їх поділяють на автоматичні і напівавтоматичні способи.

Автоматичним називають наплавлення (зварювання), при якому механізовано процес подачі електродного дроту в зону горіння дуги і переміщення деталі відносно електродного дроту (наплавлювальної головки, пальника) або електродного дроту відносно деталі.

Напівавтоматичним називають наплавлення (зварювання), при якому механізовано процес подачі електродного дроту в зону горіння дуги, а переміщення деталі відносно електродного дроту проводять вручну.

2.1. Суть автоматичного наплавлення під шаром флюсу (див. рис. 2.1) полягає в наступному. Між деталлю 3 і електродним дротом 5, з'єднаними з полюсами джерела живлення, виникає електрична дуга 7. В зону горіння дуги подається флюс 4. Під дією високої



температури дуги відбувається плавлення металу деталі, електроду і частини флюсу. Плавлення флюсу супроводжується утворенням на поверхні еластичної оболонки 6, яка надійно захищає всю зону наплавлення від шкідливої дії повітря, запобігає розбризкуванню металу та утворенню пор. Внаслідок обертання деталі і віддалення від місця горіння дуги, наплавлений шар 2 охолоджується і формується під захисною шлаковою кіркою 1.

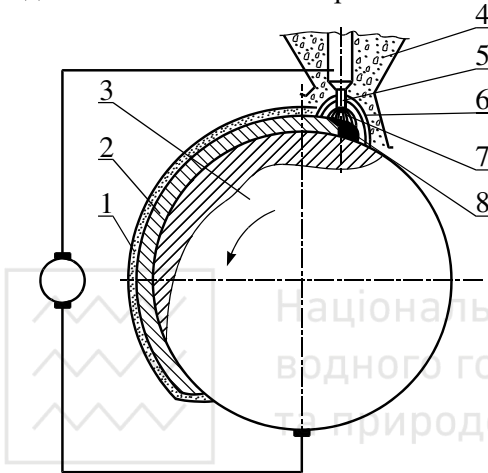


Рис. 2.1. Схема наплавлення під шаром флюсу:

- 1 – шлакова кірка;
- 2 – наплавлений шар;
- 3 – деталь;
- 4 – флюс;
- 5 – електродний дріт;
- 6 – еластична оболонка;
- 7 – електрична дуга;
- 8 – ванночка з розплавленим металом

2.2. Зварювальні та наплавлювальні матеріали і флюси.

Зварювальні і наплавлювальні дроти залежно від хімічного складу поділяють на три групи: низьковуглецеві, леговані та високолеговані. Низьковуглецеві зварювальні (Св-08, Св-08А, Св-08АА, Св-08ГА, Св-10Г2) і наплавлювальні (Нп-30, Нп-40) дроти містять до 0,12% вуглецю і призначені для зварювання та наплавлювання мало- і середньовуглецевих і деяких низьколегованих сталей.

Леговані зварювальні (Св-08Г2С, Св-08ХГСМФА та ін.) і наплавлювальні (Нп-10Г3, Нп-30Х та ін.) дроти містять до 6% легованих елементів. Їх застосовують для зварювання і наплавлення вуглецевих і легованих сталей.

Високолеговані зварювальні (Св-12Х13, Св-06Х19М9Т та ін.) і наплавлювальні (Нп-2Х14, Нп-45Х2В8 та ін.) дроти використовують для зварювання і наплавлювання нержавіючих, вогнетривких та інших спеціальних сталей.

Широко застосовують для наплавки деталей під шаром флюсу



порошкові дроти, що виготовляються на спеціальних верстатах методом волочення із сталльної маловуглецевої стрічки і порошку, який містить феросплави й графіт марок ПП-АН-125, ПП-У15, ПП-Х12М-0, ПП-2Г13А та ін.

Зварювальні флюси призначені для захисту зварювальної зони від повітря, легування шва, для забезпечення стійкого горіння дуги і формування наплавлюваного валька та інших функцій.

Розрізняють плавлені та неплавлені флюси. Плавлені флюси – штучні силікати. До недоліків цих флюсів відносяться відсутність у їх складі феросплавів, вільних металів, вуглецевих речовин, внаслідок чого обмежуються їх розкислювальні та легуючі властивості. Здебільшого в ремонтній практиці застосовують флюси АН-348А, АН-60, АН-20, ОСЦ-45, що забезпечують при використанні вуглецевих і низьколегованих електродних дротів високу якість наплавлених швів.

Неплавлені (керамічні) флюси складаються з газоподібних, шлакоутворюючих, розкислювальних, модифікованих, легованих з'єднувальних елементів і дають можливість легувати наплавлений шов у широких межах при використанні дешевих низьковуглецевих електродних дротів. Керамічні флюси менш міцні і більш гігроскопічні порівняно з плавленими.

Для наплавки деталей застосовують керамічні флюси АНК-18, АНК-19, АНК-30, ЖСН-1, які при напавленні маловуглецевим дротом забезпечують високу твердість і стійкість проти спрацювання напавленого металу.

Флюси-суміші виготовляють здебільшого із плавлених і керамічних флюсів або на основі плавлених флюсів з додаванням ферохрому, феромарганцю, графіту. Виготовляють флюси-суміші з властивостями легового флюсу, застосування якого дає можливість значно підвищити твердість і стійкість напавленого шару.

Лабораторна установка (рис. 2.2) складається з наплавочного автомату (головки) А-580М 5, зварювального перетворювача ПСО-500 1, верстата для кріплення головки 2, верстата для кріплення деталі 7, електричної шафи 3, котка 6, з'єднувальних кабелів 4.

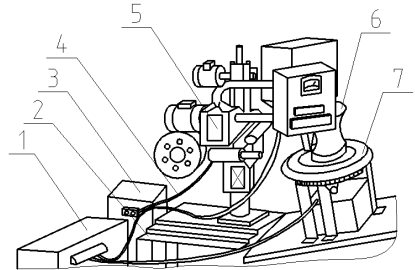
Наплавочна головка А-580М призначена для автоматичного напавлення електродним дротом деталей діаметром від 50 до 650 мм і характеризується такими параметрами: напруга живлення трифазної



мережі – 380 В; зварювальний струм при ПВ 65 % – до 600 А; струм – постійний; діаметр електродного дроту 1-3 мм; швидкість подачі електродного дроту – 49-109 м/год (17 ступенів); швидкість наплавлення – 12-40 м/год; вертикальний хід головки – 325 мм; швидкість вертикального переміщення головки – 0,25 м/хв; місткість бункера для флюсу – 12 дм³.



а)



б)

Рис. 2.2. Загальний вигляд (а) та схема установки для наплавлення під шаром флюсу:

- 1 – зварювальний перетворювач; 2 – верстат кріплення головки;
- 3 – електрична шафа; 4 – з'єднувальні та монтажні кабелі і проводи;
- 5 – наплавочна головка; 6 – деталь для наплавлення;
- 7 – верстат для кріплення деталі.

Зварювальний автомат складається з механізму подачі електродного дроту, підвіски, колони, механізму піднімання колони, мундштука, кронштейна з бункером для флюсу і пульта керування, шафи керування (окремий вузол), зварювальних і монтажних кабелів.

Механізм подачі дроту складається з електродвигуна, двоступеневого редуктора із змінними шестірнями для регулювання подачі електродного дроту, пари роликів – одного приводного і одного притискового.

Підвіска призначена для кріплення подаючого механізму і забезпечує установку мундштука з кутом нахилу ($\pm 30^\circ$) відносно вертикалі, закріплюється на гільзі.

Подача електродного дроту в зону зварювання здійснюється двома змінними мундштуками для дроту діаметром 1,0-1,8 мм і 2-3 мм, на яких розміщена клема для підключення струму для



зварювання.

Колона автомата жорстко кріпиться до верстата і є спрямовуючою для гільзи підвіски з механізмом подачі дроту, кронштейна з бункером і пультом керування. Переміщується гільза механізмом піднімання, який складається з електродвигуна, черв'ячного редуктора і ходового гвинта.

Безперебійна подача флюсу в зону горіння зварювальної дуги забезпечується бункером.

Керування автоматом здійснюється за допомогою пульта, на якому встановлено вольтметр, трикноповий блок для управління зварювальним ланцюгом і механізмом подачі електрода, дві пари кнопок – для вмикання і вимикання механізму піднімання і обертання деталі, перемикач зміни напрямку піднімання і обертання.

Апаратура живлення механізмів автомата і управління зварювальним ланцюгом розміщена в шафі керування, яка підключена до трифазної мережі 380 В.

Як джерело живлення зварювального ланцюга застосовують однопостовий моторо-генераторний перетворювач ПСО-500, який характеризується такими параметрами: тип генератора – ГС-500; номінальна напруга – 40 В; напруга холостого ходу – 55-90 В; номінальний струм при ПВ 65 % – 500 А; межі регулювання струму становлять 125-600 А; номінальна потужність електродвигуна – 28 кВт; частота обертання вала електродвигуна – 1450 об/хв; к.к.д. перетворювача – 59 %; коефіцієнт потужності – 0,9; маса – 540 кг.

Перетворювач складається із зварювального генератора постійного струму, трифазного короткозамкненого електродвигуна і пускорегулювальної апаратури. Якір генератора і ротор електродвигуна насаджені на загальний вал.

Зварювальний генератор із самозбудженням і живленням намагнічувальної обмотки від додаткової щітки і однієї з основних щіток має падаючу характеристику, що виникає при розмагнічуваній дії послідовної обмотки збудження.

Напруга генератора плавно регулюється реостатом, змінюючи струм в ланцюзі намагнічувальної обмотки збудження. Регулювальний реостат, встановлений на корпусі перетворювача, має покажчик – величини зварювального струму.

У лабораторній установці колона автомата закріплюється на



спеціальному верстаті з ручною поздовжньою подачею електрода відносно наплавленої поверхні по спрямовуючих полозках пристрою. Ходові котки кріплять на спеціальному верстаті, який складається з рами, механізму обертання деталі, пристрою для збирання флюсу.

Механізм обертання включає двоступеневий черв'ячний редуктор і відкриту зубчасту передачу із загальним передаточним числом $i = 6500$, приводиться в обертання електродвигуном трифазного струму.

2.3. Проектування технологічного процесу. Якість наплавленого металу, твердість і стійкість проти спрацювання залежать від марки електродного дроту, флюсу і режимів наплавлення.

Вибір електродного дроту і флюсу. Марку електродного дроту вибирають відповідно до хімічного складу металу наплавленої деталі, необхідної твердості і стійкості проти спрацювання. Якщо не потрібні велика твердість і стійкість, використовують дріт марок Св-08, Св-08А, Нп-30, Нп-40, а якщо потрібні велика твердість і стійкість, то використовують дріт марок Св-30ХГСА, Нп-80, Нп-10ГЗ, Нп-3Х13, Нп-30ХГСА та інші. Плавлені флюси АН-348А, АН-60, ОСЦ-45 використовують, коли не потрібні велика твердість і стійкість проти спрацювання. З цими флюсами використовують дроти марок Св-08, Нп-30, Св-18ХГСА, Нп-30ХГСА, Св-08Г2С, Нп-80 та інші.

Неплавлені флюси АНК-18, АНК-19 використовують при наплавленні деталей, робочі поверхні яких повинні мати підвищену твердість без термічної обробки. До таких деталей належать опорні і підтримуючі котки, напрямні колеса, колеса кранів, осі тракторів і екскаваторів, опорно-обертові круги тощо.

Флюси-суміші можна добути із суміші флюсів АН-384А і АНК-18, співвідношення яких залежить від властивостей наплавленого металу.

Діаметр електродного дроту вибирають залежно від товщини шару і діаметра деталі.

У режим наплавлення металу під флюсом входять параметри: сила і рід струму, напруга електричної дуги, швидкість наплавлення, швидкість подачі електродного дроту, крок наплавлення, зміщення електрода відносно zenіту, виліт електрода, обертальна швидкість деталі тощо.

Сила струму впливає на глибину проплавлення і продуктивність



процесу. Із збільшенням густини струму збільшується глибина проплавлення і зростає продуктивність, але погіршується формування наплавленого валика, збільшуються ймовірність проплавлення тонкостінних деталей і можливість їх деформації. Тому струм повинен бути мінімальним, але достатній для забезпечення стійкого горіння дуги. Сила струму вибирається залежно від діаметра наплавлюваної деталі або товщини стінки в місці наплавлення. Здебільшого наплавлення деталей проводять при постійному струмі зворотної полярності.

Напруга. Із збільшенням напруги збільшується довжина дуги. Це приводить до розширення шва при практично незмінній глибині проплавлення. Робочий діапазон напруг для наплавочних робіт становить 26-36 В.

Зварювальний струм $I_{зв}$ і напругу U джерела живлення вибирають за емпіричними формулами

$$I_{зв} = 40\sqrt[3]{D}, \text{ А} \quad (2.1)$$

$$U = 21 + 0,04 \cdot I_{зв}, \text{ В} \quad (2.2)$$

де D – діаметр деталі, мм.

Швидкість наплавлення визначає розміри і форму перерізу наплавочного валика. Із збільшенням швидкості до 20 м/год збільшується ширина валика, а глибина проплавлення зменшується за рахунок відносно більшої кількості розплавленого металу на одиницю довжини і його витіснення дугою на поверхню деталі. Збільшення швидкості з 20 м/год до 40 м/год супроводжується зменшенням ширини валика при практично незмінній глибині проплавлення. Подальше збільшення швидкості наплавлення зменшує глибину проплавлення і ширину валика.

Швидкість переміщення дуги, або швидкість наплавлення V_n , обумовлюється шириною і глибиною валиків і може бути вибрана за формулою

$$V_n = \frac{\alpha_n \cdot I_{зв}}{F \cdot \gamma \cdot 100}, \text{ м/год.} \quad (2.3)$$

де F – площа поперечного перерізу наплавленого валика, см²;
 γ – густина металу шва, г/см³.

Важливим показником, який характеризує питоме значення



швидкості наплавлення, служить коефіцієнт наплавлення α_n

$$\alpha_n = 2,3 + 0,065 \cdot \frac{I_{зв}}{d}, \text{ г/(А·год.)} \quad (2.4)$$

де d – діаметр електродного дроту, мм.

Швидкість подачі електродного дроту залежить від сили струму і напруги і знаходиться в межах 50-500 м/год. На практиці її вибирають пробним наплавленням за якістю шва.

Швидкість подачі електродного дроту V_e розраховується за формулою

$$V_e = \frac{4 \cdot \alpha_n \cdot I_{зв}}{\pi \cdot \gamma \cdot d^2}, \text{ м/год.} \quad (2.5)$$

Крок наплавлення встановлюють так, щоб наступний валик перекривав попередній на 1/3 його ширини.

Зміщення дроту від вертикалі в бік, протилежний обертанню деталі, поліпшує умови формування шва при наплавленні циліндричних поверхонь. Величина зміщення залежить від діаметра відновлюваної деталі і для деталей діаметром 40-70 мм становить від 3 до 8 мм, для 70-100 мм – від 8 до 15 мм, для 100-150 мм – 15-20 мм, для 150-200 мм – 20-30 мм, для діаметрів більш як 200 мм – 30-40 мм.

Крок наплавлення s_n визначається перекриттям валиків і приймають рівним

$$s_n = (2 - 2,5) \cdot d, \text{ мм} \quad (2.6)$$

Виліт електрода приймається залежно від діаметра дроту і потрібної глибини проплавлення. Збільшення вильоту приводить до зменшення глибини проплавлення. Здебільшого виліт електрода приймають в межах 15-30 мм.

Виліт електродного дроту H впливає на електричний опір мережі і приймають рівним

$$H = (10 - 15) \cdot d, \text{ мм} \quad (2.7)$$

Оскільки режими наплавлення по-різному впливають на якість наплавленого металу, їх здебільшого назначають комплексно. Рекомендації щодо вибору режимів наплавлення для головки А-580М наведено в табл. 2.1.



Таблиця 2.1

Режими наплавлення для головки А-580М

Діаметр деталі, мм	Швидкість наплавлення, м/год	Сила струму, А	Напруга дуги, В	Крок наплавлення, мм	Діаметр електродного дроту, мм	Товщина шару (на сторону), мм
50-60	16-24	140-150	26-28	3	1,6	1,5-2,0
67-75	16-28	170-180	26-28	3,5	1,6	1,8-2,5
80-100	16-32	180-200	28-30	4-5	2,0	2,5-3,5
150-200	16-36	220-250	30-32	5-6	2-3	3-5
250-300	16-36	250-280	30-32	6-7	2-3	3-5

Оскільки у верстата не передбачено регулювання обертів, кількість обертів шпинделя на лабораторній установці визначають відповідно до кінематичного ланцюга верстата кріплення котка за формулою

$$n_k = \frac{n_{ов}}{i_{заг}}, \quad (2.8)$$

де $n_{ов}$ – кількість обертів вала електродвигуна (відповідно до характеристики двигуна);

$i_{заг}$ – загальне передаточне число, $i_{заг} = i_{чр} \cdot i_{зн}$; $i_{чр}$ – передаточне число двоступеневого черв'ячного редуктора; $i_{зн}$ – передаточне число зубчастої передачі, $i_{заг} = 6500$.

Машинний час наплавлення однієї деталі

$$T_m = \frac{B \cdot i}{n \cdot S}, \quad (2.9)$$

де B – ширина наплавлювальної поверхні, визначається вимірюванням;

$i = t_p / t$ – кількість наплавлюваних шарів; t_p – розрахункова товщина наплавлюваного шару, мм;

t – товщина шару наплавлення на прийнятому режимі, мм;

S – крок наплавлення, мм.

Витрати електродного дроту на наплавлення

$$G_{др} = \frac{\pi}{4} \cdot d_{др}^2 \cdot v_{др} \cdot T_m \cdot \gamma. \quad (2.10)$$



2.4. Послідовність виконання роботи. 1. Ознайомитись з методичними вказівками щодо виконання лабораторної роботи, зразком звіту про її виконання.

З'ясувати суть відновлення деталей наплавлення під шаром флюсу. Ознайомитись з обладнанням для наплавлення під шаром флюсу, зв'язком властивостей наплавленого металу з матеріалами і режимами наплавлення, межами використання наплавлення під шаром флюсу під час ремонту меліоративних і будівельних машин.

2. Підготувати вхідні дані для виконання роботи. У п. 1 звіту описати оснащення робочого місця, призначення і головні параметри обладнання для наплавлення під шаром флюсу. Виготовити форму операційної карти наплавлення під шаром флюсу.

3. Ознайомитись з організацією робочого місця для наплавлення деталей під шаром флюсу, розміщенням обладнання, пристроїв, документації. Вивчити конструктивно-технологічну характеристику деталі, яка відновлюється.

Вивчити головні вузли і органи керування наплавочної головки, зварювального перетворювача, пристроїв для кріплення головки і деталі, паспортні характеристики обладнання і матеріалів для наплавлення. Повторити правила техніки безпеки роботи на установці.

Без дозволу установку не вмикати!

4. Установити величину спрацювання деталі Δ_p , обчислити товщину наплавлення:

$$t_p = \Delta_p + z, \quad (2.11)$$

де z – припуск на обробку деталі, мм (для точіння $z \geq 1$ мм).

Розрахунки товщини наплавлення і наступні розрахунки режиму наплавлення виконати в п. 2 звіту.

5. Розробити технологічний процес відновлення деталі. Ознайомитись з технічними вимогами до відновленої деталі. Підібрати марку і діаметр зварювального дроту і флюсу, обладнання, пристрої, інструмент. Вивчити спосіб базування і кріплення деталі для наплавлення. Скласти план операції з відновлення деталі.

Визначити режими наплавлення: силу струму I , напругу U , швидкість подачі електродного дроту v_{dp} , швидкість наплавлення v_n , частоту обертів котка n_k , крок наплавлення S , параметри установки дроту, зміщення мундштука і виліт електрода.

Визначені параметри v_{dp} і n_k .



Обчислити машинний час наплавлення деталі T_m і витрати електродного дроту $G_{др}$.

Розробку технології наплавлення подати в п. 2 звіту, результати розрахунків занести до операційної карти, п. 3 звіту.

6. Разом з майстром підготувати наплавочну установку до роботи. Заповнити бункер флюсом, закріпити котушку з електродним дротом, заправити дріт через подаючий механізм і мундштук, налагодити механізм подачі дроту на запроєктовану швидкість, користуючись даними табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Швидкість подачі дроту, кількість зубів шестерень

$V_{др}$, м/ГОД	49	57,4	66,5	76,6	87,3	99,5	113	128	144	163	184	208	263	286	306	352	408
z_1	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48
z_2	50	48	46	44	42	40	38	36	34	32	30	28	26	24	22	20	18

Ручним механізмом поздовжньої подачі верстата кріплення головки, механізмом вертикального переміщення автомата, пристроєм повороту мундштука, механізмом подачі дроту встановити виліт електродного дроту і орієнтувати його положенні відносно поверхні деталі. Перевірити полярність наплавлення («-» закріплюють на клемі мундштука).

7. Наплавити деталь. Переконайтесь у безпеці присутніх у приміщенні, з дозволу викладача запустити зварювальний перетворювач і у разі потреби відрегулювати силу струму. Кінець електродного дроту механізмом подачі дроту підвести до деталі, відкрити заслінку бункера з флюсом, сформувати флюсом зону захисту зварювальної дуги. Увімкнути привод обертання деталі і подачу струму у зварювальний ланцюг. У процесі наплавлення контролювати силу струму, напругу, подачу флюсу в зону зварювання, видалення шлакової кірки. Стежити за положенням початку зварювального шва відносно електродного дроту. Досягнувши початку шва, механізмом верстата кріплення головки змістити електрод на величину кроку наплавлення.

Закінчивши наплавлення деталі, вимкнути електродвигун механізму подачі дроту, подачу струму у зварювальний ланцюг,



перекриттям заслонки припинити подачу флюсу, вимкнути механізм обертання деталі, зварювальний перетворювач, подачу струму на розподільну шафу. Відкрити і зняти деталь з верстата.

8. Проконтролювати виконання наплавлювальної операції. На око визначити наявність раковин, тріщин, непроварів. Виміряти товщину напавленої поверхні деталі. Результати записати в п. 4 звіту.

9. Провести організаційно-технічне обслуговування робочого місця. Привести в початковий стан інструмент, деталь, документацію, прибрати верстат, обладнання. Здати робоче місце майстрові.

10. Захист результатів роботи.

2.5. Контрольні запитання. 1 У чому суть наплавлення під шаром флюсу? 2 З яких елементів складається установка для наплавлення під шаром флюсу? 3. Будова, робота, головні параметри наплавочного автомату. 4. Як розраховують товщину наплавлюваного металу на спрацьовану поверхню? 5. Як впливають режими наплавлення на якість наплавлення, глибину проплавлення основного металу, формування напавленого шва, стабільність горіння дуги? 6. Яка послідовність проектування технологічної операції наплавлення





Лабораторна робота № 3.

Відновлення деталей електромеханічною обробкою

Обладнання, інструмент. Установка для електромеханічної обробки в комплекті: знижувальний трансформатор, токарний верстат, електроконтактний пристрій, ізольована державка з набором твердосплавних пластин, силові кабелі, мікрометр, індикаторний нутромір, індикаторна головка із стоячком, набір еталонів шорсткості по сталі, ключі гайкові, захисні окуляри.

Зміст роботи.

3.1. Сутність електромеханічного відновлення і зміцнення деталей. Суть електромеханічної обробки полягає в тому, що через місце контакту інструменту з деталлю проходить струм великої сили і низької напруги. Це приводить до сильного локального нагрівання поверхні, чим спричинюється зниження міцності і твердості металу та полегшуються деформація і згладжування металу деталі під тиском інструменту в процесі обробки, а після закінчення обробки поверхневий шар зміцнюється.

Електромеханічна обробка (ЕМО) забезпечує достатню точність розмірів, необхідну шорсткість поверхні $Ra \geq 0,32$ мкм зі зміцненим поверхневим шаром металу і цим підвищує стійкість деталі проти спрацювання. У ремонтному виробництві ЕМО набула поширення при відновленні циліндричних поверхонь із спрацюванням не більше як 0,35 мм (опорні шийки валів, поверхні спряження деталей тощо), а також для зміцнення деталей після інших видів обробки.

Схема установки для ЕМО наведена на рис. 3.1. Деталь 5 закріплюється у патроні токарного верстата 4 і підпирається центром задньої бабки 6. Інструмент 7 закріплюється в різцетримачі верстата. Деталь та інструмент з'єднані з вторинною обмоткою 2 знижувального трансформатора через електроконтактний пристрій і клему державки.

Електроконтактний пристрій, токарний патрон з латунним кільцем і щіткотримач з мідно-графітними щітками, з кріпленням для клеми кабеля вторинної обмотки трансформатора закріплюється на напрямних станини верстата, ретельно ізолюється від верстата. Закріплена в державці пластина встановлюється у різцетримач так, щоб її середина розміщувалась по лінії центрів верстата.

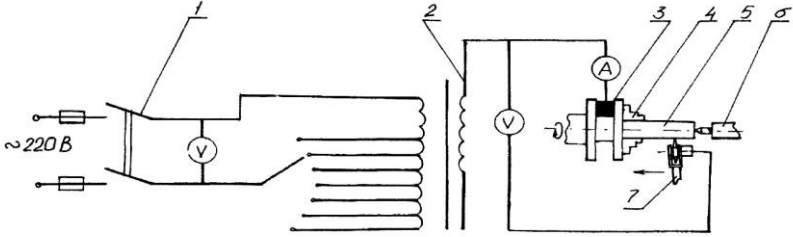


Рис. 3.1. Принципова схема електромеханічної обробки деталі на токарному верстаті:

1 – вимикач ; 2 – вторинна обмотка; 3 – струмопідвідний пристрій; 4 – патрон; 5 – деталь; 6 – задня бабка; 7 – тримач з робочим інструментом

Струм від мережі живлення 220В/380В подається на первинну обмотку трансформатора через магнітний пускач, який керується переносною кнопковою станцією. Із вторинної обмотки струм через електроконтактний пристрій і державку подається у зону контакту деталі та інструменту.

При проходженні струму великої сили і малої напруги в зоні контакту інструменту з деталлю поверхневий шар металу швидко нагрівається до температури 800-900°C. Під тиском інструменту 2 відбувається місцева деформація поверхні деталі D_2 у вигляді випнутих гребенів діаметром D_1 , поверхня набирає різеподібної форми (рис. 3.2).

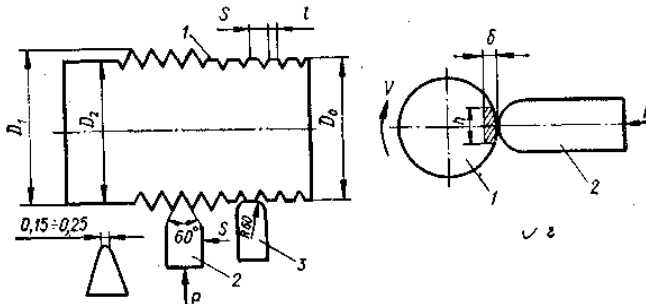


Рис. 3.2. Схема відновлення електромеханічною обробкою:

1 – деталь; 2, 3 – висаджувальний і згладжу вальний інструмент; D_2 – діаметр до висаджування; D_1 – діаметр після висаджування; D_0 – діаметр після згладжування; δ – глибина зміцнення.



Після заміни висаджувальної пластини 2 на згладжувальну 3 у зоні контакту нагрівається верхня поверхня гребенів і пластина 3 деформує поверхню гребенів до початкового розміру D_0 .

На рис. 3.3 показана схема утворення висадженої поверхні, з якої видно, що висаджений профіль може створюватися як за рахунок збільшення зусилля P , так і за рахунок повторних проходів. В міру збільшення зусилля метал, що контактує з роликком, піддається усе більшим пластичним деформаціям і видавлюється назовні уздовж контуру пластини, а остання, вдавлюючись в метал, утворює западину, яка збільшується у своїх розмірах. Таким чином, у міру збільшення зусилля, відстань між нерівностями, які обмежують виступ, зменшується. Метал, що знаходиться посередині виступів, майже не піддається деформаціям, що підтверджується його мікроструктурою і вимірами мікротвердості по перетині профілю. При утворенні профілю за рахунок повторних проходів з однаковим тиском відбувається аналогічне явище. При максимально висадженому для даної подачі профілі, нерівності виступів майже з'єднуються між собою.

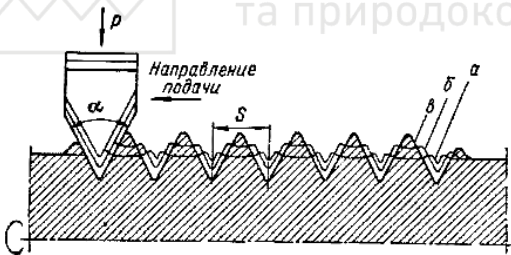


Рис. 3.3. Схема утворення висадженої поверхні:
а – профіль поверхні після першого проходу;
б – після другого проходу;
в – після t -го проходу

При ЕМО об'єм нагрітого металу незначний відносно об'єму деталі, що забезпечує велику швидкість охолодження за рахунок відведення теплоти в тіло деталі і загартування поверхневого шару. Це так зване електромеханічне загартування.

У лабораторній установці використовується інструмент у вигляді ізольованої державки з болтом і притискачем для кріплення змінних твёрдосплавних пластинок і різьбовим отвором для кріплення кабеля від вторинної обмотки трансформатора. Робоча поверхня інструменту спеціально заточена і виготовлена з твёрдосплавних пластинок із сплаву Т15К6.



Закріплена в державці пластина встановлюється у різцетримач так, щоб її середина розміщувалась по лінії центрів верстата.

Джерелом живлення є переобладнаний зварювальний трансформатор, вторинна обмотка якого складається з двох котушок по три витки в кожній, з'єднаних паралельно. Котушки виготовлені із шин, з просвердленими отворами для ступеневого регулювання сили струму, за рахунок зміни кількості витків вторинної обмотки. Безступеневе регулювання струму забезпечується переміщенням залізного осердя.

Трансформатор забезпечує напругу 1-5В і силу струму 300-1000А. Контролюються режими струму вольтметром і амперметром. Лабораторна установка змонтована на верстаті 1624М.

Розмір висадки ΔD металу при відновленні поверхонь електро-механічною обробкою визначають за формулою

$$\Delta D = \frac{S \cdot \Delta D_1 \cdot K_1}{S - 3,46 \cdot \Delta D_1}, \quad (3.1)$$

де ΔD_1 – збільшення діаметра після згладжування, мм;

S – подача інструменту при висадці, мм/об;

K_1 – коефіцієнт повноти профілю за середніх умов обробки,

$K_1 = 1,6$.

Характеристикою електромеханічного зміцнення є величина δ – глибина зміцненого шару. Природно, ЕМО не забезпечує суцільного контакту спряження поверхні вала з підшипником або маточиною. Для забезпечення заданої посадки можна задавати збільшені натяги, які не повинні сприяти деформаціям охоплюючої деталі.

Величину δ – глибину зміцненого шару обчислюють за формулою

$$\delta = \frac{K \cdot \mu \cdot (\eta \cdot I \cdot U + 0,098 \cdot P \cdot V \cdot f)}{C \cdot v \cdot B \cdot \gamma \cdot T_{\delta}}, \quad (3.2)$$

де I – сила струму вторинного ланцюга трансформатора, А;

U – напруга вторинного ланцюга трансформатора, В;

P – зусилля нормального тиску при згладжуванні, Н;

V – швидкість згладжування, см/с;

B – ширина контакту інструменту з деталлю, см;

C – питома теплоємність матеріалу деталі, Дж/(кг·К);



γ – густина матеріалу деталі, г/см³;

T_{ϕ} – температура фазового перетворення матеріалу деталі, °С;

f – коефіцієнт тертя при згладжуванні;

η – коефіцієнт втрати теплоти у вторинному ланцюгу трансформатора;

μ – коефіцієнт кількості теплоти, що утворилася в зоні контакту і відводиться до деталі;

K – коефіцієнт кількості теплоти, яку вбирає надвисокотемпературний об'єм (об'єм, температура нагрівання в якому вища за температуру фазового перетворення сталі).

Для визначення глибини зміцнення δ відновлюваних поверхонь рекомендується наступна наближена залежність:

$$\delta = 0,00056 \frac{I \cdot U}{v} + 0,00205 \text{ мм}, \quad (3.3)$$

де I – значення сили струму при зміцненні, А;

U – напруга, В;

v – швидкість вигладжування, м/хв.

3.2. Проектування технологічного процесу. При відновленні деталей ЕМО продуктивність обробки, розмір контактної поверхні та її шорсткість, твердість і стійкість проти спрацювання поверхні забезпечують певними електричними (I , U), кінематичними (v , S , n) і силовими (P) факторами.

Рекомендовані для відновлення нерухомих посадок режими електромеханічної обробки наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Рекомендовані режими електромеханічної обробки деталей

Вид обробки	Стан деталі	Сила струму, А	Швидкість наплавлення, м/хв	Кількість проходів	Зусилля, Н
Висадка	Незагартована	450-550	4-6	1-2	600-800
	Загартована	550-600	1,5-2,5	1-2	900-1200
Згладжування	Незагартована	400-450	12-15	2-3	300-400



	Загартована	500-550	8-12	2-3	400-600
--	-------------	---------	------	-----	---------

Подача залежить від максимальної величини висадки ΔD , яка, в свою чергу, залежить від належного збільшення діаметра після згладжування ΔD_1 та умов забезпечення максимальної повноти контактування (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Залежність подачі від розмірів висаджування і згладжування

Подача, мм/об	Збільшення діаметра, мм	
	після згладжування	після висаджування
1	до 0,10	0,30
1-1,15	0,15-0,20	0,40-0,60
1,5-2	0,26-0,30	0,75-0,90
2-2,6	0,35-0,40	1,10-1,30

Машинний час для електромеханічної обробки визначають за формулою

$$T_M = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (3.3)$$

де L – довжина обробки, мм;

n – кількість обертів деталі, які обчислюють залежно від швидкості обробки.

Слід враховувати, що між висаджуванням і згладжуванням повинен бути гарантований мінімальний коефіцієнт повноти контакту k відновлюваної поверхні деталі, який визначається за відомою залежністю:

$$k = \frac{l_k}{L} = \frac{l_1}{S} \quad (3.4)$$

де l_k – сумарна довжина контакту відновленого спряження, мм;

L – довжина посадочної поверхні, мм;

l_1 – довжина виступу, мм;

S – крок канавок, мм (подача інструменту при висаджуванні, мм/об).

Рекомендується, щоб значення k було не менше 0,67.



3.3. Послідовність виконання роботи. 1. Ознайомитись з методичними вказівками щодо виконання лабораторної роботи, з зразком звіту про її виконання.

Вивчити суть відновлення деталей електромеханічною обробкою ознайомитись з обладнанням для ЕМО, зв'язком властивостей відновленої поверхні з режимами обробки, межами використання ЕМО для транспортних засобів.

2 Підготувати вхідні дані для виконання роботи. У п.1 звіту описати оснащення робочого місця, призначення і головні параметри обладнання для ЕМО. Накреслити схему установки для ЕМО і схему електромеханічного відновлення вала, п.2 звіту. Виготовити форму операційної карти електромеханічної обробки, п.3 звіту.

3. Ознайомитись з організацією робочого місця для електромеханічної обробки, розміщенням обладнання, пристроїв, інструменту документацією.

Вивчити конструктивно-технологічну характеристику деталі (вал з підшипником дають на занятті).

Вивчити головні вузли і органи керування установкою, особливості будови трансформатора, електроконтактного пристрою, робочого інструменту, систему ізоляції, кріплення деталі та інструменту, характеристики обладнання і матеріалів для ЕМО.

Повторити правила техніки безпеки роботи на установці.

Без дозволу установку не вмикати!

4. Визначити зазор у спряженні вала з підшипником. Вимірювання виконати для різних перерізів вала і за одержаними результатами обчислити середнє значення зазору.

Обчислити величину збільшення діаметра шийки після згладжування:

$$\Delta D_1 = S_\phi + N_{\max} , \quad (3.5)$$

де N_{\max} – максимальний натяг у спряженні підшипника з валом;

$N_{\max} = eS - IE$ – відповідно верхнє відхилення діаметра вала і нижнє відхилення діаметра підшипника.

За величиною ΔD_1 визначити величину висадки ΔD .

Розрахунки величини висадки і наступні розрахунки режимів ЕМО виконувати в п. 2 звіту.



5. Розробити технологічний процес ЕМО деталі. Ознайомитись з технічними вимогами до відновленої поверхні. Підібрати обладнання, пристрої, інструмент.

Вивчити спосіб базування і кріплення деталі. Скласти план операцій відновлення шийки вала, послідовність їх виконання, зміст переходів, методи контролю.

Визначити режими наплавлення: силу струму I , напругу U , швидкість обробки V , подачу S , зусилля нормального тиску інструменту P , частоту обертів деталі n , кількість проходів і для висадки і згладжування.

Величину подачі S і частоту обертання деталі n беруть відповідно до характеристики верстата.

Для визначених режимів обчислюють глибину зміцнення поверхневого шару шийки вала δ .

Розрахувати машинний час висадки і згладжування шийки вала.

Розрахунки параметрів ЕМО подати в п.2 звіту, результати розрахунків занести до операційної карти, п.3 звіту.

6. Разом з майстром підготувати установку до роботи. Закріпити деталь на верстаті, ретельно відцентрувати її. Радіальне биття шийки $\Delta_{\phi} \leq 0,05$ мм. Закріпити тврдосплавну пластинку Т15К6 для висадки у державці. Установити державку в різцетримачі так, щоб середина пластини знаходилась на рівні лінії центрів верстата, і закріпити. Приєднати кабелі вторинної обмотки трансформатора до електроконтактного пристрою і державки. Переконайтесь у надійності ізоляції деталі та інструменту відносно верстата. Установити кнопкову станцію на супорті верстата.

Налагодити обладнання на запроєктовані режими висадки, подачу супорта, оберти деталі, величину струму і напругу.

7. Виконати висадку деталі. Переконавшись у безпеці присутніх у приміщенні, з дозволу викладача ввімкнути мережу живлення. Надіти захисні окуляри. Включити оберти деталі. Підвести пластину до поверхні шийки рукояткою поперечної подачі, притиснути пластину до поверхні деталі з призначеним зусиллям P (натягом за поділками лімба). Увімкнути подачу супорта. Натиснути на кнопку «Пуск» кнопкової станції.

Під час електромеханічної висадки стежать за показами контрольних приладів.



Коли пластина досягне кінця шийки, натиснути кнопку «Стоп» кнопочової станції, відвести державку від оброблюваної поверхні, включити зворотний хід супорта верстата.

Повторити наступні переходи для висадки.

Коли закінчиться висадка, вимкнути мережу живлення, замінити висаджувальну пластину на згладжувальну.

Переналагодити обладнання на режими згладжування.

Дотримуючи послідовності дій при висадці, виконати згладжування шийки вала до розміру D_0 .

Відкріпити і зняти деталь з верстата.

8. Проконтролювати виконання електромеханічної обробки. Виміряти діаметр відновленої поверхні, визначити шорсткість обробленої поверхні (за набором еталонів шорсткості).

Результати записати в п.4 звіту.

Здійснити організаційно-технічне обслуговування робочого місця. Привести до початкового стану інструмент, деталь, документацію, прибрати верстат, обладнання. Здати робоче місце майстрові.

Захист результатів роботи. До п.5 звіту записати висновки. Оформлений звіт роботи здати викладачеві. Під час захисту студент повинен пояснити і обґрунтувати розрахунки, прийняті рішення, знати будову і головні параметри обладнання та інструменту, вміти проектувати процеси і оформляти технологічну документацію, знати, як налагодити обладнання, вміти виконувати операції з відновлення деталі на обладнанні, знати послідовність виконання роботи.

3.4. Контрольні запитання. 1 У чому суть електромеханічної обробки? 2 Які бувають види електромеханічної обробки? 3. Яка мета застосування електромеханічної обробки для ремонту машин. Які її переваги і недоліки? 4. Як визначають величину висадки металу при електромеханічному відновленні? 5. Для чого призначений електроконтактний пристрій? 6. Для чого потрібна ізоляція деталі та інструменту від верстата? 7. За рахунок чого компенсують несучільність поверхні спряження вала при ЕМО?



Лабораторна робота № 4

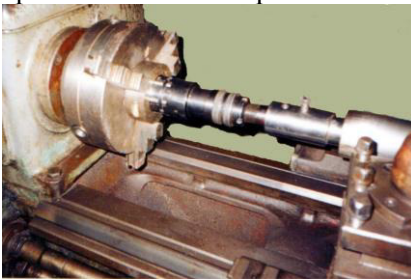
Відновлення деталей методом пластичного деформування

Обладнання, інструмент. Токарно-гвинторізний верстат, набір накаток: кулькова жорстка, роликів жорстка і пружна, роликів для відновлення пружин, при стрій для кріплення пружин, твердомір ТШ-2, набір еталонів шорсткості, мікрометр, пристрій для вимірювання пружності пружин.

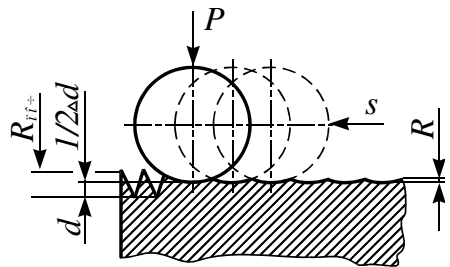
Надійність і довговічність роботи машин значною мірою залежить від якості поверхні деталі. При ремонті деталей широко застосовують методи чистової обробки металів пластичним деформуванням, накатування роликів і кульками, наклеп відцентровими зміцнювачами, дробоструминний наклеп, дорнування отворів, алмазне вигладжування. На відміну від термічного, хіміко-термічного, хімічного, електрохімічного та інших методів зміцнення методи механічного поверхневого зміцнення відрізняються простотою і доступністю для ремонтних підприємств, забезпечують високу точність і чистоту поверхні.

Зміст роботи.

4.1. Суть процесу зміцнювального накатування (рис. 4.1) полягає у зминанні виступів мікронерівностей і заповнення впадин за рахунок тиску і переміщень одного або кількох кульок чи роликів по оброблювальній поверхні.



а)



б)

Рис. 4.1. Процес розкочування деталі в матриці на токарному верстаті (а) та схема деформування поверхневих нерівностей (б):

d – діаметр деталі; Δd – залишкова деформація; $R_{поч}$ – шорсткість поверхні до пластичного деформування; R – шорсткість після процесу; S – подача; P – зусилля деформування



В результаті накатування змінюється мікроструктура, фізико-механічні властивості верхнього прошарку металу, підвищуються його твердість і міцність, збільшується стійкість проти спрацювання, шорсткість поверхні досягається $R_a = 0,040$ мкм, діаметр оброблювальної деталі зменшується на величину залишкових деформацій.

Зусилля обробки залежить від твердості, пластичності і структури металу, шорсткості поверхні, конструкції деталі та інструменту. Зусилля обкочування (розкочування) при деформуванні кульками P_k і роликami P_p визначають дослідним шляхом або за формулами:

$$P_e = \left(\frac{d \cdot q}{0,54 \cdot E} \right)^2 \cdot q, \text{ Н}; \quad P_p = \frac{D \cdot b \cdot q^2}{0,126 \cdot E \cdot \left(\frac{D}{d} + 1 \right)}, \text{ Н} \quad (4.1)$$

де d – діаметр ролика або кульки, мм;

q – максимальний питомий тиск, МПа ($q = (1,8 - 2,1)\sigma_m$);

E – модуль пружності оброблюваного матеріалу, МПа;

D – діаметр оброблюваної деталі, мм;

b – довжина контакту ролика з деталлю, мм.

Глибина наклепу h зв'язана з силою деформування P співвідношенням

$$h = \sqrt{\frac{P}{2 \cdot \sigma_m}}, \text{ мм} \quad (4.2)$$

де σ_m – межа текучості матеріалу деталі, МПа.

4.2. Застосування. Методом зміцнювального накатування можна обробляти деталі, виготовлені або відновлені з матеріалів, що деформуються без руйнування, у холодному стані: вуглецевих і легованих сталей, чавуну, кольорових металів і сплавів, композиційних матеріалів.

При ремонті цим методом обробляють циліндри двигунів внутрішнього згорання, отвори в корпусних деталях, втулки верхньої головки шатунів, фаски клапанів і клапанних гнізд, відновлюють пружні властивості пружин, зміцнюють галтелі шатунних і корінних



шийок колінчастих валів, оброблюють зовнішні і внутрішні поверхні інших деталей.

Для зміцнювальної обробки деталей накаткою використовують металорізальні верстати загального призначення: токарні, розточувальні, свердлильні, строгальні, фрезерні тощо. Як робочий інструмент використовують спеціальні накатки, деформуючими елементами яких є кульки і ролики, що випускаються промисловістю або спеціально виготовлені. Для підвищення стійкості проти спрацювання на робочі поверхні роликів і кульок наносять тверді сплави. Шорсткість поверхні робочих тіл повинна бути меншою за необхідну. Кулька відносно поверхні самовстановлюється у будь-якому положенні. Цим вона забезпечує кращі умови пластичного деформування металу, дає змогу працювати з меншим тиском і отримувати меншу шорсткість поверхні.

Особливістю роликкових накаток є те, що ролики мають стабільну вісь обертання і в процесі накатування можуть ковзати по поверхні деталі. Це знижує якість поверхні, сприяючи перенаклепу, порушенню поверхневого прошарку, погіршенню шорсткості і призводить до додаткових витрат енергії. Зменшення поверхні контакту і зусиль, діючих на ролики, досягають розміщенням роликів під кутом до осі оброблюваних поверхонь.

За способом передачі зусилля на деталь розрізняють накатки з жорстким і пружним контактами між інструментом і оброблюваною поверхнею. Жорсткі накатки прості у виготовленні, але вони не забезпечують рівномірного зміцнення оброблюваної поверхні деталі.

Пружна накатка забезпечує кращу якість оброблюваної поверхні деталі, демпфування динамічних навантажень накатування і дає можливість точно регулювати зусилля тиску інструменту на деталь.

Конструкцію кулькової жорсткої накатки для обробки деталей типу валів наведено на рис. 4.2. Вона складається з двох кулькових підшипників 7, розміщених на осях 3, які закріплені в корпусі 6. Кулька 5 діаметром 15-17 мм опирається на підшипник утримується від випадання сепаратором 4. До корпусу приварена державка 1 для закріплення накатки в різдетримачі супорта токарного верстата.

В якості інструменту застосовують спеціальні пристрої обкатники і розкатники для обробки валів, отворів, плоских, конічних, сферичних і різних фасонних поверхонь. Наприклад, для обробки



внутрішніх поверхнях деталей використовують розкатники багатороликові (рис. 4.3).

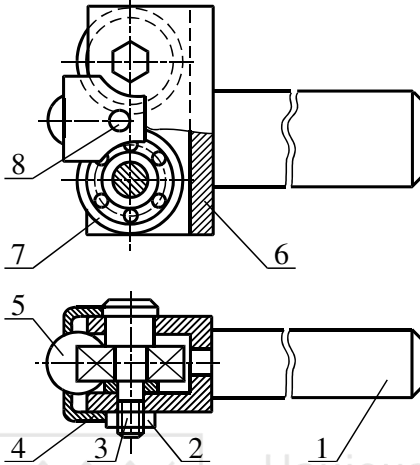


Рис. 4.2. Накатка кулькова:
1 – державка; 2 – гайка; 3 – вісь;
4 – сепаратор; 5 – кулька;
6 – корпус; 7 – шарикопідшипник;
8 – гвинт

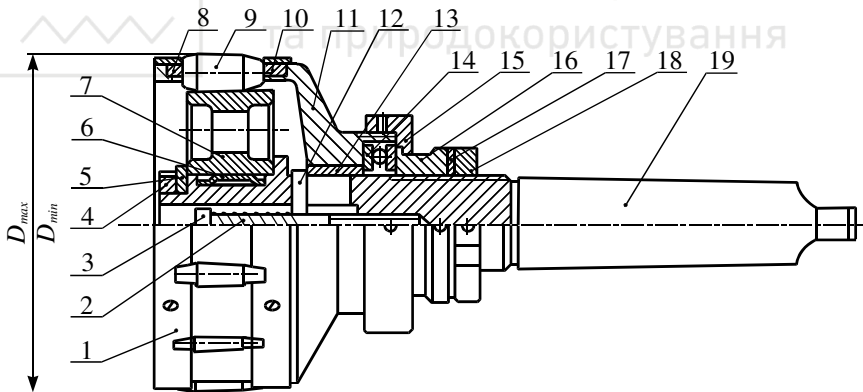


Рис. 4.3. Розкатник багатороликовий:

1 – кільце; 2 – пружина; 3 – гвинт; 4, 15, 16, 18 – гайка; 5 – кільце;
6 – пружина; 7 – конус; 8, 10 – сухарі; 9 – ролик; 11 – сепаратор; 12 – ярмо;
13 – втулка; 14 – упорний підшипник; 17 – шайба; 19 – оправка

У поздовжні пази оправки 19 встановлені плоскі пружини 6, які забезпечують плавання конуса 7 відносно осі оправки 19 на величину зазору між отвором конуса та поверхнею оправки 19. У сепараторі 11



є гнізда, у які встановлені ролики 9. Ролики 9 мають забірний конус і нахилені до осі оправки, що забезпечує надійну роботу розкатника при пружно-пластичному деформуванні поверхні втулки.

Конічна зовнішня поверхня конуса 7 дає можливість настроювати за допомогою гайок 16 і 18 розкатник на заданий розмір з великою точністю. Циліндрична пружина 2 повертає сепаратор 11 в зборі з підшипником 14 і роликами 9 у вихідне положення – до упору в торець гайки 4 при настроюванні розкатника на розмір і у зворотному напрямку у процесі розкочування. Циліндричний хвостовик оправки 19 призначений для встановлення та закріплення розкатника під час роботи верстата. Кільця 1 призначені для фіксації роликів 9 від випадання з гнізд сепаратора 11. Між роликами 9 вкладаються сухарі 8 і 10, на які здійснюється упор роликів у процесі розкочування.

Під час роботи сепаратор 11 з роликами 9 під дією сили тертя переміщується вперед відносно опорного конуса 7, до тих пір, поки повністю не вийде з оброблюваного отвору. Після вільного виходу інструменту з оброблюваного отвору під дією стиснутої пружини 2 сепаратор 11 з роликами 9 повертається у вихідне положення.

Конічні накатки з циліндричними роликами для зміцнювальної обробки робочих фасок клапанів і клапанних гнізд наведено на рис. 4.4.

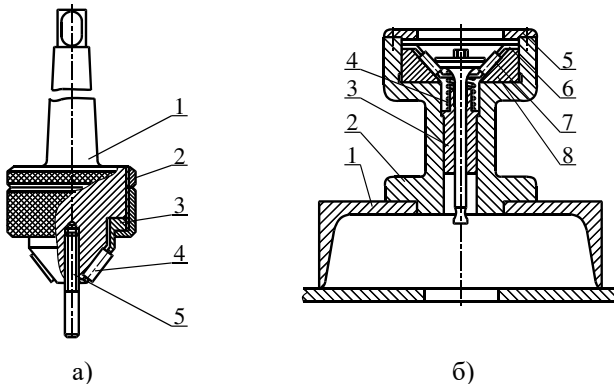


Рис. 4.4. Накатки для відновлення спряження гніздо-клапан:
а – накатка для гнізд клапанів: 1 – корпус з хвостиком; 2 – контргайка;
3 – сепаратор; 4 – ролик; 5 – напрямний стержень;



6 – накатка для фасок клапанів: 1 – основа; 2 – корпус; 3 – напрямна втулка;
4 – пружина; 5 – притисне кільце; 6 – сепаратор; 7 – ролик; 8 – опорний
конус

Накатку фасок здійснюють на вертикально-свердлильних верстатах під тиском в межах 300-500 МПа, роликами діаметром 5-8 мм за 5-10 проходів. Після обробки фасок клапанів і гнізд їх шорсткість досягає значень $R_a=0,16-0,32$ мкм, при цьому немає потреби в притиранні клапанів до гнізд.

Роликову накатку для відновлення пружних властивостей пружин наведено на рис. 4.5. Ролик 3 установлюється на осі, яка закріплена у вушці стержня 5. Передній кінець стержня переміщується в напрямній опорі 6. Задній кінець стержня опирається на натискний гвинт 9, з'єднаний з опорою 6. Гвинт через пружину 7 передає зусилля на стержень і забезпечує необхідний тиск у зоні контакту ролика з пружиною. Для накатування пружину встановлюють на оправу 4, закріплюють від переміщень штифтами 1 і разом з оправою закріплюють на токарному верстаті.

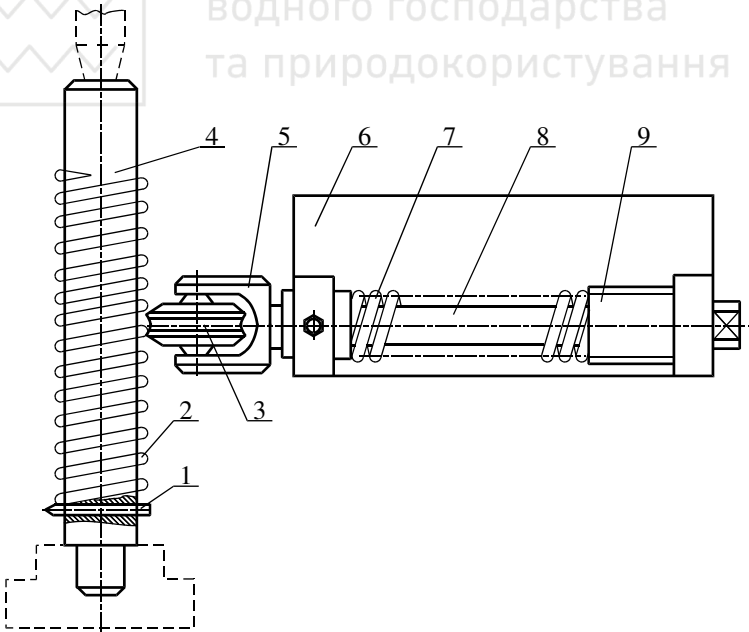




Рис. 4.5. Накатка для відновлення пружин:

- 1 – штифт; 2 – пружина відновлювана; 3 – ролик; 4 – оправка; 5 – стержень;
6 – опора; 7 – пружина; 8 – вісь; 9 – гвинт натискний

4.3. Проектування технологічного процесу. Якість поверхневого шару, шорсткість і ступінь зміцнення, твердість і стійкість проти спрацювання при обробці кульковими і роликковими накатками (розкатниками) залежить від зусилля процесу, поздовжньої подачі, кількості проходів, швидкості обробки, припуску і початкової шорсткості поверхні і фізико-механічних властивостей деталі.

Під зусиллям накатування (розкочування) розуміють нормальну силу тиску деформуючої поверхні на оброблювану поверхню. Нормальна сила повинна бути мінімальною, що забезпечує потрібні точність і шорсткість. Великі зусилля призводять до перенапруження і руйнування поверхні.

Зусилля накатування (розкочування) знаходиться в межах від 500 до 1200 Н. Менші значення приймають для матеріалів з низькою твердістю і накатуванням з меншою площиною контакту. На практиці часто зусилля накатування, особливо для жорстких накаток, створюють натягом. Для сталі 45 і 30 оптимальний натяг знаходиться в межах 0,10-0,20 мм, для чавуну СЧ 18-36 – від 0,10 до 0,15 мм.

Подача впливає на властивості поверхневого шару, визначає продуктивність обробки, залежить значною мірою від початкової і кінцевої шорсткості та розмірів деформуючого елемента. Для кульки вона становить 0,05-0,2 мм/об. Менші значення приймають для меншої шорсткості. Для роликів – 0,3-0,9 мм/об.

Припуск на накатування (розкочування) зазначають залежно від шорсткості попередньо обробленої поверхні, яка для незагартованих сталей, кольорових металів і сплавів повинна бути не вищою $R_a=2,5-5,0$ мкм, при обробці загартованих сталей – не вищою $R_a=0,75-1,3$ мкм. Зменшення діаметра для отримання шорсткості $R_a=0,08-0,032$ мкм при вхідному її значенні 1,6-2,5 мкм досягає 0,01-0,03 мм.

Орієнтовно припуск зазначають як такий, що дорівнює висоті мікронерівностей, оскільки при деформації нерівності згладжуються приблизно на половину їх висоти.

Кількість проходів мінімальна за умови забезпечення необхідної шорсткості. При правильному виборі зусилля накатування (розкочування) і подачі можна забезпечити потрібну шорсткість за



один прохід. Обробку деталей з недостатньою шорсткістю з малими тисками, низькою якістю поверхні здійснюють за 2-3 проходи. Подальше збільшення кількості проходів призводить до руйнування наклепаного прошарку поверхні деталі.

Від швидкості накатування (розкочування) залежить температура в місці контакту інструменту з деталлю, що практично не впливає на шорсткість. Із збільшенням швидкості накатування зростає тепловиділення, знижується довговічність інструменту, підвищується продуктивність. Швидкість накатування – 50-300 м/хв, зазначається максимально можливою при допустимій температурі на поверхні контакту інструменту з деталлю.

Процес накатування (розкочування) рекомендується здійснювати з використанням охолоджувально-мастильних рідин (індустріальні масла та їх суміші з гасом).

Машинний час накатування (розкочування) визначають за формулою

$$T_m = \frac{l_p \cdot i}{n \cdot s}, \text{ хв.} \quad (4.1)$$

де l_p – розрахункова довжина накатування (розкочування) $l_p = l_k + 2-4$ мм, l_k – конструктивна довжина оброблюваної поверхні;

i – кількість проходів;

n – кількість обертів деталі;

s – подача, мм/об.

4.4. Послідовність виконання роботи

1. Ознайомитись з методичними вказівками для виконання лабораторної роботи, зразком звіту про виконання роботи. З'ясувати суть відновлення деталей зміцнювальним накатуванням, розкочуванням, ознайомитись з обладнанням, зв'язком властивостей відновлюваної поверхні з режимами обробки, межами використання зміцнювального накатування при технічному сервісі транспортних засобів.

2. Підготувати вхідні дані для виконання роботи. У п. 1 звіту описати оснащення робочого місця. Накреслити ескіз розкатника (обкатника) у п. 2 звіту. Виготовити форму таблиці 4.1, 4.2 для п. 4 звіту.



Таблиця 4.1

Обробка деталі розкатником

Вид обробки	Шорсткість поверхні деталі	Діаметр отвору деталі, мм	Збільшення діаметра отвору, мм	Твердість поверхні
Розточування Розкочування 1-й прохід 2-й прохід 3-й прохід				

Таблиця 4.2

Обробка пружини роликовою накаткою

Довжина пружин в робочому стані, мм	Пружність, Н		Приріст пружності	
	до накатування, P_1	після накатування, P_2	абсолютний, Н $\Delta P = P_2 - P_1$	відносний, % $\Delta P = \frac{\Delta P}{P_2} 100\%$

3. Ознайомитись з організацією робочого місця для зміцнювальної обробки, розміщенням обладнання, пристроїв, інструменту, документацією.

Вивчити конструктивно-технологічну характеристику пружини (пружина дається на занятті), заготовки. Вивчити головні вузли і органи керування токарного верстата, пристроїв, особливості будови накаток, інструменту. Повторити правила техніки безпеки роботи на верстаті. Без дозволу установку не вмикати!

4. Розробити технологічний процес накатування (розкочування) поверхні деталі, відновлення пружних властивостей пружини. Ознайомитись з технічними вимогами до зміцнювального накатування (розкочування) поверхонь. Підібрати обладнання, пристрої, інструмент. Вивчити спосіб базування і кріплення деталей для накатування (розкочування). Скласти план операцій обробки поверхні і пружини, послідовність і зміст переходів, методи контролю.

Визначити режими накатування (розкочування): зусилля P , подачу s , кількість проходів i та швидкість V , кількість обертів деталі



п. Обчислити машинний час обробки поверхні зразка і накатки пружини.

Розрахунки параметрів подати в п. 2 звіту, результати розрахунків занести до операційної карти, п. 3 звіту.

5. Разом з майстром підготувати верстат до роботи з накаткою. Встановити заготовку $d=30-50$ мм у патрон, закріпити її. Закріпити прохідний різець і кулькову накатку в різцетримачі супорта верстата. Налагодити верстат на режими накатування. Виконати розкочування заготовки. Переконавшись у безпеці присутніх, з дозволу викладача включити верстат, проточити зовнішній діаметр шорсткістю $R_a=2,5-1,6$ мкм на довжину $L=100$ мм. Підвести кульку до деталі, рукояткою поперечної подачі створити потрібне зусилля $P=500-1000$ Н (натяг 0,1-0,2 мм). Накатати поверхню заготовки ступінчасте, відповідно за 1, 2, 3 проходи на ділянках довжиною $L=20-25$ мм.

6. Переналагодити верстат на накатку пружини. Виміряти пружність пружини на пристрої МИП-100. Встановити пружину на оправку і закріпити її на оправці. Закріпити оправку в патроні, підперти центром задньої бабки. Закріпити в різцетримачі верстата роликову накатку. Налагодити верстат на режими накатки. Подача S дорівнює кроку пружини, швидкість обертання шпинделя верстата 20-50 об/хв. Підвести ролик до пружини, створити потрібне зусилля в межах $P=500-1000$ Н (стискання пружини на 5 мм створює зусилля 24 Н). Включити верстат і провести накатку пружини, виконавши 2-4 подвійних проходи вздовж витків пружини. Зняти оправку з верстата, з оправки – пружину.

7. Проконтролювати якість обробки деталей. За еталоном шорсткості визначити шорсткість оброблених поверхонь: проточеної і накатаної (розкатаної). На твердомірі ТШ-2 заміряти твердість поверхонь. Заміряти діаметри поверхонь і визначити зменшення діаметра після накатування.

Провести дворазове динамічне стиснення пружини на свердлильному верстаті. Заміряти пружність пружини після накатки.

Результати контролю деталей занести до п. 4 звіту.

8. Провести організаційно-технічне обслуговування робочого місця. Привести в початковий стан інструмент, деталі, документацію, прибрати верстат, обладнання. Здати робоче місце майстрові.

9. Захист результатів роботи. До п. 5 звіту записати висновки.



Оформлений звіт роботи здати викладачеві. Під час захисту студент повинен пояснити і обґрунтувати розрахунки, прийняті рішення, знати будову і головні параметри обладнання та інструменту, вміти проконтролювати процеси і оформляти технологічну документацію, знати, як налагодити обладнання, вміти виконувати операції з обробки деталей, знати послідовність виконання роботи.

6. Контрольні запитання. 1. У чому полягає суть зміцнення деталі під час накатування? 2. Дати порівняльну характеристику зміцнення деталей методом пластичного деформування з іншими методами. 3. Назвати матеріали і навести приклади деталей, які можна обробляти накатками. 4. Яке обладнання використовують при зміцнювальній обробці деталей? 5. Дати порівняльну характеристику кулькових і роликкових жорстких і пружних накаток. 6. Які є режими накатування і як вони впливають на якість зміцнення? 7. Як відновлюють пружні властивості пружин? 8. Як контролюють якість зміцнювального накатування деталей?





Лабораторна робота № 5 Відновлення деталей електролітичним хромуванням

Обладнання, інструмент. Хромувальна установка, джерело живлення, підвісні пристрої для деталей при хромуванні, набір ключів ріжкових, мікромметр, лінійка, ваги технічні з рівновагами, абразивні шкурки, лупа, напиллок.

Зміст роботи.

5.1. Відновлення деталей гальванічними покриттями полягає в електролітичному осадженні металу на попередньо підготовлену поверхню. Суть електролітичного нарощення металу полягає у наступному. В ванну 1 (рис. 5.1) заливають електроліт 2. Для здійснення електролітичного осадження металу в електроліт вводять металеві провідники (електроди), з'єднані з джерелом електричного струму. Електрод, з'єднаний з додатнім полюсом джерела струму, називається анодом 3, а електрод, з'єднаний з від'ємним полюсом – катодом 5.

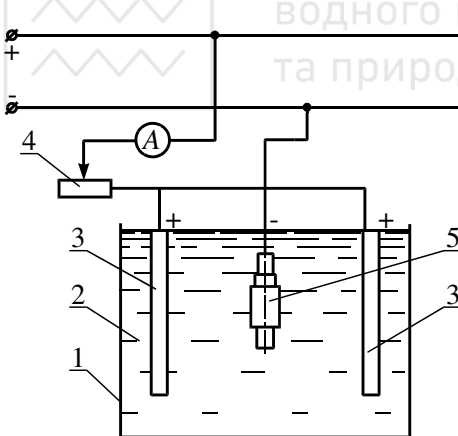


Рис. 5.1. Схема установки для електролітичного осадження металу:

- 1 – ванна; 2 – електроліт; 3 – анод;
- 4 – реостат; 5 – катод (деталь)

Під час проходження постійного електричного струму відбувається процес електролізу.

Позитивно заряджені іони (катіони) починають рухатися до катода 5, а негативно заряджені іони (аніони) – до анода 3. Катодом виступає деталь, а анодом – металеві пластини, стержні або інші конструктивні форми.

В процесах з нерозчинними анодами (наприклад, при хромуванні) на катоді (деталі) осаджується метал (хром), отриманий за рахунок дисоціації

електроліту, який містить солі хрому у вигляді хромового ангідриду. Поповнення електроліту іонами металу відбувається шляхом додавання в електроліт речовини, яка містить цей метал.



В процесах з розчинними анодами (наприклад, при залізненні) осаджуваний на деталі метал отримується додатково за рахунок розчинення анода, який виготовляється з цього металу.

Слід мати на увазі, що властивості нанесених гальванічних покриттів (металів) відрізняються від властивостей тих же металів, одержаних металургійним шляхом.

Будову хромувальної установки наведено на рис. 5.2. Установка складається з двох ванн. Кожна ванна має корпус 4, виготовлений з листової сталі, і внутрішню ванну 5, зроблену з листової нержавіючої сталі марки Х18Н9Т. Простір між корпусом і внутрішньою ванною заповнюється мінеральним маслом 6. У мастильному середовищі вмонтовані два трубчастих нагрівача 7 потужністю 2 кВт кожний з температурним реле. Для контролю роботи і регулювання температурного реле в електроліт похило занурений ртутний термометр. Внутрішня ванна електричне ізолювана від зовнішньої. Над кожною ванною на текстолітових ізоляторах, попарно розміщених у вертикальній площині, закріплені чотири струмопровідні поздовжні штанги 1, призначені для підвішування деталей і анодів. Для забезпечення санітарно-гігієнічних умов під час роботи кожна ванна має кришку 2, а всередині шафи 8 обладнана витяжна вентиляція. На пульті керування 3 вмонтовані два амперметри з показами від 0 до 200 А, вольтметр – від 0 до 30 В і перемикачі для зміни полярності струму (хромування – декопіювання), два вмикачі нагрівачів, вмикач підключення ванни до джерела живлення, перемикач амперметра 20 А і 200 А, реостат для плавного регулювання сили струму. Джерелом живлення є агрегат випрямний 9 типу ВАС 600/300.

5.2. Розробка технологічного процесу. Технологічний процес нанесення гальванічних покриттів включає наступні операції: підготовки поверхні основного металу, нанесенні гальванічного покриття і наступної обробки.

Підготовка поверхні основного металу є відповідальною і трудомісткою операцією, від якої залежить якість отриманого покриття. Крім того під час вибору операцій підготовки поверхні необхідно враховувати призначення деталей, умови і термін їх експлуатації.

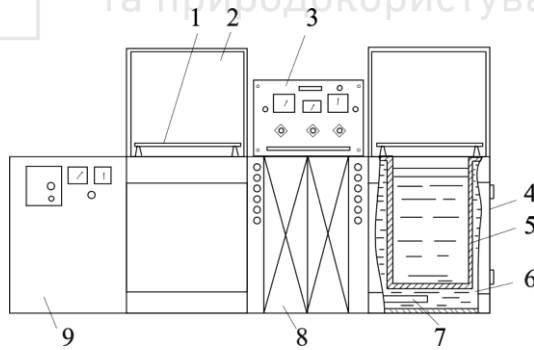
Для видалення з поверхні слідів спрацювання і надання їй



необхідної шорсткості проводять механічну обробку. До видів механічної підготовки поверхні деталей перед нанесенням покриття відносять: шліфування і полірування, галтування, крацювання, струминну обробку піском або дробом.



а)



б)

Рис. 5.2. Загальний вигляд (а) та схема хромувальної установки:
1 – штанги; 2 – кришка; 3 – пульт керування, 4 – корпус, 5 – внутрішня ванна;
6 – мінеральне масло; 7 – нагрівальний елемент; 8 – шафа з вентиляційною
установкою, 9 – джерело живлення

Полірування – видалення найменших нерівностей поверхні до



отримання дзеркального блиску в результаті перерозподілу виступаючих частинок металу в заглиблення за рахунок теплоти, що виділяється під час тертя.

Галтування – спосіб очищення деталей і оброки їх поверхні (видалення окалини, задирок, нерівностей), який полягає у повільному перекочуванні деталей разом з абразивними або полірувальними матеріалами.

Крацювання – видалення з поверхні деталі іржі, задирок, травильного шламу, окалини за допомогою металевих щіток. В деяких випадках крацювання застосовують для ущільнення гальванічних покриттів, усунення дефектів покриття і наданню поверхні світлого однорідного блиску.

Струминна обробка піском або дробом полягає в очищенні поверхні деталі сильним струменем піску або дробу за допомогою стиснутого повітря (води) із спеціального апарату.

Важливою підготовчою операцією, яка суттєво впливає на зчеплення покриття з основним металом, є усунення жирових забруднень або оксидних плівок з поверхні деталі.

Знежирюванням видаляють жирові забруднення з поверхні деталі. Жирові забруднення мінерального походження видаляються органічними розчинниками, а жири тваринного і рослинного походження – омиленням в водних розчинах лугів і солей лужних металів.

Знежирювання здійснюється наступними способами: зануренням в рідину з наступним сушінням, обробленням парами розчинників, струменевою обробкою або комбінованим способом.

Для підвищення продуктивності очищення застосовують електрохімічне очищення в лужних розчинах. Суть електрохімічного знежирювання полягає в тому, що на електродах виділяються бульбашки газу (водень при катодному в кисень при анодному знежирюванні), які значно полегшують відривання краплин від поверхні деталі.

Травлення (хімічним або електрохімічним) розчиняють поверхні металів з метою видалення окалини і окислів в розчинах кислот або лугів. Травлення застосовують для відновлення спрацьованих деталей залізненням і хромуванням, під час підготовки кріпильних і дрібних деталей для цинкування, очищення дроту для



наплавлення від іржі.

Активуванням видаляють з поверхні деталі найтонші шари окислів, які утворюються під час промивання і в проміжках між операціями.

Під час вибору технології нанесення гальванічних покриттів необхідно враховувати призначення і захисні властивості покриттів, умови їх експлуатації і матеріал виробів.

За призначенням гальванічні покриття діляться на три групи: захисні, застосовуються для захисту від корозії (цинкові, свинцеві, кадмієві), захисно-декоративні, застосовуються для надання поверхні красивого зовнішнього вигляду з одночасним захистом від корозії (нікелеві, хромові) і спеціальні (застосовуються для надання поверхні спеціальних властивостей – магнітних, електроізоляційних ті ін. (олов'яні, золоті, срібні). Для отримання поверхні з відповідними фізико-механічними властивостями застосовують нанесення покриттів з проміжними шарами.

Нанесення гальванічного покриття – осадження шару металу на поверхню деталі, а також нанесення оксидної або фосфатної плівки.

В якості електроліту для хромування використовують розчин хромового ангідриду у воді, підкислений сірчаною кислотою. Склад електролітів і режими роботи наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Склад електролітів і режими роботи хромової ванни залежно від призначення покриття

Призначення покриття	Склад електроліту, г/л води		Режими хромування	
	Хромовий ангідрид (CrO ₃)	Сірчана кислота (H ₂ SO ₄)	Густина струму, А/дм ²	Температура електроліту, °С
Зносостійке	150-180	1,5-1,8	35-100	55-70
Захисно-декоративне і зносостійке	230-260	2,3-2,6	30-45	50-55
Захисно-декоративне	350-400	3,5-4,0	45-55	15-20

Умовно покриття діляться на наступні види: блискучі, молочні і матові. Блискучі покриття характеризуються високою твердістю,



наявністю дрібної сітки тріщин, а також достатньо високою зносостійкістю. Молочні покриття відрізняються пониженою твердістю, підвищеною пластичністю. Матові (сірі) покриття характеризуються високою твердістю і підвищеною крихкістю, яка знижує його зносостійкість. Слід відмітити, що в одному електроліті за рахунок зміни режиму електролізу (густини струму і температури) можна отримати різні хромові покриття.

Параметри, які характеризують електроліз, ґрунтуються на законах Фарадея і визначають основні технологічні режими електролітичних покриттів.

Товщину осадів h на один бік, яка потрібна для компенсації спрацювання деталі, визначають за формулою

$$h = \frac{D_{кр} - D_{сnp} - z}{2}, \quad (5.1)$$

де $D_{кр}$ – номінальний або ремонтний розмір деталі згідно з кресленням, мм;

$D_{сnp}$ – діаметр спрацьованої поверхні деталі, мм;

z – припуск на діаметр для наступної механічної обробки, мм. Для деталей припуск для наступного шліфування становить: при безцентровому шліфуванні 0,05-0,1 мм; при шліфуванні в центрах 0,1-0,15 мм.

Теоретична маса речовини m_m , яка виділяється на катоді, пропорційна кількості електроенергії, яка пройшла через електроліт

$$m_m = c \cdot I \cdot t, \text{ г} \quad (5.2)$$

де c – електрохімічний еквівалент речовини, яка виділяється на катоді, г/(А·год.);

I – сила струму, А;

t – тривалість електролізу, год.

Відношення дійсної кількості отриманого металу (m_d) до теоретично можливого називається виходом металу за струмом η

$$\eta = \frac{m_d}{m_m} \cdot 100, \% \quad (5.3)$$

Умови електролізу обумовлюються складом і концентрацією електроліту і режимом процесу. Останній характеризується основним показником – густиною струму D



$$D = \frac{I}{S}, \text{ А/дм}^2 \quad (5.4)$$

де I – сила струму, А

S – площа поверхні електрода, дм².

Розрізняють катодну D_k та анодну D_a густину струму.

Тривалість електролітичного нарощування прошарку хрому визначають за формулою

$$T = \frac{h \cdot \gamma \cdot 1000}{c \cdot D_k \cdot \eta}, \quad (5.5)$$

де γ – питома вага електролітичного хрому, $\gamma = 6,920$ г/см³;

c – електрохімічний еквівалент хрому, $c = 0,323$ г/(А·год.);

D_k – густина струму, А/дм²;

η – вихід хрому за струмом, $\eta = 13-15$ %.

5.4. Послідовність виконання роботи. 1. Ознайомитись з методичними вказівками щодо виконання лабораторної роботи, зразком звіту про її виконання.

З'ясувати суть електролітичного хромування, зв'язок нарощеного шару хрому з параметрами режимів електролізу, межі використання хромування під час ремонту меліоративних і будівельних машин.

2. Підготувати вхідні дані для виконання роботи. У п. 1 звіту описати оснащення робочого місця, призначення і головні параметри хромувальної установки. У п. 2 звіту подати схему пульта керування, схеми завішування деталі на установці.

Виготовити форму операційної карти, п. 3 звіту.

3. Ознайомитись з організацією робочого місця для хромування, розміщенням обладнання, пристроїв, інструменту, документацією.

Вивчити конструктивно-технологічну характеристику деталі, яку відновлюють (деталь дають на занятті).

Вивчити будову і органи керування хромувальною установкою. Перевірити стан анодних і катодних штанг ванни, у разі потреби чистити їх наждачним полотном (при зачищанні не засмічувати ванну).

Повторити правила техніки безпеки роботи на установці.

Без дозволу установку не вмикати!



4. Розробити технологічний процес хромування деталі. Ознайомитись з технічними вимогами щодо відновлення деталі. Підібрати обладнання, пристрої, інструмент.

Скласти план операції хромування, послідовність дій, їх зміст, методи контролю.

Визначити площу завішуваних деталей F_k , дм^2 .

Підготувати аноди для завішування і визначити площу завішування анодів F_a , дм^2 . Співвідношення поверхні анода до катода 2:1.

Заміряти температуру електроліту ванни для хромування, установити густину струму D_k , А/дм^2 , визначити розрахункову силу струму I_k , товщину нарощуваного шару хрому і час витримування деталі у ванні.

Визначити розрахункову силу струму при анодному декопіюванні, установити тривалість декопіювання. Розрахунки подати в п. 2 звіту, результати записати в операційну карту.

5. Підготувати деталь для хромування. Зачистити її поверхню, зважити на вагах з точністю до 10 мг та заміряти діаметр відновлюваної поверхні в чотирьох поясах і двох площинах паралельно і перпендикулярно до штанг ванни (на торцях деталі зробити помітки). При Δ_{ov} , $\Delta_{кон} \geq 0,03$ місця хромування шліфують.

Закріпити деталь у підвісному пристрої, ізолювати ділянки деталі і підвіски, які не потребують покриття. Схему завіски деталі у ванні подати в п. 2 звіту.

Знежирити деталь у лужній електролітичній ванні: їдкий натр 70-100 г/л, рідке скло 2-3 г/л, густина струму $D_a = 10 \text{ А/дм}^2$, тривалість знежирення 5-7 хв, катода – сталеві пластини, анод – деталь. Знежирювати можна віденським вапном.

Промити деталь спочатку в гарячій воді при температурі 50-60°C, в потім в холодній проточній.

Завісити деталь у ванні для хромування і провести анодне декопіювання при густині струму $D_a = 25-40 \text{ А/дм}^2$ протягом 30-45 с, анод – деталь, катод – свинцеві пластини.

6. Нанести хромове покриття. Не виймаючи деталі з ванни, перемкнути струм і здійснити хромування. Склад електроліту: хромовий ангідрид CrO_3 – 250 г/л, сірчана кислота H_2SO_4 – 2,5 г/л, катод – деталь, анод – свинцеві пластини. Тривалість хромування



визначається за товщиною покриття. Вимкнути струм після закінчення розрахункового часу.

7. Провести заключні операції. Промити деталь у проточній воді. Зняти деталь з підвіски, зірвати ізоляцію. Сушити в сушильній шафі при температурі 150-200°C.

8. Перевірити якість виконання хромування. Характеристика покриття за зовнішнім виглядом: блискучий, матовий, гладенький, шершавий, наявність дефектів, відслоювань, характер сітки тріщин.

Зважити деталь на вагах з точністю до 10 мг.

Заміряти діаметр відновленої поверхні за позначками.

Обчислити вихід хрому по струму:

$$\eta = \frac{q_2 - q_1}{c \cdot I \cdot T} 100\%, \quad (5.6)$$

де q_1 – маса деталі до хромування, г;

q_2 – маса деталі після хромування, г;

c – електролітичний еквівалент хрому, $c = 0,323$ г/(А·год);

I – сила струму, А;

T – тривалість електролізу, год.

Результати вимірювань і розрахунків подати в п. 4 звіту.

9. Здійснити організаційно-технічне обслуговування робочого місця. Привести в початковий стан інструмент, деталь, документацію, прибрати робоче місце, обладнання. Здати робоче місце майстрові.

10. Захист результатів роботи. У п. 5 звіту записати висновки. Оформлений звіт здати викладачеві. Під час захисту студент повинен пояснити і обґрунтувати розрахунки, прийняті рішення, знати будову і головні параметри обладнання та інструменту, вміти проектувати процеси і оформляти технологічну документацію, знати, як налагодити обладнання, вміти виконувати операції з відновлення деталі, знати послідовність виконання роботи.

5.5. Контрольні запитання. 1. В чому суть гальванічного осадження металу? 2. Де застосовують хромові покриття? 3. Які параметри при хромуванні впливають на вид осадів хрому? Перелічіть види осадів хрому. 4. Які основні операції підготовки деталей до хромування? 5. Які компоненти входять до складу електроліту для хромування? 6. Як визначають товщину покриття деталі? 7. Які фактори впливають на тривалість електролізу? 8. Яка принципова



Національний університет
водного господарства
та природокористування

будова установки для хромування деталей?



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Лабораторна робота № 6

Відновлення деталей газополуменевим напиленням порошків

Обладнання, інструмент. Універсальний пост газополуменевого напилення в комплекті: установка для струминної обробки, зварювальний стіл, пальник ГН-2, газорозподільний щит, балон кисневий, балон ацетиленовий, редуктори кисневий і ацетиленовий, компресорна установка, з'єднувальні шланги, пристрій для наплавлення деталей типу вал, порошкова суміш, ключі гайкові; штангенциркуль; твердомір ТШ-2, щітка металева, фартух, рукавиці, захисні окуляри.

Зміст роботи.

6.1. Суть процесу напиленням. Відновлення деталей газотермічним напиленням (ще називають металізацією) полягає у нанесенні частинок розплавленого металу розміром від 3 до 300 мкм високошвидкісним струменем спеціального газу або повітря із швидкістю 100-300 м/с на попередньо підготовлену поверхню. При ударному контакті з поверхнею частинки деформуються, заповнюють всі нерівності поверхні, зчіплюються як з основним металом, так і з частинками, які наносяться в подальшому. Нагрівання вихідного матеріалу (дріт або порошок) до рідкого або пластичного стану здійснюється ацетиленокисневим полум'ям, електричною дугою або струменем високої частоти.

Внаслідок того, що в процесі металізації подається велика кількість повітря, частинки під час удару швидко охолоджуються, тим самим значно зменшуючи нагрівання основного металу не піддаючи його структурним змінам.

До основних видів газотермічного напилення, залежно від джерела теплової енергії для розплавлення металу, відносяться електродугове, газополуменеве, плазмове і детонаційне.

Відновлені деталі газотермічним напиленням мають ряд суттєвих переваг відносно інших способів відновлення, а саме:

1 – структура і властивості основного металу деталі не змінюється, оскільки процес протікає при температурі не більше 200°C;

2 – нанесення значного шару нарощуваного металу (до 10-15 мм на сторону), що має суттєве значення для деталей, які мають значне



спрацювання;

3 – отримання покриттів з широким спектром заданих властивостей за рахунок вибору матеріалів і технологічних режимів відновлення;

4 – можливість нанесення покриттів як на металеву, так і неметалеву основу;

5 – можливість застосування технологічного процесу в різних виробничих умовах;

6 – процес легко механізувати, що забезпечує високу якість покриття з одночасним підвищенням продуктивності.

Газотермічним напиленням відновлюють і зміцнюють зношені деталі, підвищують їх корозійну стійкість і антифрикційні властивості поверхонь. Покриття наносяться з різних металів і сплавів як на металічну, так і на неметалічну основу будь-якої конфігурації товщиною від 0,1 до 10 мм.

Рекомендують відновлювати посадочні місця під підшипники кочення, сталених валів, які працюють в добрих умовах мащення і без значних ударних навантажень (вали вентиляторів, корінні шийки колінчастих валів), а також під час ремонту тріщин корпусних деталей в невідповідальних частинах відливок (в головках циліндрів, в сорочках охолодження блоків циліндрів і т.п.).

Структура нанесеного покриття відрізняється від структури основного металу. Покриття має неоднорідну пористу структуру, характеризується підвищеною крихкістю при порівняно високій твердості. Для підвищення міцності зчеплення попередньо напилюють шар із спеціальних матеріалів, а також шляхом оплавлення напиленого шару. Наявність пор в напиленому шарі покращує умови мащення спряжених деталей. Мاستило проникає в пори і в певній мірі стабілізує масляну плівку.

Для збільшення міцності зчеплення напиленого шару з основним металом на поверхню деталі напилюють проміжний шар – підшарок, для якого використовують екзотермічний порошок із суміші нікелю і алюмінію у співвідношенні відповідно 80-82 % і 18-20 %. Внаслідок екзотермічної реакції сферичні частинки алюмінію, покриті нікелем, нагріваються до температури 1500°C і вище і легко зварюються або сплаваються з поверхнею відновлюваної деталі. Глибина зони сплавлених незначна – до 0,1 мм.



Для наплення основного шару з плавленням використовують самофлюсівні порошки на основі хром-нікель-бор-кремній марок СНГН, ВСНГН, ПГ-ХН80СР2 та інші.

Композиційною сумішшю порошків самофлюсівного ПГ-ХН80СР2 або СНГН з екзотермічним порошком нікель-алюміній у співвідношенні відповідно 75-80% і 25-20% здійснюють наплення деталей без наступного плавлення.

Розмір гранул порошків 40-100 мкм. Перед використанням порошки прожарюють при температурі 100-150°C протягом 1-1,5 год. Витрати порошкових сумішей 6-8 г/дм² для прошарку товщиною 0,06-0,1 мм і 13-15 г/дм² – для головного шару товщиною 0,1 мм.

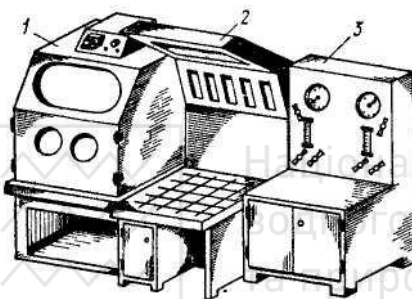


Рис. 6.1. Пост газополуменового наплення порошків:

1 – установка пікоструминної обробки; 2 – зварювальний стіл; 3 – газорозподільний щит

Для газополуменового наплення і газопорошкового наплення промисловість випускає набори обладнання. Одним з таких наборів є універсальний пост 01.05-149 «Ремдеталь» (рис. 1). До нього входять: установка пікоструминної або дробоструминної обробки 1, зварювальний стіл 2, газорозподільний щит 3, пальник ГН-2, редуктори для кисню і горючого газу, пристрій для

наплення деталей типу вал, два стелажі.

Установка струминної обробки призначена для підготовки спрацьованої поверхні перед напленням обробкою корундом. Установка складається з металевого каркасу, піддона для корунду, камери для очищення деталей, пістолета. На камері розміщені оглядове вікно, манометр, редуктор, плафон для освітлення камери

Головні параметри установки струминного очищення: максимальний робочий тиск повітря – 0,79 МПа; витрата повітря не більш як 4,5 м³/год; час безперервної роботи установки – 30-40 хв; грануляція корунду – 0,5-3,0 мм.

Стіл зварника призначений для установки зварювальних виробів і складається із станини, панелі вертикальної, панелі похилої,



освітлювача і пульта керування.

У нижній частині станини розміщений бункер для збирання і виділення окалини, шлаку та інших відходів. Бункер за допомогою фланця з'єднується з витяжною вентиляційною магістраллю. На станині розміщені шафи для матеріалів та інструменту і пульт керування. Вертикальна панель у нижній частині має шибер для регульованого всмоктування газів із зони зварювання.

Похила панель на передній стінці також має щілини для проходження шкідливих газів. Вона може нахилитись на 60° відносно вертикалі. На похилій панелі встановлюється освітлювач з двох ламп розжарювання і відбивача.

Електроапаратура розміщена на панелі керування і має такі органи керування: пакетний вимикач для з'єднання з мережею живлення; вимикач системи освітлення; сигнальну лампу, знижувальний трансформатор.

Щит газорозподільний призначений для контролю тиску і витрат ацетилену (пропану) та кисню. Щит складається з металевого каркасу, панелі з приладами, шафи для зберігання інструменту, шлангів. Панель обладнана манометрами тиску кисню, ацетилену, ротаметрами РС-3А, редукторами і вентилями регулювання тиску і витрат.

Щит забезпечує такі параметри роботи: тиск газів на вході – не більше, МПа: ацетилену – 0,09, кисню – 8,8; тиск газів на виході – не більше, МПа: пропану – 0,02, ацетилену – 0,09, кисню – 0,58; витрати газів – не більше, $\text{м}^3/\text{г}$: ацетилену – 3,0; кисню – 7,5; кількість підключених апаратів – 1; габаритні розміри – $700 \times 650 \times 1620$ мм.

Пальник ГН-2 призначений для ручного газопорошкового напилення гранульованих самофлюсівних твердих сплавів на основі *Cr-B-Ni* або інших композицій для відновлення спрацьованих або зміцнювання поверхонь нових деталей. Пальник складається із стола, наконечника, пристрою для подачі порошку, рукоятки, вентилів і штуцерів. Пристрій подачі порошку з'єднується із стволом за допомогою гайки через перехідник, в якому розміщений інжектор. Пристрій подачі порошку складається з бункера і важільного механізму, що забезпечує початок і кінець подачі порошку. До пристрою подачі порошку за допомогою накидної гайки кріпиться наконечник, який складається із змішувальної камери з інжектором та мундштука.



Пальник має такі параметри: товщина напилюваного (наплавленого) шару – 0,3-2,0 мм; тиск, МПа: кисню – 0,2 (0,35) відповідно для мундштуків № 3 і № 4, ацетилену – не менше 0,01; витрати, л/г: кисню – 350 (600), ацетилену – 350 (600) відповідно-для мундштуків № 3 і № 4; розрідження в ацетиленовому каналі – не менше 0,004 МПа; грануляція порошку – 40-100 мкм.

Кисень від балона по шлангу через штуцер і ніпель надходить до регульовального вентиля, а далі – по інжектору першого ступеня інжекції. При витіканні кисню через вузький канал інжектора в порожнині каналу створюється розрідження, що сприяє при відкритому каналі забору із бункера порошкових сумішей. Киснево-порошкова суміш надходить у канал інжектора другого ступеня інжекції, а далі в змішувальну камеру наконечника і створює розрідження в каналах горючого газу пальника, достатнє для всмоктування ацетилену в однаковому об'ємі або дещо більшому порівняно з об'ємом кисню, що подається.

У трубці наконечника киснево-порошкова суміш змішується з ацетиленом. Горюча суміш, що утворилась, надходить у канал мундштука, на виході з якого вона згоряє і забезпечує нагрівання наплавлювальної поверхні до потрібної температури, плавлення гранул порошку і транспортування їх струменем горючих газів на поверхню деталі.

6.2. Проектування технологічного процесу. Відомості про матеріали для газополуменового напилення наведені на початку роботи.

Режими напилення порошкових сумішей: тиск кисню P_k , ацетилену P_1 , витрати кисню Q_k і ацетилену Q_2 , відстань від сопла (мундштука) до поверхні деталі L_m , подача пальника S_n , швидкість обертання деталі v_o , витрати порошку Q_n змінюються в значних межах і залежать від конструктивних особливостей обладнання та його потужності. Орієнтовні режими напилення порошків наведено в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

Орієнтовні режими напилення порошків

Показник	Одиниця вимірювання	Значення
Тиск кисню	МПа	0,35-0,45
Тиск ацетилену	МПа	0,03-0,05



Витрати кисню	м ³ /год	0,96-1,1
Витрати ацетилену	м ³ /год	0,9-1,0
Швидкість обертання деталі	м/хв	18-20
Відстань напилення	мм	160-180
Поздовжня подача апарата	мм/об	3-4
Витрати порошку	кг/год	2,5-3

Режими напилення, тиск кисню і ацетилену, витрати кисню і ацетилену визначити відповідно до параметрів пальника. Відстань між мундштуком і поверхнею деталі приймається за 1,5-2,0 довжини ядра полум'я.

6.3. Послідовність виконання роботи. 1. Ознайомитись з зразком звіту про її виконання. З'ясувати суть відновлення деталей газополуменевим напиленням порошків, ознайомитись з обладнанням для напилення порошків, зв'язком властивостей відновленої поверхні з режимами обробки, межами використання напилення під час ремонту меліоративних і будівельних машин.

2. Підготувати вхідні дані для виконання роботи. У п. 1 звіту описати оснащення робочого місця, призначення і головні параметри обладнання для напилення. Виготовити форму операційної карти газополуменевого напилення, п. 3 звіту.

3. Ознайомитись з організацією робочого місця для газополуменевого напилення, розміщенням обладнання, пристроїв, інструменту, документацією.

Вивчити конструктивно-технологічну характеристику деталі (деталь дають на занятті).

Вивчити головні вузли і органи керування обладнання, особливості будови пальника, характеристики обладнання і матеріалів для напилення. Накреслити схему подачі кисню або ацетилену газорозподільного щита (п. 2 звіту).

Повторити правила техніки безпеки роботи на обладнанні.

Без дозволу обладнання не вмикати!

4. Розробити технологічний процес газополуменевого напилення порошками.

Ознайомитись з технічними умовами для відновленої поверхні.

Зчеплення напиленого металу з основним значною мірою залежить від підготовки поверхні. З поверхні деталі видаляють вологу, масло, механічною обробкою роблять її шорсткою, нарізують різьбову



поверхню або здійснюють струминну обробку корундом чи дробинками.

Підібрати обладнання, пристрої, інструмент.

Визначити режими струминної обробки корундом: тиск повітря становить 0,5-0,6 МПа, кут нахилу струменя до поверхні деталі 60-70°, відстань від сопла до поверхні деталі 70-90 мм, витрати повітря 4-6 м³/хв, витрати порошку 1,5 кг/дм², зернистість порошку (50 % суміші корунду 60-80 і корунду 120-160).

Вивчити спосіб базування і кріплення деталі на столі зварника. Скласти план операції напилення, послідовність і зміст переходів, методи контролю.

Визначити режими напилення: тиск кисню P_k , ацетилену P_1 , витрати кисню Q_k і ацетилену Q_e , відстань від сопла (мундштука) до поверхні деталі l_m , подачу пальника S_n , витрати порошку Q_n .

Розрахунки режимів подати в п. 2 звіту, результати розрахунків занести до операційної карти п. 3 звіту.

5. Підготувати обладнання для струминної обробки. Перевірити з'єднання шлангів до компресора, струминного пістолета, наявність корунду, установити деталь в бункері для обробки. Переконайтесь, що витяжна вентиляція працює.

Обробити поверхню деталі корундом. Переконайтесь у безпеці присутніх у приміщенні, з дозволу викладача ввімкнути подачу повітря до пістолета, освітлення камери, відрегулювати тиск і витрати повітря, корунду. Переміщеннями пістолета відносно поверхні деталі обробити її поверхню.

6. Підготувати обладнання для газополуменевого напилення. Разом з майстром перевірити кріплення редукційних клапанів з балонами, з'єднання шлангів, підключення вентилів. Відрегулювати тиск і витрати кисню та ацетилену. Встановити деталь для напилення на столі зварника так, щоб напилювана поверхня займала горизонтальне положення, і щоб у разі потреби її можна було переміщувати.

Перевірити, чи працює витяжна вентиляція.

7. Виконати напилення поверхні деталі. Переконайтесь у безпеці присутніх у приміщенні, з дозволу викладача встановити тиск у робочій камері редуктора відповідно до визначеного, повністю відкрити вентиль для виходу кисню і перевірити розрідження в каналі



бункера при натиснутому важелі клапана. Заповнити бункер пальника на $\frac{2}{3}$ об'єму прожареним порошком, відкрити на $\frac{1}{4}$ оберту кисневий і на 1 оберт ацетиленовий вентиля пальника, відрегулювати полум'я заданої потужності і складу.

Категорично забороняється встановлювати нормальне полум'я в початковий період регулювання при недостатній потужності для запобігання удару і зворотному вибуху полум'я в пальник.

При повністю відкритому ацетиленовому вентилі в полум'ї повинен бути надлишок ацетилену.

Перед початком напilenня натиском важеля проконтролювати наявність подачі порошку.

Під час напilenня спочатку треба розігріти наплавлювану поверхню до температури «відпотівання» без розплавлення основного металу. Потім встановити полум'я з надлишком ацетилену і періодичним натискуванням на важіль подавати потрібну кількість порошку у наплавлювану зону, переміщенням полум'я пальника здійснювати рівномірне напilenня по нагрітій поверхні. Під час напilenня ядро полум'я повинно бути на відстані 1,5-2,0 довжини ядра.

Закінчивши напilenня, закривають ацетиленовий, а потім кисневий вентиля.

8. Проконтролювати виконання операції. Після охолодження деталі оглядом визначити рівномірність напilenого шару, відсутність непроварів. Заміряти розмір напilenого шару. Результати записати в п. 4 звіту.

9. Провести організаційно-технічне обслуговування робочого місця. Привести в початковий стан інструмент, деталь, документацію, прибрати робоче місце, обладнання. Здати робоче місце майстрові.

10. Захист результатів роботи. У п. 5 звіту записати висновки. Оформлений звіт здати викладачеві. Під час захисту студент повинен пояснити і обґрунтувати розрахунки, прийняті рішення, знати будову і головні параметри обладнання та інструменту, вміти проектувати процеси і оформляти технологічну документацію, знати як налагодити обладнання, вміти виконувати операції з відновлення деталі, знати послідовність виконання роботи.

6.4. Контрольні запитання. 1. Яка суть і межі використання газополуменевого напilenня порошкових матеріалів? 2. Перелічити



обладнання для газополуменевого наплення порошоків. 3. Які порошоків матеріали використовують для газополуменевого наплення? 4. Яке призначення і будова пристрою струминної обробки? 5. Яке призначення, будова, головні параметри пальника? 6. Перерахувати параметри газополуменевого наплення. 7. Як забезпечуються якісні властивості напленого шару.





Використана література

1. Мірошник В. О., Фабровський Є. М. Ремонт меліоративних і будівельних машин : практикум: навч. посібник / за ред. В. О. Мірошника. Київ : Вища шк., 1995. 207 с.
2. Хітров І. О., Гавриш В. С. Ремонт машин і обладнання : навч. посібник. Рівне : НУВГП, 2011. 184 с.
3. Тхорук Є. І., Корнієнко В. Я., Гавриш В. С., Хітров І. О. Монтаж і ремонт об'єктів теплоенергетики. Практикум : навч. посібник. Рівне : НУВГП, 2013. 116 с.

