

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

КОТЕНКО МАКСИМ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 621.793: 621.357

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ
ОПОРНИХ ЩІТОК РОЗПОДІЛЬНИХ ВАЛІВ ДВИГУНІВ АВТОМОБІЛІВ
З РОЗРОБКОЮ УСТАНОВКИ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ГАЛЬВАНІЧНИХ
ПОКРИТТІВ**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело
_____ Котенко М.О.

Керівник роботи
Боровський В.М.
старший викладач

Житомир – 2024

АНОТАЦІЯ

Котенко Максим Олександрович. Удосконалення технологічного процесу відновлення опорних щіток розподільних валів двигунів автомобілів з розробкою установки для нанесення гальванічних покриттів. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

В кваліфікаційній роботі проведено аналіз роботи газорозподільного механізму двигунів автомобілів, виявлено основні дефекти розподільних валів двигунів і способи їх усунення та встановлено, що одним із найпоширеніших дефектів є зношення опорних шийок.

Зроблено аналіз наявних конструкцій сучасного технологічного обладнання для відновлення опорних шийок розподільчих валів двигунів автомобілів, що дав змогу виявити їхні недоліки, а саме дорожнечу, складність конструкції та великі затрати праці під час їхнього використання. На підставі чого для відновлення опорних шийок розподільних валів пропонується установка для нанесення гальванічних покриттів. Зроблено конструкторські розрахунки основних елементів пристосування для нанесення гальванічних покриттів.

Зроблено технологічний розрахунок елементів технології відновлення розподільчих валів, де розроблено технологічний маршрут відновлення, вибрано обладнання, технологічне оснащення, розраховано технічну норму часу на відновлення розподільчого валу.

Ключові слова: відновлення, опорні щітки, розподільні вали, двигуни автомобілів, гальванічні покриття, технологічний процес, установка, довговічність, надійність.

ANNOTATION

Kotenko Maksym Oleksandrovych. Improvement of the technological process of restoration of support brushes for camshafts of car engines with the development of an installation for applying galvanic coatings. – Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in the specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissya National University, Zhytomyr, 2024.

The qualification work analyses the operation of the gas distribution mechanism of car engines, identifies the main defects of engine camshafts and ways to eliminate them, and establishes that one of the most common defects is the wear of the support journals.

An analysis of the existing designs of modern technological equipment for restoring the bearing journals of camshafts of car engines is carried out, which made it possible to identify their shortcomings, namely, high cost, complexity of design and high labour costs during their use. On the basis of this, a galvanic coating installation is proposed for the restoration of camshaft support journals. The design calculations of the main elements of the device for applying galvanic coatings have been made.

A technological calculation of the elements of the camshaft restoration technology has been made, where the technological route of restoration has been developed, equipment and technological equipment have been selected, and the technical standard of time for the restoration of the camshaft has been calculated.

Keywords: restoration, backing brushes, camshafts, car engines, galvanic coatings, technological process, installation, durability, reliability.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ РОБОТИ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ ДВИГУНІВ АВТОМОБІЛІВ, ДЕФЕКТИ РОЗПОДІЛЬНИХ ВАЛІВ І СПОСОБИ ЇХ УСУНЕННЯ.....	8
РОЗДІЛ 2. УСТАНОВКА ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ОПОРНИХ ШИЙОК РОЗПОДІЛЬНИХ ВАЛІВ ДВИГУНІВ АВТОМОБІЛІВ НАНЕСЕННЯМ ГАЛЬВАНІЧНИХ ПОКРИТТІВ.....	15
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ РОЗПОДІЛЬНИХ ВАЛІВ.....	39
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	52

ВСТУП

Ефективність роботи автотранспортного парку базується на надійності машин, яка забезпечується в процесі його виробництва, експлуатації та ремонту.

Підтримка параметрів технічного стану машин у межах встановлених нормативно-технічною документацією можлива за умови наявності на підприємствах прогресивних засобів і технологічних процесів відновлення деталей машин.

Одним із найвідповідальніших агрегатів автомобіля є двигун. Серед систем і механізмів у двигуні значна роль відводиться газорозподільному механізму (ГРМ). Розподільний вал більш ніж будь-яка з інших деталей ГРМ двигуна впливає на роботу практично кожної системи двигуна. Він безпосередньо впливає на системи карбюрації, впуску і випуску газів; конструкцію механізму приводу клапанів; оптимальний ступінь стиснення і, меншою мірою, навіть на конструкцію шасі і трансмісії. Простіше кажучи, конструкція розподільчого валу визначає вихідну потужність двигуна за частково або повністю відкритої дросельної заслінки і вибір цієї деталі є одним із найважливіших рішень, які можуть прийняти виробники двигунів[1].

Розподільчий вал схильний до зношування, має велику кількість дефектів, які необхідно усувати для відновлення його працездатності.

Тому **метою дипломного проекту** є: удосконалення технологічного процесу відновлення опорних шийок розподільних валів двигунів автомобілів з розробкою установки для нанесення гальванічних покриттів.

Виходячи з поставленої мети, сформульовано такі **завдання**:

1. Провести аналіз роботи газорозподільного механізму двигунів автомобілів, виявити основні дефекти розподільних валів двигунів і способи їх усунення.
2. Провести аналіз наявних конструкцій сучасного технологічного обладнання для відновлення розподільчих валів двигунів автомобілів і виявити

їхні недоліки, розробити установку для нанесення гальванічних покриттів, провести конструкторські розрахунки.

3. Провести технологічний розрахунок елементів технології відновлення розподільчих валів.

Об'єкт дослідження: технологічний процес відновлення опорних щіток розподільних валів двигунів автомобілів.

Предмет дослідження: закономірності впливу конструктивних параметрів установки для нанесення гальванічних покриттів на техніко-економічні показники технологічного процесу відновлення опорних щіток розподільних валів двигунів автомобілів.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. Боровський В. М. Заріцький Ю. В., Ковальчук М. В., **Котенко М. О.**, Крилас М. С. Підвищення якості послуг ремонтної бази як інструмент зниження собівартості продукції. Сучасна концепція освітлення в птахівництві. Збірник тез Х-ї всеукраїнської науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь». м. Житомир, 20 квітня 2024 року. Житомир : ЖАТФК. С. 11-13.

2. Боровський В. М., **Котенко М.О.** Підвищення продуктивності електроосадження гальванічних покриттів під час відновлення деталей. Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 117-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 22-23 лют. 2024 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. 2024. С. 84-86

Практичне значення одержаних результатів. Практичний інтерес для аграрних підприємств України представляє розроблена установка для нанесення гальванічних покриттів.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 22 найменування.

Загальний обсяг роботи становить 53 сторінки комп'ютерного тексту, містить 9 рисунків та 1 таблиця.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ РОБОТИ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ ДВИГУНІВ АВТОМОБІЛІВ, ДЕФЕКТИ РОЗПОДІЛЬНИХ ВАЛІВ І СПОСОБИ ЇХ УСУНЕННЯ

1.1 Аналіз роботи газорозподільного механізму двигунів автомобілів

Газорозподільний механізм (ГРМ) є одним з ключових елементів двигуна внутрішнього згоряння, який визначає ефективність його роботи, потужність та економічність. ГРМ забезпечує своєчасне відкриття і закриття клапанів, що дозволяє оптимально наповнювати циліндри паливоповітряною сумішшю та видаляти відпрацьовані гази. У цій главі ми детально розглянемо конструкцію, принципи роботи, типи ГРМ, а також проведемо аналіз їх ефективності [2].

ГРМ складається з наступних основних компонентів:

Розподільчий вал – відповідає за відкриття і закриття клапанів у відповідний момент часу.

Клапани – впускні та випускні, що відкриваються і закриваються для пропускання паливоповітряної суміші і відпрацьованих газів.

Привід розподільчого валу – може бути виконаний у вигляді зубчастого ремня, ланцюга або шестерень.

Коромисла та штовхачі – передають рух від розподільчого валу до клапанів.

Пружини клапанів – забезпечують повернення клапанів у закрите положення [2, 3, 5, 8, 9, 10].

Принцип роботи ГРМ полягає у синхронізації відкриття та закриття клапанів з рухом поршня у циліндрі. Це досягається завдяки розподільчому валу, який обертається зі швидкістю, пропорційною обертам колінчастого валу.

Впускний такт: Поршень рухається вниз, впускний клапан відкривається, і паливоповітряна суміш заповнює циліндр.

Стиснення: Впускний клапан закривається, поршень рухається вгору, стискаючи суміш.

Робочий хід: Свічка запалювання ініціює згорання суміші, поршень рухається вниз, здійснюючи роботу.

Випускний такт: Випускний клапан відкривається, поршень рухається вгору, виштовхуючи відпрацьовані гази.

Однораспредвальні механізми (SOHC) мають один розподільчий вал, розташований у головці циліндра. Вони зазвичай використовуються в двигунах з невеликою кількістю клапанів. Перевагами SOHC є менша маса і простота конструкції, що сприяє зниженню вартості виробництва та обслуговування.

Двораспредвальні механізми (DOHC) мають два розподільчих вали, один з яких відповідає за впускні, а інший за випускні клапани. Це дозволяє більш точно керувати фазами газорозподілу, підвищуючи ефективність двигуна. DOHC зазвичай використовуються в високопродуктивних двигунах, що потребують більшої потужності та точності [1, 9, 10].

Механізми з регульованими фазами газорозподілу (VVT) дозволяють змінювати час відкриття і закриття клапанів залежно від умов роботи двигуна. Це досягається за рахунок спеціальних систем, що змінюють положення розподільчого валу. VVT сприяє підвищенню потужності та економічності двигуна на різних режимах роботи.

Конструкція ГРМ значно впливає на ефективність двигуна. DOHC і VVT механізми забезпечують кращу продуктивність і економічність завдяки точнішому керуванню фазами газорозподілу. SOHC механізми, хоча і менш продуктивні, є більш економічними в плані виробництва та обслуговування.

Надійність ГРМ залежить від якості матеріалів і точності виробництва. Регулярне технічне обслуговування, включаючи заміну ременів і ланцюгів, є критично важливим для забезпечення безперебійної роботи механізму. DOHC і VVT механізми потребують більш частого і складного обслуговування порівняно з SOHC [1, 3, 5, 7, 9, 10].

Сучасні тенденції включають використання легких і міцних матеріалів, таких як титанові сплави, що знижують масу і збільшують термін служби ГРМ.

Впровадження електронних систем керування газорозподільним механізмом дозволяє підвищити точність і швидкість реагування на зміну умов роботи двигуна, що сприяє зниженню витрат палива і викидів шкідливих речовин [1, 3, 5, 7, 9, 10].

Впровадження електронних систем керування газорозподільним механізмом дозволяє підвищити точність і швидкість реагування на зміну умов роботи двигуна, що сприяє зниженню витрат палива і викидів шкідливих речовин [1, 3, 5, 7, 9, 10].

Газорозподільні механізми інтегруються з гібридними та електричними силовими установками, що дозволяє досягти оптимальної продуктивності та економічності при зниженні екологічного впливу.

Газорозподільний механізм є критично важливим компонентом двигуна внутрішнього згоряння, що визначає його ефективність, продуктивність та економічність. Розглянуті типи ГРМ мають свої переваги та недоліки, що робить їх придатними для різних умов експлуатації. Сучасні тенденції розвитку ГРМ спрямовані на підвищення надійності, точності та екологічності, що забезпечить подальший розвиток автомобільної техніки в умовах зростаючих вимог до енергозбереження та зниження викидів шкідливих речовин [1, 3, 5, 7, 9, 10].

1.2 Основні дефекти розподільних валів двигунів і способи їх усунення

Розподільчий вал є одним з найважливіших компонентів газорозподільного механізму двигуна внутрішнього згоряння. Його функція полягає у керуванні впускними та випускними клапанами, забезпечуючи правильне наповнення циліндрів паливоповітряною сумішшю та виведення відпрацьованих газів. В процесі експлуатації розподільчий вал піддається значним механічним навантаженням і зносу, що може призвести до

різноманітних дефектів. У цьому розділі ми розглянемо основні дефекти розподільних валів, їх причини та методи усунення [1, 3, 5, 7, 9, 10].

Основні дефекти розподільних валів:

Знос кулачків.

Причини зносу кулачків

Знос кулачків розподільчого валу є найпоширенішим дефектом. Основні причини включають: недостатнє або неправильне змащування; використання неякісного масла; механічне навантаження і тертя; неправильне налаштування клапанів; забруднення масла металевими частками.

Ознаки зносу кулачків включають: зниження потужності двигуна; нерівномірну роботу двигуна; підвищений шум та вібрації; збільшена витрата палива.

Для усунення зносу кулачків застосовуються такі методи:

шліфування кулачків – відновлення робочої поверхні шляхом зняття шару матеріалу;

заміна розподільчого валу – використовується при значному зносі, коли ремонт недоцільний;

поліпшення системи змащування – використання високоякісного масла і регулярна його заміна.

Втомне руйнування.

Втомне руйнування розподільчого валу відбувається під дією циклічних навантажень. Основні причини включають: перевантаження двигуна; висока температура; недостатнє змащування, виробничі дефекти.

Ознаки втомного руйнування включають: тріщини на поверхні кулачків; втрата матеріалу в місцях руйнування; підвищений шум та вібрації; порушення роботи клапанів.

Для усунення втомного руйнування застосовуються такі методи:

зварювання і шліфування – використовується для ремонту тріщин та відновлення поверхні;

термічна обробка – зміцнення матеріалу валу для підвищення його стійкості до втомних навантажень;

Заміна розподільчого валу – при значному руйнуванні.

Корозійне руйнування

Корозійне руйнування виникає під впливом агресивних середовищ, вологи та кислотних домішок в маслі. Основні причини включають: використання неякісного масла; наявність вологи в системі змащування; хімічні домішки в паливі.

Ознаки корозійного руйнування включають: ржаві плями на поверхні валу; поява шорсткості та нерівностей; зниження продуктивності двигуна; підвищений знос деталей.

Для усунення корозійного руйнування застосовуються такі методи:

механічне очищення – видалення іржі та відновлення поверхні;

антикорозійне покриття – нанесення захисних покриттів для запобігання подальшій корозії;

покращення системи змащування – використання високоякісного масла з антикорозійними присадками.

Деформація розподільчого валу

Деформація розподільчого валу може виникати під впливом надмірних механічних навантажень або через виробничі дефекти. Основні причини включають: перевантаження двигуна; неправильне встановлення валу; виробничі дефекти.

Ознаки деформації включають: нерівномірну роботу двигуна; підвищений шум та вібрації; зниження продуктивності двигуна; неправильне функціонування клапанів [6, 8, 9].

Для усунення деформації застосовуються такі методи:

- механічне вирівнювання – відновлення правильної геометрії валу;
- заміна розподільчого валу – використовується при значній деформації;
- регулювання встановлення валу – забезпечення правильного монтажу та вирівнювання[6, 8].

Порушення герметичності сальників

Порушення герметичності сальників може призвести до витоків масла, що негативно впливає на роботу розподільчого валу. Основні причини включають: знос сальників; механічні пошкодження; використання неякісних матеріалів;

Ознаки порушення герметичності включають: витoki масла; забруднення поверхні розподільчого валу; зниження рівня масла в системі; підвищений знос деталей.

Для усунення порушення герметичності сальників застосовуються такі методи:

заміна сальників – встановлення нових сальників з високоякісних матеріалів;

очищення та відновлення поверхні – видалення забруднень і відновлення поверхні валу;

контроль рівня масла – регулярний контроль і поповнення рівня масла в системі.

Для відновлення поверхонь кулачків використовуються такі технології:

Шліфування та полірування – зняття шару матеріалу для відновлення геометрії кулачка.

Наплавлення металу – нанесення шару металу на пошкоджену поверхню з подальшою обробкою.

Хромування та нітридування – нанесення захисних покриттів для підвищення стійкості до зносу.

Основне обладнання для відновлення поверхонь кулачків включає:

Шліфувальні верстати – для точної обробки поверхні.

Установки для наплавлення металу – для нанесення шару металу.

Електролізні ванни – для хромування та нітридування.

Для ремонту тріщин та деформацій використовуються такі технології:

Зварювання та пайка – відновлення цілісності матеріалу.

Термічна обробка – зміцнення матеріалу і зняття напружень.

Механічне вирівнювання – відновлення правильної геометрії валу.

Забезпечення правильного змащування є ключовим фактором у попередженні дефектів розподільчого валу. Регулярне технічне обслуговування допомагає виявити та усунути потенційні проблеми на ранніх стадіях. Дотримання рекомендацій щодо експлуатації двигуна допомагає уникнути перевантажень та передчасного зносу [6].

Дефекти розподільчих валів двигунів внутрішнього згорання є серйозною проблемою, що може призвести до зниження продуктивності та надійності двигуна. Розглянуті дефекти, такі як знос кулачків, втомне та корозійне руйнування, деформація та порушення герметичності сальників, потребують своєчасного виявлення та усунення. Для ефективного ремонту використовуються сучасні технології та обладнання, що дозволяють відновити працездатність розподільчих валів та забезпечити їх надійну експлуатацію. Профілактичні заходи, такі як правильне змащування, своєчасне технічне обслуговування, використання якісних запчастин та контроль експлуатаційних умов, є ключовими для попередження дефектів та забезпечення довговічності роботи розподільчих валів[6, 8, 9].

РОЗДІЛ 2

УСТАНОВКА ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ОПОРНИХ ШИЙОК РОЗПОДІЛЬНИХ ВАЛІВ ДВИГУНІВ АВТОМОБІЛІВ НАНЕСЕННЯМ ГАЛЬВАНІЧНИХ ПОКРИТТІВ

2.1 Існуючі конструкції технологічного обладнання для відновлення опорних шийок розподільного валу

Круглошліфувальний верстат моделі 3151. Призначений для зовнішнього шліфування в центрах циліндричних, пологих конічних і торцевих поверхонь виробів [4].

Технічна характеристика верстата:

Найбільший діаметр шліфованого виробу в мм	200
Найбільша відстань між центрами в мм	750
Найбільше переміщення столу в мм	780
Найбільший кут повороту столу в град	± 6
Найбільше поперечне переміщення шліфувальної бабки у мм	200
Число обертів шліфувального круга за хвилину	1050
Число швидкостей обертання патрона бабки виробу	3
Числа обертів патрона бабки виробу за хвилину:	
найбільше	300
найменше	75
Найбільша швидкість поздовжнього переміщення столу у м/хв	10
Найменша швидкість поздовжнього переміщення столу у м/хв	0,1
Величина радіальної подачі шліфувальної бабки на хід столу в мм:	
найбільша	0,03

найменша 0,01

Потужність головного електродвигуна в кВт 7

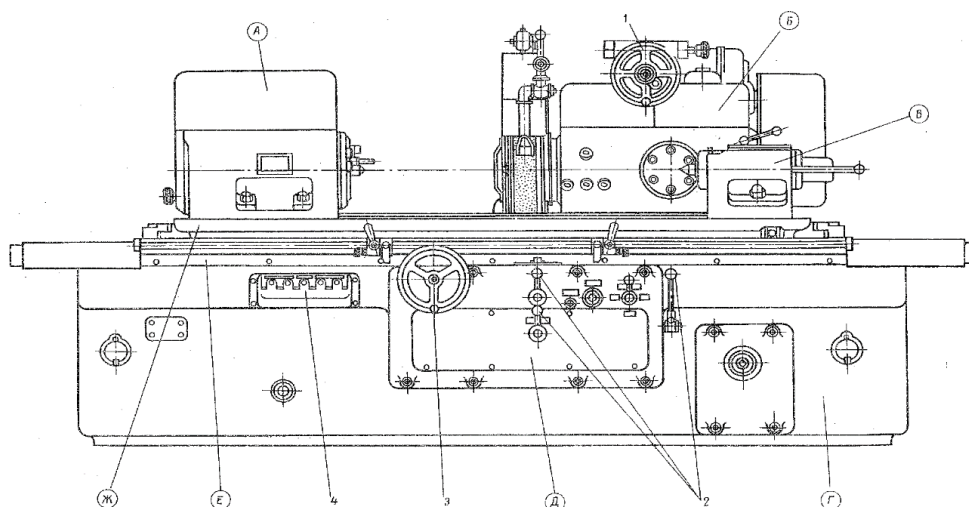


Рис. 2.1. Загальний вигляд круглошліфувального верстата типу 3151: А – бабка виробу; Б – шліфувальна бабка; В – задня бабка; Г – станина; Д – гідропривід столу; Е – стіл; Ж – поворотна плита; 1 – маховичок ручного поперечного переміщення шліфувальної бабки; 2 – рукоятки управління гідроприводом столу; 3 – маховичок ручного поздовжнього переміщення столу; 4 – кнопкова станція [3].

Рухи у верстаті. Рух різання - обертання шпинделя шліфувальної бабки з абразивним кругом. Кругова подача повідомляється повідковому патрону, що знаходиться на шпинделі передньої бабки. Поздовжня подача - прямолінійний зворотно-поступальний рух столу із заготівлею. Поперечна подача являє собою періодичне переміщення шліфувальної бабки в радіальному напрямку за хід столу. Допоміжні рухи - ручне поздовжнє переміщення столу, ручне поперечне переміщення шліфувальної бабки, а також швидке відведення шліфувальної бабки гідроприводом [1, 2, 3, 6, 8, 9].

Принцип роботи. Оброблювану деталь закріплюють у нерухомих центрах передньої і задньої бабок, установлених на поворотній плиті столу. За допомогою повідкового патрона деталі, що шліфується, передається обертальний рух, окружна швидкість якого відповідає швидкості кругової подачі [1, 2, 3, 6, 8, 9].

Шліфувальний круг, закріплений на шпинделі шліфувальної бабки, обертається з постійним числом обертів. Під час шліфування циліндричних деталей вісь центрів бабок встановлюють паралельно до напрямних столу, а під час шліфування конічних деталей поворотну плиту розташовують так, щоб вісь центрів бабок становила з напрямними столу кут, що дорівнює половині кута конуса заготовки [1, 2, 3, 6, 8, 9].

Для обробки виробів на круглошліфувальному верстаті моделі 3151 застосовуються такі способи [1, 2, 3, 6, 8, 9].

1. Спосіб поздовжньої подачі, за якого за кожен оберт шліфувального виробу останньому повідомляють поздовжнє переміщення на величину, що становить від 0,25 до 0,7 ширини шліфувального кола; для зняття всього припуску на оброблення наприкінці кожного або подвійного ходу столу шліфувальній бабці повідомляють мікрометричне поперечне подавання.

Цей спосіб застосовується тільки для оброблення поверхонь обертання з прямолінійною твірною; він забезпечує максимальну точність оброблення.

2 Спосіб врізання шліфувального круга в заготовку за відсутності поздовжньої подачі; ширина круга має бути більшою за довжину шліфуваної ділянки. Цей спосіб характеризується високою продуктивністю; він дає змогу шліфувати як циліндричні, так і конічні та фасонні поверхні обертання.

3 Спосіб глибинного шліфування, за якого шліфувальний круг, що має забірну конічну частину, встановлюють на повну глибину припуску на обробку. Найчастіше цей спосіб шліфування застосовується для обробки жорстких валів, які не потребують особливо високої точності виготовлення.

Конструктивні особливості. Особливість конструкції більшості круглошліфувальних верстатів, і зокрема верстата моделі 3151, полягає в наявності двох незалежних приводів подач. Один із них слугує для кругової подачі виробу, другий - для поздовжньої подачі столу і поперечної подачі шліфувальної бабки.

Іншою, важливою особливістю є застосування нерухомого шпинделя бабки виробу.

Рух різання. Шліфувальний круг приводиться в обертання електродвигуном потужністю 7 квт через клиноремінну передачу.

Рухи подач. Кругова подача здійснюється повідковим патроном, що приводить в обертання оброблювану деталь. Патрон отримує рух від електродвигуна потужністю 0,8 квт через клинопасову передачу з триступневими шківками, клинопасову передачу, вал III і плоскопасову передачу. Ступінчасто-шківний привід забезпечує три різних передавальних відношення $I_b = 0,45; 0,75; 1,51$.

Знаючи діаметр шліфувального виробу D_u в мм, можна за заданою величиною кругової подачі $S_{кр}$ визначити необхідне передавальне відношення I_b пасової передачі [1, 2, 3, 6, 8, 9].

Поздовжня подача столу здійснюється гідроприводом. Гідравлічним насосом Н продуктивністю 35 л/хв через дросель ДЗ, що змінює швидкість поздовжньої подачі, масло нагнітається в напірну магістраль. Поздовжня подача вмикається установкою пускового золотника в положення, вказане на схемі. При цьому масло, що знаходиться в напірній магістралі, зрушить вправо золотник, надійде в ліву виточку золотника управління і через дросель потрапить в ліву порожнину реверсивного золотника змістивши його вправо.

Основний потік олії з напірної магістралі через ліву виточку золотника спрямовується в ліву порожнину робочого циліндра, зміщуючи поршень зі столом вправо.

З правої порожнини робочого циліндра через праву виточку золотника З1 і середню виточку золотника З2 масло зливається в бак [1, 2, 3, 6, 8, 9].

Під час підходу столу до правого крайнього положення лівий переставний упор У-1, що перебуває на столі, повертає важіль Р, зміщуючи золотник вліво. Масло з напірної магістралі через праву виточку золотника і дросель Д2 потрапить у праву порожнину золотника, змістивши його ліворуч, і основний

потік масла надійде в праву порожнину робочого циліндра, переміщаючи поршень зі столом ліворуч. Зупинка поздовжньої подачі здійснюється зміщенням пускового золотника вниз. При цьому напірна магістраль з'єднується зі зливним трубопроводом, масло від насоса безпосередньо зливається в бак, а золотник під дією пружини зміщується вліво, з'єднуючи обидві порожнини робочого циліндра [1, 2, 3, 6, 8, 9].

Поперечна подача. У момент реверсування ходу столу під час зміщення золотника масло з його лівої або правої порожнини витісняється відповідно через дросель Д1 або Д2 і прямує через кран К1 або К2 в золотник періодичної поперечної подачі і далі під поршень П3, який пов'язаний із собачкою храпового механізму.

Хід поршня, а отже, і величина поперечної подачі регулюється жорстким упором (на схемі не показаний). Собачка приводить в обертання храпове колесо, рух від якого через вал V, шестерні, вал VI, колеса і гвинтову передачу передається шліфувальній бабці. Коли крани К1 і відкриті, шліфувальній бабці повідомляється періодична подача за кожен хід столу [1, 2, 3, 6, 8, 9].

Для відключення періодичної подачі шліфувальної бабки закривається також кран К2. Крани К1 і К2 управляються однією рукояткою [1, 2, 3, 6, 8, 9].

Допоміжні рухи. Ручне поздовжнє переміщення столу досягається поворотом маховичка Мх2, закріпленого на валу VIII. Коли вал VIII з шестернею перебуває в положенні, зазначеному на схемі, рух передається через шестерні, вал IX, шестерні, шестерні внутрішнього зачеплення, шестерні та рейкову передачу. Для швидкого переміщення столу вал VIII з маховичком зміщуються в осьовому напрямку; при цьому шестерня зчіплюється з шестернею внутрішнього зачеплення і передає обертання останньому безпосередньо [1, 2, 3, 6, 8, 9].

Можливість здійснення ручного поздовжнього переміщення столу визначається положенням поршня П2. Коли ввімкнено поздовжню подачу від гідроприводу, частина олії з напірної магістралі надходить у циліндр; поршень П2, долаючи опір пружини, зміщується вгору і виводить за допомогою вилки

колесо на валу XI із зачеплення з колесом на валу IX, розриваючи ланцюг ручного переміщення столу. Під час вимкнення поздовжньої подачі, коли золотник зміщений донизу, тиск у циліндрі падає і поршень П12 під дією пружини зміщується донизу, вводячи в зачеплення шестерні 30 і 30 [1, 2, 3, 6, 8, 9].

Ручне поперечне переміщення шліфувальної бабки здійснюється поворотом маховичка Мх2, закріпленого на валу V. Рух передається через шестерні 24-36, вал VI, шестерні 24-96 і гвинтову передачу [1, 2, 3, 6, 8, 9].

Швидке відведення шліфувальної бабки здійснюється за допомогою циліндра, поршень П, якого пов'язаний з гвинтом поперечної подачі. Під час переміщення поршня П, гвинт рухається уздовж своєї осі, захоплюючи за собою шліфувальну бабку, з якою він пов'язаний гайкою.

Масло для переміщення поршня П1 надходить у відповідну порожнину циліндра з насоса через золотник швидких ходів [1, 2, 3, 6, 8, 9].

Вібродугове наплавлення

Автоматичне вібродугове наплавлення широко застосовують для відновлення переважно деталей типу вала діаметром понад 20 мм, а також для відновлення отворів діаметром понад 40 мм і глибиною до 100 мм. Процес наплавлення здійснюють під час вібрації електродного дроту з подачею охолоджувальної рідини на наплавлену поверхню. Як охолоджувальну рідину застосовують 2,5...6%-й водний розчин кальцинованої соди або 10...20%-й водний розчин гліцерину. Пара, що утворюється, захищає розплавлений метал від впливу кисню й азоту повітря та охолоджує наплавлювану деталь, чим сприяє отриманню валика з більш високими механічними властивостями [5].

Сутність способу вібродугового наплавлення деталей полягає в тому, що електродний дріт подають із касети до поверхні, що наплавляється, спеціальним механізмом, який одночасно з подачею дроту вниз, до деталі, надає йому коливальних рухів із певною частотою (50... 110 Гц) і амплітудою (до 4 мм).

До деталі та електродного дроту підводиться струм 80...300 А за напруги 12...20 В. У місце зіткнення дроту з деталлю подаються охолоджувальна рідина, захисний газ або флюс. Процес може вестися і без захисту дуги.

Цикл наплавлення охоплює коротке замикання (у момент торкання електродом деталі), горіння дуги (під час відриву електрода від деталі) і холостий хід (від моменту, коли дуга згасла, до наступного короткого замикання) [1, 2, 3, 6, 8, 9].

У разі включення в ланцюг струму індуктивності наростання і падіння імпульсів струму згладжуються, тривалість і стійкість горіння дуги зростають.

Принципова схема вібродугової установки з електромеханічним вібратором показана на малюнку 2.2 Деталь 3, що підлягає наплавленню, встановлюють у патроні або центрах токарного верстата. На супорті верстата монтують наплавлувальну головку, що складається з механізму подачі 5 дроту з касетою 6, електромагнітного вібратора 7 з мундштуком 4. Вібратор створює коливання кінця електрода з частотою 110 Гц і амплітудою коливання до 4 мм, забезпечуючи розмикання і замикання зварювального ланцюга. Під час періодичного замикання електродного дроту і деталі відбувається перенесення металу з електрода на деталь. Вібрація електрода під час електрода під час наплавлення забезпечує стабільність процесу завдяки частим збудженням дугових розрядів і сприяє подачі електродного дроту невеликими порціями, що забезпечує краще формування наплавлених валиків [1, 2, 3, 6, 8, 9].

Електропостачання установки здійснюється від джерела струму напругою 24 В. Послідовно з ним включений дросель 9 низької частоти, який стабілізує силу зварювального струму. Реостат 8 служить для регулювання сили струму в ланцюзі. У зону наплавлення за допомогою насоса 1 з бака 2 подається охолоджувальна рідина (4...6%-й розчин кальцинованої соди у воді), яка захищає метал від окислення [1, 2, 3, 6, 8, 9].

Якість з'єднання наплавленого металу з основним залежить від полярності струму, кроку наплавлення (подача супорта верстата на один оберт деталі), кута

підведення електрода до деталі, якості очищення і підготовки поверхні, що підлягає наплавленню, товщини шару наплавлення та ін. [1, 2, 3, 6, 8, 9].

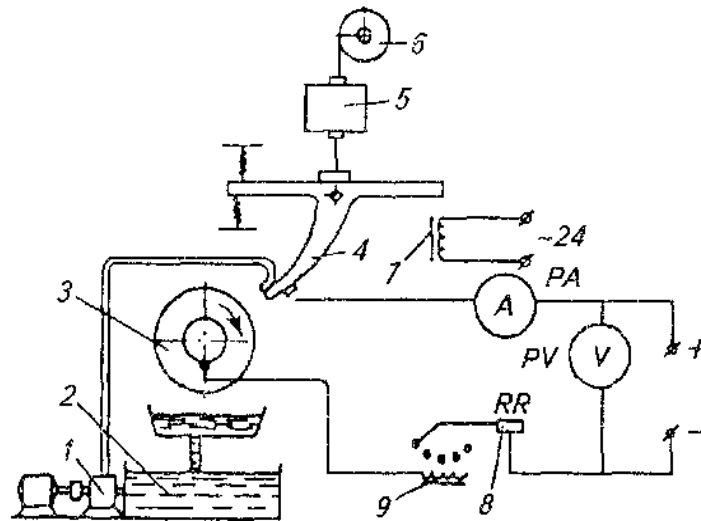


Рис. 2.2. Схема установки для вібродугового наплавлення: 1 – насос; 2 – бак; 3 – деталь; 4 – мундштук; 5 – механізм для подачі; 6 – касета; 7 – вібратор; 9 – дросель; 8 – реостат [1, 2, 3, 6, 8, 9].

Високу якість наплавлення отримують за струму зворотної полярності ("+" на електроді, "-" на деталі), кроку наплавлення 1,5 ... 3,5 мм/об. і кута підведення дроту до деталі 15 ... 30°. Твердість наплавленого шару залежить від хімічного складу електродного дроту, умови подачі охолоджувальної рідини, взаємного перекриття валиками один одного. Для вібродугового наплавлення застосовують переважно вуглецевий дріт із вмістом вуглецю до 0,9% (Св-08, Нп-65Г, Нп-ЗОХГСА, У-7, ПК-1, Нп-30, Нп-50). Діаметр дроту 1...3 мм. Слід враховувати, що зі збільшенням діаметра дроту істотно зростає продуктивність наплавлення: у разі використання дроту діаметром 2 і 2,5 мм збільшується продуктивність відповідно в 2 і 3 рази порівняно із застосуванням дроту діаметром 1,4 мм, але при цьому знижується твердість шару на 5...8 одиниць.

Товщина шару, що наплавляється, залежить від діаметра дроту, співвідношення швидкості подачі дроту і швидкості наплавлення [1, 2, 3, 6, 8, 9].

Для вібродугового наплавлення застосовують: спеціалізовані установки УД-144, УД-209, УД-283, УД-284, ОКС-27414, ОКС-27508; наплавочні верстати УД-143, ОКС-11336, У-653; наплавочні головки ОКС-6569М, ОКС-1252;

джерела живлення з жорсткою зовнішньою характеристикою (генератори АДН-500/250; випрямлячі ВС-300, ВС-600; перетворювачі ПД-305, ПС Г-500; дроселі А-780, А-855, РСТЕ-24, РСТЕ-34) [1, 2, 3, 6, 8, 9].

Переваги способу: незначна за глибиною зона термічного впливу; незначна деформація деталей після наплавлення; висока твердість і зносостійкість покриття; висока продуктивність процесу; можливість отримання покриття різної товщини і механічних властивостей [1, 2, 3, 6, 8, 9].

Недоліки способу: зниження втомної міцності до 60 % через утворення загартувальних структур у матеріалі, що спричиняють розтяжні напруження та неоднорідність твердості (у місцях перекриття точок зварювання внаслідок відпуску твердість знижується); наявність пор у покритті через швидкий перехід металу з рідкого стану в твердий [4].

Установка для напіваавтоматичного наплавлення в середовищі захисного газу (CO)₂

Автоматичне наплавлення в середовищі захисних газів. У багатьох випадках, коли важко, неможливо або занадто дорого застосовувати зварювання під шаром флюсу, використовують інші захисні середовища: аргон, вуглекислий газ, пар тощо. Найбільшого застосування в ремонті машин набув вуглекислий газ [1, 2, 3, 6, 8, 9].

Сутність процесу наплавлення в середовищі вуглекислого газу полягає в такому. Газ подається в зону зварювання зі спеціальних пальників, що монтуються на автоматичних зварювальних головках, а також за допомогою спеціальних апаратів, призначених для зварювання в середовищі вуглекислого газу. З балона по трубці вуглекислий газ надходить у сопло пальника, прикріпленого до мундштука. Омиваючи наконечник і електродний дріт, вуглекислий газ відтісняє повітря і захищає зону зварювання від впливу азоту і кисню (рис. 2.3) [1, 2, 3, 6, 8, 9].

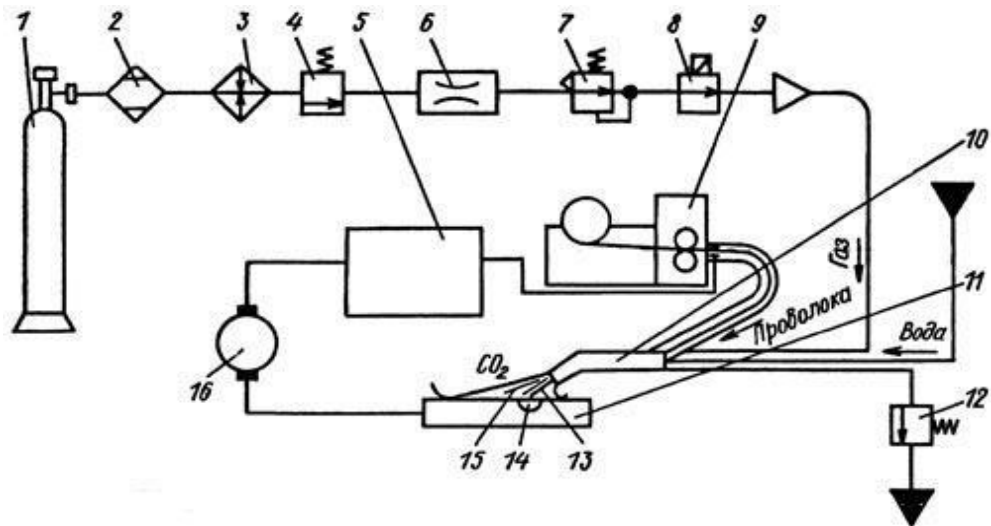


Рисунок 2.3 – Схема установки для напівавтоматичного наплавлення в середовищі захисного газу: 1 – балон із газом CO_2 ; 3 – підігрівач; 2 – осушувач; 4 – редуктор; 6 – витратомір; 5 – шухляда апаратна; 8 – клапан електромагнітний; 7 – регулятор тиску; 9 – механізм подавання дроту; 10 – голівка; 12 – насос водяний із регулятором тиску; 11 – деталь, яку відновлюють; 13 – електрод; 14 – зварювальна ванна; 15 – шар газу (CO_2); 16 – джерело зварювального струму (генератор зварювальний) [1, 2, 3, 6, 8, 9].

Переваги цього способу: видимість місця зварювання, відсутність шлакової кірки, дешевизна вуглекислого газу порівняно з флюсом і можливість накладення незручних і складної конфігурації швів аж до стельових [1, 2, 3, 6, 8, 9].

Застосування тонкого електродного дроту товщиною 0,5... 1,2 мм на малих струмах у поєднанні з видимістю процесу дало можливість широко використовувати цей спосіб під час ремонту кузовів, кабін та оперення тракторів і автомобілів [1, 2, 3, 6, 8, 9].

Недолік наплавлення в середовищі вуглекислого газу - підвищена податливість наплавленого шару до утворення тріщин, а також до вигорання легуючих елементів. Цьому сприяє розкладання вуглекислого газу за високих температур на оксид вуглецю й атомарний кисень. Шкідливе явище попереджають, застосовуючи електродний дріт з підвищеним вмістом марганцю, кремнію, хрому, титану та інших розкислювачів [1, 2, 3, 6, 8, 9].

Іноді замість вуглекислого газу для захисту зони зварювання застосовують пар. У цьому разі виготовляють нове сопло пальника, яке відрізняється тим, що у внутрішній частині зроблена кільцева порожнина для збору конденсату. Пара значно дешевша за флюс і вуглекислий газ, але наплавлюваний шов може виходити з порами і тріщинами. Тому пар застосовують для наплавлення невідповідальних деталей: опорних ковзанок, підтримувальних роликів, напрямних коліс тощо [5].

Установка для плазмового наплавлення металевим порошком.

Одними з найбільш універсальних і ефективних методів нанесення захисних покриттів є наплавлення та плазмове напилення. Спеціально підготовлений матеріал покриття у вигляді дрібногранульованого порошку або дроту подається в потік плазмового струменя, де він нагрівається або плавиться і переноситься на оброблювану поверхню. Плазмовий струмінь одночасно підігріває виріб, що сприяє кращому приляганню покриття. Методи плазмового нанесення мають переваги перед іншими методами, такими як гальванічні, вакуумні, киснево-ацетиленові тощо, з наступних причин [1, 2, 3, 6, 8, 9]:

- • Висока температура плазмового струменя дозволяє розплавляти та наносити навіть найтугоплавкіші матеріали.
- • Плазмовий потік забезпечує можливість створення сплавів з різними властивостями або нанесення багатошарових покриттів з різних матеріалів, що дозволяє отримувати покриття з різноманітними захисними характеристиками.
- • Цей метод не має обмежень щодо форми і розмірів оброблюваних виробів.
- • Плазмова дуга є найбільш універсальним джерелом нагріву, що дозволяє гнучко регулювати її енергетичні параметри у широких межах.

Для плазмового наплавлення найширше застосовується плазмотрон комбінованої дії (рис. 2.4). Під час горіння незалежної дуги такого плазмотрона між вольфрамовим електродом і соплом відбувається розплавлення присадного

металевого порошку, а під час горіння дуги між електродом і виробом поверхня останнього нагрівається, і забезпечується сплавлення присадного й основного металу. Використання комбінованої плазмової дуги дає змогу отримати мінімальну глибину проплавлення та частку основного металу в складі наплавленого, що є найважливішою технологічною перевагою плазмового наплавлення порівняно з іншими способами наплавлення [1, 2, 3, 6, 8, 9].

Захист шару, що наплавляється, від впливу навколишнього середовища забезпечується потоком інертного газу, який оточує дугу і подається через зовнішнє сопло плазмотрона. Присадковий порошок також транспортується інертним газом з спеціального порошкового живильника.

Плазмове наплавлення металевим порошком дозволяє створювати жаростійкі та надзвичайно зносостійкі покриття зі сплавів на основі нікелю та кобальту. Цей метод забезпечує утворення тонкого, рівномірного шару з гладкою, безпористою поверхнею, яка часто не потребує додаткової механічної обробки [1, 2, 3, 6, 8, 9].

Під час плазмового наплавлення струмоведучим присадним дротом дуга горить між катодом плазмотрона і дротом, який є анодом, що рівномірно подається в простір між соплом і виробом. За такого способу забезпечується вища продуктивність процесу наплавлення за малої глибини проплавлення основного металу, однак можливості отримання тонкого і рівномірного шару за такого способу наплавлення обмежені [6, 8, 9].

Крім того, застосування присадкового матеріалу у вигляді порошку дає змогу використовувати для наплавлення практично будь-які сплави, що важко здійснити під час використання дроту як присадкового матеріалу. Під час плазмового наплавлення як плазмоутворювальний, захисний і транспортувальний газ зазвичай використовують аргон. Витрата газу і діапазон робочих струмів і напруг при наплавленні приблизно такий самий, як і при плазмовому зварюванні. На відміну від наплавлення процес наплення характеризується більшою концентрацією теплового потоку і високою

швидкістю течії плазмового струменя. Поява цієї відмінності пов'язана з тим, що під час плазмового напилення як матеріали покриття застосовують тугоплавкі метали (вольфрам, молібден, тантал тощо) або оксиди металів (оксиди металів (вольфрам, молібден, тантал, оксиди металів (вольфрам, тантал, тантал, тантал, тощо).) або оксиди металів (Al_2O_3 , MgO , ZrO_2), силіциди ($MoSi_2$), карбіди (B_4C , SiC), боріди (ZnB_2 , HfB_2), тобто неметалеві матеріали, які мають вельми високу температуру плавлення. Ці матеріали, приготовані у вигляді дрібно гранульованого порошку (розміри частинок 40-70 мкм), проходячи через плазмовий струмінь, встигають нагрітися в основному лише до пластичного стану [6, 8, 9].

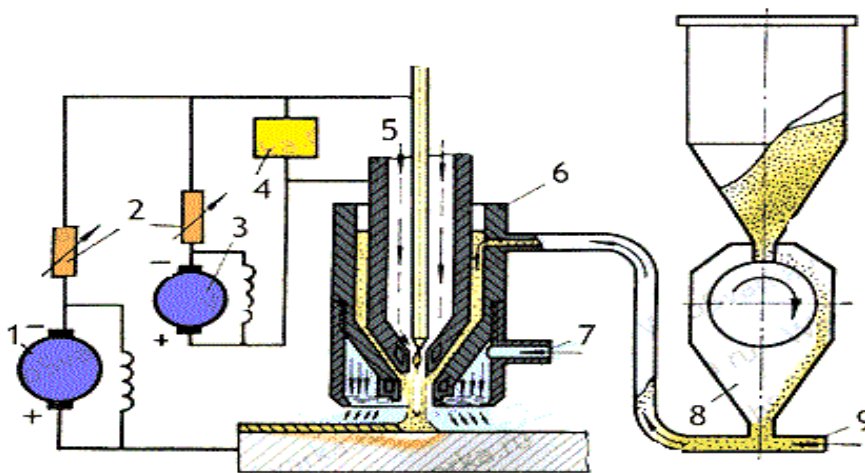


Рис. 2.4. Схема установки для плазмового наплавлення металевим порошком: 1 – джерело живлення дуги прямої дії; 3 – джерело живлення дуги непрямої дії; 2 – опори баластні; 4 – осцилятор; 6 – корпус пальника; 5 – сопло для плазмоутворювального газу; 7 – отвір для входу захисного газу; 8 – живильник для подачі порошку; 9 – трубка, за допомогою якої подається газ, який несе порошок [5].

Однак завдяки високій швидкості плазмового струменя частинки порошку набувають значної кінетичної енергії і під час зіткнення з поверхнею, що напилюється, розплющуються, впроваджуючись у неї і заповнюючи нерівності. При цьому кінетична енергія частинок виділяється у вигляді тепла, температура їх підвищується, що забезпечує міцне зчеплення частинок між собою і з

поверхнею виробу. Для напilenня використовується плазмова дуга непрямої дії, що горить між вольфрамовим катодом, який охолоджується водою, і мідним соплом (анодом), і видувається через сопло у вигляді плазмового факела. На досопловій і внутрішньосопловій ділянках плазмотрона відбувається плазмоутворення. Порошок разом із газом, що транспортує його, подають у невеликий отвір поблизу виходу з сопла, тобто вдувають у найбільш високотемпературну ділянку плазмового струменя. Нагрівання порошку відбувається на ділянці, яка починається від анодної плями і закінчується факелом плазми. Ефективність нагріву частинок порошку визначається часом їх перебування в плазмі, тобто відстанню від зрізу сопла до виробу і потужністю плазмового струменя. Підвищення потужності може бути досягнуто під час використання двоатомних газів з високим тепловмістом, наприклад, N_2 і H_2 . Завдяки високій теплопровідності водню збільшується довжина високотемпературної частини факела, що дає можливість підвищити температуру порошку завдяки певному віддаленню плазмотрона від виробу, який обробляють. Однак швидкість плазмового струменя з віддаленням від зрізу сопла знижується. Тому слід витримувати оптимальну відстань від зрізу сопла до поверхні виробу, величина якої залежить від параметрів режиму напilenня, від матеріалу покриття і виробу і змінюється від 4 до 20 мм. Потужність плазмотрона, використовуваного для напilenня, можна підвищити також у разі збільшення довжини досоплової і внутрішньосоплової ділянок стовпа дуги, однак у разі надмірного збільшення внутрішньосоплової ділянки стовпа дуги утруднюється збудження дуги, яке зазвичай здійснюють за допомогою високочастотного пробую. Збільшення довжини каналу сопла понад певну межу призводить до явища шунтування стовпа дуги і зниження к. к. д. плазмотрона. Зазвичай у плазмотронах для напilenня діаметр сопла становить 5...6 мм, довжина досоплової ділянки - 4...8 мм, а довжина каналу сопла - 10...18 мм. Підвищення потужності плазмотрона за рахунок збільшення струму дуги обмежується стійкістю сопла (анода). У разі ерозії сопла з'являється не тільки

небезпека його руйнування, а й можливість забруднення напилюваного матеріалу, що може різко погіршити якість покриття. У плазмотронах для напилення обертання анодної плями по внутрішній стінці сопла створюється або за допомогою вихрової системи введення робочого газу, або за допомогою магнітного поля, утвореного котушкою постійного струму, надітою на сопло. Під час використання водню як робочого газу з метою зменшення величини теплового потоку, спрямованого від дуги до сопла, водень застосовують у суміші з аргоном, що забезпечує теплову ізоляцію сопла від стовпа дуги. Зазвичай у плазмотронах для напилення струм не перевищує 400 А, напруга під час використання азоту і суміші водню з аргоном залежно від їхньої витрати змінюється в межах 60...100 в. Таким чином, потужність не перевищує 40 квт. При цьому продуктивність процесу напилення залежно від матеріалу покриття становить 2...3 кг/год. Якість обробки поверхні під час плазмового напилення визначається максимальною міцністю зчеплення матеріалу покриття з виробом і мінімальною пористістю покриття. Висока якість покриття забезпечується за відповідності фізичних властивостей матеріалів, наприклад у разі близькості значень їхніх коефіцієнтів теплового розширення. Підвищення якості досягається за умови ретельної підготовки поверхні виробу перед процесом (знежирення, піскоструминне оброблення, сушіння та ін.) і правильного вибору параметрів режиму напилення [5].

Електродугове наплавлення

Це процес, за якого метал, найчастіше у вигляді двох електродних дротів, розплавляється електричною дугою і потім струменем стисненого повітря наноситься на попередньо підготовлену поверхню зношеної деталі [6,7]. Процес електродугового напилення здійснюють за допомогою спеціального апарата - металізатора, основними конструктивними елементами якого є джерело струму 4 (рис. 2.5), з'єднане з напрямними - латунними наконечниками 7, ролики 2 для подачі електродного дроту, пристрій для підведення стисненого повітря - сопло 5 [6, 8, 9].

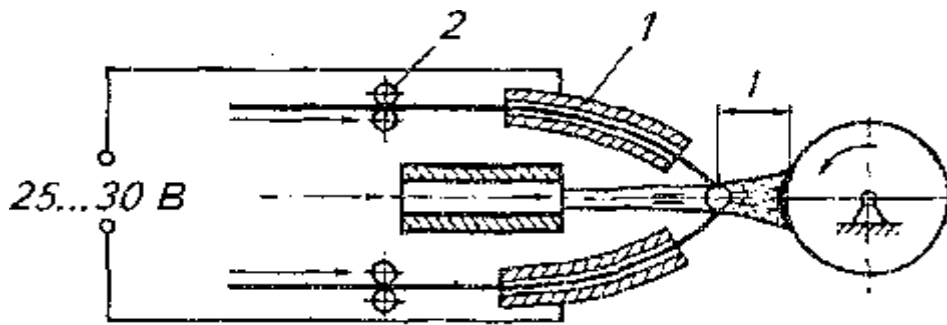


Рис. 2.5. Схема електродугової металізації: 1 – дріт; 2 – ролики

При достатньому зближенні дротів виникає електрична дуга, що розплавляє метал. Стиснене повітря під тиском $0,45...0,6$ МПа, що надходить по повітряному соплу, розпилює утворені крапельки рідкого металу на найдрібніші частинки, які набувають швидкості $120...300$ м/с. Незначна відстань деталі від осередку плавлення дроту ($l = 75...100$ мм) і відповідно час польоту, що обчислюється тисячними частками секунди, сприяють пластичній деформації частинок розплавленого металу, заповненню всіх нерівностей, пір на поверхні деталі, зчепленню між собою і з поверхнею. Деталь не розплавляється, температура поверхні не перевищує 150 °С, тобто деталь не жолобиться і не порушується її термообробка [6, 8, 9].

Послідовним нашаруванням розплавленого металу на обертову деталь можна отримати покриття до 10 мм, практичне значення мають покриття шаром $1...1,5$ мм для тугоплавких металів і $2,5...3$ мм для легкоплавких [6, 8, 9].

Утворені під час електродугового напилення покриття мають пористість, що створює сприятливі умови для роботи рухомих з'єднань. З підвищенням температури поверхонь, що труться, мастило, що проникло в пори, завдяки більшому об'ємному розширенню виходить з пор і капілярів і змащує поверхні тертя, тобто покриття мають самозмащуваність. При використанні високовуглецевого дроту напилюване покриття має високу твердість - відбувається загартування частинок [6, 8, 9].

Найважливіша особливість процесу електродугового напилення - необхідність забезпечення надійного зчеплення покриття з поверхнею

відновлюваних деталей. Досягається ця умова попередньою підготовкою поверхні. Для видалення оксидної плівки, надання поверхні шорсткості застосовують такі способи обробки: струменеве оброблення корундом деталей із твердою термообробленою поверхнею; дробоструминне оброблення; нарізування неякісного ("рваного") різьблення. Остання утворюється за допомогою різьбонарізного різця, встановленого з великим вильотом нижче осі деталі на 3...6 мм. Вібрація різця призводить до появи шорсткої поверхні із задирками. Швидкість різання 8... 10 м/хв, глибина 0,6...0,8 мм, крок різьби 0,9... 1,3 мм [6, 8, 9].

Покриття отримують за допомогою переносних металізаторів ЕМ-14М, стаціонарних (верстатних) ЕМ-12М, ЕМ-15 і високочастотних МВЧ-1 і МВЧ-2, а також комплектів обладнання КДМ-1 і КДМ-2.

Під час відновлення поверхонь деталей нерухомих з'єднань застосовують маловуглецевий дріт зі сталі 08, 10, 15, 20. Для отримання зносостійких покриттів на деталях, що працюють у рухомих з'єднаннях, використовують дріт із високовуглецевих (У7, У7А, У8, У10) і легованих (40Х15 та ін.) сталей.

Електродугове напилення застосовують також для антикорозійного захисту труб і металоконструкцій. Використовують алюмінієвий дріт АД-1, АМгЗ, АГ1Т та інший діаметром 1,5...2,5 мм. Набуло поширення електродугове напилення для нанесення антифрикційних покриттів із псевдосплавів, утворених унаслідок одночасного розпилення двох або трьох різних металів. Такі покриття з недефіцитних металів вирізняються високими антифрикційними властивостями, оскільки через пористість напиленого шару металу в нього проникає деяка кількість олії, що забезпечує тривалу роботу цих деталей за відсутності мастила.

Режим напилення: напруга для алюмінієвого дроту 25 В, сталевого - 30...40, нержавіючої сталі - 30...40, міді - 32...35, цинку - 20, латуні - 25 В. Сила струму залежить від матеріалу дроту, його діаметра і швидкості подачі і становить 32...530 А [6, 8, 9].

Основні способи відпрацювання покриттів, отриманих електро-дуговим напиленням - точіння і шліфування. Точіння здійснюють різцями з пластинами з твердих сплавів.

За високої твердості покриттів і невеликих припусків на обробку застосовують шліфування без попереднього токарного оброблення за такого режиму: окружна швидкість шліфувального круга 10...30 м/с, деталі - 6...15 за чорнового і 3...6 м/с за чистового шліфування. Глибина різання відповідно 0,01...0,03 мм під час чорнового і 0,008...0,01 мм під час чистового шліфування. Використовують корундові круги на м'якій основі М60СМ, Е60СМ тощо [6, 8, 9].

Якість покриттів контролюють з використанням збільшувальних стекол чотириразового збільшення. Не допускаються мікротріщини, вм'ятини, відшарування, сліди припикання під час шліфування та інші дефекти [4].

2.2 Установка для нанесення гальванічних покриттів

Проведений аналіз наявних дефектів розподільних валів, наявних технічних засобів і способів їхнього усунення підтвердив необхідність розроблення установки для відновлення опорних шийок розподільних валів контактним хромуванням (рис. 2.6).

Установка для відновлення опорних шийок розподільних валів складається з обертача, на якому змонтовано пристосування для контактного хромування і пристрою для контролю рівня електроліту, а також з випрямляча ВСА-5.

Обертач стаціонарний [8] призначений для установки і обертання із заданою частотою деталі, що ремонтується, установки і горизонтального переміщення пристосування для контактного хромування.

Режим роботи установки для нанесення гальванічних покриттів - ручний. Програмування обертання деталі та контроль рівня електроліту здійснюються з пульта. Обертач 1 складається зі станини, плити, на якій закріплені

електродвигун і редуктор із механізмом обертання вала, плити, на якій закріплено пристрій для контролю рівня електроліту, а також механізму горизонтального переміщення пристосування для контактного хромування.

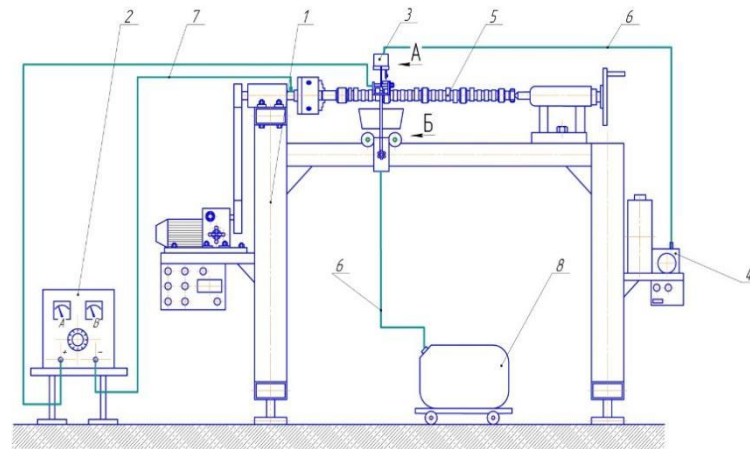


Рис. 2.6. Установка для відновлення опорних шийок розподільних валів: 1 – обертач; 3 – пристосування для контактної хромування; 2 – випрямляч ВСА–5; 4 – пристрій для контролю рівня електроліту; 5 – розподільний вал; 7 – з'єднувальні дроти; 6 – шланги з'єднувальні; 8 – ємність для збору електроліту

Особливістю розглянутого способу є застосування обертової анодної голівки, що обертається, замість тієї, що труться (Рис. 2.7) [9].

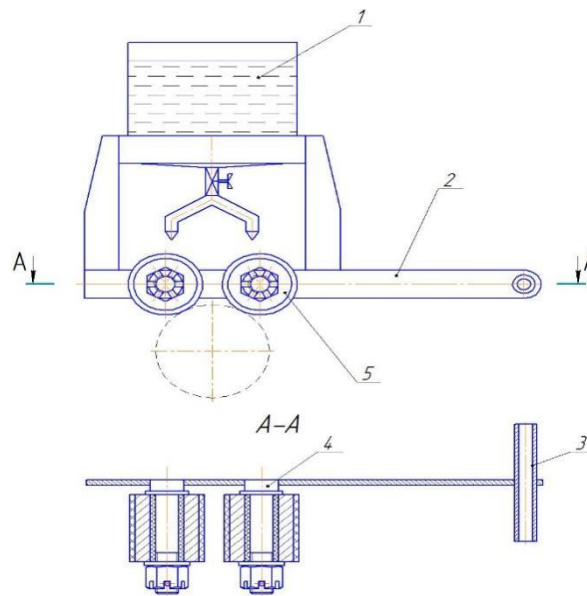


Рис. 2.7. Пристосування для контактної хромування: 1– ємність для електроліту; 2 – державка; 3 – напрямна; 4 – вісь ролика; 5 – анодні голівки, що обертаються

Анодна головка обертається, завдяки контакту її з хромованою деталлю, що обертається. Заміна тертя ковзання тертям кочення при голівці, що обертається, знижує знос і загазованість анодного тампона, перегрів електроліту в зоні осадження, зменшує шорсткість і підвищує рівномірність покриттів.

Установка для відновлення шийок розподільних валів працює таким чином:

У центр обертача встановлюється деталь, що відновлюється, на першу шийку встановлюється анодна головка, яка має можливість переміщення і фіксації на станині обертача. Переміщається пристрій на опорних колесах, фіксація пристрою здійснюється затягуванням фіксувального гвинта. У ємність пристрою контролю рівня електроліту наливається робочий електроліт і заповнює до необхідного рівня ємність анодної головки. Потім проводиться знежирення відновлюваної деталі. Далі проводиться травлення шийок струмом зворотної полярності. Для травлення застосовують електроліт такого складу (в г/л): сірчана кислота – 150, сірчаноокислий натрій - 50. Після травлення шийок проводиться процес контактного хромування періодичним струмом згідно з розрахунковим часом. Контактне хромування періодичним струмом у промисловості набуло деякого поширення як хромування на струмі змінної полярності. Сутність цього способу полягає в тому, що в процесі електроосадження металу через короткі проміжки часу змінюється напрямок постійного струму: спочатку струм проходить у прямому напрямку і метал осідає, потім змінюється полярність і струм проходить у зворотному напрямку, частково розчиняючи обложений метал. Потім знову змінюється полярність на установці, і цикл повторюється. Такий струм, що є різновидом періодичного струму, часто називають реверсованим. Він характеризується такими параметрами: величиною струму прямого (катодного) напрямку, величиною струму зворотного (анодного) напрямку, часом проходження прямого струму (катодний період), часом проходження зворотного струму (анодний період), повним періодом реверсування струму. Зазвичай величину струмів прямого і зворотного напрямків приймають рівною, а час проходження зворотного струму у багато разів менший за час проходження прямого струму [1, 2, 3].

Під час осадження металів, зокрема хрому, реверсування струму дає змогу завдяки зниженню поляризації, зменшенню збідніння прикатодного шару та частковому розчиненню металу збільшити густину струму і продуктивність процесу, поліпшити структуру і властивості покриттів.

У процесі відновлення деталі рівень електроліту контролюється і за необхідності поповнюється. Збір відпрацьованого електроліту проводиться у встановленій на пристрої ванні. Злив відпрацьованого електроліту з ванни проводиться вручну. Після відновлення всіх опорних щічок деталей знімається з обертача і відправляється на виконання наступної технологічної операції.

Контактне хромування доцільно застосовувати для усунення місцевих пошкоджень і покриттів під час відновлення та підвищення зносостійкості окремих поверхонь деталей.

Нами пропонується використовувати електроліт для контактного хромування такого складу і з такими робочими параметрами[9]:

- оцтовокислий хром 260... 280 г/л;
- мурав'їнокислий амоній 375 ... 400 г/л;
- виннокислий калій-натрій 13...17 г/л;
- рН - 5,5...5,7;
- катодна щільність струму 270...300 А/дм² ;
- температура електроліту, що надходить, 15°C;
- витрата електроліту 0,28 л/хв;
- окружна швидкість деталі 3...4 м/хв.

За цих умов вихід хрому за струмом досягає 25%, мікротвердість покриттів становить 9300...10000 МПа. Покриття осаджуються рівномірними за товщини 0,1 мм, а товщина високоякісних покриттів досягає 0,5 мм [9].

Після нарощування деталі піддають механічній обробці з метою надання робочій поверхні деталі шорсткості, що забезпечує під час роботи оптимальне змочування маслом.

2.3 Розрахунок на міцність державки

Розрахунок ведемо згідно зі схемою (див. рис. 2.7). Для цього складаємо розрахункову схему (рис. 2.8).

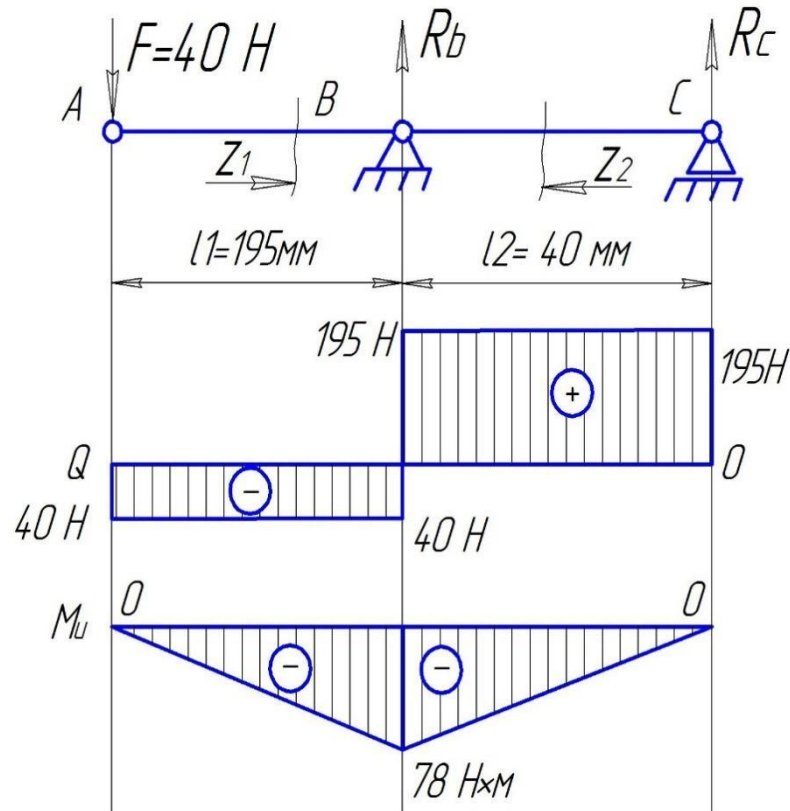


Рис. 2.8. Розрахункова схема державки

Визначимо величину і напрямок опорних реакцій для державки (рисунки 2.8).

Прийmemo знаки: за позитивний напрямок прийmemo обхід точки проти годинникової стрілки.

$$\sum m_B = 0; F \cdot l_1 + R_c \cdot l_2 = 0,$$

де R_c – вертикальна складова опори C;

$F=40\text{ N}$ – вага установки.

$$R_c = -F \cdot l_1 / l_2 = -40 \cdot 195 / 40 = -195\text{ N}.$$

$$\sum m_c = 0; -R_b \cdot l_2 + F \cdot (l_1 + l_2) = 0,$$

де R_b – вертикальна складова опори B.

$$R_b = F \cdot (l_1 + l_2) / l_2 = 40 \cdot (195 + 40) / 40 = 235\text{ N}.$$

Виконаємо перевірку правильності наших розрахунків. Для цього складемо рівняння рівноваги сил

$$\sum F_Y = 0; -F + R_B + R_C = 0.$$

$$-40 + 235 - 195 = 0.$$

$0 = 0$, тотожність виконується.

Визначимо значення поперечних сил [10].

Розділимо вал на ділянки:

ділянка АВ $0 \leq Z_1 \leq 1,95$ м;

ділянка СВ $0 \leq Z_2 \leq 0,40$ м;

$$Q_{Z_1} = -F$$

$$Q_A = Q_B = -F = -40 \text{ ГОД.}$$

$$Q_{Z_2} = R_C$$

$$Q_C = Q_B = R_C = 195 \text{ Н.}$$

Визначимо значення згинальних моментів [10].

$$M_{Z_1} = -F \cdot Z_1, \quad 0 \leq Z_1 \leq 1,95 \text{ м.}$$

$$\text{при } Z_1 = 0 \quad M = 0_A$$

$$Z_1 = 1,95 \text{ м} \quad M_B = -F \cdot 1,95 = -40 \cdot 1,95 = -78 \text{ Н-м.}$$

$$M_{Z_2} = -R_C \cdot Z_2, \quad 0 \leq Z_2 \leq 0,40 \text{ м.}$$

$$\text{При } Z_2 = 0 \quad M = 0_C$$

$$Z_2 = 0,40 \text{ м} \quad M_B = -R_C \cdot 0,40 = -195 \cdot 0,40 = -78 \text{ Н-м.}$$

Небезпечний переріз буде в т. В, де $|M_{\text{MAX}}| = 78 \text{ Н-м}$ (рис. 2.8).

Перевіримо цей переріз на міцність.

Визначаємо значення напруження в небезпечному перерізі:

$$\sigma_{\text{MAX}} = M_{\text{MAX}} / W_X \leq [\sigma],$$

де σ_{MAX} – напруження в небезпечному перерізі балки, Па;

M_{MAX} – максимальний згинальний момент, Н-м;

W_X – осьовий момент опору, мм^3 ;

$[\sigma]$ – допустиме напруження, МПа.

Визначаємо значення допустимої напруження:

$$[\sigma] = \sigma_T / n,$$

де σ_T – межа плинності матеріалу, для Сталі 20 $\sigma_T = 200 \text{ Мпа}$ [11];

n – коефіцієнт запасу міцності, прийняли $n=3$ [12].

$$[\sigma] = \sigma_T / n = 200/3 = 67 \text{ МПа.}$$

Державка має прямокутний переріз, розміри перерізу прийняли з конструктивних міркувань (рис. 2.9).

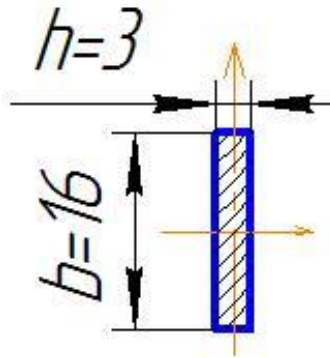


Рис. 2.9. Переріз державки

Виразимо геометричну характеристику міцності напрямної - осьовий момент опору.

$$W_X = b^2 \cdot h / 6,$$

де b, h – сторони перерізу, мм.

$$W_X = 16^2 \cdot 3 / 6 = 128 \text{ мм}^3 .$$

$$\sigma_{\text{MAX}} = 78 / 128 = 60,1 \text{ МПа.}$$

$$\sigma_{\text{MAX}} = 60,1 \text{ МПа} < [\sigma] = 67 \text{ МПа.}$$

Умова міцності виконується.

РОЗДІЛ 3

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ РОЗПОДІЛЬНИХ ВАЛІВ

3.1 Обґрунтування способів відновлення зношених поверхонь деталі

Відомо, що зношені поверхні деталей можуть бути відновлені кількома методами. Щоб забезпечити найкращі економічні результати, у кожному конкретному випадку слід вибирати найбільш доцільний метод відновлення [4].

Вибір оптимального методу залежить від конструктивних та технологічних особливостей деталей (форми, розміру, матеріалу, термообробки, поверхневої твердості та шорсткості), умов їх експлуатації (типу навантаження, виду тертя) та ступеня зносу, а також від вартості відновлення [5].

Для врахування всіх цих факторів рекомендується користуватися трьома послідовними критеріями [4, 6, 7, 9]:

- технологічним критерієм або критерієм застосовності;
- критерієм довговічності;
- техніко-економічним критерієм (співвідношенням собівартості відновлення до коефіцієнта довговічності).

Технологічний критерій, або критерій застосовності, враховує як особливості поверхонь деталей, що потребують відновлення, так і технологічні можливості відповідних методів відновлення.

На основі технологічних характеристик методів відновлення визначаються можливі способи ремонту різних поверхонь деталі згідно з технологічним критерієм. Поверхні розподільчого валу можуть бути відновлені наступними методами:

поверхня А (передні та проміжні опорні шийки) і поверхня Б (задні опорні шийки) - наплавленням дроту в середовищі вуглекислого газу, вібродуговим наплавленням дроту, електролітичним хромуванням [4, 6, 7, 9]

Попередньо відібрані методи відновлення для кожної зношеної поверхні ранжуються за значенням техніко-економічного показника і зводяться в табл. 3.1 [4, 6, 7, 9]

З аналізу видно, що оптимальними способами відновлення зношених поверхонь є:

Поверхня А і Б: хромування електролітичне.

Площа відновлюваної поверхні:

$$S=2 \times \pi \times R \times B=2 \times 3.14 \times 25.5 \times 30=4804 \text{ мм}^2 =4,8 \text{ дм}^2$$

Собівартість відновлення (для контактного хромування):

$$C = C_{\text{вy}} \times S=9,59 \times 4,8=45,64 \text{ грн,}$$

де C_{y} – питома собівартість відновлення, грн/дм².

Що менша кількість способів використовується для відновлення різних зношуваних поверхонь деталі, то менше потрібно видів обладнання, вища ефективність виробництва. У зв'язку з цим для остаточного розв'язання питання про способи відновлення зношених поверхонь деталі загалом проводимо перебір різних поєднань способів. Перебір починаємо з мінімального числа способів, а за основний візьмемо спосіб, який є оптимальним для поверхні, що найбільш зношується.

Закінчуємо аналіз визначенням мінімального значення відношення собівартості відновлення деталі оптимальним для кожної її зношеної поверхні способом до коефіцієнта довговічності:

$$\frac{C_{\text{вДj}}}{K_{\text{двj}}} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{\text{yip}} \cdot S_i}{K_{\text{двj}}} \rightarrow \min,$$

$C_{\text{вДj}}$ – собівартість відновлення зношених поверхонь деталі

j -м поєднанням способів, грн;

C_{yip} – питома собівартість відновлення i -ї поверхні p -м способом, грн/дм²;

S_i – площа i -ї відновлюваної поверхні, дм²;

$K_{\text{двj}}$ – коефіцієнт довговічності деталі, відновленої j -м поєднанням способів;

n – кількість зношуваних поверхонь (дефектів).

$$K_{ДВj} = \frac{\sum K_i \cdot K_{Дij}}{\sum K_i},$$

де K_i - коефіцієнт повторюваності i -го дефекту;

$K_{Дij}$ - коефіцієнт довговічності i -ої поверхні, відновленої ремонтним способом. Результати розрахунків зводимо в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Техніко-економічні показники відновлення зношених поверхонь первинного вала

№ п/п	Поєднання способів відновлення	Коеф. довговічності $K_{ДВj}$	Собівартість відновлення, грн.	Відношення собівартості, $\frac{C_{ВДj}}{K_{ДВj}}$, грн.
1	Хромування електролітичне	1,0	440,64	440,64
2	Наплавлення в середовищі вуглекислого газу на поверхні А, гальванічне покриття поверхні Б.	0,85	844,56	993,6

Розглянемо застосування чотирьох варіантів сполучень способів відновлення первинного вала в цілому:

1. хромування електролітичне на поверхні А, Б.
2. наплавлення в середовищі вуглекислого газу на поверхні А, гальванічне покриття поверхні Б.

Визначимо значення коефіцієнтів довговічності відновленої деталі за кожним варіантом:

$$K_{ДВ1} = \frac{0,55 \cdot 0,87}{0,55} = 0,87$$

$$K_{ДВ2} = \frac{0,55 \cdot 0,85}{0,55} = 0,85$$

Визначаємо відношення собівартості відновлення до коефіцієнта довговічності для кожного варіанта:

$$\frac{C_{ВД1}}{K_{ДВ1}} = \frac{43,2 \cdot 2,04 \cdot 5}{0,87} = 506,48;$$

$$\frac{C_{ВД2}}{K_{ДВ2}} = \frac{(64,8 + 18) \cdot 2,04 \cdot 5}{0,85} = 993,6$$

3.2 Розробка технологічного процесу відновлення деталі.

005 Операція мийна

Норма часу визначається за формулою:

$$T_H = \sum T_P \cdot K_{ПР} \cdot K_Y,$$

де $\sum T_P$ – витрати часу на зняття, миття, установку деталі, хв. $\sum T_P = 26$ хв.

$K_{ПР}$ – коефіцієнт, що враховує час на технологічні перерви під час роботи.

$K_{ПР} = 1,20$ [15].

K_Y – коефіцієнт питомих трудових витрат. $K_Y = 0,16$.

$$T_H = 26 \cdot 1,20 \cdot 0,16 = 4,99 \text{ хв.}$$

010 Операція дефектувальна

Норма часу визначається за формулою [15]:

$$T_H = \sum T_P \cdot K_{ПР} \cdot K_Y,$$

де $\sum T_P$ – витрати часу на зняття, миття, установку деталі, хв. $\sum T_P = 26$ хв.

$K_{ПР}$ – коефіцієнт, що враховує час на технологічні перерви під час роботи.

$K_{ПР} = 1,20$.

K_Y – коефіцієнт питомих трудових витрат. $K_Y = 0,13$

$$T_H = 26 \cdot 1,20 \cdot 0,13 = 4,1 \text{ хв}$$

015 Токарна операція

Основний час центрування деталі при діаметрі деталі до 80 мм (50 мм) становитиме $T_O = 0,09$ хв. Допоміжний час, пов'язаний із проходом $T_B = 0,6$ хв.

020 Шліфувальна операція

Підготовчо-заключний час призначається один раз на всю операцію, у цьому випадку: $T_{п.з.} = 6$ хв.

Перехід 1. Встановити, закріпити і зняти деталь.

Допоміжний час на перехід залежить від способу установки і маси деталі.

$T_{в1} = 0,4$ хв.

Перехід 2. Шліфувати опорну шийку

Припуски на шліфування становлять

$$h = 0,5 \text{ мм.}$$

Швидкість різання під час шліфування визначається за формулою

$$v_{кр} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000 \cdot 60},$$

де D – діаметр круга, мм, $D = 400$ мм;

n – частота обертання круга, $хв^{-1}$, $n = 1670$ $хв^{-1}$.

$$v_{кр} = \frac{3,14 \cdot 400 \cdot 1670}{1000 \cdot 60} = 34,96 = 35 \text{ м/с}$$

Швидкість обертання оброблюваної деталі становитиме

$$v_{и} = 30 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

Частота обертання оброблюваної деталі знаходиться за формулою

$$n_{и} = \frac{1000 \cdot v_{и}}{\pi \cdot d},$$

де d – діаметр деталі, мм, $d = 50,95$ мм.

$$n_{и} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 40} = 238,85 = 239 \text{ об/хв}$$

Поперечна подача під час круглого зовнішнього шліфування (врізне шліфування) становитиме

$$S = 0,43 \text{ мм/хв}$$

Основний час при круглому зовнішньому шліфуванні визначається за формулою [16].

$$T_0 = \frac{h}{S} \cdot K,$$

де h – припуск на обробку деталі на бік, мм;

K – коефіцієнт, що враховує точність шліфування і знос круга,

$K = 1,2$ (для чистового і чорнового шліфування).

Під час шліфування

$$T_0 = \frac{0,025}{0,43} \cdot 1,2 = 0,069 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на перехід становитиме

$$T_{B2} = 0,42 \text{ хв.}$$

$$T_B = 0,4 + 0,42 = 0,82 \text{ хв.}$$

Додатковий час визначається за формулою

$$T_{\text{ПР}} = (T_0 + T_B) \cdot \frac{\text{П}_{\text{ПР}}}{100},$$

де $\text{П}_{\text{ПР}}$ – відсоток додаткового часу, %, $\text{П}_{\text{ПР}} = 9\%$.

$$T_{\text{ПР}} = (0,28 + 0,82) \cdot \frac{9}{100} = 0,1 \text{ хв.}$$

Штучний час визначається за формулою

$$T_{\text{ШТ}} = T_0 + T_B + T_{\text{ПР}} = 0,069 + 0,82 + 0,1 = 0,98 \text{ хв.}$$

Норма часу на операцію становитиме

$$T_H = T_{\text{ШТ}} + \frac{T_{\text{П.З}}}{n} = 0,98 + \frac{6}{1} = 6,98 \text{ хв.}$$

025 Мийна операція

Норма часу визначається за формулою:

$$T_H = \sum T_p \cdot K_{\text{ПР}} \cdot K_y,$$

де $\sum T_p$ – витрати часу на зняття, миття, установку деталі, хв. $\sum T_p = 8$ хв. [16].

$K_{\text{ПР}}$ – коефіцієнт, що враховує час на технологічні перерви під час роботи. $K_{\text{ПР}} = 1,20$ [15].

K_y – коефіцієнт питомих трудових витрат. $K_y = 0,16$.

$$T_H = 8 \cdot 1,20 \cdot 0,16 = 1,54 \text{ хв.}$$

030 Вимірювальна операція

Норма часу визначається за формулою [15]:

$$T_H = \sum T_P \cdot K_{ПР} \cdot K_y,$$

де $\sum T_P$ – витрати часу на зняття, вимірювання, установку деталі, хв. $\sum T_P = 15$ хв.

$K_{ПР}$ – коефіцієнт, що враховує час на технологічні перерви під час роботи.

$K_{ПР} = 1,20$ [15].

K_y – коефіцієнт питомих трудових витрат. $K_y = 0,13$

$$T_H = 15 \cdot 1,20 \cdot 0,13 = 2,34 \text{ хв}$$

035 Контактне хромування

Підготовчо-заклучний час на операцію становить

$$T_{П.З} = 15 \text{ хв.}$$

Перехід 1. Встановити, закріпити і зняти заготовку.

$$T_{В1} = 2 \text{ хв.}$$

Перехід 2. Знежирити поверхню шийки. Промити деталь гарячою водою.

$$T_{В2} = 25 \text{ хв.}$$

Перехід 3. Травити поверхню шийки. Промити деталь холодною водою.

$$T_{В3} = 0,16 \text{ хв}$$

Перехід 4. Хромувати поверхню шийки.

Номінальний діаметр шийки вала: $D = 51_{H-0,02}$.

Допустимий розмір: $D_{Доп} = 50,98$ мм.

Приймаємо орієнтовно діаметр зношеної шийки вала:

$$D_{ИЗМ} = 50,95 \text{ мм.}$$

Перед хромуванням деталь шліфують до повного виведення слідів зносу.

Припуск на шліфування (на діаметр): $2 \cdot \delta_1 = 0,05$ мм..

Мінімальний діаметр деталі визначається за формулою

$$D_{min} = D_{ИЗМ} - 2 \cdot \delta_1 = 50,95 - 0,05 = 50,90 \text{ мм.}$$

Припуск на попереднє шліфування $2 \cdot \delta_2 = 0,05$ мм., на остаточне шліфування $2 \cdot \delta_3 = 0,05$ мм. [17].

Максимальний деталі після хромування повинен бути

$$D_{\max} = D_H + 2 \cdot \delta_2 + 2 \cdot \delta_3 = 51 + 0,05 + 0,05 = 51,1 \text{ мм.}$$

Товщина покриття визначається за формулою

$$H = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{2} = \frac{51,1 - 50,90}{2} = 0,1 \text{ мм.}$$

Основний час визначиться за формулою

$$T_0 = \frac{H \cdot \gamma \cdot 1000 \cdot 60}{D_K \cdot C \cdot \eta},$$

де γ – густина осаджуваного металу, г/см^3 , $\gamma = 7,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$;

D_K – щільність струму, А/дм^2 , $D_K = 50 \frac{\text{А}}{\text{дм}^2}$;

C – електрохімічний еквівалент, г/Аг , $C = 1,042 \frac{\text{г}}{\text{А}}$;

η – вихід металу за струмом, %, $\eta = 52\%$.

$$T_0 = \frac{0,1 \cdot 7,8 \cdot 1000 \cdot 60}{100 \cdot 1,042 \cdot 52} = 8,63 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на операцію визначається з виразу

$$T_B = \sum_{i=1}^n T_{B_i},$$

де T_{B_i} – допоміжний час i -го переходу.

$$T_B = 2 + 15 = 17 \text{ хв.}$$

Основний час на операцію визначається з виразу

$$T_0 = \sum_{i=1}^n T_{0_i},$$

де T_{0_i} – основний час i -го переходу.

$$T_0 = 8,63 \text{ хв.}$$

Додатковий час на операцію знаходиться, як

$$T_D = \frac{T_{0П} \cdot K}{100}, \text{ хв}$$

де T_{OP} - оперативний час, хв;

K - процентне співвідношення додаткового часу до оперативного, для токарної операції $K = 8\%$ [16].

$$T_{OP} = T_B + T_O = 17 + 8,63 = 25,63 \text{ хв}$$

$$T_D = \frac{25,63 \cdot 8}{100} = 2,05 \text{ хв.}$$

Штучний час:

$$T_{шт} = T_B + T_O + T_D = 17 + 25,63 + 2,05 = 44,68 \text{ хв}$$

Норма часу на операцію становитиме

$$T_H = 17 + 25,63 + 2,05 + \frac{15}{1} = 59,68 \text{ хв.}$$

040 Мийна операція

Норма часу визначається за формулою:

$$T_H = \sum T_p \cdot K_{ПР} \cdot K_y,$$

де $\sum T_p$ – витрати часу на зняття, миття, установку деталі, хв. $\sum T_p = 8$ хв.

$K_{ПР}$ – коефіцієнт, що враховує час на технологічні перерви під час роботи.

$K_{ПР} = 1,20$.

K_y – коефіцієнт питомих трудових витрат. $K_y = 0,16$.

$$T_H = 8 \cdot 1,20 \cdot 0,16 = 1,54 \text{ хв.}$$

045 Шліфувальна операція

Підготовчо-заключний час призначається один раз на всю операцію, у цьому випадку: $T_{п.з.} = 7$ хв.

Перехід 1. Встановити, закріпити і зняти деталь.

Допоміжний час на перехід залежить від способу установки і маси деталі.

$T_{В1} = 0,4$ хв.

Перехід 2. Шліфувати опорні шийки.

Припуски на чистове шліфування становлять

$$h = 0,05 \text{ мм.}$$

Швидкість різання під час шліфування визначається за формулою

$$v_{\text{кр}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000 \cdot 60},$$

де D – діаметр круга, мм, $D = 400$ мм;

n – частота обертання круга, хв^{-1} , $n = 1670$ хв^{-1} .

$$v_{\text{кр}} = \frac{3,14 \cdot 400 \cdot 1670}{1000 \cdot 60} = 34,96 = 35 \text{ м/с}$$

Швидкість обертання оброблюваної деталі становитиме

$$v_{\text{и}} = 30 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

Частота обертання оброблюваної деталі знаходиться за формулою

$$n_{\text{и}} = \frac{1000 \cdot v_{\text{и}}}{\pi \cdot d},$$

де d – діаметр деталі, мм, $d = 40$ мм.

$$n_{\text{и}} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 40} = 187,15 = 187 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Поперечна подача під час круглого зовнішнього шліфування (врізне шліфування) становитиме

$$S = 0,43 \text{ мм/об}$$

Основний час при круглому зовнішньому шліфуванні визначається за формулою

$$T_0 = \frac{h}{S} \cdot K,$$

де h – припуск на обробку деталі на бік, мм;

K – коефіцієнт, що враховує точність шліфування і знос круга,

$K = 1,2$ (для чистового і чорнового шліфування).

Під час чистового шліфування

$$T_0 = \frac{0,05}{0,43} \cdot 1,2 = 0,14 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на перехід становитиме

$$T_{\text{в2}} = 0,42 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{в}} = 0,4 + 0,42 = 0,82 \text{ хв.}$$

Додатковий час визначається за формулою [18, 19, 20].

$$T_{\text{ПР}} = (T_0 + T_B) \cdot \frac{P_{\text{ПР}}}{100},$$

де $P_{\text{ПР}}$ - відсоток додаткового часу, %, $P_{\text{ПР}} = 9\%$.

$$T_{\text{ПР}} = (0,14 + 0,82) \cdot \frac{9}{100} = 0,08 \text{ хв.}$$

Штучний час визначається за формулою

$$T_{\text{ШТ}} = T_0 + T_B + T_{\text{ПР}} = 0,14 + 0,82 + 0,08 = 1,04 \text{ хв.}$$

Норма часу на операцію становитиме

$$T_{\text{Н}} = T_{\text{ШТ}} + \frac{T_{\text{П.З}}}{n} = 1,04 + \frac{7}{1} = 8,04 \text{ хв.}$$

050 Мийна операція

Норма часу визначається за формулою:

$$T_{\text{Н}} = \sum T_p \cdot K_{\text{ПР}} \cdot K_y,$$

де $\sum T_p$ – витрати часу на зняття, миття, установку деталі, хв. $\sum T_p = 8$ хв.

$K_{\text{ПР}}$ – коефіцієнт, що враховує час на технологічні перерви під час роботи.

$K_{\text{ПР}} = 1,20$.

K_y – коефіцієнт питомих трудових витрат. $K_y = 0,16$.

$$T_{\text{Н}} = 8 \cdot 1,20 \cdot 0,16 = 1,54 \text{ хв.}$$

050 Контрольна операція

Норма часу визначається за формулою:

$$T_{\text{Н}} = \sum T_p \cdot K_{\text{ПР}} \cdot K_y,$$

де $\sum T_p$ – витрати часу на розбирання агрегату, вузла або окремого сполучення, хв. $\sum T_p = 26$ хв.

$K_{\text{ПР}}$ – коефіцієнт, що враховує час на технологічні перерви під час роботи.

$K_{\text{ПР}} = 1,20$.

K_y – коефіцієнт питомих трудових витрат. $K_y = 0,13$.

$$T_{\text{Н}} = 26 \cdot 1,20 \cdot 0,13 = 4,1 \text{ хв}$$

Визначимо норму часу на відновлення деталі

$$T_H = \sum_{i=1}^n T_{Hi},$$

де T_{Hi} - норма часу на i -у операцію.

$$\begin{aligned} T_H &= 4,99 + 4,1 + 0,69 + 6,98 + 1,54 + 2,34 + 59,68 + 1,54 + 8,04 + 1,54 + 4,1 \\ &= 95,54 \text{ хв}[15]. \end{aligned}$$

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проведено аналіз роботи газорозподільного механізму двигунів автомобілів, виявлено основні дефекти розподільних валів двигунів і способи їх усунення та встановлено, що одним із найпоширеніших дефектів є зношення опорних шийок.

Зроблено аналіз наявних конструкцій сучасного технологічного обладнання для відновлення опорних шийок розподільчих валів двигунів автомобілів, що дав змогу виявити їхні недоліки, а саме дорожнечу, складність конструкції та великі затрати праці під час їхнього використання. На підставі чого для відновлення опорних шийок розподільних валів пропонується установка для нанесення гальванічних покриттів. Виконано конструкторські розрахунки основних елементів пристосування для контактного хромування.

Зроблено технологічний розрахунок елементів технології відновлення розподільчих валів, де розроблено технологічний маршрут відновлення, вибрано обладнання, технологічне оснащення, розраховано технічну норму часу на відновлення розподільчого валу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Герук С.М. Борак К.В. Вплив електроерозійної обробки на хімічний склад сталі X12. *Вісник ЖДТУ. Технічні науки.* № 3 (58). С. 3-7.
2. Борак К.В. Розподіл мікротвердості в поверхневому шарі після електроерозійної обробки. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету.* С. 3-8.
3. Андреев Ю. А. Технологія відновлення деталей машин: навч. посіб. Київ: НУБіП України, 2013. 320 с.
4. Білоусов О. П. Гальванічні покриття: теорія і практика. Харків: ХНТУСГ, 2014. 278 с.
5. Васильєв В. Г. Відновлення деталей автомобілів: підручник. Київ : Либідь, 2015. 350 с.
6. Гончаров, С. І. Технологія машинобудування: підручник. Вінниця: Нова Книга, 2011. 280 с.
7. Дяченко В. І. Методи відновлення деталей автомобільних двигунів. Київ: Аграрна освіта, 2015. 260 с.
8. Єрмолаєв В. О. Сучасні технології гальванічних покриттів. Харків: Фоліо, 2016. 290 с.
9. Жуков А. І. Основи відновлення зношених деталей. Львів: Світ, 2013. 315 с.
10. Захарченко О. І. Технологічні процеси в машинобудуванні. Одеса: ОНУ, 2014. 325 с.
11. Коваленко Ю. С. Машини та обладнання для нанесення покриттів. Полтава: РВВ ПУЕТ, 2012. 290 с.
12. Крамаренко С. І. Організація виробництва на машинобудівних підприємствах. Київ: НАУ, 2015. 270 с.
13. Лісовий, М. В. Ефективні методи відновлення деталей автомобілів. Київ: Центр учбової літератури, 2016. 340 с.
14. Мельник П. Г. Автоматизація та механізація відновлювальних процесів. Харків: ХНАУ, 2014. 310 с.

15. Мироненко В. Д. Основи відновлення деталей машин. Київ: Аграрна освіта, 2012. 280 с.
16. Нечипоренко, О. І. Технологічні процеси в машинобудуванні. Суми: СумДУ, 2013. 290 с.
17. Павленко, Л. М. Сучасні технології відновлення деталей. Дніпро: ДДАУ, 2015. 320 с.
18. Романенко А. І. Технології нанесення покриттів на деталі машин. Київ: КНЕУ, 2014. 305 с.
19. Савченко В. О. Ефективне управління відновлювальними процесами. Вінниця: Нова Книга, 2012. 290 с.
20. Тимошенко І. І. Основи відновлення машинобудівних деталей. Львів: Світ, 2013. 275 с.
21. Ульянов Ю. М. Технології відновлення деталей машин. Одеса: ОНУ, 2014. 310 с.
22. Федоренко С. М. Модернізація обладнання для гальванічних покриттів. Харків: ХНТУСГ, 2016. 300 с.