



ПРАКТИКУМ З РЕМОНТУ МАШИН

**ПРАКТИКУМ
З РЕМОНТУ
МАШИН**

Том 1

**Загальний технологічний процес
ремонту та технології відновлення
і зміцнення деталей машин**

Харків 2018



9 786177 634019

ПРАКТИКУМ З РЕМОНТУ МАШИН

Том 1

**ЗАГАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ
ПРОЦЕС РЕМОНТУ ТА
ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ І
ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ
МАШИН**

За ред. О.І. Сідашенко та О.В. Тіхонова

Харків 2018

УДК 631.3-049.32(07)

П69

Рекомендовано Вченою радою Харківського національного технічного університету імені Петра Василенка протокол № 4 від 28 грудня 2017 р як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації

Рецензенти:

Черновол М.І. - доктор технічних наук, професор Центральноукраїнського національного технічного університету, м. Кропивницький;

Ружило З.В. - кандидат технічних наук, доцент Національного університету біоресурсів та природокористування України, м. Київ;

Практикум з ремонту машин. Загальний технологічний процес ремонту та технології відновлення і зміцнення деталей машин.

П69 Том 1 / Сідашенко О.І., Тіхонов О.В. Скобло Т.С. та інші.
/ За ред. О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонова Навчальний посібник.
– Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018 - 416с.

ISBN 978-617-7634-01-9

Практикум базується на багаторічному досвіді викладання і проведення Всеукраїнських олімпіад з дисциплін за напрямом «Ремонт машин і обладнання» та призначений для надання методичної допомоги при виконанні лабораторних і практичних занять, рекомендованих програмами дисциплін «Технологічні системи ремонтного виробництва», «Технологія ремонту машин і обладнання», «Ремонт машин». Перший том практикуму присвячений загальному технологічному процесу ремонту та технологіям відновлення і зміцнення деталей машин.

Запропонований практикум призначений для студентів і викладачів інженерних спеціальностей вищих навчальних закладів 3-4 рівнів акредитації, магістрів, аспірантів, а також інженерно-технічних працівників підприємств технічного сервісу різних форм власності.

Лл. 132. Табл. 81. Бібліогр.: 88.

ISBN 978-617-7634-01-9

УДК 631.3-049.32(07)

© Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, 2018

ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ПОСТАНОВКИ ТА ПРОВЕДЕННЯ ЛАБО- РАТОРНИХ РОБІТ ЗА НАПРЯМОМ «ТЕХНОЛОГІЯ РЕ- МОНТУ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ»

Загальні положення

Технологію ремонту машин від технології виробництва відрізняє ряд істотних особливостей, які дозволяють виділити її в ряд самостійних наукових напрямів. Основна особливість технології ремонту машин має відмінності, які полягають у тому, що вхідним об'єктом у процесі ремонту є не сировина, матеріали й напівфабрикати, як у процесі виробництва, а складові частини машин, які змінили свої розміри або властивості в процесі експлуатації. Ремонтне виробництво пов'язане з частково або повністю зношеними деталями машини. Тому наука про технологію ремонту повинна базуватися на знанні стану деталей і машин, що підлягають ремонту.

Ремонт машин має й такі особливості як наявність у технологічному процесі операцій з розбирання, очищення, дефектації, а також операцій, пов'язаних із відновленням зношених поверхонь і вихідних властивостей деталей. У процесі ремонту техніки використовуються не лише нові деталі, а й відновлені.

Пристаюючи до ремонту деталей і машин, необхідно володіти знаннями не лише про технологічні процеси для його здійснення, але й добре знати об'єкт (машину, двигун, агрегат і тощо), його конструкцію й особливості використання, а також вимоги ТУ, що пред'являються до них. На практиці виникає багато випадків, коли без знань конструкції й особливостей експлуатації неможливо визначити причини несправності і тим більше виконати якісний ремонт. Тому об'єкт ремонту слід розглядати не з позицій інженера-конструктора, а з позиції фахівця-ремонтника. Такий підхід дозволяє чіткіше аналізувати, а потім і ліквідувати несправності машин, що виникають, їх причини і намітити способи усунення.

Витрати, пов'язані з ремонтом і технічним обслуговуванням машин і обладнання, щороку збільшуються. В цій ситуації значно

зростають вимоги до інженерно - технічної служби в напрямку до практичної підготовки інженерів-механіків сільськогосподарського виробництва. Потрібні фахівці, що вміють виконувати не тільки окремі технологічні операції, але й організувати ремонтне виробництво та забезпечувати прибуткове його функціонування.

Основною метою проведення лабораторних робіт є закріплення теоретичних знань, поглиблення і конкретизація уявлень про засоби і технології ремонту, придбання навичок виконання ремонтних операцій, дослідницької роботи та уміння надавати конкретні рекомендації.

Включені у даний практикум роботи висвітлюють досвід організації лабораторних (практичних) робіт у Харківському національному технічному університеті сільського господарства імені Петра Василенка (ХНТУСГ) та інших провідних вищих навчальних закладах, відповідають тематиці робіт і переліку обладнання, що рекомендуються навчальними програмами дисциплін «Технологічні системи ремонтного виробництва», «Технологія ремонту машин і обладнання», «Ремонт машин», складеними за участю авторів.

У лабораторних і практичних роботах, що наведені в практикумі, як правило, витримується єдина структура: мета і завдання для самостійної роботи та в лабораторії, оснащення робочого місця, особливості техніки безпеки, загальні відомості та вказівки щодо роботи, яку виконують студенти, порядок виконання та зміст звіту. У кожній лабораторній (практичних) роботі передбачені запитання для самостійної підготовки та контрольні після її виконання.

Наявність у практикумі загальних відомостей і методичних вказівок до кожної роботи дозволить його використовувати слухачами факультетів підвищення кваліфікації, студентами-заочниками, а також механізаторами та фахівцями інженерно – технічної служби агропромислового комплексу.

Варіанти вихідних даних, що використовуються студентами при виконанні лабораторних робіт, у зв'язку з їхнім постійним оновленням та поповненням у ряді випадків не включені до методичних вказівок. Ці дані можна одержати з технічної документації або інших джерел.

Певну допомогу практикум може надати викладачам для підготовки, організації та проведення лабораторних занять у вищих навчальних закладах III-IV рівня акредитації, технікумах (коледжах).

Лабораторні проводяться двома викладачами. Академічна група ділиться на дві підгрупи, що сприяє підвищенню рівня самостійності й творчого підходу студентів під час виконання робіт. Практичні заняття проводяться одним викладачем без поділу академічної групи на підгрупи, в більшій частині у вигляді ознайомлення студентів з діючим обладнанням і технологією.

На початком семестру складається графік виконання лабораторних робіт із зазначенням прізвищ студентів, назв лабораторних робіт і термінів їх виконання.

Виконання лабораторних робіт дозволяється тільки після того як студент ознайомиться з інструкцією з техніки безпеки.

Перед виконанням лабораторних робіт доцільно ознайомити студентів із виробничим процесом ремонту сільськогосподарської техніки безпосередньо на ремонтному виробництві за допомогою відповідно підібраних відеоматеріалів . Звіти про виконану роботу оформляються в електронному виді, або за бажанням студента в вигляді твердої копії. Тестування перед заняттям проводиться на персональних комп'ютерах за допомогою програмного забезпечення «MENTOR» або «MOODEL». Для проведення лабораторних (практичних) робіт учбові лабораторії повинні буди обладнані персональними комп'ютерами та обладнанням для демонстрації відеоматеріалів.

Методичні рекомендації викладачеві

Заздалегідь, разом з майстром виробничого навчання (лаборантом), викладач повинен перевірити оснащення робочих місць у лабораторії.

Перед кожною лабораторною (практичною) роботою викладач перевіряє письмові відповіді на контрольні запитання самостійної підготовки студентів і в усній бесіді або за допомогою тестування визначає теоретичну підготовленість до виконання даної роботи; знайомить студентів з інструкцією з техніки безпеки; у кожній ланці призначає відповідального за дотри-

мання порядку, підтримання чистоти, зберігання засобів оснащення і інструменту на робочому місці.

Під час занять викладач контролює самостійне виконання лабораторно ї(практичної) роботи, дає пояснення на запитання.

Залік лабораторної(практичної) роботи і перевірка знань, умінь і навичок, набутих студентами у процесі засвоєння теми проходить при наявності повністю оформленого звіту.

Завдання викладача полягає також у забезпеченні зв'язку свого предмету з іншими дисциплінами навчального плану підготовки фахівця.

Особливу увагу слід звернути на засвоєння студентами методів ремонту і організаційних форм ремонтно-обслуговуючого виробництва стосовно різних форм власності.

На заняттях слід розглядати такі питання, які мають важливе значення для формування знань, умінь і навичок, необхідних у практичній діяльності випускника.

Викладач повинен дбати і про виховну мету занять: розвивати у студентів творчий підхід і любов до праці, технологічну дисципліну, естетичні почуття, ставлення до гігієни тощо. Приклад графоаналітичного моделювання процесу виконання лабораторної роботи наведено в таблиці 1, практичного заняття в таблиці 2.

Завдання учбово-допоміжного персоналу

Майстер виробничого навчання, старший лаборант або лаборант під час проведення занять працюють під керівництвом викладача. На заняттях вони розподіляють студентів по робочих місцях, проводять інструктаж, а також контролюють їхню роботу, дотримання техніки безпеки, правильне і дбайливе використання обладнання, пристроїв, приладів та матеріалів.

Під час підготовки циклу лабораторних робіт учбово-допоміжний персонал своєчасно оснащує робочі місця всім необхідним, бере участь у виготовленні, монтажі та запуску нового обладнання і пристроїв, постійно стежить за їх справністю, проводить профілактичний і поточний ремонт, а також виконує інші роботи за завданням завідуючого лабораторіями.

Таблиця 1 Графічна модель виконання лабораторної роботи

Назва складової частини лабораторної роботи	Час виконання роботи, хв.											
	1 академічна година			2 академічна година			3 академічна година			4 академічна година		
	15 хв	30 хв	45 хв	15 хв	30 хв	45 хв	15 хв	30 хв	45 хв	15 хв	30 хв	45 хв
Перевірка присутності студентів та уточнення тем робіт, що будуть виконуватися. Інструктаж по техніці безпеки	5-10											
Перевірка самостійної підготовки та готовності студентів до виконання роботи			15-	20								
Тестування студентів (10 простих питань по 40с на питання)			4-5									
Ознайомлення з методичними вказівками, оснащенням робочого місця та оформлення протоколу виконання роботи					20-	25						
Ознайомлення з відео матеріалами по темі роботи (3 фрагмента по тривалістю 3-5 хвилин)						10-	15					
Виконання роботи на робочому місці з діючим обладнанням та до оформлення протоколу виконаної лабораторної роботи									45-	65		
Захист звіту про виконання лабораторної роботи											15-	25
Підведення підсумків виконаної лабораторної роботи та прибирання робочих місць											4-	5

Таблиця 2 Графічна модель виконання практичної роботи

Назва складової частини лабораторної роботи	Час виконання роботи					
	1 академічна година			2 академічна година		
	15 хв	30 хв	45 хв	15 хв	30 хв	45 хв
Перевірка присутності студентів та уточнення тем робіт, що будуть виконуватися. Інструктаж по техніці безпеки	5-7					
Перевірка самостійної підготовки та готовності студентів до виконання роботи		10 -12				
Ознайомлення з методичними вказівками, оснащенням робочого місця та оформлення протоколу виконання роботи			15- 20			
Ознайомлення з відео матеріалами по темі роботи (Зфрагмента по 3-5 хвилини)					10-15	
Ознайомлення на робочому місці з діючим обладнанням та технологічною оснасткою						15-20
Заповнення протоколу виконаної лабораторної роботи та захист звіту про виконання лабораторної роботи					15- 20	
Підведення підсумків виконаної лабораторної роботи та прибирання робочих місць						4-5

РОБОТА № 1

ВИПРОБУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ НА АБРАЗИВНЕ ЗНОШУВАННЯ

1 МЕТА РОБОТИ

Освоїти основні методики і практику дослідження процесу зношування на машині тертя і набути первинних навичок складання і оформлення науково-дослідного звіту.

2 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

- 2.1 Дайте визначення понять: зношування, знос, зносостійкість?
- 2.2 Які явища і процеси характеризують абразивне зношування?
- 2.3 У чому полягають основні закономірності абразивного зношування?
- 2.4 Способи і засоби вимірювання для визначення зносу деталі?
- 2.5 Наведіть основні види зношування. В чому полягає їх відмінність?
- 2.6 В чому полягає різниця між тертям без змащувального матеріалу та гідродинамічним?

3 ЗАВДАННЯ

1. Вивчити пристрої і роботу лабораторної машини тертя.
2. Вивчити загальний пристрій аналітичних терезів АДВ-200 і методику зважування зразків.
3. Виконати один з наступних варіантів лабораторної роботи: 1-й варіант. Провести порівняльні випробування на абразивне зношування двох зразків із сталі 45, що мають різну твердість; 2-й варіант. Провести дослідження залежності величини зносу від навантаження для зразка із сталі 45 в умовах абразивного зношування.
4. Провести статистичну обробку експериментальних даних і аналіз результатів дослідження.

4 ЧАС ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Самостійна підготовка – 2 година;
Робота в лабораторії – 4 акад. години.

5 ЛІТЕРАТУРА

5.1 Основна

5.1.1 Ремонт машин та обладнання: Підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; за ред. проф. О.І.Сідашенка, О.А.Науменка. Підручник: (Затверджено МОН України як підручник для студентів ВНЗ, які навчаються за напрямом підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» від 21.06.10 № 1/11 – 545) - К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с.

5.1.2 Практикум з ремонту машин: Навчальний посібник / О.І. Сідашенко, Т.С. Скобло, В.А.Войтов та ін.; За ред. О.І. Сідашенка, О.В. Тіхонова. – Харків.: ХНТУСГ, 2007. – 415с.

5.1.3 Основи трибології: Підручник / Антипенко А.М., Белас О.М., Войтов В.А. та ін. / За ред. Войтова В.А. – Харків: ХНТУСГ, 2008. – 342с.

5.1.4 Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій. / Сідашенко О.І. Тіхонов О.І., Лузан С.О. та інші. Навч. посібник – Харків: ХНТУСГ, 2017.– 361 с.

5.1.5 Диха О.В. Вузли тертя машин. Розрахунки на зносостійкість / Навчальний посібник. – Хмельницький: ХНУ, 2013. – 147 с.

5.1.6 Кіндрачук М.В. Трибологія: Підручник / М.В. Кіндрачук, В.Ф. Лабунець, М.І. Пашечко – К.: НАУ, 2009. – 392 с.

5.2 Додаткова

5.2.1 Пенкин Н.С., Пенкин А.Н., Сербин В.М. Основы трибологии и триботехники: учебное пособие. – М.: Машиностроение, 2014. – 264 с.

5.2.2 Repair Technology of Machinery and Equipment. Lecture course. / Sidashenko O., Tikhonov O., Luzan S., and others. Textbook. – Kharkiv: KhNTUA, 2017. – 340 p.

5.2.3 Коротков В.А. Износостойкость машин / Учебное пособие. – М.: Директ-Медиа, 2014. – 68 с

5.2.4 Сідашенко О.І., Тіхонов О.В., Скобло Т.С. та ін. Українсько-англійський словник термінів технологічних систем ремонтного виробництва /Навчальний посібник (Рекомендовано Вченою радою Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка ,протокол №10 від 30 червня 2016 року як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації).- Харків : ХНТУСГ, 2016 - 412с

6 ОСНАЩЕННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

Універсальна машина тертя МІ-1М. Терези аналітичні АДВ-200. Гирі аналітичні ГА, набір 0,020 – 100 г. Шкірка шліфувальна 44А-12. Зразки (ролики d=50 мм, В=10 мм): №1 – зі сталі 45, незагартований (220 НВ); №2 – зі сталі 45, загартований (42 НRC). Ацетон ГОСТ 2603. Тканина бавовняна для протирання зразків.

7 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

7.1 Загальні положення про тертя і зношування. Однією з основних причин, що викликають втрату працездатності машин і їх складових частин є зношування деталей з'єднань внаслідок тертя.

Процес тертя має складну природу і супроводжується комплексом явищ механічного, фізико-механічного, хімічного, теплового металургійного, електричного характеру, труться поверхонь, що приводять до руйнування (зношуванню).

Для впорядкування основних термінів в області тертя і зношування розроблені ДСТУ 2823 і ГОСТ 27674, згідно яких деякі з них трактуються таким чином:

- зношення - процес відділення матеріалу з поверхні твердого тіла і (або) збільшення його залишкової деформації при терті, що виявляються в постійній зміні розмірів і (або) форми тіла;
- знос - результат зношування, визначуваний у встановле-

них одиницях (одиниці довжини, об'єму, маси)

- швидкість зношування - відношення значення зносу до інтервалу часу, протягом якого він виник;

- інтенсивність зношування - відношення значення зносу до обумовленого шляху, на якому відбувалося зношування, або об'єму виконаної роботи (км. пробігу, умов. ет. га і ін.).

Зношування є дуже складним процесом, залежним не тільки від значного числа зовнішніх чинників, але і від багатьох чинників, що викликаються самим процесом тертя. У зв'язку з цим при терті спостерігається велика різноманітність протікання процесів зношування, а значить і різноманітність видів зношування, одним з яких є абразивне зношування.

7.2 Характеристика абразивного зношування. Абразивне зношування - це механічне зношування матеріалу в результаті ріжучої або дряпаючої дії твердих тіл або твердих частинок. Тверді частинки можуть знаходитися в закріпленому або вільному стані.

Абразивне зношування може відбуватися при терті пов'язаних між собою деталей і має місце також при русі тіла в абразивному середовищі (працюючі органи ґрунтообробних машин, землерийних машин і ін.).

Абразивні частинки, що зношують, можуть потрапляти в з'єднання (з пилом ґрунтового походження, із забрудненим маслом), що труться, знаходячись в матеріалі поверхонь (тверді структурні складові), або утворюючись в процесі тертя (продукти зношування).

Абразивне зношування характеризується деякими закономірностями, до яких, зокрема, відносяться наступні:

- знос, за інших рівних умов, пропорційний питомому навантаженню (при постійній площі контакту - пропорційний загальному навантаженню) і часу зношування;

- знос, за інших рівних умов, обернено пропорційний твердості поверхневого шару матеріалу.

Дана запропонована лабораторна робота присвячена експериментальному дослідженню вказаних закономірностей.

7.3 Характеристика засобів, для виконання досліджень, методи обробки експериментальних даних. Для виконання досліджень застосовується універсальна машина тертя МІ-1М. На цій машині можна вести випробування при терті ковзання, при терті кочення, при терті прослизання як при мастилі, так і без неї. Машина забезпечена пристроєм, що дозволяє визначити сумарну роботу тертя.

У даному дослідженні машина використовується для визначення закономірностей абразивного зношування при терті ковзання без мастила. Функцію абразивного матеріалу виконує абразивна шкірка, що розташовується між нерухою колодкою і зразком-роликом, що обертається (рис. 1).

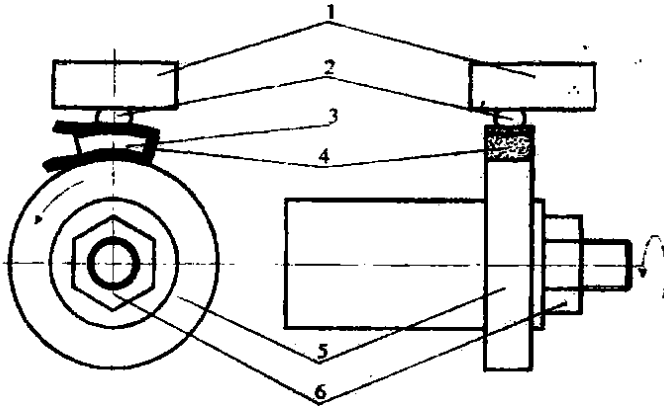


Рис. 1 Схема установки абразивної шкірки на машині тертя:
1 - пластина верхнього валу; 2 - куля; 3 - колодочка; 4 - абразивна шкірка; 5 - ролик; 6 - гайка нижнього валу.

Машина тертя складається із станини, на якій закріплений електродвигун, що передає обертальний рух через зубчасту планетарну передачу обертальне обертання на нижній вал. Частота обертання нижнього валу - 430 мин^{-1} . На кінці нижнього валу (див. рис.1), закріплюється зразок-ролик діаметром 40мм і шириною 10мм. Верхній вал розташовується в кулькових підшипниках рамки, яка може повертатися навколо осі. На кінці верхнього валу закріплена пластина, в якій закарбована кулька. Че-

рез цю пластину і кульку передається навантаження від рамки на колодочку, встановлену заздалегідь на ролик. При даних випробуваннях обертання верхнього валу відключене, тобто колодочка нерухома.

Під час роботи машини, рамка, за допомогою черв'ячної передачі і ексцентрика здійснює осцилюючий рух уздовж осі нижнього валу з амплітудою 4мм, що забезпечує рівномірне зношування поверхні ролика і колодки.

Навантаження на зразок створюється під власною вагою рамки 150Н і може бути збільшене до 250Н зусилля пружини.

Випробування зносу зразків в умовах тертя об абразивну шкірку виконуються при навантаженнях менших 150Н. У зв'язку з цим до рамки машини встановлений розвантажуючий пристрій. Зміною положення вантажу в 40Н можна надати три значення навантаження на зразок (вантаж переміщається на важелі): 40Н, 60Н, 80Н.

Оцінка величини зносу за даний проміжок часу випробувань визначається по втраті маси, тобто величина зносу визначається як різниця в масі зразка до і після випробувань. Для зважування застосовуються аналітичні терези АДВ-200

Характеристика аналітичних терезів

- граничне навантаження - 200г;
- ціна ділення оптичної шкали - 0,1мг
- погрішність від нерівноплечності - $\pm 0,2$ мг.

Для переходу від маси до лінійної величини зносу необхідно отримані дані по масі (Q) перевести в лінійний знос (U) по залежності:

$$U = \frac{Q}{\pi D h \gamma} \times 10^6 \text{ мкм.}$$

де Q - величина зносу, г;

h - ширина зразка, мм;

D - діаметр зразка, мм;

γ - питома маса зразка, $\gamma = 7.8 \text{ г/см}^3$.

Величина зносу по масі і лінійного зносу заносяться в таблицю початкових даних.

Результати випробувань на машині тертя піддаються статистичній обробці. Необхідність статистичної обробки результатів випробувань на зношування викликана тим, що процес зношування відноситься до категорії випадкових процесів, а знос є випадковою величиною. Це пояснюється тим, що під дією численних непередбачуваних чинників величини зносу за один і той же проміжок часу не будуть однаковими, а відмінність їх носить випадковий характер. Застосування імовірнісно-статистичних методів обробки і аналізу експериментальних даних дозволяє знайти загальні закономірності, властиві даному процесу.

Статистична обробка експериментальних даних по першому варіанту дозволяє перевірити достовірність твердження про те, що зміна твердості матеріалу впливає на величину зносу.

При виконанні першого і другого варіантів завдання використовується метод найменших квадратів, за допомогою якого за наслідками експерименту оцінюються коефіцієнти рівняння, що імовірно характеризує лінійну залежність між двома величинами знос - час зношування або знос - навантаження.

Метод найменших квадратів базується на положенні про те, що якщо сума квадратів відхилень експериментальних крапок від даної лінії буде мінімальною, то ця лінія, зі всіх можливих ліній даного вигляду, з найбільшою вірогідністю характеризує в середньому досліджуваний процес.

7.5 Сучасні тенденції розвитку процесів випробування на знос. Одним з перспективних напрямів використання машин тертя є визначення наявності в змащувальних матеріалах проти-зносних і протизадирних присадок.

У ХНТУСХ розроблена і випускається чотирикулькова машина тертя ЧШМ «ОСА» (рис.2) для визначення якості (змащуючих властивостей) моторних масел; трансмісійних масел і пластичних мастил.

На сьогоднішній день це єдино надійний і швидкий метод визначення протизносних і протизадирних властивостей будь-яких змащувальних матеріалів, який широко застосовується в Німеччині (DIN 51350) і США (S8TM D 2783).



Рис. 2 Загальний вид чотирикулькової машини тертя ЧШМ «ОСА»

Це доводить і той факт, що чотирикулькова машина тертя вперше була винайдена 100 років тому фахівцями фірми Shell, що є ведучим виробником змащувальних матеріалів. Застосування ЧШМ дасть можливість купувати і застосовувати тільки якісні змащувальні матеріали, що приведе до збільшення ресурсу техніки, зниження витрат на обслуговування і ремонт, економії палива. За допомогою ЧШМ можна визначати терміни заміни масел. ЧШМ«ОСА» пройшла метрологічну атестацію згідно ДСТУ 3215.

8 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

8.1 Перший варіант завдання.

8.1.1 Протерти зразок №1, зважити його на аналітичних терезах і результат занести в таблицю початкових даних (табл. 1).

8.1.2 Підняти навантажуючу рамку на машині тертя, встановити і закріпити зразок, закріпити абразивну шкірку на колодці, опустити рамку.

8.1.3 Встановити на розвантажуючому пристрої машини тертя гирю в положення відповідне навантаженню 80Н.

Таблиця 1 Звітні дані результатів абразивного зношування на машині тертя

(найменування зразків)

№ досліджу	Маса зразка, г		Величина зносу	
	До досліджу	Після досліджу	г	мкм
Зразок №1				
Зразок №2				

8.1.4 Включити машину тертя і провести зношування зразка протягом однієї хвилини.

8.1.5 Підняти рамку, зняти зразок і абразивну шкірку з колodки.

8.1.6 Протерти зразок, зважити на аналітичних вагах і результат занести в таблицю початкових даних (таблиця 8.1.).

8.1.7 Повторити пункти 3-6 для зразка №1 п'ять разів (п'ять дослідів) і провести аналогічні випробування для зразка №2.

8.2 Обробка даних, що отримані при виконанні першого завдання

8.2.1 На першому етапі статистичного аналізу проводиться зіставлення зносу двох зразків, що мають різну твердість, для з'ясування питання про не випадкову (значущому) або випадкову (незначущому) їх розбіжність, тобто встановлення наявності або відсутності зв'язку між зносом і твердістю матеріалу. Для цієї мети проводиться статистична перевірка гіпотези про рівність середніх.

За наслідками експерименту для кожного зразка обчислюються:

- середнє значення зносу:

$$\bar{U} = \frac{\sum_{i=1}^n U_i}{n};$$

- середнє квадратичне відхилення:

$$S = \sqrt{\frac{n}{n-1} \left[\frac{\sum_{i=1}^n U_i^2}{n} - (\bar{U})^2 \right]}$$

- визначається величина кореня квадратного з середньозваженої дисперсії:

$$S^* = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

де U_i - величина лінійного зносу в i - досліді, мкм;
 n_1 n_2 - число повторних випробувань для кожного зразка.

Задаючись довірчою вірогідністю p і визначивши число мiр свободи до $k = n_1 + n_2 - 2$ встановити чи виконується нерівність

$$|\bar{U}_1 - \bar{U}_2| \geq t(p, k) S^* \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$$

де $t(p, k)$ - параметр розподілу Стьюдента при вірогідності p і число ступеней свободи k .

Якщо вказана нерівність виконана, то відмінність середніх вважається значущою, інакше ця відмінність є випадковою, неістотною. Це твердження можна пояснити таким чином. Права частина нерівності по суті характеризує помилку експерименту з прийнятою вірогідністю. Отже, якщо різниця середніх лежить в межах цієї помилки, тобто нерівність не дотримується, то відмінність середніх є випадковою, лежачою в межах помилки експерименту.

Примітка. Довірча вірогідність p зазвичай приймається рівною 0,95. При цьому $t(p, k)$ залежно від числа мiр свободи до приймається по таблиці:

k	2	3	4	5	6	7	8
$t(p, k)$	4,30	3,18	2,78	2,57	2,45	2,37	2,31

8.1.2 На другому етапі дослідження встановлюється залежність між лінійним зносом і часом зношування, і для кожного зразка будується графік функції $U=f(t)$.

Для абразивного зношування цю залежність можна представити у вигляді лінійної функції, що характеризує середнє значення зносу при даному часі зношування, наступного вигляду:

$$U = a + bt$$

Параметри рівняння визначаються по методу найменших квадратів по формулах:

$$b = \frac{n \sum_1^n (t_i \times U_i) - \sum_1^n t_i \times \sum_1^n U_i}{n \sum_1^n t_i^2 - (\sum_1^n t_i)^2}$$

$$a = \bar{U} - b\bar{t}$$

де t і U_i - час і величина зносу за наслідками експерименту наростаючим підсумком;

\bar{U} - середнє значення накопиченого зносу;

\bar{t} - середнє значення часу накопиченого зносу;

n - число фіксованих значень часу випробувань (у нашому випадку $n=5$).

Для зручності виконання розрахунків складається допоміжна таблиця (табл. 2).

Таблиця 2 Розрахункова таблиця для визначення параметрів рівняння зношування

Час зношування	Величина накопиченого зносу, U, мкм	t_i^2	tU
Зразок №1			
Зразок №2			

Після розрахунків і визначення параметрів рівнянь ліній зношування, для кожного зразка, будується графік, на якому наносяться експериментальні крапки і проводяться лінії, відповід-

ні рівнянням для двох зразків.

8.3 Другий варіант завдання.

8.3.1 Протерти зразок № 1, зважити на аналітичних терезах і результати занести в таблицю початкових даних (табл. 3.)

8.3.2 Підняти навантажуючи рамку на машині тертя, встановити і закріпити зразок, закріпити абразивну шкірку на колодці, спустити важіль вантаження.

Таблиця 3 Досвідчені дані результатів абразивного зношування на машині тертя

(найменування зразків)

№ досліду	Маса зразка, г, випробовуваного при навантаженні, Н								
	40			60			80		
	До досліду	Після досліду	Величина зносу	До досліду	Після досліду	Величина зносу	До досліду	Після досліду	Величина зносу

8.3.3 Встановити на розвантажуючому пристрої машини тертя гирю в положення, відповідне навантаженню 40Н.

8.3.4 Включити машину тертя і провести зношування зразка протягом однієї хвилини.

8.3.5 Підняти важіль навантаження, зняти зразок і абразивну шкірку з колодки.

8.3.6 Протерти зразок, зважити його на аналітичних терезах і результат занести в таблицю 8.3.

8.3.7 Повторити пункти 3-6 при даному навантаженні три рази (три досліди) і провести аналогічне випробування при навантаженні на зразок 60 і 80Н.

8.2 Обробка даних, що отримані при виконанні другого завдання. Завданням статистичного дослідження є встановлення залежності між зносом U і навантаженням P при абразивному зношуванні і побудова графіка функції $U = f(P)$.

Відомо, що зв'язок між зносом і навантаженням при абра-

зивному зношуванні об шкірку із закріпленим абразивом (при збереженні площі контактуючих тіл) визначається лінійною залежністю виду $U = cP$, що характеризує середнє значення зносу за певний час при даному навантаженні. Тут c - коефіцієнт пропорційності, постійний для даних умов випробувань.

Параметр c визначається за способом найменших квадратів по формулі:

$$c = \frac{\sum_1^n P_i U_i}{\sum_1^n P_i^2}$$

де P_i і U_i - навантаження і знос, відповідно при кожному досвіді.

Для зручності розрахунків складається допоміжна таблиця (табл. 4.).

Таблиця 4 Розрахункова таблиця для визначення параметра рівняння зношування

№ досліду	Навантаження	Величина зносу, мкм	P^2	$P_i U_i$

Після розрахунку параметра будується графік, на якому наносяться експериментальні крапки, і проводиться лінія, відповідна даному рівнянню.

9 КОРОТКІ ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

9.1 Перше включення машини тертя проводиться з дозволу і у присутності учбового майстра.

9.2 Підйом рамки вантаження машини тертя і зміну абразивної шкірки проводити тільки після повної зупинки шпинделя машини тертя.

10 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Мета роботи. 2. Завдання 3. Відповіді на питання самостійної підготовки до лабораторної роботи. 4. Методика дослідження: об'єкт дослідження, устаткування і вимірювальні засоби, методика виконання випробувань, методика статичної обробки експериментальних даних. 5. Початкові експериментальні дані (таблиці). 6. Допоміжні розрахункові таблиці. 7. Результати розрахунку статистичних параметрів і їх аналіз. 8. Відповіді на контрольні питання. 9. Висновок.

11 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

11.1 Чому при дослідженнях процесу зношування необхідне застосування статистичних методів обробки експериментальних даних?

11.2 Поясніти методику зважування на аналітичних вагах.

11.3 Викладіть методику виконання експериментальних досліджень на машині тертя для перевірки гіпотези про рівність середніх значень величин зносу при випробуваннях двох зразків.

11.4 Який статистичний метод використовується для опису передбачуваного рівняння зв'язку між величинами (знос-час зношування, знос-навантаження) і в чому його суть?

РОБОТА № 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

1 МЕТА РОБОТИ

Визначення видів забруднення поверхні типових деталей машин та засобів очищення (мийки). Набуття практичних навичок очищення і підготовки поверхні деталей машин до ремонту та відновлення.

2 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

2.1 Які основні види забруднень?

2.2 Якими способами запобігають забрудненню і видаляють його?

2.3 Які розчини і миючі препарати застосовують для очищення машин і деталей?

2.4 Які обладнання і препарати використовують для зовнішнього миття машин?

2.5 Які обладнання і препарати застосовують для миття збірних одиниць і деталей?

2.6 Як видаляють корозію і стару фарбу?

3 ЗАВДАННЯ

Ознайомитись з сучасними засобами мийки машин, вузлів і деталей. Отримати практичні навички з ультразвукової мийки деталей. Оцінити якість очищення деталі

4 ЧАС ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Самостійна підготовка – 2 година;

Робота в лабораторії – 4 акад. години.

5 ЛІТЕРАТУРА

5.1 Основна

5.1.1 Ремонт машин та обладнання: Підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. Підручник: (Затверджено МОН України як підручник для студен-

тів ВНЗ, які навчаються за напрямом підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» від 21.06.10 №1/11 – 545) - К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с.

5.1.2 Теоретические основы технологии ремонта машин: Учебник в 3-х томах /Под ред. А.И. Сидашенко, А.А. Науменко. Том 1. (Теория и технология производственных процессов ремонта машин). - Харьков: ХНТУСХ, 2005. - 590с.

5.1.3 Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій. / Сідашенко О.І. Тіхонов О.І., Лузан С.О. та інші. Навч. посібник – Харків: ХНТУСГ, 2017.– 361 с.

5.1.4 Технология ремонта машин / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский и др.; Под ред. Е. А. Пучина. — М.: КолосС, 2007. — 488 с: ил. — (Учебники и учеб. пособия студентов высш. учеб. заведений).

5.2 Додаткова

5.2.1 Repair Technology of Machinery and Equipment. Lecture course. / Sidashenko O., Tikhonov O., Luzan S., and others. Textbook. – Kharkiv: KhNTUA, 2017. – 340 p.

5.2.2 Иванов В.П. Ремонт машин. Технология, оборудование, организация: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – Новополюк: УО «ПГУ», 2006. – 468 с.

5.2.3 Українсько-англійський словник термінів технологічних систем ремонтного виробництва / О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонов, Т.С.Скобло та ін. / Навчальний посібник (Рекомендовано Вченою радою Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, протокол №10 від 30 червня 2016 року як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації).- Харків: ХНТУСГ, 2016 - 412с.

6 ОСНАЩЕННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

Ультразвукова мийка УЗМ-001, ваги електронні лабораторні 3 класу точності ТВЕ-0,150,001/2,концентрований лужний засіб ДЕТАЛАН, гумові рукавички і фартух, захисні окуляри, забруднені деталі, серветки

7 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

7.1 Загальні положення про види забруднень та засоби очищення. Очищення деталей від забруднень є специфічною операцією ремонтного виробництва. Організація і технологія мийно-очисних робіт залежить від типу підприємства, його виробничої програми, виду забруднень і стану забруднень, місця їх розташування, конструкції і маси об'єкта очищення. Досвід роботи ремонтних підприємств показує, що найбільш раціональною формою організації мийно-очисних робіт є багатостадійне миття з використанням спеціальних способів очищення відповідальних деталей. Основні види забруднень деталей машин та способи їх очищення наведені в таблиці 1, рисунок 1.

Таблиця 1. Види забруднень деталей машин та способи їх очищення

Вид забруднень	Спосіб очищення
1. Дорожньо-грунтові забруднення	У розчинах миючих засобів
2. Залишки мастильних матеріалів	У розчинах синтетичних миючих засобів (СМЗ)
3. Асфальто-смолисті відкладення	У розчинно-емульгуючих засобах, доочищення механізованими інструментами в барабанах (галтування)
4. Вуглецеві відкладення: нагар, лакові	Аналогічно
5. Неорганічні: нагар, накип. Продукти корозії	У розплаві солей, кислотних розчинах, піском, механічне очищення. Розчини кислот
6. Старі лакофарбові покриття	У розчинах лужних засобів і за допомогою змивання.

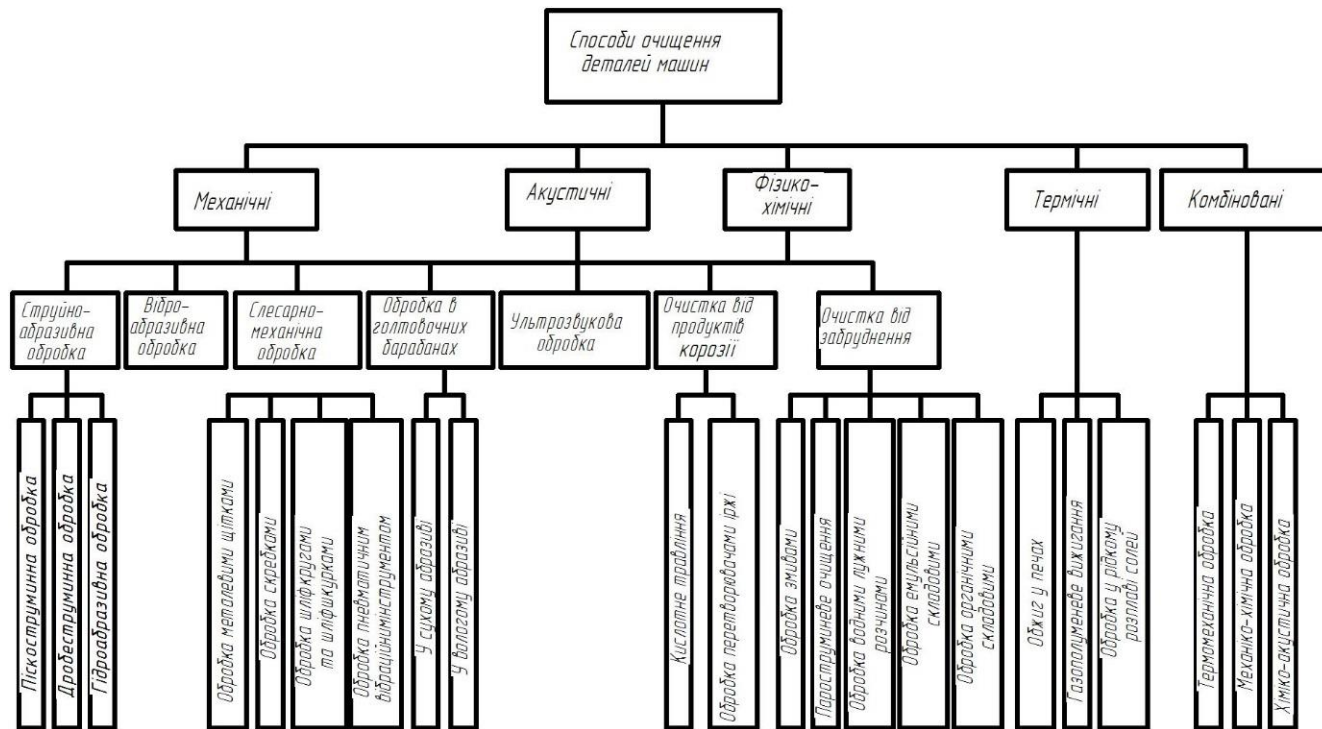


Рис.1 Способи очищення деталей

7.2 Загальні положення про миючі засоби. Лужні миючі засоби представляють собою водяні розчини неорганічних лужних солей Na_2CO_3 (кальцинована сода), NaOH (каустична сода), а також солі кремнієвої кислоти (силікати). Введення силікатів до складу миючого засобу різко підвищує лужність середовища, а також сприяє кращому спінюванню розчину. Найбільш широке застосування має силікат натрію (рідке скло) і метил силікат натрію (більш лужний). Каустична сода NaOH (їдкий натрій) довгий час був основним компонентом миючих засобів, у зв'язку з його здатністю обмилувати жири. Однак він токсичний і викликає корозію кольорових металів і сплавів (особливо алюмінію). Для зниження корозійної активності в розчин NaOH додають інгібітори корозії, силікати й ін. добавки. Сучасні СМЗ представляють багатокомпонентні суміші хімічних речовин, серед яких найбільше значення мають ПАР і активні добавки (електроліти). ПАР по механізму дії розділяються на іонічні і неіонічні. Іонічні у водяних розчинах дисоціюють на іони. У свою чергу іонічні ПАР підрозділяються на аніонні і катіонні. Молекули аніонних ПАР дисоціюють з утворенням неактивних катіонів (водень або метал) і поверхнево-активних аніонів (вуглеводневі ланцюги). У катіонних ПАР поверхневу активність виявляють катіони. Цю групу речовин складають солі ароматичних речовин і інші азотовмісні з'єднання. Тривалість очищення за допомогою таких препаратів як Лабомід, МЛ, МС, Темп складає 10–25хв. Ці препарати за рахунок інгібіруючого ефекту знижують швидкість корозії від 10 до 20 разів у залежності від температури. Для підвищення якості і продуктивності очищення, особливо на підприємствах з обмеженими джерелами теплопостачання рекомендується застосовувати РЕЗ. РЕЗ застосовують переважно на проміжних стадіях при помірних температурах 20–50°C. Попередні й остаточні стадії очищення здійснюють СМЗ. Для видалення старої фарби застосовують СД, АФТ-1, що проникають у стару фарбу, у результаті чого фарба набухає і розм'якшується.

В якості миючих рідин для очищення обладнання і деталей від бруду, масла та інших забруднювачів використовується холо-

дна і гаряча вода (70-90°C), холодні і гарячі лужні розчини (70-90°C) і розчинники (бензин, гас, ацетон). Вельми ефективним є застосування для очищення поверхонь від масла і смолистих відкладень водних розчинів технічних мийних засобів (ТМС), що представляють собою багатокомпонентні композиції, що включають в свій склад поверхнево-активні речовини (ПАР) і активні сольові добавки (карбонати, силікати і фосфати). Для невеликих деталей складної конфігурації застосовується електролітична або ультразвукове очищення. Використовуються також способи очищення за допомогою випалу деталей в печах. Для видалення з поверхні деталей старих лакофарбових покриттів застосовуються спеціальні склади, так звані змивки: марок СД (сп), СД (про), АФТ-1. Для очищення деталей від продуктів корозії використовують різні пасти, а також 25% -ний розчин соляної кислоти, в який додають 1% цинку або 15% сірчаної кислоти. Після мийки для нейтралізації дії лужних і кислотних розчинів очищені вузли обладнання і деталі необхідно промити гарячою водою, а потім просушити підігрітим стисненим повітрям.

7.2 Загальні положення про обладнання для очищення машин, вузлів і деталей машин Залежно від обсягу виробництва і номенклатури устаткування, що ремонтується зовнішня мийка виконується на мийної естакаді відкритого типу (майданчику), забезпеченою похилою підлогою і обладнаною пристроями, що забезпечують переміщення обладнання в процесі мийки, насосною установкою, системою трубопроводів, фільтрами і відстійниками (рисунок 2).

При ремонті вузлів та агрегатів машин доцільно проводити мийку напірним струменем в спеціальних багатоструменевих установках (рисунок 3). Струмień рідини, спрямований під сильним тиском, інтенсивно розмиває шар бруду на поверхні обладнання і забирає її в відстійник.

Для отримання високого тиску миуючої струменя використовують вихрові і плунжерні насоси. Однокамерна, багатоструменеві установка являє собою спеціальну камеру, в яку на візку або з допомогою транспортера ввозиться обладнання і піддасть-

ся миттю. Число сопел і їх розташування повинні забезпечувати найкраще омивання обладнання миючою рідиною, для чого підводять труби повинні мати фасонну форму, відповідну контурам обладнання. Процес миття може бути автоматизований.

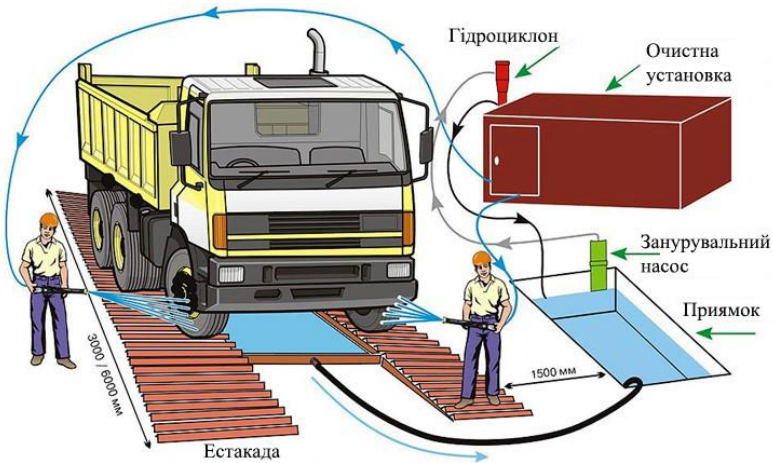
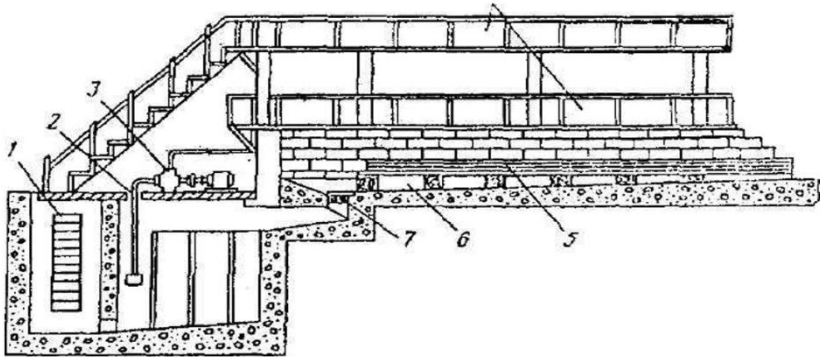


Рис. 2 Майданчик для мийки обладнання

1 - трап для чищення відстійника; 2 - приймальний патрубок насоса; 3 - мийний агрегат; 4 - робоче місце мийника; 5 - вузькоколіїний шлях; 6 - похилий підлогу; 7 – фільтр

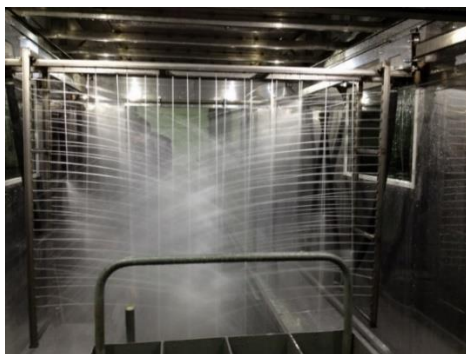
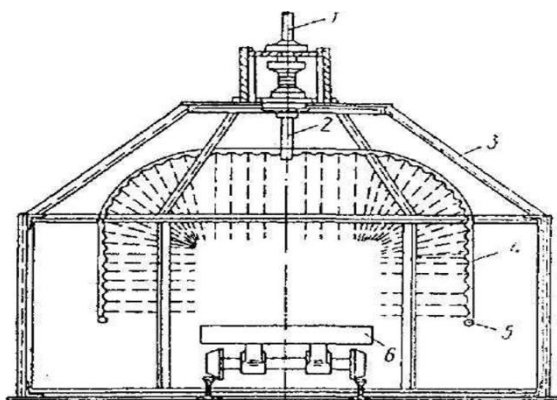


Рис. 3 Однокамерна мийна установка

1 - підвідний патрубкок; 2 - приєднувальний штуцер; 4 - перфорована труба; 5 - насадка; 6 – візок

Найпростіший метод очищення деталей - мийка зануренням у ванну з миючим розчином. Застосовуються ванни з примусовою циркуляцією миючої рідини, ванни з обертовими барабанами. Використовується також вібраційна і ультразвукова мийка. Так, наприклад, болти, шпильки, гайки і інші дрібні деталі найкраще промивати в обертових мийних сітчастих барабанах, занурені на 1/2-1/3 діаметра в розчин.

Для дуже брудних, але не занадто великих деталей застосовують вібраційні мийки, які зазвичай проводять в закритих

машинах, що дозволяє працювати з токсичними розчинниками і емульсіями. Часто на ремонтних базах в залежності від обсягу ремонтних робіт для мийки деталей гарячим способом використовують мийні машини (струменевий мийка). Вони можуть складатися як з однієї (тільки промивка), так і з декількох камер (промивка, ополіскування, сушіння). Деталі переміщуються з камери в камеру на спеціальних візках.

На рисунку 4 в якості прикладу показана конструкція мийної камери, в якій зворотно-поступальний рух надається піддону, при цьому створюється інтенсивне омивання миючої рідиною у вигляді ударної хвилі всіх поверхонь деталей.

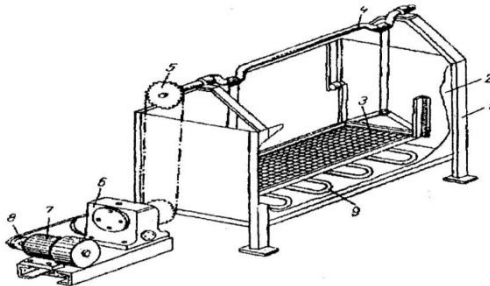


Рис.4 Мийна камера

1-каркас; 2-ванна; 3 - сітчастий піддон; 4 - кривошипний механізм; 5-цепная передача; 6-редуктор; 7 - електродвигун; 8 - Клиноремінна передача; 9-зміювик.

Більш досконалим способом очищення деталей є вібраційне полірування. Сутність його полягає в тому, що оброблювані деталі і абразивні частки, що є робочим середовищем, поміщують в посудину (контейнер), якому повідомляють гармонійне коливальний рух (вібрацію). Очищення метизів (дрібних кріпильних деталей) виконують партіями. Зважаючи на невеликі розміри кріпильних деталей для їх очищення використовують спеціальні установки (див. рисунок 5), в які одночасно можна завантажити, як правило, велика кількість деталей.

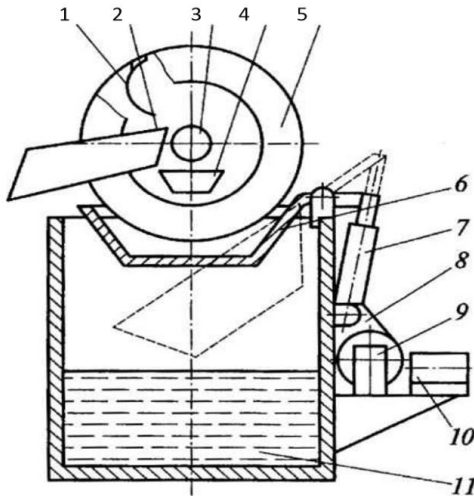


Рис. 5 Установа для очищення метизів (дрібних кріпильних деталей):

1 розвантажувальні пластини; 2,4 - лотки; 3 - гідрант; 5 - перфорований барабан; 6 - рухлива ємність; 7 - пневматичний циліндр; 8 - гвинтова передача; 9 - редуктор; 10 - електричний двигун; 11 – ванна

Деталі ці можуть бути різними як за формою, так і за розміром, наприклад, гайки, гвинти, болти, шайби, штифти і т.п. Підлягають очищення деталі за допомогою завантажувального лотка 4 подають в барабан 5. Перекладають ємність 6 для збору рідини в верхнє положення і включають подачу розчину до гідранта 3 і електричний двигун 10 приводу барабана. По завершенні циклу очищення ємність з рідиною переводять в нижнє положення і включають реверсивне обертання барабана, при цьому очищені деталі будуть захоплюватися зігнутої пластиною і переноситися в розвантажувальний лоток 2.

Очищення та знежирення деталей з використанням ультразвуку В процесі знежирення, з поверхні деталі видаляються забруднення у виді жирів, консерваційних змащень, залишків полірувальних паст, абразивів і т.п. за рахунок руйнування їх адгезійних зв'язків з основним металом. Використання ультразвуко-

вого випромінювання в процесі знежирення дозволяє досягти високої якості очищення поверхні від усіх видів забруднень. Переваги цього способу: - велика швидкість очищення; - можливість використання різних середовищ, що очищують, при кімнатних температурах; - здатність очищувати деталі складної геометричної форми і невеликих розмірів; - мала енергоємність процесу; - можливість механізації й автоматизації процесу. Особливістю високоенергетичних ультразвукових коливань, є можливість фокусування енергії на порівняно невелику площу робочої зони. Поширення високоенергетичних коливань у рідких середовищах супроводжується такими ефектами як кавітація, акустичний потік, радіаційний тиск.

Головним чинником, що руйнує забруднення, є кавітація, що, виявляється в утворенні звукової хвилі, дрібних пухирців (діаметром 10-100 мкм), заповнених парами середовища, що очищує. Після короткочасного існування (10-15 мкс), частина пухирців захоплюється, створюючи локальні гідравлічні удари, тиском у десятки мегапаскалів, під дією яких відбувається руйнування забруднень. Інша частина пухирців під дією акустичних потоків інтенсивно пульсує і перемішується разом з гідродинамічними потоками, сприяючи інтенсифікації очищення. Ефективність ультразвукового очищення здійснюється питомою акустичною потужністю, частотою коливань, складом середовища, що очищує. Інтенсивність знежирення зменшується з підвищенням частоти коливань. При частоті 20-25 кГц високий тиск поширюється на відстань 7-8 см від джерела випромінювань і в цій зоні процес очищення йде більш ефективно. З підвищенням частоти коливань зона високого тиску розширюється до 10-15 см, але інтенсивність очищення знижується через низьку амплітуду коливань. Оптимальний режим знежирення : - частота 20...40 кГц; - питома потужність 1...3 Вт/см²; - температура розчину 40...60°C; - тривалість 1...5 хв. Для знежирення з використанням ультразвуку застосовують спеціальні установки, що включають ванну та ультразвуковий генератор. Сутність одержання ультразвукових коливань у розчині полягає в перетворенні змінного струму високої частоти в механічні коливання середовища.

Найбільш широке поширення взяли два типи перетворювачів: магнітострикційні і п'єзоелектричні. Принцип дії магнітострикційних перетворювачів ґрунтується на магнітострикційному ефекті: періодичній зміні лінійних і об'ємних розмірів феромагнітного тіла під дією магнітного поля. Принцип дії п'єзоелектричних перетворювачів ґрунтується на використанні п'єзоелектричного ефекту: деформації деяких кристалів (кварц, титанат барію) при впливі на них зовнішнього електричного поля.

7.4 Очищення деталей за допомогою електроімпульсної обробки. Технологія електроімпульсної обробки виробів являє собою екологічно чистий і замкнутий процес обробки без шкідливих стоків. Процес відбувається в шарі холодної плазми, товщиною 0,25...0,5 мм, що формується на поверхні виробу з компонентів електроліту і який вміщує іони і радикали у вільному стані. Електроліт, який являє собою водяний соляний розчин, що не містить солей важких металів і екологічно шкідливих компонентів. Електроімпульсне очищення можна представити у вигляді спрощеної плоскої електрогідродинамічної моделі, яку наведено на рисунку 6.

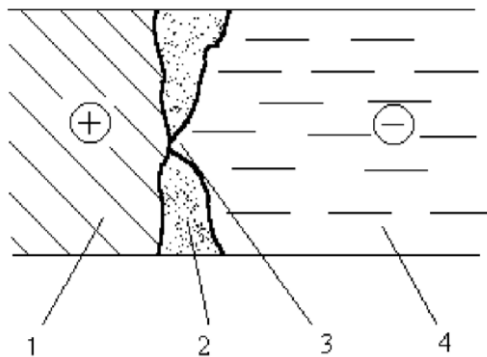


Рис. 6 Електрогідродинамічна модель електроімпульсного очищення

Поверхня деталі (анод) 1 відділена від електроліту 4 парогазовою оболонкою 2, котра виникає внаслідок інтенсивного протікання електролітичних процесів та закипання електроліту

під дією високої напруги та значної щільності струму. Напруженість електричного поля в парогазовій оболонці визначається за формулою:

$$E = U/l \quad (1)$$

де U – падіння напруги в парогазовій оболонці

За допомогою електростатичної сили електроліт втягується в парогазову оболонку з утворенням мікроскопічних рідких електролітних містків z , які замикають поверхню деталі з поверхнею електроліту. При замиканні виділяється значна кількість теплової енергії у відповідності з законом Джоуля – Ленца, що приводить до “вибуху” мостиків і руйнуванню поверхні деталі під дією ударної хвилі. Крім того, іони, які знаходяться в парогазовій оболонці, бомбардують поверхню анода з енергією близько 2,5...40 еВ, внаслідок чого відбувається процес розпилення поверхневих шарів, який супроводжується іскровими розрядами, що також сприяє очищенню поверхні. В якості електроліту використовується водний розчин NaCl , NH_4Cl з концентрацією 30 г/л. Обробка ведеться при температурі 20 °C і струмі 1...5 А. Солі NaCl та NH_4Cl , що входять до електроліту мають не обмежену розчинність у воді і добре дисоціюють: $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$ Наявність в електроліті атомів Cl^- чинить не руйнуючий вплив на оксидні плівки поверхневих шарів деталей. Використовуючи дану технологію, можна робити зняття завусениць, іржі, окисних плівок, залишків шліфувальних паст, округлення гострих крайок на виробх складної конфігурації зі сталей різних марок, міді і її сплавів, а також полірування виробів. При обробці виробів зі сталі 12X18H9T, що мають до обробки поверхню 6 – 7 класу чистоти, протягом 5 хв. формується поверхня 10 – 11 класу чистоти. Зменшення лінійних розмірів виробів у процесі обробки складає в середньому 3 мкм/хв і залежить від природи матеріалу і температури обробки.

Таким чином, висока продуктивність процесу, успішне видалення забруднень як органічного, так і мінерального без додаткового силового впливу на вироби, забезпечує значні переваги електроімпульсного очищення у порівнянні з іншими методами. Критерієм оцінки чистоти поверхні слугує відсутність окремих

видимих острівців оксидної поверхні. Електричну схему установки для очищення наведено на рисунок 7.

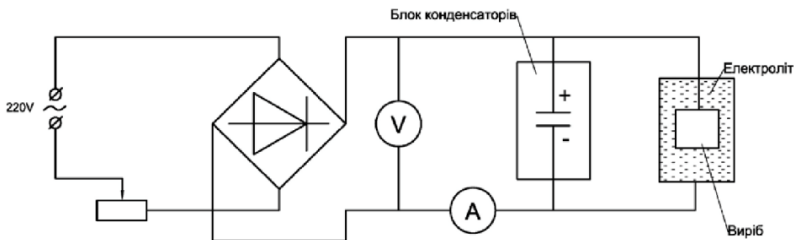


Рис. 7 Схема електрична для електроімпульсного очищення

Технічні характеристики: - споживана потужність – 10...15 Вт на 1 см² оброблюваної поверхні; - тривалість обробки – 0,5...5 хв.; - електроліт – водяний соляний розчин (30 г/л NaCl); - щільність струму – 0,05...0,15 А/см²; - робоча температура електроліту – 60...95 °С.

7.5 Контроль якості очищення деталей від забруднень може бути здійснено різними способами, в числі яких:

Змочування водою — заснований на здатності металевої поверхні утримувати водяну плівку в тих випадках, коли вона не містить гідрофобних забруднень. Спосіб застосовується для поверхонь шорсткістю менше 3,2 мкм. Перевіряємо деталь опускають в холодну дистильовану воду якщо на поверхні, що перевіряється залишилися мінеральні оливи в кількості, що перевищує 0,01 мг/см², то водна плівка розривається миттєво, а при концентрації мінеральних олив до 0,005 мг/см² розрив настає через 4...7с.

Ваговий метод, при якому забруднення, що залишилися, видаляють розчиненням з подальшим екстрагуванням розчиненої речовини з розчину або зіскоблюванням. Видалені забруднення зважують і далі обчислюють відношення їх маси до площі перерізу;

Протирання фільтрувальним папером, паперовою серветкою або ватним тампоном - залишкове забруднення визначають, зважуючи папір, серветку або тампон. Цей спосіб є основним при контролі якості очищення внутрішніх поверхонь і каналів і допоміжним при реалізації контролю способом змочування ;

Люмінесцентний - який ґрунтується на здатності олій світитися під впливом ультрафіолетового випромінювання. Інтенсивність світіння визначають за допомогою спеціального приладу, що дозволяє оцінити концентрацію забруднень в межах 0,0005...0,05 мг/см².

8 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Ознайомитись з оснащенням робочого місця і ультразвукової мийки (дивись додаток А);
2. Зважити забруднену деталь. Встановити технологічні параметри процесу очищення Результаті занести до табл. 2.

Таблиця 2 Результати ультразвукової мийки

Вид забрунення деталі	Назва деталі	Назва мийного розчину,	Частота ультразвуку, кГц	Температура мийного розчину, °С	Час мийки, хв	Вага деталі, г		Вага забруднень, г
						До мийки	Після мийки	

3. Встановіть корзину (підвіску, підставку під миючі деталі) та розмістіть в ній деталі, які треба помити. Залийте миючий розчин в мийку по рівню вигину ванни в верхній її частині.

4. Включіть вилку шнура в мережу живлення.

5. Для включення мийки необхідно натиснути на кнопку «Пуск/Стоп» і утримувати її протягом 5с. доки не включаться індикатори встановлення температури та часу ультразвукової очистки. При включенні мийки розпочинається режим нагріву миючої рідини до попереднього заданого значення, тому якщо попереднє задане значення температури більше поточного, можливо включення індикатору включення температури червоного кольору.

6. Після включення мийки на екранах індикаторів температури та часу очистки висвітяться поточне значення температури та останнє задане значення часу очистки.

7. Кнопками «+» та «-» встановіть на екранах необхідні значення температури та часу очищення та натисніть кнопку «Пуск/Стоп» утримуючи її не більше 1-2с. Після цього включиться ультразвук і розпочнеться нагрів миючої рідини до заданої температури, а на екранах з'являться задані параметри, які через декілька секунд зміняться на поточні.

8. Після нагріву миючого розчину до заданої температури індикатор нагріву погасне, а температура миючого розчину буде автоматично підтримуватись з точністю $\pm 10\%$.

9. Після відліку таймером встановленого часу ультразвукові коливання відключаться, а індикатор таймеру гасне.

10. Для наступного включення генератора необхідно натиснути кнопку «Пуск/Стоп», утримуючи її не більше 1-2с.

11. Режим очистки можна відключити раніше встановленого часу, для цього необхідно натиснути кнопку «Пуск/Стоп», утримуючи її не більше 1-2 с.

12. По закінченню роботи мийки натиснути на кнопку «Пуск/Стоп» і утримувати її протягом 5 с доки не виключаться індикатори встановлення температури та часу ультразвукової очистки, а потім - з розетки мережі живлення. Злити миючий розчин.

13. Дно ванни та миюча рідина може нагріватися під час роботи (без додаткового підігріву).

14. Витягти корзину з деталлю та промити проточною холодною водою, посушити за допомогою фену.

15. Зважити деталь, розрахувати вагу знятого з деталі бруду результати занести в таблицю.

9 КОРОТКІ ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Робота з миючими розчинами вимагає найсуворішого дотримання правил безпеки і протипожежної техніки. Перед початком роботи мийник повинен покривати руки спеціальними запобіжними пастами, а при використанні миючих розчинів, що викликають опіки, повинен працювати в гумових рукавичках. Мийне відділення необхідно тримати в чистоті і добре вентилувати. При митті деталей необхідно по можливості менше застосовувати ганчірки, нитки від яких можуть забити мастильний

отвір і привести деталь до виходу з ладу ще при обкатці відремонтованого устаткування.

Для безпечної роботи з ультразвуковою мийкою необхідно виконувати наступні вимоги:

1. Не наливайте легкозаймісті рідини та сильні неорганічні кислоти.
2. При роботі з установкою повинен бути повністю вилучений безпосередній контакт рук з рідиною, що озвучується і оброблюємими в ній виробами.
3. Вмикайте мийку тільки в розетку із заземленням.
4. Не включати мийку за відсутності мийного розчину та недостатньому її рівні.
5. При використанні миючих розчинів притримуйтеся вимог техніки безпеки рекомендованих виробником (гумові рукавички, окуляри та спецодяг)
6. Не включайте мийку з порожньою ємкістю.
7. Обережно відносьтеся до мийки (не допускайте її падіння та механічних пошкоджень).
8. При невикористанні протягом тривалого часу від'єднайте мийку від розетки.

10 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Мета роботи. 2. Завдання 3. Відповіді на питання самостійної підготовки до лабораторної роботи. 4. Пристрій і робота мийної естакади. 5. Методика дослідження ультразвукової мийки: об'єкт дослідження, устаткування і вимірювальні засоби. 6. Таблиця 8.1. 7. Відповіді на контрольні питання. 8. Висновок.

11 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Які існують види забруднень деталей машин? 2. Яка сутність процесу ультразвукового очищення? 3. Яка сутність електроімпульсного очищення? 4. Надайте характеристики способів контролю якості очищення деталі. 5. Опишіть роботу установки для очищення метизів (дрібних кріпильних деталей). 6. Для чого в миючі розтвори додають інгібітори корозії?

Додаток А

Ультразвукова мийка УЗМ-001 призначена для очищення від жирових і інших забруднень деталей складних конфігурацій з металів, кераміки, скла, пластмаси, гуми: оптичних виробів, паливних і масляних фільтрів, форсунок, карбюраторів, автомобільних інжекторів, тощо. Принцип дії мийки заснований на використанні ефекту кавітації в миючій рідині.



Ультразвукова мийка УЗМ-001 складається з ультразвукового генератора і ванни, які встановлені в корпусі. На дні ванни розташований ультразвуковий випромінювач, який перетворює електричну енергію в ультразвукові коливання. На задній стінці розташований вивід мережного шнура. На передній панелі розташовані органи управління: Індикатор встановлення температури «Температура» та кнопки встановлення температури «+» та «-».

Індикатор встановлення температури «+» та «-».

Індикатор включення таймеру.

Індикатор встановлення часу ультразвукової очистки «Ультразвук» та кнопки встановлення часу «+» та «-».

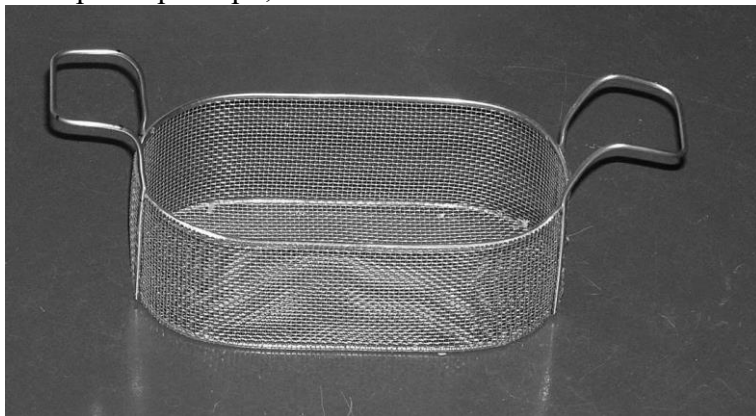
Індикатор включення нагріву.

Кнопка «Пуск/Стоп».

Технічні характеристики:

Напруга живлення, В	220 - 240
Робоча частота, кГц	35
Загальна споживана потужність, Вт	150
Потужність нагрівача, Вт	100
Температура нагріву, 0С	70

Дискретність задатчика температури, 0С	5
Кількість випромінювачів, шт	1
Таймер, хв	60
Дискретність таймера, хв	1
Обсяг бака, л	0,9
Розміри бака внутрішні (ДхШхВ), мм	151x83x100
Габаритні розміри, мм	175x125x245



Розміри кошика (ДхШхВ), мм	130x65x45
Розмір осередку сітки кошика, мм	1,5x1,5

Засіб ДЕТАЛАН призначений для очищення і знежирювання будь-яких твердих поверхонь: металевих (легуючих-ванні і низьколеговані сталі, латунь, мідь, алюміній і його сплави, чавун і т.д.), дерев'яних, пофарбованих, пластика, гуми, скла, кераміки, а так само для очищення текстильних, вінілових, ПВХ та інших матеріалів.

Деталан рекомендується використовувати для:

- міжопераційне очищення деталей і поверхонь;
- підготовки поверхонь перед нанесенням різних покриттів;
- знежирення перед фарбуванням, у т.ч. порошкової;
- попередньої і остаточної очищення готових виробів;
- видалення ґрунтових і атмосферних забруднень з разособистих поверхонь.

Деталан є концентроване лужний засіб на водній основі, яка не містить розчинників. Біорозкладаємий, вибухо-, пожежо-безпечний.



Деталан володіє хорошими знежирюючими і очисними властивостями. Ефективно працює в воді будь-якої жорсткості і температури (15-90 С). Деталан не викликає корозії і травлення металів, не руйнує лакофарбові покриття, гумові і неметалеві поверхні.

У хімічному відношенні він стабільний у воді і на повітрі, не розкладається з виділенням шкідливих речовин. Не має різкого неприємного запаху, не робить дратівної дії на шкіру і дихальні шляхи. Замерзає, після розморожування, можливе випадання осаду, миюча здатність зберігається. Прозора слабо зафарбована рідина жовтого кольору.

При використанні Деталана при митті деталей в мийних машинах керуватися відповідними інструкціями. Концентрація робочого розчину -3-15% (0,3-1,5л засобу на 10 л води). Температура - 15-90 С.

При відсутності проточної води видалити залишки розчину вологою ганчіркою. Сильно забруднені місця обробити двічі. Потім поверхню ретельно просушити (стиснутим повітрям, дряттям і т.п.).

Ваги електронні лабораторні 3 класу точності TBE-0,150,001 / 2 до 150г використовуються в лабораторіях, на промислових підприємствах. Можуть працювати як від мережі, так і від вбудованого акумулятора. Ваги з внутрішнім калібруванням мають всі необхідні функції для точного визначення маси зважується зразка.



Основні функції і технічні характеристики:

- найбільша границя зважування (НГЗ) -0150 г;
- найменша границя зважування (НмГЗ) -0,02 г;
- дискретність (точність) - 0,001г;
- зважування в грамах і в каратах;
- внутрішнє автоматичне калібрування;
- компенсація маси тари;
- рахунок штук, однакових деталей;
- автоматичне тестування та обнуління;
- автоматичне відключення дисплея

відповідно до заданого часу; -вбудований акумулятор; -RS-232 дозволяє підключитися до комп'ютера і принтера; - рідкокристалічна індикація з підсвіткою; -час стабілізації показів-3 с.

РОБОТА №3

ОСОБЛИВОСТІ РОЗБИРАЛЬНО-СКЛАДАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ ПРИ РЕМОНТІ АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ

1. МЕТА РОБОТИ

Вивчити загальні операції, які виконують при розбиранні та складанні автотракторних двигунів. Набути практичних навичок з встановлення шатунно-поршневої групи на двигун типу СМД.

2. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ

2.1. Яка основна технологічно-організаційна інформація міститься в комплекті технологічних документів на розбирання двигуна ?

2.2. Які деталі і складальні одиниці двигуна і чому забороняється розукомплектувати під час розбирання ?

2.3. Які деталі та вузли двигуна і чому демонтують і розбирають виключно тільки після очищення та дефектації (випробування)?

2.4. Які основні складові частини і в якій послідовності встановлюють під час складання двигуна ?

2.5 В якій технологічній послідовності складають блок-картер двигуна?

2.6 За якими параметрами перевіряють поршневі кільця перед встановленням їх на поршень ?

3. ЗАВДАННЯ

На робочому місці провести розбирання шатунно-поршневої групи у двигуна, контрольно-вимірювальних операції деталей, його складання та виконати необхідні регулювання.

4. ЧАС ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Самостійна підготовка – 2 години

Робота в лабораторії – 4 академічні години

5 ЛІТЕРАТУРА

5.1. Основна

5.1.1 Ремонт машин та обладнання: Підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. Підручник: (Затверджено МОН України як підручник для студентів ВНЗ, які навчаються за напрямом підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» від 21.06.10 №1/11 – 545) - К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с.

5.1.2. Техническое обслуживание и ремонт тракторов Т-150, Т-150К различных модификаций с двигателями СМД, ЯМЗ и ДОЙТЦ /А.И.Сидашенко, А.А.Науменко, В.К.Аветисян и др.; Под ред. А.И.Сидашенко, А.А.Науменко. Изд. 2-е, исправленное и доп. - Харьков, ООО «Укргрозапчасть», 2004. – 386 с.

5.1.3. Коробейник А.В. Ремонт автомобилей. Практический курс /Серия «Библиотека автомобилиста». – Ростов на Дону : «Феникс», 2004. – 512 с.

5.1.4. Ярошевич В.К. Технология производства и ремонта автомобилей: учеб. пособие / В.К.Ярошевич, А.С.Савич, В.П.Иванов. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2008. – 640 с.: ил.

5.1.5 Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій. / Сідашенко О.І. Тіхонов О.І., Лузан С.О. та інші. Навч. посібник – Харків: ХНТУСГ, 2017.– 361 с.

5.2. Додаткова

5.2.1. Холдерман, Джеймс Д., Митчелл, Чейз Д. – мл. Автомобильные двигатели: теория и техническое обслуживание, 4-е изд.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 664 с.: ил. Парал. тит. англ.

5.2.2. Технология ремонта машин. Учебник / [Е.А.Пучин, В.С.Новиков, Н.А.Очковский и др.]. Под ред. Е.А.Пучина. – М.: Колос С., 2007. – 488 с.

5.2.3 Repair Technology of Machinery and Equipment. Lecture course. / Sidashenko O., Tikhonov O., Luzan S., and others. Textbook. – Kharkiv: KhNTUA, 2017. – 340 p.

5.2.4. Инструменты и средства контроля. Для автомастерских и для предприятий по ремонту двигателей /МСИ Мотор

Сервис Интернешнал Гмбх – КОЛЬБЕНШМИДТ, ПИРБУРГ, 2003. – 36 с.

6. ОСНАЩЕННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

Стенд для розбирання та складання двигунів ОР-5500-ГОСНИТИ; набір ключів (ГОСТ 25788); ключ динамометричний КМШ-140 (ГОСТ 25605); штангенглибиномір ШГ-200 (ГОСТ 162); пристрій для зняття та встановлення поршневих кілець; щипці для зняття та встановлення стопорних кілець; набір щупів № 4; монтажна втулка для встановлення поршнів з поршневыми кільцями; набір інструменту «Слюсар-монтажник» з покриттям (НІ 3) № 5А.

7. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ І ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

7.1. Загальні відомості про двигуни типу СМД. До корпусних деталей дизелів слід віднести: блок-картер, головки циліндрів, картер маховика, картер розподільчих зубчатих колес та передня кришка. Практично всі корпусні деталі дизелів СМД виготовляють з чавуна, за виключенням передньої кришки дизелів типу СМД-60 і картера маховика комбайнових дизелів СМД-19 та СМД-21, виконаних з алюмінієвого сплаву. Корпусні деталі призначені для встановлення на них вузлів і деталей дизелів.

Блок-картер являє собою чавунну відливку. У дизелів СМД-60 /62 верхня частина відливки формує два блока циліндрів, розташованих V- образно під кутом 90° , нижня – верхню частину картера колінчатого валу. По довжині блок – картера дизеля СМД-60 вісі циліндрів одного ряду зміщені відносно вісей циліндрів другого ряду на 36 мм, що дає можливість розташувати два шатуна протилежних циліндрів на одній шатунній шийці колінчатого валу.

Для забезпечення співвісності корінних підшипників постелі в блок – картерах розточують в зборі з кришками з однієї установки, тому кришки не є взаємозамінними. Вісь кришок корінних підшипників (дизеля СМД-60) зміщена відносно бокових посадочних поверхонь на 2 мм, що виключає можливий по-

ворот кришки на 180⁰ при збиранні. Конструкція блоків рядних двигунів такого повороту кришок не виключає, і тому при встановленні кришок необхідно суміщувати пази для вусиків вкладишів на постелі блока і крищі. З метою запобігання обезличуванню кришок танеобґрунтованого (помилкового) їх перевстановлення з одного боку опори на другу на кришках нанесені порядкові номери 1,2...8, а на нижній площині блок – картера – відповідні їм номери.

В зв'язку з використанням на рядних дизелях –17Н...18Н, СМД-21, - 22, СМД-23, - 24 та СМД-31, - 31А охолодження поршнів маслом в блок – картері відносно каналу головної масляної магістралі виконані свердлінням чотири отвори, в які встановлені форсунки. Виходячи з форсунки, струя масла обмиває дно поршня, охолоджуючи його. На дизелях СМД-60, де також передбачено масляне охолодження поршнів, аналогічні форсунки (маслопідвідні трубки) встановлюються в розточки, що виконані під опорами розподільчого валу.

В передню стінку блок – картерів дизелів типу СМД-14Н і –31 та в задню дизелів типу СМД-60 запресована бронзова втулка, яка являється середньою опорою розподільчого валу. Виключення складає блок дизеля СМД-31, де і інші опори розподільчого валу мають запресовані бронзові втулки.

Осьові навантаження, що діють на колінчатий вал, сприймаються третьою опорою корінного підшипника (рядні 4-циліндрові двигуни) і четвертого (дизелі СМД-31і – 60), в які встановлено чотири сталелегуючі поліуретанові полуциліндри: два – в проточках блок картера та два – в крищі підшипника. До передньої та задньої стінок блок – картерів всіх дизелів кріпляться інші корпусні деталі.

7.1. Розбирання двигуна. Процесом розбирання є сукупність операцій по роз'єднанню об'єкту ремонту на деталі в певній послідовності. Розбирання об'єкту пов'язане з одночасним виконанням супутніх робіт по доставці знятих складальних одиниць та деталей (комплектів деталей) до місць їх складування або до відповідних дільниць ремонтного підприємства. Виконання розбиральних операцій вимагає широкого використання

різних видів технологічного оснащення для транспортування, зняття, встановлення і кріплення складальних одиниць.

Для переміщення двигунів на ремонтних підприємствах використовують однобалочні (кран-балки), опорні та підвісні крани, оснащені електричними телями ТЕО-25К (0,25 т), ТЕ05-111 (0,5 т), ТЕО-521 (0,5 т), ТЕ1-151 (1 т), ТЕ1-611 (1 т), ТЕ2-5-521 (2 т), ТЕ3-511 (3,2 т), ТЕ3-521 (3 т), ТЕ5-521 (5 т), ТЕ5-921 (5т). Швидкість переміщення опорних кранів — 26—40 м/хв, підвісних — 32 м/хв; довжина прольоту кранів — 4,5—28,5 м, підвісних — 3,6—18 м.

Розбирання двигуна на робочому місці зазвичай виконують на стаціонарних універсальних стендах типу ОР-5500-ГОСНИТИ або ОПР-989 для розбирання і складання тракторних, автомобільних і комбайнових двигунів (рис. 1). Стенд ОПР-989 має хрестоподібну опору і поворотний пристрій для кріплення двигунів і встановлення їх у просторово фіксоване положення. На стенді можна складати двигуни у вертикальному положенні блока циліндрів, картером вверху або вниз і при горизонтальному його положенні. Для складання дизельних двигунів використовують комплект оснащення 70-7823-370Д до якого належать схватки для дизелів, колінчастого вала і головки циліндрів; пристрій для складання головки циліндрів і муфт зчеплення; пристрій для складання і встановлення поршня з кільцями в циліндр дизеля; надставка для запресовування сальників і підшипників тощо. На робочому місці також використовують нутро-міри, мікрометри із вставками, мікрометри, штангенглибиноміри, малогабаритні індикатори, індикатори годинникового типу, мікрометричні нутроміри і глибиноміри, щупи, штангенциркулі, металеві вимірвальні лінійки.

Розбирання різьбових з'єднань. Трудомісткість робіт при розбиранні різьбових з'єднань становить 45-50 % від загальної трудомісткості ремонту машини. Кількість різьбових кріпильних деталей (болтів, шпильок, гайок) у двигунах внутрішнього згорання становить до 80% всієї кількості кріпильних деталей.

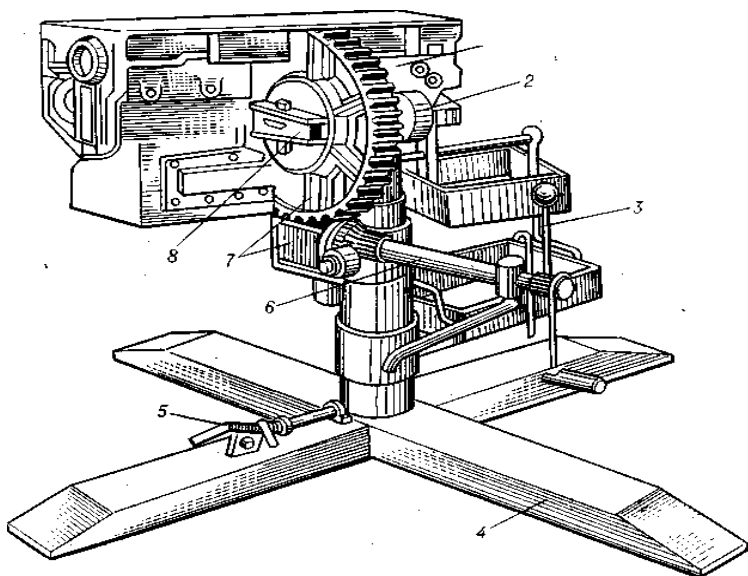


Рис. 1 Стенд ОПР-989дп:

- 1 – змінна плита; 2 – вал повороту; 3 – кронштейн; 4 – опора хрестоподібна(основа); 5 – зачіпка пружинна; 6 – привод; 7 – редуктор червячний; 8 – клини

Для розбирання різбових з'єднань застосовують ручний і механізований інструмент. До ручного інструменту відносяться різні торцеві (накидні) ключі (Г- і Т-подібні, коловоротні тощо). На потокових лініях або окремих постах, де розбирають значну кількість деталей різбових з'єднань однакових типорозмірів, трудомісткість може бути знижена на 15—20 % внаслідок застосування механізованих гайковертів. Гайковерти бувають пневматичні, електричні та гідравлічні. Гайковерти з гідравлічним приводом високого тиску типу УНР-10, які живляться від загальної гідростанції, застосовують для різбових з'єднань з великим крутним моментом. Коефіцієнт корисної дії гідравлічних гайковертів вищай, ніж пневматичних і електричних.

Розбирання з'єднань з натягом. Для забезпечення зберігання деталей при розбиранні з'єднань з гарантованим натягом (втулок, підшипників кочення, шестерень тощо) засто-

совують різні гвинтові гідравлічні знімачі і преси, а також допоміжні пристрої-надставки, оправки, рознімні кільця тощо. При випресуванні втулок, з корпусів підшипників ковзання надставки повинні відповідати розмірам втулок. , Діаметр напрямної частини надставки має бути на 0,2 мм менший внутрішнього діаметра нової втулки, а зовнішній діаметр вставки-менший зовнішнього діаметра втулки на 0,5 мм.

При випрасовуванні шарикопідшипника з корпуса захвати знімача повинні впиратися в торець втулки.

Найбільш характерними з операцій при розбиранні є: вивертання гвинтів, шпильок, болтів і відкручування гайок, видалення зламаних болтів або шпильок, зняття підшипників кочення, втулок, шківів, пальців і штифтів.

За принципом організації процес розбирання може бути стаціонарним (на універсальних стаціонарних постах) і поточним (на спеціалізованих рухомих постах поточної лінії). Стаціонарне розбирання застосовують в умовах одиничного ремонтного виробництва. На спеціалізованих підприємствах робочі місця по розбиранню можуть бути організовані в поточкову лінію.

Технологічне обладнання та оснащення для розбиральних робіт включає пристрої для встановлення і закріплення складальних одиниць або базових деталей складальних одиниць, для їх переміщення і маніпулювання.

Розбирання автотракторних двигунів проводять за такими основними правилами:

- процес розбирання двигуна починають після очищення його зовнішніх поверхонь від шляхово-грунтових (шляхового бруду, рослинних і масляно-грязьових залишків) та асфальто-смоляних відкладень;
- розбирають автотракторні двигуни на нерухомих стендах або на поточкових технологічних лініях;
- для підйому і транспортування двигунів та їх складальних одиниць або деталей масою більше 200кг обов'язково використовують підйомно-транспортні засоби та захватні пристосування;
- розбирання повинно виконуватися в чіткій послідовності, передбаченій комплектом технологічних документів на розби-

рання двигуна. В технологічних картах комплекту також вказаний порядок виконання операцій, необхідне устаткування, пристосування, інструменти, а також норми часу та основні технічні умови, яких необхідно дотримуватись під час виконання розбиральних операцій;

- спочатку знімають частини, які легко пошкоджуються (маслопроводи, шланги), а потім складальні одиниці та самостійні деталі, які очищають від старої фарби, продуктів корозії, нагару і накипу;

- зняті складальні одиниці та деталі вкладають у спеціальну тару або контейнери;

- при розбиранні для уникнення появи тріщин від перекосів (в першу чергу у деталей виготовлених з чавуну), спочатку відпускають всі болти і гайки на півоберту, а потім від'єднують їх повністю;

- отвори й порожнини, через які можуть проникнути всередину деталі або складальної одиниці технологічні забруднення (пил, стружка, технологічні рідини, пасти, тощо) після зняття закривають спеціальними заглушками, пробками або кришками;

- забороняється розукомплектовувати під час розбирання деталі і складальні одиниці, які під час виготовлення обробляють у складі або балансують (кришки корінних підшипників з блоком, кришки шатунів з шатунами, противаги колінчастих валів, колінчастий вал з маховиком двигуна, картер зчеплення з блоком циліндрів), а також деталі з нарізами підвищеної точності (болти і гайки кріплення кришок шатунів, маховика до колінчастого валу);

погано помітні технологічні мітки на деталях та складальних одиницях перед розбиранням необхідно відновити;

деталі, що не підлягають знеособленню, мітять, зв'язують, знов з'єднують болтами, укладають в окремі корзини або зберігають їх комплектність іншими способами;

- необхідно уникати вивертання шпильок, якщо вони не заважають контролю та проведенню наступних ремонтних (відновлювальних) операцій;

- кріпильні болти та гайки після роз'єднання складальних одиниць необхідно знову встановити на свої місця, для того, щоб зберегти пропрацьованість (прилеглисть) різьбових поверхонь і в подальшому зберегти жорсткість з'єднань (це особливо важливо для різьб в деталях з чавуну);

- деякі нерухомі з'єднання розбирають тільки після їх дефектації (наприклад, втулки клапанів, втулки розподільчих валів та інші деталі можуть бути відновлені розточуванням під збільшений розмір на місці без їх випресування);

- під час розбирання треба обережно знімати ущільнюючі прокладки, які прилипли до поверхонь приєднання, використовуючи для цього плоске лезо або шпатель, спрямовуючи їх рух паралельно поверхні приєднання. Особливо це стосується нижньої площини головки блоку циліндрів, бо подряпини та завусениці на цій поверхні можуть у подальшому призвести до втрати герметичності внутрішніх порожнин у відремонтованого двигуна;

- перед демонтажем шатунно-поршневої групи з блоку циліндрів необхідно, використовуючи спеціальний ріжучий інструмент, видалити уступ, що утворюється під час експлуатації на внутрішній поверхні циліндру, над верхнім поршневим кільцем, в наслідок зносу циліндра. Цю операцію не виконують якщо циліндри двигуна відновлюють розточуванням з наступним встановленням ремонтних поршнів збільшеного розміру;

- незалежно від марки двигуна напрямляючи втулки клапанів, втулки коромисел, палець проміжної шестерні у складі, втулки розподільчого валу, шпильки корпусних деталей, клапани масляного насосу та фільтрів, а також вузли паливної апаратури, лічильник мото-годин, центрифугу і деякі інші демонтують і розбирають тільки після очищення та дефектації. Ці деталі та вузли можуть виявитися придатними для подальшого використання без ремонту і зайве розбирання ускладнить та необґрунтовано подовжить загальний процес ремонту двигуна.

7.2. Складання двигуна. На спеціально обладнаних робочих місцях складають наступні складові частини двигуна: блок-картер, шатунно-поршневу групу, колінчастий вал з маховиком

та зчепленням, головку циліндрів і клапанний механізм, паливний насос та форсунки.

Для забезпечення якісного складання двигунів рекомендується всі деталі, ще до складання, продувати стиснутим повітрям, поверхні тертя ретельно протирати, промивати та змащувати маслом.

Спряжіння кривошипно-шатунного механізму мають дуже жорсткі допуски посадок і повинні забезпечувати необхідну герметичність.

Складання блок-картера. Починаючи складання, необхідно перевірити геометричні розміри – діаметр циліндра в трьох поясах (верхньої, середньої і нижньої частин циліндрів) та у двох напрямках – подовжньому (уздовж осі колінчастого валу) і поперечному. Вимірювання проводяться за допомогою індикаторного нутроміра. Всі похибки вимірювань, включаючи будь-які відхилення від правильної форми, повинні знаходитись в інтервалі допуску 0,011-0,018мм в залежності від діаметру циліндра.

Складання блок-картера починають із встановлення гільз. Перед запресуванням гільз циліндрів очищають від нагару посадочні пояси і верхню площину блок-картера. Посадочні пояси у блок-картері під гільзи перевіряють прокручуванням гільзи, встановленої в блок без ущільнювальних кілець. Під час прокручування гільза повинна вільно рухатися у посадочних поясах. Потім в блок-картер встановлюють нові ущільнювальні кільця нижнього пояса під гільзи і перевіряють індикаторним пристроєм (рис.2) виступання торця буртика гільзи над поверхнею блока (при натисканні на гільзу зусиллям 9кН). Верхня площина бурту гільз повинна виступати над площиною блоку на 0,05-0,1мм. Опорні поверхні бурту на гільзі і виточки в блоці повинні бути плоскопаралельними, а фаска на виточці повинна бути більшою, за радіус переходу від бурту до циліндричної поверхні гільзи. «Сухі гільзи» запресовують в блок з натягом близько 0,05 мм. Поверхні контакту гільз та блоку повинні бути гладкими, щоб забезпечити ефективний тепловий контакт і герметичність.

Верхній край циліндрів після ремонту може бути гострим.

В такому випадку його необхідно обов'язково притупити, зробивши за допомогою шабера невеличку фаску.

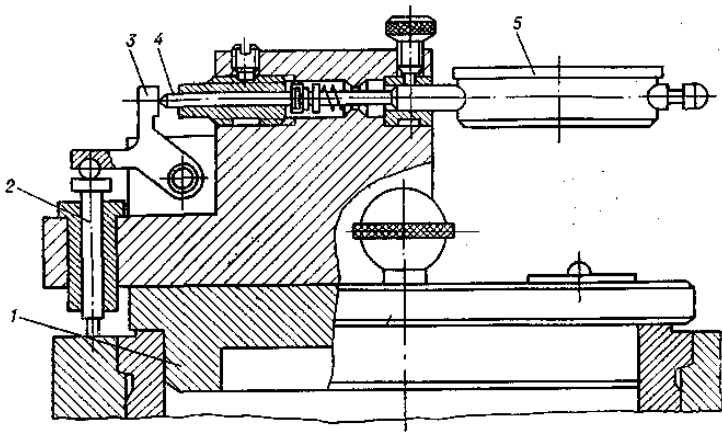


Рис. 2 Пристрій для контролю виступання бурта гільзи над площиною блоку циліндрів:
1-основа (корпус); 2-штифт технологічний; 3-важіль;
4-штук; 5-індикатор годинникового типу

Після проведення всіх необхідних технологічних операцій контролю необхідно переконатися, що блок чистий, а на поверхні циліндрів не залишилося бруду та абразивних частинок.

Встановлення колінчастого вала. Перед встановленням обов'язково необхідно перевірити правильність комплектування колінчастого вала з вкладишами. Вкладиші повинні мати розміри, що відповідають нормальному або ремонтному розміру шийок колінчастого вала. Кришки та деталі кріплення встановлюють у відповідності до міток, нанесених при виготовленні або під час їх розбирання. Хитання вкладишів у гніздах або їх завищення на фіксуючих виступах не допускається.

Вкладиші перевіряють на щільність їх прилягання до основи за допомогою щупа (щуп товщиною 0,05мм не повинен проходити між вкладишем та поверхнею його прилягання).

Отвір для змащування у вкладишах повинен збігатися з масляним каналом у блоці-циліндрів. Кришки з вкладишами корінних підшипників після їх встановлення рівномірно, за 2-3 заходи, затягують гайками.

Внутрішні розміри корінних підшипників з вкладишами перевіряють індикаторним нутроміром і якщо зазори знаходяться в межах допуску, на торцях гайок і шпильок наносять мітки попарної відповідності.

Наступною операцією є знімання корінних кришок та ретельне очищення та змащення вкладишів моторним маслом. Колінчастий вал встановлюють у корінні підшипники блоку, а потім вкладають упорні півкільця поздовжнього переміщення валу, закріплюють кришку з упорним півкільцем та перевіряють поздовжнє переміщення валу. Потім встановлюють і закріплюють решту корінних підшипників до збігання міток у 2-3 прийоми. Гайки або болти корінних підшипників обов'язково шплінтують. При складанні дизелів гайки кріплення кришок корінних підшипників слід затягувати рівномірно в такій послідовності: тип СМД-14 – 3-2-4-1-5; тип СМД-31 – 4-1-7-2-6-5-3; тип СМД-60 – 2-3-1-4.

Встановлення шатунно-поршневої групи. Шатунно-поршнева група разом з колінчастим валом (кривошипно-шатунний механізм) є основним робочим механізмом поршневого двигуна внутрішнього згорання (рис. 3).

Вона служить для перетворення зворотно-поступального руху поршня, який сприймає тиск газів, що розширюються, в обертальний рух колінчастого валу. Від правильного встановлення шатунно-поршневої групи залежить якість та ефективність роботи двигуна. Основні деталі кривошипно-шатунного механізму – поршні з поршневими кільцями і пальцями, шатуни, колінчастий вал та маховик. Кінематика кривошипно-шатунного механізму визначається його основними розмірами: радіус кривошипа у рядних дизелів типу СМД-14 та –31 сягає 70мм, довжина шатуна – 250мм, у V-образних дизелів СМД-60 – відповідно 57,5 та 210мм.

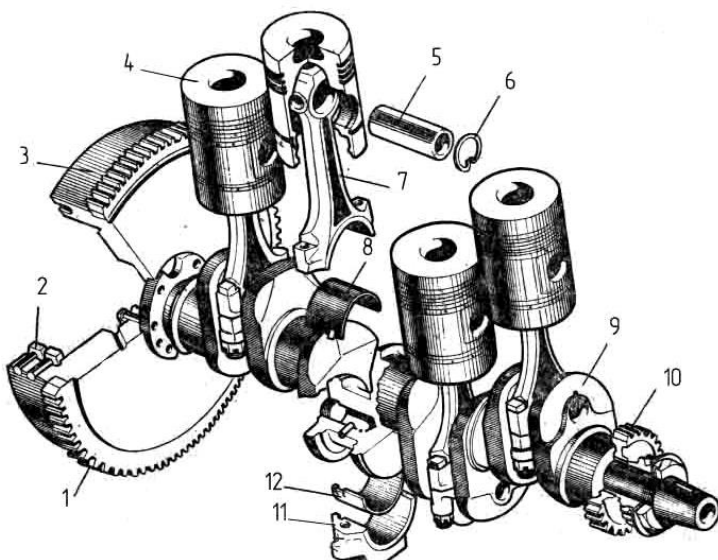


Рис. 3 Кривошипно-шатунний механізм:

- 1 – вінець маховика; 2 – пальці напрямні; 3 – маховик;
- 4 – поршень; 5 – палець; 6 – кільце стопорне; 7 – шатун;
- 8 – вкладиш шатуна верхній; 9 – вал колінчастий; 10 - блок шестерень; 11– кришка шатуна; 12 – вкладиш шатуна нижній.

Поршні всіх дизелів СМД відлиті з алюмінієвого сплаву. В днищах поршня знаходиться камера згорання. Камера згорання у дизелів СМД-14НГ, -15БН, -15Н, -19, -20, -21, -22 і -22А – дельтовидної форми, а у СМД-17Н, -18Н, -23, -24, -31, -31А і типу СМД-60 – тороїдальної форми. Всі поршні мають канавки під встановлення компресійних та маслоземних кілець: три – для компресійних, одну – для маслоземного кільця (у СМД-14Н, -14БН, -15Н та -15БН – дві канавки). Канавки під верхнє компресійне кільце на поршнях дизелів СМД-17Н, -18Н, -23, -24, -31, -31А та СМД-60 (тракторних модифікацій) оброблена плазмовим переплавом з легуванням, що дозволило підвищити зносостійкість спряження “кільце – канавка”.

Для зливу масла, що знімається маслоземним кільцем зі стінок циліндра, в канавках під маслоземними кільцями є отво-

ри. В двох бобишках розточений отвір під поршневий палець. Для підводу масла до пальця в бобишках поршня передбачено отвори. На дизелях типу СМД-60 осі бобишек і пальця зміщені відносно вертикальної осі поршня на 1,85 мм (в двигунах, що випускалися до 1984 р. – 3 мм). На юбках поршнів дизелів, що мають масляне охолодження поршня, є прорізи для маслопідводящої трубки.

Поршні сортують по масі і зовнішньому діаметру юбки. При встановленні на дизель поршні повинні бути підібрані по масі і мати таку ж розмірну групу, що й гільзи

Перевірка (комплектування) та встановлення кілець на поршень. Враховуючи велику кількість модифікацій, які мають деякі двигуни, необхідно перевірити, перед встановленням на поршень, висоту і радіальну ширину поршневих кілець на предмет їх відповідності канавкам поршнів. Кільця перед встановленням на поршень необхідно перевіряти ще й тому, що інколи виробники поставляють поршні без поршневих кілець.

Зазор між торцями кільця і канавки можна визначити різними способами, але простіше всього встановити кільце в канавку і скористатися набором щупів. Торцевий зазор повинен складати в середньому 0,05-0,1мм. Якщо зазор виявляється понад 0,12мм, то це означає, що кільце або канавка поршня мають неприпустимі відхилення розмірів.

Не менш важливо перевірити зазор в замках кілець, для чого кільця по черзі встановлюють у верхню частину циліндра. Зазор в замку заміряють за допомогою набору щупів. Він складає в середньому 0,4-0,6мм.

Встановлення кілець на поршень – це проста, але відповідальна операція – неакуратність може привести до поломки кільця (частіше за все ламаються середні кільця) або значного зростання витрат масла у відремонтованого двигуна (якщо порушити орієнтування кілець). На верхніх кільцях напрямок складання звичайно позначається словом TOP (вершина). Стороною з цим написом кільце повинне бути розміщено до днища поршня (рис. 4).

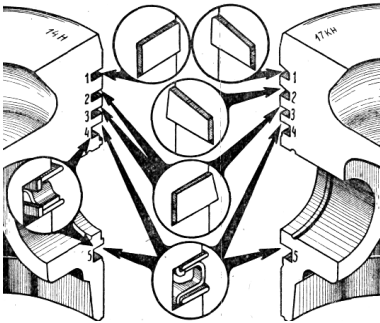


Рис. 4 Схема встановлення кілець на поршні:

- 1 – кільце компресійне верхнє;
- 2 – кільце компресійне друге;
- 3 – кільце компресійне третє;
- 4 та 5 – кільце маслоз`ємне

Середні кільця скребкового типу монтується скребком вниз. У кільць з фаскою на внутрішній поверхні, фаска повинна бути повернута вгору. Для встановлення кілець на поршень краще всього користуватися спеціальними щипцями (рис. 5).



Рис. 5 Щипці фірми МСИ ГмбХ для встановлення кілець на поршень

При встановленні кільць особливу увагу слід звертати на набірні маслоз`ємні кільця з двохфункціональним пружинним розширювачем – важливо, щоб при монтажі дисків кільця ланки розширювача у стик не встали нахлистом (рис. 6). Середнє і верхнє кільця встановлюють на поршень після монтажу маслоз`ємного. Для того, щоб не зламати і не деформувати кільця, бажано користуватися спеціальними технологічними щипцями. Після встановлення кілець необхідно перевірити легкість їх обертання в канавках.



Рис. 6 Положення розширювача ланок при попаданні нахлистом

Складання поршня з шатуном. При складанні необхідно точно визначити розмір спідниці поршня, щоб визначити робочий зазор поршня в циліндрі. Для цього використовують мікрометр або більш точний прилад – вимірювальну скобу. Технічні данні поршня, марка, групи по розміру діаметра спідниці та маса зазвичай нанесені клеймом на днищі поршня (рис. 7), а маркування групи по розміру діаметра отвору під палець - фарбою на бобишці.

У переважної більшості поршнів іноземного виробництва (що поставляються виробниками комплектуючих для двигунів) розмір поршня вибитий на днищі, причому нерідко вказується і мінімально допустимий зазор поршня в циліндрі. Отже при встановленні таких поршнів основна задача – перевірити, наскільки дійсні розміри відповідають нормативним (перевірка обов’язкова, оскільки іноді зустрічаються відхилення).

Різниця між діаметром циліндра і розміром поршня складає розрахунковий зазор: практика показала, що оптимальною є величина зазору, що перевищує мінімально допустиме значення на 0,01-0,02мм.

Інша ситуація з поршнями, що мають антифрикційне графітове покриття спідниці (воно має характерний чорний колір). Якщо у поршня покриття суцільне, то дійсний розмір спідниці буде менший за виміряний на товщину шару покриття 0,015-0,02мм. Поршні з покриттям, нанесеним трафаретним способом, виміряють в спеціальних місцях, де графітний шар відсутній.

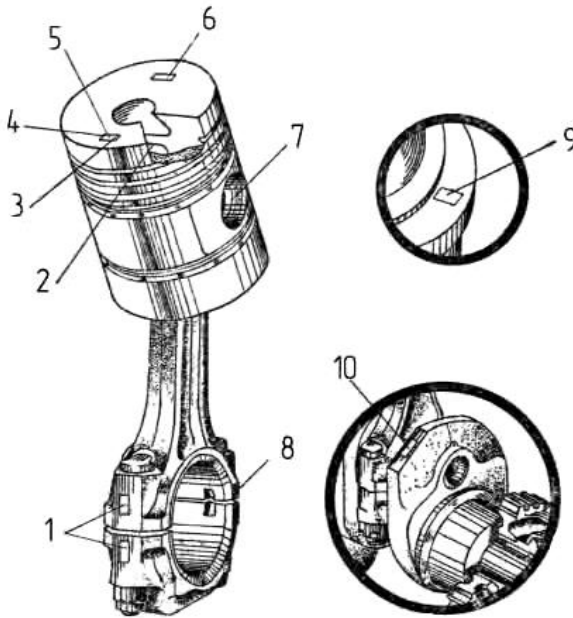


Рис. 7 Розташування міток на деталях кривошипно-шатунного механізму:

- 1 – місця клеймування комплектності шатуна з кришкою;
- 2 – місце нанесення номера деталі; 3 – місце клеймування знаку виробника; 4 – місце клеймування розмірної групи поршня;
- 5 – місце клеймування позначення поршня; 6 – місце клеймування маси поршня; 7 – місце клеймування поршневого пальця; 8 – місце клеймування маси шатуна; 9 – місце клеймування групи на гільзі циліндрів; 10 – місце нанесення маркування колінчастого валу.

Шатун перед складанням перевіряють на відсутність деформації стрижня; осі отворів верхньої і нижньої головок повинні бути паралельні.

Допустиме значення непаралельності вісей – 0,02мм на вимірювальній базі 100мм. Краще всього використовувати для цього спеціальне вимірювальне пристосування. Інші способи перевірки (наприклад, на плиті, за допомогою стрижня, що вставляється в отвори верхньої головки відразу декількох шатунів, лекальною лінійкою) не забезпечують необхідної точності. Крім

того, перевіряють посадку пальця в шатуні: у «плаваючих пальців» зазор звичайно лежить в межах 0,01-0,02мм, а у фіксованих пальців натяг складає в середньому 0,02-0,04мм.

Складання поршнів з шатунами виконується різними способами залежно від того, який тип пальців використовується. «Плаваючий палець» входить в отвір бобишки поршня «від руки». Важливо тільки не переплутати напрям встановлення деталей і не забути змастити палець мастилом. Далі слід встановити в канавки нові стопорні кільця, причому їх стики повинні бути орієнтовані у напрямку руху поршнів, інакше кільце може вискочити з канавки при роботі двигуна. З цієї ж причини не можна використовувати вживані стопорні кільця.

У деяких старих вітчизняних двигунів посадка пальця в поршні може бути дуже щільною. Використовувати молоток для «забивання» пальців не можна, достатньо прогріти поршні до 60-80°C і пальці легко увійдуть в отвір.

В конструкціях з фіксованим пальцем складання передбачає: по-перше, необхідний напрямлювач, який забезпечує точність встановлення пальця чітко по середині отвору поршня; крім того, шатун слід нагрівати в муфельній печі, в крайньому випадку на електроплиті до 280-320°C, щоб палець вільно увійшов до отвору його верхньої головки. У жодному випадку не можна використовувати відкрите полум'я для нагріву шатуна, а також «забивати» палець молотком.

Встановлення поршнів у блок-картер. На початку цієї операції необхідно обов'язково перевірити відповідність розмірних груп поршнів і гільз циліндрів. Перед встановленням у блок-картер поршнів у складі з кільцями і шатунами необхідно протерти чистою м'якою тканиною дзеркало гільз циліндрів, зовнішню поверхню поршнів та нижню головку шатуна з встановленими вкладишами та змастити їх моторним маслом.

Замки поршневих кілець, розміщені поруч, повинні знаходитися під кутом 180° один відносно одного. Поршень встановлюють у гільзу за допомогою спеціального пристрою або конусної оправки і технологічної гільзи. Для обжиму кілець під час встановлення поршня у гільзу використовують також спеціальні

стрічкові або конічні обтискачі. Встановлюючи поршні з шатунами у блок-картер, необхідно перевірити напрям складання (на поршнях іноземного виробництва, зазвичай, є нанесена виробником стрілка, яка вказує на передній носок колінчастого валу; стрілка нанесена на днищах поршнів двигунів СМД-60 і СМД-62 при складанні повинна спрямовуватись до водяного насосу; в двигунах ЯМЗ зміщення камер згорання в поршнях повинно бути направлено до осі дизеля).

Далі поршні проштовхують в циліндр легкими ударами рукоятки молотка. При цьому треба стежити, щоб поршень просовувався без зусиль, інакше можна зламати кільця (частіше за все помилки на цій операції призводять до поломки коробчатого маслосаз'ємного кільця або неприпустимої деформації дисків набір-ного кільця). Після затягування болтів кришок шатунів обов'язково контролюється величина виступання днища поршнів над верхньою площиною блоку (при положенні поршнів у ВМТ). Ця величина, як правило, визначається виробником двигуна. Якщо таких даних немає, то з урахуванням товщини прокладки, зазор між поршнем і головкою блоку не повинен бути меншим за 1мм. Виступання (заглиблення) поршня для дизелів СМД-60 та СМД-62 – не більше 0,5 мм. Цей технологічний параметр вимірюють спеціальним індикаторним пристроєм.

Після затягування динамометричним ключем болтів кришок шатунів(момент затягування для СМД-60/62 -240-260Нм) та завершення всіх технологічних операцій із встановлення колінчастого валу необхідно перевірити момент прокручування колінчастого валу, який не повинен перевищувати 50 Нм.

Під час подальшого виконання технологічного процесу складання двигуна встановлюють наступні його складові частини: масляний насос і піддон нижньої кришки блок-картера; розподільчий вал, картер шестерень і передню кришку; головку циліндрів і клапанний механізм; паливний насос і форсунки.

З метою встановлення оптимальної шорсткості поверхонь деталей двигуна в з'єднаннях, виявлення різних дефектів, підготовки з'єднань двигуна до сприйняття ними експлуатаційних навантажень, після завершення всіх необхідних складальних

операцій, обов'язково виконують холодну і гарячу обкатку двигуна при його роботі без навантаження і під навантаженням, а також прийнятно-здавальні випробування двигуна на потужність і витрату палива.

Двигуни у складеному вигляді обкатують ,а потім випробовують на стенді з поточно-циркуляційною системою мащення. Спочатку прводять холодне(з виключеною і включеною компресією), а потім гаряче обкатування.

Особливості холодної обкатки: температура нагрівання води в системі охолодження не повинна перевищувати 50°C ; тривалість обкатки встановлюється виробником в залежності від марки двигуна і якості тертьових поверхонь деталей.Під час холодного обкатування двигуна перевіряють на дотик ступінь нагрівання зовнішніх поверхонь , виявляють на слух сторонні шуми та стуки,усувають підтікання масла,палива ,води та інші несправності.

В процесі гарячого обкатування двигуна перевіряють його роботу із поступовим збільшенням навантаження,контролюють максимальну і мінімальну стабільність обертів колінчастого вала , тиск масла в системі мащення ,температуру води в системі охолодження,виявляють підтікання палива і води в з'єднаннях деталей,підсмоктування повітря в місцях кріплення впускних труб і прорив газів в місцях під'єднання випускних патрубків ,а ,також,крізь ущільнюючу прокладку головки циліндрів.

В разі необхідності усунення виявлених під час обкатування двигуна дефектів пов'язаних із заміною його базових деталей (блок-картера ,колінчастого вала ,гільз циліндрів),необхідно провести повне обкатування.

Після обкатування двигун обов'язково випробовують за такими основними техніко-економічними показниками ,як номінальна потужність, крутний момент ,питома та годинна витрати палива.Якщо двигун не розвиває номінальної потужності ,а питоми витрати палива не відповідають технічним вимогам ,його повторно розбирають та ремонтують.

8. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

8.1 Розбирання шатунно шатунно-поршневої групи двигуна СМД-62:

- у частково розобраного двигуна встановленого на стенді розкрутити и зняти кришки шатунів, зняти поршені з шатунами і пальцями. Зняти вкладиши и скоплектувати кришку шатуна з шатуном.

- розкрутити и зняти крішки коренніх вкладишей колісчатого валу. Витягнути вкладиши, зняти колінчастий вал.

8.2 Провести складання шатунно-поршневої групи двигуна СМД-62:

- змастити робочі поверхні циліндрів, поршнів ,шатунних вкладишів, шатунних шийок колінчастого валу моторним маслом;

- встановити кільця так, щоб їх замки розташовувалися під кутом 120°. При цьому стик пружини коробчатого маслоснабного кільця повинен бути розвернений на 180° щодо замка самого кільця, а стик розширювача – на 120°. щодо замків дисків набірного кільця;

- встановити кривошип першого і четвертого циліндрів потім другого і п'ятого, третього і шостого в нижнє положення і встановити поршень 3 (рис. 8) пристосування 2 в перший циліндр блок-картера 1, а потім в четвертий;

- встановити поршень так, щоб стрілки на днищі *a* і *b* (рис. 9) були направлені до переднього носка колінчастого валу (до вентилятора), для лівого і правого рядів. Під'єднати шатун 3 до шийки колінчастого валу, встановити кришку шатуна 2 і закріпити шатунними болтами 1. Перестановка кришок двигунів не допускається. Затягування шатунних болтів проводити моментом 240-260 Н·м. Осьове переміщення головок шатунів по шийці колінчастого валу повинне бути 0,20-0,70мм;

- провести вимірювання величини виступання (заглиблення) поршня над площиною блок-картера. Він повинен бути в межах 0,065-0,165мм.

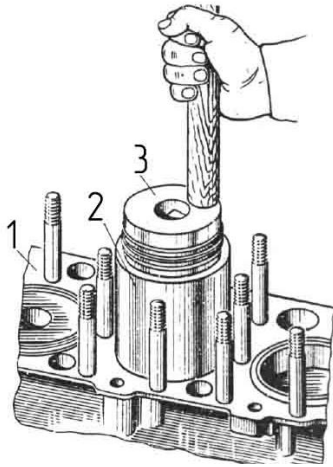


Рис. 8 Встановлення поршня з шатуном у блок-картер:
 1 – блок-картер; 2 -технологічне пристосування; 3 – поршень

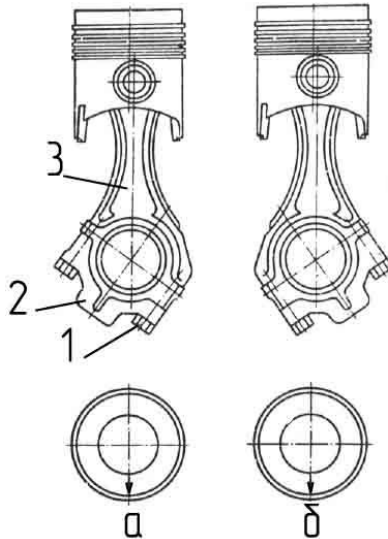


Рис. 9 Схема під'єднання шатунів до колінчастого валу
 1 – болт; 2 – кришка шатуна; 3 - шатун

8.3 Навести у звіті послідовність технологічних операцій встановлення колінчастого валу при складанні двигуна типу СМД.

8.4 Навести у звіті технологічні особливості та послідовність встановлення шатунно-поршневої групи двигуна типу СМД.

8.5 Заповнити технологічну карту контрольно-вимірювальних операцій складання двигуна (додаток А).

8.6 Зробити висновки щодо технічного стану базових деталей двигуна.

9. КОРОТКІ ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

9.1 Уважно прочитати загальні положення ,технологічні вимоги та методичні вказівки щодо виконання цієї роботи і тільки після цього приступити до її виконання.

9.2 Перед роботою перевірити кріплення блоку циліндрів на спеціальному складальному стенді,а також перевірити зовнішнім оглядом справність пристроїв та інструменту на робочому місці.

9.3 Не допускати роботи пошкодженим слюсарним інструментом.Гайкові ключі повинні відповідати розмірам гайок або болтів,які відкручуються.Подовжувати довжину ключів за допомогою надставок не дозволяється.Слюсарний молоток повинен мати гладку ударну частину, надійно насажену на дерев`яну рукоятку і заклинену на неї.

10. ЗМІСТ ЗВІТУ

10.1.Мета роботи.

10.2. Відповіді на запитання для самостійної підготовки.

10.3. Послідовність технологічних операцій із встановлення колінчастого валу при складанні двигуна типу СМД.

10.4. Технологічні особливості та послідовність встановлення шатунно-поршневої групи двигуна типу СМД.

10.5. Заповнена технологічна карта контрольно-вимірювальних операцій складання двигуна (додаток А).

10.6. Висновки щодо технічного стану базових деталей двигуна.

11. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

11.1. Чим відрізняються стаціонарний та потоковий процеси розбирання двигуна ?

11.2. Чому не можна обійтися без очищення та обдування деталей двигуна перед їх встановленням в агрегат ?

11.3. Які основні технологічні операції і за якою схемою необхідно виконувати при під`єднанні шатунів до колінчастого валу двигуна ?

11.4. З якою метою при складанні замки поршневих кілець розташовують по колу ?

11.5. Як впливає послідовність і зусилля затягування гайок та шпильок на якість роботи двигуна ?

11.6. Яким чином обкатування двигуна впливає на його післяремонтний ресурс ?

ДОДАТОК А

Технологічна карта контрольно-вимірювальних операцій при складанні двигуна

1. Діаметри циліндрів та поршнів:

№ циліндра	1	2	3	4	5	6	Примітка
Ø циліндра							
Ø поршня							
зазор, мм							0,03-0,10

2. Неспіввісність корінних підшипників, мм:

	0,02 max
--	----------

3. Биття шийок колінчастого валу (на призмах), мм:

хвостовик	перший сальник		середні корінні шийки		задній сальник	
0,03 max	0,03 max	0,02 max	0,03 max			

4. Розмір корінних підшипників (вкладишів)

№ циліндра	1	2	3	4	5	6	7	Примітка
Ø шийки валу								
Категорія розміру								

5. Дефектація шатунів:

№ шатуна	1	2	3	4	5	6	Примітка
Деформація, мм							0,03 max на діаметр циліндра

6. Розміри шатунних підшипників:

№ циліндра	1	2	3	4	5	6	Примітка
Ø шийки валу							
Категорія розміру							0,03-0,10

7. Маса деталей, г:

№ циліндру	1	2	3	4	5	6	Примітка
шатуна							Різниця не більш ніж 1,5%
поршня							
комплекту							

8. Момент затягування болтів кріплення корінних кришок, Н·м _____

9. Основний зазор в упорному підшипнику, мм:

	0,05-0,20
--	-----------

10. Зазори у замках кілець, мм:

№ циліндра	1	2	3	4	5	6	Примітка
верхнє							0,3-0,7 мм
середнє							0,2-0,7 мм
маслоз'ємне							0,2-0,7мм (1,2 max для дисків)

11. Встановлення стопорних кілець поршневих пальців

12. Орієнтація поршнів та шатунів у блоці

13. Момент затягування шатунних болтів, Н·м _____

14. Виступ поршня над верхньою площиною блоку циліндрів

№ шатуна	1	2	3	4	5	6	Примітка
виступ, мм							1,0 max

15 Стан масляного насосу

Головки блоку циліндрів		0,03-0,06
Рухомість редуційного клапану		

16. Деформація площин, мм:

Головки блоку циліндрів		0,05 max
Блоку циліндрів		

17. Момент затягування болтів головки блоку циліндрів, Н·м _____

18. Встановлення фаз газорозподілення

19. Момент затягування болтів, Н·м:

Шківа колінчастого валу	
Розподільчого валу	
Дод. шківів, роликів	
Маховика	

20. Осьовий люфт розподільчого валу, мм:

	0,25 max
--	----------

21. Промивання двигуна маслом під тиском

22. Дефекти, які були встановлені, але не усуненні при складанні

1
2
3

РОБОТА № 4

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСІВ І АНАЛІЗ ДЕФЕКТІВ ДЕТАЛЕЙ МАШИН (ДЕФЕКТУВАННЯ) УНІВЕРСАЛЬНИМИ ВИМІРЮВАЛЬНИМИ ЗАСОБАМИ

1. МЕТА РОБОТИ

Використовуючи знання з конструкції, регулювання і на-строювання засобів для вимірювання розмірів деталей, закономірностей та характеру процесу зношування, вивчити методику проведення вимірювань зносів та набути практичних навичок аналізу дефектів деталей (дефектування) універсальними вимірювальними засобами.

2. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ

2.1 Що розуміють під зміною геометричних параметрів деталей внаслідок зношування їх робочих поверхонь?

2.2 Для чого призначене дефектування деталей при ремонті машин?

2.3 Чим характеризується граничний і допустимий стан деталей при ремонті?

2.4 Які методи дефектування деталей застосовують у ремонтному виробництві?

2.5 Які вимірювальні засоби застосовують при дефектуванні деталей?

2.6 За якими ознаками вибирають вимірювальні засоби?

3. ЗАВДАННЯ

Ознайомитися зі змістом технічних вимог на дефектування деталей. Відповідно до технічних вимог (за одним із варіантів) провести аналіз дефектів деталей (дефектування) універсальними вимірювальними засобами і зробити висновки щодо їх технічного стану.

4. ЧАС ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Самостійна підготовка – 1 година;
Робота в лабораторії – 4 акад. години.

5. ЛІТЕРАТУРА

5.1 Основна

5.1.1 Ремонт машин та обладнання: Підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; За ред. проф. О.І.Сідашенка, О.А.Науменка. Підручник: (Затверджено МОН України як підручник для студентів ВНЗ, які навчаються за напрямом підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» від 21.06.10 № 1/11 – 545) - К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с.

5.1.2 Практикум з ремонту машин: Навчальний посібник /О.І. Сідашенко, Т.С. Скобло, В.А.Войтов та ін.; За ред. О.І. Сідашенка, О.В. Тіхонова. – Харків: ХНТУСГ, 2007. – 415с.

5.1.3 Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій. / Сідашенко О.І. Тіхонов О.І., Лузан С.О. та інші. Навч. посібник – Харків: ХНТУСГ, 2017.– 361 с.

5.1.4 Ремонт сільськогосподарської техніки. Довідник / В.К. Аветисян, В.А. Бантковський, В.О. Деев та ін.; За ред. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка – К.: Урожай, 1992. – 304с.

5.2 Додаткова

5.2.1 Repair Technology of Machinery and Equipment. Lecture course. / Sidashenko O., Tikhonov O., Luzan S., and others. Textbook. – Kharkiv: KhNTUA, 2017. – 340 p.

5.2.2 Ремонт дизельних двигунів. Довідник. за ред. Л.С. Єрмолова. – К.: Урожай, 1991.

5.2.3 Молодык Н.В., Зенкин А.С. Восстановление деталей машин: Справ. – М.: Машиностроение, 1989. – 480 с.

5.2.4 Сідашенко О.І., Тіхонов О.В., Скобло Т.С. та ін. Українсько-англійський словник термінів технологічних систем ремонтного виробництва /Навчальний посібник (Рекомендовано Вченою радою Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка ,протокол №10 від 30 червня 2016 року як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації).- Харків : ХНТУСГ, 2016 - 412с

6. ОСНАЩЕННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

Прилади та вимірвальні інструменти: штангенциркулі

ШЦ-1-125-0,1 85 та ШЦ-11-160-0,05 ГОСТ 8113; мікрометри МК 25-50 та МК 75-100 ГОСТ 6507; індикаторний нутромір НІ 100-160 ГОСТ 868; індикатор годинникового типу 0-10 ГОСТ 577 на штативі; лупа ЛТ-1-6^x ГОСТ 25706; прилад для вимірювання радіального зазору у підшипниках КИ-1223; прилад для вимірювання пружності пружин КИ-040.

Деталі для дефектування: колінчастий вал; гільза циліндрів; пружини клапанів; підшипники кочення.

Нормативно-технічна документація: технічні вимоги на дефектацію та капітальний ремонт шасі тракторів і дизельних двигунів.

7. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

У процесі експлуатації машина та її складові частини (деталі, вузли, агрегати) піддаються зношуванню і руйнуванню під впливом шкідливих факторів зовнішнього середовища та внаслідок робочих процесів. Все це призводить до виникнення дефектів (невідповідності деталей, вузлів, агрегатів умовам нормативної документації виробника). Розвиваючись, дефекти призводять до втрати працездатності машини і потреби ремонтного впливу.

До основних видів руйнівних процесів відносять: тертя і зношування деталей, пластичне деформування, явище втомлюваності, корозію. Підвищенню інтенсивності руйнівних процесів і створенню напружених режимів функціонування сприяють такі шкідливі явища та процеси як: відкладання нагару і накипу, вібрація, фізичне старіння, порушення режимів експлуатації та правил технічного обслуговування тощо.

Діючи на деталі, руйнівні процеси призводять до зміни їх геометричних параметрів, шорсткості робочих поверхонь і фізико-механічних властивостей матеріалу, виникнення і накопичення втомних пошкоджень.

Під зміною геометричних параметрів деталей розуміють зміну їх розмірів, порушення форми (неплощинність, непрямолінійність, овальність, конусність, бочкоподібність), відхилення взаємного роз-

ташування поверхонь (непаралельність площин і осей обертання поверхонь, торцеве і радіальне биття, неспівісність).

Зміна фізико-механічних властивостей матеріалу деталей – це порушення структури матеріалу, зменшення чи зростання його твердості, міцності, зносостійкості тощо.

Втомні пошкодження порушують суцільність матеріалу, сприяють виникненню тріщин, вифарбуванню металу робочих поверхонь, злому деталей.

З метою виявлення у деталей (спряжень) експлуатаційних дефектів, проводять їх дефектування.

Дефектування деталей є складовою частиною технологічного процесу ремонту машин і полягає у визначенні технічного стану деталей і прийнятті об'єктивних рішень відносно їх подальшого використання без ремонту, необхідності ремонту (відновлення) або вибракування.

Рівень технічного стану деталей (спряжень) визначають шляхом порівняння фактичних (вимірянних або виявлених іншими методами) і нормативних значень параметрів стану, зазначених у технічних вимогах на defeкацію або капітальний ремонт конкретної марки машини.

У нормативних документах зазначені два види оцінюваних параметрів, тобто критеріїв технічного стану деталей: критерій допустимості подальшого використання деталі, який забезпечує ресурс до наступного ремонту і критерій граничного стану, за яким деталь не може бути встановлена на машину. Таку деталь ремонтують (відновлюють) або вибраковують.

Встановлення граничних і допустимих параметрів при ремонті деталі є досить складним завданням, яке вирішується для кожного конкретного виробу виконанням науково-дослідних робіт, а також з використанням досвіду заводів-виробників і ремонтних підприємств.

Усі вимірювання при дефектуванні виконують у місцях максимального зношування поверхонь (за найменшим значенням розміру вала й найбільшим значенням отвору) і, як правило, контролюють тільки ті параметри, які можуть змінюватись в процесі експлуатації машини. За результатами дефектування де-

талі сортують на п'ять груп і маркують фарбою: придатні – зеленою; придатні у спряженні з новими або відновленими до нормальних розмірів деталями – жовтою; деталі, що підлягають ремонту на даному підприємстві – білою; на спеціалізованих ремонтних підприємствах – синьою; непридатні – червоною.

Для реалізації завдань дефектування використовують такі методи: органолептичні, інструментальні (за геометричними параметрами) і виявлення прихованих дефектів.

Органолептичні методи дефектування ґрунтуються на оцінках технічного стану деталей за допомогою органів чуття і виконуються:

– зовнішнім оглядом, за допомогою якого виявляють видимі пошкодження і зміни початкової форми деталі (тріщини, пробоїни, обломи, викришування, раковини, задери, жолоблення, пошкодження різьб);

– остукуванням – на слух (за деренчливим або глухим звуком) визначають малопомітні тріщини, ослаблення заклепок рам, зазори у нерухомих з'єднаннях деталей;

– випробуванням вручну – визначають, наприклад, придатність різьб закручуванням і відкручуванням бовта або гайки, заїдання у підшипниках кочення повертанням їх внутрішнього або зовнішнього кільця, вільність переміщення деталей рухомих з'єднань.

Органолептичні методи мають суб'єктивний характер і у багатьох випадках не дають можливості зробити остаточний висновок про технічний стан об'єктів дефектування.

Методи виявлення прихованих дефектів. Для визначення тріщин від втомленості (у колінчастих валах, шатунах, важелях поворотних кулаків, кульових пальцях рульових тяг тощо), тріщин від силових і теплових навантажень (у блоках і головках циліндрів) та дефектів зварних швів застосовують фізичні методи дефектоскопії (магнітної, капілярної, ультразвукової, гідравлічної і пневматичної).

Інструментальні методи дефектування за геометричними параметрами передбачають визначення дійсних розмірів зношених деталей, похибок їх форми та взаємного розміщення осей і поверхонь, а також зазорів у спряженнях.

Широка номенклатура об'єктів, які дефектуються потребує застосування різноманітних контрольно-вимірвальних засобів і методів вимірювання.

При дефектуванні застосовують наступні методи вимірювання: абсолютний, коли прилад показує абсолютне значення параметра, який вимірюють, і відносний – відхилення вимірвального параметру від встановленого розміру.

Шукане значення може вираховуватися безпосередньо за приладом (прямий метод) і за результатами вимірювання іншого параметра, пов'язаного з шуканим безпосередньою залежністю (непрямий метод). Прикладом непрямого методу є використання ротаметрів для визначення ступіні придатності прецизійних деталей дизельної паливної апаратури (втулок плунжерів, корпусів розпилювачів). У даному випадку вимірюють витрату повітря у зазорах між насадкою ротаметра і отвором прецизійної деталі, а розмір отвору встановлюють відповідно до залежності зазору і витрат повітря.

За кількістю параметрів, що підлягають вимірюванню, методи контролю підрозділяють на диференціальні та комплексні. При першому вимірюють значення кожного параметра, а при другому – сумарну погрішність окремих геометричних розмірів виробу. Прикладом комплексного методу є визначення ступеню придатності підшипників кочення за радіальним зазором, який пов'язаний зі зносом бігових доріжок і елементів кочення (шариків, роликів).

Якщо елемент вимірвального приладу безпосередньо торкається поверхні, яка контролюється, то такий метод називають контактним, якщо ні – безконтактним.

При дефектуванні інструментальними методами використовують універсальні вимірвальні засоби, спеціальні пристрої, калібри і шаблони.

До універсальних вимірвальних засобів відносять: штангенінструменти; мікрометричні, індикаторні, важільно-механічні, оптико-механічні та оптичні інструменти.

До спеціальних засобів належать різні індикаторні пристрої для перевірки згину валів, згину і скрученості шатунів, не

співвісності гнізд корінних підшипників, радіальних зазорів у підшипниках кочення, пружності поршневих кілець і пружин тощо.

Калібри і шаблони визначають не дійсні значення геометричних параметрів, а лише їх відповідність технічним вимогам і відносяться до контрольних, а не вимірювальних засобів.

Калібри для дефектування деталей мають певні відмінності від калібрів, які застосовують при виготовленні і відновленні деталей: калібри для контролю відновлених деталей двограничні, а для дефектування — односторонні прохідні, налагоджені тільки за допустимим розміром. Можливе застосування калібрів з двома межами, якщо, наприклад, один бік налагоджений на допустимий розмір у з'єднанні з новою деталлю, а другий — на розмір, допустимий з деталлю, яка була у експлуатації (при цьому деталі сортують на дві групи).

Для контролю отворів під час виготовлення (відновлення) застосовують повні пробки, а при дефектуванні — неповні або у вигляді нерегульованих нутромірів. Такі конструкції калібрів дозволяють уникнути помилок, пов'язаних з нерівномірністю зношення внутрішніх поверхонь (повна пробка може пропустити непридатну деталь, або не ввійде в отвір за меншим розміром нерівномірно зношеної поверхні, хоча її більший розмір вийшов за межі допустимого).

Вибір вимірювальних засобів при виготовленні деталей залежить від таких основних метрологічних характеристик як: межі вимірювань, ціна поділки і гранична похибка вимірювання. Остання, залежно від класу точності деталі, не повинна перевищувати допустиму похибку вимірювання на 0,25...0,5 від допуску на розмір. Дані про граничні похибки вимірювань для деяких вимірювальних засобів наведені у таблиці 1.

При дефектуванні деталей вимірювальні засоби обирають аналогічно, але гранична похибка зіставляється не з допуском на розмір, а з допуском на знос, який являє собою різницю між середньо кресленим розміром нової деталі та допустимим при ремонті розміром.

Окрім метрологічних характеристик вибір засобів для ви-

вимірювання залежить також від їх вартості, конструктивних особливостей деталі, затрат часу на налагодження вимірювального засобу і процес вимірювання, необхідної кваліфікації контролера тощо. Вимірювальні засоби, закладені в технічних вимогах на дефектування, прийняті з урахуванням усіх вказаних вище факторів.

Таблиця 1 Гранична похибка вимірювань

Вимірювальний засіб	Ціна поділки, мм	Гранична похибка вимірювань, мкм (для інтервалу розмірів: 50...80 мм)
Штангенциркуль:	0,2	
при вимірюванні вала		160
при вимірюванні отвору		230
Штангенциркуль:	0,05	
при вимірюванні вала		90
при вимірюванні отвору		170
Мікрометр	0,01	10
Нутромір індикаторний	0,01	18

Слід мати на увазі, що неправильний вибір вимірювального засобу чи недотримання діючих нормативів на дефектування деталей у процесі ремонту може призвести до того, що справна деталь буде забракована або бракована буде прийнята як справна, що в свою чергу, впливає на ефективність ремонтного виробництва (вартість ремонту, витрати запасних частин, обсяг відновлення деталей), якість і надійність відремонтованої техніки.

Усі вимірювальні заходи підлягають перевірці. Періодичність перевірки визначається відповідними інструментами, термін перевірки заносять до графіків. Наприклад, перевірка штангенінструментів, мікрометричних та індикаторних інструментів і

приладів проводиться один раз на рік. Засоби вимірювань перевіряють у центральних вимірювальних лабораторіях підприємств і спеціальних метрологічних лабораторіях з використанням зразкових кінцевих мір які, в свою чергу, перевіряють за робочими еталонами.

В теперішній час замість штрихових все частіше впроваджуються універсальні вимірювальні засоби з цифровою індикацією (додаток А), які більш зручніші та надійні в експлуатації, дозволяють швидше та точніше визначити шукане значення параметру.

За правилами експлуатації універсальних вимірювальних засобів з цифровою індикацією на початку їх використання необхідно стиснути вимірювальні поверхні губок (на прикладі штангенциркуля) і кнопкою обнуління встановити на "0".

8. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Перед проведенням аналізу дефектів деталей (дефектуванні) необхідно ознайомитися з технічними вимогами на дефектування деталей, приладами та вимірювальними інструментами. Згідно з варіантом провести дефектування деталей. Варіант 1: гільза циліндрів, пружина клапана; Варіант 2: колінчастий вал, підшипник кочення.

8.1 Порядок проведення роботи при виконанні першого варіанта

– за допомогою органолептичних методів дефектування оцінити технічний стан гільзи циліндрів і пружини клапана; виявлені пошкодження занести до таблиці 2, характеризувати їх, вказати можливі причини їх появи, а також зробити висновок щодо способів їх усунення.

Таблиця 2 Дефекти деталей, виявлені зовнішнім оглядом

Найменування деталі	Найменування дефекту	Характеристика дефекту і причини його виникнення	Висновок

– згідно з рисунком 1 виміряти знос отвору гільзи циліндрів індикаторним нутроміром по п’яти поясам у двох взаємно-перпендикулярних площинах (паралельно і перпендикулярно осі колінчастого вала); результати вимірювань занести до таблиці 3 і побудувати криві зносу гільзи циліндрів за довжиною; визначити похибку форми отвору гільзи (овальність, конусність).

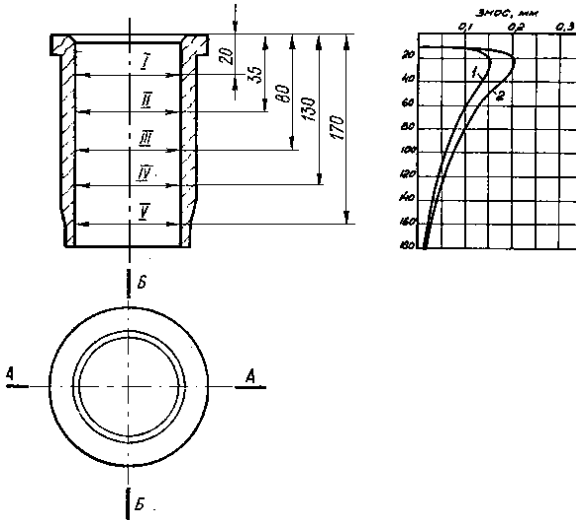


Рис.1 Схема вимірювання та криві ймовірного характеру зносу отвору гільзи циліндрів (1 – паралельно осі колінчастого вала, 2 – перпендикулярно)

Таблиця 3 Карта вимірювання внутрішнього діаметру гільзи циліндрів

Параметри	Пояси									
	I		II		III		IV		V	
	Площини									
	А-А	Б-Б	А-А	Б-Б	А-А	Б-Б	А-А	Б-Б	А-А	Б-Б
Розмір, мм										
Знос, мм										
Овальність, мм										
Конусність, мм										

– використовуючи прилад КИ-040 (рис.2), визначити пружність пружини клапана наступним чином: пружину встановити на

прилад, планкою приладу пружину піджати до робочої довжини (дивись технічні вимоги) і закріпити; за допомогою вантажу зрівноважити зусилля стиснення (встановлене зусилля стиснення відповідає дійсній пружності пружини). Результати дефектування занести до таблиці 4 (у графі 1 вказати повне найменування деталі (без ескізу), а в графі 3 – контрольований параметр за технічними вимогами (пружність пружини).

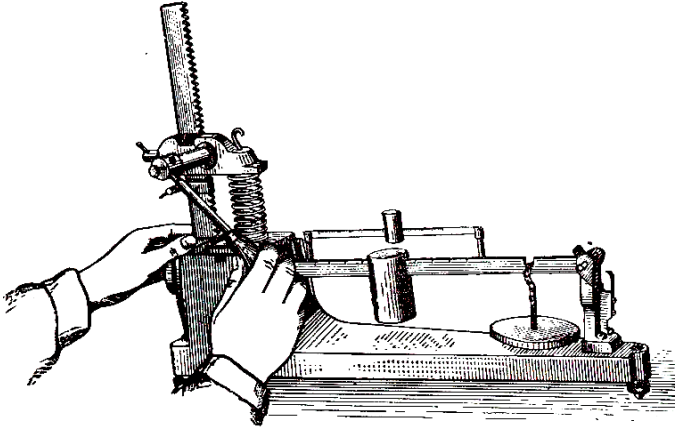


Рис. 2 Прилад для вимірювання пружності пружин КИ-040

Таблиця 4 Карта дефектування деталей

Найменування деталі	№ дефекту	Найменування дефекту	Способи і засоби контролю	Розміри, мм			Висновок
				За робочим кресленням	Допустимий	Вимірний при дефектуванні	
1	2	3	4	5	6	7	8

8.2 Порядок проведення роботи при виконанні другого варіанта

– за допомогою органолептичних методів дефектування оцінити технічний стан колінчастого валу і підшипника кочен-

ня; виявлені пошкодження занести до таблиці 2, характеризувати, вказати можливі причини їх з'явлення, зробити висновок щодо способів їх усунення;

– згідно з рис.3 виміряти знос однієї з шатунних шийок колінчастого валу мікрометром по трьом поясам у чотирьох площинах; результати вимірювань занести до таблиці 5 і побудувати криві зносу шийки колінчастого валу за діаметром і шириною; визначити похибку форми шийки колінчастого валу (овальність, конусність);

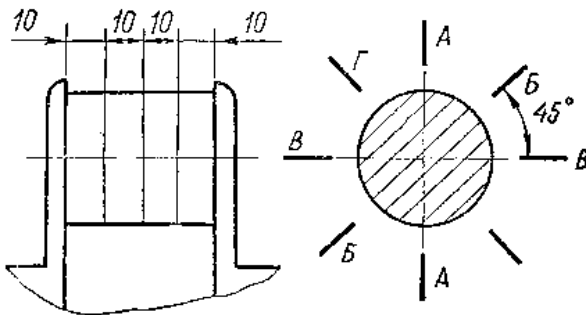


Рис. 3 Схема вимірювань зносу шатунної шийки колінчастого валу

Таблиця 5 Карта вимірювання шатунної шийки колінчастого валу

Параметри	Пояси											
	I				II				III			
	Площини											
	A- A	B- B	B- B	Г- Г	A- A	B- B	B- B	Г- Г	A- A	B- B	B- B	Г- Г
Розмір, мм												
Знос, мм												
Овальність, тах, мм												
Конусність тах, мм												

– використовуючи прилад КИ-1223 (рис.4) визначити радіальний зазор у підшипнику кочення наступним чином: підшипник встановити на прилад та закріпити; віджати зовнішнє кільце підшипника і встановити індикаторну головку таким чином, що п'ятка індикаторної головки упирається в зовнішнє кільце підшип-

ника; виставити індикаторну головку на "0"; відпустити та піджати зовнішнє кільце підшипника з протилежної сторони; за показанням індикаторної головки визначити радіальний зазор у підшипнику. Результати дефектування занести до таблиці 4 (у графі 1 вказати повне найменування деталі (без ескізу), а в графі 3 – контрольований параметр за технічними вимогами (радіальний зазор)).

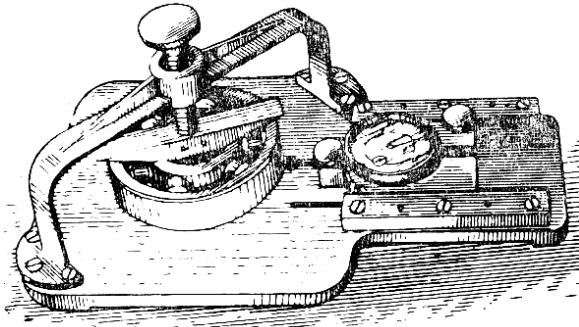


Рис. 4 Прилад для вимірювання радіального зазору у підшипниках КИ-1223

9 КОРОТКІ ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Під час проведення дефектації слід надійно кріпити масивні деталі, щоб уникнути травмування внаслідок їх падіння.

10 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Мета роботи. 2. Відповіді на питання для самостійної підготовки. 3. Результати оцінки технічного стану деталей (згідно з варіантом) за допомогою органолептичних методів дефектування (табл. 2). 4. Карта вимірювань внутрішнього діаметру гільзи циліндрів (табл. 3), криві зносу внутрішнього діаметру гільзи циліндрів за довжиною (варіант 1); карта вимірювання шатунної шийки колінчастого валу (табл. 5), криві зносу шийки колінчастого валу за діаметром і шириною (варіант 2). 5. Карта дефектування деталей (табл.4, згідно з варіантом).

11 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

11.1 Яку інформацію містять технічні вимоги на дефектування деталей ?

11.2 На які групи сортують деталі при їх дефектуванні ?

11.3 Чим відрізняються калібри, які застосовують при дефектуванні, від калібрів для контролю деталей при виготовленні?

11.4 Які методи вимірювань застосовують при дефектуванні деталей та спряжень?

11.5 До яких наслідків призводить недотримання технічних вимог на дефектування деталей і як це впливає на ефективність ремонту?

ДОДАТОК А

ЕЛЕКТРОННІ УНІВЕРСАЛЬНІ ВИМІРЮВАЛЬНІ ЗАСОБИ ФІРМИ TESA (ШВЕЙЦАРІЯ):

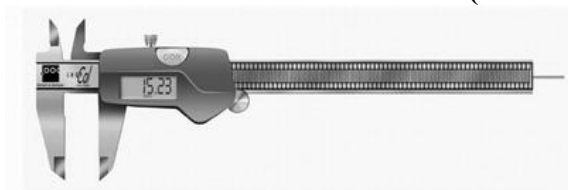


Рис. А.1 Штангенциркуль TESA Shop COL



Рис. А.2 Мікрометр серії MICRO-MASTER



Рис. А.3 Нутромір серії IMICRO

Основні функції та технічні характеристики:

- дискретність цифрової шкали 0,01 мм;
- діапазони вимірювання: від 0...150 мм до 0...1000 мм;
- рідиннокристалічний дисплей;
- обнулення в довільній точці діапазону вимірювань;
- відображення результатів вимірювань в міліметрах і дюймах;
- автономне живлення з автоматичним відключенням;
- моделі з інтерфейсом RS-232C та без нього.

РОБОТА № 5

ВИЯВЛЕННЯ ПРИХОВАНИХ ДЕФЕКТІВ ДЕТАЛЕЙ СПЕЦІАЛЬНИМИ ЗАСОБАМИ ТА КОЕРЦИТИМЕТРИЧ- НИМ МЕТОДОМ

1 МЕТА РОБОТИ

Вивчити обладнання та технічні вимоги на дефектацію деталей спеціальними засобами, вивчити види виявлення прихованих дефектів та типи дефектоскопів, провести виявлення дефектів різними методами контролю. Отримати навички по застосуванню неруйнівного контролю якості по коерцитивній силі на прикладі гільз циліндрів.

2 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ

2.1 Яка сутність ультразвукового способу дефектоскопії деталі і сфера його застосування?

2.2 В чому полягає сутність магнітної дефектоскопії?

2.3 Які приховані дефекти, можуть бути виявлені за допомогою циркулярного намагнічування деталі?

2.4 Яка сутність люмінесцентного способу дефектоскопії та сфера його застосування?

2.5 Які існують магнітні характеристики матеріалів? Що таке коерцитивна сила?

3 ЗАВДАННЯ

Ознайомитися з методами та обладнанням по дефектоскопії деталей. Провести дефектацію первинного валу КЗП трактора Т – 150 за допомогою магніто-порошкового методу; Провести дефектацію полімерної вставки ультразвуковим методом; Ознайомитися з приладом КРМ-Ц і принципом його роботи. Провести контроль гільз циліндрів коерцитиметричним методом.

4 ЧАС ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Самостійна підготовка – 1 година;

Робота в лабораторії – 4 акад. години.

5 ЛІТЕРАТУРА

5.1 Основна

5.1.1 Ремонт машин та обладнання: Підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; За ред. проф. О.І.Сідашенка, О.А.Науменка. Підручник: (Затверджено МОН України як підручник для студентів ВНЗ, які навчаються за напрямом підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» від 21.06.10 № 1/11 – 545) - К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с.

5.1.2 Практикум з ремонту машин: Навчальний посібник /О.І. Сідашенко, Т.С. Скобло, В.А.Войтов та ін.; За ред. О.І. Сідашенка, О.В. Тіхонова. – Харків.: ХНТУСГ, 2007. – 415с.

5.1.3 Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій. / Сідашенко О.І. Тіхонов О.І., Лузан С.О. та інші. Навч. посібник – Харків: ХНТУСГ, 2017.– 361 с.

5.1.4 Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник / В.В.Клюев, Ф.Р.Соснин, А.В.Ковальов и др.; Под ред. В.В.Клюева. 3-е изд., испр. и доп. – М.: Машиностроение, 2005. 656 с., ил.

5.2 Додаткова

5.2.1 Repair Technology of Machinery and Equipment. Lecture course. / Sidashenko O., Tikhonov O., Luzan S., and others. Textbook. – Kharkiv: KhNTUA, 2017. – 340 p.

5.2.2 Войтов В.А. Исаков Д.И. Дефектология и дефектоскопия деталей машин. -Харьков, ХНАДУ, 2001. –145с.

5.2.3 5.2.1 Костин П.П. Физико-механические испытания материалов и сплавов. -М.: Машиностроение, 1990 – 398с.

5.2.4 Сідашенко О.І., Тіхонов О.В., Скобло Т.С. та ін. Українсько-англійський словник термінів технологічних систем ремонтного виробництва /Навчальний посібник (Рекомендовано Вченою радою Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка ,протокол №10 від 30 червня 2016 року як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації).- Харків : ХНТУСГ, 2016 - 412с

6 ОСНАЩЕННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

Дефектоскопи: магнітний, ПМД-70 (МД-70ПК-ШУ), ульт-

развуковий, УД2-12, люмінесцентний ЛЮМ-1. Зразки для дефектації до зазначених дефектоскопів, п'єзоелектричні перетворювачі (ПЭП). Деталі для дефектації: шліцьовий вал, КЗП трактора Т – 150, алюмінієвий диск, полімерна вставка, розподільний вал. Ванночка з суспензією, керосин, крейда, металічний порошок, ганчірки, пензлик для нанесення покриття, фартух. Коерцитиметр КРМ-Ц цифровий напіваавтоматичний ГОСТ 20906; калібри для настройки приладу.

7 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

7.1 Загальні положення. Під час експлуатації машин виникають різноманітні види дефектів, які впливають на їх працездатність.

Технічне діагностування машин дозволяє встановлювати технічний стан машин на даний момент, прогнозуючи зміну технічного стану машини з метою встановлення передбаченого моменту відмови. Основною метою технічного діагностування є встановлення фактичного технічного стану кожної конкретної машини, що дозволяє організувати цілеспрямоване проведення робіт для підтримання її працездатності на заданому рівні надійності і забезпечити таким чином максимальне використання нормативного ресурсу.

Види та характер дефектів в різних деталях визначають після повного розбирання агрегатів та складальних одиниць.

Для цього застосовують:

- ретельний зовнішній оглядовий контроль;
- вимірювання основних розмірів і визначення їх зміни в порівнянні з нормальними;
- виявлення прихованих дефектів (дефектоскопія).

У таблиці А.1 наведені основні види дефектів, які зустрічаються у деталях.

Конструктивні дефекти виникають через недостатній досвід проектування, недостатньо точний аналіз складного напруженого стану конструкції, недостатні відомості про міцність і пластичність матеріалу в умовах складного напруженого стану. Як показує дос-

від, міцність конструкцій виявляється значно меншою, ніж міцність матеріалів, із яких конструкцію виготовлено. Причини цього: масштабний чинник, наявність в деталях залишкових напружень, анізотропія властивостей, різний стан поверхонь, зміна властивостей матеріалів у процесі експлуатації, в тому числі під впливом робочого середовища. Врахувати всі ці чинники на стадії проектування машин практично неможливо.

Технологічні дефекти виникають внаслідок порушення прийнятої технології виготовлення. Часто цю групу дефектів називають виробничими. При дефектації деталей у ремонтному виробництві враховують їх технологічну «передісторію», оскільки дефекти можуть зароджуватися на різних стадіях виготовлення й роботи: у процесі плавлення й лиття, обробки тиском і різанням, в процесі зміцнюючи обробок, при з'єднанні в нероз'ємні системи й при монтажу. Сюди необхідно ще додати неточності монтажу (недотримання зазорів, неспіввісність, перекоси), недотримання вимог щодо якості покриттів, порушення вимог взаємозамінності. Наприклад, порушення технології загартування призводить до появи гартувальних тріщин при анізотропії властивостей. Порушення технології шліфування призводить до утворення в поверхневому шарі розтяжних напружень, які сприяють зародженню тріщин.

Експлуатаційні дефекти пов'язані з порушенням правил експлуатації та ремонту техніки. Аналізуючи причини відмов техніки, можна описати коло причин, що призводять до експлуатаційних пошкоджень. Це:

- помилки монтажу обладнання;
- порушення вимог інструкцій з експлуатації;
- слабе знання конструкції;
- помилки допущені під час проведення регулювань.

7.2 Порівняльна характеристика та сфери застосовування методів дефектоскопії при ремонті машин в умовах експлуатації і при ремонті має особливості, через які неможливо, за рідким винятком, для його проведення використати методи, що застосовуються для контролю деталей при виробництві. Ці особливості полягають в наступному:

- контролю підлягають деталі, що були в експлуатації, на поверхні яких є лакофарбові покриття, оксидні плівки, різні відкладення (нагар, забруднення), механічні пошкодження (забоїни, риски, корозійно-ерозійні пошкодження);

- на одному типі техніки контролюють деталі, які відрізняються матеріалами й формою;

- виявленню підлягають в основному втомні тріщини й корозія;

- деталі, що перевіряються, знаходяться в нероз'ємних вузлах, іноді у важкодоступних місцях.

У порівнянні з контролем у промисловості перед контролем в експлуатації необхідно провести підготовчі роботи, іноді великої трудомісткості - частковий демонтаж, видалення захисних покриттів, забруднень.

Технічні засоби експлуатаційного контролю машини повинні відповідати таким вимогам (таблиця Б.1):

- універсальність застосування;
- портативність, мала маса, транспортабельність;
- простота в експлуатації, висока надійність;
- автономність живлення електричної мережі.

В наш час при експлуатації і ремонті машин застосовують сім методів неруйнівного контролю: оптико-візуальний, капілярний, магнітопорошковий, радіографічний, струмовихревий, ультразвуковий, імпедансний.

Оптико-візуальний метод у порівнянні з іншими методами має низьку чутливість і достовірність при визначенні дефектів. Він дозволяє виявляти розкриття тріщини (шириною 0,1-0,01 мм), знос, корозію, ерозійні пошкодження, пробіони, обриви, залишкову деформацію, нагар, течу в системах.

Капілярні методи застосовують на будь-яких матеріалах, за винятком пористих. Вони дозволяють контролювати деталі складної форми на всій поверхні відразу, відрізняються високою чутливістю і роздільною здатністю, наочністю результатів, за якими можна встановити місце розташування дефекту, його протяжність. Метод дозволяє знімати дефектограми або фотографувати рисунок дефекту.

Магнітопорошковий метод є основним для контролю деталей з магнітних сталей, що дозволяє виявляти поверхневі та підповерхневі дефекти. Він відрізняється високою чутливістю й достовірністю, простотою й універсальністю методик контролю (за результатами контролю можна точно встановити місце та протяжність дефекту), дозволяє фотографувати рисунок дефекту або знімати дефектограму.

Радіографічний метод рідко застосовується в експлуатації. В основному він використовується при капітальному ремонті найбільш відповідальних силових вузлів. Метод дозволяє визначити взаємне розташування деталей у вузлах і агрегатах, наприклад, закладення тросів, наконечників шлангів, кранів. Ним також виявляють корозію на прихованій поверхні балонів, елементів силового набору, непроварювання у зварювальних швах.

Струмовихревий метод дозволяє виявити поверхневі дефекти. Використовується, в основному, на немагнітних матеріалах. Даним методом перевіряють деталі, виготовлені з алюмінієвих сплавів і неіржавіючих сталей. Метод має дуже високу чутливість. Можливе застосування цього методу при визначенні марки сталей, сплавів.

Ультразвуковий метод знаходить все більш широке застосування і виступає як основний метод контролю. Ним перевіряють будь-які деталі, виготовлені з будь-яких матеріалів (за винятком гум і композитів). Метод дозволяє з високою чутливістю виявляти поверхневі, підповерхневі й глибинні дефекти. Однак він вимагає високої підготовки фахівців і застосування складних методик контролю.

Імпедансний метод – вузькоспеціалізований метод. Він дозволяє визначати непроклеювання і непропаї у багатошарових конструкціях. За допомогою цього методу можна визначити міру затягування болтових з'єднань і посадку шпильок.

Оптико-візуальний, капілярний, магнітопорошковий і радіографічний методи є прямими методами контролю, які не потребують еталону для настройки дефектоскопа. Дефект спостерігається візуально й тому є можливим його фотографування.

Струмовихревий, ультразвуковий, імпедансний методи ко-

нтролю є непрямими методами і вимагають еталона для настройки дефектоскопа. Дефект не спостерігається візуально, а визначається за непрямим сигналом, спостереження місцеположення дефекту і тому його фотографування неможливе.

7.3 Характеристика способів щодо виявлення прихованих дефектів у деталей.

Магнітний спосіб застосовується для виявлення поверхневих тріщин шириною 0,005мм і більше, а також дефектів: пор, тріщин розміром до 1мм, розташованих на глибині до 1,5мм у деталях з магнітних матеріалів (рис. 1).

Магнітна дефектоскопія заснована на відхиленні силових ліній в розподілі магнітного потоку у випадку наявності дефектів (рис. 1). Характер розподілу силових ліній виявляється за допомогою феромагнітного порошку, нанесеного на поверхню деталі в процесі намагнічування або після нього.



Рис. 1 Розподіл магнітного поля в границях дефекту

Порошок наносити на дефектуєму поверхню можна як сухим, так і у вигляді суспензії з маслом або гасом у співвідношенні порошку й масла 1:40. При цьому частки магнітного порошку щільно прилягають до поверхні у місцях місцевого магнітного поля, чітко окреслюючи розташування дефекту.

Деталі, виготовлені з термічно оброблених або легованих сталей, перевіряють на залишковій намагніченості, занурюючи (змочуючи) деталь у суспензію після відключення апарата, що намагнічує. Деталі з невисокою твердістю, а також які мають поверхневі тріщини, перевіряють під час їхнього намагнічування.

Розрізняють циркулярне, поздовжнє й комбіноване намагнічування деталей.

При циркулярному намагнічуванні виявляють поздовжні й косорозташовані тріщини, кут між напрямком магнітного потоку й тріщиною повинен бути не менш 20°. При поздовжньому намагнічуванні виявляють поперечні тріщини. Комбіноване намагнічування (поєднання поздовжнього і циркулярного) застосовують, якщо характер дефекту невизначений.

Величину потоку, що намагнічує, при циркулярному намагнічуванні призначають:

- при контролі на залишковій намагніченості (А):

$$J = (17-20)d ; \quad (1)$$

- при контролі в магнітному полі (А):

$$J=(6-8)d, \quad (2)$$

де d - діаметр деталі, мм.

При поздовжньому намагнічуванні напруженість магнітного поля повинна бути в півтора рази більше, ніж при циркулярному намагнічуванні. Для створення достатнього магнітного поля потрібен струм, що доходить до 2000 - 3000А.

Поздовжнє намагнічування здійснюється в полі електромагніта або в полі соленоїда, а циркулярне намагнічування - пропусканням постійного або змінного струму через деталь або через металевий стрижень, пропущений через порожню деталь.

Ультразвукова дефектоскопія. Ультразвукові хвилі, використовувані в дефектоскопії, являють собою пружні коливання, порушені в матеріалі об'єкта, при цьому частки об'єкта не переміщуються уздовж напрямку руху хвилі; кожна частка, зробивши коливальний рух щодо своєї первісної орієнтації, знову займає це вихідне положення, а коливальний рух робить наступна за нею частка й т.д. На порушення коливальних рухів часток затрачається певна енергія ультразвукових хвиль; чим далі від місця уведення ультразвукових коливань рух поступово губиться й в кінці кінців залежно від фізико-хімічної природи матеріалу об'єкта загасає.

У металах можуть збуджуватися хвилі п'яти типів: поперечного, поздовжні, вигину, розтягання й поверхневі. Виникнення хвиль того або іншого типу обумовлено пружними властивостями об'єкта і його формою. Коли частки роблять коливальні рухи, що

збігаються з напрямком руху хвилі по об'єкту, це поздовжні хвилі; якщо напрямок коливань часток перпендикулярний, то це хвилі поперечні (інакше рушійні). В об'єктах (наприклад, листовому матеріалі), товщина яких порівнянна з довжиною хвилі або менше її, можуть виникати хвилі вигину. Хвилі розтягання виникають в об'єктах типу стержня, при цьому частки коливаються уздовж напрямку поширення хвиль і перпендикулярно йому. Хвилі, відкриті Релеем і названі поверхневими, обумовлені коливанням часток зі значною амплітудою на поверхні тіла й поступовим її зменшенням за експонентним законом при віддаленні часток від поверхні. Остаточне загасання коливань часток відбувається на відстані від поверхні, рівній довжині хвилі. При неруйнівному контролі використовують кілька методів ультразвукового прозвучування контрольованих об'єктів й одержання необхідної інформації: тіньовий, резонансний і луна-метод.

Тіньовий метод полягає в тім, що з однієї сторони об'єкту за допомогою випромінювача вводиться пучок ультразвукових коливань, а з іншого боку, за допомогою щупа, встановленого строго напроти випромінювача, реєструється інтенсивність цього пучка, що пройшов через товщу об'єкта. Якщо, наприклад, на шляху пучка ультразвукових коливань виявиться розшарування, стороннє включення, раковина або інше порушення цільності, то частина ультразвукової енергії від нього відіб'ється й інтенсивність пучка, що падає на прийомний щуп, різко зменшиться, тобто на прийомний щуп упаде тінь від дефекту (див. рис. 2). Цей метод застосовується при обов'язковому двосторонньому доступі до об'єкта контролю.

Резонансний метод ультразвукового контролю заснований на порушенні в об'єкті так званих стоячих хвиль, що виникають за умови інтерференції пружних коливань, що вводять в об'єкт, і коливань, *відбитих* від розділу об'єкт - повітря (або інше середовище). Така ситуація можлива за умови одержання резонансу внаслідок збігу власної частоти об'єкта й частоти порушуваних у ньому пружних коливань. При цьому завдяки різкому зниженню вхідного опору навантаження й відповідно зміні характеристик блоку генератора можна по імпульсах на екрані осцилографа

реєструвати момент досягнення резонансу.

Основна сфера застосування резонансних ультразвукових приладів - товщинометрія (вимір товщини матеріалу об'єкта з одnobічним доступом). При цьому необхідно дотримуватися співвідношення

$$d = n\lambda/2 = n/2f, \quad (3)$$

де d – товщина матеріалу об'єкта;

n – число, що визначає порядок гармоніки (при резонансі $n = 1$);

λ – довжина хвилі;

f – частота ультразвукових коливань;

2 – швидкість поширення хвиль у матеріалі об'єкта.

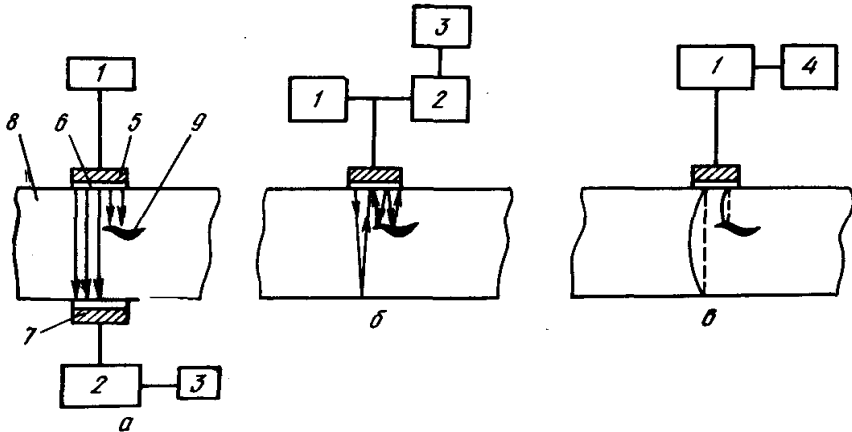


Рис. 2 Схеми ультразвукового контролю

а – тіньовий метод; б – луна-метод; в – резонансний метод;

1 – блок генератора; 2 – блок підсилювача; 3 – блок індикатора, 4 – блок реєстрації резонансів; 5 – демпфер; 6 – випромінювач; 7 – демпфер прийомної головки; 8 – контрольований об'єкт; 9 – дефект

Найширше застосовують у дефектоскопії *луна-метод*. Дефектоскопи цього типу дозволяють здійснювати контроль при одnobічному доступі до досліджуваного об'єкта. Метод заснований на тім, що в об'єкт уводяться пучки коливань (тривалістю 0,5–8мкм/сек), інакше імпульси (тому метод зветься імпульсного луна-методу), з перервами 1 – 5 мкм/сек. Якщо пружні коливання,

що виникають в об'єкті, зустрічають на своєму шляху перешкоду у вигляді дефекту (раковини, розшарування, структурна неоднорідність і т.д.), то частина їх відбивається, як луна, й потрапляє назад на випромінюючу головку. Інша частина коливань продовжує свій шлях у масі об'єкта, досягає протилежної його сторони, відбивається від розділу об'єкт – повітря (або інше середовище) і теж у вигляді луни потрапляє на випромінюючу головку. Зрозуміло, що від дефекту коливання повертаються раніше, ніж від «дна» об'єкта. Тому спочатку на екрані дефектоскопа з'являється імпульс від дефекту, а потім «донний» імпульс. На екрані вони розташовуються один за одним на відстані, що відповідає часу їхнього повернення. При проходженні в матеріалі пружні коливання гублять значну частину енергії, розсіюючись на границях кристалів (зерен), і чим більше грубозернистий матеріал, тим більше послабляється луна-сигнал від дефекту й «дна» об'єкта.

Можлива ситуація, при якій луна-сигнал взагалі не досягає шукаючої головки й на екрані відсутній «донний» імпульс або імпульс від дефекту. Тому досить важливо при виборі дефектоскопа з'ясувати коефіцієнт загасання ультразвукових коливань у контрольованому об'єкті, обумовлений величиною зерна, щільністю й модулем пружності, і підібрати дефектоскоп з відповідними характеристиками. Цими характеристиками є: глибина проникнення ультразвукових коливань (наприклад у сталі), при якій можна спостерігати на екрані дефектоскопа стабільний «донний» луна-імпульс; розв'язна здатність, коли на екрані дефектоскопа можна розрізнити імпульси від близько лежачих дефектів (мінімальна відстань між цими дефектами), і «донного» сигналу; чутливість, обумовлена вимогами оптимальних умов контролю на еталонах або виробках при виявленні найменшого дефекту, і величина «мертвої зони», інакше зони, у якій не виявляються дефекти (для сучасних дефектоскопів порядку 1- 3мм).

Успішне використання ультразвукового контролю залежить також від правильного вибору способу введення ультразвукових коливань у досліджуваний об'єкт. Найширше застосовується метод змащення, тобто введення між щупом і поверхнею об'єкта рідини (наприклад, трансформаторного масла), що заповнює нерівності й

дозволяє одержати надійний акустичний контакт.

Ультразвукова дефектоскопія заснована на наступних властивостях ультразвукових хвиль, частота яких вище 20000Гц:

- поширюватися у твердих тілах зі швидкістю 40000 - 60000 м/с;
- випромінюватися у твердих тілах спрямованим потоком з незначним кутом розбіжності;
- відбиватися від границі розділу двох середовищ, у тому числі від дефектів у матеріалі деталі, що дозволяє визначити його наявність, розміри й місцезнаходження.

Для одержання ультразвукових коливань найбільше поширення одержали п'єзоелектричні перетворювачі (НЕР), виготовлені з монокристала кварцу або іншого п'єзокерамічного матеріалу.

На поверхню п'єзопластини наносять тонкі шари срібла, що служать електродами. При подачі на п'єзопластини електричної напруги вона змінює свою товщину внаслідок так званого зворотного п'єзоелектричного ефекту. Якщо напруга знакозмінно, то пластинка коливається в такт цим змінам, створюючи в навколишній середовищі пружні коливання. Пластинка працює як випромінювач (рис. 3).

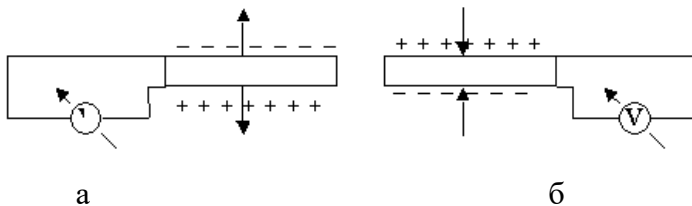


Рис. 3 Схема роботи п'єзопластини: а - при випромінюванні ультразвуку; б - при прийомі ультразвуку

І навпаки, якщо п'єзоелектрична пластинка сприймає імпульс тиску (відбита ультразвукова хвиля), то на її поверхні внаслідок прямого п'єзоелектричного ефекту з'являються електричні заряди, величина яких може бути вимірювана. У цьому випадку п'єзопластинка працює як приймач (рис. 3).

Існує два основних методи ультразвукової дефектоскопії: просвічування (тіньова) і імпульсний (луна). Вони розрізняються між собою способом прийому сигналів від дефекту.

Принцип роботи УЗ-дефектоскопа зручно вивчити за його структурною блок-схемою (рис. 4). Генератор зондувальних імпульсів 7 виробляє імпульс електричних коливань, що збуджує ультразвукові коливання перетворювача 3. Відбиті від дефекту ультразвукові сигнали приймають той же (сполучена схема) або інший (роздільна схема) перетворювач і трансформують їх в електричні імпульси, які надходять до підсилювача 1.

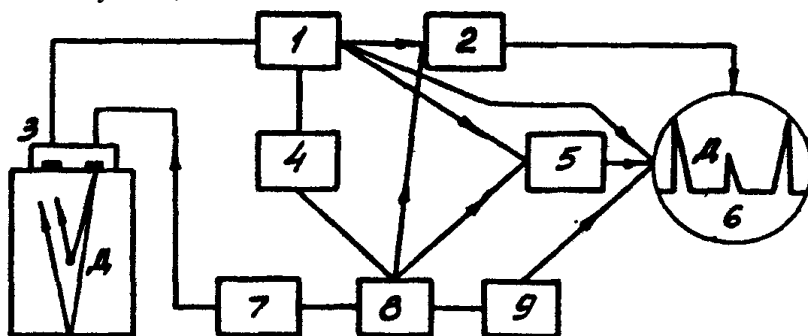


Рис. 4 Блок-схема імпульсного УЗ-дефектоскопа

1 – підсилювач; 2 – автоматичний сигналізатор; 3 – п'єзоелектричний перетворювач (ПЕП); 4 – система тимчасового регулювання чутливості (ВРЧ); 5 – вимірювальний пристрій; 6 – електроннопроменевий індикатор; 7 – генератор зондувальних імпульсів; 8 – синхронізатор; 9 – генератор розвертки електроннопроменевого індикатора

Коефіцієнт посилення регулюється під час вимірів за допомогою системи тимчасового регулювання чутливості (ВРЧ) 4. Посилений до необхідної величини сигнал надходить до електронно-променевого індикатора 6 автоматичного сигналізатора 2. Синхронізатор 8 забезпечує необхідну тимчасову послідовність роботи всіх вузлів дефектоскопа, одночасно з запуском генератора імпульсів (або з деякою заданою затримкою), він пускає в хід генератор розвертки 9 електроннопроменевого індикатора.

Розвертка дозволяє розрізнити за часом прихід коливань від об'єктів відбиття, розташованих на різній відстані від перетворювача, наприклад, сигнали від дефектів відрізнити від даного сигналу. Дефектоскоп має пристрій для виміру амплітуди й часу приходу відбитого сигналу 5. Вимірювальний пристрій обробляє сигнали, що надійшли від підсилювача, з урахуванням часу їхнього надходження від синхронізатора, і видає цифрову інформацію на електронно-променевий індикатор..

Капілярні методи неруйнівного контролю застосовують у заводських лабораторіях й у цехах для визначення поверхневих дефектів типу тріщин, пор, рихлої, неспаїв, волосин та інших порушень цілності на поверхнях деталей з жароміцних неферромагнітних матеріалів, алюмінієвих, магнієвих сплавів і сплавів на основі міді, а також із пластмас, що мають складну конфігурацію і не піддаються контролю іншими методами.

За допомогою люмінесцентного методу, вдається виявляти поверхневі дефекти, що мають ширину розкриття 0,01—0,02 мм.

Методом контролю за допомогою фарб перевіряють деталі з будь-яких матеріалів, причому чутливість цього методу значно краще, ніж люмінесцентного. Фарбовий метод дає можливість виявляти поверхневі дефекти типу тріщин із шириною розкриття від 0,001 мм і глибиною від 0,01 мм, а також виявляти міжкристалічну корозію в деталях зі сплавів на основі алюмінію, що особливо важливо в тих випадках, коли деталі працюють в умовах морської атмосфери або тропіків. Фарбовий метод незамінний у польових умовах, коли не можна використати громіздку апаратуру й відсутні джерела електричної енергії.

На деяких підприємствах процес контролю люмінесцентним і фарбовим методами майже повністю механізований. За допомогою тельфера металевий кошик з деталями занурюють у певній послідовності у ванни з проникаючою рідиною й розчином, що змочує. Потім деталі запилюють адсорбуючим порошком, після чого їх направляють у затемнену кабінку, обладнану ультрафіолетовим випромінювачем, де оператор веде спостереження.

Всі методи капілярного контролю засновані на проникненні проникаючої рідини в порожнини дефектів й адсобуванні або

дифузії рідини з дефекту. При цьому спостерігається різниця в кольорі або світінні між тілом (кольорами або світінням всієї поверхні об'єкта) і ділянкою поверхні над дефектом. Чим більше ця різниця, тим вище чутливість методу і тим менший дефект може бути виявлений.

Схема процесів капілярного контролю наведена на рис. 5. На контрольовану поверхню деталі наносять рідину з великою змочувальною здатністю.

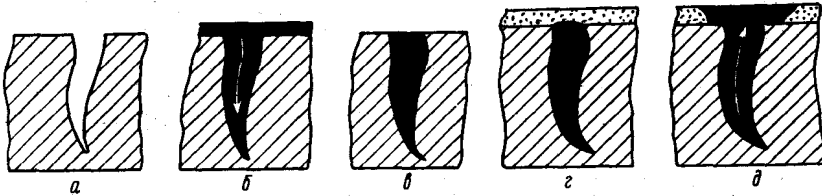


Рис. 5 Схема процесів капілярного методу контролю

а - деталь знежирена (дефект очищений від масла і забруднення); *б* - на поверхню нанесена проникаюча рідина (рідина проникає в дефекти); *в* - з поверхні вилучені надлишки проникаючої рідини; *г* - нанесений тонкий шар адсорбуючої речовини; *д* - рідина, що залишилася в дефектах, офарблює частину білого покриття або флуоресціює над дефектом, додавши в неї як індикатор або барвник - при фарбовому методі, або люмінесцентну добавку (люмінофор) - при люмінесцентному методі.

Після проникнення рідини в усі значні дефекти надлишки її видаляють із поверхні. Після цього поверхню деталі покривають білою фарбою або запилюють порошком, що відрізняється великою адсорбуючою здатністю. Нанесена на поверхню адсорбуюча речовина витягає з дефекту рідину, що залишилася там, і при цьому або офарблюється в яскравий колір барвника в місці розташування дефекту (при фарбовому методі), або змочується рідиною з люмінесцентною добавкою, що при опроміненні ультрафіолетовими променями починає флуоресциувати.

Чутливість капілярних методів дефектоскопії залежить від наступних факторів: правильного вибору фарб або люмінофору, властивостей адсорбуючої речовини і якості підготовки поверхні деталі.

Люмінесцентний метод капілярної дефектоскопії можна підрозділити на два основних види залежно від способу прояву: сорбційний і дифузійний (перший з них застосовується більш ширше). Розроблено методики, при використанні яких відбувається самопрояв дефектів. Для цієї мети служить спеціальна люмінесцентна рідина - *пенетрант*.

При сорбційному способі прояву деталей або партію деталей, що надходить на перевірку, очищають від масла, окалини й металевої стружки. Потім на її поверхню наносять флуоресціюючу рідину, для чого деталі занурюють у відповідний резервуар.

Після нанесення рідини деталі витримують на повітрі 5 – 10хв., щоб розчин міг проникнути в дрібні дефекти на їхній поверхні. Видаляють розчин, обдуваючи деталі стисненим повітрям, струменем води або обтираючи ганчіркою, змоченій у бензині. Якщо деталі промивають водою, то їх просушують при 50°С. Щоб прискорити вихід флуоресціюючої рідини, що перебуває в порожнині дефекту, поверхню деталі запилують за допомогою пульверизатора дисперсним порошком, що має адсорбуючі властивості (окис магнію, силікагель або тальк). Обпилену деталь витримують протягом 3 – 10хв. Тривалість витримки залежить від якості адсорбуючого порошку й характеру (глибини) тріщини. Якщо після цієї операції порошок струсити або здути з поверхні деталі, то в місцях розташування дефектів залишиться тільки той, котрий просочений рідиною.

Після опромінювання деталі ультрафіолетовими променями можна спостерігати світлову картину (яскраве темно-зелене або зелено-блакитне світіння) розташування дефекту на її темній поверхні.

При використанні розглянутої методики можна досить точно визначити глибину й ширину розкриття тріщини за часом появи світіння після запилення деталі й за шириною флуоресціюючого штриха. Результати визначення розмірів дефектів (глибини й ширини тріщин) дозволяють судити про придатність деталей. На підставі даних рис.6, 7 можна зробити висновок про характер дефекту, виявленого люмінесцентним методом.

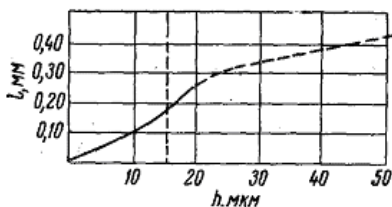


Рис. 6 Залежність ширини флуоресціюючої смуги від глибини тріщини

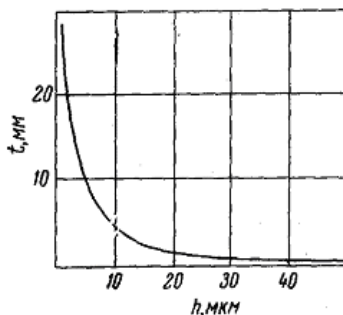


Рис. 7 Залежність продовження виявлення дефекту від глибини тріщини

На ряді підприємств знайшов застосування й дав гарні результати дифузійний спосіб прояву дефектів. Цей спосіб, як показала практика, є найбільш чутливим до виявлення дрібних поверхневих дефектів. Як і при сорбційному способі, деталі в цьому випадку очищають від сторонніх забруднень і поміщають у резервуар із проникаючою рідиною. Після витримки протягом 1–2 хв. деталі залежно від їхнього виду й вимог до якості виймають і промивають струменем води з наступним зануренням у розчин спирту з емульгатором ОП-7 у співвідношенні 4:1 не більше ніж на 1 хв. Ще раз обмивання водою поверхню деталі й наносять тонкий шар нітросмалі. Після закінчення 18–20 хв. поверхню деталі розглядають при опроміненні ультрафіолетовим освітлювачем. У деяких випадках як проникаючу рідину використовують розчин люмінофора, що має яскраво-червоне забарвлення. Тоді дефекти проявляються при опроміненні деталі ультрафіолетовими освітлювачами, а також при звичайному денному світлі.

Способи самопрояву полягають у тому, що деталь із передбачуваним дефектом занурюють у ємкість, заповнену розчином люмінесцуючих органічних кристалів, основа (розчинник) якого здатна швидко випаровуватися.

Після видалення з деталі надлишків проникаючої рідини або обробки її поверхні спеціальною рідиною деталь витриму-

ють на повітрі, поки весь розчинник не випаровується. При цьому люмінофор випадає по краях дефекту (тріщини) у вигляді кристалів. При опроміненні деталі кристали люмінесцують й, таким чином, виявляється дефект.

Можливе застосування проникаючої рідини, що при обробці поверхні об'єкта контролю й наступному видаленні надлишків нагрівається, виділяється з порожнин дефектів, затвердіває і при ультрафіолетовому опроміненні яскраво флуоресцує.

Останні способи поки не знайшли широкого застосування через відсутність промислового виробництва спеціальних проникаючих люмінесцентних рідин.

Як проникаючі рідини в люмінесцентній дефектоскопії використовують розчини наведені в додатку Г.

Також розроблена люмінесцентна рідина для капілярної дефектоскопії, що одержала назву ЛЖ-2, (ЛЖ-6).

Рідина «нориол», розроблена Інститутом органічної хімії АН, показала гарні результати при використанні в умовах серійного виробничого контролю.

Прилади для люмінесцентного контролю. Як уже вказувалося вище, флуоресценція люмінофорів у процесі люмінесцентного контролю виникає внаслідок опромінення їх ультрафіолетовими променями. Джерелами ультрафіолетового випромінювання служать ртутно-кварцеві лампи низького й високого тиску типів ДРШ-1000-3, ДРШ-500, ДРШ-250, ПРК-7 й ін. Напруга на лампах залежно від їхнього типу може коливатися від 70 до 135 В живлення схеми здійснюється від мережі 127—220 В.

На рис. 8 приводяться найпоширеніші схеми включення ртутно-кварцових ламп. Для фільтрації видимої частини спектра випромінювання ртутно-кварцової лампи використовують спеціальні світлофільтри.

Їх виготовляють із силікатного або фосфатного скла, до складу якого додають окисли нікелю й кобальту, оскільки ці елементи мають малу поглинаючу здатність в інфрачервоній і фіолетовій сфера спектру. Найбільше поширення в люмінесцентній дефектоскопії одержали світлофільтри марок УФС-3,

УФС-4 й УФС-6. Вони пропускають частину спектру в сфері 320–390нм, використовувану в люмінесцентній дефектоскопії.

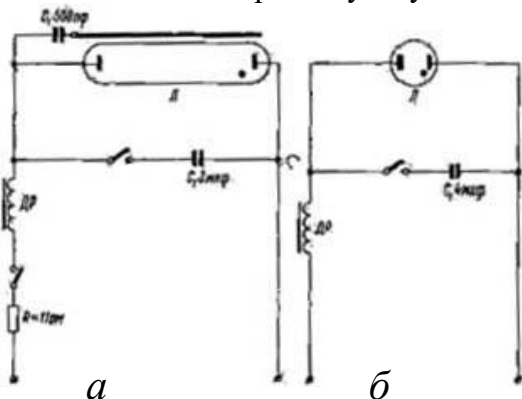


Рис. 8 Принципові схеми включення ртутно-кварцових ламп, використовуваних у люмінесцентних освітлювачах
а – схема включення ламп типу ПРК; б – схема включення ламп типу СВДШ

Різні підприємства нашої промисловості випускали ультрафіолетові світильники типу ЛЮМ-1, ЛЮМ-2, УПФ-5, ОС-65 і ПЛД-2.

8 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

8.1 Магнітопорошковий метод

Дефектоскоп ПМД-70. - переносний універсальний засіб магнітного контролю для виявлення поверхневих і підповерхневих дефектів у виробках з феромагнітних матеріалів з відносної, максимальної магнітопроницаємості не менш 40 А/див.

У комплект до ПМД-70 з пристрої, що намагнічують: електроконтакти; соленоїд; гнучкий кабель; електромагніт шарнірний з універсальними полюсними наконечниками; ванна з суспензією (дисперсний порошок прожареного окису заліза - крокус і трансформаторне масло). Співвідношення обсягів порошку й масла 1:40; волосяна кисть для нанесення на поверхню деталі суспензії; лупа однолінзова текстильна з оптикою (ЛТ-1-10^x ГОСТ 25706-83); лампа переносна для висвітлення намагнічених ділянок деталей при огляді (входить у комплект ПМД-70); кабелі живлення; блок імпульсний; блок керування; електрошнур - вмикання блоку живлення в електромережу 220В.

Дефектоскоп розрахований на роботу в цехових, лабораторних або польових умовах, забезпечує два способи контролю: (на залишковій намагніченості й у прикладеному полі, з автоматичним розмагнічуванням після контролю).

Дефектоскоп дозволяє контролювати різні за формою деталі, зварені шви, внутрішні поверхні шляхом намагнічування окремих контрольованих ділянок або виробу в цілому з циркулярним або подовжнім полем, створюваному за допомогою пристроїв, які намагнічують, що живляться імпульсним струмом (електроконтакти, гнучкий кабель), а також постійним струмом (електромагніт, соленоїд).

Дефектоскоп містить (рис. 9): блок живлення 1, блок керування 2, імпульсний блок 3, електромагніт 4, гнучкі кабелі 5, соленоїд 6, електроконтакти 7.

Електроконтакти призначені для намагнічування деталей нескладної конфігурації й значної маси й довжини (кулачкові валики, колінчасті вали, вали КП й ін.). Гнучкі кабелі 5 призначені для визначення дефектів у деталей більших діаметрів або деталей безпосередньо на машині, гарна гнучкість кабелів дозволяє намотувати витки кабелю на деталі. Соленоїд 6 дозволяє намагнітити деталі, що мають діаметр не більше 90мм і довжину не більше 160 мм.

Електромагніти 4 виконані з магнітоємкої електротехнічної сталі. Електромагніт обладнаний двома послідовно з'єднаними обмотками, які розраховані на струм в 2А (при тривалому включенні), і щитком з вимикачем, що пов'язаний зі з'єднальним кабелем. Шарнірне з'єднання деталей магнітопровода забезпечує йому два ступені свободи, дозволяючи таким чином орієнтувати полюсні наконечники в просторі, що створює можливість виконувати намагнічування й розмагнічування ділянок деталей складної геометричної форми.

При наявності мережі змінного струму частотою 50Гц і напругою 220В блок імпульсний використовується, як окремий дефектоскоп, що працює в режимі намагнічування імпульсним струмом з застосуванням гнучкого кабелю або ручних електроконтактній.

Варіант живлення блоку імпульсного 3 від мережі постійного

струму 24В здійснюється через блок керування з використанням його як перетворювача напруги, що працює на частоті 50 ± 10 Гц мережі постійного або змінного струму 24В переносного дефектоскопа, що працює з соленоїдом (або електромагнітом).

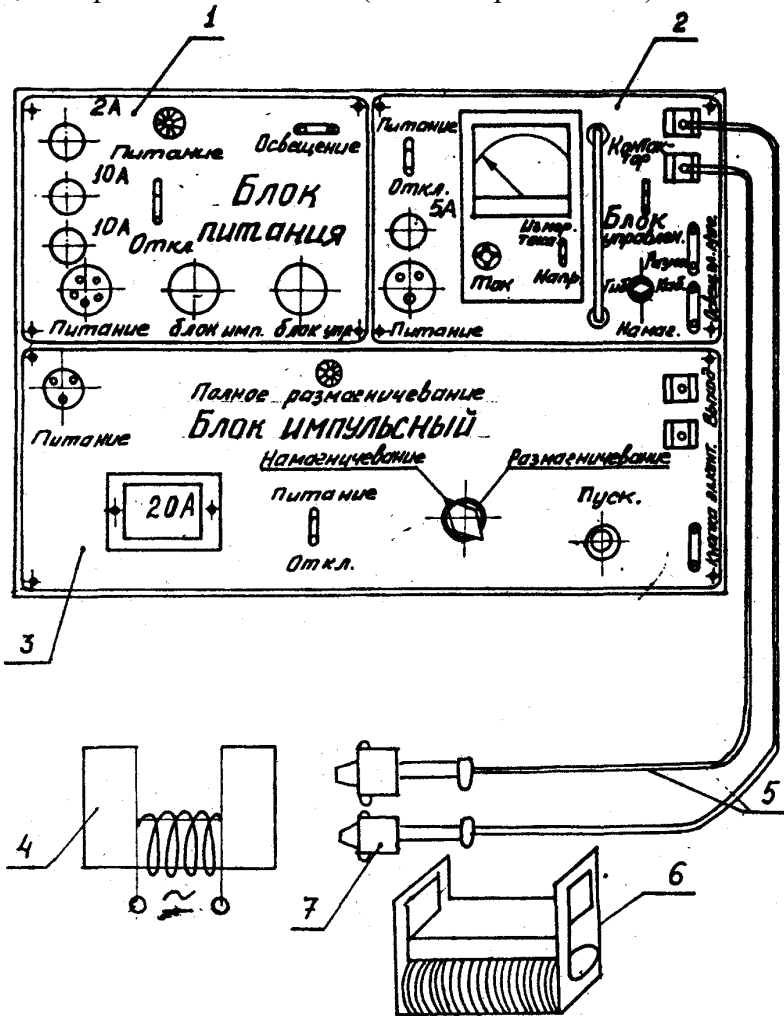


Рис. 9 Загальний вид дефектоскопа

- 1 - блок живлення; 2 - блок керування; 3 - імпульсний блок; 4 - електромагніт; 5 - гнучкі кабелі; 6 - соленоїд; 7 - електроконтакти.

Варіант живлення блоку керування 2 від мережі змінного струму здійснюється підключенням його до імпульсного блоку 3.

Електрична схема блоку керування утворена мостовим підсилювачем потужності, застосовуваним для регулювання амплітуди й реверса струму, що намагнічує.

На передній панелі блоку керування розташовані: рознімання ЖИВЛЕННЯ для підключення кабелю 5, що з'єднує окремих блок живлення розетки ВИСВІТЛЕННЯ, ЕЛ. МАГНІТ, СОЛЕНОЇД; вимикач ЖИВЛЕННЯ-ВИКЛ; перемикачі живлення Бл.ІМП. РОЗМАГ.НАМАГ.НАПРУГА регулятор СТРУМ; Стрілочний вимірник струму 0 - 5А, напруги 50В; Кнопковий вимикач - РОЗМАГНІЧУВАННЯ ВКЛ.

На передній панелі імпульсного блоку розташовані: роз'ємник - ЖИВЛЕННЯ, запобіжники 2А, 10А, розмикач - БЛОК КЕРУВАННЯ, індикаторні лампи ЖИВЛЕННЯ, СТРУМ, у середній частині блоку штамп-марка дефектоскопа й блок імпульсний; перехідний перемикач - НАМАГНІЧУВАННЯ-РОЗМАГНІЧУВАННЯ, кнопка -ПУСК, розетка - кнопка електромагніта; цангові затискачі - ВИХІД для штирів кабелів, що намагнічують.

При роботі з дефектоскопом необхідно пам'ятати:

а) робота виконується в присутності навчального майстра, що здійснює підключення кабелів;

б) робота з гнучким кабелем забороняється при живленні блоку керування від блоку живлення;

в) одночасне включення від блоку дефектоскопа імпульсного блоку й блоку керування допускається тільки при живленні дефектоскопа від мережі змінного струму напругою 220В;

г) у процесі експлуатації блоку керування не допускати короткого замикання розетки «ЕЛ.МАГНІТ-СОЛЕНОЇД», тому що це може призвести до виходу з ладу транзисторів;

д) переносну лампу А-24-21, призначену для висвітлення, включати тільки в розетку «ВИСВІТЛЕННЯ», розташовану в блоці живлення;

е) робота з імпульсним блоком допускається тільки при включеному навантаженні;

ж) пауза між двома наступними циклами розмагнічування повинна становити не менш 3 хв. - при роботі з блоком керування й не менш 2 хв. - при роботі з імпульсним блоком.

Послідовність дефектування:

1. Зробити зовнішній огляд дефектоскопа і його робочої оснастки. Ознайомитися з методичними вказівками, і вивчити правила безпеки при роботі з дефектоскопом.

2. Підключити імпульсний блок до мережі змінного струму 50Гц, 220В для чого: підключити кабель живлення 1 (номер кабелю відбитий на спеціальному затискачі) до рознімання ЖИВЛЕННЯ імпульсного блоку, другий кінець рознімання кабелю 1 з'єднати з розніманням перехідного кабелю 4, що закінчується штепсельною вилкою й останню увімкнути в мережну розетку (виконує навчальний майстер). У такому варіанті блок імпульсний може працювати як самостійний дефектоскоп, але тільки з двома пристроями, що намагнічують: гнучкий кабель і тверді контакти.

3. Для роботи дефектоскопа з блоком керування необхідно кабель 2 з'єднати розніманням БЛОК КЕРУВАННЯ на імпульсному блоці з розніманням ЖИВЛЕННЯ на блоці керування.

4. Перемикач режимів установити в положення НАМАГНІЧУВАННЯ, включити дефектоскоп перемикачем ЖИВЛЕННЯ-ВКЛ.

5. Кабель, що намагнічує, намотати на контрольний зразок (4 витки) і включити його штирі в цангові затискачі ВИХІД.

6. Натиснути кнопку пуск імпульсного блоку і намагнітити деталь.

7. Звільнити зразок від кабелю, що намагнічує, і полити його над ванночкою суспензією. Коли на зразку з'являться зображення дефектів, порівняти їх з еталомом.

8. Деталь знову помістити в поле, що намагнічує. Увімкнути перемикач режимів на РОЗМАГНІЧУВАННЯ й розмагнітити деталь. Розмагнічування йде загасаючими імпульсами. Вгасання лампи СТРУМ вказує на повне розмагнічування.

9. Зробити контроль розмагнічування, для чого деталь знову полити суспензією; відбитків дефекту не повинно бути.

10. Протерти насухо контрольний зразок.

11. Зробити намагнічування деталі постійним струмом через пульт керування. Для цього використати соленоїд і постійні електромагніти.

12. Для намагнічування зразка соленоїдом - необхідно увімкнути перемикач імпульсного блоку ЖИВЛЕННЯ-ВКЛ., увімкнути на блоці керування перемикачем живлення.

13. У розетку СОЛЕНОІД-ЕЛ.МАГНІТ увімкнути СОЛЕНОІД. Вмикач установити в положення НАМАГНІЧУВАННЯ. На соленоїді перемикач поставити в положення ПОСТІЙНИЙ СТРУМ, усередину соленоїда помістити контрольний зразок і зробити намагнічування.

14. Витягти контрольний зразок із соленоїда і полити його суспензією на зразку з'являються сліди дефектів.

15. Зробити розмагнічування контрольного зразка намагнічуванням як зазначено в пунктах 8, 9, 10.

16. Вимкнути з розетки блоку керування соленоїд і увімкнути в розетку постійний магніт.

17. Переключити перемикач постійних магнітів у положення намагнічування деталі.

18. Зняти зразок з постійних магнітів і полити суспензією, переконатися в появі відбитків дефектів.

19. Зробити розмагнічування контрольного зразка намагнічуванням, як зазначено в пунктах 8, 9, 10.

20. Вимкнути живлення блоку керування й імпульсного блоку, вимкнути штепсельну вилку з розетки мережі змінного струму. Результати дефекації заносять до таблиці 1.

Таблиця 1 Результати дефекації

Найменування деталі	Спосіб дефекації	Характеристика виявленого дефекту	Висновок

8.2 Ультразвуковий метод

Імпульсний ультразвуковий луна-дефектоскоп УЗД-МВТУ (рис. 10), має наступні технічні характеристики:

- робочі частоти, МГц – 0.5 – 12,5;
- максимальна межа товщини контрольованих виробів по сталі, мм – 500;
- мінімальна глибина прозвучування для сталі (мертва зона), мм
 - при використанні перетворювача похилого (ПП) - 3
 - при використанні перетворювача роздільно-сумісного (П-РС) - немає
- споживана потужність, В А – 15;
- живлення від мережі змінного струму, В – 220;
- маса приладу, кг – 6,5.

До комплекту входить набір ультразвукових п'єзоелектричних перетворювачів.


Послідовність дефектування:

1. Контрольовану деталь підготувати до роботи. Очистити її від бруду й корозії, протерти насухо й нанести шар контактного мастильного матеріалу. Вибір мастильного матеріалу визначається шорсткістю виробу: для грубих поверхонь - індустріальне масло, для гладких - трансформаторне масло.

2. Вибрати необхідний перетворювач для контролю деталі.

3. Підготувати дефектоскоп до роботи:

- зробити загальний огляд дефектоскопа й перевірити заземлення;
- підключити дефектоскоп до джерела струму напругою 220В, частотою 50 Гц;
- сполучним кабелем підключити до вихідного рознімання

«  » генератора, розташованому на передній панелі дефектоскопа, обраний для контролю перетворювач. Тумблер перемикача виду роботи повинен бути встановлений у положення

«  » - для роботи зі сполученою схемою контролю;

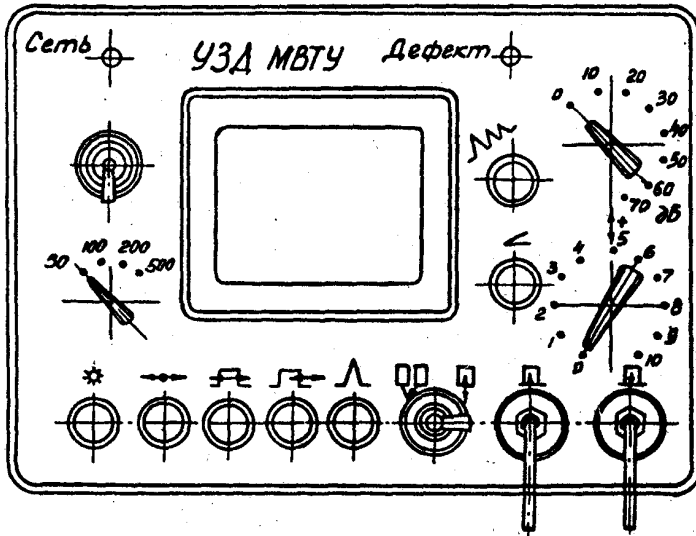










Рис. 10 Панель ультразвукового луна-дефектоскопу УЗД-МВТУ


- при роботі з тінговою схемою контролю або з роздільно-сумісним перетворювачем приєднати кабель випромінювача до вихідного рознімання «» генератора, а кабель приймача - до вихідного рознімання підсилювача «». Тумблер перемикачання виду роботи повинен бути встановлений у положенні «» для роботи з роздільною схемою.


Встановити органи керування дефектоскопом у наступні положення:

- регулятори тривалості «» і затримки строб-імпульсу «» у крайнє ліве;
- регулятор яскравості. «» - у середнє;
- перемикач тривалості розгортання діапазонів контролю «мм» установити в положення на «50». «100», «200» або «500» залежно від товщини виробу;
- регулятор плавного ослаблення «» перевести в поло-

ження крайнє лівє;

- регулятор тимчасового регулювання чутливості (ТРЧ) «»
- у крайнє лівє;

- регулятор відсічення «» у крайнє лівє;



- регулятор зсуву променя по горизонталі «» - у середнє;

- перемикачі східчастого ослаблення сигналу «» - «0».

4. Зробити контроль деталі в такій послідовності:

- увімкнути дефектоскоп тумблером «мережа». При цьому повинен зайнятися індикаторний світлодіод зеленого кольору;

- прогріти прилад протягом п'яти хвилин;

- установити початок зондувального імпульсу протану нульової оцінки шкали ЭЛТ за допомогою регулятора «». Відрегулювати яскравість і чіткість ліній розгортання за допомогою регулятора «»;

- за стандартними зразками встановити необхідну для контролю чутливість;

- виконати прозвучування контрольованого виробу способом, передбаченим для конкретної деталі.

Про дефектність деталі судять за наявністю сигналів на екрані електронно-променевої трубки дефектоскопа або за зменшенням амплітуди минулого сигналу. Результати заносять до таблиці 1.

8.3 Коерцитиметричний метод

Контроль проводиться приладами сімейства КРМ-Ц (див додаток Д).

Коерцитиметр КРМ-Ц призначений для вимірювання коерцитивної сили локальної ділянки феромагнітних матеріалів. Прилад дозволяє контролювати структуру металу, твердість, пластичні властивості і властивості міцності деталей і конструкцій, зокрема:

- контролювати якість виробів після об'ємної термічної обробки (гартування з відпуском, нормалізації, відпалу і т.д.);

- контролювати якість виробів після поверхневого зміцнення (різних видів хіміко-термічної обробки, поверхневого гар-

тування, наклепу і т.д.);

- визначати механічні властивості сталевого прокату і конструкційних матеріалів, виробів з чавуну;

- проводити сортування деталей по марках сталі і чавуну.

Контроль таких характеристик можливий за наявності односторонньої залежності між ними і коерцитивною силою. Ця залежність визначається індивідуально для кожного найменування деталі при впровадженні методу контролю у виробництво.

Прилад може бути використаний в цехах, лабораторіях, відділах технічного контролю металургійних, машинобудівних, ремонтних підприємствах для контролю і розбраковування матеріалів, деталей і конструкцій.

Проведення коерцитиметричного контролю якості гільз циліндрів автотракторних двигунів проводиться таким чином:

а) підготовка до роботи:

- підключити перетворювач до блоку виміру;

- підключити захисне заземлення до блоку виміру;

- включити кабель живлення в мережну розетку та включити живлення приладу тумблером "СЕТЬ" на задній панелі (рис.11).

б) установити перетворювач на контрольований зразок або на контрольовану ділянку виробу.

в) натиснути кнопку "ИЗМЕРЕНИЕ" на передній панелі блоку виміру або на ручці перетворювача. При цьому загоряється світловий індикатор над кнопкою "ИЗМЕРЕНИЕ". Він гасне по закінченні обчислювального етапу (вимірювального циклу приблизно через 4 сек.), і потім вмикається цифрове табло й один зі світлодіодних індикаторів "НОРМА", "БОЛЬШЕ", "МЕНЬШЕ". Включення цифрової індикації після закінчення виміру виключає можливість помилкового зчитування результатів. Прилад готовий до наступного виміру.

г) при використанні коерцитиметра для масового розбраковування контрольованих виробів, перед початком вимірів необхідно встановити верхню й нижню границі припустимих значень коерцитивної сили в такий спосіб:

- утримуючи кнопку "МАКС" у натиснутому положенні, установити за цифровим таблом верхнє граничне значення за допо-

могою регулятора "МАКС" (обертаючи шліц резистора поруч із цією кнопкою);

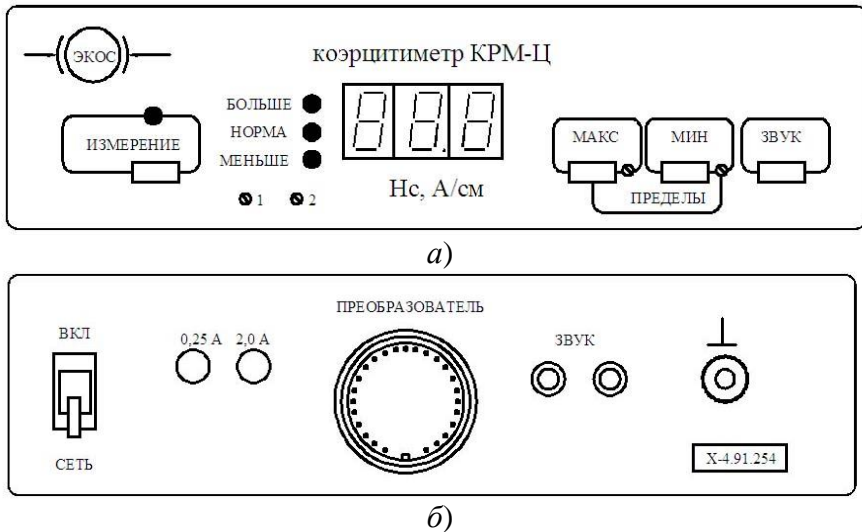


Рис. 11 Панелі приладу: а) передня; б) задня

- утримуючи кнопку "МИН" у натиснутому положенні, установити за цифровим таблом нижнє граничне значення за допомогою регулятора "МИН" (обертаючи шліц резистора поруч із цією кнопкою).

д) зробити вимір згідно п. б, в. Якщо величина коерцитивної сили контрольованого виробу перебуває в межах припустимих значень, то на панелі індикації загоряється зелений світловий індикатор "НОРМА" і вмикається звуковий сигнал. Якщо величина коерцитивної сили перебуває вище або нижче межах припустимих значень, то загоряється червоний світловий індикатор "БОЛЬШЕ" або "МЕНЬШЕ". Звуковий сигнал відключається кнопкою "ЗВУК" на передній панелі.

е) у приміщеннях з підвищеним рівнем шуму звуковий сигнал можна подати на зовнішню акустичну систему опором не менш 8 Ом через розетку "ЗВУК" на задній панелі приладу. Для цієї мети можна використати, приміром, радіотрансляційний абонентський гучномовець або низькоомні головні телефони.

є) перед початком контролю виробів необхідно відрегулювати прилад. Якщо показання приладу на контрольних зразках відрізняються більш ніж на 3% від їхніх паспортних даних, необхідне підстроювання коерцитиметра. Воно проводиться двома потенціометрами, викруткою через отвори на передній панелі приладу, позначені "1" та "2" .

Порядок підстроювання:

- установити зразок КР-1 (з малим значенням коерцитивної сили) на перетворювач. Послідовно роблячи виміри й регулюючи викруткою потенціометр "1", домогтися відповідності показання приладу паспортному значенню коерцитивної сили зразка КР-1;

- установити зразок КР-2 (з більшим значенням коерцитивної сили) на перетворювач. Послідовно роблячи виміри й регулюючи, потенціометр "2", домогтися відповідності показань приладу дійсному значенню для зразка КР-2;

- повторювати аналогічні дії зі зразками КР-1 і КР-2. поки результати вимірів перестануть відрізнятися від паспортних даних зразків (як правило, досить 3-х-5-ти таких циклів підстроювання).

Після проведення вимірів слід підрахувати середнє значення і розмах по кожній деталі;

Середнє:

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_1^N X ,$$

де N – кількість вимірів;

X – значення коерцитивної сили в місці, що заміряється, А/см.

Розмах:

$$R = \max(X) - \min(X) ,$$

де $\max(X)$, $\min(X)$ – відповідно максимальнє і мінімальнє значення коерцитивної сили на гільзі;

Результати занести в таблицю 2. Зробити висновок.

9 КОРОТКІ ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Забороняється працювати з дефектоскопом без заземлення, знімати кожух при включеному дефектоскопі або працювати зі зня-

тим кожухом, тому що на електроди ЕПТ подається висока напруга небезпечна для життя. До роботи з дефектоскопом допускаються фахівці, що пройшли інструктаж і здали заліки на знання методики контролю і правил техніки безпеки. Забороняється торкатися до неізолюваних струмопровідних частин дефектоскопу, що знаходяться під напругою, незалежно від її величини.

10 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Мета роботи. 2. Характеристика контролюємої деталі і її відображення. 3. Блок схема та принцип роботи магнітопрошкового дефектоскопу. 4. Блок-схема та принцип роботи ультразвукового дефектоскопу, будова п'єзоелектричного перетворювача. 5. Послідовність виконання операцій коерцитиметричного контролю. 6. Розрахунок середнього значення та розмаху. 7. Результати контролю прихованих дефектів. Таблиці 1 і 2. 8. Відповіді на контрольні питання. 9. Висновки.

11 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

11.1 Які особливості підготовки поверхні деталі до ультразвукової дефектації?

11.2 Електромагніт та його застосування. Способи намагнічування деталей.

11.3 Розмагнічування та контроль ступеню розмагнічування імпульсним блоком. Час повного розмагнічування.

11.4 Які проникаючі рідини застосовуються в люмінесцентній дефектоскопії?

11.5 Які прилади використовують для люмінесцентного контролю?

11.6 Як впливають твердість, структура і термообробка на величину коерцитивної сили?

Таблиця 2 Результати вимірювань коерцитивної сили на гільзах циліндрів автотракторних двигунів

№ гільзи	Місце виміру	Номер виміру										Допустимі значення		Середнє	Розмах	Прим.	Висновок	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	max	min					
1	Внутрішня поверхня												13,0	11,0				
	Зовнішня поверхня												10,5	9,0				
2	Внутрішня поверхня												13,0	11,0				
	Зовнішня поверхня												10,5	9,0				
3	Внутрішня поверхня												13,0	11,0				
	Зовнішня поверхня												10,5	9,0				

Таблиця А.1 Види дефектів та їх характеристика

Дефект	Характеристика
Тріщини ливарного походження, гарячі й холодні	Тріщини у виливках, що утворилися в результаті утрудненої усадки в процесі кристалізації (гарячі тріщини) або при подальшому охолодженні виливків (холодні)
Тріщини, що утворилися в процесі прокатки, кування або штампування	Поверхневі або внутрішні порушення суцільності. Причина утворення - низька пластичність оброблюваного матеріалу
Тріщини гартівні	Тріщини, що утворилися на поверхні в результаті порушення технології загартування; мають вигляд звивистих переривчастих ліній, у зламі - окислена поверхня
Тріщини шліфувальні	Найтонші розриви на поверхні деталі - окремі й у вигляді сітки, найчастіше зустрічаються в деталях, виготовлених з матеріалу з високою твердістю
Тріщини стомленості	Тріщини, що виникли в результаті багаторазових знакозмінних навантажень; найчастіше утворюються в місцях різкої зміни перетинів
Тріщини міжкристалічні	Тріщини по границях зерен; після травлення шліфа виявляються у вигляді сіток; у зламі - гладка блискуча поверхня
Корозія міжкристалічна	Порушення помилки в результаті дії корозії по границях зерен
Усадочні раковини, пористість	Відкриття або закриття порожнини в тілі вилівка, що мають шорсткувату або крупнокристалічну поверхню, іноді окислену; звичайно розташовуються в стовщених місцях виливків. Пористість - локальне скупчення дрібних, а іноді й мікроскопічних усадочних раковин
Газові, жужільні й земляні раковини й включення	Зовнішні або внутрішні порожнини в тілі вилівка, заповнені газом, а також повністю або частково заповнені формувальною сумішшю або

	шлаками; можуть бути у вигляді стільник, гніздові й одиночні
Флокени	Внутрішні тріщини. У зламі флокени мають вигляд світлих плям овальної форми на загальному більшому темному тілі зламу, на шліфах після травлення виявляються як нитковидні тріщини
Закови, заходи	Порушення суцільності металу у вигляді розшарувань і складок
Волосовини	Порушення помилки металу у вигляді тонких витягнутих уздовж напрямки деформації заходів із прошарком включень
Ужимини	Неглибокі вузькі канавки або западини на тілі виливків, прикриті шаром металу, майже повністю відділеного від виливка прошарком формувального матеріалу; шар металу з'єднаний з виливком тільки тонким швом
Спай	Наскрізні або поверхневі щілини із закругленими краями й поглиблення в тілі виливка, утворені потоками, що не злилися, передчасно застиглого металу
Плівки	Плівки, що складаються з окислів металу в тілі виливка; можуть повністю порушувати суцільність виливки
Непровар	Відсутність суцільності між тілом деталей, що зварюють, і матеріалом звареного шва; причина-порушення технології зварювання
Прожог	Дефект, викликаний малим зусиллям стиску електродів при роликовому або точковому зварюванні; знижує міцність зварювального з'єднання

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 Чутливість різних методів дефектоскопії та можливість їхнього застосування

Метод дефектоскопії	Мінімальна глибина тріщини, мм	Мінімальна величина розкриття тріщини, мм	Можливість застосування (матеріали й орієнтація дефекту)
Ультразвуковий	0,1	0,001	Магнітні, немагнітні й інші матеріали; внутрішні, підповерхневі й зовнішні дефекти (не піддаються контролю дрібні деталі складної конфігурації й деталі із чистотою обробки нижче Δ6)
Електроіндуктивний (метод вихрових струмів).	0,1	0,001	Магнітні й немагнітні матеріали. Підповерхневі й зовнішні дефекти (Контролю не піддаються дрібні деталі складної конфігурації)
Просвічуванням рентгенівськими променями	2% від товщини контрольованого виробу	Залежно від орієнтації стосовно пучку випромінювання до 0,1	Магнітні, немагнітні й інші матеріали
	3% від товщини контролюємої деталі	–	Внутрішні, підповерхневі і зовнішні дефекти
Магнітний порошок	0,01	0,001	Тільки магнітні матеріали. Зовнішні та підповерхневі дефекти
Магнітно-люмінесцентний	0,005	0,0001	Те ж

Люмінесцентний	0,04	0,02	Магнітні, немагнітні й інші матеріали. Тільки поверхневі дефекти
Барвистий (метод фарб)	0,02	0,001	Те ж
Візуальний	—	0,1	>

ДОДАТОК В

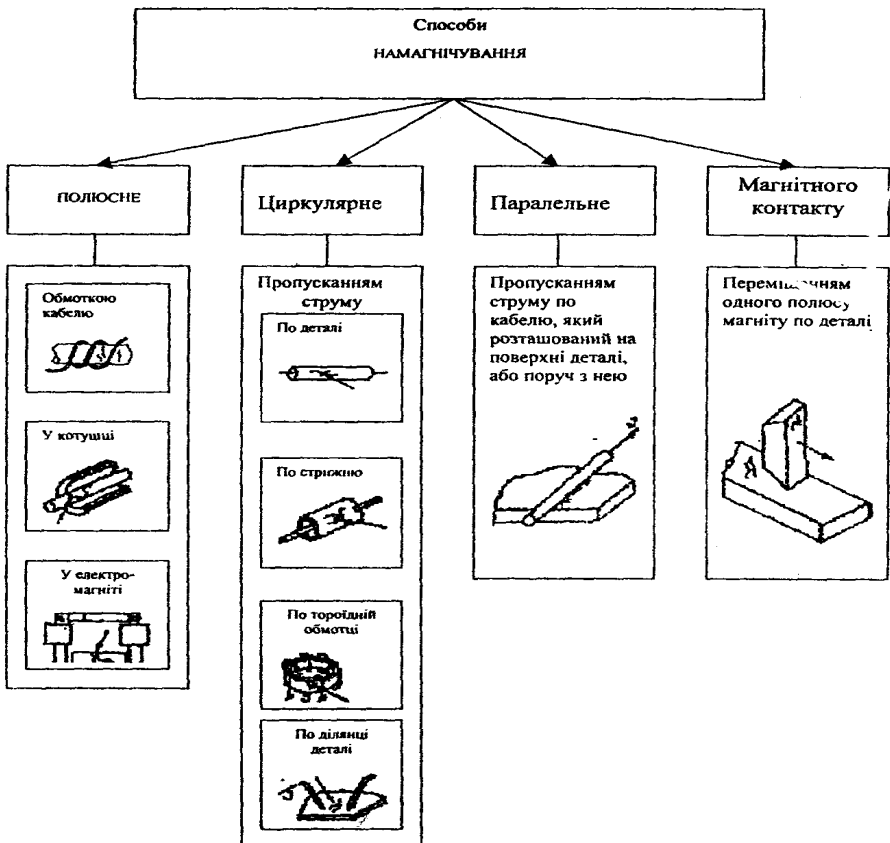


Рис.В.1 Види та способи намагнічування

ДОДАТОК Г

Таблиця Г.1 Склади проникаючих рідин в люмінесцентній дефектоскопії

Номер рідини	Склад
№ 1	Гас, %- 65, Трансформаторна олива, % - 025, Бензин, % - 10
№ 2	Гас, % - 55, Машинне олива,* % - 25, Бензин, % - .20
№ 3	Гас, % - 90, Автол, % - 10
№ 4	Гас, % - 50, Бензин, % - 25, Трансформаторне олива, % - 25, Дефектол, % - 0,02
№ 5	Гас, % - 55, Авіаційне масло, % - 25, Бензин, % - 20 Емульгатор ОП-7, г/л - 5
№ 6	Гас, % - 65, Нориол, % - 25, Бензин, % - 10, Емульгатор ОП-7, г/л - 5
№ 7	Гас, % - 85, Трансформаторне масло, % - 15
№ 8 (для дифузійного способу)	Рідина ЛЖ-6, % - 5, Спирт бутиловий, % - 35, Емульгатор ОП-7, % - 10

ДОДАТОК Д

ХАРАКТЕРИСТИКИ КОЕРЦИТИМЕТРА КРМ-Ц



Рис. А.1 Коерцитиметр КРМ-Ц

Технічні характеристики приладу:

- діапазон вимірювання коерцитивної сили, А/см, 1,0-60,0;
 - погрішність вимірювання коерцитивної сили на контрольних зразках, не більше 2,5% +1 одиниця молодшого розряду цифрового індикатора;
 - тривалість циклу вимірювання, с., не більше 6;
 - амплітуда імпульсів струму намагнічення, А, не менше 3,0;
 - середня споживана потужність, ВА, не більше 80;
 - габаритні розміри, мм: блок вимірювання 230x250x60; перетворювач 130x80x110;
 - маса, кг, блок вимірювання 2,0; перетворювач 1,2;
 - напруга живлення, В, 220±10%;
 - частота живлячої мережі, Гц, 50±1;
- Прилад КРМ-Ц є стандартизованим засобом вимірювання.

Експлуатаційні характеристики:

Прилад призначений для роботи в умовах:

- температура навколишнього середовища, (+10 ... +40)°С;
- відносна вологість повітря, до 80% при 25°С.

РОБОТА № 6

ФАРБУВАННЯ І КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ЛАКОФАРБОВОГО ПOKPИTTЯ АВТОМОБІЛІВ

1 МЕТА РОБОТИ

Вивчити технологічний процес фарбування машин і ознайомитися з устаткуванням для фарбування і контролю якості пофарбованих поверхонь.

2 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ

- 2.1 Коротко опишіть сутність процесу фарбування?
- 2.2 Класифікація і маркування лакофарбових матеріалів?
- 2.3 У чому полягає сутність шпатлювання?
- 2.4 Перелічить способи нанесення лакофарбових покриттів і коротко опишіть їхню сутність.
- 2.5 Як здійснюється контроль лакофарбових покриттів?

3 ЗАВДАННЯ

Розглянути принцип дії, деякі рекомендації з використання і налагодження фарбопульта. Ознайомимося із процесом змішування фарби для одношарового і багатошарового фарбування, розглянути умови одержання найбільш якісного лакофарбового покриття, при нанесенні фарбопультом. Ознайомитися з видами шпаклівки, розглянути процес її приготування, нанесення та шліфування. Розібрати загальні рекомендації і дефекти в процесі шпатлювання. Ознайомитися з методами контролю лакофарбових покриттів.

4 ЧАС ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Самостійна підготовка – 1 година;
Робота в лабораторії – 2 акад. години.

5 ЛІТЕРАТУРА

5.1 Основна

5.1.1 Ремонт машин та обладнання: Підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. Підручник: (Затверджено МОН України як підручник для студентів

ВНЗ, які навчаються за напрямом підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» від 21.06.10 №1/11 – 545) - К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с.

5.1.2 Теоретические основы технологии ремонта машин: Учебник в 3-х томах /Под ред. А.И. Сидашенко, А.А. Науменко. Том 1. (Теория и технология производственных процессов ремонта машин). - Харьков: ХНТУСХ, 2005. - 590с.

5.1.3 Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій. / Сідашенко О.І. Тіхонов О.І., Лузан С.О. та інші. Навч. посібник – Харків: ХНТУСГ, 2017.– 361 с.

5.1.4 Технология ремонта машин / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский и др.; Под ред. Е. А. Пучина. — М.: КолосС, 2007. — 488 с: ил. — (Учебники и учеб. пособия студентов высш. учеб. заведений).

5.2 Додаткова

5.2.1 Афонин С. Ремонт и покраска автомобиля. – М.: ПОНЧИК, 2003. – 140 с.

5.2.2 Громаковский А., Бранихин Г. Покраска автомобиля и кузовные работы. – С-Птб.: Питер, 2009. – 192 с.

5.2.3 Ильин М.С. Кузовные работы. Рихтовка, сварка, покраска, антикоррозийная обработка. – М.: Современная школа, 2009. -480с.

5.2.4 Мельников И.В. Автомобиль. Покраска и защита от коррозии. – М.:Феникс, 2007. – 32 с.

6 ОБЛАДНАННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

Грунтовка; шпаклівка; шпатель; змивка, розчинник №647; респіратор; окуляри; фарборозпилювач; перетворювач іржі, Уайт-Спірит, бензин – 80; нітроемаль; компресор, балон зі стисненим повітрям; ємності для змішування фарби; віскозиметр; рукавиці; прилад для контролю якості лакофарбових поверхонь.

7 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ І ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

У пошуку ідеальної фарби розробники змушені враховува-

ти технологічні моменти, пов'язані з її нанесенням. Автомобільна фарба повинна швидко сохнути, інакше прискорення всього виробничого циклу не матиме ніякого сенсу. Завод в такому випадку перетворився б в фарбувальне підприємство з невеликим складальним цехом.

Втім, сьогодні автовиробники не дуже далеко просунулися у вирішенні вищезазваної проблеми. Фарбувальні цехи займають значну частину їх виробничих потужностей. Якщо вдасться створити таку фарбу, яка буде сохнути лічені хвилини, то витрати знизяться дуже значно, а це в свою чергу призведе до зменшення собівартості авто.

Таким чином, стає очевидним, що головна зацікавленість виробників автомобілів полягає в скороченні часу висихання фарби. Саме в цьому напрямку вони і будуть працювати. Але є ще ряд аспектів:

- міцність;
- еластичність;
- зносостійкість;
- стійкість до УФ-випромінювання.

7.1 Вибір ґрунтовки і її обробка. При ремонті кузова автомобіля виникає питання яку фарбу необхідно застосувати, щоб отримати більш якісне покриття? Мається на увазі не колір, а склад. Від цього залежить, які ґрунтовки та спосіб їх обробки застосовувати.

Фарби, для фарбування кузовів, діляться на синтетичні, акрилові, нітро і металізовані («Металік, перламутр, ксералік»).

Нітрофарби застосовуються вкрай рідко, тому що вони сильно піддані атмосферним впливам і вимагають частого полірування.

Синтетичні емалі мають відмінний блиск, гарну стійкість до впливу атмосферних явищ, при великому діапазоні температур. Вони заливають дрібні ризки і поверхня, пофарбована такими емаллями, виходить рівна та блискуча. Але для отвердіння потрібна велика температура (до 135°C), що вимагає застосування спеціального додаткового обладнання, а саме сушильної камери. Зараз у продажу є різноманітні прискорювачі, які здатні

зменшити час полімерізації синтетичних емалей (затвердники), за рахунок зменшення температури отвердіння до 80°C, але не сприяють поліпшенню якості покриття, скоріше навпаки.

Акрилові емалі мають усі перераховані переваги синтетичних, але, висихаючи, утворюють дуже тонку плівку, яка проявляє всі дефекти обробки кузова під фарбування. У якості переваги перед синтетичними емалями є отвердіння при температурі +20°C за 24 години з додаванням затвердника.

Фарбування *металізованими* ділиться на два етапи. Поверхня фарбується металізованою фарбою на нітро основі з послідовним покриттям її безбарвним акриловим лаком, у який додається затвердник. Готова до експлуатації поверхня утворюється при +20°C за добу.

Як уже було сказано вище, вибір підготовки залежить від вибору фарби. Під фарбування синтетичними емалями поверхні ґрунтують пентафталевами, гліфталевами або акриловими ґрунтовками. Шліфують ґрунтовку після проявлення наждаковими шкурками зернистістю «400-600».

При фарбуванні акриловими емалями поверхні ґрунтують акриловими ґрунтовками з додаванням затвердника і наступним проявленням. Такі ґрунтовки готові до шліфування через три години (як заявлено виробником). Але практика показала, для найбільшої ефективності, доцільніше додатково підсушити (наприклад інфрачервоною лампою). Без додаткового сушіння (після 3 годин) часто з'являлася "усадка", тобто сів ґрунт і проявились ризки. Шліфують заґрунтовану поверхню наждаковими шкурками зернистістю «800-1000».

Що стосується металізованих покриттів, то тут теж доцільне застосування акрилових ґрунтовок із проявленням і шліфуванням шкурками «800-1000». При фарбуванні синтетичними емалями досить 2-3х шарів фарби з міжшаровим сушінням 10-15 хвилин.

Якщо красимо акриловими емалями, то шарів повинно бути не менше трьох. Металізовану основу наносимо п'ятьма – шістьма шарами з відстані до 45 см., розпилюючи таким чином, щоб не було видно смуг проходу. Після 15-ти хвилин сушіння покриваємо акриловим лаком з затвердником у два – три шари.

Грунтовку необхідно проявляти. Тобто напиляти на неї фарбу контрастного кольору. При шліфуванні ця фарба повністю видаляється і у результаті виходить рівна та гладка поверхня.

Шліфування ґрунтовки проводять вручну і обов'язково з водою.

7.2 Фарбувальні пістолети (фарбопульти). Розглянемо принцип дії, деякі рекомендації з використання і настройки пістолета, а також розберемо його будову (див. рис. 1).

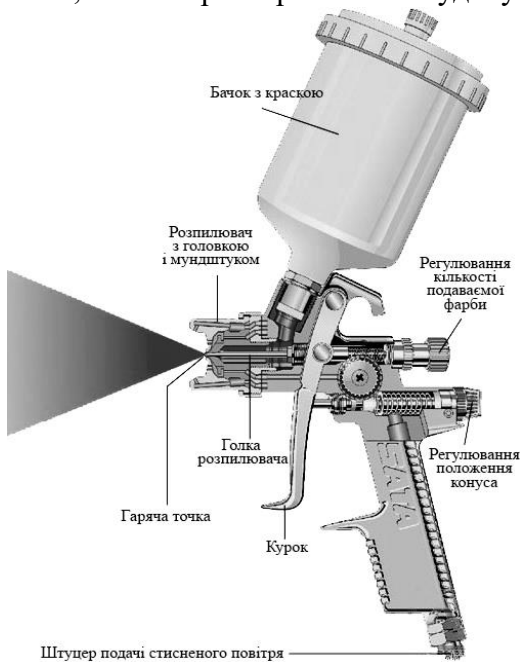


Рис. 1 Фарбопульт у розрізі

Рівний шар фарби із глянцевою поверхнею одержують, застосовуючи фарбувальний пістолет (фарбопульт). Це головний інструмент автомалюєра при фарбуванні. Дбайливе поводження, регулярний догляд за пістолетом, мийка і очищення після кожного фарбування – обов'язкова умова та залог якості вашої роботи.

Принцип роботи фарбопульту. Завдяки спеціальній конструкції, фарба надходить із бачка пістолета під дією потоку повітря і потім розпилюється з розпилювача. Бачок може бути розташований як над фарбопультутом (злив фарби з бачка), так і під ним (з підсмоктуванням фарби з бачка) (див. рис.2).

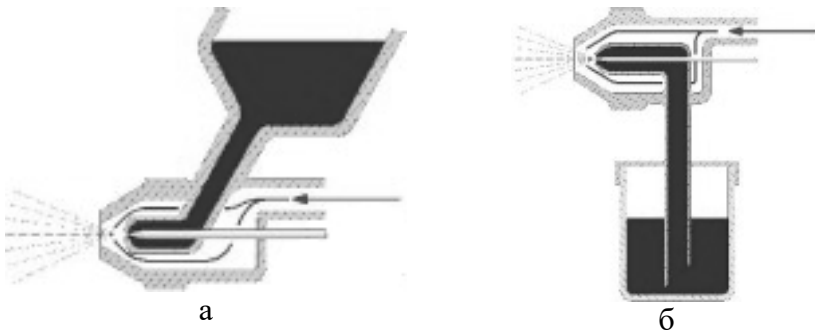


Рис.2 Принцип дії фарбопульта: бачок розташований над фарбопультом (а) і під ним (б)

Підтискаючи курок пістолета до першого фіксованого положення, відкривається тільки прохід стисненого повітря. Більше підтискання зрушує голку розпилювача і фарба видавлюється потоком повітря з високою швидкістю, тим самим утворюючи конус розпилу з мікрокрапель фарби.

Тиск повітря визначає розмір крапель: *вище тиск – краплі менші, нижче тиск – краплі більші*.

Для кожної фарби вибирають належний розпилювач. При високій в'язкості ставлять розпилювач зі збільшеним прохідним отвором (розмір дається в міліметрах). Місце виходу фарби з повітрям називають «гарячою точкою розчинника».

Якість роботи фарбопульта також залежить і від головки. Головка являє собою конус. Більший розмір конуса дає більшу концентрацію фарби і навпаки. До головки підведені повітряні канали, що є в пістолеті. Завдяки такій конструкції забезпечується форма розпилу фарби (рис.3).

Налаштувати фарбопульт потрібно так, щоб конус розпилу мав оптимальний розмір і форму. Налаштування форми здійснюється регулюванням гвинта розпилу. Кількість фарби, що розпилюється, дозується голівкою регулювання прохідного отвору. Регулювання виконують під час пробного фарбуванням шматка жерсті (щільного паперу, картону), на оптимальній технологічній відстані між пістолетом та поверхнею, що фарбується.



Рис. 3 Регулювання фарбувального пістолета

Величина тиску повітря встановлюється головкою регулювання прохідного отвору для стисненого повітря, залежно від матеріалу і умов фарбування. Так само цією регульовальною головкою змінюється форма конуса розпилювання. Робочий тиск пістолетів звичайного типу становить від 3 до 5 бар.

Основні умови при користуванні фарбувальним пістолетом (рис. 4):

- відстань між поверхнею, що фарбується і пістолетом повинна бути завжди однаковою;
- швидкість ведення пістолета повинна бути рівномірною і постійною.

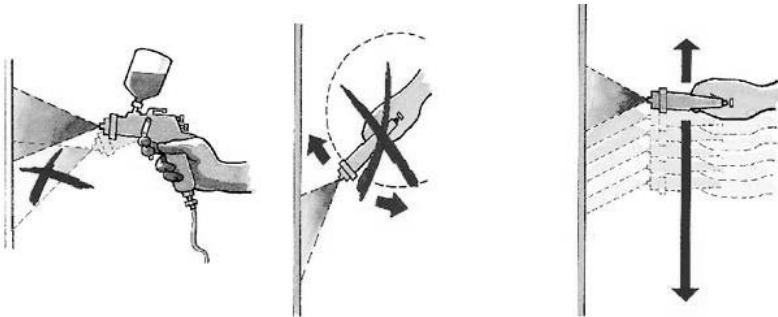


Рис. 4 Умови фарбування

Фарбувальні пістолети HLVP. Пістолети HLVP (високої продуктивності і низького тиску) дають можливість наносити шар фарби при дуже низькому робочому тиску. Регулювання параметрів плями розпилу дозволяє краще використовувати фарбу при зниженому тиску повітря. Це веде до того, що менше фарби проходить повз поверхню, що фарбується. Завдяки застосуванню таких пістолетів досягається зниження витрат фарби. Одночасно в атмосферу попадає менше розчинника, що випаровується.

HVLP (High Volume Low Pressure) по українськи: «Низький тиск при великому обсязі - розчинник». У зв'язку із тим, що на початку 80-х років ХХ ст. були запроваджені біль жорсткіші вимоги законодавства з охорони навколишнього середовища, виробниками фарбувального устаткування були розроблені нові удосконалені конструкції фарборозпилювачів. Вони відрізнялися спеціальною будовою внутрішніх повітряних каналів і розпилюванням фарбувального матеріалу при низькому надлишковому тиску стисненого повітря.

Всі HVLP фарбопульти мають тиск розпилення на повітряній форсунці не більш 0,7 атм, при цьому тиск стисненого повітря на вході може досягати 2,0-4,5 атм, забезпечуючи перенос матеріалу на виріб понад 85%.

Економія досягається за рахунок невисокої швидкості часточок матеріалу, які розпилюються при низькому тиску стисненого повітря, утворюючи м'яко розпилюючий факел, що рівномірно лягає на виріб.

Принцип HVLP сприяє зниженню споживання розчинника на 10-15%, і як результат більш низькому рівню витрат фарби.

Слід зазначити, що фарборозпилювачам системи HVLP для ефективного створення факелу фарби, при низькому тиску розпилення, споживає більшу кількість стисненого повітря, у порівнянні з конвенційними фарборозпилювачами, що вимагає застосування потужних компресорів.

7.3 Змішування і нанесення фарби. Ознайомимося із процесом змішування фарби для одношарового і двошарового фарбування, опишемо вирішальні фактори утворення і розглянемо основні умови одержання найбільш якісного лакофарбово-

го покриття, при нанесенні фарбопультотом (рис. 5).



Рис. 5 Процес змішування фарби

Затвердник, розчинник, температура, настройка фарбопульту і його рух – це дуже важливі складові процесу фарбування, що безпосередньо впливають на якість нанесення фарби (додаток А).

Розглянемо процес змішування фарби для одно і двошарового фарбування.

Одношарове фарбування

Виконується шляхом змішування затвердника та розчинника в потрібних пропорціях. Температура навколишнього середовища є важливим чинником при підмішуванні. Оптимальна температура становить від 18 до 25°C.

Двошарове фарбування

База. Складається з одного компонента. Для одержання необхідної в'язкості, потрібно додати тільки розчинник (залежно від температури, застосовують різні розчинники).

Прозорий лак. Аналогічно одношаровому фарбуванню, необхідне додавання затвердника та розчинника. При двошаровому фарбуванні, для нанесення покривного шару, можуть використовуватися різні прозорі лаки.

Фарбування фарбопультотом

Для досягнення найбільш якісного лакофарбового покриття, необхідне дотримання багатьох факторів. Виділимо, серед інших, найбільш значимі:

- склад фарби;

- використовуваний розчинник;
- температура навколишнього середовища;
- якість підготовленої поверхні під фарбування;
- протікання процесу випаровування розчинника.

Випаровування розчинника (летючої фракції)

Вирішальним фактором, для утворення шару фарби, є швидкість випаровування розчинника. Якщо розчинник випаровується занадто швидко, шар фарби недостатньо «розгладжується» - утворюється шагрень. Якщо розчинник випаровується занадто довго, фарба «розшаровується» - утворюються потьоки і напливи (додаток А).

Погодження кривої випаровування з температурою, при якій відбувається фарбування, досягається використанням розчинника (розріджувача) у необхідній пропорції. Відповідно, при різній температурі повітря використовують різні розчинники. При високій температурі застосовують розріджувач сповільнюючий процес випаровування, а при зниженій, навпаки прискорюючий цей процес.

Основні умови

Розглянемо основні умови, необхідні для одержання високої якості лакофарбового покриття, при фарбуванні фарбопультом (Додаток Б):

- змішуйте фарбу, керуючись відповідними вказівками виробника;
- у приміщенні, де відбувається фарбування, вимірюйте температуру повітря, тим самим визначте який затвердник і розчинник застосовувати;
- завжди дотримуйтесь відстані між фарбопультом та поверхнею, що фарбується, пістолет слід вести перпендикулярно;
- ведіть фарбопульт рівномірно, з однією і тією ж швидкістю, покриття вийде рівномірним;
- натискайте на курок фарбувального пістолета тільки після початку його руху, відпускайте - перед закінченням;
- відступи не повинні бути занадто великими, кожний позовжній прохід повинен перекривати наполовину шар фарби від попереднього проходу.

7.4 Шпатлювання. Розглянемо процес приготування, нанесення, шліфування шару шпаклівки. Нижче наведені загальні рекомендації та можливі дефекти, що утворюються в процесі шпатлювання.

Поліефірна шпаклівка. Наносять поліефірну шпаклівку тонким шаром (рис. 6). У випадку нанесення товстого шару, утворення якісного лакофарбового покриття неможливе. До складу поліефірної шпаклівки входять два компоненти: смола і затвердник (каталізатор). Ці компоненти змішують безпосередньо перед нанесенням. Каталізатор додають у пропорції, зазначеній на пакуванні (2-3% до маси наповнювача). Наповнювач і каталізатор червоного кольору необхідно змішувати доти, поки не зникнуть сліди червоного каталізатора. Тому що поліефірні шпаклівки мають обмежену життєздатність (pot-life), не можна змішувати всю кількість шпаклівки і каталізатора, готувати слід приблизно таку кількість шпаклівки, яку можна використати до її отвердіння - деяку частину, необхідну для роботи.

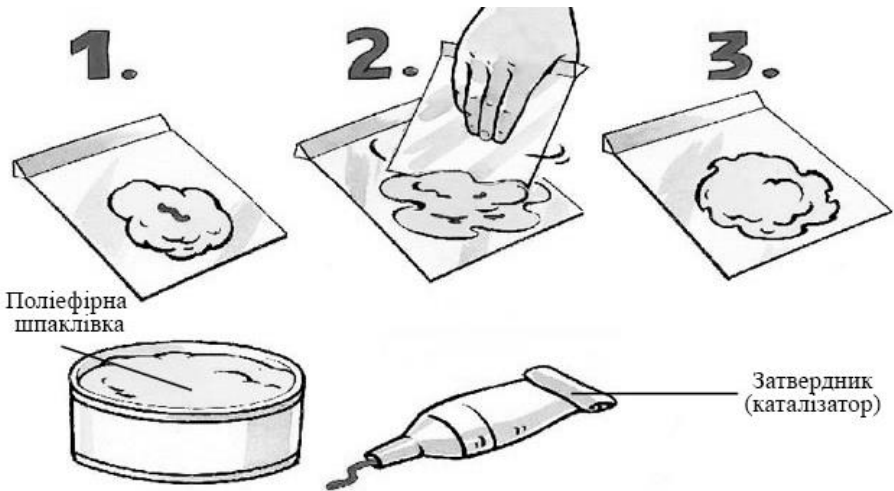


Рис. 6 Порядок роботи зі шпаклівкою

Готову до нанесення шпаклівку необхідно використовувати протягом 5-10 хвилин. Шпаклівку наносять точно і швидко. Після закінчення роботи інструмент очищають від залишків

шпаклівки.

При змішуванні шпаклівки необхідно пам'ятати наступне:

- Якщо кількість затвердника (каталізатора) менше норми отвердіння шпаклівки сильно сповільниться або вона зовсім не твердіє. У такому випадку шпаклівка погано шліфується, збивається в грудочки, утворюються ризки і подряпини.

- Якщо кількість затвердника більше норми, швидше за все шпаклівка не ствердіє. Після отвердіння в шпаклівці залишиться активний затвердник, що прореагує зі смолами і пігментами наповнювача і фарби. В результаті виникнуть нерівності фарбування внаслідок утворення плям і контурів пофарбованих місць.

Нанесення шпаклівки. Від того, як виконано шпатлювання, залежить якість лакофарбового покриття. Існує правило: чим ретельніше виконане шпатлювання, тим менше часу витрачається на шліфування. Прийнятна товщина шару шпаклівки не більше 400-500 мкм. Поверхні метала, що підлягають шпатлюванню, знежирюють і відшліфовують. Поліефірну шпаклівку необхідно наносити тільки на голий сталевий аркуш або на ґрунт на основі епоксидної смоли (рис. 7). На оцинкований метал таку шпаклівку неносять, тому що на ньому вона погано тримається. Застосування в цьому випадку універсальної шпаклівки виправить положення.



Рис. 7 Нанесення шпаклівки на поверхню металу

Вказівки до підготовки шпаклівки. При тривалому збері-

ганні шпаклівки тверді її частки осаджуються, а на поверхні утворюється шар смоли, тому, перед використанням, шпаклівку необхідно ретельно перемішати для одержання однорідної консистенції (ні в якому разі не виливайте смолу), інакше досягти потрібного співвідношення наповнювача і затвердника в шпаклівці буде неможливо, тому, що наповнювач брати участь у реакції не буде.

Шпаклівку з ємності слід брати тільки чистим інструментом, тому що залишки затвердника або готової шпаклівки можуть вступити в реакцію із вмістом, що залишився в ємності і, як наслідок, залишок шпаклівки стане непридатним до використання.

Шліфування шару шпаклівки. Для отвердіння і висихання поліефірної шпаклівки необхідно приблизно 30 хвилин часу при 20°C. Після чого можна починати шліфування. Слід мати на увазі, що при недостатньому висиханні шпаклівки можуть виявитися ті ж негативні процеси, що й при недотриманні правильної пропорції наповнювача і затвердника у бік зменшення кількості затвердника. Тобто шліфувальні матеріали будуть залипати клейкими залишками смоли. Тому, перед шліфуванням поверхню шпаклівки очищають розчинником, тим самим прискорюючи і полегшуючи процес шліфування.

Шліфують шпаклівку шкуркою середньої зернистості P80 - P120. По закінченню шліфувальних робіт, залишені ризки виводять шкуркою зернистістю P240. Шліфування проводять вручну або з використанням електричного чи пневматичного інструменту. При шліфуванні плоских поверхонь застосовують шліфувальний інструмент із плоским твердим бруском, під який кріпиться шкурка. Для криволінійних поверхонь застосовують спеціальний інструмент.

Поліефірну шпаклівку шліфують без застосування води, тому що вона гігроскопічна і довго втримує в собі вологу, що може привести до утворення корозії. А при сушінні високими температурами на лакофарбовій поверхні можуть з'явитися дефекти. Якщо потрібне повторне шпатлювання після шліфування, необхідно стисненим повітрям вилучити пил і частки шліфувального паперу з поверхні, що підлягає шпатлюванню.

Для того, щоб уберегти від забруднення і ушкодження приг-

раничні поверхні при шпаклюванні і, особливо, при шліфуванні, їх необхідно прикрити.

Ділянки голого металу, що з'явилися після шліфування, покривають захисним ґрунтом, а потім шаром наповнювача. Зашпакльовані ділянки більших поверхонь повинні бути покриті шаром наповнювача.

Граничні зони необхідно зашліфувати тонкою шкуркою або замотувати на ширину приблизно 150мм навколо зашпакльованої поверхні за допомогою ручного шліфувального інструмента, шліфувальної машинки або вручну звичайним шліфувальним папером.

7.5 Технологічний процес фарбування. Як правило технологічний процес фарбування складається з наступних основних операцій: підготовки поверхні під фарбування; ґрунтування; шпатлювання; шліфування; нанесення проміжних і зовнішніх шарів покриття; сушіння, передбаченого для даного виду покриття і при необхідності остаточної обробки (полірування).

На повне фарбування кузова вантажного автомобіля потрібно близько 3 кг ґрунтовки, 6 - 7 кг емалі й 3 - 4 кг розчинників. Фарбувати і сушити кузов необхідно по частинах.

Для зняття старих покриттів найчастіше використовують механічний і хімічний методи. При механічному очищенні застосовують ручний або механізований інструмент: металеві щітки, шкребки, стамески, наждакові камені, шкурки й ін.

Для видалення важкодоступних місць застосовують змивки на основі органічних розчинників, сповільнювачів випаровування, загусників, емульгаторів і розпушувачів. Застосовують змивки марок: СД(СП), АФТ - 1, СП - 6, СП - 7, СПС - 1, СПС - 2, "Змивки старої фарби". Змивки СП - 6, СП - 7 призначені для видалення меламіноформальдегідних, поліакрилатних і епоксидних покриттів. Змивка СПС - 1 здатна розм'якшувати епоксидні поліуретанові і алкідні покриття. Для зняття нітроцелюлозних покриттів використовують ацетон або розчинник № 647. Змивку наносять щіткою або шпателем товщиною 1 - 3мм і залишають на 10 - 30хв. до повного набрякання і відшаровування старого покриття.

Для усунення іржі використовують механічний за допомо-

гою сталевих щіток, наждакової шкурки і інших абразивних матеріалів і хімічний способи - травленням кислотами або кислими солями.

Найпоширенішим є автоочисник іржі «Омега – 1». Він наноситься щіткою, витримується 3-5 хв. при $T=20 - 25^{\circ}\text{C}$, після чого його необхідно змити теплою водою, а залишки кислоти вилучити нейтралізуючим складом № 107, що складається із 47,5% етилового спирту, 2,5% нашатирного спирту і 50% води.

Для знежирення поверхні, що фарбується, застосовують водні лужні розчини і органічні розчинники, а також уайт-спірит або очищений бензин.

З метою збільшення довговічності лакофарбового покриття і підвищення його протикорозійних властивостей проводять фосфатування - процес хімічної обробки за допомогою фосфатуючих розчинів, паст або ґрунтовок. Фосфатуючу пасту наносять на знежирений і висушений метал за допомогою шпателя і протягом 40 хв. повинна утворюватися рівномірна фосфатна плівка. Після цього пасту вилучити, поверхню промити водою і висушити.

Склад пасти (в г. на 1 л. води):

Ортофосфорна кислота (щільність 1,41)	80 - 85
Цинкове білило (сухе)	15 - 17
Натрій азотистокислий	1,2
Тальк	1500 - 3000

Метою ґрунтування є поліпшення зчеплення основного покриття з підложкою, а також додання йому додаткових протикорозійних властивостей. Ґрунтовки - лакофарбові матеріали з підвищеним вмістом протикорозійних пігментів.

Для позначення ґрунтовок після буквеного індексу через тире ставлять "0". Приклади позначень: ґрунтовка ФЛ - 03К - ґрунтовка на основі фенольної смоли №3, червона; ґрунтовка ВЛ - 02 - ґрунтовка на основі пентафталевої смоли №2. Ґрунтовки наносять за допомогою розпилювачів, тонкими шарами товщиною 10-12 мкм.

При проведенні фарбування найчастіше використовують ґрунтовку ГФ - 021 червоно-коричневого кольору для ґрунту-

вання металевих поверхонь під покриття різними емалями. Вона добре шліфується шкуркою, стійка до перепаду температур від -40 до +60°C. Сушать при T= 100 –110°C.

Шпатлювання проводиться з метою вирівнювання глибоких дефектів поверхні і додання їй правильної геометричної форми.

Якщо є можливість вирівняти поверхню металу перед нанесенням лакофарбових покриттів рихтуванням, то шпаклівкою краще не користуватися. Шпаклівки не поліпшують захисних властивостей покриття і погіршують його механічні показники.

Для позначення шпаклівок після буквеного індексу і тире ставлять "00".

Наприклад: шпаклівка ПФ - 002 - шпаклівка на основі пентафталевої смоли №2; шпаклівка ЕП - 00 - 10 - шпаклівка епоксидна, №10.

Більшість шпаклівок являють собою густі пастоподібні маси, зручні для нанесення шпателем. Широке поширення при виправленні дрібних дефектів кузовів набули шпаклівки марок: МС - 006, НЦ - 007, НЦ - 008, НЦ - 009, ПЕ - 0085.

Сушіння зашпакльованих поверхонь потрібно робити відповідно до технічної умови на дану шпаклівку.

Після остаточного шліфування на зашпакльованому шарі не повинне бути незашліфованих місць, тріщин, грубих штрихів. Шпаклівки шліфуються водою водостійкою шліфувальною шкуркою, що має розміри абразивних зерен 150 - 280мкм.

Утворення верхнього шару лакофарбового покриття має своєю метою забезпечити захисно-декоративні або спеціальні функції.

Звичайно наносять той самий лакофарбовий матеріал, однак можлива комбінація шарів з різнорідних матеріалів. Для позначення одного лакофарбового матеріалу вживається 5 - 6 індексів. На початку ставиться індекс, який визначає вид лакофарбового матеріалу і позначається словом: емаль, лак, і т.д. Потім розміщують літерні позначення, що визначають склад плівкоутворювальної речовини лакофарбового матеріалу. Наприклад: пентафталеві - ПФ; гліфталеві - ГФ; мелаіноалкідні - МЛ; мо-

чевинні - МЧ; фенольні - ФЛ; епоксидні - ЕП; аксидно- і масляно-стирольні - МС; поліуретанові - УР; поліакрилові - АК; акрилові співполімери - АС; полівинілбутиральні - ВЛ; бітумні - БТ; масляні густотерті і готові до використання - МА; нітроцелюлозні - НЦ. Після цього через тире слідує цифри, що визначають призначення лакофарбового матеріалу, порядковий номер, який позначається однією, двома або трьома цифрами.

Перша цифра індексу вказує на захист, в яких умовах призначений до використання даний матеріал 1 - атмосферостійкі; 2 - обмежено атмосферостійкі; 4 - водостійкі; 5 - спеціальні; 6 - маслобензостійкі; 7 - хімічно стійкі; 8 - термостійкі; 9 - електроізоляційні.

Приклади позначень: Емаль НЦ -11- фісташкова - емаль на основі нітроцелюлози для атмосферостійких покриттів.

Перший шар емалі звичайно називають виявительним, тому що на ньому чітко виявляються всі дефекти зашпакльованої поверхні. Після сушіння виконують остаточне виправлення всіх дрібних дефектів поверхні за допомогою шпаклівки з наступним сушінням і шліфуванням. Потім наносять ще кілька шарів емалі.

Для вітчизняних легкових автомобілів найчастіше використовують меламіноалкідні фарбМЛ - 12, МЛ - 2110, МЛ 1121, МЛ - 1198, а також синтетичні емалі і нітроемалі.

Кузов фарбуємо, нанесенням чотирьох шарів нітроемалі, причому висушуючи перші три шари при 23 - 18°C по 10хв. кожний, а останній шар (перед поліруванням) - 12 годин. Загальна товщина всіх шарів повинна бути 50- 80 мкм. Більш тонке покриття надійніше захищає поверхню від впливу зовнішнього середовища. Якщо товщина шару покриття (включаючи ґрунтовку і шпаклівку) перевищує 140мкм., в ньому з'являються тріщини. Пофарбовану поверхню треба додатково прошліфувати водостійкою шкуркою №329 і просушити 20 хв. при Т=18 - 23°C.

Після висихання поверхню кузова полірують спочатку пастами №289 і 290, потім полірувальною водою. Після цього, через кілька хвилин за допомогою фланелі або байки, поверхню протирають круговими рухами до появи блиску.

При відновленні лакофарбового покриття можливі чотири ва-

ріанти:

"Нітро по нітро", при цьому старий шар нітроемалі необхідно зішліфувати до шпаклівки або зняти розчинником. Потім треба нанести на поверхню кузова виявительний шар нітроемалі, виправити дефекти, шпаклівкою, прошліфувати і видалити шліфувальний пи́л. Цей шар має погану адгезійну здатність (прилипаємість), часто має сітку тріщин і погано втримує на собі наступні шари покриття.

"Синтетика на метал", фарбують кузов синтетичними емалями зі зняттям старої фарби в такій же послідовності, як при використанні нітроемалей. Замість шпаклівки НЦ-00-8 застосовують МЦ - 006 або ГФ - 00 - 12. потім наносять перший шар синтетичної емалі, сушать його при $T=18 - 23^{\circ}\text{C}$ 5-7хв. і по мокрому першому шару наносять другий. Сушіння меламіноалкідної фарби МЛ - 12 виконують при $125 - 130^{\circ}\text{C}$ протягом 35хв.

"Синтетика по синтетиці", при цьому достатньо прошліфувати старий шар водостійкою шкуркою № 220 - 280. Ділянки, ушкоджені до ґрунту або до металу, необхідно заґрунтувати і вирівняти шпаклівкою. Фарбувати синтетичною емаллю і сушити при $T=18 - 23^{\circ}\text{C}$ на протязі 15хв.

"Нітро по синтетиці", у цьому випадку кузов, раніше пофарбований синтетичними емалями, можна покривати нітроцелюлозними фарбами.

7.6 Контроль лакофарбових покриттів. *Вимірювання товщини покриттів.* Для вимірювання товщини діелектричних покриттів на магнітних металах (ГОСТ Р 51649, ГОСТ 18353, ISO 2808) застосовується магнітний товщиномір покриттів. Прилад вимірює товщину полімерних і порошкових лакофарбових покриттів на магнітних металах (чорний метал, сталь) (рис. 8).

Для вимірювання товщини діелектричних і анодних покриттів на немагнітних металах за ГОСТ Р 51694, ГОСТ 18353 і ISO 2808 застосовується вихрострумний товщиномір покриттів. Прилад вимірює товщину полімерних і порошкових лакофарбових покриттів, анодних покриттів на немагнітних металах (алюміній, мідь, латунь, немагнітна сталь).



Магнітний товщиномір покриттів MT-201

Вихрострумовий товщиномір покриттів BT-201

Товщиномір покриттів Positector 200

Вимірювальна гребінка

Рис. 8 Прилади для вимірювання товщини покриттів

Вимірювальна гребінка (або калібрований гребінь) призначена для вимірювання товщини рідких, що не затверділи лакофарбових матеріалів і покриттів на плоских і циліндричних виробках у відповідності зі стандартом ГОСТ Р 51694, ISO 2808. «Матеріали лакофарбові. Вимірювання товщини покриттів».

Контроль механічних властивостей лакофарбових покриттів. Прилад «Удар-Тестер» застосовується для контролю захисних покриттів труб по заданій міцності при ударі за ГОСТ Р 51164. Прилад застосовується для випробувань металів, пластмас, паркету, дерев'яних панелей, кераміки, скла, бетону, наливних підлог (рис. 9).

Прилад Еріксона призначений для визначення міцності покриття при вдавненні сферичного наконечника пуансона діаметром 20мм у покриття зразка, положення якого фіксується на матриці із внутрішнім діаметра 27мм. Відмінною рисою приладу є можливість випробування покриттів, які нанесені на металеві зразки товщиною до 2,0 мм. Метод визначення міцності по Еріксону є ефективним комплексним методом визначення якості покриття, тому, що одночасно дозволяє оцінити міцність, адге-

зію, еластичність покриття. Прилад дозволяє точно виміряти міцність нанесеного покриття виробу, на який при подальшій експлуатації діють статичні і динамічні навантаження.



Удар-
Тестер

Штамп Еріксона

Прилад Бухгольца

Рис. 9 Прилади для контролю механічних властивостей лакофарбових покриттів

Прилад "Бухгольца" призначений для випробування на твердість (твердість по Бухгольцу), міцність полімерних, порошкових і рідких лакофарбових покриттів при вдавненні індентора "Бухгольца". Метод визначення опору вдавненню по Бухгольцу описаний в ГОСТ 22233-2001 і рекомендований для визначення твердості захисних покриттів алюмінієвого профілю. Метод вимірювання твердості рекомендований для порошкових покриттів. Конструкція приладу забезпечує постійний тиск індентора Бухгольца на покриття 500 г. Для розширення умов застосування методу вимірювання твердості по Бухгольцу допускається проводити вимірювання при тиску на покриття більше 500 г. Для цього можна дискретно збільшувати тиск на покриття, додаючи в області осі індентора приладу додаткову масу у вигляді набору лабораторних гир 200, 500, 1000, 2000 гр.

Прилад Твердомір призначений для визначення твердості покриттів по грифелях олівців "KOH-I-NOOR" тип 1500 (HARDTMUTH A.S.). Грифеля олівців "KOH-I-NOOR" тип 1500 мають гарантовану твердість і визнаються комітетами ISO,

ASTM, SIS, NEN, ЕССА. Прилад застосовується для визначення твердості полімерних, порошкових і рідких лакофарбових покриттів (рис. 10).



Твердомір

Вигин

Адгезиметр
ОР

Адгезиметр
РН

Рис. 10 Устаткування для контролю механічних властивостей лакофарбових покриттів

Прилад «Вигин» вимірює еластичність, міцність покриттів при вигині навколо набору циліндричних стрижнів з діаметрами стрижнів від 1 мм до 20 мм. ГОСТ 6806 і ISO 1519-73 поширюється на лакофарбові матеріали і установлює метод визначення еластичності плівки при вигині. Метод полягає у визначенні мінімального діаметра металевого циліндричного стрижня, згинання на якому пофарбованої металеві пластинки не викликає механічного руйнування або відшаровування одношарової або багатшарової лакофарбової плівки.

Адгезиметр ОР призначений для вимірювання адгезії покриттів методом прямого відриву покриття від основи, на яку воно нанесене. Прилад вимірює зусилля відриву (адгезії) полімерних і клейових, порошкових і рідких лакофарбових покриттів відповідно до ISO 4624. «Матеріали лакофарбові. Визначення адгезії покриттів». Прилад вимірює адгезію покриттів (лакофарбових, порошкових, дорожньої розмітки, клеїв, ґрунтовок, паркетних лаків; на метали, пластмасі, дереві, асфальті, бетоні і залізобетоні, стінових конструкціях) методом прямого відриву від основи.

Прилад Адгезиметр РН «РІЗАК» призначений для контролю величини адгезії (сили зчеплення) твердих і м'яких лакофарбових покриттів на плоских і вигнутих виробих у відповідності зі стандартами ГОСТ 15140 і ISO 2409. «Матеріали лакофарбові. Метод решітчастого надрізу». Даний метод встановлює метод оцінки адгезії покриття при прорізанні його наскрізь до підложки багатолезовим інструментом з відстанню між лезами 1мм, 2мм і 3мм. Наявності шести ріжучих граней на кожній фрезі збільшує в шість разів строк експлуатації приладу в порівнянні з варіантом адгезиметра з одним багатолезовим шкребком.

Контроль оптичних властивостей покриттів. Для визначення блиску і яскравості застосовуються відповідно блискоміри і вимірювачі коефіцієнта яскравості БФ5-45/45 (блискомір з геометрією висвітлення/спостереження 45°/45°), БФ5 45/0 (вимірювач коефіцієнта яскравості з геометрією 45°/0°) і БФ5-45/0/45 (вимірювач блиску і коефіцієнта яскравості з геометрією 45°/45° і 45°/0° відповідно), що відповідають вимогам ГОСТ 896 «Матеріали лакофарбові». Фотоелектричний метод визначення блискороззччнення, є сучасним аналогом широко розповсюдженого у вітчизняній лакофарбовій промисловості блискоміра ФБ-5 (рис. 11).

Для вимірювання кольорових характеристик зразків покриттів призначені спектрофотометри, які використовуються як у лабораторних умовах так і в умовах виробництва.



Блискомір
БФ5-45/45

Віскозиметр
ВЗ-246

Пікнометр

Гриндометр

Рис.11 Устаткування для контролю оптичних властивостей покриттів

Контроль фізико-хімічних властивостей лакофарбових матеріалів. Віскозиметр призначений для швидкого визначення умовної в'язкості (часу витікання) лакофарбових матеріалів або продуктів що відносяться до них - ньютонівських або рідин, що наближаються до них, у відповідності зі стандартом ГОСТ 9070. Віскозиметри випускаються двох моделей: на регульованому штативі і заглибного типу. Віскозиметр являє собою резервуар, що має форму воронки із трьома змінними соплами. Принцип дії віскозиметра заснований на визначенні часу витікання певного обсягу випробуваної рідини через отвір сопла (див. рис.11).

Пікнометр призначений для визначення щільності лакофарбових матеріалів пікнометричним методом за ГОСТ 28513, ISO 2811. «Матеріали лакофарбові. Метод визначення щільності розчинника». Прилад вимірює пікнометричним методом щільність рідких лакофарбових матеріалів.

Прецизійний Гриндометр (Клин) призначений для аналізу розміру часток і агломератів при визначенні ступеня перетиру при випробуванні пігментованих лакофарбових матеріалів і олійних фарб у різних діапазонах вимірювання відповідно до ГОСТ 6589-74 і Гриндометр-15 по ISO 1524. Діапазони вимірювання: від 0 мкм до 15 мкм; від 0 мкм до 25 мкм; від 0 мкм до 50мкм; від 0 мкм до 100мкм; від 0 мкм до 150мкм.

8 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

8.1 Вибрати спосіб і усунути старе лакофарбове покриття на місці утворення дефекту.

8.2 Підібрати марку ґрунтовки і заґрунтувати ділянку поверхні з дефектом.

8.3 Вибрати марку шпаклівки і зашпаклювати місце дефекту.

8.4 Підібрати інструмент, матеріал для шліфування дефектної ділянки.

8.5 Зробити настройку фарбопульта.

8.6 Підібрати марку лакофарбового покриття залежно від кольору і марки старої фарби і зробити змішування фарби.

8.7 Нанести лакофарбовий матеріал на дефектну ділянку виробу.

8.8 Зробити контроль лакофарбового покриття за допомогою товщиноміра лакофарбових покриттів MGR-A-10Fe (Mini).

9 КОРОТКІ ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Захист органів дихання, на жаль, сприймається як зовсім не потрібний захід.

Насправді, проблема полягає в тому, щопротягом тривалого періоду, день у день, на організм людини здійснюється непомітний для нього вплив. Адже в процесі розпилення фарби випаровується 90% розчинника, що міститься в ньому! В такій ситуації неминуче виникає загроза виникнення серйозної недуги, пов'язану із захворюванням органів дихання. Розуміння необхідності спеціального захисту звичайно приходиться, лише, коли з'являються перші явні симптоми серйозного розладу здоров'я. При виконанні фарбувальних робіт необхідно користуватися респіратором і окулярами.

При проведенні фарбувальних робіт для оберігання шкіри рук рекомендується користуватися захисними пастами ІЕР - 1, ХИОТ - 6 і іншими, які після закінчення роботи легко змити водою. Неприпустимо використовувати для відмивання рук бензол і ін. токсичні розчинники.

Приміщення в якому проводять фарбувальні роботи, повинне мати не обхідну природню або примусову вентиляцію, а також його необхідно забезпечити первинними засобами пожежогасіння відповідно до існуючих норм (до 50м² площі повинен бути один вуглекислотний вогнегасник марки ОУ - 2, ОУ - 5 або ОУ - 8, два пінних хімічних вогнегасника, ящик з піском ємкістю не менш 0,5м³ і лопатою та азбестова ковдра розміром 1,5х1,5 м).

Розчинники необхідно зберігати в металевих або скляних ємностях із пробками, що щільно закриваються. При роботі з розчинниками не допускається застосовувати відкритий вогонь і використовувати прилади з відкритим обігрівом.

У фарбувальному приміщенні електродвигуни і освітлювальна апаратура повинні бути виконані із забезпеченням правил вибухобезпеки.

10 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Ціль роботи. 2. Відповіді на запитання для самостійної підготовки. 3. Схему пристрою фарбопульта. 4. Записати коротко порядок змішування фарби, шпатлювання, фарбування. 5. Записати дані, отримані по контролю якості лакофарбових покриттів. 6. Дати відповіді на контрольні запитання 7. Виводи.

11 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

11.1 Технологічний процес підготовки дефектної ділянки під лакофарбове покриття.

11.2 Перелічити дефекти старого лакофарбового покриття і способи його очищення.

11.3 Дати характеристику і позначення ґрунтовок, шпаклівок і лакофарбових покриттів, і їх призначення.

11.4 Перелічити фізико-механічні властивості лакофарбових покриттів.

11.5 Вибір матеріалу лакофарбових покриттів.

11.6 Технологічний процес нанесення лакофарбового покриття.

11.7 Способи нанесення лакофарбових матеріалів.

11.8 Перелічити способи сушіння лакофарбових покриттів, їх недоліки і переваги.

Вирішальні фактори утворення лакофарбового покриття



Основні умови, необхідні для одержання якісного лакофарбового покриття, при використанні фарбопультів



Деякі види дефектів що утворюються у процесі шпатлювання

Неякісне висихання

Причини:

- недостатня кількість затвердника
- висока відносна вологість повітря є причиною поганого висихання, а також забивання наждакового паперу
- усадка матеріалу



Плями на оздоблювальному покритті

Причини:

- надлишок затвердника
- недостатнє змішування затвердника зі шпаклівкою

Запобіжні дії:

- перевірити додавання затвердника
- ретельно перемішати



Пори

Причини:

- неправильне змішування шпаклівки (повітря)
- недостатньо суха підложка
- неізолзовані поліефірні матеріали перед фарбуванням
- неправильне нанесення (занадто товсті шари)

Запобіжні дії:

- правильно змішувати шпаклівку (двома шпателями)
- пройтися шпателем кілька раз по одному місцю для витиснення повітря з маси
- для одержання певної товщини необхідно нанести кілька тонких шарів
- добре просушити попередні матеріали



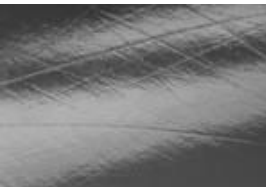
Сліди від шліфування

Причини:

- невідповідна зернистість наждакового паперу
- шліфування старого покриття занадто грубим наждаковим папером

Запобіжні дії :

- застосовувати наждаковий папір запропонованої зернистості
- відшліфувати грубі ризки тонким наждаковим папером



Усі дефекти виправляються шліфуванням до металу і повторним шпатлюванням за технологічними вимогами!

ТОВЩИНОМІР ЛАКОФАРБОВИХ ПОКРИТТІВ MGR-A-10FE (MINI)

Товщиномір фарби являє собою пристрій для вимірювання товщини лакофарбового покриття на автомобілі, завдяки чому можна зробити висновок про можливі попередні ремонти кузова і окремих деталей.



Технічні характеристики:

A-10-FE


Одиниці вимірювання 10um
(0,01мм)



Діапазон 990um (0,99мм) - максимальне значення товщини Вимірювання може проводитися на сталі і оцинкованій сталі. Вимірюється шар: фарби, шпаклівки, фольги, пластику, ламінату. Живлення - рекомендується батарея 9В, лужна акумуляторна батарея (6LR61) або акумулятор

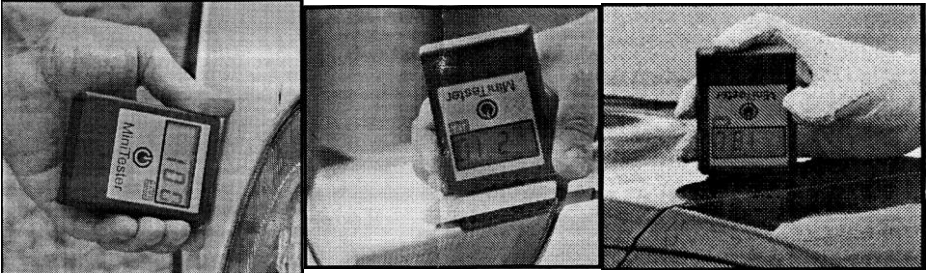



Включення приладу - натисніть кнопку  близько 1 секунди до появи на дисплеї цифр. Зверніть увагу! кнопка  Натисніть і втримуйте більш 1 секунди, як тільки з'явилися цифри, відпустіть кнопку. Через якийсь час на екрані з'явиться два тире "-". Прилад готовий до використання.

Проведення вимірювань - вимірювальна пластина товщиноміра повинна бути нанесена на поверхню злегка натиснута і утримуватися при постійному навантаженні, при цьому прилад вимірює відстань від поверхні зонда до поверхні металу - товщину покриття. Важливо, щоб зонд і поверхня вимірюваного покриття були чистими, частки бруду можуть збільшити похибку вимірювання.

Калібрування - у випадку помилкових вимірювань прилад може бути самостійно відкалібрований, для виконання калібрування додається пластина (FE-200um). Процедура калібрування: Натисніть і втримуйте кнопку  протягом 10 секунд, на дисплеї відображається

ся порядковий номер 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10 підзаголовком "HL", "FE" після чого слід відпустити кнопку , установіть рівно пластину з калібрування зонда FE-200um і натисніть . Зараз метр відкалібрований, ви можете приступити до проведення вимірювань. Калібрована пластина також може бути використана для перевірки точності товщиноміра, при вимірюванні товщини покриття на каліброваній пластині прилад повинен показувати на дисплеї 200um 200um +/- 10um..



Вимикання - натисніть кнопку  на екрані з'явиться повідомлення "OFF", а потім вимкнеться прилад, прилад може бути вимкнений сам по собі, при низькому заряді батареї на екрані висвітлиться напис "BA OFF" у цьому випадку необхідно замінити батареї на нові.

Зверніть увагу! Вимірювання може бути неточне внаслідок впливу мобільного телефону (під час розмови на відстані до метра), або іншого устаткування, що генерує сильні електромагнітні поля.

Орієнтовна оцінка стану автомобіля за результатами показань товщиноміра:

Товщина ЛКП нижче 70 мікронів - тонкий шар фарби (можливо, фарба покладена без ґрунту).

Товщина ЛКП від 70- 180 мікронів - відповідає заводському фарбуванню.

Товщина ЛКП від 180 - 300 мікронів - два шари фарби (авто перефарбовувалося). Товщина ЛКП від 300 - і більш, перефарбовувалося неодноразово, багато шпаклівки.

ТОВЩИНА ЛАКОФАРБОВОГО ШАРУ МОЖЕ ВІДРІЗНЯТИСЯ ЗАЛЕЖНО ВІД АВТОВИРОБНИКА.

РОБОТА №7

ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЕВО-КИСНЕВОГО УСТАТКУВАННЯ ПРИ РЕМОНТІ МАШИН

1 МЕТА РОБОТИ

Ознайомитися з конструкцією, наладкою и вибором режимів роботи технологічного обладнання, отримати практичні навички з виконання зварювальних робіт воднево-кисневою газовою зварювальною установкою.

2 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ

1. В чому полягає сутність процесу електролізу води?
2. Опишіть галузь застосування газового зварювання при ремонті.
3. В чому полягає процес підготовки поверхні деталей до зварювання?
4. Опишіть види зварювальних швів.

3 ЗАВДАННЯ

Ознайомитися з конструкцією зварювальних установок, вибрати режими, виконати зварювання деталей і оцінити якість робіт. Зробити висновки.

4 ЧАС ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Самостійна підготовка – 1 година;
Робота в лабораторії – 4 акад. години.

5 ЛІТЕРАТУРА

5.1 Основна

5.1.1 Ремонт машин та обладнання: Підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; За ред. проф. О.І.Сідашенка, О.А.Науменка. Підручник: (Затверджено МОН України як підручник для студентів ВНЗ, які навчаються за напрямом підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» від 21.06.10 № 1/11 – 545) - К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с.

5.1.2 Корж В.Н. Дыхно С.Л. Обработка металлов водород-

но-кислородным пламенем. - К.: Техника, 1985. - 63с.

5.1.3 Практикум з ремонту машин: Навчальний посібник /О.І. Сідашенко, Т.С. Скобло, В.А.Войтов та ін.; За ред. О.І. Сідашенка, О.В. Тіхонова. – Харків.: ХНТУСГ, 2007. – 415с.

5.1.4 Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій. / Сідашенко О.І. Тіхонов О.І., Лузан С.О. та інші. Навч. посібник – Харків: ХНТУСГ, 2017.– 361 с.

5.2 Додаткова

5.2.1 Балашин В.И., Бабак А.К. Сварка и пайка с использованием смеси газов, получаемой при электролизе воды // Автоматическая сварка. – 1987. - № 10. – С. 16-19.

5.2.2 Шержуков И.Г., Тридуб А.П., Сідашенко А.И., Левченко Ю.В. Подготовка водородно-кислородной смеси при газопламенной обработке металлов. В сб.: Повышение надёжности восстановления деталей машин. – Харьков: ХГТУСХ, 1996. – С.34-37.

5.2.3 Шержуков И.Г, Тихонов А.В. Определение параметров аппаратуры для восстановления деталей водородно-кислородной сваркой и наплавкой. В сб.: Повышение надёжности восстановленных деталей. – К.: УСХА, 1989. - С. 42-43.

5.2.4 Якименко Л.М. Электролиз воды. - М.: Химия, 1984. - 240с.

5.2.5 Repair Technology of Machinery and Equipment. Lecture course. / Sidashenko O., Tikhonov O., Luzan S., and others. Textbook. – Kharkiv: KhNTUA, 2017. – 340 p.

5.2.6 Какувицкий В.А. Применение газотермических покрытий при изготовлении и ремонте машин - К.: Техника, 1989. - 175с.

6 ОБЛАДНАННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

Воднево-киснева зварювальна установка типу “Газотрон - 2000”; зразки металу для відпрацювання режимів зварювання; кузов автомобілю або кабіна транспортного засобу, що підлягає ремонту після аварії; зварювальна проволочка марки СВ – 03 Г2С ГОСТ 2248; стіл зварювальника С100-20; пальник для зварювання воднево - кисневим полум’ям (власного виробництва); набір слюсар-

ного інструменту ГОСТ 5547; окуляри захисні для газозварювальних робіт ГОСТ 12.4.013; костюм зварювальника ГОСТ 12.4.045; рукавиці брезентові ГОСТ 12.4.010.

7 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

7.1 Характеристика процесу та обладнання. Для оснащення спеціалізованих підприємств устаткуванням для впровадження нових технологічних процесів зварювання та відновлення деталей з використанням дешевих джерел енергії не існує устаткування, що випускається стандартно. Воно виготовляється окремими підприємствами й фірмами або експериментальними заводами науково-дослідних інститутів у невеликій кількості з урахуванням замовлень споживачів і відрізняється потужністю, умовами обробки і продуктивністю, а в ряді випадків - і якістю, що вимагає вдосконалення конструкції, встановлення додаткових вузлів або розробки і використання нових пристосувань. Наявне устаткування, як правило, є громіздким і не може оперативно використовуватися при технічному обслуговуванні техніки, у тому числі безпосередньо при експлуатації (у польових умовах).

Розвиток нових методів зварювання, різання і пайки не знизили значимості пошуку альтернативних джерел енергії. Відносно новим джерелом газового полум'я є воднево-кисневе полум'я, що одержують при спалюванні продуктів електролізу води, який проходить безпосередньо при газополуменевій обробці. Об'єм газової суміші, що утвориться при електролізі води, в 2000 разів перевищує об'єм використаної води, тому виникає можливість одержати газове полум'я, не маючи великих запасів вибухонебезпечних газів. Електролізно-водні генератори виробляють газову суміш до декількох сотень літрів у годину. Сучасні установки, розроблені як у нашій країні, так і за кордоном - це, здебільшого, електролізери стаціонарного типу, значної продуктивності, які дозволяють проводити пайку, зварювання та різання проводів, фольги, пластмас, кераміки, скла, виготовлення термопар, випалювання отворів у кварці і тугоплавких металах.

Промислові електролізери, які застосовуються для роздільного одержання водню й кисню під тиском від 100 до ≈ 1000 кПа, із продуктивністю більше $10\text{м}^3/\text{год}$, звичайно виконуються стаціонарно. Вони оснащені фільтром пресового типу з біполярним включенням електродів. Складність конструкції наявних електролізерів і перспективи їх більш широкого використання при нанесенні покриттів та зварюванні деталей, визначили необхідним розробку більш простих і легких генераторів гримучого газу.

Газове полум'я не належить до джерел висококонцентрованого нагрівання деталей. Його температура не перевищує 3500°C , тому не уявляється можливим забезпечити значний тепловий потік від полум'я до деталі. Найбільш поширена обробка металів ацетилено-кисневим полум'ям. Однак дефіцитність ацетилену, одержуваного гідрогенізацією карбїду кальцію, високі витрати на транспортування балонів з киснем до місця проведення зварювальних робіт у ряді випадків стримує використання цього способу. Крім того, при підготовці до роботи ацетилено-кисневого газозварювального устаткування витрачається значний час. Близькі технологічні можливості має воднево-кисневе полум'я, одержуване при спалюванні газової суміші, що виробляється електролізно-водними генераторами. Така заміна дозволяє виключити необхідність у дорогому балонному господарстві, карбїді кальцію, ацетиленових генераторах і заощадити матеріальні, трудові ресурси, поліпшити умови праці й знизити забруднення навколишнього середовища.

Розробка генераторів для одержання воднево-кисневої суміші відбувалася у двох напрямках. Відповідно до першого напрямку установки з продуктивністю $50\text{-}300$ л/год. воднево-кисневої суміші використовуються в основному для пайки невеликих виробів і проводів, ювелірному виробництві, медицині, обробці скла та ін. Вони можуть бути також використані для зварювання кольорових металів і сталевих виробів малих товщин. Такі установки мають малі габарити і масу, до 50кг. Вони працюють з малогабаритними пальниками і соплами діаметром до 1мм. Відносно невелика споживана потужність (до 1,5 кВт) дозволяє вико-

ристати для регулювання продуктивності автотрансформатори або сполучення трансформатора з теристорним регулятором. Для розширення технологічних можливостей у газову суміш вводять добавки парів спирту або бензину.

За кордоном розробкою пристроїв подібного типу займаються фірми Henes, Binsel, EFD International, Incorporated (США), Кагер, Клаусшлітт, Олександр Бинзель (Німеччина), Peter Koch (Швейцарія), Іжоудеянакусу Кенклюдзе (Японія) та ін.

На основі патентів Роудз і Хепес (США) розроблено ряд установок «Вотер велдер» продуктивність від 14 до 170 л/год газової суміші і споживаною потужністю 0,1...1,2квт.

Близькі характеристики мають установки MSG фірми "Бинзель".

У Росії налагоджено дрібносерійний випуск установок МГС-1 (Пенза) і ЭЛГА-2 (Митищі) продуктивністю до 360 л/год суміші. Трохи меншу продуктивність мають установки «Рубін 1» (250л/год) і «Двіна» (200л/год). Можна виділити установку СЛМ-1 (Москва), що відрізняється роздільним виробництвом водню (80л/год) і кисню (40л/год). В Україні установки малої продуктивності розробляються Інститутом електрозварювання ім. Е.О. Патона. Установки серії ЕВГ мають продуктивність 25-45 л/год, а серії ЕВУ - 40-160 л/год газової суміші. Ці установки характеризуються малими габаритами. Їхня маса до 25 кг, споживають до 750 Вт електроенергії. В Одесі й Керчі налагоджений випуск установок «Ефект» декількох модифікацій.

У рекламних проспектах перерахованих марок установок приводяться відомості про можливості їхнього використання для зварювання сталевих виробів малих товщин, однак невелика продуктивність не дає можливості ефективно використати їх для нанесення покриттів і зварювання більш відповідних деталей.

До другого напрямку належать установки, що дозволяють у тім або іншому ступені замінити ацетилено-кисневе газове зварювання. Тому їхні технологічні можливості й масогабаритні показники прийнято порівнювати з ацетилено-кисневими газозварювальними установками:

- маса установок до 120кг (кисневий балон -80кг, ацетиле-

новий генератор - 20кг, а також шланги, пальники, карбід - 20кг);

- габарити - можливість переносити установку в роздріб 2-ма робітниками;

- товщина зварюваного металу до 5мм, а механічна міцність шва не повинна поступатися міцності матеріалу деталі.

Промислове використання воднево-кисневих генераторів для зварювання сталей стає можливим тільки при продуктивності газової суміші більше 800 л/год. Розвиток конструкції установок іде за трьома напрямками:

- збільшення продуктивності;
- зменшення габаритних розмірів і маси;
- поліпшення якості звареного шва.

В 30-роках для ремонту літаків використовували воднево-кисневі зварювальні установки з живленням від електрозварювальних генераторів. Маса п'яти послідовно включених електролізерів становила 300кг. Для корегвання характеру полум'я використовували добавку до 25% ацетилену. Продуктивність установки доходила до 130 л/год. Надалі ці установки використовували для ремонту сільськогосподарської техніки. Ця конструкція одержала розвиток в установці ГАК-1/5, а потім в А1803, розроблених в Інституті електрозварювання ім. Е.О.Патона. Разом з Київським політехнічним інститутом установка А1803 серійно випускається Броварським дослідним заводом. Вона має досить високу продуктивність – 1600 л/год, однак використання як джерела живлення зварювального перетворювача ВДУ-506 істотно підвищує її масу до 410кг, а також вартість і габарити. Така установка може використовуватися тільки на стаціонарних зварювальних постах. Недосконалість пристроїв для здійснення генерації газу й стабілізації процесу електролізу не дозволяє одержувати зварювальний шов досить високої якості. Інші, розроблені в ІЕЗ ім. Патона установки більшої ємності: А1799(4000л/год, 320кг), В10661 (10000л/год - 580кг), А1796(1600л/год, - 120кг) не доведені до серійного виробництва. Характеристики відомих установок з воднево-кисневим полум'ям наведена в додатку А.

Установки типу «ВКУС» можуть бути використані в технологічному процесі зварювання деталей сільськогосподарської техніки, нанесенні покриттів, але вони не забезпечують необхідної стабільності процесу. З огляду на всі недоліки існуючих установок, на базі ВКУС-0,8 була створена установка «Газотрон-2000» (рис. 1). Вона належить до пристроїв для виробництва гримучого газу, отриманого електролізом води, і може бути використана при зварюванні й обробці металу, а також у технологічному процесі відновлення деталей машин. Такі установки можуть бути ефективно використані як в стаціонарних, так і в польових умовах експлуатації.



Рис. 1 зовнішній вид воднево-кисневої установки

Пристрій для отримання гримучого газу складається з електролізера, з пакетом послідовно встановлених електродів, між якими розташовані електроізоляційні прокладки (рис. 2). Живлення установки здійснюється від мережі 220В.

Отриманий в результаті електролізу гримучий газ накопичується в напірній ємності, утворюючи більший, порівняно з атмосферним, тиск. З напірної ємності, проходячи крізь осушувач, гримучий газ по шлангам поступає до споживача.

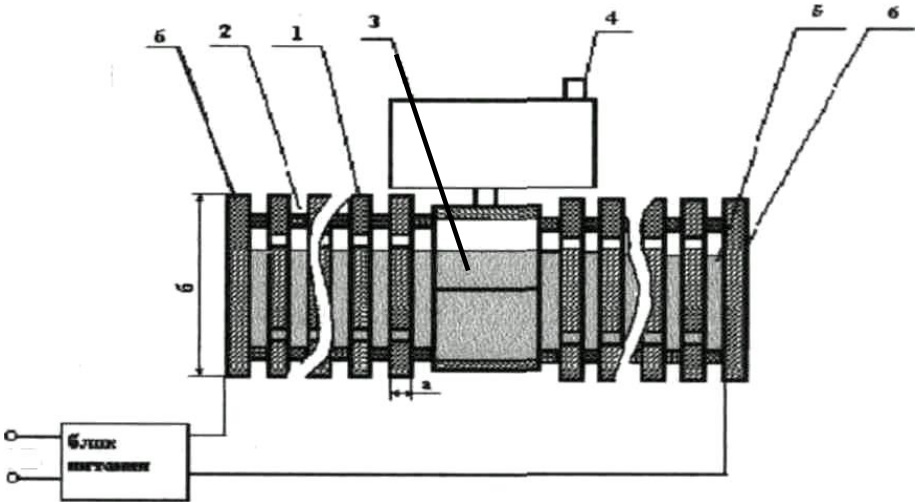


Рис. 2 Схема пристрою для отримання гримучого газу
 1-електродні пластини, 2-прокладки, 3-напірна ємність, 4-осушувач, 5-електроліт, 6-електроди;
 а- товщина пластин; б- висота пластин

Основними пошкодженнями кузовів автомобілів, що поступають в ремонт, є тріщини експлуатаційного характеру, перекоси різної складності, а також значні деформації, отримані в результаті ДТП. Вказані дефекти ремонтуються за допомогою зварювальних робіт, які складають 25-30% від загального обсягу ремонтних робіт кузова.

7.2 Технологічні прийоми зварювання. При ремонті використовуються наступні види зварювальних сполучень (рис. 3 а): таврове – I, нахльостане – II, кутове – III, стикове – IV. У відповідності з розташуванням у просторі (рис. 3 б) зварні шви розподіляються на горизонтальні (зліва-направо) – V, вертикальні (згори-вниз) – VI, в нижньому положенні – VII, стельові – VIII.

Зварювання неперервним швом використовується для отримання герметичних конструкцій, може виконуватися при стикових, кутових і сполученнях внахлест в усіх положеннях у просторі.

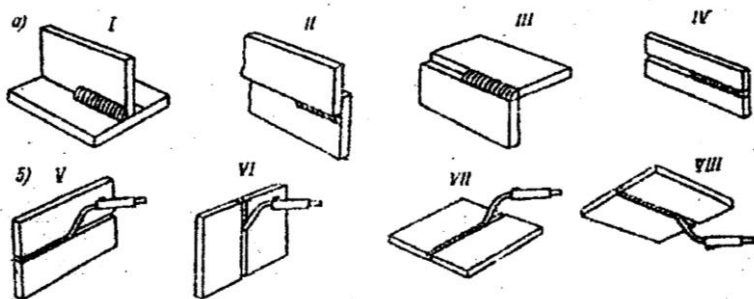


Рис. 3 Види зварних сполучень та розташування зварних швів у просторі

В ремонтному виробництві при зварюванні відповідних деталей кузова (лонжеронів, підсилювачів, поперечин полу, та ін.) найбільш розповсюджено зварювання перерваним швом. Цей спосіб дозволяє зменшити ймовірність пропалювання металу за рахунок переривання процесу зварювання. Під час перерви зварювальна ванна охолоджується, ймовірність пропалювання зменшується.

Режими зварювання визначаються направленістю пересування і кутом нахилу зварювального пальника, потужністю і характером полум'я, діаметром присадочного прутка.

Потужність полум'я A визначається годинним витрачанням газової суміші:

$$A = kt, \text{ м}^3/\text{год},$$

де k – коефіцієнт, враховуючий матеріал і спосіб зварювання ($\text{м}^3/\text{год.мм}$)

t – товщина зварюваних деталей, мм. Для сталі $k=0,3\dots0,4$, для алюмінію $k=0,2\dots0,3$, для чавуну $k=0,4\dots0,5$. У відповідності з витратою газової суміші вибирають номер мундштука зварювального пальника.

Характер полум'я (нейтральне, окислювальне, відновлююче) вибирають в залежності від матеріалу зварюваних деталей. Діаметр присадочного матеріалу визначають в залежності від способу зварювання за формулою:

$$d = 0,5t + 1 \text{ – для лівого способу зварювання;}$$

$$d = 0,5t + 1 \text{ – для правого способу зварювання.}$$

Зварювальник для виконання робіт тримає палик в правій руці, а присадочну проволоку – в лівій. Розрізняють два способи зварювання – лівий і правий (рис. 4). При лівому способі зварювання палик пересувають справа, а присадочний пруток попереду полум'я. Цей спосіб найбільш розповсюджений при зварюванні металів малих товщин. Однак при цьому ванна сплавлення невелика, і в ній можуть утворюватись нітриди заліза. Також на міцність шва мають негативний вплив включення оксидів.

При правому способі зварювання полум'я, присадочна проволока і ванна розплаву йдуть один за одним. Атмосферне повітря відсувається полум'ям палика зі зварювальної ванни і вона збільшується. В результаті забезпечується добре проплавлення. Правий спосіб зварювання дає кращі металургійні результати і його слід використовувати для відповідних з'єднань.

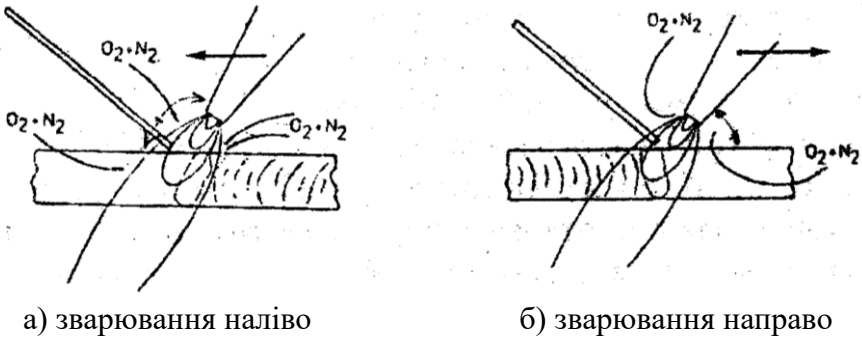


Рис. 4 Способи газового зварювання

Кут нахилу палика вибирають в залежності від товщини зварюваних деталей. Для тонколистових матеріалів кут нахилу мундштука має бути 15° - 25° . Чим більший кут нахилу палика, тим більший тепловий вплив полум'я на деталь.

Воднево-киснева газова зварювальна установка також може бути використана для нанесення відновлюючих покриттів на зношені деталі сільськогосподарської техніки. В лабораторії для відпрацювання режимів використовували зразки, вирізані з деталей: вала ротора турбокомпресора СМД-ТКР-11Н-2 (Сталь45) та корпусу ІМС6 сівалки SPC6528V (високоміцний чавун). Основні па-

раметри обробки наведені в таблиці 1. Вони обрані на основі проведеної низки експериментів і виявляються оптимальними для використаного обладнання.

Зі збільшенням дистанції нанесення матеріалу, у порівнянні з наведеними в табл. 1 виявляється значне переохолодження капелі, що утворюють покриття. Зменшення нижче 0,19 м призведе до збільшення температури основної деталі.

Таблиця 1 Параметри нанесення покриттів

№	Параметри обробки	Значення параметру	Характеристика властивостей покриття	
			Твердість, HRC	Міцність зчеплення, МПа
1.	Дистанція нанесення покриття, м	0,19-0,21	<u>55 – 62</u> 58	<u>200 – 320</u> 260
2.	Витрати газової суміші, м ³ /г	0,9-1,2		
3.	Тиск газу, МПа	0,2-0,3		
4.	Витрати порошку, кг/г	0,5-2,2		

При збільшенні витрат газової суміші потрібно підвищення її виробництва, що значно зменшує якість нанесення покриттів й безпеку технологічного процесу обробки. Витрати газової суміші менш ніж 0,9 м³/ч не забезпечують стабільності протікання процесу нанесення покриттів.

При виборі величини тиску газу орієнтувались на необхідну швидкість транспортування порошкової суміші. Витрати порошку з одного боку обґрунтовані економічними причинами, а з іншого – забезпеченням рівномірного нанесення якісного покриття.

При цьому дистанція напилення покриття при його нанесенні на чавунні деталі відповідала верхньому обмеженню показників (0,21 м), а на сталеві – нижньому (0,19 м).

При цьому структура покриття мало відрізняється, а змінювання дистанції напилення впливає лише на формування перехід-

ної зони й міцність зчеплення покриття з основною деталлю.

Перед виконанням операції нанесення покриття необхідно визначити товщину нарощуваного шару з урахуванням припусків на наступну обробку. Товщина шару h розраховується за формулою:

$$h = \frac{D - d}{2} + b,$$

де D - номінальний розмір деталі, d - діаметр деталі перед нанесенням покриття, b - припуск на наступну механічну обробку.

8 ПОРЯДОК ВИКОННЯНЯ РОБОТИ

Провести огляд дефектів. Виявити деталі, які потребують ремонту або заміни, виявити товщину металу, положення у просторі та види зварних з'єднань у місцях проведення зварювальних робіт. Виявити характер забруднення місць зварювання (масло, старе лакофарбове покриття) та запропонуйте способи очищення.

- при наявності масляних забруднень – обезжирити;
- видалити корозію і старе лакофарбове покриття;
- в залежності від товщини зварюваного металу підібрати режими і технологічні параметри зварювання, результати занести в таблицю 2;

- Таблиця 2 Режими і технологічні прийоми зварювання зразків

- воднево-кисневим полум'ям

Товщина зварюваного металу, мм	Витрати воднево-кисневої суміші, м ³ /год	Номер мундштука паяльника	Кут нахилу мундштука, град	Спосіб зварювання	Діаметр присадного прутка, мм

- підготувати установку до роботи: долити дистильованої води у газогенератор, перевірити рівень води у водяному заворі та рівень бензину в збагачувачі;
- натиснути кнопку пуск;
- установити допустимий зварювальний струм зварювальною установкою;
- відкрити кран “ацетилен” зварювального пальника, підпалити полум’я, відрегулювати характер полум’я;
- виконати зварювальні роботи;
- закрити кран пальника “кисень”, а потім кран “ацетилен”, відключити установку (натиснути кнопку “стоп”);
- оцінити якість зварюваного шву, заміряти зони термічного впливу.

9 КОРОТКІ ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

9.1 Зварювальні роботи проводити в присутності викладача, лаборанта або учбового майстра.

9.2 Перед початком робіт впевнитись в надійності заземлення обладнання.

9.3 Увімкнути вентиляційні пристрої.

9.4 Заборонено дивитись незахищеними очима на зварювальну дугу і розплавлений метал.

9.5 Щоб запобігти опалень та пропалювання одягу зварювальні роботи проводити у спеціальному одязі.

10 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Мета роботи. 2. Відповіді на запитання самостійної підготовки. 3. Таблиці результатів вибору режимів та технологічних параметрів зварювання. 4. Відповіді на контрольні питання. 5. Висновок.

11 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

11.1 Основні дефекти деталей кузовів та облицювання, способи їх усунення.

11.2 Види обладнання, використаного при ремонті, їх пере-

ваги і недоліки.

11.3 Характерні дефекти зварюваних швів, способи контролю якості.

11.4 Типи присадочних дротів, використаних для зварювання деталей.

11.5 З якою метою при зварюванні металів з використанням воднево-кисневого полум'я використовуються проволоки з розкислювачами (Si, Mn)?

Таблиця А.1 Характеристика воднево-кисневих установок

Назва установ-ки	Продуктив-ність, л/год	Маса, кг	Максимальна споживча міц-ність, кВт	Ви-трати води, л/год	Тиск газу, МПа	Температура полум'я °С	Габаритні ро-зміри, мм
У-853	0,15	57	0,01-0,1	0,05	0,3-0,5	-	616×305×475
ТЕРЕ-1,35	1,35	95	4,4	0,8	0,02	3000-3500	850×600×360
ЭФЕКТ-СЛАВУ-ТИЧ-400	0,5	56	3	-	0,01-0,3	1600-2800	-
ЭНЕРГИЯ - 4	1,3	60	3,7	0,8	-	-	550×350×550

Таблиця А.2 Характеристика воднево-кисневих установок “ВКУС”

Параметр	ВКУС-0,4	ВКУС-0,6	ВКУС-0,8	ВКУС-1,2	ВКУС-1,6
Максимальна споживча міцність кВт	1,3	2	2,6	3,9	5,2
Споживний струм, А	1-6	1-9	1-12	1-18	1-24
Продуктивність, л/ч	400	600	800	1200	1600
Максимальна витрата води г/ч	340	510	680	1020	1360
Температура полум'я, °С	2800	2800	2800	2800	2800
Маса, кг	38	45	55	65	80
Габаритні розміри, мм	250×250× 1005	270×270× 1005	290×290× 1005	325×325× 1005	350×350× 1005

РОБОТА №8

ЗАСТОСУВАННЯ РУЧНОГО ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ (ММА) ПРИ РЕМОНТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

1. ЦІЛЬ РОБОТИ

Ознайомитися із процесом запалювання і структурою електричної зварювальної дуги, маркуванням електродів, видами зварювальних трансформаторів і їх роботою, а також вибором режиму і технології дугового зварювання і наплавлення покритими електродами.

2. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ

- 2.1. Суть процесу ММА зварювання?
- 2.2. Що називається зварювальною дугою?
- 2.3. Опишіть способи процесу запалювання дуги.
- 2.4. Для чого виконується коротке замикання електрода на заготовку?
- 2.5. Яка температура деталі, що зварюється при прямій і зворотній полярності?
- 2.6. У якій області дуги виділяється більше теплової енергії?
- 2.7. Для чого необхідна маска зварника з темним склом?

3. ЗАВДАННЯ

У процесі самостійної підготовки до роботи письмово відповісти на запитання.

Ознайомитись із процесом запалювання і будовою електричної зварювальної дуги, а також характеристикою електродів і їх покриттям. Вивчити пристрій і роботу зварювального трансформатора і випрямляча (або іншого зварювального агрегату). Набути навичок по вибору режиму і технології ручного дугового зварювання електродами.

4 ЧАС ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Самостійна підготовка – 2 година;
Робота в лабораторії – 4 акад. години.

5. ЛІТЕРАТУРА

5.1 Основна

5.1. Ремонт машин та обладнання: Підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. Підручник: (Затверджено МОН України як підручник для студентів ВНЗ, які навчаються за напрямом підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» від 21.06.10 №1/11 – 545) - К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с.

5.1.2 Ручная дуговая сварка неплавящимся электродом в защитных газах /Н.А. Юхин.: - М.: СОУЭЛО. 2007. -49с.

5.1.3 Электродуговая сварка: /О.М. Черный - М.: Феникс: 2009г.: -319с

5.1.4 Рекомендации по восстановлению деталей сельскохозяйственной техники в мастерских колхозов и совхозов. – М.: ГОСНИТИ. 1988 – 145с.

5.1.5 Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій. / Сідашенко О.І. Тіхонов О.І., Лузан С.О. та інші. Навч. посібник – Харків: ХНТУСГ, 2017.– 361 с.

5.2 Додаткова

5.2.1 Восстановление деталей тракторов. Ч.И. Згирский. Урало-сибирское отделение МАШГИЗА. 1960-144.

5.2.2 Справочник сварщика. Под ред. В.В. Степанова. –М.: «Машиностроение» 1983-560с.

5.2.3 Износостойкая наплавка деталей. –М.: «Колос», 1974.-95с.

5.2.4 Основы сварочного дела. В.Г. Геворкян. - М.: «Высшая школа», 1971 -264с.

5.2.5 Ручная дуговая сварка В.Г. Лупачев.: Высшая школа: 2006. 416с.

6. ОБЛАДНАННЯ І МАТЕРІАЛИ.

Стіл для електрозварювальних робіт ОКС-7523, верстак слюсарний ОРГ-1463-01-060Л, зварювальний трансформатор випрямляч ВДУ-506, інверторний випрямляч для ручного дугового зварювання ВДИ-200Р DC TIG, зварювальні електроди типу Э42, Э46 (та ін.), заготовки з вуглецевої і низьколегованої

сталі. Спеціальні захисні засоби, зі скло-фільтром (Додаток А). Електродотримача, додатковий інструмент зварювальника, зварювальні кабелі.

7. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

7.1 Процес запалювання і структура електричної дуги.

Зварюванням називається технологічний процес одержання нероз'ємних з'єднань за допомогою встановлення міжатомних зв'язків між частинами, що зварюються, при їхньому місцевому нагріванні.

При ручному *дуговому зварюванні електродом*, що плавиться, розплавлювання країв заготовок, що зварюються і *електрода* здійснюється за рахунок теплоти електричної зварювальної дуги.

Електрична зварювальна дуга – стійкий тривалий електричний розряд при високій щільності струму ($0,5-100 \text{ А/мм}^2$) у сильно іонізованому газовому середовищі між двома електродами, одним з яких звичайно є заготовка, що зварюється. *Процес, при якому з нейтральних атомів і молекул утворюються позитивні і негативні іони, називається іонізацією.*

У процесі горіння зварювальної дуги виділяється велика кількість теплоти, утворюється яскраве світлове випромінювання, невидимі ультрафіолетові і інфрачервоні промені, гази та пил. Електрична зварювальна дуга складається з катодної і анодної плям і стовпа дуги (Додаток Б). Зовні вона оточена ореолом, що складається із суміші газів, пару і пилу. Для запалювання дуги необхідно легко торкнутися стрижнем з покриттям електрода заготовки, що зварюється, із замиканням електричного ланцюга коротко, після чого відвести електрод від заготовки на відстань 2-4 мм

Відбувається швидкий розігрів торця електрода 1 за рахунок теплоти, що виділяється струмом короткого замикання. Після відводу електрода з розігрітого торця металевого стрижня, що є катодом, вільні електрони під дією електричного поля спрямовуються до анода (заготовки). Їм передається значна кінетична енергія. В міжелектродному зазорі електрони зустріча-

ються (співударяються) з молекулами і атомами повітря та між собою. Ці зіткнення можуть бути пружними і непружними. При пружному зіткненні частина кінетичної енергії електронів передається атому або молекулі повітря. У результаті температура в дуговому проміжку (стовпі дуги) підвищується до $6000-7000^{\circ}\text{C}$. При непружному зіткненні відбувається іонізація молекули повітря з виділенням електронів, позитивних і негативних іонів. Електрони і негативні іони продовжують рух до анода і бомбардують його поверхню. У результаті гальмування їх руху відбувається перетворення кінетичної енергії в теплову і поверхня анода (анодна пляма) розігрівається до $t = 2600-3000^{\circ}\text{C}$. Позитивні іони під дією сил тяжіння рухаються до катода і, бомбардуючи його поверхню, нагрівають катодну пляму до $2000-2600^{\circ}\text{C}$. У дузі постійного струму прямої полярності (рис. 1) («мінус» на електроді, «плюс» на заготовці) на аноді виділяється більша кількість теплоти (41-42 % від загальної кількості), ніж на катоді (36-38 %), у зв'язку з тим, що анод зазнає більш потужного бомбардування зарядженими частками. У дузі змінного струму відмінність температур катодної і анодної плям згладжується внаслідок їхньої періодичної зміни із частотою, що дорівнює частоті струму (50 Гц).

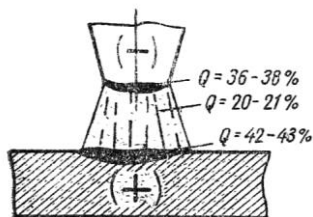


Рис. 1 Розподіл теплоти, що виділяється струмом у зонах дуги

Для стійкого горіння дуги необхідні постійний міжелектродний зазор (довжина дуги), певна напруга і струм у ланцюзі, достатня іонізація повітряного проміжку, стабільність властивостей джерела струму, що живить дугу.

7.2. Класифікація і позначення покритих електродів для ручного дугового зварювання. *Покриті електроди* для ручного дугового зварювання класифікують по призначенню, виду і товщині

покриття, припустимому просторовому положенню зварювання або наплавлення, роду і полярності зварювального струму.

По призначенню розрізняють електроди для зварювання сталі, чавуну, алюмінію, міді.

Позначення електродів для зварювання: вуглецевих і низьколегованих конструкційних сталей з $\sigma_B > 600$ МПа – У; легованих конструкційних сталей з σ_y до 600 МПа - Л; легованих теплозводних сталей - Т; високолегованих і сталей з особливими властивостями - В; для наплавлення поверхневих шарів з особливими властивостями - Н. Залежно від механічних властивостей наплавленого металу застосовуються електроди 14 типів: Э42, Э46А, Э 50-Э150.

Тип електрода позначається буквою Э с цифрою, що вказує гарантований тимчасовий опір розриву наплавленого металу в кгс/мм². Буква А після цифр означає підвищену пластичність наплавленого металу.

По виду покриття електроди розділяються на:

А – з кислим покриттям (ОММ-5, АНО-2, СМ-5, ЦМ-7, МЭЗ-04 і ін.), що містять оксиди заліза, марганцю, кремнію, іноді титану. При плавленні покриття виділяється велика кількість O_2 , Нg, крім того, вони токсичні. Ці електроди забезпечують стабільне горіння дуги на змінному і постійному струмі. Метал шва відрізняється підвищеним ступенем окислення, щільністю і пластичністю;

Б - з основним покриттям (УОНИ-13/45, УОНИ-13/5БК, УОНИ-В/85, АНО-Т, ОЗС-5, ДСК-50, СН-11, УП-1/45 і ін.), що містять мармур – $CaCO_3$, плавиковий шпат - CaF_2 , кварцовий пісок, феросплави. Наплавлений метал має більшу міцність на ударний вигин, малу схильність до старіння і появи тріщин. Ці електроди застосовуються для зварювання на постійному струмі зворотної полярності відповідальних конструкцій з вуглецевих і легованих сталей;

Р - з рутіловим покриттям (ОЗС-12, АНО-32, ОЗС-6, АНО-6, МР-4, ОЗЛ-32 і ін.), що містять рутил - TiO_2 , мармур – $CaCO_3$, польовий шпат - $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$, каолін, іноді залізний порошок. Вони забезпечують стійке горіння дуги і гарне формування шва у всіх просторових положеннях;

Ц - із целюлозним покриттям (ОМА-2, ВСЦ-1, ВСЦ-2, ВСП-1, ВСЦ-4М і ін.). При плавленні покриття виділяється велика кількість газів. Ці електроди застосовуються для зварювання металу малої товщини та під час проведення монтажних робіт;

П - з іншими покриттями (ільменітовим, рутил- ільменітовим - АНО-24, рутілосоновним - АНО-30, фтористокальцієвим - АНО-Д і ін.). До складу покриття входять: стабілізуючі, шлак утворюючі, легуючі, розкисляючі, газотвірні, формуючі, зв'язуючі компоненти. Покриття забезпечує газовий і шлаковий захист зони зварювання й розплавленого металу, розкислення й легування металу зварювальної ванни, стабільність горіння дуги.

По товщині покриття (відношенню діаметра електрода D до діаметра стрижня d) електроди виготовляють: М - з тонким покриттям $D/d < 1,2$; З - із середнім покриттям $1,2 < D/d < 1,45$; Д - з товстим покриттям $1,45 < D/d < 1,8$; Г - з особливо товстим покриттям $D/d > 1,8$.

По припустимому просторовому положенню зварювання електроди розділяються: для всіх положень – 1; для всіх положень, крім вертикального – 2; для нижнього, горизонтального і вертикального – 3; для нижнього – 4.

По якості виготовлення, стану поверхні покриття електроди бувають 1, 2, 3 груп.

По роду і полярності застосовуваного при зварюванні або наплавленні струму і номінальній напрузі холостого ходу джерела змінного струму електроди підрозділяються: 0 – зворотна полярність постійного струму, 4 – будь-яка, 5 – пряма, 6 – зворотна для постійного струму і для змінного струму з напругою холостого ходу 70 В. Приклади умовного позначення електродів: а) тип Э46А за ГОСТ 9467 марки УОНИ-13/45 діаметром 3,0 для зварювання вуглецевих і низьколегованих сталей - В, з товстим покриттям - Д, 2-ої групи з механічними властивостями наплавленого металу: $\sigma_B > 460$ МПа (43), $\delta - 22\%$ (2), КСУ = 0,35 Дж/мм² при $t = - 40^\circ\text{C}$ (5) з основним покриттям Б для зварювання у всіх просторових положеннях - 1, на постійному струмі зворотної полярності 0:

Э46А - УОНИ - 13/45 - 3,0У,0

ГОСТ 9466, ГОСТ 9467

Е432(5) - Б1.0

б) типу Э-09Х1МФ за ГОСТ 9467 марки ЦЛ-20 діаметром 4,0 мм для зварювання легованих теплотривких сталей – Т з товстим покриттям Д 3-ої групи з механічними властивостями наплавленого металу – міцністю на ударний вигин $KCU = 0,35$ Дж/мм² при ОС (2) і тривалою міцністю при $t < 580^{\circ}\text{C}$ (7) з основним покриттям Б для зварювання у всіх просторових положеннях 1 на постійному струмі зворотної полярності 0:

Э - 09Х1М - ЦЛ - 20 - 4,0 - ТДЗ

ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75

Е - 27 - Б1.0

7.3 Вибір електродів і матеріалів для наплавлення. Деталі тракторів, автомобілів і сільськогосподарських машин, виготовлені зі сталі, можуть бути розділені на п'ять груп: з маловуглецевої сталі марок 08, 10, 20, термічно не оброблені або піддані нормалізації; із середньовуглецевої сталі марок 40, 45, термічно не оброблені або піддані нормалізації; із середньовуглецевої і маловуглецевої сталей, термічно оброблених (загартування і відпуск); з маловуглецевої (нелегованої або легованої) сталі із цементованими робочими поверхнями; деталі, виготовлені з спеціальної сталі і такі що використовуються в тяжких умовах абразивного зношування (Додаток В).

Деталі I групи (вали кермових коліс, важелі тяги і ін.) відновлюють електронаплавленням із застосуванням електродів ОММ-5; ЦМ-7, типу Э42. Можливе використання для наплавлення електродів із крейдовою обмазкою. Для деталей цієї групи необхідно відновити первинні розміри, які були порушені через неправильну їх роботу (провертання, зсув і т.і.). Для цих деталей не передбачається підвищена зносостійкість поверхні.

II група (передні осі тракторів, вали приводів водяних насосів і ін.) відновлюють електродами УОНИ 13/55 типу Э50А, Э55А. Деталі повинні після наплавлення зберегти свої характеристики міцності, що забезпечується зазначеними типами електродів. Тер-

мічна обробка не обов'язкова. Відповідальні деталі зазнають нормалізації для поліпшення структури металу біля зони шва.

III група (вали коробок передач, піввісі, колінчаті вали і т.і.) найпоширеніша в номенклатурі відновлюваних деталей наплавленням. При експлуатації вони зношуються в сполученні від тертя ковзання. Деталі даної групи потребують зносостійкого наплавлення. При цьому необхідно розрізняти два випадки. Перший, коли після наплавлення передбачається механічна обробка. Твердість наплавленого шару повинна бути не більш 350 НВ. Надалі ці деталі термічно обробляють і відпускають. Для них рекомендуються електроди УОНИ 13/55, ОЗН-300, ОЗН-350. Другий, коли деталі після наплавлення термічно не обробляють. Наплавлений шар повинен бути високої твердості і зносостійкості. Деталі остаточно обробляють шліфуванням. Для них рекомендують електроди ОЗН-400, ЦС-1, Т-590, 12 АН-ЛИВТ.

IV група (хрестовини диференціалів, карданів, каретки швидкостей, вали коробок передач і ін.). Із цими деталями працюють як з III групою. Тільки для першого випадку (якщо після наплавлення передбачається цементация) рекомендується використовувати електроди ОММ-5, ОМА-2.

V група (леміші, лапи культиваторів, опорні котки, ножі скреперів і ін.). Ці деталі в процесі роботи інтенсивно зношуються. При наплавленні необхідні висока твердість і зносостійкість металопокриття. Для даних деталей механічна обробка не передбачається і після наплавлення потрібно тільки шліфування. Рекомендують електроди 13 КН-ЛИВТ, Т-590, Т-620.

Марки і типи електродів для наплавлення за ГОСТы 9466, 9467, 10051 і 10052 наведено в додатку 3.

Для наплавлення швидкозношуваних деталей машин застосовують зерноподібні тверді сплави - сталініт, вокар, ВИСХОМ-9, боридну суміш; литі тверді сплави - стеліти В2К, В3К, В3К-ЦЭ і стелітоподібні сплави - сормайт 1, 2, порошкові електроди.

7.4 Конструкція і робота зварювальних трансформаторів і випрямляча та інвертор них приладів для забезпечення ММА зварювання

Для живлення електричної дуги застосовуються джерела

змінного струму - *зварювальні трансформатори* і постійного струму - *зварювальні випрямлячі і генератори* (перетворювачі), *інверторні зварювальні апарати* (Додаток Г та Д). Для забезпечення стійкого процесу зварювання джерела живлення дуги повинні відповідати наступним вимогам:

1. Напруга холостого ходу повинна бути достатня для легкого збудження дуги і у той же час не повинна перевищувати норм з техніки безпеки. Для однопостових зварювальних генераторів напруга холостого ходу не більш 80В, а для багатопостових – не більш 60В. Для зварювальних трансформаторів напруга 70В при струмі 200А і напруга 100В при струмі менше 100А.

2. Напруга горіння дуги повинна швидко встановлюватися й змінюватися залежно від довжини дуги, забезпечуючи стійке горіння зварювальної дуги. Зі збільшенням довжини дуги напруга повинна швидко зростати, а зі зменшенням швидко падати (час відновлення робочої напруги від 0 до 30В повинен бути менш 0,05 сек.).

3. Величина струму короткого замикання не повинна перевищувати зварювальний струм більш ніж на 40-50%. При цьому джерело струму повинно витримувати тривалі короткі замикання зварювальної дуги.

Зварювальний трансформатор складається з понижувального силового трансформатора й спеціального пристрою (дроселя, шунта, рухливої котушки), призначеного для регулювання сили зварювального струму, напруги, і забезпечення, найчастіше, вольтамперної характеристики, що падає. Зварювальні трансформатори можуть бути з нормальним і підвищеним магнітним розсіюванням, механічним і електричним регулюванням зварювального струму і напруги.

На великих підприємствах, які мають декілька сварювальних постів, найбільшого розповсюдження набули зварювальні трансформатори з підвищеним магнітним розсіюванням. По способу зміни магнітного розсіювання і індуктивного опору вони можуть бути з магнітним шунтом, рухливими котушками і витковим (східчастим) регулюванням. У трансформаторів типу

СТШ (рис.2) рухливий магнітний шунт конструктивно виконаний із двох половин, що розходяться в протилежні сторони.

Сила зварювального струму регулюється зміною положення шунта в магнітному сердечнику. Коли шунт повністю всунутий у сердечник, магнітний потік розсіювання і реактивна ЕДС розсіювання максимальні, а зварювальний струм мінімальний.

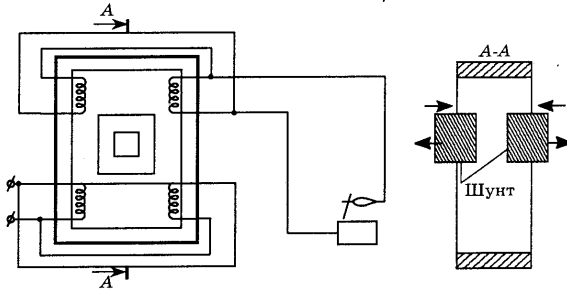


Рис. 2 Електрична схема зварювального трансформатора типу СТШ 500-80

У трансформаторів з рухливими котушками типу ТС, ТСК, ТД (рис.3.) магнітне розсіювання регулюється зміною відстані між нерухливою первинною 1 і рухливою вторинною 2 обмотками. Ця зміна здійснюється поворотом рукоятки 3 і гвинта, пов'язаного з рухливим відмотуванням.

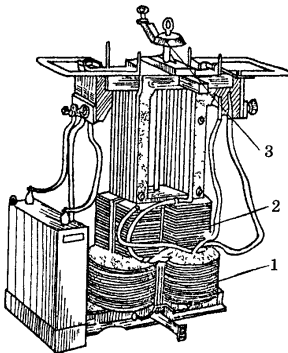


Рис.3 Зварювальний трансформатор типу ТСК-500

Сила зварювального струму збільшується при зближенні обмоток і зменшується при збільшенні відстані між ними. Напруга холостого ходу при зсунутих котушках більше, а при розсунутих - менше. У трансформаторів типу ТСК конденсатори, включені паралельно первинній обмотці, забезпечують підви-

щення коефіцієнта потужності.

У трансформаторах типу ТД (рис.4) застосоване дводіапазонне плавне регулювання струму: у діапазоні малих струмів котушки первинної і вторинної обмоток включаються послідовно, а великих струмів – паралельно. Включення і відключення котушок проводиться перемикачем, змонтованим усередині трансформаторів.

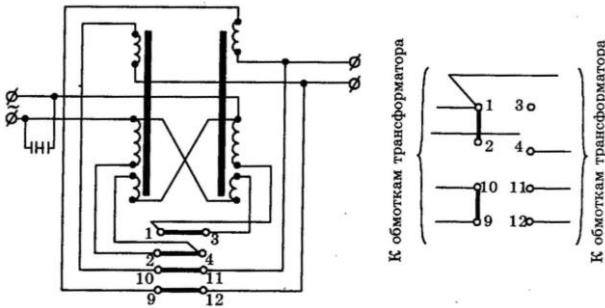


Рис. 4 Електрична схема трансформатора ТД-500

Зварювальні випрямлячі і генератори випускаються з падаючими і жорсткими зовнішніми характеристиками. Випрямлячі з падаючими зовнішніми характеристиками типу ВД призначені для ручного дугового зварювання, різання, наплавлення, автоматичного дугового зварювання під флюсом, а із жорсткими зовнішніми характеристиками типів ВР, ВДГ, ВМ і універсальні ВДУ, ВСУ - для дугового зварювання, електродом що плавиться у захисних газах і під флюсом.

Універсальний зварювальний випрямляч ВДУ-506УЗ (див. Додаток Є та Ж) призначений для механізованого зварювання у вуглекислому газі і під шаром флюсу, а також для ручного дугового зварювання електродом.

Випрямляч складається із силового трансформатора, силового блоку тиристорів, зрівняльного реактора, дроселя у зварювальному ланцюзі, силового автоматичного вимикача, блоку керування, електродвигуна з вентилятором. Усі складові частини випрямляча змонтовані на візку і захищені кожухом.

Випрямляч є універсальним і має крутопадаючі, жорсткі

(пологопадаючі), зовнішні характеристики.

Живлення випрямляча проводиться від промислової трифазної мережі змінного струму. Плавне регулювання зварювального струму (при падаючій) і напруги (при жорстких зовнішніх характеристиках) здійснюється резистором на блоці керування (місцеве регулювання), а також з напівавтомата (дистанційне регулювання).

Кожне джерело живлення дуги розраховано на певне (номінальне) навантаження, при якому він працює, не перегріваючись вище допустимої температури (за технічним паспортом). Зазвичай режим роботи джерел живлення при дуговому зварюванні позначають: ТН - тривалість навантаження; ТР - тривалість роботи; ТВ - тривалість включення. Режим роботи характеризується відношенням часу зварювання до суми часу зварювання і холостого ходу.

$$ТН(ТР, ТВ) = \frac{t_{св}}{t_{св} + t_{п}} 100\%, \quad (7.1)$$

де $t_{св}$ - час зварювання; $t_{п}$ - час паузи.

Відмінність між ТН, ТР, ТВ, як для трансформаторів так і для інверторних джерел, полягає в тому, що в режимах ТН і ТР джерела живлення (трансформатори) під час паузи не відключаються від мережі і при розімкненому зварювальному ланцюзі працюють на холостому ходу, а в режимі ТВ (випрямлячі) повністю відключаються від мережі.

За номінальний режим роботи однопостових зварювальних трансформаторів, випрямлячів, генераторів прийнятий режим ТН = 20, 35 або 60%, а в багатопостових і установках струму для автоматичного зварювання - ТН = 100%.

7.5 Вибір режиму зварювання. Режим, обумовлює характер протікання процесу зварювання і забезпечує одержання якісного зварного шва заданої форми і розмірів. Усе визначається діаметром, типом і маркою електрода, коефіцієнтом наплавлення, родом, полярністю і силою струму, напругою дуги, швидкістю зварювання, кутом нахилу і руху електрода, масою наплавленого металу.

Діаметр електрода вибирається залежно від товщини металу, що зварюється. При зварюванні в нижньому положенні для вибору діаметра можна користуватися табл.1.

Таблиця 1 Вибір діаметра стрижня електрода, що зварюється за товщиною металу

Товщина S металу, що зварюється, мм	до 1,5	2	3	4-5	6-8	9-12	13-15	16-20	вище. 20
Діаметр d стрижня електрода, мм	1; 1,6	2	3	3-4	4; 5	4; 5	5	5; 6	6;8

При зварюванні горизонтальних, вертикальних і стельових швів незалежно від товщини металу, що зварюється табл. 2, застосовують електроди діаметром $d_e < 4\text{мм}$, а в деяких випадках, якщо діаметр перевищує 4мм, то збільшують силу струму.

Таблиця 2 Режими зварювання для електродів різних діаметрів

Діаметр електроду, мм	Зварювальний струм при положенні шва, А		
	Нижнє	Вертикальне	Потолочне
3	70-100	70-80	70-80
4	120-150	100-120	100
5	150-180	130-150	-

Тип і марка електроду вибираються залежно від марки і механічних властивостей (σ_b , σ_t , KCV) металу, що зварюється, призначення і умов роботи конструкції (табл. 3).

Сила зварювального струму I вибирається залежно від діаметра стрижня електрода d_e й положення зварного шва в просторі. При зварюванні в нижньому положенні:

$$I = K \cdot d_e, \text{ (A)} \quad (7.2)$$

де K - коефіцієнт пропорційності, який при зварюванні вуглецевих і низьколегованих сталей у нижньому положенні дорівнює 35-60 А/мм для товщини металу 5-30мм, або вибирається по табл.4.

Таблиця 3 Типи і марки електродів залежно від марки і механічних властивостей металу, що зварюється

Марка сталі	Механічні властивості				Тип електроду	Марка електродів	Коефіцієнт наплавлення, г/А·с	Механічні властивості металу шва		
	σв, МПа	σт, МПа	КCV, Дж/м ²	δ, %				σв, МПа	КCV, Дж/м ²	δ, %
СтЗпс, СтЗкп (2-6)	380	230		25	Э42 Э42А	АНО-5, АНО-6, ОМА-2, ВСП-1, СМ-11, УП1-45, УП2-45	11;8,5 10 9,5;10	420	0,8 1,5	18 22
14Г, 09Г2	440	290		21	Э46	АНО-3, АНО-4, МР-3, ОЗС-4, ОЗС- 6, ОЗС-12, АНО- 13, АНО-18	8,5; 7,8; 8,5; 10,5; 8,5; 10	460	0,8 1,4	18 22
09Г2С, 10Г2С1Д, 18Г2	460	330	0,3	21	Э50 Э50А	ВСЦ-3, ВСН-3 (для постійного струму), ДСК-50, АНО-11	10; 9	500	1,3	20
14Г2АСРД, 15Г2АФД	520	400	0,3	19 (- 60°С)	Э60 Е60А	УОНИ 13/65 (постійний струм)	9	600	1,0	18
15ХА, 15Г2АЮГ	600	450		16	Э60 Е60А					
14Х2ГМР, 12ХН2	700	600		12	Э70	ЛКЗ-70 (постійний струм)	9,5	700	0,6	14
20ХМА					Э09МХ теп- лостійкii	ЦЛ-14, ОЗС-1	10,5 8	460	0,9	18

Таблиця 4 Вибір коефіцієнта пропорційності залежно від діаметра електрода

d_e , мм	1-2	3-4	5-6
K , А/мм	25-30	30-45	45-60

При зварюванні горизонтальних і вертикальних швів сила струму зменшується на 10-15%, а стельових - на 15-20%. Надмірно великий зварювальний струм приводить до перегріву і розбризкуванню електродного металу, погіршенню формування шва, а при зварюванні тонкостінних заготовок - до прожогу стінок. Зварювання на малих струмах супроводжується нестійким горінням дуги, непроваром, малою продуктивністю.

Силу зварювального струму, розраховану по формулі 7.2, слід відкоригувати з урахуванням товщини елементів, що зварюються, типу з'єднання і положення шва в просторі.

Рід струму і полярність вибираються залежно від марки металу, що зварюється, його товщини, марки електрода, призначення конструкції. Зварювання на постійному струмі зворотної полярності застосовується для тонкостінних заготовок і високолегованих сталей з метою уникання їх перегріву. Зварювання вуглецевих сталей звичайно виконують на змінному струмі (рис. 5).

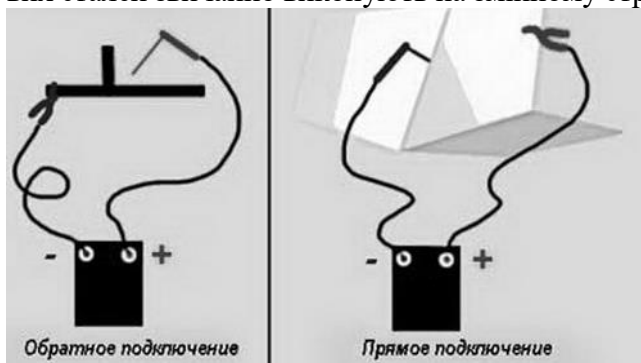


Рис.5 Вибір полярності при зварюванні.

Напряга для стійкого горіння дуги U_D визначається за формулами:

$$U_D = U_{ka} + E_C \cdot I \quad \text{або} \quad U_D = 20 + 0,04I \quad (7.3)$$

де ($U_{ka} = 20-22$ - сумарне спадання напруги на катоді і аноді, В;

$E_s = 3,3-3,8$ - градієнт напруги (напруженість) у стовпі дуги.
В/мм;

$l=(0,5-1,1) d$ - довжина дуги, мм;

I - зварювальний струм.

Маса наплавленого металу основних зовнішніх швів:

$$G_H^{\text{осн}} = \frac{S_{\text{осн}}}{1000} \cdot L_{\text{осн}} \cdot \rho, \text{ г} \quad (7.4)$$

де $S_{\text{осн}}$ - площа поперечного перерізу основного зовнішнього шва, мм²;

$L_{\text{осн}}$ - сумарна довжина основних зварних швів, мм;

$\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$ - щільність наплавленого металу.

Масу наплавленого металу підзварочних швів знаходять аналогічно:

$$G_H^{\text{вн}} = \frac{S_{\text{вн}}}{1000} L_{\text{вн}} \cdot \rho, \quad (7.5)$$

де: $S_{\text{вн}}$ - площа підзварочного шва, мм²;

$L_{\text{вн}}$ - сумарна довжина підзварочних зварних швів, мм.

Загальна маса наплавленого металу зварних з'єднань при з'єднанні елементів металевої ванни:

$$G_H = G_H^{\text{осн}} + G_H^{\text{вн}}, \text{ г} \quad (7.6)$$

Витрата електродів на виготовлення металевої ванни:

$$G_{\text{ел}} = k \cdot G_H, \text{ г} \quad (7.7)$$

де $k = 1,6-1,8$ - коефіцієнт витрати електродів на 1кг наплавленого металу. У табл. 7.5 задані конкретні значення k . Коефіцієнт витрати k враховує: масу електродного покриття; втрати металу на вигар, розбризкування і недогарки.

Час зварювання, необхідний для виконання зварювальних робіт:

$$T_{\text{св}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{обсл}} + T_{\text{під}} + T_{\text{відп}}, \text{ год} \quad (7.8)$$

де: $T_{\text{осн}}$ - основний технологічний час, год;

$T_{\text{обсл}}$ - час, витрачений на обслуговування обладнання, год;

$T_{\text{під}}$ - підготовчий час на одержання електродів, інструмента й ін., год;

$T_{\text{відп}}$ - час, витрачений на відпочинок, ч.

Таблиця 5 Електроди для зварювання сталей

Марка електрода		Коефіцієнт витрат електродів на 1кг наплавленого металу к. кг	Коефіцієнт наплавлення Кн, г/(А ч)	Рід струму	Полярність	Марка сталі, що зварюється
Марка електродного покриття	марка зварювального дроту					
АНО-4С	Св-08	1,7	8.5	Постійний	Будь-яка	<i>Низьковуглицеві</i> Ст4, Сталь 20
				Змінний		31, Сталь 15
МР-3	або Св-08А	1,6		Постійний	Зворотна	Ст.3, Сталь 25
				Змінний		Ст2, Сталь 10
Э-138/50Н	Св-10ГН	1,7	9	Постійний	зворотна	<i>Низьколеговані</i> 12ГС, 15ГФ, 14Г2.14ХГС
ЦЛ-45	Св-08ХМ	1,65	9,5			15ХСНД.12Х1МФ, 15Х1М1Ф.10ХСНД
ЭА-395/9	Св- 10Х16Н25АМ6	1,6	11			<i>Леговані</i> 08Х12Н8 К5М2Т, 08Х12Н7 К7М4
ЭА-400/10В	Св- 04Х19Н11М3	1,8	12			10Х17Н13М2Т, 08Х18Н10Т

Основний технологічний час розраховують, використовуючи формулу:

$$T_{\text{осн}} = \frac{G_{\text{н}}}{K_{\text{н}} \cdot I_{\text{св}}}, \quad (7.9)$$

де: $G_{\text{н}}$ - маса наплавленого металу;

$K_{\text{н}}$ - коефіцієнт наплавлення, г/(А • ч);

$I_{\text{св}}$ - сила зварювального струму, А.

Коефіцієнт наплавлення $K_{\text{н}}$ [г/(А • ч)] - маса наплавленого на поверхню деталі металу в грамах за 1 годину, що припадає на силу струму в 1 ампер. У табл. 7.5 дані величини коефіцієнта наплавлення для різних марок електродів.

Остаточний час, необхідний для виконання зварювальних робіт формуванні внутрішнього і основного швів:

$$T_{\text{св}} = \frac{T_{\text{осн}}}{K_{\text{взп}}}, \text{ ч} \quad (7.10)$$

де: $K_{\text{взп}}$ - коефіцієнт використання зварювального посту.

Коефіцієнт використання зварювального посту $K_{\text{взп}}$ враховує час на обслуговування обладнання, на одержання матеріалів, на відпочинок і ін. Значення коефіцієнта використання наведені в табл. 6.

Таблиця 6 Коефіцієнт використання зварювального посту $K_{\text{взп}}$

При роботі в цеху	$K_{\text{взп}} = 0,6.. 0,8$
При монтажних роботах	$K_{\text{взп}} = 0,5.. 0,7$

Продуктивність і швидкість зварювання:

$$G = K_{\text{н}} \cdot I_{\text{св}}, \text{ г/ч} \quad (7.11).$$

Швидкість зварювання при формуванні основного шву

$$v_{\text{св}}^{\text{осн}} = \frac{K_{\text{н}} \cdot I_{\text{св}}}{\rho \cdot S_{\text{осн}}}, \text{ м/ч} \quad (7.12).$$

Швидкість зварювання при формуванні внутрішнього шву

$$v_{\text{св}}^{\text{вн}} = \frac{K_{\text{н}} \cdot I_{\text{св}}}{\rho \cdot S_{\text{вн}}}, \text{ м/ч} \quad (7.13)$$

Витрата електроенергії:

Витрату електроенергії розраховують, використовуючи формулу

$$Q = 0,001 \cdot U_d \cdot I_{св} \cdot T_{осн}, \quad (7.14)$$

де: U_d - робоча напруга дуги, В;

$I_{св}$ - сила зварювального струму, А;

$T_{осн}$ - основний технологічний час зварювання, ч.

7.6. Технологічні прийоми ручного дугового зварювання і наплавлення. При зварюванні нижніх стикових швів електрод розташовують під кутом $70-80^\circ$ до заготовки для забезпечення рівномірного покриття рідкого металу розплавленим шлаком. Для утворення зварного шва (рис.6, а) електроду надається складний рух: поступальний рух уздовж осі зі швидкістю плавлення стрижня для підтримки певної довжини дуги і уздовж крайок зі швидкістю зварювання. Коливання кінця електрода поперек шва (рис.6, б) необхідно для одержання певної його ширини, гарного провару країв і затримки остигання зварювальної ванни. Характер коливальних рухів визначається формою, розміром і положенням шва в просторі. При зварюванні необхідно уважно стежити за розплавленням країв основного металу і кінця електрода, проваром кореня шва і не допускати затікання рідких шлаків уперед дуги.

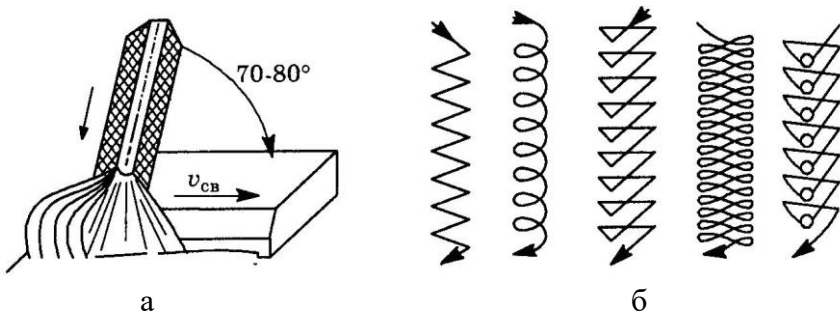


Рис. 6 - Положення (а) і поперечний рух (б) електрода при зварюванні нижніх стикових швів

При зварюванні одношарових швів (рис.7.7, а) дуга збуджується на краю скосу краю (у точці А), потім переміщається

вниз для проварювання кореня шва. На скосах країв рух електроду вповільнюється для виключення прожогу в зазорі. При зварюванні багат шарових швів (рис.7, б) особлива увага приділяється якісному виконанню першого шару із проваром кореня шва, що визначає міцність усього шва. Процес закінчується заварюванням кратера.

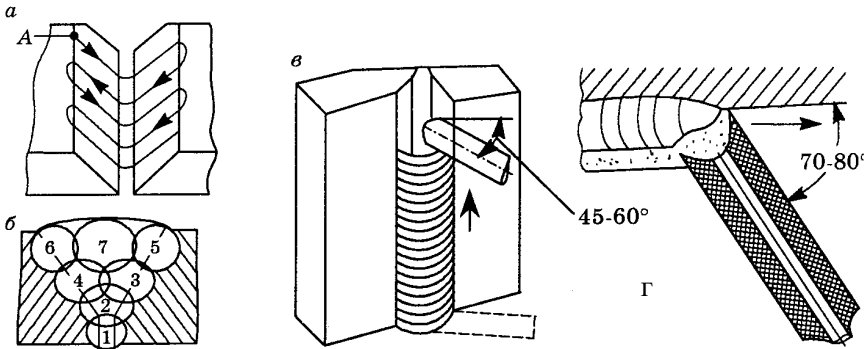


Рис. 7 - Положення і рух електроду при зварюванні одношарових швів

Зварювання вертикальних швів (рис. 7, в) виконується короткою дугою при переміщенні електроду знизу нагору і зверху вниз. При зварюванні горизонтальних швів дуга збуджується на нижньому горизонтальному краю, а потім переноситься на похилу для підтримки стікаючої краплі металу. Зварювання стельових швів (рис. 7, г) виконується короткою дугою при періодичному замиканні електроду з ванною рідкого металу. Короткі шви довжиною до 250 мм зварюють за один прохід, тобто при русі електроду від початку шва до кінця. Середні (250-1000 мм) і довгі, більш 1000 мм, зварюють за кілька проходів від середини до країв або зворотньо-сходчатим способом.

Зварювання сталей. Низьковуглецеві сталі які містять до 0,25% вуглецю, добре зварюються. Зварені шви легко обробляються. Зварювання необхідно проводити при максимально припустимих режимах.

Зварювання вуглецевих сталей із вмістом вуглецю 0,3-0,5%

і високовуглецевих зі змістом 0,5-1,0%, передбачає підігрів виробу до температури 200-300°C. Після зварювання, виріб необхідно знову помістити в піч і підігріти до температури 675-700°C, потім з піччю остудити до температури 100-150°C. При цьому використовують наступні електроди: УОНИ 13/45; УОНИ 13/55; К5А; УП1-45; ОЗС-2; УП2-45; ВСП-1; МР-1; ОЗС-4, і ін.

Низьколеговані сталі типу 15ХСНД при зварюванні схильні утворювати гартівні структури. Для запобігання перегріву і утворення гартівних структур рекомендується багат шарове зварювання з більшим інтервалом часу між накладенням шарів. Використовують електроди: УОНИ 13/55; УОНИ 13/65 (при постійному струмі зворотної полярності).

Средньолеговані сталі типу 12М; 12ХМ; 15ХМ; 20ХМ перед зварюванням попередньо підігрівають до температури 200-300°C. Використовують електроди: ЦУ-2МХ; УЛ-38; ЗІО-20; УОНИ-13ХМ.

Високолеговані сталі типу Х18Н9; Х18Н9Г. Зварюють з суворим дотриманням режимів. Використовують електроди: ЗІО-3; ОЗЛ-8; УЛ-11; УГ-1 і ін. Зварювання ведуть на постійному струмі зворотної полярності, застосовуючи мідні прокладки або прискорене охолодження швів водою, або стисненим повітрям.

Высокомарганцеві сталі типу 110Г13Л які містять 11-16% Мп і відносяться до сталей аустенітного класу. Вони мають високу зносостійкість. Застосовуються для виготовлення хрестовин, зубів ковшів екскаватора, ковшів і ін. деталей. Для зварювання застосовують електроди наступних типів: нікелемарганцеві з вмістом 4-4,5% Ні, 11-13% Мп, 0,6-1,0% С; на стрижні наносять покриття основного типу: корозійностійкі, низьковуглецеві покриття які містять до 60-65% ферохрому. Зварювання ведуть на постійному струмі зворотної полярності.

Зварювання чавуну. По стану деталі, що зварюється, розрізняють три способи зварювання чавуну: холодне, напівгаряче і гаряче. Холодне зварювання виконують без підігріву деталей, що зварюються. Напівгарячу – при повному або місцевому підігріві до температури 300-400°C, гарячу – при повному нагріванні до температури 600-800°C. Ці способи зварювання підрозді-

ляють на окремі методи залежно від виду зварювання, застосованих електродів.

Вибір способу і методу зварювання залежить від вимог, пропонованих до зварного з'єднання, а в деяких випадках і від виробничих можливостей. При виборі методу зварювання необхідно враховувати можливість механічної обробки металу шва та в зоні біля шва після зварювання, необхідність одержання однорідності металу шва з металом деталей, що зварюються, вимоги щільності зварного шва, а також навантаження при яких повинні працювати деталі, що зварюються.

Холодне зварювання. Цей спосіб зварювання має кілька різновидів: сталевими електродами; електродами зі спеціальними покриттями; сталевими електродами за допомогою шпильок; чавунними електродами; комбінованими електродами; мідними електродами; електродами з монель-металу; електродами з нікельо-аустенітного чавуну (ПАНЧ).

Напівгаряче зварювання. Підігрів деталі, що зварюється, до 300-400°C сприяє більш уповільненому охолодженню металу шва, що в значній мірі запобігає одержанню вибілених зон і дозволяє робити механічну обробку зварених з'єднань. Напівгаряче зварювання можна здійснювати низьковуглецевими сталевими електродами із захисно-легуючими покриттями типу ОММ-5, МР-3, К5, сталевими електродами зі спеціальним покриттям.

Гаряче зварювання. Для гарячого зварювання застосовують чавунні електроди зі стрижнями марок А і Б. Наприклад: ОМ4-1 і УЗТМ-74. Через значний обсяг наплавленого металу застосовують електроди більших діаметрів (8-16 мм).

Наплавлення металів ведеться електродами Т-590, Т-620.

7.7 Типові дефекти зварних швів. Залежно від причини виникнення дефекти зварних швів можна розділити на дві групи: дефекти, викликані металургійними, термічними і гідродинамічними явищами, що відбуваються в процесі утворення шва; дефекти, утворені при формуванні шва. До першої групи відносяться гарячі (кристалізаційні) і холодні тріщини в металі шва і в зоні біля шва, пори, шлакові включення, флокени, зона неплавлення, відхилення від необхідних тривких і пластичних властивостей металу

шва і зварного з'єднання, а також несприятливі зміни властивостей металу зони біля шву. До другої групи дефектів відносяться непровари, підрізи, напливи, прожоги, кратери, несиметричність розташування кутових швів, зменшення розмірів швів і ін.

8. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

- 8.1. Ознайомитися із процесом запалювання і структурою електричної зварювальної дуги.
- 8.2. Вивчити позначення покритих електродів.
- 8.3. Вивчити пристрій і роботу зварювального трансформатора і випрямляча (або іншого зварювального агрегату).
- 8.4. Вибрати режим зварювання сталі або чавуну (марку і товщину вказує викладач), вибрати тип зварювального трансформатора або випрямляча.
- 8.5. Вибрати тип зварювального агрегату.
- 8.6. Накреслити схему інвенторного зварювального апарата, розрахувати раціональний режим зварювання.
- 8.7. Визначити дефекти зварювального шва.
- 8.8. Виконати зварювання і заповнити табл. 7.

Таблиця 7 Таблиця результатів

Марка і товщина металу, що зварюється	Тип, марка і діаметр електрода	Напруга горіння дуги, В	Сила зварювального струму, А	Тип трансформатора випрямляча і його технічні дані	Якість зварного шва по зовнішньому вигляду

9 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ РУЧНОМУ ДУГОВОМУ ЗВАРЮВАННІ

Зварювальні роботи повинні виконуватися при дотриманні основних умов безпеки праці. Корпус зварювального агрегату або трансформатора повинен бути заземлений. При зовнішніх роботах зварювальні агрегати повинні перебувати під навісом. Для захисту зору і шкіри обличчя від світлових і невидимих ви-

промінювань електричної дуги необхідно використовувати спеціальні захисні засоби. При організації зварювальних постів необхідно передбачати наявність витяжної вентиляції. Зварник повинен бути забезпечений спецодягом і спецвзуттям.

10 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Тема роботи. 2. Ціль роботи. 3. Відповіді на запитання для самостійної підготовки. 4. Завдання. 5. Схеми електродугового зварювання, типів електродів, їх покриттів.. 6. Схема процесу запалювання дуги. 7. Всі необхідні розрахунки. 8. Принципова схема інвенторного зварювального агрегату. 9. Таблиця результатів (8.1). 10. Відповіді на контрольні питання. 11. Виводи по роботі.

11 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Які існують способи запалювання дуги?
2. Які існують схеми положення шва в просторі?
3. Який кут відхилення електрода від вертикалі при зварюванні в нижньому положенні?
4. Яка фізична сутність ручного дугового зварювання?
5. Які типи і марки електродів для ручного дугового зварювання ви знаєте?.
6. Які способи накладення швів застосовують при зварюванні металу великої товщини?
7. Залежно від чого вибирають діаметр електрода?
8. Як вибрати величину зварювального струму?
9. У якому випадку ведеться зварювання східчастим способом?

ХАРАКТЕРИСТИКА ДОПОМІЖНОГО УСТАТКУ- ВАННЯ ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ

Пасивні щитки зварювальника і щитки з ручною підтримкою. Це щитки, у складі яких є постійно затемнене скло. Пасивні щитки необхідно опускати при запалюванні дуги й піднімати по закінченню зварювання. Щитками з ручною підтримкою закривають очі й обличчя під час зварювання, по закінченню зварювання їх відсувають убік. Дуже важливо ними вчасно закривати обличчя, щоб уникнути ушкодження очей.

Активні щитки зварника. Термін “активний щиток” включає всі щитки зварника, оснащені світлофільтрами, що автоматично затемнюються (ADF). Справжній активний щиток - це легкий, сконструйований щиток у якому автоматично затемнюється світлофільтр, що враховує правильну відстань від фільтра до очей, правильний баланс, і має максимальну область огляду.

Компоненти щитка зварника. **ADF** - Світлофільтр, що автоматично затемнюється (рис.1).

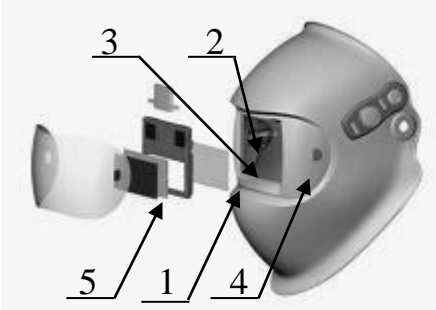


Рис. 1 - Компонування щитка зварника

- 1 - **ADF** - світлофільтр, що автоматично затемнюється;
- 2 - **РКД** - рідкокристалічний дисплей;
- 3 - **УФ- і ІЧ** -фільтр;
- 4 - Внутрішні захисні лінзи;
- 5 - Зовнішні захисні лінзи

ADF складається із печатної плати, електронного блоку, сенсорів розпізнавання дуги, елементів живлення, рідкокристалічного дисплея і **УФ-** і **ІЧ-**фільтра. Це та частина щитка, яка автоматично затемнюється, коли запалюється електрична дуга. Ці блоки герметично запаяні, щоб виключити можливість потрап-

ляння вологи або бруду і забезпечити тривалий термін служби.

РКД - рідкокристалічний дисплей.

РКД дозволяє користувачеві бачити крізь світлофільтр до і після запалювання дуги. Використаний для цього **РКД** діє за принципом затвора. Коли **РКД** неактивований, користувач може бачити через нього. Це називається світлим станом світлофільтра, і звичайне затемнення в цьому стані рівно 3 або 4 DIN. Коли загоряється дуга, сенсори вловлюють викид електроенергії, сигнал передається, **РКД** активується і “затвор” моментально захлопується. Це називається затемненим станом, який може бути фіксованим на одному рівні, наприклад, 11 DIN або регулюватися в різних діапазонах, наприклад, від 9 до 13 DIN. Коли дуга гасне, світлофільтр вертається у світлий стан.

УФ- і **ІЧ** - фільтр захищає зварника від небезпечного впливу оптичного випромінювання в ультрафіолетовому і інфрачервоному спектрі. **УФ-** і **ИК-** фільтр відбиває і/або поглинає шкідливе випромінювання, пропускаючи тільки видиме світло. Важливо знати, що **УФ-** і **ІЧ** - фільтр забезпечує постійний захист, незалежно від того, у якому стані перебуває світлофільтр світлому або затемненому.

Внутрішні захисні лінзи використовуються для захисту світлофільтра від бруду, бризків і ушкоджень. Ці тонкі пластикові лінзи необхідно замінити, як тільки вони втратили прозорість.

Зовнішні захисні лінзи встановлюються на зовнішню частину щитка. Пасивний або активний світлофільтри розміщуються за цими лінзами, що забезпечує їхній захист від механічних ушкоджень, диму і розпечених бризків. Зовнішні захисні лінзи повинні періодично замінятися, коли вони ушкоджені і втратили прозорість, оскільки це погіршує видимість. Деякі лінзи мають додатковий ізолюючий шар між захисною лінзою та світлофільтром для захисту від диму і часток, які можуть завдати шкоди світлофільтру або самому зварювальнику.

Фотоелементи і батарейки. Енергія, необхідна для роботи світлофільтра, може забезпечуватися двома типами елементів живлення. Для всіх щитків серії «Експерт» і «Професіонал» ене-

ргія під час зварювання поставляється фотоелементами, які генерують енергію від зварювальної дуги. Однак щоб підтримати запуск щитка після тривалого простою додатково використовуються батарейки.

Додаткові функції щитків зварювальника

Панель сенсорів використовується в комбінації із сенсорами. Панель сенсорів дозволяє збільшити або зменшити кут сприйняття електричної дуги сенсорами. Важливо мати можливість регулювати кут сприйняття залежно від виконуваної роботи і навколишнього середовища. Панеллю сенсорів ви можете регулювати кут сприйняття від 60° до 120°. Зменшення кута скорочує ризик несподіваного затемнення світлофільтра на іскри, що летять і електричну дугу працюючих поруч зварників або яскраве освітлення цеху.

Функція регулювання швидкості висвітлення

Залежно від зварювального процесу, температури і матеріалу шов, що зварюється, після завершення зварювання може залишати небезпечне для очей післясвітіння. Якщо щиток швидко висвітлюється, очі зварника можуть постраждати від випромінювання гарячого зварного шва. У цьому випадку необхідно знизити швидкість висвітлення. Для точкового або переривчастого зварювання встановлюють високу швидкість висвітлення, щоб світлофільтр швидко висвітлився і дозволив швидко перейти до нової точки.

Кнопка **рівня затемнення** встановлює ступінь затемнення щитка. Вона звичайно обчислюється в DIN (Deutsche Industrie Norme -німецький інститут стандартів). Рівень затемнення вибирається залежно від зварювального процесу і сили струму.

Використання **режиму зварювання прихватками** в процесі точкового зварювання або зварювання прихватками підвищує комфорт зварника. У цьому режимі світлофільтру автоматично поставляється більше енергії, щоб висвітлення після завершення зварювання відбувалося швидше (до рівня 4 DIN). При цьому виключаються ризики, пов'язані з післясвітінням зварного шва. Режим зварювання прихватками надійно захищає при зварюванні до 3 точок у секунду.

Електродотримачі застосовують для закріплення електродів і підведення до нього струму. Електродотримач підбирають залежно від зварювального струму, діаметру електрода і перетину зварювального кабелю, що приєднується.

Електротримачі допускають захват електрода не менш ніж у двох положеннях: перпендикулярно і під кутом $\geq 115^\circ$ від осі електродотримача. Опір ізоляції не менш 5МОм. Ізоляція рукоятки повинна витримувати без пробую 1 хвилину випробувальну напругу в 1500 В.

Додатковий інструмент зварника. Для приєднання дроту до виробу застосовують затискачі. Для чищення швів і видалення шлаків застосовують дротові щітки ручні й з електроприводом, а також молотки.

Зварювальні дроти служать для підведення струму від зварювальної машини або джерела живлення до електродотримача та виробу, що зварюється. Електродотримачі оснащуються гнучким ізольованим дротом ПРГДО або ПРГД, сплетеним з великого числа мідних, відпалених і пролужених дротиків діаметром 0,18-0,2 мм. Рекомендовані перетини зварювального дроту наведені в таблиці Д1. Застосовувати дроти довжиною більш 30 м не рекомендується, тому що це викликає значне спадання напруги у зварювальному ланцюзі.

Таблиця А1 Площа перетину зварювального дроту залежно від сили струму

Сила струму, А	Площа перетину дроту, мм ²	
	Одинарного	Подвійного
125	25	-
315	50	2×16
500	70	2×25

СВАРОЧНАЯ ДУГА ВОЗНИКНОВЕНИЕ

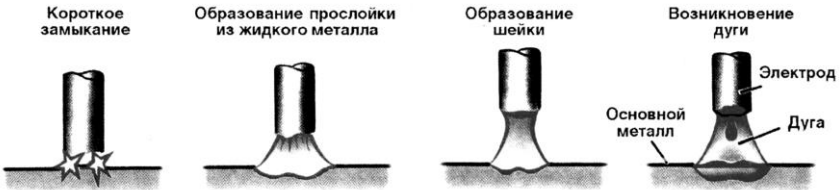
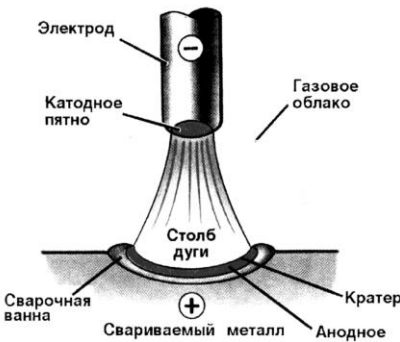


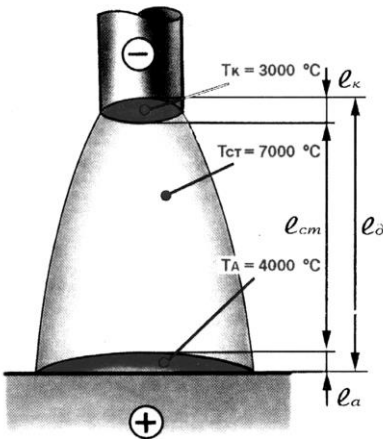
СХЕМА ГОРЕНИЯ



ПРОЦЕССЫ



СТРОЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ



l_k - катодная область

l_a - анодная область

$l_{ст}$ - столб дуги

l_d - длина дуги

$l_d = l_a + l_k + l_{ст}$

$l_a \approx l_k = 10^{-5} \div 10^{-3} \text{ см}$

ТЕПЛОВАЯ МОЩНОСТЬ ДУГИ

$$Q = 0,24 k I_{св} U_d,$$

где Q - тепловая мощность, кал/с;
 $0,24$ - коэффициент перевода электрических величин в тепловые, кал/Вт · с;
 k - коэффициент снижения мощности дуги при сварке на переменном токе (0,7-0,97);

$I_{св}$ - сварочный ток, А;

U_d - напряжение на дуге, В

Електроди для наплавлення деталей машин

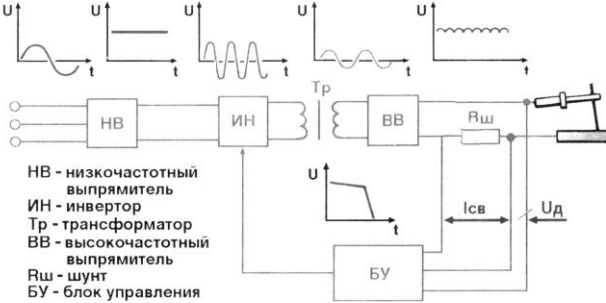
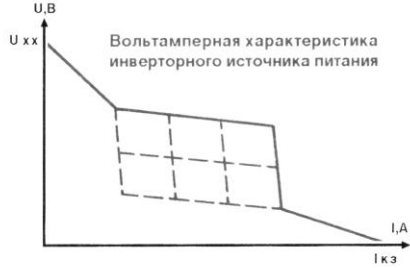
Марка	Тип	Твердість після		Призначення
		Наплавлення	Загартування	
1	2	3	4	5
ОММ-5	Э42			Наплавлення маловуглецевих і низьколегованих сталей
ОМА-2	Э42			
ЦМ-7	Э42	НВ 120-140		Наплавлення поверхонь, що не вимагають високої твердості (посадкові місця під підшипники кочення і т.д.)
УОНИ 13/45	345			
УОНИ 13/55	355			
ОЗН 300	ЭН 15Г3-25	НВ 250-300	НВ 250-300	Наплавлення деталей працюючих в умовах високих контактних напруг і ударних навантажень (осі, різні вали)
ОЗН 400	ЭН 20Г4-40	НВ 370-430		
ОМГ	ЭН 70Х11-25	НВ 260-320		Наплавлення деталей зі сталі Г13А, що працюють в умовах абразивного зношування (ланки гусениць трактора, зуби ковшів екскаваторів і т.д.)
ОГМ-Н	ЭН 70Х11НЗ-25	НВ 260-310		

1	2	3	4	5
ЦМ-5	ЭН 25Х12-40	HRC 40	HRC 50	Наплавлення швидкозношуваних деталей, що вимагають механічної обробки різальним інструментом (штампи для гарячого штампування, осі, вали автомобілів, тракторів і т.д.)
ЭН-60М	ЭН 60Х2СМ-50	HRC 50	HRC 61	
ЦШ-1	ЭН 30Х3В8	HRC 40 після відпалювання HRC 25-30	HRC 55	
Т-590	ЭН-В30Х25РС2Г-60	HRC 58-62		Наплавлення деталей працюючих в умовах інтенсивного абразивного зношування (леміши, ножі дорожніх машин і т.д.)
Т-620	ЭН-В30Х25Р2С2ТГ-55	HRC 56-60		
ВКН/ЛИВТ	ЭН-80Х4СГ-55	HRC 52-57		
ЦЧ-4	Стрижень Св-08			
ОЗЧ-1	Стрижень: мідь	НВ 150-200		Зварювання й наплавлення чавунних деталей (клапанні гнізда, шківні і т.д.)
МНЧ-1	Монель-метал, мідь-нікель			

ИНВЕРТОРНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ



Преобразуют переменное напряжение сети в напряжение и ток для сварки



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

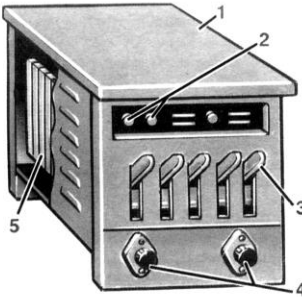
1. Минимальное разбрызгивание
2. Сварка короткой дугой
3. Сварка плохо сваривающихся сталей
4. Минимальный перегрев изделия
5. Высокие характеристики:

- КПД=95-98%
- $\cos\phi=1,0$
- высокое быстродействие

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

БАЛЛАСТНЫЙ РЕОСТАТ

Формирует падающую вольтамперную характеристику источника питания. Ступенчато регулирует режим сварки. Компенсирует постоянную составляющую тока при сварке от трансформатора



1. Корпус
2. Тумблеры диапазонов регулирования
3. Рубильники секции сопротивления
4. Клеммы для сварочного кабеля
5. Секции нихромовой проволоки или ленты

Состоит из набора нихромовых проволочек различного сопротивления, соединенных параллельно

ОСЦИЛЛЯТОР

Обеспечивает бесконтактное зажигание дуги и стабилизирует ее горение при сварке

ПЗФ - помехозащитный фильтр

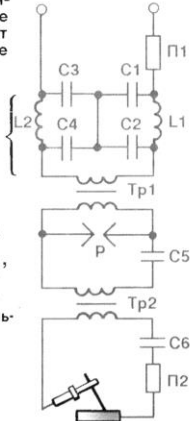
П1 - сетевой предохранитель

П2 - предохранитель трансформатора Тр2

Тр1 - трансформатор, повышающий напряжение до 3-10 кВ

Р, С5, Тр2 - колебательный контур, повышающий частоту до 200-400 кГц

С6 - фильтр низких частот





Інверторний випрямляч для ручного дугового зварювання ВДИ-200P DC TIG

Технічні характеристики

Напруга живильної мережі (В)	220
Частота живильної мережі (Гц)	50
Споживана потужність (кВт)	6.6-8,0
Номинальний зварювальний струм (А)	200
Максимальний діючий струм (А)	270
Діапазон зварювального струму, (А)	10-200
Період навантаження (%)	70% при 200А 100% при 167А
Напруга холостого ходу (В)	12/96
КПД (%)	92
Гарячий старт	ручне
Клас ізоляції	F
Форсаж дуги	ручне
Вага (кг)	7,5

Технічні характеристики

Напруга живильної мережі (В)	220
Частота живильної мережі (Гц)	50/60
Споживана потужність (Вт)	5,3
Максимальний вхідний струм мережі (А)	24
Діапазон зварювального струму	20-160
Період навантаження (%)	60
Напруга холостого ходу (В)	56
Втрати на холостому ходу (Вт)	40
КПД (%)	85
Коефіцієнт потужності (cosφ)	0,93
Клас ізоляції	F
Клас захисту	IP23
Вага (кг)	8



Зварювальний апарат інверторний ARC-160

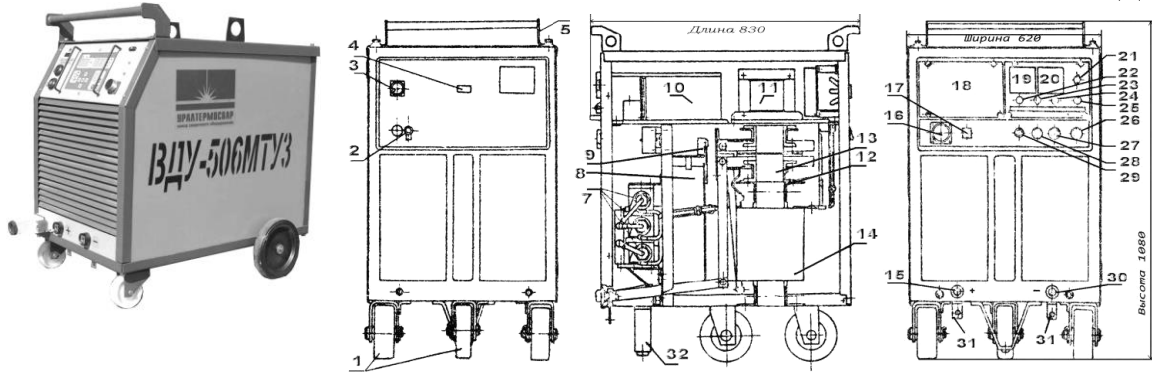
Технічні характеристики

Напруга живильної мережі (В)	220
Частота живильної мережі (Гц)	50/6
Споживана потужність (Вт)	6
Максимальний вхідний струм мережі (А)	23,6
Діапазон зварювального струму	20-1
Період навантаження (%)	60
Напруга холостого ходу (В)	72
Клас ізоляції	F
Клас захисту	IP23
Вага (кг)	4,6



Зварювальний апарат інверторний-165

Зварювання на постійному струмі



а)

б)

Загальний вид зварювального випрямляча ВДУ-506УЗ

а) – загальний вид; б) – схема випрямляча

1 - колеса; 2 - болт заземлення; 3 - штепсельний роз'єм для підключення мережі; 4 - автоматичний вимикач; 5 - ручки для переміщення;

7 - тиристори, 8 - вентилятор; 9 - вітрове реле; 10 - блок управління випрямляча; 11 - трансформатор живлення ланцюгів керування; 12 - реактор; 13 - дросель; 14 - силовий трансформатор; 15, 30 - струмові роз'єми зварювального ланцюга; 16 - роз'єм для підключення блоку керування автомата; 17 - роз'єм для підключення підігрівника газу; 18 - відсік для апаратури керування автоматом; 19 - вольтметр; 20 - амперметр; 21 - перемикач зовнішніх характеристик; 22 - перемикач місцевого дистанційного керування; 23 - регулятор струму (напруги); 24 - тумблер включення зварювального ланцюга; 25 - тумблер попередньої установки напруги на твердих характеристиках; 26 - вимикач трансформатора живлення ланцюгів керування; 27 - кнопка «Стоп»; 28 - кнопка «Пуск»; 29 - сигнальна лампа; 31 - шини заземлення роз'єму зворотного кабелю; 32 - опорна скоба

Технічні дані випрямляча ВДУ-506

Найменування параметра	Для твердих зовнішніх характеристик MIG/MAG	Для крутопадаючих (штикових) зовнішніх характеристик TIG	Для падаючих зовнішніх характеристик MMA
Номінальна напруга живлення, В (лінійне)	380	380	380
Номінальна частота, Гц	50	50	50
Число фаз	3	3	3
Номінальний зварювальний струм, А	500	500	500
Номінальна тривалість навантаження, ПН, %	60	60	60
Потужність, споживана при номінальному навантаженні, кВа, не більш	41,5	41,5	41,5
Напруга холостого ходу, В	95±2	95±2	95±2
Тривалість циклу зварювання, хв	10	10	5
Межі регулювання зварювального струму, А	30-500	30-500	30-500
Межі регулювання робочої напруги, В	16-39	30	21-40
Коефіцієнт нахилу зовнішніх характеристик, В/А	0	штикова	0,4-2,0
Коефіцієнт потужності, $\cos\phi$, не менш	0,7	0,6	0,6
Коефіцієнт корисної дії, %, не менш	80	80	80
Габаритні розміри (ДхШхВ), мм, не більш	815x640x860	815x640x860	815x640x860
Маса, кг, не більш	250	250	250

РОБОТА №9 ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН МЕХАНІЗОВАНИМИ ВИДАМИ НАПЛАВЛЕННЯ

1 МЕТА РОБОТИ

Ознайомитися з основними положеннями окремих видів механізованого наплавлення деталей. Набути практичних навичок в наплавленні деталей (на прикладі наплавлення деталей у середовищі вуглекислого газу).

2 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ

2.1 Які переваги та недоліки має електродугове наплавлення?

2.2 Які параметри процесу механізованого електродугового наплавлення відносяться до основних і як вони впливають на процес?

2.3 Чому необхідний захист електричної дуги, і як він здійснюється при різних видах механізованого наплавлення?

2.4 Що являє собою флюс, його призначення?

2.5 Які вимоги пред'являються до наплавлювальних матеріалів при використанні вуглекислого газу?

3 ЗАВДАННЯ

Ознайомитись з сучасним обладнанням для наплавлення його можливостями, характеристикою, матеріалами, що використовуються для наплавлення, визначити режими наплавлення в середовищі вуглекислого газу, скласти план операцій, наплавити деталь (зразок).

Таблиця 1 – Вихідні дані та варіанти завдань для розрахунку

Параметри режиму наплавлення деталей	Варіанти завдань	
	1	2
Матеріал деталі	Сталь 45	Сталь 35Г
Діаметр поверхні, що наплавляється:		
- номінальний D_n , мм	40	80
- дійсний D_d , мм (визначається виміром, чи задається учбовим майстром, викладачем)		
Діаметр електродного дроту d_e , мм	1,2	1,8
Довжина наплавлюваної поверхні l , мм	30	60

4 ЧАС ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Самостійна підготовка – 2 година;
Робота в лабораторії – 4 акад. години.

5 ЛІТЕРАТУРА

5.1 Основна

5.1.1 Ремонт машин та обладнання: Підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. Підручник: (Затверджено МОН України як підручник для студентів ВНЗ, які навчаються за напрямом підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» від 21.06.10 №1/11 – 545) - К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с.

5.1.2 Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій. / Сідашенко О.І. Тіхонов О.І., Лузан С.О. та інші. Навч. посібник – Харків: ХНТУСГ, 2017.– 361 с.

5.1.3 Технология ремонта машин / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский и др.; Под ред. Е. А. Пучина. — М.: КолосС, 2007. — 488 с: ил. — (Учебники и учеб. пособия студентов высш. учеб. заведений).

5.1.4 Канарчук В.Е., Чигринец А.Д. Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотранспортных средств. В 3 кн. – К.: Вища шк., 1992.- Кн 3. Ремонт автотранспортных средств. – 495 с.

5.2 Додаткова

5.2.1 Практикум з ремонту машин: Навчальний посібник / О.І. Сідашенко, Т.С. Скобло, В.А.Войтов та ін.; За ред. О.І. Сідашенка, О.В. Тіхонова. – Харків.: ХНТУСГ, 2007. – 415с.

5.2.2 Repair Technology of Machinery and Equipment. Lecture course. / Sidashenko O., Tikhonov O., Luzan S., and others. Textbook. – Kharkiv: KhNTUA, 2017. – 340 p.

5.2.4 Молодык Н.В., Зенкин А.С. Восстановление деталей машин. Справ. -М.: Машиностроение, 1989. - 480 с.

5.2.3 Свещинский В.Г. и др.. Сварочные материалы для механизированных способов дуговой сварки. - М.: Машиностроение, 1983. – 102 с.

5.2.4 Українсько-англійський словник термінів технологічних систем ремонтного виробництва / О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонов, Т.С.Скобло та ін. / Навчальний посібник (Рекомендовано Вченою радою Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, протокол №10 від 30 червня 2016 року як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації).- Харків: ХНТУСГ, 2016 - 412с.

6 ОСНАЩЕННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

Наплавлювальна установка УД – 209. Випрямляч зварювальний ВДУ – 506УЗ ИЕВГ 435 312.016 ПС. Балон 1,6 МПа ДСТУ 3245 з вуглекислим газом ГОСТ 8050. Газовий редуктор У-30 ГОСТ 21805. Підігрівач (власного виготовлення). Сушник (власного виготовлення). Щиток зварювальника РН – С-702 ГОСТ 12.4.035. Кліщі кузнечні ГОСТ 11393. Рукавиці робочі ГОСТ 12.4.010 ССБТ. Костюм зварювальника (Халат) ГОСТ 12.4.105 ССБТ. Кантувач балона (цеховий). Штангенциркуль ШЦ – 1 –125 0,1 ГОСТ 8.113. Деталі або зразки для наплавлення. Дріт електричний 1,8 Нп –30ХГСА ГОСТ 10543, ДСТУ 3691; 1,2 Св –0,8, Св 0,8А, Св –10ГА ГОСТ 2246.

7 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

7.1 Загальні положення. Досить значна частина деталей, що мають знос від декількох десятих міліметра і більше, може бути відновлена майже єдиним способом – наплавленням. При цьому наплавлений шар і основний метал являють собою суцільний матеріал, але можуть бути з різними фізико – механічними властивостями, які залежать від складу наплавлювального металу, перемішування його з основним, кількості наплавлених шарів та ін.

Властивості поверхневого шару наплавленої деталі можуть бути значно покращенні в порівнянні з основним металом деталі за рахунок використання електроду, що вміщує значну кількість елементів, які підвищують зносостійкість та інші властивості.

Наплавлення в середовищі захисних газів – один з найбільш поширених способів відновлення деталей, використовується також для зварювальних робіт при ремонті кабін, кузовів і інших тонкостінних деталей, має тенденцію до більш розширеного використання. Вдосконаленням технології та обладнання займаються провідні організації в області зварювання Інститут електрозварювання ім. Е.О. Патона, КЗЕЗО АО (Каховський завод електрозварювального обладнання) та ін.

7.2 Основні фізико-хімічні процеси, що відбуваються при наплавленні. У процесі, наплавлення розплавлений метал, взаємодіючи з навколишнім середовищем (газами, шлаками та ін.), зазнає тих чи інших змін, пов'язаних з випаром деяких його складових при високих температурах, утворенням різних хімічних сполук, нерозчинних у металі. Ці зміни характерні як для основного металу, що перебуває у зварювальній ванні, так і для додаткового металу. Як відомо, останній при різних способах відновлення (наприклад, дугове наплавлення електродом, що плавиться, електрошлакове наплавлення) нагрівається до більш високих температур, чим температура у ванні, і має більшу контактуючу із середовищем питому поверхню (відношення поверхні до обсягу). Тому всі процеси взаємодії з навколишнім середовищем, що відбуваються через поверхню, й інтенсифіковані більш високою температурою, призводять до більшої зміни складу додаткового металу, ніж розплавленого основного. Цей змінений у процесі зварювання додатковий метал називається наплавленим металом.

При наплавленні (зварюванні) рідкий метал, взаємодіючи з розплавленими шлаками, водяними парами і навколишнім повітрям, окисляється, і насичується азотом, воднем та іншими елементами. Кисень, створює окисли (закис заліза FeO , окис заліза Fe_2O_3 й ін.), з'єднується з марганцем, кремнієм, вуглецем й іншими елементами, що сприяє їхньому вигорянню. Азот повітря з рідким залізом утворює нітриди (Fe_2N , Fe_4N). Наявність окислювання металу в умовах зварювання-наплавлення знижує механічні властивості металопокриттів і вимагає розкислення.

Підвищена кількість кисню й азоту в наплавленому металі

надає йому підвищену твердість і крихкість, що сприяє утворенню тріщин. Пластичність і в'язкість такого металу досить низькі. При надмірному насиченні рідкого металу азотом у шві утворюються пори.

Водень у зварювальній дузі під дією високих температур з молекулярного стану переходить в атомарний й легко розчиняється в рідкому металі.

Для більшості металів при газовому або дуговому зварюванні звичайних металів на залізній й іншій основах спостерігається збільшення в рідкому металі концентрації водню H_2 .

Розчинений водень у міру зниження температури прагне виділитися з розчину й вийти назовні. Він концентрується в охолодженому основному металі в окремих порожнинах усередині нього, а в металопокритті водень дифундує убік поверхні наплавленого металу і пришовних зон, накопичуючись у різних нещільностях (вакансіях, дислокаціях, макропорожнечках), приводячи тим самим до підвищення крихкості, виникненню додаткових внутрішніх напружень і пор і появи мікротріщин у відновлюваному виробі. Тому на практиці досить важливим є максимальне видалення з металу наплавлення водню, кисню й азоту.

Зменшити наводнення металу в процесі його наплавлення можна шляхом застосування попереднього нагрівання деталі, а також наступною нормалізацією, а зміст кисню й азоту - за рахунок надійного захисту зварювальної ванни й зони горіння дуги застосуванням відповідного складу зварювальних матеріалів, газового середовища (захисних газів, вакууму), шлаків і шлакових розплавів (флюси), активно взаємодіючих з навколишнім матеріальним середовищем.

Хімічний склад наплавленого металу багато в чому залежить від способу й режимів наплавлення і визначається в основному змістом легуючих елементів в електродному матеріалі і флюсі. Середні частини обсягу металу кожного окремого валика однопровідного шва по хімічному складу виходять досить рівномірними навіть у тих випадках, коли розплавлені основний і наплавлений метали мають досить різні склади. Однак поблизу границі сплавної, де утворюється граничний шар у двофазному

твердому-рідкому стані, не відбувається повне перемішування розплавленого основного металу й наплавленого. У зв'язку із цим у деякій зоні (звичайно в межах близько 5% глибини й напівширини ванни) внаслідок недостатнього перемішування склад металу виявляється відмінним від металу в середніх частинах ванни, а по легованості - проміжним між центральними обсягами ванни й основним металом. Чим більше розходження складів основного металу і металу шва, тим більше нерівномірним буде в цій перехідній зоні і склад металу шва поблизу границі плавлення

Механічні властивості всього наплавленого (звареного) з'єднання в цілому - міцність, деформаційна здатність, енергоємність, місце й характер руйнування - перебувають у безпосередньому зв'язку з характером і ступенем механічної неоднорідності металу різних зон і ділянок такого з'єднання. Як відомо, при наплавленні (зварюванні) у результаті дії джерела тепла утворюється ванна розплавленого металу, яка після затвердіння (кристалізації) утворює металевий зв'язок з нерозплавленими зонами відновлюваних деталей. При цьому метал наплавлення має або литу структуру (при одношаровому наплавленні-зварюванні), або структуру литого металу, зазнавшого в окремих зонах додаткової термічної обробки при наступних нагріваннях (при багатошаровому наплавленні). Така структура приводить до зниження комплексу механічних властивостей.

Якщо на ділянках виробу, що відновлювався наплавленням, температура перевищувала критичну, - метал цієї зони має неоднорідну структуру, а отже, і різні з основним металом властивості. Тому в деяких випадках загальна роботоздатність деталі визначається властивостями певної ділянки зони термічного впливу, що повинно враховуватися на практиці.

За зоною термічного впливу розташовується не змінений за структурою основний метал деталі, властивості якого при відновленні (у випадку, якщо деталь при виготовленні не піддавалася хіміко-термічній й іншій поверхневій обробці) варто приймати за еталон. Одержання властивостей металу наплавлення, аналогічних еталону, гарантує надійність відновлюваним

виробам. У ряді випадків вибір хімічного складу шва може привести до значного підвищення властивостей у порівнянні з основним металом, що забезпечує відновленням деталям більшу роботоздатність.

Одним з найбільш ефективних засобів поліпшення механічних характеристик металопокриттів є оптимальний підбір хімічного складу металу шва, що забезпечує, як показує практика, відносно вирівнювання його властивостей із властивостями основного металу, шляхом використання (при конкретному способі відновлення) правильно підібраних зварювальних матеріалів (присадочного або електродного дроту електродів, що плавляться та ін.), а так само за рахунок введення у зварювальну ванну легуючих добавок (через флюс, електродні покриття й ін.) і наступної обробки, що активно впливають на міцність виробів. Крім того, для забезпечення спрямованого формування властивостей металопокриттів, необхідний вибір раціонального способу та режимів відновлення. При цьому варто враховувати, що важливу роль серед наплавочних матеріалів мають сплави заліза, нікелю і кобальту зі значними кількостями хрому. Останній збільшує жароміцність, корозійну стійкість, твердість й ін.

Вплив легуючих елементів на властивості металопокриттів. Якщо наплавлений метал містить достатню кількість вуглецю (>0,4%), то зміною швидкості його охолодження можна одержати різні гартівні структури (троостит, мартенсит) і, отже, різну твердість.

Твердість наплавленого металу залежить від його структури. Присутність у структурі різного роду карбідів, нітридів й інших хімічних сполук сприяє значному збільшенню твердості й зносостійкості наплавленого металу.

Всі режими наплавлення, що впливають на утворення гартівних структур, впливають і на одержання більш твердих покриттів. Так, наприклад, зі зниженням робочої напруги дуги зменшується вигорання вуглецю і інших легуючих елементів з електродного дроту і більша їхня кількість попадає в наплавлений метал. Твердість наплавленого шару в цьому випадку завжди збільшується. Крім вуглецю, присутність у наплавленому шарі хрому,

марганцю, вольфраму, титану, як правило, сприяє підвищенню його твердості. Підвищений вміст у шві марганцю й кремнію сприяє одержанню високих механічних властивостей наплавленого шару: кремній зменшує кипіння зварювальної ванни і метал виходить більш щільним, марганець зменшує схильність металу до гарячих тріщин, у результаті підвищуються механічні властивості металу шва. Структура наплавленого металу залежить від його хімічного складу й швидкості охолодження. Зносостійкість наплавленого металу в основному визначається його структурою й твердістю. Тому всі умови наплавлень, що сприяють одержанню металу з підвищеною твердістю, у більшості випадків забезпечують одержання найбільш зносостійких покриттів. Всі види наплавлення приводять до виникнення в наплавленому металі залишкових напруг. Стискаючі напруги підвищують границю витривалості, а розтягуючі - знижують.

Походження внутрішніх напружень та їхній вплив на відновлювану деталь обумовлені цілим рядом причин. Основними причинами виникнення внутрішніх напружень у виробі при наплавленні є зміна температурного та об'ємного стану і відсутність вільного переміщення ділянок, що нагрівають. Ефективним засобом для створення в металопокриттях напруг стискування є пластична деформація поверхневих шарів, здійснювана або вхолонду, або із застосуванням електроконтактного нагрівання, чи нагрівання струмами високої частоти, відомого під назвою електромеханічної, або поверхневої термомеханічної обробки.

Процес наплавлення в середовищі захисних газів (вуглекислого газу). Цей процес відзначається високою технологічністю і продуктивністю. Може використовуватись для наплавлення поверхонь різної конфігурації, навіть поточних. В зв'язку з підвищеною активністю розплавленого металу він потребує захисту від взаємодії з повітрям, захисну роль в процесі наплавлення можуть виконувати інертні гази (аргон, гелій), але їх використання значно впливає на собівартість відновлення. Найбільше розповсюдження отримав вуглекислий газ (CO₂).

Вуглекислий газ промислового використання знаходиться

у стиснутому стані у балонах під тиском до 1,6 МПа. При цьому він може мати конденсат повітря (вода). Тому при використанні газ потребує підігріву та осушення з метою запобігання закупорювання вихідних отворів льодом.

Схема наплавлення показана на рис.1.

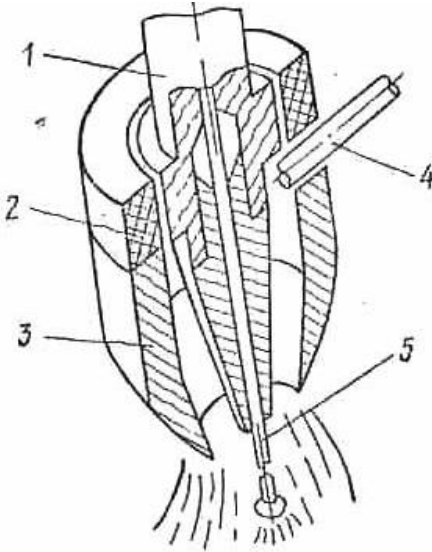


Рис. 1 Схема наплавлення у середовищі вуглекислого газу:
1 – мундштук;
2 – ізоляційна шайба;
3 – корпус пальника;
4 – штуцер підведення газу; 5 – електродний дріт

Основними недоліками наплавлення в середовищі вуглекислого газу є можливість появи тріщин, а також вигорання легуючих елементів. Цьому сприяє те, що при високих температурах вуглекислий газ розкладається на оксид вуглецю (CO) і атомарний кисень (O), який взаємодіє з розплавленим металом і окислює його. Запобігти цьому явищу можливо при використанні електродного дроту з підвищеним складом марганцю, кремнію, хрому, титану та інших розкислювачів. До недоліків процесу слід віднести також значне розбризкування металу (до 10...12%).

Наплавлення під шаром флюсу полягає в тому, що між електродним дротом і деталлю, з'єднаними із полюсами джерела струму, виникає електрична дуга і в зону її горіння (рис. 2) постійно надходить гранульований флюс. Під дією високої температури дуги (6000 ÷ 7500°C) розплавляється електродний матері-

ал, поверхня деталі і частково флюс, який утворює на поверхні розплавленого металу оболонку (шлакову кірку), яка захищає зону наплавлення від зовнішнього середовища, запобігає розбризкуванню металу, утворенню пор, вигорянню вуглецю та легуючих елементів. Після охолодження, частина розплавленого флюсу твердіє, утворюючи шлакову кірку.

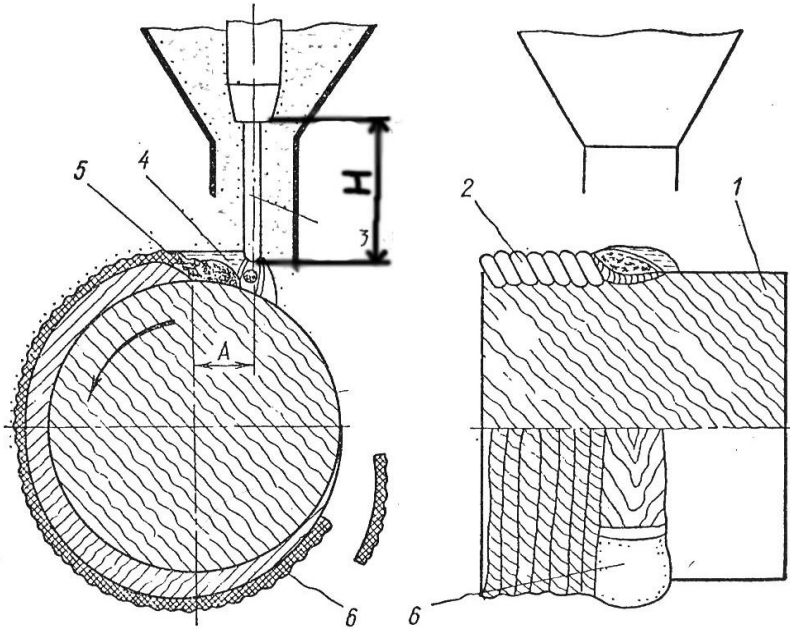


Рис. 2 Схема наплавлення під шаром флюсу:

- 1 – деталь; 2 – наплавлений шар; 3 – електрод; 4 – розплавлений флюс; 5 – ванна розплавленого металу; 6 – шлакова кірка;
 А – зміщення електроду із zenіту; Н – виліт електроду

Наплавлення під шаром флюсу має ряд позитивних сторін: широкі можливості одержання потрібних механічних властивостей наплавленого шару, економна витрата електроенергії та електродного дроту, поліпшені умови праці зварювальника, внаслідок того, що дуга закрита шаром флюсу.

Суттєвими недоліками способу є значне нагрівання деталі (шлакова кірка не дозволяє теплу виділятися у повітря) і поява

термічних деформацій, можливість пропалювання деталі, якщо вона пустотіла, проблеми з видаленням шлакової кірки, а також наплавлення деталей, діаметр яких становить менше 50мм (флюс утримується в недостатній кількості).

Вібродугове наплавлення. Особливістю способу є вібрація електроду вздовж осі з амплітудою 1,5-5мм і частотою 50-100 коливань на секунду. Спосіб розроблений для наплавлення зношених поверхонь з високою твердістю: посадочних поверхонь під підшипники, шківів, шестерень тощо. Вібродугове наплавлення (Рис.3) можна виконувати із застосуванням охолоджувальної рідини, в середовищі вуглекислого газу, водяного пару і у відкритому просторі.

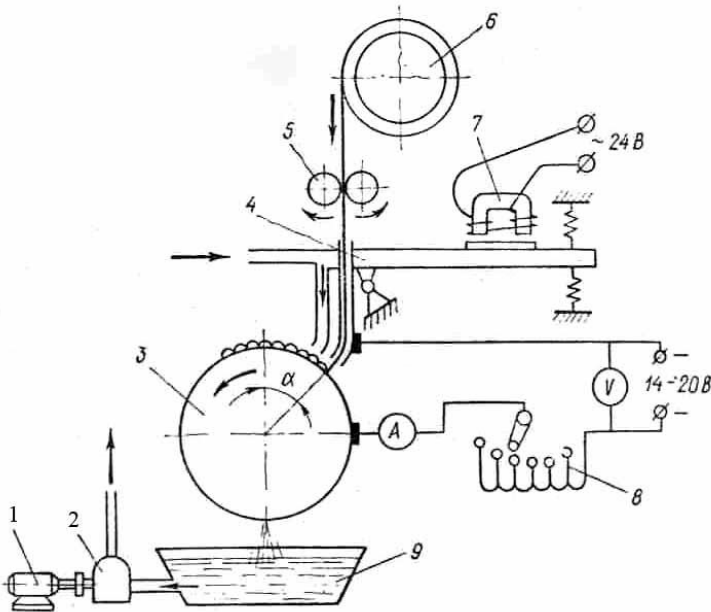


Рис.3 Принципова схема вібродугового наплавлення
 1 – електродвигун; 2 – насос; 3 – наплавлювальна деталь;
 4 – вібруючий електрод; 5 – механізм подачі дроту; 6 – касета;
 7 – вібратор; 8 – індуктивний опір; 9 – бак для рідини.

Застосування середньо- і високовуглецевих дротів, а також дротів з легуючими елементами у поєднанні з подачею охолоджувальної рідини, дозволяє отримати твердість поверхневого шару до 50 HRC.

Для охолодження застосовують 5% -ний розчин кальцинованої соди у кип'яченій воді.

Для забезпечення вібрації електроду використовуються електромагнітні або механічні вібратори.

Оскільки вібродугове наплавлення є процесом, у якому з однаковою частотою повторюються періоди короткого замикання, горіння дуги і холостого ходу, то для стабілізації процесу наплавлення в електричний ланцюг послідовно вмикається додаткова індуктивність.

Параметри режимів при вібродуговому наплавленні аналогічні параметрам процесу наплавлення у середовищі CO₂. Крім того, вібродугове наплавлення характеризує також частота і амплітуда коливань електродного дроту, додаткова індуктивність і режим подачі охолоджувальної рідини.

Газоелектричне наплавлення. Спосіб полягає в тому, що розплавлений електричною дугою метал захищається від взаємодії з повітрям полум'ям палаючого природного газу (пропан-бутан).

Принципальна схема процесу наплавлення газоелектричним способом аналогічна схемі наплавлення деталей у середовищі захисних газів.

Конструктивною особливістю установки є мундштук і газовий пальник з порожнинами для охолоджувальної рідини (вода). Деталь, яка наплавляється, також може, при необхідності, охолоджуватись.

Застосування газового захисту при наплавленні дозволяє наплавляти сталеві, а також чавунні деталі і уникнути тріщин на поверхні деталі.

Для наплавлення використовується електродний дріт діаметром 1,2-2,5мм. При наплавленні сталевих деталей можна застосовувати пружинний дріт 2 класу, чавунних – Св-0,8. Режими наплавлення, в залежності від діаметрів деталі і дроту, такі:

I=110-140А; U=18-27В; V_н=25-40м/год; витрата газу (пропан-бутан) - 60 ÷ 70л/год; кисню – 240-370л/год; зміщення електроду – 8 – 20мм; виліт електроду – 15-30мм; відстань від пальника до деталі – 45-50мм.

7.3 Характеристика електродних матеріалів. Для наплавлення деталей використовується електродний дріт двох типів: зварювальний - Св та наплавлювальний - Нп;

Зварювальний дріт промисловість випускає більше ста марок по ГОСТ 2246-70. Вони розподіляються:

а) низько вуглецевий – основні марки Св – 08; Св – 08А; Св – 15; Св – 08Г; Св – 15Г, Св – 15Г2.

б) легований - Св – 08ГС; Св – 08Г2С; Св – 10ГН; Св – 18ХГС.

в) високолегований - Св – 12Х13; Св – 08Х14ГНТ, Св – 13Х25Т.

Зварювальний дріт використовується для наплавлення мало вуглецевих та деяких низьколегованих сталей.

Для наплавлення легованих та високолегованих сталей використовується дріт з легованих та високолегованих сталей типу Нп по ДСТУ 3691-97 та ГОСТ 10543-98 наприклад - Нп – 18ХГСА, Нп 30ХГСА, Нп – 65Г, Нп - 80, Нп – 2Х13.

Характеристика матеріалів, що використовуються при наплавленні під шаром флюсу. Для наплавлення під шаром флюсу використовується електродний дріт різних діаметрів (в основному 1,0 ÷ 3мм) та складу. Марку дроту вибирають в залежності від вимог до наплавленої поверхні. Наприклад, для наплавлення деталі з маловуглецевої сталі рекомендується застосовувати низьковуглецеві дроти Св – 08А, Св – 08ГА та ін.. Для одержання зносостійких покриттів використовують дроти з вуглецевих і легованих сталей: Нп – 30ХГСА, Нп – 40 та ін.

Позначення дроту: Св – зварювальний (сварочний), Нп – наплавлювальний (наплавочний).

На кожний вид дроту існує стандарт, згідно якому до дроту пред'являються відповідні вимоги. Наприклад Нп – 30ХГСА. Цифра 30 означає, що метал містить до 0,30% вуглецю; букви – Х (хром), Г (марганець), С (кремній) їх до 1%. Буква А в кінці

позначення (марки) електродного дроту означає, що цей дріт виготовляється з підвищеними вимогами до чистоти, тобто зменшена кількість фосфору та сірки.

Для потреб виробництва у зварюванні та наплавленні промисловість випускає декілька десятків марок дроту, як зварювального, так і наплавлювального.

Флюси, що використовуються для наплавлення (зварювання) підрозділяються на плавлені АН та керамічні АНК.

Плавлені флюси – досить складні силікати, за властивостями близькі до скла. Температура їх плавлення до 1200⁰С. По розмірах зерен (0,1 ÷ 5мм) вони розподіляються на декілька груп. Найбільш розповсюджені флюси марок АН-348А, ОСЦ-45 та АН-15.

Керамічні флюси по складу та способу виготовлення близькі до якісних (товстих) покриттів електродів ручного зварювання, поряд з захисними властивостями, мають також легуючі та модифікуючі елементи. На відміну від плавлених флюсів, керамічні дозволяють в широкому діапазоні легувати наплавлений шар і при використанні навіть дешевого низьковуглецевого дроту одержати якісні зносостійкі покриття. До керамічних флюсів відносяться АНК-3, АНК-35, АНК-18 та ін.

Інколи використовуються флюси-суміші в різному процентному відношенні, в залежності від вимог до наплавленої поверхні.

Використання порошкового дроту при наплавленні (зварюванні) низько – та середньовуглецевих сталей дозволяє одержати високу якість поверхневого шару без додаткового захисту дуги. До такого дроту відносяться ПП-АН1, ПП-1ДСК та ін.

Існуючий самозахисний дріт марок ПП-3Х13-0, ПП-3Х4В3Ф-0 і ін. дозволяє одержати поверхні з підвищеною зносостійкістю і міцністю до НРС 56 без подальшої термічної обробки.

Процес наплавлення деталей у середовищі вуглекислого газу. Цей процес може здійснюватись на установках різного типу. Досить широке розповсюдження отримала установка УД – 209 . На рис. 4 показана принципова схема установки.

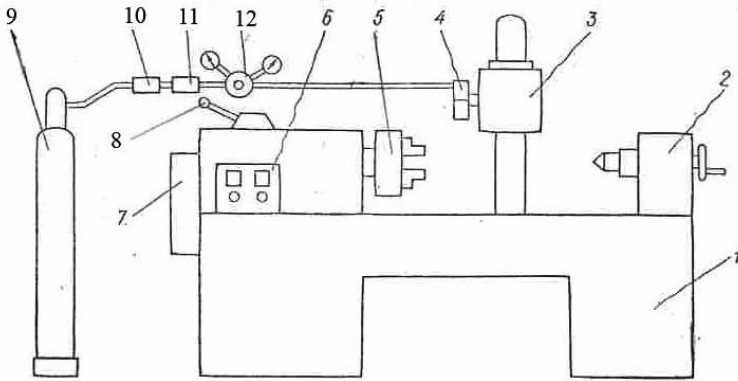


Рис. 4 Принципова схема установки для электродугового наплавлення у середовищі вуглекислого газу:

- 1 – станина; 2 – піноль; 3 – каретка; 4 – механізм подачі електродного дроту; 5 – патрон; 6 – пульт керування установкою; 7 – коробка передач; 8 – рукоятка реверсу; 9 – балон із вуглекислим газом; 10 – підігрівник; 11 – осушник; 12 – редуктор

Технічна характеристика установки надана в додатках А.

Конструктивні властивості установки дозволяють наплавляти циліндричні а також плоскі поверхні. Для цього мундштук має коливальний пристрій.

Повздовжня подача каретки, а також швидкість подачі електродного дроту встановлюється за допомогою змінних шестерень механізму коробки передач та механізму подачі електродного дроту. Установка має прискорене переміщення каретки вздовж станини, підйом та опускання каретки і електродного дроту.

Установка комплектується джерелом постійного струму ВДУ – 506У, що дозволяє наплавлювати деталі при жорсткій і падаючій зовнішній характеристиці. При використанні для напівавтоматичного наплавлення, як правило, встановлюється жорстка зовнішня характеристика. ВДУ – 506У також використовують для ручного зварювання.

Для встановлення необхідних параметрів процесу наплавлення установка та джерело струму мають пульти керування

рис. 5 і рис. 6 відповідно.

ВДУ –506У працює від трьохфазного змінного струму.

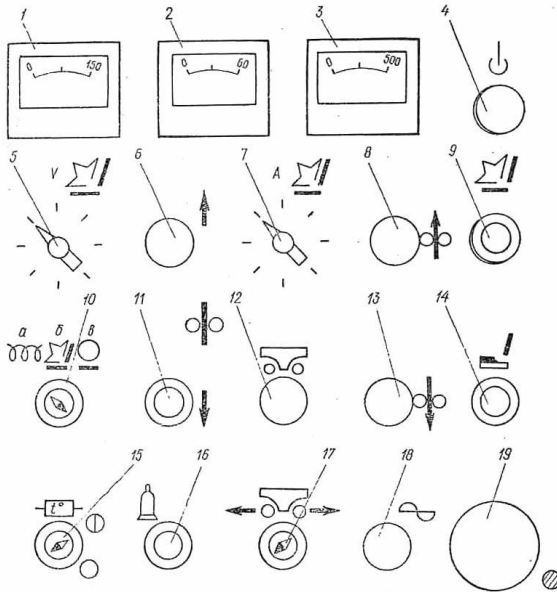


Рис. 5 Пульт керування наплавлювальною установкою УД-209:

- 1 – вольтметр контролю дуги; 2 – вольтметр для показів частоти обертання; 3 – амперметр; 4 – сигнальна лампа “Готовність до зварювання”; 5 – резистор встановлення частоти обертання шпинделя; 6 – кнопка переміщення наплавлювальної головки “Вверх”; 7 – резистор регулювання зварювальної напруги; 8 – кнопка “Електрод вверх”; 9 – кнопка “Пуск зварювання”; 10 – перемикач напрямку руху коробки (а- наплавка по спіралі; б- наплавка лінійна; в- прискорений рух каретки); 11 – кнопка переміщення наплавлювальної головки “Вниз”; 12 – кнопка “Каретка увімкнена”; 13 – кнопка “Електрод вниз”; 14 – кнопка “Стоп зварювання”; 15 – перемикач “Підігрів газу”; 16 – кнопка “Газ”; 17 – перемикач “Каретка вправо - ліво”; 18 – сигнальна лампа “Напруга подана”; 19 – кнопка “Стоп аварійно”.

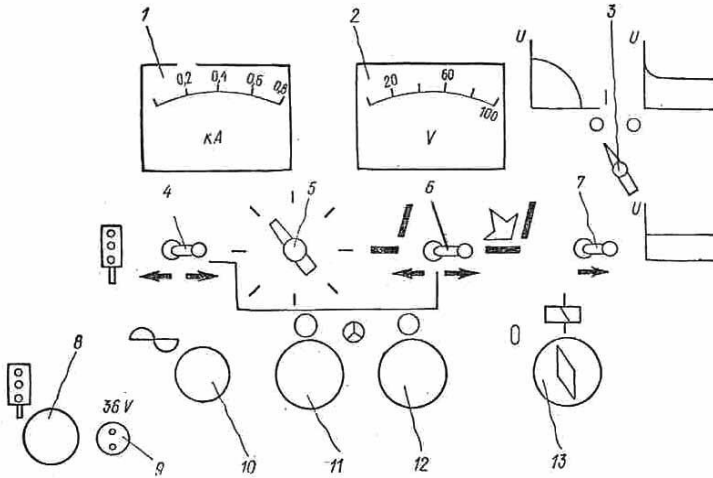


Рис.6 Пульт керування зварювального випрямляча ВДУ-506У:
 1 – амперметр; 2 – вольтметр; 3 – перемикач зовнішніх характеристик; 4 – перемикач місцевого і дистанційного керування; 5 – резистор - регулятор струму (напруги); 6 – тумблер вмикання зварювального ланцюга; 7 – тумблер попереднього встановлення напруги на жорстких характеристиках; 8 – рознімання для увімкнення підігрівника газу; 9 – штепсельне рознімання; 10 – сигнальна лампа контролю напруги; 11 – кнопка “Пуск”; 12 – кнопка “Стоп”; 13 – вмикач трансформатора живлення ланцюга керування.

7.4 Методика виконання розрахунку параметрів процесу. Деталь чи зразок перед наплавленням необхідно знежирити та очистити від іржі, при наявності одностороннього зносу – проточити.

За допомогою формул визначити основні та допоміжні параметри процесу наплавлення:

- товщину шару, який необхідно наплавити, h_n , мм

$$h_n = \frac{(D_n - D_d)}{2} + Z$$

де Z - припуск на механічну обробку, мм ($Z= 0.7-1.0$)

D_n – номінальний діаметр поверхні деталі, мм

D_d – дійсний діаметр поверхні деталі, мм.

- силу струму, I_n

$$I_n = 40\sqrt[3]{D_n}, \text{ А}$$

Сила струму може бути визначена також по даним таблиці 2.

Таблиця 2 Сила струму в залежності від діаметрів деталі та дроту

Діаметр дроту d_e , мм	Діаметр деталі D_n , мм	Сила струму I , А	Діаметр дроту d_e , мм	Діаметр деталі D_n , мм	Сила струму I , А
0,8...1,0	20...30	90...120	1,2...1,4	50...70	140...175
	30...40	110...140	1,4...1,6	70...90	170...195
1,0...1,2	40...50	130...160	1,6...2,0	90...120	195...225

- напругу U , В

$$U = 21 + 0.04I_n$$

- коефіцієнт наплавлення

$$\alpha_n = 23 + 0,065 \frac{I_n}{d_e}, \text{ г/А год.}$$

де d_e – діаметр електроду, мм (визначається за таблицею 3)

- швидкість подачі електродного дроту

$$V_e = \frac{4\alpha_n I_n}{\pi d_e^2 \gamma_e \eta}, \text{ м/год}$$

де γ_e - питома маса електродного дроту, г/см³ (для дроту суцільного перерізу $\gamma_e = 7,8\text{г/см}^3$);

η - коефіцієнт врахування втрат металу на випалювання та розбризкування (для наплавлення в середовищі CO_2 $\eta = 0,88-0,92$).

- виліт електродного дроту $H = (6-10)d_e$, мм;

- зміщення електроду з zenіту $a = (0,05-0,1)D_n$

- швидкість наплавлення

$$V_H = \frac{\alpha_H I_H}{h_H S_H \gamma}, \text{ м/год}$$

де S_H – крок наплавлення, мм (2,0-2,5) d_c .

- частоту обертання деталі

$$n = \frac{1000 V_H}{60 \pi D_H}, \text{ хв}^{-1}$$

- норму часу на виконання наплавлювальних робіт (T_H)

$$T_H = T_o + T_{\text{доп}} + T_{\text{дод}} + \frac{T_{\text{п.з}}}{m}$$

де T_o – основний час, визначається по формулі

$$T_o = \frac{\pi D_H \ell}{1000 V_H S_H}, \text{ хв}$$

$T_{\text{доп}}$ – допоміжний час ($T_{\text{доп}} = 2 - 4$)хв ;

$T_{\text{дод}}$ – додатковий час, хв.

$$T_{\text{дод}} = \frac{T_o + T_{\text{доп}}}{100} K$$

де K – коефіцієнт, що враховує долю додаткового часу від основного та допоміжного ($K=10$).

$T_{\text{п.з}}$ – підготовчо - заключний час ($T_{\text{п.з}} = 16-20$ хв);

m – кількість деталей, що будуть наплавлятися.

Скласти план операції, за зразком наведено (див. таблицю 3).

Розраховані режими процесу наплавлення необхідно порівняти з даними (додаток Б) де приведені рекомендації практичних розрахунків і випробувань, та скоригувати при пробному наплавленні.

Слід відмітити, що оптимальні режими наплавлення визначаються при проведенні наплавлювальних робіт на зразках, що імітують конкретні деталі, а потім можуть використовуватись для реальних деталей.

Таблиця 3 План операцій

№ операції	Назва операції. Спосіб закріплення деталі. Обладнання, пристрої, інструменти	Номер переходу	Зміст переходу
005	Токарна	1	Встановити деталь у патрон,
	Патрон 7100-0008	2	закріпити
	ГОСТ 2675-80	3	Точити наплавлену поверхню з
	Токарний верстат 1К62	4	Точити фаску
	Різець прохідний 2100-0029		1,5 мм 45°
	E15K6 ГОСТ 18878-73		Зняти деталь
	Штангенциркуль ШЦ 250-0,05 ГОСТ 166-80		

7.5 Обробка отриманих результатів. Контроль якості наплавлення необхідно виконати у першу чергу візуально. На напавленій поверхні не повинно бути розривів в напавлених валиках та між ними, раковин. Суцільність напавленого шару визначається традиційними методами виявлення невидимих дефектів і частково при подальшій механічній обробці.

Механічна обробка поверхні повинна виконуватись після повного охолодження деталі. Не слід охолоджувати деталь водою чи іншою рідиною, якщо це не передбачено технологічним процесом.

В залежності від технічних вимог на відновлену поверхню необхідно контролювати твердість напавленої поверхні.

Крім цього відновлену деталь необхідно контролювати на втомлюючу міцність. Такі випробування проводяться у випадку, коли в процесі експлуатації деталь працює в умовах знакозмінних навантажень. Необхідність таких випробувань пов'язана з тим, що напавлений шар і основний метал відрізняються, майже завжди, фізико – механічними властивостями. У перехідній зоні виникають напруги, які можуть розвиватись і призводити

до руйнування деталі.

7.6 Сучасні тенденції розвитку. Наплавлення (зварювання) в середовищі вуглекислого газу останні роки стало одним із розповсюджених способів відновлення (ремонт) деталей машин. Наприклад у сучасному зварювальному виробництві (машинобудування, суднобудівництво та ін.) доля напівавтоматичного зварювання дротом суцільного перерізу та порошковими, включаючи і самозахисні в середовищі CO_2 досягає 75...85%.

Необхідно відзначити, що йдеться мова не про більш широке використання відомого процесу, а про значне впровадження нових технологій з використанням існуючого на підприємствах старого і нового обладнання. Основним завданням впровадження нових технологій є підвищення продуктивності і якості зварювально – наплавлювальних робіт.

До числа нових технологій, слід віднести наступні: спосіб зварювання (наплавлення) самозахисним дротом; наплавлення порошковим дротом в захисних газах; зварювання (наплавлення) з регульованими змушеними короткими замиканнями (ЗКЗ).

В зв'язку з розвитком способу зварювання ЗКЗ (ВКЗ російська аббревіатура) змушеними короткими замиканнями набуло поширеного використання дроту діаметром 1,2...1,6мм.

При цьому продуктивність зростає в $1,2 \div 2$ рази, зменшується кількість розбризаного металу.

Такі позитивні результати досягаються за рахунок зменшення періоду короткого замикання електричної дуги з 10...20мс (при використанні традиційних джерел струму ВДУ – 506У, ВС – 300) до 5...7 мс (джерело струму ВД – 506ДК – 4, ВД – 306ДК) і навіть до 2...5 мс (джерело струму Invertec STT II). При цьому частота коротких замикань змінюється з 30...50Гц (ВДУ – 506У, ВС – 300) до 70...80Гц (ВД – 306ДК) і 120...150Гц (ВД – 506ДК).

Типові форми кривих зварювального струму та напруги при традиційному зварюванні (наплавленні) у вуглекислому газі і при зварюванні ЗКЗ, а також схеми утворення та переносу крапель розплавленого електродного матеріалу показані на рис.7.

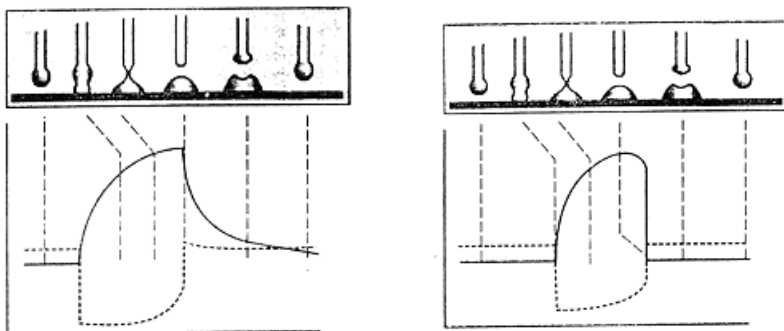


Рис.7 Типові форми кривих зварювального струму (суцільна крива) та напруги (штрихова).

Як видно з рисунку, періоди росту сили струму і падіння напруги у джерелах струму типу ВДУ – 506 і ВД – 506ДК-4 майже однакові, а період завершення короткого замикання у ВД – 506ДК – 4 майже відсутній. За рахунок значного зменшення періоду завершення короткого замикання 2 сила струму дуги зменшується до 40...50А в порівнянні з джерелом струму ВДУ – 506 – 150...250А, при цьому майже відсутнє розбризкування металу, а також більш стабільний процес горіння дуги, підвищується якість наплавлення.

У додатках наведені технічні данні сучасних джерел струму, що використовуються для наплавлення – зварювальних робіт.

До обладнання, що використовується в сучасному виробництві, крім установки УД-209 відносяться: АД-231; А1406, технічні характеристики яких надані в додатках В і Г. Наплавлення (зварювання) в CO_2 має значні переваги перед іншими способами: можливість виконання робіт при різній конфігурації поверхонь, формування властивостей наплавленої поверхні, досить низька собівартість.

8 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Для практичного виконання наплавлення необхідно підготувати установку УД-209 та джерело струму ВДУ-506УЗ до роботи:

- вставити деталь в патрон 5 (рис. 4), при необхідності підтиснути піноллю 2;
- перемістити каретку 3 до місця наплавлення;
- встановити виліт електроду, переміщуючи наплавлювальну головку кнопками 6,11 (рис. 5)
- визначити та при необхідності скорегувати, шаг наплавлення з допомогою змінних шестерень коробки передач 7 (рис. 4);
- встановити необхідну швидкість подачі електроду, за допомогою шестерень механізму подачі 4 (рис. 4);
- встановити перемикач 10 в положення “Спиральне наплавлення”;
- рукояткою 8 (рис. 4) реверса задати потрібний напрямок обертання деталі;
- частоту обертання деталі встановити рукояткою 5 (рис. 5) у відповідне з таблицею 4 положення;

Таблиця 4 Градування шкали вольтметра пульту керування УД-209 на частоту обертання деталі

Напруга, В	6	9	12	15	18	21	24	27
Частота обертання, хв ⁻¹	0,62	1,05	1,38	1,8	2,18	2,58	3,07	3,48
Напруга, В	30	33	36	39	42	45	48	
Частота обертання, хв ⁻¹	3,48	4,36	4,8	5,16	5,63	6,09	6,48	

- зміщення електроду із zenіту виконувати переміщенням наплавлювальної голівки кареткою у поперечному напрямку;
- перемикачем 17 (рис.5) встановити необхідний напрямок переміщення каретки;
- встановити сітьовий перемикач в положення “Вкл.” (в нижній частині панелі керування);
- на панелі керування ВДУ-506 (рис. 6) встановити вид зовнішньої характеристики перемикач 3 в положення І;
- увімкнути рубильник живлення випрямляча (щит сило-

вий, лівий пакетник);

увімкнути вентилятор, кнопка 11 (рис. 6);

- тумблером 6 включити зварювальний ланцюг випрямляча;

- на холостому ходу встановити напругу наплавлення, рукою резистора 5 по вольтметру 2;

відкрити вентиль балона з вуглекислим газом і встановити необхідний об'єм подачі вуглекислого газу ($8 \div 12$ л/хв.)

- увімкнути подачу газу кнопкою 16 (рис.5);

- натиснути на кнопку 9 “Пуск зварювання”, наплавити деталь;

- вимкнути установку, натиснувши кнопку 4;

- зняти деталь;

- вимкнути джерело струму;

Після охолодження (повітряне) деталі провести візуальну оцінку якості наплавлення. Порівняти свою (студента) оцінку з оцінкою учбового майстра, зробити висновки.

9 КОРОТКІ ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

9.1 Всі роботи з підготовки установки до наплавлення проводити при вимкненому живленні електричним струмом установки та джерела струму.

9.2 Наладку, встановлення режимів та наплавлення виконувати тільки під керівництвом учбового майстра, в спеціальному одязі, з використанням маски зварювальника.

9.3 У процесі наплавлення не торкатися струмоведучих частин.

9.4 Перед вмиканням подачі CO₂ увімкнути витяжну вентиляцію.

9.5 При знятті наплавленої деталі користуватись робочими рукавицями та ковальськими кліщами.

10 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Мета роботи. 2. Відповіді на запитання самостійної підготовки. 3. Розрахунки параметрів режиму наплавлення та нормування операції. 4. План операції. 5. Відповіді на контрольні питання. 6. Висновки та пропозиції.

11 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

11.1 Які першочергові дані необхідні для наплавлення деталі?

11.2 Які переваги та недоліки має наплавлення в середовищі вуглекислого газу?

11.3 Як впливає висока температура електродної дуги на фізико-механічний стан деталі?

11.4 За рахунок яких змін режимів можна прискорити процес наплавлення, не знижуючи якість наплавлення?

11.5 Яким чином можна зменшити витрати металу на розбризування та механічну обробку?

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 Технічна характеристика УД-209

Розміри деталей що наплавляються, мм: діаметр - 25÷360 довжина - 100÷800 швидкість подачі дроту, м год ⁻¹ - 10÷350 Діаметр дроту, мм – 1,2÷3,5 Зміщення дроту з "зеніту", мм: вперед – 10 назад – 30 Частота обертання шпинделя, об хв. ⁻¹ 0,06÷6,58	Розмах коливань електроду, мм - 0÷60 Швидкість вертикального руху механізму подачі електроду, м /хв. ⁻¹ -0,4 Габаритні розміри, мм – 1700x1100x1150 Маса, кг – 670 Джерело струму – ВДУ – 506 Габаритні розміри, мм – 850x620x1110
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 Режим наплавлення циліндричних деталей у середовищі вуглекислого газу

Діаметр наплавлюваної деталі, мм	Діаметр електродного дроту, мм	Сила струму, А	Напруга, В	Швидкість подачі електродного дроту, м/год	Швидкість наплавлення, м/год	Виліт електродного дроту, мм	Зміщення електроду із zenіту, мм	Крок наплавлення, мм
10-20	0,8-1	70-95	18-19	40-60	20-60	8	2	2,5
20-30	0,8-1	90-120	18-19	60-80	30-60	8	3	3
30-40	0,8-1	110-140	19-22	60-80	40-60	8	3-5	3
40-50	1,0-1,2	130-160	19-22	60-90	40-70	10	4-5	3
50-70	1,2-1,4	140-175	19-22	70-100	50-70	10	6-8	3,5
70-90	1,4-1,6	170-195	20-22	80-110	60-80	12	8-10	3,5
90-120	1,6-2	195-220	20-22	90-110	60-90	14	12-15	4

ДОДАТОК В

Таблиця В.1 Технічні данні нових зварювальних (наплавлювальних) джерел постійного струму для механізованого зварювання (наплавлення)

Параметр	ВД-306ДК	ВД-506ДК-4	ВДГ-401	КСУ-320	ВС-300	ВС-600	ПДГ-351 (в моноблочному виконанні)	ВДУ-511
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Напруга живлення, В	3x380 (50Гц)	3x380 (50Гц)	3x380 (50Гц)	3x380 (50Гц)	3x380 (50Гц)	3x380 (50Гц)	3x380 (50Гц)	3x380 (50Гц)
Номінальна споживана потужність, кВт	17	22	28	11	25	47	16	34
Зварювальний струм, А(ПВ)	315(60%)	400	400(60%)	320(60%)	315(85%)	700	315(60%)	500(60%)
Межі регулювання зварювального струму, А	40...350 (при ММА) 12...350 (при ТИГ) 30...350(при МИГ/МАГ)	40...500 (при ММА) 12...500 (при ТИГ) 50...500(при МИГ/МАГ)	80...500	30...320 (при ММА) 40...320(при МИГ/МАГ)	50...350	100...700	50...440	50...500

Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Межі регулювання зварювальної напруги, В	17...45	17...45	18...42	Визначається напругою холостого ходу живлячого трансформатора	17...35	19...49	19...35	21...45
Напруга холостого ходу, В	85	85	75	≤90	41	65	45	85
Вид регулювання зварювальної напруги	плавне	плавне	плавно ступінчате	плавне	ступінчате	ступінчате	ступінчате	плавне
Види зварювальних робіт	ММА, МИГ/МАГ, ТИГ	ММА, МИГ/МАГ, ТИГ	МИГ/МАГ	ММА, МИГ/МАГ	МИГ/МАГ	МИГ/МАГ	МИГ/МАГ	ММА, МИГ/МАГ
Габаритні розміри, мм	615x400x60 0	615x420x70 0	750x605x95 0	183x210x550	850x420x80 0	845x605x76 5	810x450x86 0	750x650x11 50
Маса, кг	140	160	250	11	120	280	135	260

ДОДАТОК Г

Технічні данні обладнання для наплавлювальних робіт в середовищі вуглекислого газу

Параметри	Марка	
	АД-231	А-1406
Номінальна напруга живлення (50Гц), В	380	380
Номінальна сила струму, А	500	500(1250)
Діапазон регулювання струму	60-500	60-500 1250-1250
Діаметр електродного дроту, мм	1,6÷3,2	1,2÷5
Розміри деталей що наплавляються, мм:		
діаметр	25÷350	25÷350
довжина	50÷800	50÷800
Швидкість подачі дроту, м/год ⁻¹	20÷360	17÷533
Джерело струму	ВДУ-1201	КІУ-501 КІУ-1201

РОБОТА № 10

ГАЗОПОЛУМЕНЕВЕ НАПИЛЕННЯ ТА НАПЛАВЛЕННЯ ЗНОШЕНИХ ДЕТАЛЕЙ

1 МЕТА РОБОТИ

Ознайомитися з фізичною суттю, особливостями застосування газополуменевого напилення та наплавлення; вивчити обладнання, матеріали, оснастку для його виконання; отримати навички в проектуванні технологічного процесу відновлення деталей, засвоїти технологію нанесення покриттів даним методом.

2 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ

2.1 Сутність газополуменевого напилення та наплавлення зношених деталей.

2.2 Основні переваги і недоліки газополуменевого напилення та наплавлення. Сфера застосування.

2.3 Особливості наплавлення деталей зі сталі та чавуну.

2.4 Особливості відновлення деталей з поверхнею зміцненою термічною обробкою.

2.5 Особливості підготовки поверхні відновлювальної деталі перед напиленням.

2.6 Призначення, вибір матеріалу підшару при напиленні покриттів.

3 ЗАВДАННЯ

Ознайомитися з оснащенням робочого місця і навести технічну характеристику пальника ГН-2, апарата 021 «Ремдеталь», установки 011-1-01Н «Ремдеталь». Накреслити принципову схему напилення (наплавлення) при подачі порошку за рахунок інжекції та під дією сил гравітації. Вибрати параметри режиму нанесення для заданої деталі. Нанести порошкове покриття, зробити висновок про його якість.

4 ЧАС ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Самостійна підготовка - 2 год,
Робота в лабораторії - 4 акад.год.

5 ЛІТЕРАТУРА

5.1 Основна

5.1.1 . Ремонт машин та обладнання: Підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. Підручник: (Затверджено МОН України як підручник для студентів ВНЗ, які навчаються за напрямом підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» від 21.06.10 №1/11 – 545) - К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с.

5.1.2 Хокинг М., Васантакри В., Сидки П. Металлические и керамические покрытия: Получение, свойства и применение: Пер. с англ. - М.: Мир, 2001. - 518 с, ил.

5.1.3 Ильющенко А.Ф., Шевцов А.И., Оковитый Г.Ф. Процессы формирования газотермических покрытий и их моделирование. Минск: Беларус.навука, 2011, 357 с.

5.1.4 Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій. / Сідашенко О.І. Тіхонов О.І., Лузан С.О. та інші. Навч. посібник – Харків: ХНТУСГ, 2017.– 361 с.

5.2 Додаткова

5.2.1 Колмаков А.Г., Баринов С.М., Алымов М.И. Основы технологий и применение наноматериалов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 208 с.

5.2.2 Вадивасов Д. Г. Восстановление деталей металлизации. – М.: Машиностроение, 2012. – 149 с.

5.1.3. Практикум з ремонту машин. За ред. О.І.Сідашенка та О.В. Тіхонова. – Харків: ХНТУСГ ім.П.Василенка, 2007. – 415с.

5.2.4 Алхимов А.П., Клинков С.В., Клсарев В.Ф. Холодное газодинамическое напыление. Теория и практика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 536 с.

5.2.5 Быковский О.Г., Петренко В.Р., Пешков В.В. Справочник сварщика. – М.: Машиностроение, 2011. – 336 с.

6 ОСНАЩЕННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

Установка для газополуменевого напилення та наплавлення деталей типу «Вал» 011-1-01Н «Ремдеталь»; пальник ГН-2 для ро-

боти на ацетилені; модернізований пальник ГН-2 для роботи на пропані; апарат 021-4 ВНПО «Ремдеталь», щит газорозподільний 01.02-006 «Ремдеталь»; редуктори: ацетиленовий ДАП-2, кисневий ДКП-1, пропановий ДПП (ГОСТ 13861); шланги: кисневі типу ШВНØ12, пропанові типу 1ВНØ12 мм, ацетиленові типу 1ВНØ12 мм (ГОСТ 9356); балони: кисневий ГОСТ 949, ацетиленовий ТУ 6-21-32, пропановий ГОСТ 15860; ацетиленовий генератор низького й середнього тиску (при відсутності ацетилену в балонах) - тільки для газопорошкового наплавлення (ГОСТ 30829); камера 02-7 «Ремдеталь» для струминної обробки деталей; технічний ацетилен (газоподібний) у балонах ГОСТ 5457; технічний кисень (газоподібний) у балонах ГОСТ 5583; ацетон ГОСТ 2768; порошок електрокорунду (500-800 мкм) ГОСТ 3647).

Синтетичні мийні засоби (для знежирення деталей) Лабомід-316 ТУ 6.15.01.90, Лабомід-102 ТУ 6.18.152.

Порошки: для газополуменевого напилення - ПТ-НА-01 (підшар) ПТ-19Н-01, ПТ-19Т-01; для газополуменевого напилення з наступним оплавленням - ПГ-12Н-01, ПГ-12Н-02, ПГ-12Н-03; для газополуменного наплавлення ПГ-10Н-01, ПГ-10Н-03, ПГ-10Н-04. Набір слюсарного інструмента.

7 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

7.1 Загальні положення. Сутність процесу газополуменевого напилення полягає в утворенні спрямованого потоку дисперсних частинок матеріалу, які напилюються або наплавляються, що забезпечує їх перенесення на поверхню деталі, яка оброблюється при оптимальних для формування шару покриття значеннях температури та швидкості. Необхідний запас теплової та кінетичної енергії матеріал, що наноситься, отримує з полуменем від згоряння суміші горючий газ – кисень. Порошок подається у факел полум'я в результаті інжекції струменем газів або під дією сил гравітації. При газополуменевому наплавленні за допомогою теплової енергії, що виділяється при згорянні суміші горючий газ – кисень, утворюється зварювальна ванна, в яку безпосередньо подається наплавлювальний

дріт.

Перевага газополуменевого напилення - висока продуктивність (до 8-10 кг/год) та коефіцієнт використання матеріалу (більше 95%), локальність обробки, незначний температурний вплив на деталь, можливість нанесення покриттів на вироби великих розмірів, відсутність обмежень на поєднання матеріалів покриття і підшару, що дозволяє охопити велику номенклатуру відновлення зношених деталей.

Основними недоліками газополуменевого нанесення покриттів є обмеження температури плавлення матеріалу (до 3000 °С), недостатня для деяких умов експлуатації міцність зчеплення покриття з основою (5-25 МПа при випробуваннях на нормальний відрив), висока пористість покриттів (5-25%), що обмежує їх використання в корозійних середовищах без додаткової обробки, невисокий коефіцієнт використання енергії згоряння газу на нагрівання матеріалу (2-12%).

Залежно від призначення і матеріалу деталі, умов її експлуатації, контактів спряжених поверхонь при відновленні використовуються такі методи газополуменевого нанесення покриттів:

1. Газополуменеве напилення порошку без наступного оплавлення. Використовується для відновлення деталей зі зношуванням до 2,0 мм на сторону, без деформації, перекручування або зміни структури основного металу, що не піддаються в процесі експлуатації ударам, знакозмінним навантаженням, значному нагріванню (до 300-350 °С);

2. Газополуменеве напилення з одночасним оплавленням. Використовується для відновлення деталей, виготовлених із сірого чавуну, конструкційних, нержавіючих сталей та інше, з місцевим зношуванням до 3-5 мм, що працюють при знакозмінних й ударних навантаженнях;

3. Газополуменеве напилення з наступним оплавленням. Дає можливість відновлювати деталі типу «вал» зі зношуванням до 2,5 мм на сторону. Відновлені цим методом деталі стійкі проти корозії, абразивного зношування, дії високих температур.

Сфери застосування газополуменового напилення досить різноманітні - відновлення геометричних розмірів зношених деталей; підвищення твердості, стійкості проти зношування і високих температур; одержання теплоізоляційних і декоративних покриттів тощо.

Для одержання покриттів із заданими властивостями на ремонтних підприємствах широко застосовують пальники, апарати, пости і установки для газополуменового напилення.

7.2 Характеристика оснащення та процесів. Пальник для газополуменового напилення (рис. 1) призначений для змішування газу з киснем і одержання зварювального полум'я. Ацетилен (або газ замітник) по трубці 8 та кисень по трубці 7 через інжектори 10 та 12 подаються у змішувальну камеру 11. Суміш газів далі через трубку 5 подається до мундштука 1. На виході з нього суміш підпалюється та утворює факел 2. Для обтискання факелу стисненим повітрям іноді використовують мундштук з допоміжним соплом (на рисунку не наведений), що дозволяє збільшити довжину високотемпературної частини газового струменю, підвищити її температуру та швидкість. Матеріал, що утворює покриття зазвичай подають у вигляді порошку, через бункер 13, або дроту (стержнів) вздовж осі газополуменового струменю.

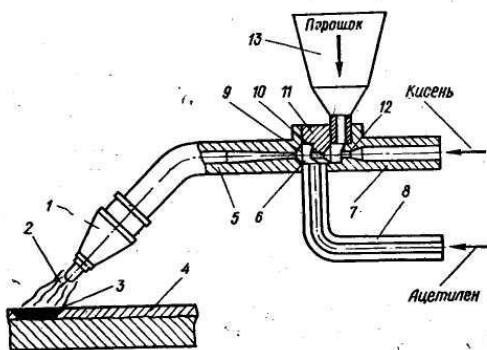


Рис. 1 Пальник для газополуменового напилення:

- 1 - мундштук; 2 - факел полум'я; 3 - зварювальна ванна; 4 - наплавлювана поверхня;
- 5 - трубка; 6 - канал;
- 7 - киснева трубка;
- 8 - ацетиленова трубка;
- 9 - камера зміщення;
- 10, 12 - інжектори; 11 - змішувальна камера;
- 13 - бункер

Модернізація пальника ГН-2 для використання газів-замінників ацетилену (наприклад, пропан-бутану) у самому простому варіанті полягає у заміні мундштука (рис. 2).

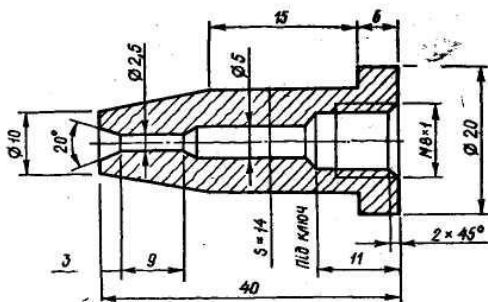


Рис. 2 Мундштук для наплення на пропані

В якості робочих газів використовують ацетилен згідно ГОСТ 5457, кисень ГОСТ 20448, пропан-бутан ГОСТ 20448, азот ГОСТ 9293 або стиснене повітря, очищене від мастила та вологи. Повітря, азот або інший стиснений газ використовують для охолодження соплової частини пальника та обдування факелу полум'я.

Перевагою ацетилену є низька температура спалаху (250°C), висока температура полум'я (3200°C), порівняно невисока окислювальна здатність газового полум'я (для згорання 1 об'єму ацетилену необхідно 2,5 об'єму кисню).

До недоліків газів-замінників ацетилену (наприклад, пропан-бутану) слід віднести високу температуру спалаху ($550-650^{\circ}\text{C}$), низьку температуру полум'я (2400°C) і велику його окислювальну здатність (для згорання 1 об'єму пропану необхідно 5 об'ємів кисню).

Розроблено ряд способів підвищення теплової ефективності полум'я газів-замінників ацетилену:

- збільшення вмісту в суміші газів кисню, який підвищує температуру полум'я на $100-200^{\circ}\text{C}$ (для зварювання окисне полум'я не використовується);

- поділ потоку газів полум'я на кілька струменів, що призводить до підвищення інтенсивності нагрівання (але при цьому суттєво збільшується зона термічного впливу);

- попереднє нагрівання газу (одного газу або газової суміші), що підвищує температуру полум'я на 300-400 °С (при цьому загальний об'єм полум'я збільшується на 20- 30%);

- введення в газове полум'я елементів, які сприяють утворенню екзотермічних реакцій і підвищують температуру полум'я на 150-200 °С.

Склад полум'я при використанні горючих газів у суміші з киснем принципово однаковий та визначається в основному співвідношенням кисню й горючих газів у суміші. По співвідношенню газів (складу горючої суміші) газове полум'я підрозділяють на нейтральне, окисне й відновлювальне.

Нейтральне полум'я (рис. 3,а) має яскраво виражений конус (ядро). У середині конус складається з горючого газу й кисню. При взаємодії цієї частини полум'я з металом покриття відбувається його інтенсивне окислення. На відстані 2-3 мм від кінця конуса розвивається максимальна температура (для суміші ацетилену й кисню до 3150 °С, для інших газів дещо нижче). Середня зона складається із газів СО і Н₂, які, взаємодіючи з оксидами металів відновлюють їх. Основна частина факелу полум'я являє собою суміш газів типу СО₂, Н₂О, N₂ та ін. Ця зона має окислювальний характер і порівняно низьку температуру.

Окисне полум'я (рис. 3, б) утворюється при подачі в палиник надлишкової кількості кисню. При такому співвідношенні газів середня зона має окисний характер впливу на метал, оскільки в ній з'являються більше СО₂ і О₂. При цьому розміри конуса й факела полум'я скорочуються, полум'я має фіолетовий колір.

При надлишку ацетилену або пропан-бутану (відновлювальне полум'я) конус має ті ж властивості, що й при нейтральному, але через малу кількість кисню реакція окислювання в ядрі сповільнюється, сильніше проявляється процес пірогенного розщеплення суміші газів на вуглець і водень. У цьому випадку конус подовжується, його границя трохи розвивається, утворю-

ється завіса жовтогарячих кольорів у середній зоні (рис. 3, в). При великому надлишку ацетилену або пропан-бутану в об'ємі факелу полум'я також є вільний вуглець, полум'я подовжується й має червонувате забарвлення.

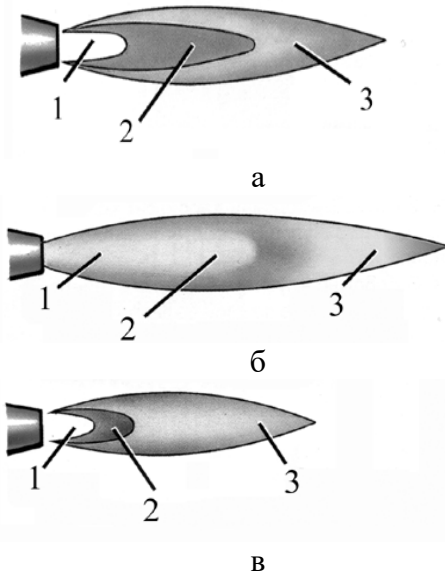


Рис. 3 Схема будови факелу газокисневого полум'я: а - нейтральне; б – відновлювальне; в – окисне; 1- ядро; 2- відновлювальна зона; 3- факел

Для газополуменевого наплавлення сталі, чавуну, міді та її сплавів, сплавів на основі нікелю й кобальту в якості присадного матеріалу використовуються суцільні дроти й прутки за відповідними стандартами. Зокрема, для наплавлення сталі застосовують наплавочні дроти за ГОСТ 10543 та зварювальні за ГОСТ 2246, а для наплавлення чавуну литі прутки за ГОСТ 2671. Прутки діаметром 4, 6, 8 мм відливають довжиною 250-450 мм, а діаметром 10, 12, 14, 16 мм – 450-700 мм. Поверхня прутків повинна бути чистою й вільною від шлаків, окисних плівок та ін. Для відновлення деталей, що працюють в умовах інтенсивного абразивного зношування з помірними ударами (робочі органи ґрунтообробних та дорожніх машин, зуби ковшів екскаваторів і т.п.), за ГОСТ 21449 використовують литі прутки ПР-С1 (тип наплавленого металу У30Х28Н4С3); ПР-С2 (тип на-

плавленого металу У20Х17Н2); ПР-С27 (тип наплавленого металу У45Х28Н2ВМ). Діаметр прутків із цих сплавів 4, 6 та 8 мм, довжина 300-500 мм.

Сплави на основі кобальту мають високу корозійну стійкість у різних середовищах. Вони добре працюють в умовах абразивного й ерозійного зношування, ударних навантажень і тертя металу по металу. При цьому кобальтові сплави зберігають свої експлуатаційні властивості при підвищених температурах (до 750 °С). Для газового наплавлення литі прутки на основі кобальту виготовляють згідно ГОСТ 21449. Литі прутки Пр-ВЗК (тип наплавленого металу У10К63Х30В5Н2) використовують для наплавлення клапанів і сідел, двигунів внутрішнього згоряння; ущільнювальних поверхонь деталей енергетичних, нафтових арматур; ножів і т.і.; прутки Пр-ВЗК-Р (тип наплавленого металу У20К57Х30В10Н2Р) в основному призначені для наплавлення різального інструменту, зубів рамних пилок і т.п.

7.3 Характеристика використаних засобів та обладнання. Для одержання покриттів із заданими властивостями на ремонтних підприємствах широке поширення знайшли пальники, апарати, пости й установки, розроблені ВНПО «Ремдеталь», ВНДавтогенмаш; пальник ГН-2 для наплавлення на ацетилені; модернізований пальник ГН-2 для наплавлення на пропані; апарати для газополуменевого напилення - 021-4 «Ремдеталь», 021-3 «Ремдеталь», 01-02-11 «Ремдеталь»; пост 01-05-48 «Ремдеталь» газопорошкового наплавлення, пост 01-05-149 «Ремдеталь» газопорошкового напилення й наплавлення; установки 011-1-01 «Ремдеталь» для наплавлення та 011-1-09 «Ремдеталь» для газополуменевого напилення і ін. Установка для газополуменевого напилення і наплавлення деталей типу «вал» 011-1-01Н ТУ70.0009 (табл.1), що використовується в роботі, призначена для газополуменевого напилення та наплавлення зносостійкими порошковими матеріалами деталей з циліндричними поверхнями як концентрично так і ексцентрично розташованими відносно вісі обертання.

Таблиця 1 Основні параметри та характеристики установки
011-1-01Н

№ п/п	Найменування показників	Норма
1	Тип	Стаціонарний
2	Параметри електромережі: напруга, В частота, Гц	220±5 50
3	Діаметр поверхні, що оброблюється, мм мінімальна максимальна	20 400
4	Відстань між центрами, мм	1000
5	Найбільше зміщення центру патрона відносно вісі обертання, мм	100
6	Найбільший урівноважуючий момент, Н·м	7
7	Найбільша маса встановлюваної деталі кг, не більше	150
8	Частота обертання шпинделя, об/хв.	0,69...34,5
9	Швидкість робочого переміщення пальника, м/с	0,0014...0,067
10	Переміщення передньої бабки	вручну та автомат
11	Переміщення задньої бабки	вручну
12	Товщина покриття, що наноситься, мм	0,1-1,5
13	Продуктивність (при товщині покриття 0,5 мм) см ² /хв, не більше	60

7.4 Методика виконання роботи та обробка отриманих даних. Ознайомитися із завданням й оснащенням робочого місця. Визначити твердість поверхні деталі, що відновлюється (5 замірів).

Відновити деталі на установці для газополуменового наплення і наплавлення деталей типу «вал» 011-1-01Н згідно варіанту. Варіант перший-нанесення покриття газополуменовим методом без наступного оплавлення. Варіант другий – нанесення самофлюсуючого покриття з наступним оплавленням.

Виконати механічну обробку нанесеного покриття.

Виконати контроль якості нанесеного покриття. Визначити його твердість (5 замірів). Оцінити числові характеристики твердості для поверхні деталі та покриття за наступною методикою.

Визначити вибіркове середнє характеристики механічних властивостей:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n},$$

де x_i – значення твердості; n – кількість вимірів ($n=5$).

Визначити вибіркове середнє квадратичне відхилення:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Визначити коефіцієнт варіації:

$$v = \frac{s}{\bar{x}}$$

Проаналізувати отримані дані, порівняти рівень механічних властивостей та їх однорідність до та після нанесення покриття.

7.5 Сучасні тенденції розвитку. Об'єм сучасного світового ринку газотермічного напилення та наплавлення складає більш ніж 150 млн. дол. по обладнанню та 250 млн.дол. по матеріалам на рік і має тенденцію до зростання. Традиційні різновиди газополуменевого напилення та наплавлення, що вивчаються в даній роботі, займають до 25% від всього об'єму ринку. За останні роки розроблені нові технології та обладнання, що значно розширює технологічні можливості методу газополуменевого напилення (рис. 4).

Використовують активацію процесу потоками нейтральних газів та повітря, що обтискають факел полум'я або взаємодіють з ним; підвищують швидкість газового потоку обтисканням факелу у спеціальних водоохолоджуючих соплах; використовують динамічний вакуум та інші способи. Наприклад, метод холодного газодинамічного напилення дозволяє здійснювати процеси формування покриттів в області низьких температур

при високих швидкостях частинок, дозволяє використовувати для напилення ультрадисперсні порошкові матеріали з розміром частинок 0,5-0,01 мкм в кристалічному та аморфному станах з метою підвищення якості тонких покриттів і зниження термічного впливу на оброблювану деталь (рис. 5).

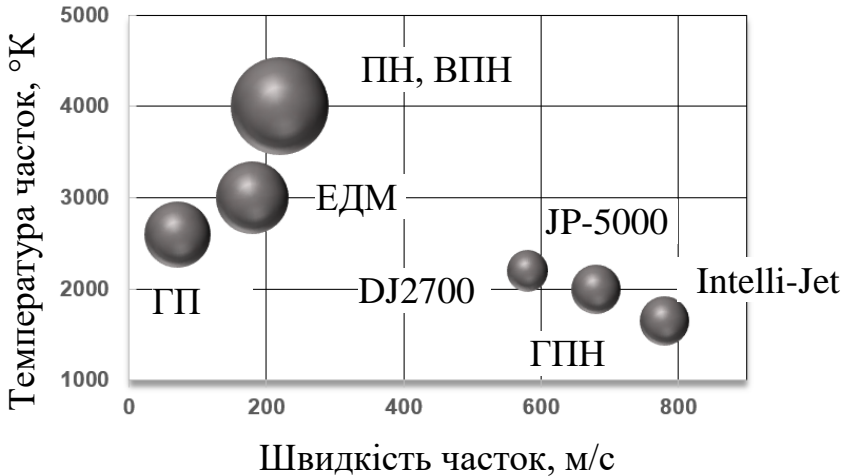


Рис. 4 Порівняння параметрів газотермічного нанесення покриттів: ГП – газополуменеве, ЕДМ – електродугова металізація, ПН, ВПН – плазмове в повітрі та вакуумі, ГПН – газополуменеве надзвукове (установки DJ2700, JP–5000, Intelli-Jet)

Інші способи газотермічного напилення, що забезпечують аналогічний рівень якості покриттів (плазмове в динамічному вакуумі, детонаційне), стосовно більшості виробів нетехнологічні.

Широко відомі у світі компанії, що займаються виготовленням матеріалів, обладнання для газополуменевого напилення це Castolin Eutectic та Sulzer Corporation, до складу якої з 1994 року входять Metco Division та Alloy Metals.



а)



б)

Рис. 5 Нанесення покриттів холодним газодинамічним напиленням для відновлення головки блоку циліндрів (а) та колісного диску з алюмінію (б)

8 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

8.1 Загальна частина. 1. Підготувати поверхню деталі: зняти шар, який піддавався хіміко-термічній обробці; виконати обробку електрокорундом зернистістю 500-800 мкм у струминній камері 026-7.00.000 ВНВО «Ремдеталь» (табл.2). Стиснуте повітря, яке подається в струминну камеру, очистити від вологи і масла. Строк зберігання деталі після обробки перед газополуменевим напиленням або наплавленням не повинен перевищувати 3 год.

Таблиця 2 Режими обробки деталі у струминній камері

Параметри і одиниці виміру	Значення параметрів
Тиск стиснутого повітря, МПа	0,5-0,6
Кут нахилу абразиву до поверхні деталі, град.	45-70
Відстань від сопла до поверхні деталі, мм	20-80
Витрата повітря, м ³ /хв	6-8
Продуктивність очищення при діаметрі сопла 8 мм, см ² /хв	40-60

2. Підготувати порошкові матеріали:

- просіяти скрізь сито з отворами розміром 40-100 мкм;
- висушити при температурі 180-200 °С протягом 2 год.

3. Підготувати обладнання для напилення і наплавлення.

Для цього перед наплавленням оглянути пальники, апарати, обертачі і впевнитися у їх справності. Прочистити вузли подачі порошку при закритому положенні сопел, перевірити правильність приєднання шлангів. Перед приєднанням ацетиленового шланга впевнитися у наявності розрідження (підсмоктування) у каналі пальника. Встановити тиск кисню в робочій камері редуктора відповідно до технічної характеристики пальника або апарата. Повністю відкрити вентиль подачі кисню і перевірити розрідження в каналі бункера при натиснутому важелі клапана. Заповнити бункер на 2/3 об'єму порошковим матеріалом. Відкрити на 1/4 оберту кисневий і на 1 оберт ацетиленовий вентиля та запалити паливну суміш. Почергово поступово відкриваючи кисневий і ацетиленовий вентиля, відрегулювати полум'я.

4. Виконати газополуменеве напилення або наплавлення. Основні параметри режимів наведені у табл. 3.

Таблиця 3 Параметри режиму газополуменевого наплавлення та напилення

Параметри і одиниці виміру	Значення параметрів при об- робці	
	наплавлення	напилення
Тиск кисню, МПа	0,30-0,45	0,35-0,45
Тиск ацетилену, МПа	0,1	0,1
Тиск пропану, МПа	0,1	0,1
Витрата кисню, л/год	350-600	960-1100
Витрата ацетилену, л/год	350-600	900-1000
Витрата пропану, л/год	200-300	200-300
Витрата порошку, кг/год	до 2,5-3,0	до 2,5-3,0
Дистанція напилення (оплавлення), мм	15-25 (6-10)	150-250
Частота обертання, хв. ⁻¹	-	50-250
Поздовжня подача, мм/об	-	3-8
Грануляція порошку, мкм	40-100	40-100

8.2 Порядок виконання роботи при виконанні першого варіанта завдання. Газополуменеве напилення без наступного

оплавлення (перший варіант завдання) провести за два етапи:

- напилення підшару (порошок ПТ-НА-01);
- напилення основного шару (порошок ПТ-19Н-01 або інші порошкові матеріали).

При напиленні порошоків необхідно витримувати послідовність виконання операцій:

- встановити і закріпити деталь у патроні станка;
- увімкнути обертач деталі і супорт верстата;
- запалити ацетилено-кисневу суміш апарата;
- підігріти поверхню деталі до 50-100°C;
- нанести за один прохід шар порошку ПТ-НА-01 товщиною 0,08-0,1 мм;
- дати деталі охолонути;
- замінити на апараті бачок з порошком ПТ-НА-01 на ПТ-19Н-01 або інший;
- нанести шар необхідної товщини, підтримуючи температуру деталей у межах 200-250°C;
- вимкнути подачу порошку, ацетилену і кисню;
- вимкнути обертач і зняти деталь.

8.3 Порядок виконання роботи при виконанні другого варіанту завдання. Виконати газополуменеве напилення з наступним оплавленням (другий варіант завдання). Останнє може бути виконане з використанням ацетилено-кисневого полум'я, лазерного променя й ін. Проводити його потрібно відразу ж за напиленням, технологічна послідовність та режими виконання якого наведені вище. Покриту порошком ділянку нагрівають до повного розплавлення всіх зерен, у результаті чого одержують блискучу поверхню.

При газополуменовому наплавленні самофлюсуючимися хромонікелевими сплавами спочатку розігрівають поверхню, що наплавляється до температури “відпівання” без розплавлення основного металу. Потім установлюють полум'я, надлишкове по ацетилену і періодичними натисканнями на важіль у наплавочну ванну подають необхідну кількість порошку. Переміщеннями полум'я пальника рівномірно розплавляють та розподіляють порошок по нагрітій поверхні.

Таблиця 4 Дефекти, причини й способи їхнього усунення

Дефект	Можлива причина	Спосіб усунення
Перед оплавленням напилюємі частинки порошку під впливом струменя й полум'я переміщуються по поверхні деталі	Поверхня покрита окислами, перегріта, не оброблена корундом	Деталь охолодити, знежирити зношену поверхню, помістити в камеру струминної обробки корундом
Напилене покриття має вздуття та відшарування матового або зеленого кольору	Порушення технологічного процесу нанесення покриття	Зняти напилений шар повторити обробку, згідно технологічних режимів
Покриття під час напилювання розтріскується	Перегрів покриття	Видалити покриття разом з підшаром; знову підготувати поверхню і зробити операцію напилювання
Покриття під час напилювання відокремлюється від оброблюваної деталі	1. Не нанесено підшар	1. Покриття видалити, нанести підшар, потім основний шар покриття
	2. Велика товщина покриття, у результаті чого відбувся перегрів	2. Покриття видалити разом з підшаром і знову напилити
	3. Неправильно обрана марка порошку за коефіцієнтом термічного розширення	3. Покриття видалити, підібрати потрібну марку порошку і знову напилити
Покриття в процесі обробки різанням розшаровується	Велика глибина різання і маленька швидкість переміщення різця, у результаті чого виникає перегрів покриття	Покриття видалити і знову напилити. При наступній обробці змінити режими різання
Покриття в процесі обробки різанням відшаровується	Запупився різець; велика глибина і подача різання	Покриття видалити і знову напилити. Наступну обробку виконувати гострим різцем на оптимальному режимі

Примітка. Видалення підшару чи основного покриття виконуються аналогічно підготовці поверхні деталі до напилювання.

Для обох варіантів завдання виконати механічну обробку нанесеного покриття.

Механічна обробка напилених і наплавлених металопокриттів виконується твердосплавним лезвійним або абразивним інструментом залежно від твердості нанесеного шару. При твердості покриття до HRC 40 рекомендується обробка лезвійним твердосплавним інструментом (пластинами із твердих сплавів марки ВК або різцями з нітриду бору), понад HRC 40 - шліфуванням алмазними кругами, кругами з корунду зеленого (типу КЗ) або кругами з ельбору. При шліфуванні деталі обов'язково охолоджують емульсією.

Проконтролювати якість напилення поверхні деталі, керуючись ремонтними кресленнями на відновлювані вироби. Якість напиленої та обробленої поверхні визначають візуально або за допомогою методів дефектоскопії (на поверхні не повинно бути тріщин, раковин, відшарувань).

Перелік, можливих причин і способи усунення дефектів, які виникають при нанесенні покриттів, наведені у табл. 4.

9 КОРОТКІ ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

При відновленні деталей газопорошковим наплавленням необхідно керуватися наступними правилами з техніки безпеки:

- до початку робіт з газопорошкового наплавлення виконавці, повинні пройти інструктаж із загальних правил техніки безпеки і виробничої санітарії і норм безпеки при роботі з пальником;

- пальник повинен експлуатуватися відповідно до правил техніки безпеки і виробничої санітарії для ремонтних підприємств;

- у випадку утворення зворотного удару, погасити пальник, остудити мундштук і підтягнути гайки в роз'ємних з'єднаннях;

- періодично очищати мундштук від прилиплих часток порошкових наплавлювальних матеріалів;

- робоче місце газозварювальника ділянки газополуменевого напилювання (наплавлення) повинне бути оснащено місцевою вентиляцією. Відсмоктування повітря повинно складати 5000-6000 м³/год;

- при газопорошковому наплавленні оператор повинен працювати в окулярах закритого типу зі склом Г-3, що мають щільність фільтрів за ГОСТ 12.4.003.

10 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Мета роботи. 2. Відповіді на запитання самостійної підготовки. 3. Накреслити принципову схему газополуменевого напилення та наплавлення і привести технічну характеристику пальника ГН-2, апарату 021-4 «Ремдеталь» і установки 011-1-01Н «Ремдеталь». 4. Скласти операційну карту газополуменевого напилення. 5. Відповіді на контрольні питання. 6. Візуально оцінити якість напилення та виконати оцінювання механічних властивостей згідно варіанту.

11 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

11.1 Які способи підготовки поверхні застосовуються перед напиленням покриття? Які способи дозволяють збільшити міцність зчеплення покриття з основою? Які способи знижують втомну міцність деталей?

11.2 Обґрунтуйте доцільність нанесення підшару покриття (порошок ПТ-НА-01). Які матеріали використовують для нанесення підшару?

11.3 Для яких умов експлуатації використовуються покриття з самофлюсуючихся сплавів?

11.4 Яким чином при нанесенні покриттів запобігти значному окислюванню нанесеного шару?

11.5 За якими показниками оцінюється якість покриттів?

ДОДАТОК А

Термодинамічні характеристики горючої суміші

Параметри	Пальний газ					
	ацети- лен C ₂ H ₂	водень H ₂	метан CH ₄	пропан C ₃ H ₈	бутан C ₄ H ₁₀	етан C ₂ H ₆
Відносна щільність по- вітря	0,91	0,07	0,56	1,57	2,10	1,06
Теплотворна здатність (мінімальна), ккал/м ³	12600	2400	8000	20500	27800	14400
Швидкість поширення полум'я в суміші з кис- нем, м/с	13,5	8,9	3,3	3,7	-	-
Температура полум'я в суміші з кис- нем, °С	3100- 3200	2100- 2500	2000- 2700	2400- 2700	2400- 2700	-
Температура полум'я в суміші з по- вітрям, °С	-	-	1200	1500	1500	-
Щільність, кг/м ³	1,1766	0,0905	0,7241	2,03	2,7153	1,37

Матеріали і їх призначення для газополуменевого напилення

Матеріал	Склад за масою	Призначення
1	2	3
Алюміній	99Al	Корозійностійке покриття загального призначення; теплозахисне покриття загального призначення; кіркове покриття - відновлення зношених деталей з алюмінієвих і магнієвих сплавів
Мідь	99,7Cu	Теплозахисне покриття, що має властивості електропровідності; терmostійкі покриття; коркове покриття - відновлення зношених деталей із міді і її сплавів
Нікель	99,5Ni	Корозійностійке покриття загального призначення; зносостійке покриття – захист від зношування деталей з алюмінієвих сплавів; коркове покриття – відновлення зношених деталей із нікелю і його сплавів
Хром	98,5-99,2Cr	Жаростійке покриття - захист від високотемпературного окиснення; зносостійке покриття
Цинк	99,7-99,8Zn	Корозійностійке покриття
Нікель-бор-кремній	1,9-2,4 B, 2,3-3,5 S	Зносостійке покриття

1	2	3
Нікель-хром-бор-кремній	2,7-20Cr, 1,4-4,5B, 1,2-5,5 S, 0,8-5,5Fe, 0,45-0,85C	Зносостійке покриття - захист від абразивного зношування; корозійностійке покриття - захист від фретінг-корозії
Кобальт-нікель-хром-молібден-бор-кремній	26,8-27,0Ni; 18,0-18,5B; 5,5-6,0Mo; 3,0-3,2B; 3,3-3,5Si	Зносостійке покриття загального призначення
Кобальт-нікель-хром-вольфрам-бор-кремній	13-30Ni; 19-23Cr; 4,0-13W; 1,5-2,5B; 1,0-3,0Si	Зносостійке покриття загального призначення
Кобальт-нікель-хром-алюміній-натрій	18-29Cr; 6-13Al; 0,5-1,0V	Жаростійке покриття загального призначення
Мідь-нікель	Ni	Корозійностійке покриття
Алюміній-кремній	Si	Коркове покриття - відновлення зношених деталей з алюмінію і магнієвих сплавів
Бронза алюмінієва	9,5-10Al; 1,0Fe	Корозійностійке покриття - захист від фретінг-корозії

1	2	3
Алюомагнєзійна шпінель	24-31Mg	Жаростійкий - адгезійний захист
Діоксид цирконію, оксид натрію	6-8 11-13V ₂ O ₃	Термостійке покриття загального призначення
Алюміній-нікель	80Ni	Зносостійке покриття - захист від абразивного зношування
Титан-нікель	40Ni	Зносостійке покриття загального призначення
Графіт-нікель	75-85Ni	Термостійке покриття загального призначення
Поліетилен		Нанесення на деталі зі сталі 20. Захист від мінеральних кислот
Пентапласт		Коркове покриття
Епоксид EFH22		Коркове й ущільнювальне покриття

ДОДАТОК В

Порошки для газополуменевого напилювання і наплавлення

Марка порош- ку	Хімічний склад за основними елементами	Твердість, HRC
ПГ-10Н-01 ПГ-10Н-03 ПГ-10Н-04	Самофлюсуючі порошки для газопо- луменевого наплавлення на основі нікелю: $Ni - Cr - B - Si$ $Ni - Cr - B - Si$ $Ni - Cr - B - Si$	 55 – 62 89 – 96 16 – 18
ПГ-12Н-01 ПГ-12Н-02 ПГ-12Н-03	Самофлюсуючі порошки для газопо- луменевого напилювання з наступ- ним оплавленням на основі нікелю: $Ni - Cr - B - Si$ $Ni - Cr - B - Si$ $Ni - Cr - B - Si$	 35 – 40 45 – 50 55 – 62
ПТ-19Н-01 ПТ-НА-01 ПГ-19Н-01 ПГ-19М-01	Композиційні (термореагуючі) по- рошки для газополуменевого напи- лювання без наступного оплавлення: $(Ni - Cr - B - Si) - Al$ $Ni - Al$ Сплав – нержавіюча сталь Сталь – алюмінієва бронза	 35 – 40 35 – 40 HRB 74 – 82 HRB 65 – 70

ДОДАТОК Г

Гранулометричний склад порошкових матеріалів (^xСітки за ГОСТ 3584)

Марка по- рошку	Залишок у % на ситах із сітками ^x			Посів, % (-1 004)
	№01	№0071	№004	
ПГ-10Н-01	До 10	Інше	-----	35 – 50
ПГ-10Н-02	До 10	Інше	-----	35 – 50
ПГ-10Н-03	-----	-----	10 – 20	80 – 90
ПГ-10Н-04	До 10	Інше	-----	30 – 45
ПГ-12Н-01	До 5	60 – 85	20 – 30	До 10
ПГ-12Н-02	До 5	50 – 75	15 – 45	До 10
ПГ-12Н-03	До 5	60 – 85	15 – 20	До 10
ПТ-НА-01	До 3	До 10	Інше	До 10
ПГ-19Н-01	До 5	До 10	Інше	15 – 20
ПГ-19М-01	До 15	Інше	До 15	До 3

ДОДАТОК Д

Характеристики порошків для газополуменевого напилення і наплавлення
Торезького заводу наплавлювальних твердих матеріалів (ТУ-48-4206-156-82)

Марка порошку	Спосіб нанесення покриттів	Властивості		Умови експлуатації
		твердість HRC	міцність зчеплення, кгс/см ²	
ПГ-10Н-01	Газопорошкове наплавлення	55-62	40-45	Деталі, працюючі при ударних навантаженнях
ПГ-10Н-03	Те ж	89-96НВ	40-45	Те ж
ПГ-10Н-04	»	100-150НВ	40-45	»
ПГ-10К-01	»	45-50	40-45	»
ПС-10НВК-01	»	57-64	40-45	»
ПГ-12Н-01	Напилення з наступним оплавленням	35-40	30-35	Деталі пресових з'єднань
		45-50	30-35	
ПГ-12Н-03	Те ж	55-62	30-35	Те ж
ПС-12НВК-01	»	57-64	30-35	»
ПГ-19Н-01	Напилення без оплавлення	74-82НВ	1,8-2,5	Деталі, які працюють в умовах тертя ковзання
ПГ-19М-01	Те ж	65-70НВ	1,8-2,5	
ПТ-19Н-01	»	35-40	1,8-2,5	Те ж
ПТ-19НВК-01	»	46-50	1,8-2,5	»
ПТ-НА-01	Підшар	35-40	До 3,5	»

ДОДАТОК Є

Хімічний склад порошкових матеріалів (у %)

Марка порошку	Хром	Бор	Кремній	Залізо	Вуглець
ПГ-10Н-01	14,0- 20,0	2,8 -3,4	4,0 -4,5	3,0 -4,0	0,6 - 1,0
ПГ-10Н-03	-	1,2 - 1,8	2,3 - 2,8	0,2 - 0,6	До 0,1
ПГ-10Н-04	-	1,2	2,3	0,2	До 0,1
ПГ-12Н-01	8,0 – 14,0	1,7 – 2,5	1,2 – 3,2	1,2 – 3,2	0,3 – 0,6
ПГ-12Н-02	10,0 – 16,0	2,0 – 4,0	3,0 – 5,0	3,0 – 5,0	0,4 – 0,8
ПГ-12Н-03	12,0 – 18,0	2,5 – 4,5	3,5 – 5,5	3,5 – 5,5	0,5 – 1,5
ПГ-19Н-01	14,0 – 17,0	-	До 0,5	6,0 – 10,0	До 0,2
ПГ-19М-01	-	-	-	До 4,0	-

РОБОТА №11

ЗАСТОСУВАННЯ ПЛАЗМОВОГО НАПЛАВЛЕННЯ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ТА УСТАТКУВАННЯ

1 МЕТА РОБОТИ

Закріпити теоретичні знання та набути практичних навичок з відновлення деталей плазмовим наплавленням.

2 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ

- 2.1 Що таке плазма?
- 2.2 Якими способами утворюють плазмовий струмінь?
- 2.3 Область застосування плазмового нагріву в ремонтному виробництві?
- 2.4 Які переваги має плазмове наплавлення?
- 2.5 Яке устаткування і матеріали, використовують в технологічному процесі плазмового наплавлення?
- 2.6 Як контролюють якість відновленої поверхні?

3 ЗАВДАННЯ

У процесі самостійної підготовки до роботи відповісти на питання самостійної підготовки.

У лабораторії освоїти технологію плазмового наплавлення зношених деталей; вибрати параметри наплавлення та відновити поверхні деталі.

4 ЧАС ВИКОНАННЯ

Самостійна робота – 2 година;
Робота в лабораторії – 4 акад. години.

5 ЛІТЕРАТУРА

5.1 Основна

5.1.1 . Ремонт машин та обладнання: Підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. Підручник: (Затверджено МОН України як підручник для студентів ВНЗ, які навчаються за напрямом підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» від

21.06.10 №1/11 – 545) - К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с.

5.1.2. Практикум з ремонту машин. За ред. О.І.Сидашенка та О.В.Тіхонова. – Харків: ХНТУСГ ім.П.Василенка, 2007. – 415с.

5.1.3 Овчинников В.В. Технология ручной дуговой и плазменной сварки и резки металлов. – М.: Академия. – 2012. – 240 с.

5.1.4 Федосов С.А. Основы технологии сварки. - М.: Машиностроение; 2014. - 125 с.

5.1.5 Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій. / Сідашенко О.І. Тіхонов О.І., Лузан С.О. та інші. Навч. посібник – Харків: ХНТУСГ, 2017.– 361 с.

5.2 Додаткова

5.2.1 Гладкий П.В., Переплетчиков Е.Ф., Рябцев И.А Плазменная наплавка. К.: Екотехнология, 2007. – 292 с.

5.2.2 Лакомский В.И., Фридман М.А. Плазменно-дуговая сварка углеродных материалов с металлами – К.: Екотехнология, 2004. – 196 с.

5.2.3 Корж В.М. Газотермічна обробка матеріалів. – К.: Екотехнологія, 2005. – 196с.

5.2.4 Лашенко Г.И. Современные технологии сварочного производства. – К.: Екотехнологія, 2012. - 720 с.

6 ОСНАЩЕННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

Установка УД417.УХ14 для плазмового наплавлення валів (верстат для наплавлення, шафа керування); випрямляч зварювальний ВДУ506 - У3; - балон з аргоном 40 - 150 - У; редуктор газовий балонний ДКП - 1 - 65 (ТУ - 26-05463-76); порошковий дріт діаметром 2,6 - 3,2 мм; - камера 026 - 7 «Ремдеталь» для піскострумінної обробки деталей; пекти для просушування порошкового дроту (температура до 500(3); порошок електрокорунду (зернистість 500 - 800 мкм) ГОСТ 3647; набір слюсарного інструмента.

7 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

7.1 Загальні положення. Одним з основних напрямків

удосконалення ремонтного виробництва є скорочення тривалості, підвищення якості й зниження вартості ремонту. Використання прогресивних методів відновлення деталей дозволяє підвищити їх зносостійкість, скоротити тривалість і вартість ремонту машин, збільшити міжремонтний період.

Ефективність ремонту сільськогосподарської техніки визначається відновленням зношених деталей. Цим вирішується проблема необхідності забезпечення експлуатованих машин запасними частинами, тобто відновлення деталей є великим резервом економії матеріально - енергетичних ресурсів. У цей час велика увага приділяється ощадливій витраті матеріалів, тому відновлення зношених деталей замість виготовлення нових стає особливо доцільним.

7.2 Характеристика досліджуваних питань. *Плазмове наплавлення* - процес нанесення покриття із розплавленого присадного матеріалу на металеву поверхню з використанням у якості джерела енергії стисненої дуги (що горить між електродом плазмотрона та деталлю) або плазмового струменя (що горить між електродом і соплом плазмотрона).

Плазмою може бути названий такий стан газоподібної суміші, у якій кількість заряджених часток електронів та іонів зростає до рівня не нижче 10^9 в 1 см^3 . Приблизно плазмі відповідає температура порядку 10000°K і вище.

У стиснених дугах, застосовуваних для зварювальних процесів, переважає первинна іонізація, при якій відбувається відрив зовнішніх (валентних) електронів, які мають більш низький потенціал іонізації в порівнянні з електронами більш глибоких рівнів. Для первинної іонізації характерна часткова іонізація газу. Для вторинної іонізації атома потрібно витратити енергію, що досягає сотень електрон-вольтів. Наприклад, азот при $T=12000^\circ\text{K}$ майже повністю дисоціює, при $T=20000^\circ\text{K}$ відбувається первинна іонізація, а при $T=35000^\circ\text{K}$ – вторинна.

У якості газів, що утворюють плазму, самостійно можуть бути використані аргон, азот, гелій, аміак. Водень і кисень можна застосовувати в суміші з аргоном, азотом. Застосування одно-

го водню неможливо через його високу теплопровідність, що призведе до швидкого нагрівання й руйнування сопла.

У сучасній зварювальній техніці застосовують дві схеми (рис. 1) одержання плазми. Перша (рис. 1,б) відповідає схемі стисненої дуги прямої дії, коли анодом служить оброблюваний матеріал. Друга - стиснена дуга непрямої дії (рис. 1,а) утворюється між вольфрамовим електродом і внутрішнім соплом плазмотрона, з якого витікає у вигляді плазмового струменя. Дуга непрямої дії електрично не пов'язана з оброблюваним металом. Друга схема знайшла застосування при обробці діелектричних матеріалів, а також при напилюванні та загартуванні.

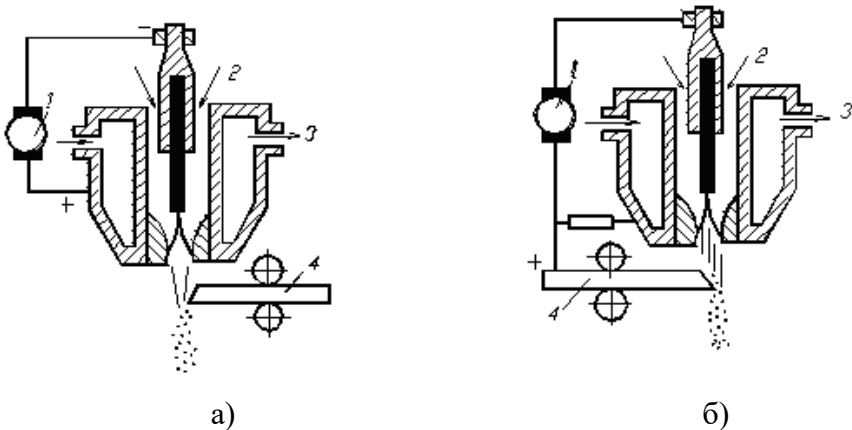


Рис.1 Характеристика плазмової дуги при наплавленні дугою непрямої (а) та прямої (б) дії: 1 – джерело живлення дуги, 2 – газ, що утворює плазму, 3 – холодна вода, 4 – матеріал для наплавлення (дріт) або деталь.

При наплавленні (відновленні) деталей із застосуванням порошкових матеріалів для наплавлення загальна схема процесу виглядає так (рис. 2). При обробці порошок може подаватися з бункера як під дією сил гравітації (самопливом) так і примусово, за допомогою транспортуючого газу або шнека.

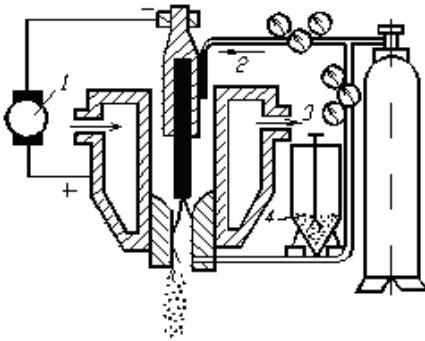


Рис. 2 Схема плазмового наплавлення з використанням порошкових матеріалів: 1 – джерело живлення дуги, 2 – плазмутворюючий газ, 3 – холодна вода, 4 – порошковий живильник (бункер)

Переваги плазмового методу відновлення деталей:

- плазмове наплавлення внаслідок малого проплавлення поверхні виробу дозволяє одержати заданий склад металу у першому шарі, завдяки чому у два - три рази (у порівнянні з дуговим наплавленням під шаром флюсу) знижуються витрати наплавлювальних матеріалів і значно скорочуються трудові витрати;

- завдяки локальному тепловому впливу на основний метал при плазмовому напавленні залишкові напруги розтягання в напавленому шарі значно менші, ніж при електродуговому напавленні, це підвищує стійкість напавленого металу проти розтріскування при різких теплозмінах;

- плазмове наплавлення характеризується гарним формуванням напавленого валика, що дозволяє призначати малі припуски на механічну обробку;

- висока температура плазмового потоку дозволяє розплавляти і наносити будь-які матеріали, навіть самі тугоплавкі;

- потік плазми дає можливість одержувати сплави різні за властивостями або наносити багат шарові покриття з різних сплавів. Це відкриває можливість одержувати напавлений метал з будь-якими заданими властивостями;

- можливості цього способу не обмежені формою і розмірами оброблюваного виробу;

- плазмова дуга - найбільш гнучке джерело нагрівання, що дозволяє в широкому діапазоні регулювати його енергетичні і теплові характеристики;

- завдяки високій кінетичній енергії часток у плазмовому

струмені можливо одержання більш щільного і однорідного покриття, чим при інших способах наплавлення;

- забезпечується можливість рівномірного нанесення покриттів на деталі складної форми і практично будь-якої товщини;
- плазмове наплавлення має високу продуктивність процесу;
- застосування безкисневих газів (аргон, азот, водень, гелій) і їхніх сумішей зменшує здатність до окислення відновленого шару.

Економічна ефективність плазмового наплавлення визначається:

- підвищенням надійності та довговічності продукції, що випускається, мінімум у два рази;
- скороченням витрат на виготовлення запасних частин;
- збільшенням випуску продукції на існуючому устаткуванні, внаслідок зменшення простоїв для заміни зношених деталей і аварійних ремонтів устаткування.

Плазмове наплавлення з подачею присадкового дроту можливе за такими варіантах. При дузі прямої дії - вона горить між електродом, що не плавиться, і поверхнею що відновлюється, а дріт електрично нейтральний (рис. 3,а).

При дузі непрямої дії - вона горить між електродом і струмоведучим присадковим дротом. Деталь що відновлюється електрично нейтральна, (рис. 3,б).

Комбінований спосіб - горять дві дуги: між електродом, що не плавиться, і виробом і між електродом, що не плавиться, і струмоведучим присадочним дротом (рис.3,в).

Дугою прямої дії з присадковим дротом що нагрівається від окремого джерела струму (рис. 3,г).

Плазмове наплавлення двома дротами, що плавляться, підключеними послідовно до джерела змінного струму, за допомогою якого вони нагріваються до відповідних температур і подаються у хвостову частину зварювальної ванни, утвореної стисненою дугою прямої дії (рис. 3,д).

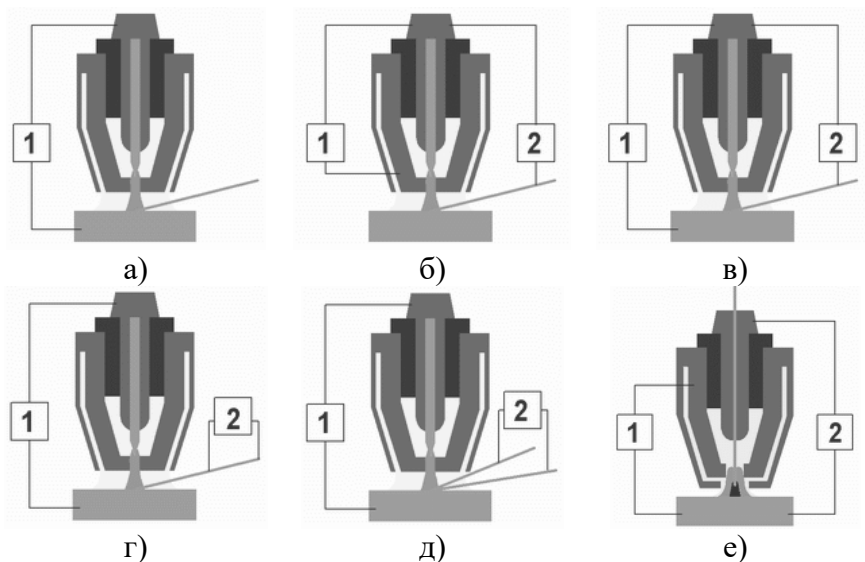


Рис. 3 Варіанти плазмового наплавлення з подачею дроту для наплавлення

Плазмове наплавлення електродом, що плавиться (рис. 3,е). У цьому способі сполучені два типи наплавлення: стисненою дугою і електродом, що плавиться, у середовищі інертного газу. Стиснена дуга живиться від джерела постійного струму з падаючою зовнішньою характеристикою і утворюється між електродом, що не плавиться, і деталлю. Наплавочний дріт, що живиться від окремого джерела струму із твердою характеристикою, подається у зварювальну ванну через стиснену дугу.

Найбільше поширення одержала третя схема (рис. 3,в) з комбінованим підключенням плазмотрона до джерела живлення. У цьому випадку між вольфрамовим електродом і соплом анода запалюється допоміжна стиснена дуга непрямої дії, що володіє електропровідністю і утворює при зіткненні зі струмоведучою оброблюваною деталлю стиснену дугу прямої дії. Третя схема застосовується при зварюванні, наплавленні та різанні металів.

ККД при нагріванні стисненою дугою прямої дії становить 30 - 75%, непрямої дії - 10 - 50%.

Техніка виконання наплавлення плазмовим струменем із

струмоведучим дротом для наплавлення, як і будь-якого автоматичного процесу наплавлення, відносно проста, але потребує від зварювальника уважного й послідовного виконання всіх необхідних операцій.

Перед початком наплавлення необхідно ретельно перевірити стан поверхні та при необхідності зробити додаткове зачищення забруднених місць. Потім виконується настроювання автомата: установлюється відстань від торця сопла каналу до електродного дроту 3 - 20мм (звичайно - 5-8мм.), відстань від торця електродного дроту до виробу 0-15мм (звичайно 2 - 3мм). У випадку наплавлення з поперечними коливаннями плазмотрону щодо осі переміщення джерела теплоти автомата вона встановлюється таким чином, щоб центр шва перебував посередині між крайніми положеннями головки. На коливальному механізмі встановлюються необхідні амплітуда і частота коливань.

Процес роботи на автоматі для плазмового наплавлення зводиться до наступного. Спочатку включається подача води для охолодження плазмової головки. Витрата холодної води становить приблизно 1-3 л/хв і визначається по вільному витіканню струменя зі зливної шланга. Без включення подачі води в жодному разі не можна збуджувати дугу, тому що при цьому плазмова головка може відразу ж вийти з ладу. Потім включається подача плазмоутворюючого і захисного газу. Для визначення витрати плазмоутворюючого газу (становить 0,5-12 л/хв) бажано використовувати ротаметр РС-3. Витрату захисного газу (становить 5-20 л/хв) краще визначати по ротаметру типу РС-5. Після встановлення по ротаметрах необхідної витрати газу включається джерело живлення (зварювальний генератор). Попередньо за допомогою баластових реостатів, включених у ланцюг допоміжної й основної дуг, встановлюються необхідні величини сили струму. Потім збуджується дуга: електрод, що не плавиться - сопло - канал. Збудження дуги бажано здійснити за допомогою осцилятора. Для цієї мети можна також користуватися спеціальною запальничкою, що складається із графітового стрижня, укріпленого на ручці-ізоляторі. З виходом плазмового струменя із сопла-каналу головка якийсь час працює на холос-

тому ходу до стійкого горіння дуги. Стійкість горіння дуги електрод - сопло - канал дуже сильно залежить від того чи правильно підготовлений і встановлений електрод. Електрод, що не плавиться, повинен бути заточений на конус. Заточений кінець електрода повинен розташовуватись на рівні входу в канал - сопло. При цьому дуже важливо, щоб електрод був розташований точно по центру каналу.

Після того як забезпечується стійкість горіння дуги, включається подача дроту для наплавлення і автоматично збуджується друга дуга - між електродним дротом та електродом, що не плавиться. Із цього моменту починається плавлення електродного металу і надходження його на поверхню деталі. Коли на деталь надходять перші краплі розплавленого електродного металу, утворюється зварювальна ванна і починається розтікання металу ванни по поверхні виробу. У цей момент включається переміщення автомату. Кут нахилу плазмотрону до деталі, якщо буде потреба, змінюється таким чином, щоб потік плазмового струменя та крапель розплавленого металу був спрямований по нормалі до поверхні ванни.

При наплавленні коливальний механізм найкраще включати при нерухомому автоматі, після утворення рідкої ванни на поверхні деталі.

Процес наплавлення здійснюється так, щоб краплі розплавленого металу надходили тільки в ванну, що переміщається по поверхні деталі, на відстані 2 - 3 мм від її головної частини.

Завершення процесу наплавлення здійснюється звичайним способом: зупиняється автомат або припиняється переміщення виробу з одночасним вимиканням подачі дроту.

При наплавленні з поперечними коливаннями наплавлений валик має плавний перехід до основного металу, що дозволяє успішно сплавити валики між собою та з металом деталі при необхідності одержання широкого шару наплавлення.

Амплітуда коливань встановлюється залежно від необхідної ширини валика наплавленого металу та може перебувати в межах 10 – 50 мм. Залежно від амплітуди коливань і габаритів деталі вибираються інші параметри режиму наплавлення: зварювальний струм, відстань від торця дроту до поверхні деталі,

витрата захисного газу, швидкість подачі дроту, частота коливань плазмотрону.

Частоту коливань варто вибирати так, щоб краплі металу дроту попадали тільки в рідку ванну, та щоб валик по ширині не розривався на окремі частини. Дослідження показують, що найбільш оптимальною є частота в межах $20\text{--}40\text{хв}^{-1}$ (із збільшенням струму між електродом і дротом для наплавлення частота коливань збільшується).

Параметри режиму плазмового наплавлення. Якість наплавленого металу залежить від численних параметрів:

- сили струму стисненої дуги прямої й непрямої дії (електрод-деталь);

- сили струму стисненої дуги (електрод-дріт);

- сили струму чергової дуги;

- напруги дуги;

- витрати плазмоутворюючого газу та захисного газу;

- швидкості наплавлення;

- діаметра каналу сопла;

- довжини каналу сопла;

- діаметра електрода;

- поглиблення електрода в канал сопла;

- відстані від торця сопла плазмотрона до деталі;

- відстані від торця сопла до струмоведучого дроту;

- відстані від струмоведучого дроту до деталі;

- діаметра присадочного дроту;

- швидкості подачі присадочного дроту;

- гранулометричного складу порошку;

- товщини шару порошку;

- амплітуди коливань плазмотрона;

- частоти коливань плазмотрона;

- величини перекриття попереднього валика;

- величини зміщення осі плазмотрона із zenіту.

Якість і властивості наплавленого металу залежать також від чистоти поверхні виробу, роду плазмообразуючого та захисного газу, хімічного складу присадочного металу, роду струму, полярності й т.і. Параметри режимів плазмового наплавлення на

установці УД - 417 наведені в додатку В.

Вплив зварювального струму. Підвищення величини зварювального струму приводить до збільшення нагрівання поверхні основного металу. Надмірне збільшення струму приводить до проплавлення основного металу при наплавленні легкоплавких металів і до збільшення проплавлення основного металу і ступеня перемішування основного і наплавленого металу.

При плазмовому наплавленні здійснюється процес самозагартування (охладження з рідкого стану на відкритому повітрі). Завдяки цьому стає можливим одержання досить високої твердості (60 – 65HRC₃) наплавленого шару при використанні низьколегованих матеріалів на основі заліза (рис. 4,а). Однак при високій швидкості кристалізації в наплавленому шарі накопичуються внутрішні напруження, які приводять до появи тріщин (рис. 4,б). Тому після наплавлення деталь рекомендується поміщати для охолодження в піч або пісок. Також можливе застосування спеціальних кожухів з матеріалів з низькою теплопровідністю.

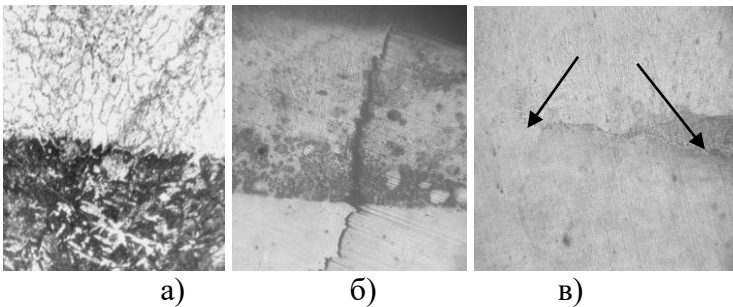


Рис. 4 Зона сплавлення основного й присадного матеріалів залежно від величини зварювального струму: а) оптимальне значення величини зварювального струму; б) підвищене значення величини зварювального струму; в) низьке значення величини зварювального струму

При малій величині зварювального струму не відбувається досить міцного сплавлення присадочного матеріалу з основою. Як результат у наплавленому шарі і на границі сплавлення можна виявити частки нерозплавленого порошку (рис. 4,в). Це при-

водить до відшаровування наплавленого шару в процесі експлуатації відновлених деталей.

Вплив швидкості подачі дроту. Швидкість подачі дроту значно впливає на характер переносу металу у зварювальну ванну. Так як дуговий розряд горить незалежно від виробу, то із збільшенням швидкості подачі дроту характер переносу металу легко регулюється від дрібнокрапельного до крупнокрапельного. Це викликано тим, що хоча теплова потужність джерела живлення не міняється, але за рахунок зменшення напруги величина струму різко зростає, що приводить до зменшення розміру краплі розплавленого присадочного металу та збільшенню частоти їхнього переносу. При наплавленні бажано, щоб характер переносу був крупнокрапельний.

Вплив витрати газу: захисного та для утворення плазми. Стабільність процесу наплавлення і якість наплавленого шару в значній мірі залежать від витрати захисного газу та газу що утворює плазму. Надмірна витрата газу приводить до видування рідкого металу з ванни. Потік захисного газу повинен витікати із сопла ламінарно і надійно захищати краплі розплавленого металу та всю рідку ванну від зіткнення з повітрям.

Вплив відстані від струмоведучого дроту до поверхні деталі. Відстань від дроту до поверхні деталі значно впливає на ефективну теплову потужність джерела нагрівання: зі зменшенням цієї відстані ефективна теплова потужність, а отже, нагрів поверхні основного металу та перехід елементів основного металу в наплавлений метал збільшується. Крім того, при надмірному зменшенні відстані від дроту до поверхні деталі погіршиться газовий захист через утворення високої турбулентності потоку в результаті підсмоктування повітря. Надмірне збільшення відстані (більше 25 мм) призводить до різкого погіршення газового захисту і, як наслідок, виникненню дефектів в металі наплавлення. Найбільш оптимальним, як показали дослідження, є відстань 8–17 мм.

Вибір швидкості наплавлення. Швидкість наплавлення визначається режимом наплавлення, кутом нахилу плазмотрона до поверхні деталі, відстанню від торця дроту до поверхні основного металу, якістю підготовки поверхні металу деталі. Оптимальною

можна вважати таку швидкість наплавлення, при якій краплі перегрітого рідкого металу дроту, потрапляють у ванну рідкого металу на відстані 2 – 3 мм від головної частини ванни. При зменшенні швидкості наплавлення збільшується нагрівання поверхні металу деталі та тривалість контактування твердої й рідкої фаз, що приводить до збільшення змісту домішок металу деталі в наплавленому шарі. Занадто велика швидкість веде до порушення формування поверхні та до нерівномірного по товщині наплавленого шару.

Вплив напруги холостого ходу. Напруга холостого ходу джерела живлення дуги впливає на стійкість процесу наплавлення. Дослідження показали, що процес наплавлення протікає стійко при нарузі холостого ходу джерела живлення дуги (плазми) не нижче 70 В. Ця вимога задовольняється стандартними джерелами живлення постійного струму.

Вплив діаметру деталі. Діаметр деталі багато в чому впливає на якість відновлюваного металу та зварного з'єднання. Із збільшенням діаметру деталі зварювальний струм варто збільшувати, і навпаки.

Вибір діаметра дроту для наплавлення. Діаметр струмоведучого дроту в принципі може бути різний. При необхідності одержання малої товщини металу наплавлення та при наплавленні на деталь малого діаметру (до 2-3 мм) доцільніше застосувати дріт діаметром 1,0-1,6 мм. В інших випадках доцільніше застосовувати дріт діаметром 2 - 5 мм. Із збільшенням діаметра дроту можна забезпечити крупнокрапельний перенос металу, а отже, і менший перегрів металу деталі при більш високих значеннях зварювального струму. Крім того, із збільшенням діаметра дроту підвищується ККД процесу наплавлення, тому що більш повно використовується тепло плазмової дуги, збільшується швидкість наплавлення, підвищується коефіцієнт розплавлення, ефективність процесу наплавлення підвищується.

При наплавленні двома струмоведучими дротами бажано, щоб їхні діаметри були однаковими. Хоча можливо застосування дротів різних діаметрів.

При плазмовому наплавленні порошком велике значення

має розмір зерна порошку, особливо у випадку наплавлення із вдуванням порошку в дугу. Занадто крупні зерна порошку можуть недостатньо проплавлятися в плазмовому струмені і попадають на деталь у твердому стані. Дрібні зерна злипаються і можуть забивати шланги пальника або навіть спікатися між собою в соплі пальника. Тому для плазмового наплавлення із вдуванням порошку в дугу найбільше доцільно застосовувати зерна розміром 0,07–0,1 мм.

У випадку наплавлення по шару порошку застосовується грубозернистий порошок розміром 0,5–2,5 мм. Застосування в цьому випадку дрібнозернистого порошку недоцільно, тому що його може здути з поверхні полум'ям дуги або струменем захисного газу, і щоб уникнути цього на поверхні виробу доводиться попередньо наносити речовину яка утримувала б порошок на поверхні деталі.

Електроди. Для забезпечення стабільного протікання процесу наплавлення плазмовим струменем необхідно використовувати електроди, що не плавляться, з матеріалу, що здатний без руйнування витримувати нагрівання до високої температури. Такій вимозі найкраще відповідають електроди із чистого вольфраму або із присадками торія (Th) або лантану (La).

Вольфрам має наступні фізичні властивості: $t_{\text{пл}} = 3650 \text{ }^\circ\text{K}$, $t_{\text{кип}} = 5973 \text{ }^\circ\text{K}$.

Для наплавлення на постійному струмі зворотної полярності застосовують мідні електроди, які охолоджуються водою. Вони забезпечують більший ресурс роботи, чим вольфрамові електроди, особливо при підвищеній щільності струму.

7.3 Характеристика використовуваних способів та устаткування. У якості присадочного матеріалу при плазмовому наплавленні застосовують порошки, дроти й плющенки.

Для одержання поверхневого наплавленого шару з досить високою якістю найчастіше застосовують порошкові матеріали, наплавлення якими може здійснюватися декількома способами. Найпростішим з них є спосіб наплавлення по шару грубозернистого порошку (крупки). У цьому випадку порошок заздалегідь насипається на поверхню деталі, а плазмова дуга, що горить між

електродом і деталлю, розплавляє його.

Для плазмових металопокриттів рекомендують порошки з розміром часток 40 - 200мкм (ПГ - СР2, ПГ - СР3, ПГ - СР4, СНГН - 50, СНГН - 55, ВСНГН - 80 й ін.), порошкові дроти (ПП - АН122, ПП - АН133 - П, ПП - АН125, ПП - АН170 й ін.) діаметром 2,6 - 3,2 мм.

При наплавленні з подачею порошку у зварювальну ванну дуга горить між електродом та деталлю. При цьому утворюється ванна основного металу, куди подається порошок тугоплавкого металу. Спосіб цей застосовується тоді, коли необхідно, щоб в метал деталі були вкраплені частки тугоплавких матеріалів, що призводить до збільшення зносостійкості.

У таблиці (додаток А) представлено матеріали вітчизняних виробників, які використовуються для наплавлення.

Наплавлення із вдуванням порошку в дугу передбачає його подачу в плазмовий струмінь, плавлення в цьому струмені і перенос на підігріту та оплавлену дугою прямої дії поверхню деталі.

Плазмове наплавлення із застосуванням у якості матеріалу для наплавлення порошкових сплавів, завдяки мінімальному проплавленню металу деталі, забезпечує одержання відновлених деталей з високими фізико-механічними властивостями.

Призначення установки УД417.УХЛ4. Установка УД417.УХЛ4 призначена для плазмового наплавлення зовнішніх циліндричних поверхонь зносостійкими сплавами з використанням в якості матеріалу для наплавлення порошкових дротів і плющенок. Установка застосовується для відновлення зношених поверхонь деталей, що працюють в умовах абразивного зношування.

Установка виготовлена в кліматичному виконанні УХЛ категорії 4 за ДСТ 15150. Технічні дані установки наведені в таблиці (додаток Б).

Установка обслуговується одним оператором.

Верстат для наплавлення у складі установки може працювати в налагоджувальному та напівавтоматичному режимах. Налагоджувальний режим служить для перевірки роботи окремих механізмів верстата від кнопок пульта керування.

Основним у складі установки, що здійснює процес наплавлення деталей у налагодженому циклі, є верстат УД417.

Плазменно-дугове наплавлення забезпечує наступні види робіт по наплавленню: наплавлення циліндричних деталей по спіралі; наплавлення циліндричних деталей з коливанням електроду по ширині поверхні деталі (не більше 25 мм).

Керування налагоджувальними роботами виконується з пульта керування, розміщеного на станині верстата.

Пристрій і робота установки. Верстат для наплавлення УД417 (рис. 5) складається зі станини 1, каретки 13, пристрою для обертання деталі 3, плазмотрона 10, приводу подачі електроду 9, приводу коливального 7, коректора 8, мундштука 4, механізму притискного 5, пульта керування 2, пінолі 11, плазмотрона 6 і панелі охолодження води - 12.

Станина 1 являє собою зварну конструкцію зі швелерів, кутників та листової сталі. На станині встановлені всі вузли і механізми.

Каретка 13 встановлена на станині верстата і являє собою плиту, на якій закріплені ролики, верхні - на нерухомих осях і нижні, що мають пристрій, який підтискає їх до напрямних станини. На корпусі каретки кріпляться механізм підйому наплавлювальної головки, а також кінцеві вимикачі механізму підйому й переміщення каретки.

Пристрій для обертання деталі 3 установлений на станині верстата і являє собою зварний корпус, у якому закріплені підшипникові вузли з валами. Він призначений для обертання деталі, а також для синхронного переміщення каретки за допомогою ходового гвинта при деяких видах наплавлення. Приєднувальний фланець шпинделя пристрою для обертання деталі призначений для установки токарного патрону або перехідної плити для різних оправок.

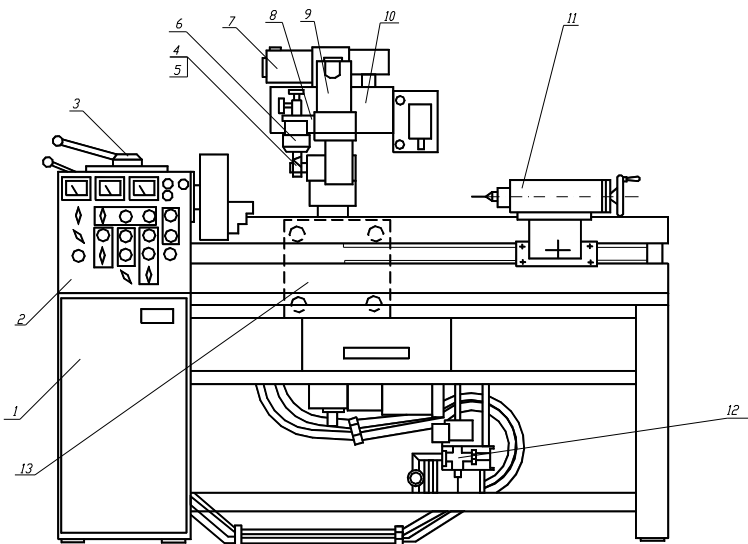


Рис. 5 Загальний вид установки УД 417: 1 – станина; 2 – пульт керування; 3 – пристрій для обертання деталі; 4 – мундштук; 5 – притисний механізм; 6 – плазмотрон; 7 – коливальний привід; 8 – коректор; 9 – привід; 10 – наплавочна голівка; 11 – піноль; 12 – панель охолодження води; 13 – каретка

Привід пристрою для обертання деталі здійснюється через клиноремінну передачу. Голівка наплавочна 10 установлена на коректорі 3. До складу наплавлювальної голівки входить плазмотрон.

Плазмотрон забезпечує високотемпературну газо-дугову плазму для розплавлення присадочного матеріалу (порошкових дрітків і плющенок) на поверхню деталі.

Пальник містить робочі елементи: вольфрамовий електрод і два сопла: утворюючого плазму і захисне.

Сопло яке утворює плазмовий струмінь забезпечує горіння дуги.

Зовнішнє сопло формує захисну, кільцеву зону наплавлення.

Під час роботи плазмотрон повинен інтенсивно охолоджуватися розділними потоками холодної води для:

- охолодження електродотримача;

- охолодження корпусу плазмотрона й внутрішнього сопла;
- охолодження зовнішнього сопла.

Шланги, що підводять воду до електродотримача і корпусу плазмотрона, одночасно використовують також для підведення зварювального струму, для чого усередині шлангів є мідні багатожильні проводи, припаяні до наконечників.

У плазмотроні запалюються дві дуги, тому розрізняють шланги підведення води і зварювального струму для живлення основної і непрямой дуги. Шланги підведення води і зварювального струму відповідно позначених СТРУМ ОСНОВНИЙ та СТРУМ НЕПРЯМИЙ.

Плазмотрон працює в такий спосіб. Установлюється відстань між пальником і деталлю в межах 6-12 мм.

Запалювання дуги виробляється за допомогою осцилятора. У пальнику одночасно збуджуються дві дуги:

- пряма (електрод - внутрішнє сопло);
- пряма (електрод - деталь).

У якості джерела живлення прямої та непрямой дуг використовується зварювальний випрямляч ВДУ - 506. Регулювання струму в дугах здійснюється баластовими реостатами.

Газ для утворення плазми, що надходить у внутрішнє сопло, стабілізує і стискає дуги, у результаті чого різко підвищується температура і тепломісткість дугової плазми. Плазмовий струмінь плавить стрічковий електрод, що подається в зону дуги, і переносить продукти розплаву, електроду на оплавлену основною дугою поверхню деталі. Регулюючи силу струму обох дуг, можна регулювати кількість тепла, що витрачається на плавлення електрода, нагрівання й оплавлення основного металу.

Згоряння вольфрамового електрода компенсується його опусканням у корпусі пальника. Опускання електрода здійснюється обертанням гайки з накаткою, розміщеною у верхній частині корпусу пальника.

Коректор дозволяє робити установку пальника по вертикалі, а також під кутом до деталі.

Коректор 8 (рис. 5) з пальником укріплений безпосередньо на корпусі приводу подачі електродного матеріалу.

Привід подачі 9 закріплений через кронштейн, консольно на валу приводу коливального механізму 7 і служить для подачі присадочного дроту через мундштук 4 у зону наплавлення. Привід складається з редуктора з електродвигуном постійного струму, оснащеного механізмом подачі, із притискними, підпружиненими роликками, а також мундштуком для електрода. Через кронштейн до корпусу приводу кріпляться ротаметри.

Колівальний привід закріплений кронштейном на коректорі механізму підйому і забезпечує коливання приводу подачі з пальником. Складається з редуктора, електродвигуна постійного струму і механізму коливань, на якому закріплений пристрій запалювання дуги.

Піноль 2 консольно закріплена на станині верстата і призначена для підтискування деталі. Піноль переміщається вручну і закріплюється гвинтовим притиском у необхідному положенні. Піноль має тепловий компенсатор.

Пульт керування 2 (рис. 5) виконаний у вигляді панелі (рис. 6) і встановлений на станині верстата.

7.4 Методика виконання роботи та вибір режимів. При плазмовому наплавленні продуктивність, що відповідає оптимальним режимам становить: при наплавленні широкого шару з коливаннями $W = 60 - 66 \text{ см}^2/\text{хв}$, при наплавленні по гвинтовій лінії $W = 38 - 42 \text{ см}^2/\text{хв}$, коефіцієнт наплавлення ($\alpha_n \text{ г/А} \cdot \text{ч}$) дорівнює 12 – 14.

Швидкість наплавлення $V_n \text{ м/год}$:

$$V_n = \frac{0,6 \cdot W}{l} \quad (1)$$

l – ширина наплавлення за один оберт деталі, см.

$$l = A + A_1,$$

де A - амплітуда коливань пальника, см (0...2,5);

A_1 – перевищення ширини наплавленого шару щодо коливання пальника ($A_1 = 0,3$).

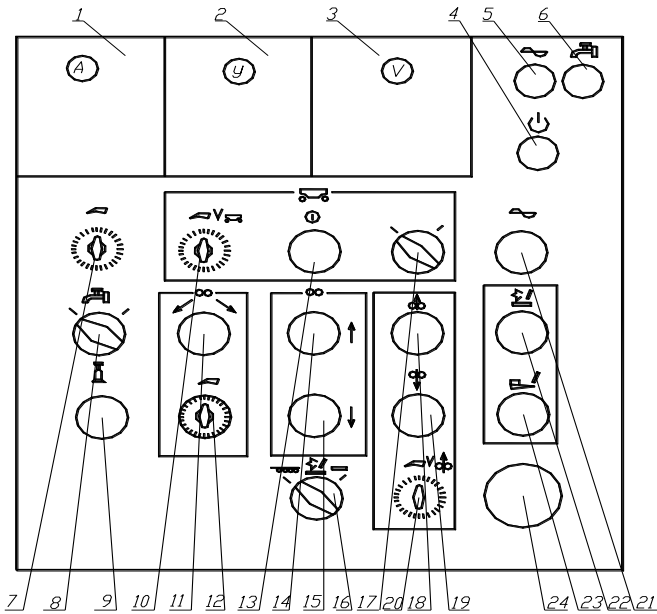


Рис. 6 Пульта керування установки УД417:

1 – амперметр; 2 – вольтметр (швидкість обертання деталі);
 3 – вольтметр (напруга зварювальної дуги); 4 – лампа «ПОЧАТОК НАПЛАВЛЕННЯ»; 5 – лампа «НАПРУГА ПОДАНА»;
 6 – лампа «ВОДИ НЕМАЄ»; 7 – резистор (регулювання величини зварювального струму); 8 – перемикач «ПОДАЧА ВОДИ»; 9 – кнопка «ГАЗ»; 10 – резистор регулювання швидкості переміщення каретки; 11 – кнопка включення приводу механізму коливання плазмотрона; 12 – резистор регулювання частоти коливань плазмотрона; 13 – кнопка «КАРЕТКА ВКЛЮЧЕНА»; 14 – кнопка «ЗВАРЮВАЛЬНА ГОЛОВКА ВГОРУ»; 15 – кнопка «ЗВАРЮВАЛЬНА ГОЛОВКА ВНИЗ»; 16 – перемикач «РЕЖИМ РОБОТИ»; 17 – перемикач «КАРЕТКА ВЛІВО – ВПРАВО»; 18 – кнопка «ЕЛЕКТРОД НАГОРУ»; 19 – кнопка «ЕЛЕКТРОД УНИЗ»; 20 – перемикач – резистор регулювання швидкості подачі дроту; 21 – кнопка «ВКЛЮЧЕННЯ СХЕМИ»; 22 – кнопка «ПУСК ЗВАРЮВАННЯ»; 23 – кнопка «СТОП ЗВАРЮВАННЯ»; 24 – кнопка «СТОП АВАРІЙНИЙ».

Швидкість наплавлення по гвинтовій лінії:

$$V_n = \frac{0,6 \cdot W}{S} \text{ [М/ГОД]}; \quad (2)$$

S - крок наплавлення, S = 0,4 - 0,5 см/об.

Наплавлення з коливаннями рекомендується застосовувати для деталей діаметром не менш 35 мм і шириною зношеної поверхні до 40 мм (шийки, посадочні місця).

Витрату матеріалів для наплавлення знаходять по залежності:

$$Q = 0,1 \cdot W \cdot h \cdot \gamma \cdot K_n \text{ [Г/ХВ]}; \quad (3)$$

де h – товщина відновлююмого шару, мм; h = u + Z; u – величина зношування, мм; Z – припуск на механічну обробку, мм (0,4...0,6); γ – щільність наплавленого металу, г/см³. Для матеріалів на основі заліза $\gamma = 0,74$, (для сплавів на нікелевій основі $\gamma = 0,8$); K_n – коефіцієнт враховуючий втрати порошку, K_n = 1,12 – 1,17.

Сила струму:

$$I = \frac{6 \cdot W \cdot h \cdot \gamma \cdot K_n}{\alpha_n} \text{ [А]}; \quad (4)$$

Частота обертання деталі n:

$$n = \frac{100 \cdot V_n}{60 \cdot \pi \cdot d}, \text{ [ХВ}^{-1}\text{]}; \quad (5)$$

d - діаметр деталі, мм.

Основний час наплавлення, T_o:

$$T_o = \frac{F_n}{W} \text{ [ХВ.]}; \quad (6)$$

F_n – площа наплавленої поверхні, см².

Приблизно штучний час (t_{шт}, хв), затрачений на плазмове наплавлення тієї або іншої деталі, можна підрахувати по формулі:

$$t_{шт} = \frac{T_o}{\varphi} \quad (7)$$

(φ - коефіцієнт використання установки, який дорівнює при плазмовому наплавленні 0,5...0,6.)

Можливий діапазон використання параметрів режимів плаз-

мового наплавлення на установці УД-417 наведено в додатку В.

Останнім часом є велика різноманітність технологій обробки деталей заснованих на принципі нанесення покриттів із застосуванням плазмового нагріву. Це плазмово-дугове наплавлення, фінішне плазмове зміцнення, плазмове напилення, плазмова модифікація, швидкісне плазмове наплавлення, високочастотне плазмове напилення. Така різноманітність дозволяє розробляти технологічні процеси відновлення деталей, які б забезпечували виконання різних вимог технічних умов які пред'являються до деталей.

8 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Підготовка до роботи установки.

- Перед початком роботи необхідно перевірити рівень масла в редукторах коливального приводу, приводу подачі дроту і пристрою для обертання деталі. При необхідності долити масло індустриальне И-5А ГОСТ 20799.

- Перевірити та при необхідності заповнити підшипникові вузли коливального приводу та приводу подачі, пристрою для обертання деталі, пінолі та каретки консистентним мастилом ЦИАТИМ-203.

- Відрегулювати довжину переміщення каретки відповідно до довжини деталі. Регулювання роблять викруткою, шляхом пересування лиж, розташованих на станині верстата.

- Відрегулювати розмах коливання пальника в межах від 0 до 25 мм. Регулювання робити поворотом гвинта, розташованого в коливальному приводі.

- Відрегулювати величину зміщення з "зеніту" плазмотрону, що повинна бути в межах від 20 до 40 мм, переміщенням коректора, встановленого на каретці верстата.

Порядок роботи установки.

1. Установка обслуговується одним оператором. Для періодичного обслуговування всієї електричної частини установки необхідні кваліфікований електрик і механік.

2. Наплавлення повинно виконуватись при зварювальному

струмі (450 ± 10) А та напрузі дуги (28 ± 6) В.

3. Установити деталь у патрон і при необхідності піджати піноллю.

4. Перемістити каретку з наплавочною головкою та пальником до місця наплавлення перемикачем 17 на пульті керування та кнопками 13 і 21 (див. рис. 3).

5. Встановити кнопками 14 й 15 зазор між деталлю та електродом. Він повинен перебувати в межах від 15 до 20 мм.

6. При наплавленні по спіралі роботу на установці виконувати в наступній послідовності:

1) установити необхідний крок наплавлення, використовуючи змінні шестерні пристрою для обертання деталі та дані таблиці, розташованій на передній частині корпуса пристрою;

2) перемикач 16 установити в положення «СПРАЛЬНЕ НАПЛАВЛЕННЯ»;

3) перемикачем 17 вибрати необхідний напрямок руху каретки;

4) установити рукояткою реверса на пристрої для обертання деталі заданий напрямок обертання шпинделя;

5) встановити рукоятку механізму коливання електрода в положення "0";

6) включити автомат зварювального випрямляча. При цьому на пульті загоряється сигнальна лампа 4 – «ГОТОВЕ ДО ЗВАРЮВАННЯ»;

7) кнопкою 22 – «ПУСК ЗВАРЮВАННЯ» – почати наплавлення.

7. При наплавленні уздовж, роботу на установці виконувати в наступній послідовності:

1) установити змінні шестірні пристрою для обертання деталі відповідно до необхідної швидкості наплавлення;

2) установити перемикач 16 у положення «ПОЗДОВЖНЕ НАПЛАВЛЕННЯ»;

3) установити рукоятку реверса пристрою для обертання деталі в положення "0" - вимикається обертання шпинделя.

Подальші операції робити згідно п. 6.

8. При наплавленні з коливанням пальника роботу на уста-

новці виконувати в наступній послідовності:

- 1) установити пальник симетрично поверхні що наплавляється перемикачем 17 і кнопками 14 й 15;
- 2) установити гвинтом на коливальному приводі необхідну амплітуду коливання пальника, для чого необхідно послабити гайку, що закріплює палець обертанням гвинта вліво або вправо, перемістити палець до центру або від центру диску і знову закріпити гайку пальця;
- 3) перемикач 12 установити в нейтральне положення;
- 4) установити рукояткою реверса у пристрою для обертання деталі заданий напрямом обертання шпинделя;
- 5) установити початок наплавлення поворотом рукоятки на шпинделі, загоряється сигнальна лампа 4 – «ГОТОВЕ ДО ЗВАРЮВАННЯ».

9. Виконати наплавлення за розрахованими параметрами режиму.

9 КОРОТКІ ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

9.1 Оператор перед початком роботи повинен вивчити правила з техніки безпеки.

9.2 Всі частини установки (верстат, джерело струму, пускова апаратура) повинні бути заземлені.

9.3 Під час роботи оператор повинен стояти на гумовому килимці або дерев'яному помості.

9.4 Забороняється одночасно доторкатися до струмоведучих частин установки, що має потенціал різних знаків, наприклад плазмотрону й верстату.

9.5 Забороняється перемикати або приєднувати електричні ланцюги при включеному загальному рубильнику установки.

9.6 Плазмова дуга випромінює потужний потік світлових інфрачервоних та ультрафіолетових променів. Тому для захисту очей і особи оператора від променів і бризок розплавленого металу варто застосовувати щитки із захисним склом типу Э - 2 або Э - 3 ГОСТ 9497.

9.7 Робітник - оператор повинен дотримуватись всіх правил техніки безпеки на токарних верстатах; шестерні й інші пе-

редачі повинні бути закриті захисними кожухами та кришками; не слід залишати вогнебезпечний матеріал поблизу джерела дуги, тому що він може запалитися від влучення іскри.

9.8 Для відведення забрудненого повітря необхідно використати приточно – витяжну вентиляцію.

10 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Мета роботи. 2. Відповіді на питання для самостійної підготовки. 3. Принципові схеми процесу плазмового наплавлення при використанні плазмотронів прямої й непрямої дії. 4. Розрахунок і вибір режимів наплавлення. 5. План операції плазмового наплавлення; 6. Оцінка якості наплавлення. 7. Відповіді на контрольні питання. 8. Висновки

12 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

12.1 Опишіть технологічний процес відновлення деталей плазмовим методом.

12.2 Основні параметри режиму наплавлення і їхній вплив на якість відновлення деталі.

12.3 Дефекти, що виникають при плазмовому наплавленні; способи їх виявлення та запобігання.

12.4 Області застосування плазмотронів з дугою прямої, непрямої і комбінованої дії.

Таблиця А.1 Хімічний склад матеріалів для наплавлення

Марка порошку	Склад компонентів % по масі									
	Cr	B	Si	FE	C	NI	C o	CU	W	AL
ПГ-10Н-01	14,0-20,0	2,8-4,2	4,0-4,5	3,0-7,0	0,6-1,0	Ост.	-	-	-	-
ПГ-10Н-04	-	1,2-1,8	2,3-2,8	до 2,0	до 0,2	Ост.	-	-	-	-
ПГ-10ДО-01	21,0-25,0	1,2-1,8	0,8-1,3	до 2,0	1,3-1,7	28,0-32,0	Ост.	-	3,5-4,5	-
ПГ-12Н-01	8,0-14,0	1,7-2,8	1,2-3,2	2,0-5,0	0,3-0,6	Ост.	-	-	-	-
ПГ-10Н-02	10,0-16,0	2,0-4,0	3,0-5,0	3,0-6,0	0,4-0,8	Ост.	-	-	-	-
ПГ-19М-01	-	-	-	до 4,0	-	-	-	Ост.	-	8,5-10,5
ПТ-НА-01	-	-	-	-	-	Ост.	-	-	-	4,0-5,5
ПТ-19Н-01	8,0-14,0	1,7-2,8	1,2-3,2	2,0-5,0	0,3-0,6	Ост.	-	-	-	0,8-1,3
ПП-АН122	4,5	-	0,8	Ост.	0,30	-	-	-	-	-
ПП-АН125	15,00	0,7	1,5	Ост.	2,00	-	-	-	-	-
ПП...-АН170	20,00	3,00	0,6	Ост	1,7	-	-	-	-	-

Таблиця Б.1 Технічні дані установки УД417.УХ14

Найменування	Норма
Струм наплавлення, при ПВ=60%, А	450 ± 10
Напруга дуги, В, у межах	30 – 44
Розміри стрічкового електроду, мм	2,5×5 й 4×8
Діаметр присадочного дроту, мм	2,6 – 3,2
Швидкість подачі електроду (регулювання плавна) м/г,	15 – 75
Швидкість наплавлення, окружна швидкість обертання деталі (регулювання плавне), м/г,	0,6 – 6,5
Крок наплавлення, регулювання ступінчате, мм	3,0 – 13,0
Діаметри деталі, що наплавляється, мм	40 – 360
Довжина деталі, що наплавляється, мм не більше	800
Маса деталі, що наплавляється, кг не більше	100
Амплітуда коливань плазмотрона, мм	0 – 25
Частота коливань плазмотрона, хв ⁻¹	5 – 50
Витрата аргону, л/хв.	10 – 15
Відстань від плазмоутворюючого сопла плазмотрону до поверхні, що наплавляється, мм	10 – 18
Зміщення плазмотрона з «зеніту», мм	30 ± 10
Товщина шару, що наплавляється, мм	0,5 – 4,0
Витрата води для охолодження пальника, м ³ /г	0,6

Таблиця В.1 Параметри режимів плазмового наплавлення на установці УД – 417

№	Найменування параметрів	Значення
1	Струм наплавлення, А	450±10
2	Напруга дуги, В	30...44...44
3	Розміри присадочного матеріалу, мм	
	- стрічкового електрода	2,5×5 - 4,0×8
	- порошкового дроту	∅ 2,6...3...3,2
4	Швидкість подачі присадочного матеріалу, м/г (м/хв)	15...75...75 (0,25...1,25)
5	Швидкість наплавлення, окружна швидкість обертання деталі м/г (м/хв)	0,6...6...6,5 (0,01...0,165)
6	Крок наплавлення, мм	3,0...13...13,0
7	Розмах коливань пальника, мм	0...25...25
8	Частота коливань пальника, хв ⁻¹	5...50...50
9	Витрата аргону л/хв	10...15...15
10	Відстань від сопла плазмотрону до поверхні деталі, мм	10...18...18
11	Зміщення плазмотрона з «зеніту», мм	30±10
12	Товщина наплавленого шару, мм	0,5...4...4
13	Діаметр деталі, що наплавляється, мм	40.....360
14	Довжина деталі, що наплавляється, мм	до 800

РОБОТА №12

ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОІСКРОВОЇ ОБРОБКИ

1 МЕТА РОБОТИ

Вивчити основні положення з технології наплавлення та зміцнення деталей методом електроіскрової обробки. Набути практичних навичок при обробці деталей. Ознайомитись з особливостями нанесення покриттів методом електроіскрової обробки.

2 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ

2.1 Опишіть сутність процесу та галузь застосування методу електроіскрової обробки.

2.2 Які параметри процесу електроіскрового нанесення покриття відносять до основних і як вони впливають на процес?

2.3 Які типи електродів і електродних матеріалів використовуються при відновленні та зміцненні деталей машин методом електроіскрової обробки?

2.4 Опишіть основні переваги й недоліки методу електроіскрової обробки.

3 ЗАВДАННЯ

Ознайомитись з сучасним обладнанням для зміцнення та нанесення покриттів методом електроіскрової обробки, його можливостями, характеристикою, матеріалами, що використовуються. Відповідно заданому варіанту визначити режими нанесення покриття та технологію підготовки деталі. Провести нанесення шару заданим електродним матеріалом, скласти план операції з відновлення деталі.

Таблиця 1 Вихідних даних та варіанти завдань

Вихідні данні	Варіанти завдань	
	1	2
Матеріал деталі	Сталь 45Х	Сталь 45Х
Матеріал електроду	Сталь 45Х	Сталь 30Х13
Діаметр поверхні, що наплавляється, мм	40	80
Кількість проходів електродом, разів	2-3	3-4
Величина шару, що нарощується, мм	0,4	0,6
Довжина поверхні, що наплавляється, мм	30	60

4 ЧАС ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Самостійна підготовка – 1 година.

Робота в лабораторії - 4 акад. години.

5 ЛІТЕРАТУРА

5.1 Основна

5.1.1 Ремонт машин та обладнання: Підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. Підручник: (Затверджено МОН України як підручник для студентів ВНЗ, які навчаються за напрямом підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» від 21.06.10 №1/11 – 545) - К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с.

5.1.2 Верхотуров А.Д., Муха И.М. Технология электроискрового легирования металлических поверхностей. – К.: Техника, 1982. - 181с.

5.1.3 Практикум з ремонту машин. За ред. О.І.Сідашенка та О.В. Тіхонова. – Харків: ХНТУСГ ім.П.Василенка, 2007. – 415с.

5.1.4 Электродные материалы для электроискрового легирования. /Верхотуров А.Д., Подчерняева И.А., Прядко Л.Ф., Егоров Ф.Ф. - М.: Наука, 1988. - 224с.

5.1.5 Электроискровые технологии восстановления и упрочнения деталей машин и инструментов (теория и практика) / МГУ им. Н. П. Огарева и др.; Ф.Х. Бурумкулов, П. П. Лезин, П. В. Сенин, В. И. Иванов, С. А. Величко, П. А. Ионов. — Саранск: тип. «Красный Октябрь», 2003. — 504 с.

5.2 Додаткова

5.2.1 Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій. / Сідашенко О.І. Тіхонов О.І., Лузан С.О. та інші. Навч. посібник – Харків: ХНТУСГ, 2017.– 361 с.

5.2.2 Лазаренко Н.И. Электроискровое легирование металлических поверхностей. - М.: Машиностроение, 1976. - 204с.

5.2.3 Электроискровое легирование металлических поверхностей. /Гитлевич А.Е., Михайлов В.В., Парканский Н.Я., Ревуцкий В.М. - Кишинев: Штиинца, 1985. - 196с.

5.2.4 Скобло Т.С., Сідашенко А.И., Мартыненко А.Д., Ти-

хонов А.В., Золотухи Р.А. Нанесение покрытий методом ЭИО электродами с различным содержанием хрома. // Вісник ХДТУСГ: Підвищення надійності відновлюємих деталей машин. Вип. №15. – Харків. – 2003. – С.331–336.

5.2.5 Скобло Т.С., Мартыненко А.Д., Тихонов А.В., Харьяков А.В., Килимник А.Н. Повышение качества покрытий нанесенных электроискровым методом. // Вісник ХДТУСГ: Підвищення надійності відновлюємих деталей машин. Вип. №23. – Харків. – 2004. – С.191–196.

6 ОСНАЩЕННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

Установка для електроіскрового легування “Елітрон-344”, переобладнаний токарно-гвинторізний верстат, набір електроінструментів (цеховий), деталі для нанесення покриття (штоки, золотники, плунжери), халат брезентовий EN 4701-2003, окуляри захисні для газозварювальних робіт EN 175-2001, викрутка ГОСТ 24437, плоскогубці ГОСТ 5547 (ІСО 5743:1988, ІСО 5746-88), набір гайкових ключів ГОСТ 2839.

7 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

7.1 Загальні положення. Ерозія металів під дією електричної іскри була виявлена більше двохсот років тому, і до 1946 р. використовувалася тільки для здрібнювання металів. Тільки завдяки відкриттю радянськими вченими Б.Р. Лазаренко і Н.І. Лазаренко - способу обробки металів, електрична ерозія одержала широке поширення.

Сутність методу ЕІО полягає в тому, що крапельки електрода відокремлюються й швидко кристалізуються, сплавляючись з металом поверхневого шару деталі. Метал, що переноситься з аноду імпульсом електричного струму, легує поверхневий шар деталі (катода) з формуванням високотвердих включень - нітридів, карбонітридів, цементиту й гартівних структур матриці.

Процес є одним з видів універсальних зміцнюючих технологій. У нинішній час спосіб розвивається у двох напрямках:

електроіскрова (електроерозійна) розмірна обробка - ЕІРО (у рідкій ванні) і електроіскрове легування - ЕІЛ.

Електроіскрове легування не зовсім точно і повно відображає суть розглянутого процесу, але він широко використовується у вітчизняній літературі й технічних описах. Хоча багато авторів по-різному називають цей процес, і йдуть суперечки про те, як найбільше правильно відобразити його сутність. Більш прийнятною назвою цього процесу було б - "електроерозійне формування поверхневих шарів".

У період електроіскрового розряду через електроди проходить потужний (10^5 – 10^6 А/мм²) імпульс струму. Температура в міжелектродному зазорі досягає 10000–15000⁰С. Присутність у зоні високих температур, азоту повітря й різних легуючих елементів, що входять до складу електрода-анода, дозволяє не тільки нарощувати, але й легувати шар, поліпшуючи фізико-механічні та експлуатаційні властивості поверхні деталі. Тому формування покриття металу методом електроіскрової обробки часто називають методом електроіскрового легування (ЕІЛ).

7.2 Переваги, недоліки методу електроіскрового нанесення покриттів. Особливістю структур, отриманих при електроіскровій обробці (ЕІО) є те, що вони формуються в умовах надшвидкісного охолодження. При цьому здійснюється перенесення металу з аноду (електрод) на катод (деталь). Швидкість кристалізації досягає 10^5 - 10^6 К/с. Така висока швидкість забезпечує формування дисперсного зерна ($\approx 4 \times 10^{-2}$ мкм і менш). При традиційних високошвидкісних методах затвердіння його величина становить - 0,1-10 мкм. Відомо, що зі зменшенням розміру зерна істотно зростає твердість, міцність і пластичність матеріалу.

Тому що процес супроводжується різноманітними фізико-хімічними перетвореннями, ефект одержуваний від його застосування залежить від багатьох факторів: електричних параметрів режиму обробки; кінематичних параметрів обладнання; матеріалів аноду та катоду; навколишнього середовища.

Дослідженнями фахівців показано, що електроіскровим методом можна сформувати покриття будь-якими струмопровідними матеріалами. Ефективність цього методу полягає в то-

му, що він дозволяє:

- одержувати пари тертя з заданими фізико-механічними властивостями;
- зміцнювати і нарощувати поверхню при збереженні властивостей серцевини деталі;
- нарощувати шар на деталі з нетехнологічних, але зносостійких матеріалів (високовуглецеві сплави - заевтектоїдні сталі й чавуни);
- забезпечити нанесення покриття невеликої величини (рівного зносу деталі за час експлуатації);
- одержувати зміцнений поверхневий шар без значної хімічної сегрегації домішок;
- забезпечувати формування зміцненого шару з дуже дрібним зерном;
- у результаті швидкої кристалізації підвищувати межу розчинності легуючих елементів, зміцнювати матрицю, збільшувати частку дисперсної карбідної фази, у тому числі й на стадії вторинного твердіння;
- забезпечувати формування нових метастабільних фаз, що розширюють можливість використання наступної термічної обробки й пластичної деформації.

Процес електроіскрової обробки крім ряду переваг перед іншими методами одержання покриттів має й недоліки. До них належать: мала товщина нанесених покриттів (0,2-1,0мм); низька продуктивність процесу; складність одержання мікрорельєфу заданої шорсткості. Ці недоліки можуть виявитися незначними при визначенні раціональних сфер використання методу або вдосконаленні обладнання і технології. Так, наприклад, ЕЮ ефективна у випадку, коли величина зносу деталі не перевищує величини шару покриття, що формується цим методом (до 1,0мм). 90% відсотків деталей, що працюють у спряженні, які вийшли з ладу, мають знос до 0,1мм. Для збільшення продуктивності процесу доцільно використовувати одночасно кілька електродінструментів.

Що стосується формованої шорсткості - її величина не має

особливого значення у випадку використання обкатування або інших методів поверхнево-пластичної деформації (ППД). Спільне використання методів ЕЮ і ППД зміцнює поверхневий шар деталі, зменшує його пористість, знижує рівень напруг, що розтягують, а в ряді випадків забезпечує формування - стискаючих.

Установки для електроіскрової обробки деталей підрозділяються на ручні і механізовані. Застосування ручних установок доцільно при обробці деталей з малою площею робочої поверхні і складним профілем.

Установки пересувного типу працюють у режимах плавного і дискретного регулювання робочого струму та призначені для обробки деталей циліндричної і конічної форми.

Найчастіше установки працюють на режимах (чистові, середні і грубі), які забезпечуються сполученням різних параметрів (робочий струм, напруга, струм короткого замикання). При використанні грубих режимів забезпечується нарощування до 0,5-1,0мм, а при м'яких - до 0,2мм.

При розробці установок для ЕЮ деталей з плоскими робочими поверхнями поряд з вібраторами передбачається використання багатоелектродних інструментів. Вібратор і багатоелектродний обертовий інструмент є змінними. Для підвищення продуктивності ЕЮ використовують багатоконтурні установки, що складаються із двох і більше джерел імпульсів та електродних комутуючих вузлів. При цьому можуть використовуватися електроди-інструменти як віброуючого, так й обертового типу, а також дискові - з вібрацією.

При ЕЮ поверхонь великогабаритних деталей процес здійснюється декількома паралельно працюючими інструментами з загальним приводом або індивідуальним для кожного електрода. Для малогабаритних деталей можлива їх вібрація, а легуючі електроди залишаються нерухомими.

7.3 Обладнання що застосовується при електроіскровому методі нанесенні покриттів. В даний час електроіскрове обладнання широкого різноманіття моделей виготовляється, як в країнах СНД (Росії, в Молдові і на Україні), так і в країнах да-

лекого зарубіжжя (в США, Німеччині, Франції, Японії, Китаї, Індії та в інших країнах) (Рис. 1.).



Установка для ручного ЕІО DEPOSITRON 720(SANWA SHOKO CO., LTD) (Японія)



Установка для ручного ЕІО Mold Doctor (США)



Універсальна установка ЕІО БІГ-5 (ГНУ ГОСНИТИ) (Росія)

Рис. 1 Сучасні установки ЕІО

Це переважно ручні установки споживаної потужності зазвичай не більше 2 кВА, що складаються з генератора імпульсів і інструменту (обробного пристрої) з вібруючим або обертовим електродом. Вони в залежності від технічних параметрів забезпечують нанесення покриттів товщиною від десятків мікрометрів до 1 мм (локально - до 3 мм), продуктивність обробки скла-

дає від 1,2 до 10 см² / хв.

Механізація процесу електроіскровий обробки різних деталей, переважно зовнішніх циліндричних поверхонь обертання, здійснюється за рахунок застосування типового верстатного обладнання в якості технологічної бази (рис. 2). Перспективним і економічно доцільним при виконанні ЕІО можна вважати розширення виду поверхонь (торцеві, складної форми), а також заміну типового верстатного обладнання на обертачі.

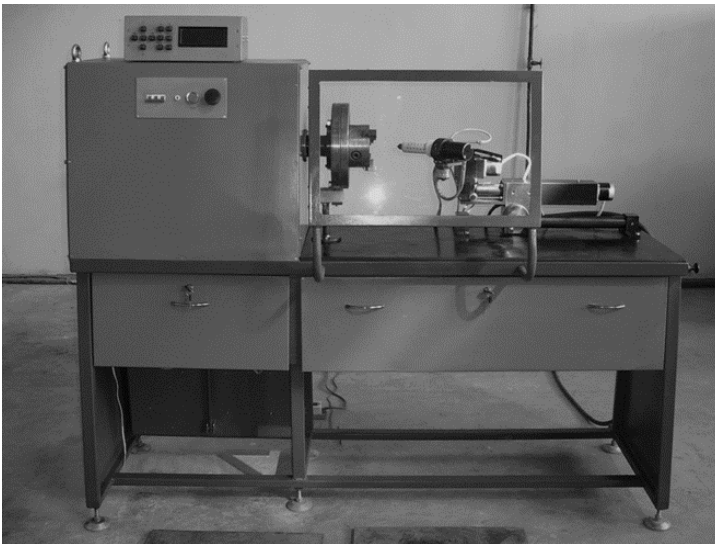


Рис. 2 Механізована установка електроіскрового легування (Молдова)

У передових промислово розвинених країнах (США, Японія та ін.) поряд з ручними і механізованими установками ЕІО застосовують також автоматизовані комплекси (рис. 3). Маніпулятори, робототехніка при виконанні великого обсягу робіт по ЕІО однотипних або різних за конструкцією деталей, що вимагають обробки різних поверхонь (зовнішніх, внутрішніх, циліндричних, торцевих, складної форми).

При цьому стабільність якісних показників обробки досягається вдосконаленням генераторів і обробних інструментів, а

необхідна продуктивність - застосуванням одночасно працюючих кількох таких інструментів.

Застосування різних електродних матеріалів ЕЮ обумовлено тим, що експлуатаційні властивості деталей залежать від мікроструктури, хімічного і фазового складу поверхневих шарів, якими можна управляти в широких межах застосуванням того чи іншого електродного матеріалу (див. Додаток А).

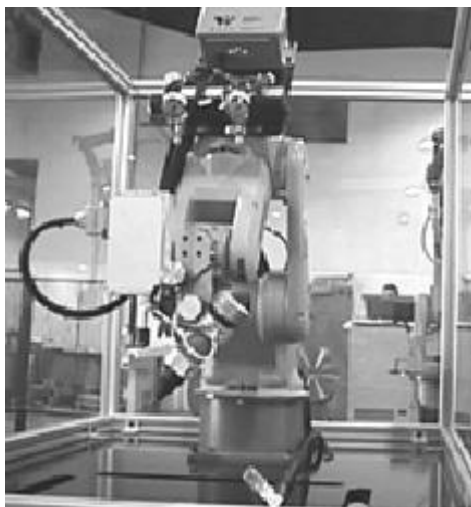


Рис. 3 Застосування робототехніки при ЕЮ (США, фірма ASAP)

Значне поліпшення експлуатаційних властивостей, наприклад, зносостійкість, досягається формуванням наноструктурних покриттів при використанні електродів для ЕЮ з певним змістом легуючих наноматеріалів. Створенням електродні матеріали для ЕЮ успішно займається ряд провідних наукових центрів в Росії (Москва, МИСиС, ІМ ХНЦ ДВО РАН), на Україні (Київ, ІПМ НАНУ).

Поряд із застосуванням традиційних електроіскрових технологій при упрочнюючій обробці багатьох деталей і інструментів і відновленні розмірів зношених деталей ЕЮ сьогодні розвивається також в таких напрямках, як застосування нових електродних матеріалів; на несення багатошарових покриттів з ви-

користанням декількох, відмінних за складом і властивостями електродних матеріалів; нанесення товстошарових (більше 1 мм при опорній поверхні більше 80%) покриттів; комбінованих покриттів (наприклад, ЕЮ + металополімер); суміщеної обробки (наприклад, ЕЮ + лазерна обробка); використання ЕЮ стосовно високоточним парам тертя.

Установка "Елітрон-344" служить для механізованої ЕЮ тягових конусів волочильних машин і малогабаритних деталей типу тіл обертання. Містить у собі джерело робочих імпульсів і навісне устаткування, змонтоване на токарно-гвинторізному верстаті 1К62. Установка забезпечує багатоконтурну обробку. Джерело робочих імпульсів складається з двох генераторів (на кожен електрод), тиристорного і RC-типу.

Установки для ЕЮ являє собою комплекс, що складається з декількох генераторів (звичайно два генератори на один контур - один електрод), токарного верстата, на який встановлюється відновлювана деталь. Принципову схему установки для ЕЮ можна розглянути на прикладі установки "Елітрон-344" (рис. 3), що має габаритні розміри генераторів АИИ 2.211.020 і АИИ 2.211.021 600×700×2000мм. Маса цих генераторів 150кг.

Живлення установки здійснюється від мережі змінного струму напругою 380-220В ±10% при частоті 50Гц. Споживана потужність - не більше 15кВт. Частота вібрації електродів становить 100±10Гц. Мінімальний розмах вібропереміщення електродів 0,3мм. Напруга постійного струму на електродотримачі вібратора щодо корпусу не перевищує 100В. Електричні параметри режимів обробки визначаються основними показниками (додаток Б). Установка (рис. 4) являє собою комплекс, що складається з двох генераторів 8, 9 і токарного верстата з встановленим на неї обладнанням та відновлюваною деталлю.

У поперечному супорті виконується чотири отвори, знімається різцеутримувач з супортом малої поздовжньої подачі, і встановлюється захисний екран 7 і обкатник 10.

Болтами на поперечному супорті закріплюється обробна головка 5. У пінолі задньої бабки верстата встановлюється центр

6, потім, після зняття патрона, - струмознімач 2. Оброблювана деталь 4 насаджується на оправці 3, що затискується у патроні верстата та підпирається центром 6 у задній бабці верстата.

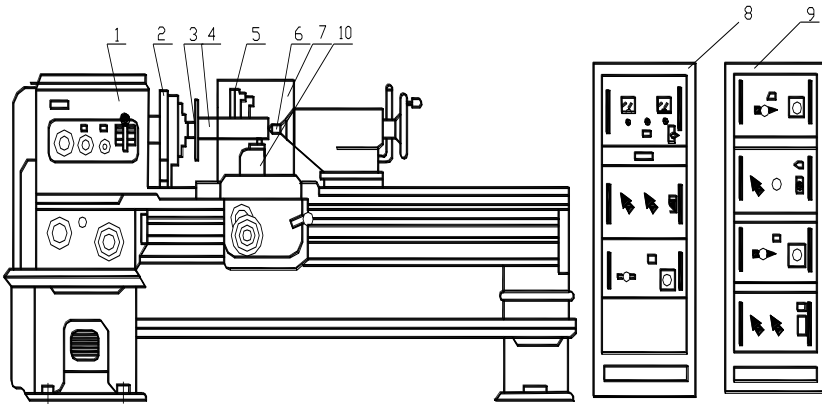
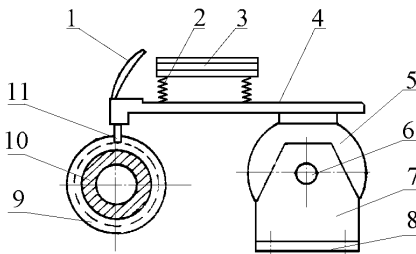


Рис. 4 Принципова схема установки “Елітрон-344”:

- 1 - обертач - токарно-гвинторізний верстат моделі ТП-1М;
- 2 - трьохкулачковий патрон з струмознімачем;
- 3 - оправка;
- 4 - оброблювана деталь;
- 5 - обробна головка;
- 6 - обертаючий центр;
- 7 - захисний екран;
- 8 і 9 - генератори;
- 10 - обкатник

Обробна головка (рис. 5) призначена для комутування розрядного ланцюга вібруючим електродом. Вона включає два (три) електромеханічних вібратори, що працюють від одного двигуна. В якості вібратора використовується електромагнітна муфта із чотирма полюсами.



- Рис. 5 Обробна головка:
- 1 - трубка для охолодження електрода;
 - 2 - пружина;
 - 3 - навантажувачі;
 - 4 - вібратор з тримачем;
 - 5 - електромагнітні муфти;
 - 6 - вал;
 - 7 - кронштейн;
 - 8 - підстава;
 - 9 - оброблювана деталь;
 - 10 - оправлення;
 - 11 - електрод

Обробна головка складається з підставки 8, на якому закріплені два кронштейни 7 і електродвигун. На кронштейні встановлено вал 6, на якому закріплені нерухомі напівмуфти електромагнітних муфт 5. Крім того, на валу в корпусі закріплені дві рухливі напівмуфти з котушками. На рухливих напівмуфтах встановлено вібратор з тримачем електродів 4, навантажувачі (грузи) 3 на пружинах 2, що регулюють механічний момент муфти і штуцера для подачі повітря від пневмомережі, що забезпечує охолодження електродів, яке подається по трубці 1.

Принцип роботи головки наступний:

– у вихідному положенні електрод під дією навантажувачів вільно опирається на оброблювану деталь, вал двигуна не обертається, напруга на котушки електромагнітних муфт не подається;

– механічний момент на муфті, регульований навантажувачами, вибирається таким, щоб він незначно перевищував момент, створений електромагнітною муфтою;

– при подачі напруги на електродвигун і котушки електромагнітних муфт починає обертатися вал і тримачі, що захоплюються електромагнітними муфтами, піднімають електроди нагору, відриваючи їх від оброблюваної деталі. Відірвавшись на відстань 1-2мм, електрод під дією вантажу повертається до упору на оброблювану деталь.

Напівмуфти, жорстко з'єднані, повертаються на 90° , захоплюють рухливі муфту, а потім все повторюється.

Струмознімач (рис. 6) являє собою конструкцію, що складається з підставки 8, на якому встановлений щіткотримач 3 із щітками 4, які піднімаються до диска 2 пружинами 5 і гайками 6. Патрон верстата кріпиться до шпинделя через ізолятор 1. Струмознімач кріпиться до верстата плитою 9, болтами 11 і гайками 10. Для запобігання від ушкоджень щітки закриті кожухом 7.

Захисний екран (рис. 7) складається з: підставки 5 з двома опорами і кришки 2, шарнірно з'єднаної з підставкою за допомогою дисків 3 і 8; вісі 4.

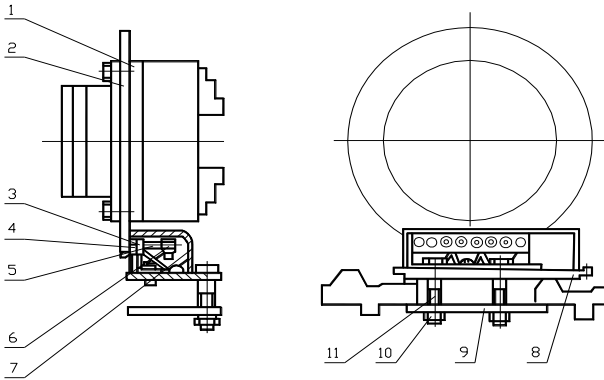


Рис.6 Струмознімач

1 - ізолятор; 2 - мідний диск; 3 - щіткотримач; 4 - щітка; 5- пружина; 6, 10 - гайки; 7 - кожух; 8 - підстава; 9 - плита; 11 - болт.

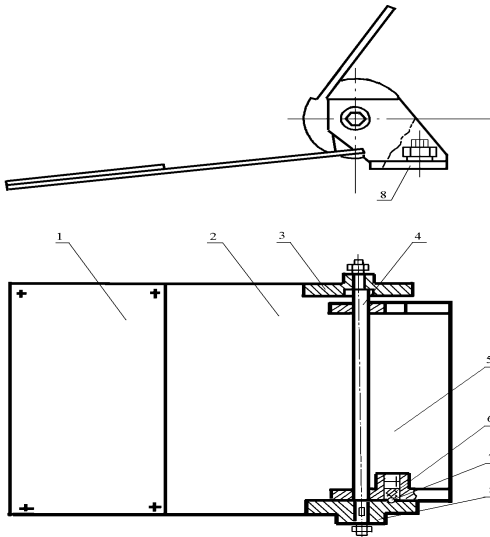


Рис. 7 Захисний екран

1 - скло; 2 - кришка;
3, 8 - диски; 4 - вісь;
5 - підставка; 6 - пружина;
7 - кулька.

У верхній частині кришки закріплене скло 1 для захисту очей оператора від світлового випромінювання. Кришка фіксується в робочому положенні кулькою 7 з пружиною 6.

Блок керування АИИ 5.139.098 -8 (див рис. 3) призначений для керування роботою установки і контролю параметрів процесу.

Для формування технологічного струму на електроді ("Контур") генератори 8 та 9 (див рис. 3) з'єднуються паралельно. Вентилятор призначений для примусового охолодження елементів генераторів.

7.3 Теоретичне обґрунтування розробки конструкції електродотримача, що забезпечує підвищення продуктивності процесу електроіскрової обробки деталей типу – тіл обертання. Електроіскрове нарощування металу являє собою сукупність короточасних електричних дугових розрядів, одержуваних при обертанні деталі, що контактує з анодом (електродом).

При проведенні електроіскрового нарощування залежно від наявного обладнання, розмірів і форми відновлюваної поверхні деталі, застосовуються наступні види електродів:

- пучки з 100-150 дротів діаметром 0,5-0,8мм (для обробки внутрішніх поверхонь базисних деталей);

- пальцеві (прутки круглого або квадратного перетину з площею поперечного переріза 20-60мм², при проведенні нарощування їх загострюють);

- дискові (діаметром до 250мм, товщиною 0,5-3,0мм, виготовлених з листової сталі) електроди для обробки зовнішніх поверхонь деталей типу тіл обертання.

Електроди, виготовлені у вигляді пучка дротів або брусків, найчастіше використовують для нарощування внутрішніх посадкових поверхонь великогабаритних базисних деталей – коробок передач, ведучих мостів, редукторів. При нарощуванні частота обертання електроду становить 5-10с⁻¹ (здійснюють використанням електродриля). Електроди, виготовлені у вигляді диска доцільно застосовувати для обробки тіл обертання або плоских поверхонь.

При необхідності відновлення великогабаритних або довгомірних деталей для прискорення обробки доцільно використовувати конструкцію, що складається з безлічі електродів. У процесі такої обробки здійснюється обертання й переміщення деталі, що встановлюють на токарному верстаті. Обробка деталі може проводитися всіма електродами одночасно.

Характеристикою процесу формування покриттів є пито-

мий приріст маси деталі ($\sum_{i=1}^n \Delta k_i$) - катода.

До найбільш важливих параметрів, що забезпечують якість нанесеного шару, відносять: енергію імпульсів; питомий час легування; частоту проходження імпульсів при обробці; кінематичні параметри установки (обертача).

Збільшення енергії імпульсів призводить до росту товщини нанесеного покриття, висоти мікронерівностей, зменшенню суцільності покриття і питомого приросту маси при незначному зниженні твердості цього шару. При тривалому питомому часі обробки мікротвердість і суцільність покриття зростають. Збільшення частоти проходження імпульсів сприяє зменшенню товщини нанесеного шару, висоти мікронерівностей, суцільності покриття, питомого приросту маси. При цьому мікротвердість шару може зростати. Основним технологічним параметром при ЕІО є також питома кількість торкань електродами оброблюваної поверхні деталі ($P, 1/\text{см}^2$).

Співвідношення числа торкань P і технологічних параметрів при нанесенні покриття на деталі типу тіл обертання виражається залежністю 1.

$$P = \frac{100 \cdot z \cdot n_u}{\pi \cdot D \cdot n_d \cdot S}, \quad (1)$$

де z - число електродотримачів в інструменті, шт.;

n_u - швидкість обертання інструмента, об/хв;

D - діаметр деталі, що підлягає обробці, мм;

n_d - швидкість обертання деталі, об/хв;

S - поздовжня подача, мм/об.

Шорсткість поверхні при ЕІО залежить від параметрів одиначної лунки і відстані між сусідніми лунками. Ці параметри визначаються енергією одиначного імпульсу, його тривалістю і характером переміщення електроду (швидкістю обертання деталі і поперечною подачею супорта).

Розрахунок швидкісних режимів обробки включає вибір числа обертів деталі (типу тіл обертання), визначення поздовжньої подачі, продуктивності процесу, кількості використовуюва-

них електродів.

При проведенні ряду експериментів було відзначено, що тип електрода його матеріал і конфігурація не мають істотного впливу на діаметр одиничної лунки. У свою чергу діаметр одиничної лунки в значній мірі залежить від електричних параметрів обробки і зокрема від величини струму іскрового розряду (табл. 2).

Таблиця 2 Вплив струму іскрового розряду на діаметр одиничної лунки

Струм іскрового розряду, А	15	50	80
Діаметр одиничної лунки, - d , мм	0,3	1,0	1,4

З наведеного виходить, що при обробці циліндричних деталей доцільніше було б робити нарощування електродом, ширина якого незначно перевищує діаметр одиничної лунки. У протилежному випадку при великій площі поперечного перерізу електрода в крапці торкання з деталлю через те, що електричний розряд проходить по лінії найменшого опору, буде відбуватися міграція лунок, що приводить до великої несучільності обробки.

Суцільність покриття оброблюваної циліндричної деталі можна за допомогою наступного виразу:

$$K_c = \frac{S_{обр}}{S_{обц}}, \quad (2)$$

де K_c - коефіцієнт суцільності покриття;

$S_{обр}$ - площа поверхні деталі покрита одиничними лунками, мм²;

$S_{обц}$ - площа деталі, яку необхідно обробити, мм².

Залежно від діаметра D деталі, що підлягає обробці, та задаючись величинами K_c , визначаються оберти n_d деталі при обробці:

$$n_D = \frac{60df}{\pi DK_c}, \text{ об/хв.}, \quad (3)$$

де d - діаметр одиничної лунки, мм;

f - частота проходження імпульсів, Гц;

D - діаметр деталі, що підлягає обробці, мм.

Поздовжню подачу (S , мм/об) на один оберт деталі, що оброблюється можна визначити з залежності:

$$S = \frac{d}{K_c}. \quad (4)$$

Коефіцієнт суцільності (як по окружності, так і по утворюючій) покриття оцінюється за формулою (5) в залежності від n проходів електродом:

$$k = 1 - \left(1 - \frac{K_p}{100} \right)^n, \quad (5)$$

де K_p - розрахункова суцільність обробки за один прохід, $K_p=78\%$;

n - число проходів електродом.

Враховуючи те, що з погляду суцільності покриття використання трьох і чотирьох проходів електроду мало відрізняється, а продуктивність процесу нанесення покриття при цьому знижується на 25%, варто визнати доцільним використання для обробки не більше трьох проходів електродним інструментом.

При виборі коефіцієнта суцільності покриття враховуються не тільки час обробки, витрати електроенергії, ефективність використання обладнання, але також і технічні вимоги на капітальний ремонт деталі. Застосування відомого обладнання для ЕЮ і режимів, що вище розраховуються, повинно забезпечити продуктивність процесу не нижче $30\text{см}^2/\text{хв}$, у той час як реально вона становить $2,5 - 3,5\text{см}^2/\text{хв}$.

Настільки велика розбіжність між продуктивністю, одержаною розрахунковим шляхом і одержуваною експериментально можна пояснити тільки недосконалістю конструкцій існуючих електродотримачів устаткування. Продуктивність процесу близьку до розрахункового можна одержати тільки в тому ви-

падку, якщо ширина електроду буде близька до діаметра оди-
 ничної лунки протягом усього періоду обробки та швидкість
 переміщення оброблюваної поверхні буде дорівнювати швид-
 кості переміщення електрода в момент проходження іскрового
 розряду. У той же час застосування електродів з невеликою
 площею поперечного переріза не дозволяє використовувати ве-
 ликі струми через їхній швидкий перегрів. Тому, шукана форма
 електроду повинна мати мінімальну довжину контакту з оброб-
 люваною деталлю та швидко відводити тепло в навколишній
 простір. Таким вимогам добре відповідає дисковий електрод із
 шириною диска не більше 1- 2мм. Умова рівності швидкостей
 електрода і деталі забезпечується шляхом безпосереднього кон-
 такту їх і при цьому електрод має можливість вільного обертан-
 ня. Конструкція електродотримача надано на рис. 8.

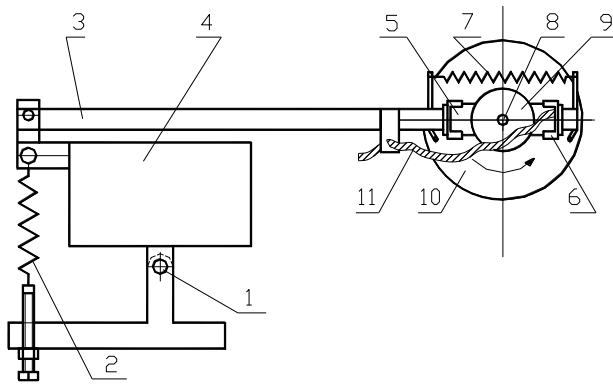


Рис. 8 Конструкція електродотримача, що забезпечує підвищення продуктивності процесу ЕЮ

1 - вісь кочення корпусу електродотримача; 2, 7 - пружина; 3 - корпус вібратора; 4 - електромагніт вібратора; 5 – струмопідвідні щітки; 6 - щіткотримачі; 8 - вісь обертання електрода; 9 - колектор; 10 - дисковий електрод; 11 - струмопровід.

Електроди у формі диска дозволяють одержувати рівномірне покриття з високим ступенем суцільності.

Дискові електроди повинні задовольняти наступним ви-

могам:

- товщина електродів не більше 3,0мм;
- наявність великої полярності і відсутність різнотовщинності по перетину диска.

Задовольнити цим вимогам простіше всього при використанні тонколистового прокату, менш придатні диски, отримані методом пресування з порошкових композицій.

7.5 Визначення впливу хімічного складу анода на додаток катоду. При електроіскровому нарощуванні металу перенос речовини з анода на катод відбувається в рідкій, твердій і газоподібній фазах, тому процес не є стабільним і можна чекати формування різних фаз, частка яких буде істотно змінюватися навіть на окремих ділянках покриття деталі, на них впливають технологічні параметри процесу обробки. Їхній взаємозв'язок з параметрами більш детально описані в роботах. Для оцінки структуроутворення і якості покриття проводяться комплексні дослідження з використанням сучасних методик.

Як показали дослідження, і результати аналізу апріорної інформації, найбільший приріст зносостійкості досягається при нанесенні покриттів з легованих матеріалів. Анод з таких матеріалів відрізняється і підвищеною ерозійною стійкістю.

Основними факторами, що впливають на формування покриття, обирають наступні: концентрація вуглецю - (X_1) і хрому - (X_2) у металі анода; енергія імпульсу $E_{и}$ - (X_3) та число проходів електрода при обробці, n - (X_4).

При розробці оптимальних параметрів нанесення покриттів, дуже важливо знати не тільки вплив кожного фактора окремо, але й – спільне. Відомо, що в ряді випадків взаємний вплив може виявитися більше значимим, чим роль кожного фактора окремо. Для встановлення залежності впливу розглянутих факторів використовується метод планування експериментів - 2^4 .

Для розрахунку математичної моделі (6) як параметр оптимізації прийнято приріст ваги катоду - $\sum \Delta k$ (Y), г/см². Отримана математична модель має вигляд:

$$Y=0,84-0,38X_1-0,18X_2+0,83X_3+0,73X_4-0,48X_1X_3-0,33X_2X_3+0,32X_4X_3-0,12X_1X_4-0,12X_2X_4+0,62X_1X_2X_3+0,52X_1X_2X_4-0,48X_1X_3X_4-0,28X_2X_3X_4+0,28X_1X_2X_3X_4 \quad (6)$$

Перевірка моделі показала, що вона адекватна. Незначущим виявився тільки фактор парної взаємодії $X_1 \times X_2$ (Cr×C). Максимальний приріст додатку ваги катода досягається при енергії імпульсу і числі проходів на верхній межі значень, а також при концентрації вуглецю і хрому в аноді на - нижньому. При аналізі парних взаємодій видно, що вуглець і хром не впливають на додаток ваги катода, однак їхня роль значно проявляється при спільній взаємодії з технологічними параметрами обробки - E і n. У цьому випадку стає мало значимим рівень концентрації цих хімічних елементів. Тому може виявитися ефективним і використання не тільки хромистих сплавів, що містять вуглець і хром, але й - ферохрому.

Дослідженнями встановлено, що якість і властивості покриття визначаються не тільки вагопереносом, але і структурою, фазовим складом, рівнем напруг, щільністю (пористістю) і однорідністю, наявністю дефектів (мікротріщин). Важлива роль у формуванні якості покриття належить числу проходів обробного електрода. Виявлено закономірність, що свідчить про те, що зі збільшенням числа проходів обробного електрода зростає мікропористість покриття. Крім того, при 1-3 проходах формується дисперсна структура на базі хімічних елементів катода і анода.

Для вивчення явища вагопереносу і зв'язку між параметрами обробки визначаються залежності сумарної ерозії аноду - $\sum_{j=1}^n \Delta a$ і додатку катода - $\sum_{j=1}^n \Delta k$ після ЕЮ. Графічна залежність між цими параметрами показана на графіку – додаток В.

При фіксованому значенні вмісту вуглецю, рівному 1,5%, одержано, що зі збільшенням енергії імпульсу при обробці приріст ваги катода істотно зростає, однак у більшій мірі для матеріалів зі зниженою концентрацією хрому. Чим вище концентрація вуглецю й хрому, тим раніше проявляється ефект "гранич-

ного шару".

При фіксованому значенні хрому, рівному 30,0% і різному вмісті вуглецю зі збільшенням енергії імпульсу обробки зростають приріст ваги катода і ерозія анода, аналогічно залежностям, наведеним на графіку (див. додаток В). Ця тенденція добре погоджується з даними, отриманими при дослідженні нами вуглецевих і низьколегованих сталей і сплавів. Разом з тим необхідно відзначити, що ерозія анода і додаток катода зростають з підвищенням концентрації вуглецю при однакових значеннях числа проходів електрода й енергії імпульсу обробки.

Виходячи з результатів і аналізу вибірки (≈ 300 значень приросту ваги катода) з використанням ЕОМ було отримано рівняння регресії (7), що відображає залежність сумарного додатку катода $\sum \Delta k$ (Y), г/см², від концентрації основних і легуючих елементів анода та параметрів обробки - енергії імпульсу - E_u обробки та числа проходів електрода - n , з коефіцієнтом кореляції $R \geq 0,9$.

$$\sum \Delta k = 1,11 \frac{\sqrt{C \times E_u}}{Cr^2} \times n - 0,02 \frac{E_u \times \sqrt{C}}{Cr} \times n^2 \quad (7)$$

де C , Cr - відповідно вміст вуглецю й хрому в матеріалі електрода, мас. %;

E_u - енергія імпульсу обробки, Дж;

n - кількість проходів електродом при обробці.

В остаточному підсумку величина $\sum \Delta k$ (Y) дозволяє оцінити товщину нанесеного покриття h (8):

$$h = \frac{\beta \times \sum \Delta k}{\rho} \quad (8)$$

де β - поправочний коефіцієнт, що враховує несущість покриття, а також наявність пор і шорсткості, $\beta \geq 0,78$ при $n=1$; $\beta=0,89$ при $n=2$; $\beta=0,97$ при $n=3$;

ρ - питома вага матеріалу обробного електрода, г/см³.

Як показують дослідження (та див. додаток В), використання в якості електрода матеріалів зі змістом вуглецю 1,5-2,5% і хрому 10,0-15,0% не доцільно вибирати число проходів елект-

рода більше 2-3^x. При такому обмеженні забезпечується достатній додаток катода.

8 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Ознайомитися з загальним положенням лабораторної роботи та вимогами техніки безпеки.

2. Розрахувати та вибрати електричні параметри обробки деталі згідно завдання викладача (дивись таблицю 1 вихідних даних).

- виходячи з залежності 8 визначити величину додатку катода:

$$\sum \Delta k = \frac{h\rho}{\beta};$$

- використовуючи залежність 7, провести розрахунок енергії імпульсу – E_u при обробці:

$$E_u = \left(\frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \right)^2,$$

де $b = 1,11 \frac{\sqrt{C}}{Cr^2} n$; $a = 0,02 \frac{\sqrt{C}}{Cr} n^2$; $c = \sum \Delta k$;

- згідно з даними таблиці (додаток Б), використовуючи залежність 9, підібрати електричні параметри режиму електроіскрової обробки:

$$E_u = UI t \tag{9}$$

де U – напруга холостого ходу при обробці, В;

I – робочий струм режиму обробки, А;

t – час проходження розряду при обробці, $t=1/50$, с⁻¹.

3. Вибрати кінематичні параметри режиму обробки деталі.

- згідно залежності 3 розрахувати оберти деталі пд;

- розрахувати подачу (S) на один оберт деталі згідно залежності 4.

Згідно кінематичних характеристик станка підібрати оберти та подачу, близькі до розрахункових даних.

4. Для практичного виконання процесу нанесення покрит-

тя необхідно підготувати установку “Елітрон 344” та токарно-гвинторізний верстат моделі ТП-1М до роботи:

- вставити деталь 4 в патрон 2 (див. рис. 3), при необхідності підтиснути обертаючим центром 6;

- перемістити супортом подачі обробку голівку 5 до місця на яке потрібно нанести покриття;

- встановити у місце кріплення електродоутримувача електрод 10 (див. рис 4), переміщуючи поперечною подачею супорт з обробною голівкою встановити зміщення електроду з зеніту у напрямку протилежному обертанню деталі;

- визначити та встановити швидкість обертання деталі, при необхідності скорегувати шаг (поперечну подачу) нанесення покриття за допомогою коробки подач верстату;

- встановити відповідний режим нанесення покриття на генераторах 8 і 9 установки та увімкнути їх;

- увімкнути витяжну вентиляцію у лабораторії;

- увімкнути систему подачі до штуцера 1 (див. рис. 4) стиснутого повітря для охолодження електродів 11;

- увімкнути токарно-гвинторізний верстат та систему подач;

- увімкнути кнопку управління процесом ЕІО на блоку керування генераторного блоку 8 (див. рис. 3)

- провести процес нанесення покриття на деталь;

- вимкнути процес на блоку керування генераторного блоку 8;

- вимкнути токарно-гвинторізний верстат та його живлення;

- вимкнути витяжну вентиляцію у лабораторії та систему подачі стиснутого повітря;

- зняти деталь.

Після охолодження (повітряне) деталі провести візуальну оцінку якості наплавлення.

5. Скласти план операції відновлення деталі за зразком таблиці 3.

Таблиця 3 Приклад плану операції відновлення деталі

№ операції	Назва операції. Спосіб закріплення деталі. Обладнання, пристрої, інструменти	Номер переходу	Зміст переходу
005	Токарна	1	Встановивши
	Патрон 7100-0008	2	деталь у патрон, закріпити
	ГОСТ 2675		Точити наплавлену поверхню з $\varnothing 250$ мм до $\varnothing 248-0,15$
	Токарний верстак 1К62	3	
Різець прохідний 2100-0029	4	Точити фаску 1,5 мм 45°	
E15K6 ГОСТ 18878-Штангенциркуль ШЦ 250-0,05 ГОСТ 8.113		Зняти деталь	

9 КОРОТКІ ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

9.1 Всі роботи з підготовки установки до наплавлення проводити при вимкненому живленні установки та джерела струму.

9.2 Наладку, встановлення режимів та процес нанесення покриття виконувати тільки під керівництвом викладача, учбового майстра чи лаборанта, в спеціальному одязі, з використанням окулярів.

9.3 У процесі обробки не торкатися струмоведучих частин.

9.4 Перед вмиканням обладнання для ЕІО деталей на робочому місці забезпечити витяжну вентиляцію.

9.5 При знятті наплавленої деталі користуватись робочими рукавицями, плоскогубцями, кліщами.

9.6 Не допускається наявність на поверхні деталі слідів окислення, забруднень, яких-будь дефектів від шліфування, шорсткість верхні не повинна перевищувати $R_z = 0,32 - 0,63$.

9.7 Загальні вимоги безпеки (ІЕС 61010-1:2001 ІДТ) на

робочому місці, а також по захисту від ураження електричним струмом (ГОСТ 12.2.007.6, ГОСТ 2331, ГОСТ 2754, ІЕС 6060Н:1998), рівню шуму (ГОСТ 2867), вібрації (ENV 25349-2001, EN 14253:2005, ГОСТ 12.2.110) та пожежної безпеки (ГОСТ 2272, ГОСТ 30270) повинні відповідати вимогам.

9.8 Система автоматизації процесу нанесення покриття установки повинна забезпечити налагодження на розрахункові параметри обробки та охолодження деталі, що обробляється. Водночас установка повинна бути забезпечена системою ручного керування.

10 ЗМІСТ РОБОТИ

1. Мета роботи. 2. Відповіді на запитання для самостійної підготовки. 3. Розрахувати параметри режиму нанесення покриття на деталі. 4. Розробити план операцій. 5. Відповіді на контрольні питання. 6. Висновки.

11 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

11.1 Які першочергові дані необхідні для розрахунків режиму нанесення покриття на деталі методом електроіскрової обробки?

11.2 Які переваги та недоліки має даний метод?

11.3 Яке обладнання може застосовуватися для нанесення покриття методом ЕІО?

11.4 Які електродні матеріали використовуються при ЕІО?

11.5 Які параметри процесу та режими впливають на формування шару при ЕІО?

11.6 Як впливає висока стан підготовки поверхні деталі на фізико-механічні властивості деталі?

11.7 За рахунок яких дій, режимів обробки можна прискорити процес нанесення покриття методом електроіскрової обробки, не знижуючи якість наплавлення?

11.8 Яким чином можна зменшити витрати металу на розбризування та механічну обробку?

ДОДАТОК А

Таблиця А1 Електродні матеріали, використовувані при ЕЮ металевих поверхонь

Матеріал легируючого електрода	Матеріал катода	Призначення легованого шару
1	2	3
Al	Al, Cu, сталі 08, Ст.3, У10А, ХВГ, СОТ, ВТ2	К., Ж., І.
Cu	Al, Cu, W, сталі Ст.3, Х18, Н10Т	К., М.О., Е.К.
Ag	Cu, Д16Т, 35ХН3Ф, 60ХГ8Н8В, ВТ6А	Р.І., Е.К.
Ni	Fe, У10А, 40Х, Al, Cu, Ti	Ж., К.
Pt	Х18Н9Т, сталь Ст.3	К.
Cr	Сталі 30, 45, 40Х, У10А, ХВГ, Х18Н10Т, 50ХФА, ВГО, ВТ2, Cu	І., Ж., Р.І.
графіт	Сталь 0,8., Fe, Сталі У8А, Р18, 65Г, Р6Н5, Т15К6	Р.І., Ш.О.
Mo, W	Сталі 30, У10А, ХВГ, 45, 50ХФА, У8А, ВЖЛ-1, ВЖЛ-2	І., К.
FeCr	Сталі 35, 45, 4ХВ2С, У8А, Х12М, 40Х, а також Fe	І., М.О., Р.І., Ш.О.
TiC, TiB2	65Г, Fe, сталі У8А, Р18, Р6М5	І., С.О.
Cr3C2, CrB2	Р18, Т15К6	І., С.О.
NiAl, NiCr, TiAl	Ti, титанові сплави	Ж., К.
Бронзи: Бр.Б2, АЖНц-9	Чавун, сталі 45, 2х13, Х12Ф1, Р18	І.
ВК2	Х13, сталі 45, 5ХНТ, Р6М5	І., Ш.О.
ВК3	Сталі 45, У7, 1Х13, 65Г, Р18, Р6М5, 2Х18Н9Т, Т15К6	І., С.О., Ш.О., Р.І.
ВК4	Сталь 08	І.
ВК6	Сталі Ст.2, 45, У7	С.О.

1	2	3
ВК6М	Р6М5, Р6М3	Р.І.
ВК8	Сталі 45, У7, 9ХС, У8, 40Х, 4Х2С, 1Х18Н9Т, Р6М5, Р6М3	С.О., М.О., Р.І.
ВК15	Сталі У8, Р6М5	Р.І., Ш.О.
ВК20	9ХС	Р.І.
Т5К10	Сталі 45, Р6М5, Р6М3	Р.І., С.О.
Т14К8	2Х13	І.
Т15К6	Сталі 45, У7, У8, Р6М5, Р6М3, Р18, 2х13, 9ХС, ХВГ, 3Х2Н8Ф, 1Х18Н9Т, 4ХВ2С, 65Г, ВЖЛ-2, чавун СЧ2140	І., Р.І., Ш.О., С.О., М.О.
Т30К4	Сталі 15, У8, 40Х, Р18, Р6М5, Т15К6, 4ХВ2С	Р.І., С.О., М.О.,
Т60К6	Сталі 45, У7, Р6М5, Р18, Х18Н9Т, Т15К6	Р.І., С.О.
Т17К12	50ХФА, ВЖЛ-2, ШХ15СГ	Ш.О., Р.І.

Примітки. Легований шар призначений для забезпечення:

І. - зносостійкості;

К. - корозійної стійкості;

Ж. - жаростійкості;

Р.І. - стійкості різального інструменту;

Ш.О. - стійкості штампового оснащення;

Е.К. - працездатності електричних контактів;

М.О. - стійкості металургійного обладнання;

С.О. - стійкості деталей сільськогосподарського обладнання.

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 Електричні параметри режимів обробки

Найменування показників		Режими генератора АП 5.411. 013.														
		0			1				2				3			
Режими генератора АП 5.411. 005		1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
Номер режиму легування		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Амплітуда напруги холостого ходу на накопичувальних конденсаторах, В	Номінальна	30	36	36	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
	Граничне відхилення	±6,0	±7,2	±7,2	±16	±16	±16	±16	±16	±16	±16	±16	±16	±16	±16	±16
Струм короткого замикання, А	Номінальний	24	60	135	–	24	60	135	–	24	60	135	–	24	60	135
	Граничне відхилення	±4,8	±12	±27	–	±4,8	±12	±27	–	±4,8	±12	±27	–	±4,8	±12	±27
Робочий струм, А	Номінальний	12	30	63	6	18	36	69	10	22	40	73	14	26	44	77
	Граничне відхилення	±4,8	±12	±16	±2,5	±7,2	±14,4	±18,4	±4,0	±8,5	±16,0	±20,0	±5,6	±12,6	±17,6	±21,6

Примітка: Робочий струм вимірюється в ланцюзі заряду накопичувальних конденсаторів.

ДОДАТОК В

Графічна вагопереносу при фіксованій концентрації вуглецю (1,5%) і різному вмісті хрому в залежності від режимів обробки

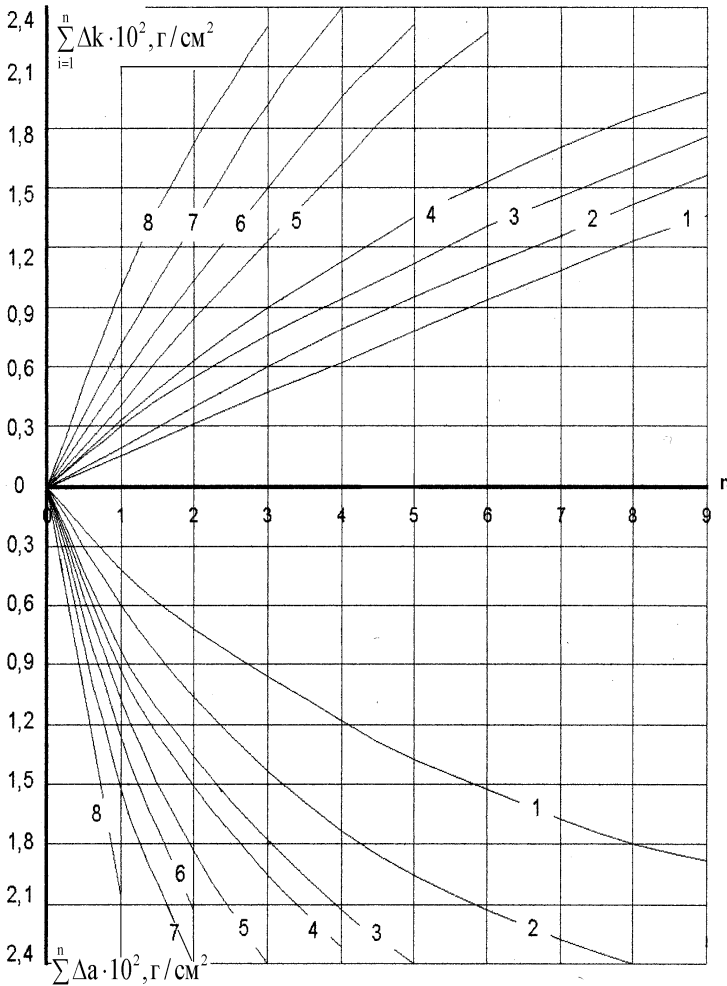


Рис. В.1 Зміна вагопереносу при фіксованій концентрації вуглецю (1,5%) і різному вмісті хрому в залежності від режимів обробки: криві - 1, 3, 5, 7 - при $E_1=0,9 \text{ Дж}$; криві - 2, 4, 6, 8 - при $E_2=3,4 \text{ Дж}$; криві 1, 2 (30% Cr); криві 3, 4 (20% Cr); криві 5, 6 (15% Cr); криві 7, 8 (10% Cr)

Робота № 13

ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ ЛАЗЕРА ДЛЯ ТЕРМОЗМІЦ- НЕННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ

1 МЕТА РОБОТИ

Закріпити знання з технології відновлення і зміцнення деталей лазерним променем, набути практичних навичок роботи на лазерній СО₂ установці “Комета-2”.

2 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ

2.1 Лазер - що це таке? Сутність лазерної обробки.

2.2 Існуючі технологічні лазери, що застосовуються для поверхневої обробки та відновлення деталей машин.

2.3 Розкрити сутність методів обробки деталей лазерним променем.

2.4 Які показники та параметри лазерної обробки впливають на якість поверхневого шару деталі.

3 ЗАВДАННЯ

Ознайомитися з обладнанням, пристроями і матеріалами, які застосовуються при обробці деталей лазерним променем. Вивчити послідовність виконання операцій по підготовці обладнання, зміцненні і відновленні деталей лазерним променем, розрахувати параметри обробки; провести нарощування і зміцнення деталей; виявити вплив параметрів обробки лазерним променем на якість і властивості відновленого шару.

4 ЧАС ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Самостійна робота – 1 година;

Робота в лабораторії – 4 акад. години.

ЛІТЕРАТУРА

5.1 Основна

5.1.1 Ремонт машин та обладнання: Підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. Підручник: (Затверджено МОН України як підручник для студентів ВНЗ, які

навчаються за напрямом підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» від 21.06.10 №1/11 – 545) - К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с.

5.1.2 Григорьянц А.Г. Технологические процессы лазерной обработки : Учеб. пособие для вузов / Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. ; под ред. А.Г. Григорьянца. – 2-е изд., стереотип. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 664 с.

5.1.3 Черненко В.С. Променеві методи обробки : Навч. посібник / Черненко В.С., Кіндрачук М.В., Дудка О.І. – К.: Кондор, 2008. – 166 с

5.1.4 Практикум з ремонту машин. За ред. О.І.Сидашенка та О.В. Тіхонова. – Харків: ХНТУСГ ім.П.Василенка, 2007. – 415с.

5.1.5 Упрочнение и легирование деталей машин лучом лазера/ В.С. Коваленко, Л.Ф. Головка, В.С. Черненко; - К.: Техника, 1990. – 192с.

5.2 Додаткова

5.2.1 Упрочнение деталей лучом лазера/ В.С. Коваленко, Л.Ф. Головка, Г.В. Меркулов, А.И. Стрижак; - К.: Техніка, 1981. – 131с.

5.2.2 Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н. Оборудование и технология лазерной обработки материалов. – М.: Высш. шк., 1990. – 159с.

5.2.3 Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій. / Сідашенко О.І. Тіхонов О.І., Лузан С.О. та інші. Навч. посібник – Харків: ХНТУСГ, 2017.– 361 с.

5.2.4 Интернет источник. Технологические лазеры./ Прайслист. – М.: «ТехноЛазер». – 2007. <http://www.technolaser.ru/>.

6 ОСНАЩЕННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

6.1 Обладнання та пристрої: лазерна СО₂ установка “Комета - 2”; технологічний комплекс ЛТК-3 “Клімат”; вимірювач потужності лазерного випромінювання РСІ – 105 – 5БПП, сушильна шафа типу Ш-0,05.

6.2 Деталі для відновлення: наплавленням - розподільний вал (кулачки, шийки) 240-1006015А; термообробкою - колінчас-

тий вал (корені та шатунні шийки) 130-3509110-А.

7 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

7.1 Загальні положення. Слово «лазер» складено з перших букв англійської фрази «Light Amplification Stimulated Emission Radiation», що в перекладі означає «посилення світла за допомогою стимулюючої емісії», тобто в назві відображено сутність роботи лазера, або як його інакше називають, - оптичного квантового генератора.

Однією з основних задач машинобудування є – підвищення надійності і довговічності деталей та механізмів. Властивостей, які повинна мати деталь для зниження негативних факторів взаємодій з навколишнім середовищем можливо досягти завдяки:

- зміні структури поверхневих шарів (поверхнєве закалювання, аморфізація, отримання метастабільних структур);
- легуванню; або
- формуванню на поверхні шарів, що відрізняються від складу основного матеріалу.

У всіх цих випадках технологічно бажаними є методи з використанням концентрованих джерел енергії. Сутність цих методів полягає у тому, що, по-перше, джерела енергії високої щільності та інтенсивності випромінювання діють на дуже невеликі об'єми металу, що призводить до швидкісного розігріву робочої зони, аж до плазмоутворення, по-друге, охолодження поверхні, після взаємодії, проходить також з високою швидкістю за рахунок теплопровідності у глибину матеріалу, що обробляється, тому що за рахунок малої зони взаємодії, деталь в цілому залишається холодною.

Такі види обробки і дозволяють отримати задані фізико - механічні, електрохімічні, корозійні та експлуатаційні властивості поверхневих шарів.

Технологічні переваги використання лазерного випромінювання – мінімальна деформація деталі, відсутність прямого контакту джерела енергії з виробом, можливість обробки важкодоступних місць, можливість автоматизації процесу обробки,

екологічність використання процесу. Лазерна поверхнева обробка має особливі переваги в умовах одиничного, або малосерійного виробництва, коли швидко міняється номенклатура виробів, коли на виробництві є потреба в технологічній сумісності з гнучкими виробничими та роботизованими системами.

Лазерне наплавлення – метод отримання покриття з заданими фізико-механічними властивостями – полягає в оплавленні лазерним випромінюванням матеріалів, що наплавляються, заздалегідь нанесених на поверхню, або таких, що подаються у процесі обробки на поверхню деталі. Особливістю лазерного наплавлення матеріалу є – можливість отримання у наплавленому поверхневому шарі різномірних за природою матеріалів – металів та неметалів. Це дозволяє, наприклад, отримувати так звані кластерні покриття з ультрадисперсних (менше 10мкм) порошків для підвищення довговічності та зносостійкості поверхонь.

Лазерне наплавлення характеризується мінімальними втратами порошку, що наплавляється. Це дозволяє використовувати дуже коштовні матеріали при обробці. Технологія відновлення деталей машин методом нанесення шару з використанням лазерного випромінювання достатньо апробована та досліджена. Однак, широке її використання, особливо в умовах ремонтного виробництва, стримується із-за високої вартості обладнання, його габаритів, та необхідності в утриманні висококваліфікованих фахівців.

Використовування лазерної технології дозволяє відновлювати фізико-механічні властивості (зміцнювати поверхню та заплавляти тріщини) поверхонь деталей, нарощувати зношений шар, а також здійснювати зварювання і різання. Найважливішою особливістю лазера є його здатність створювати дуже високу густину світлової потужності - порядку 10^9 Вт/см² і вище, а також регулювати розмір і положення світлового променя на виробі за допомогою дзеркал і фокуруючих лінз.

Діаметр фокусуемого променя може коливатися від 0,01 до 10мм, і переміщуватися по запрограмованих траєкторіях будь-якої складності. Крім того, промінь не ослаблюється повітрям і може передаватися на великі відстані, він не викликає проник-

ючої радіації, тому захист від випромінювання дуже простий - екраном може служити звичайне оргскло.

Установки, що створюють густину потужності $P \leq 10^5$ Вт/см², використовуються для термічної обробки, $10^5 \leq P \leq 10^7$ Вт/см² - для зварювання і наплавлення, $P \geq 10^8$ Вт/см² - для різання і прошивки отворів (рис. 1). При потужності $P \geq 10^9$ Вт/см² ККД різко знижується внаслідок взаємодії випромінювання з продуктами випаровування матеріалу із зони обробки. Швидкість нагріву металу становить $\geq 10^3 - 10^8$ °C/с і вище.

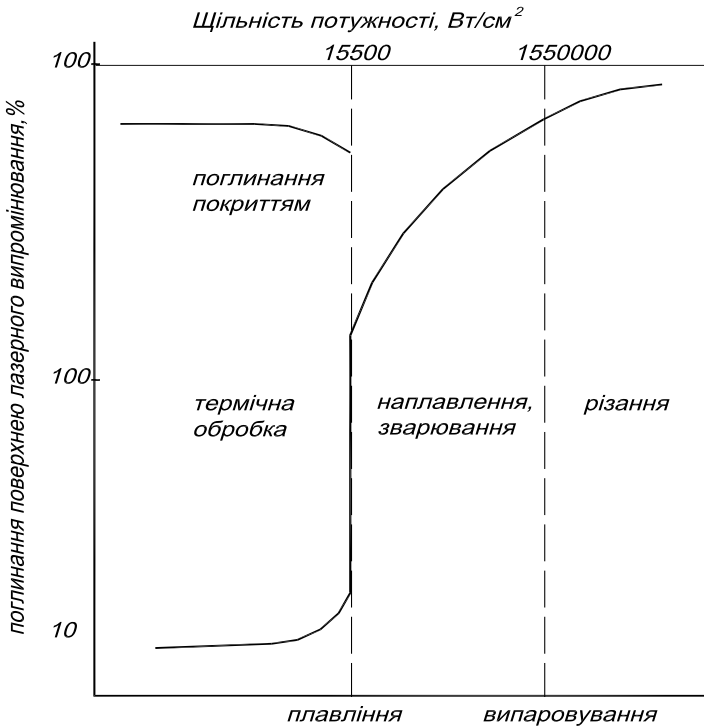


Рис. 1 Сфера застосування лазерної технології в залежності від щільності потужності потоку

Лазери бувають твердотільні і газові - CO₂. Твердотільні частіше всього застосовують на допоміжних операціях, а також при обробці малогабаритних деталей. Як активне середовище в них використовують тверді тіла: рубін, спеціальне скло алюмо-

натрієвий гранат і ін. Установки прості в експлуатації і надійні, але їх ККД не перевищує 3%.

У газових (CO_2) лазерів безперервної дії вище ККД (5-10%), а також потужність випромінювання, їх енергетичні параметри здатні змінюватись в широких межах. Такі лазери найбільш перспективні для експлуатації в машинобудуванні. Принципова схема газового лазера показано на рис. 2.

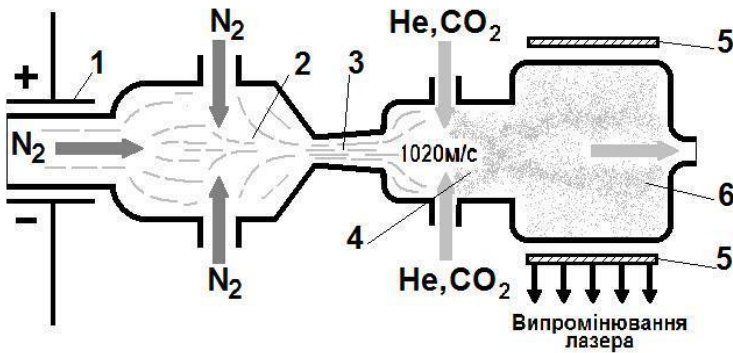


Рис. 2 Схема електроаеродинамічного лазера: 1- електроди; 2- буферна камера; 3-сопло; 4- лазерна камера; 5.- дзеркала резонатора; 6.- область генерації.

Порівняння показують, що можливості концентрації міцності та щільності лазерного випромінювання в просторі і часі – є найбільш сприятливими для локальної поверхневої обробки матеріалів.

7.2 Характеристики процесів, що вивчаються. *Матеріали, вживані для відновлення деталей лазерним променем.* Лазерна технологія передбачає відновлення зношених ділянок з нанесенням покриттів за один прохід на глибину до 1-3мм. Зазвичай, для наплавлення використовують порошки з чистих металів та двох - або багатокомпонентні суміші (порошки хрому, бору, нікелю та ін.). Порошок сплавляється з основним металом, а швидке твердіння дозволяє отримати однорідну структуру поверхневого шару. Розрізняють дві технології нанесення матеріалу при лазерному наплавленні: 1- заздалегідь наносять на поверхню у вигляді обмазки,

фольги чи іншим методом або; 2- подають за допомогою дозатора в робочу зону лазерного випромінювання.

Традиційно більш досліджений та впроваджений метод з нанесенням матеріалу на поверхню деталі у вигляді обмазки, фольги. Як зв'язуюче середовище використовують клейовий склад (водний розчин етилцелюлози (ОЕЦ) або карбоксиметилцелюлози (КМЦ) з розрахунку 0,8-20,0 г/л при температурі 75°C).. Схема обробки поверхні приведена на рис. 3.

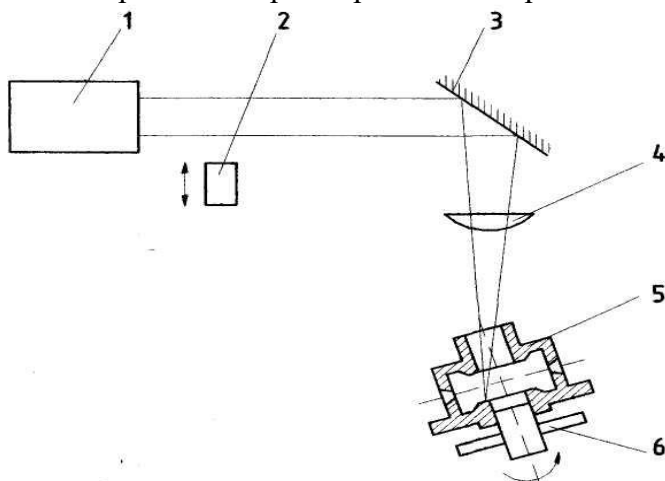


Рис. 3 Схема обробки циліндричних поверхонь: 1 - лазер; 2 - вимірник потужності; 3 - дзеркала; 4 - фокусуюча лінза; 5 - деталь; 6 - пристосування.

Порошки для нанесення покриттів можна подавати за допомогою дозатора. При цьому витрата їх зростає в 5-6 разів і погіршуються фізико-механічні властивості покриття.

В додатку А наведені склади порошкових композицій, що вживаються залежно від вимог, які пред'являються до деталей.

При нанесенні покриттів необхідно враховувати гранулометричний склад. Оптимальною є наступна суміш: 10% частинок розміром 40-100мкм, 80% - частинок розміром 100-280мкм і 10% - більше 280мкм. У зв'язку з тим що суміш для обмазкиносять тільки на відновлювану поверхню, витрата порошку зводиться до мінімуму. Зона термічного впливу при лазерному на-

плавленні залежить від маси деталі і не перевищує 0,4мм. Запобігти закалюванню поверхневого шару при лазерній обробці практично неможливо.

Якість покриття визначається також швидкістю переміщення лазерного променя, його товщиною і перекриттям оброблюваних зон за один прохід.

При відновленні деталей твердість шару у ряді випадків не нижче 60-63 HRC, а міцність зчеплення з основним металом - 250МПа. Зносостійкість виробів зростає в 2-4 рази у порівнянні з традиційними методами відновлення. Поверхня, після нанесення покриття, за рахунок поверхневого натягнення, формується рівна чиста і легко обробляється абразивним інструментом.

Окрім розглянутих порошкових композицій, використовують покриття порошками титану (для деталей з конструкційних сталей) марок: НТК (великозерниста), ПТС (середньозерниста), ПТМ (дрібнозерниста), ПТОМ (дуже дрібнозерниста). Ці порошки містять 98,9-99,0% Ti.

Порошки хрому (ПХ1С, ПХ2С, ПХ1М, ПХ2М) містять 99,5% С і використовуються для термодифузійного хромування.

При виборі складу і типу покриття слід враховувати умови експлуатації деталей, вимоги за якістю, що пред'являються до них, а також матеріал відновлюваної деталі.

Лазерне технологічне устаткування ефективно для нанесення покриттів площею не більше 50-100мм² з товщиною шару 0,8-1,2мм, а також термозміцнення відповідальних ділянок плоских поверхонь циліндричних і складнопрофільних з радіусом кривизни не більше 25мм.

Обробка лазерним променем може бути застосована як при відновленні деталей, так і для нанесення захисних покриттів (корозійно - і зносостійких). Це дозволяє замінювати деталі із спеціальних легованих сталей на вуглецеві з покриттями.

При нанесенні покриття деталь піддають обезжиренню і очищенню від масла, бруду, частинок металу і ін., миють розчином кальцинованої соди (10-15 г/л) при температурі 80°С протягом 10-15хв. Потім обмивають гарячою водою.

Після повного висихання нанесеного порошкового матері-

алу, деталь поволі оплавляють, обертаючи з частотою $1,0-10,0 \text{ хв}^{-1}$ на кіловат потужності випромінювання. Пучок подається в зону обробки, на край ділянки. При цьому утворюється перший валик. Далі включають переміщення оптичної системи, пучок зміщується впоперек оброблюваній поверхні з швидкістю, залежною від потужності випромінювання, ширини пучка і швидкості обробки.

При виході пучка на протилежний край нанесеного покриття подача вимикається і формується заключний вал. Потім деталь шліфують, полірують, промивають і піддають контролю.

В останній час для підвищення технологічності процесу можна використовувати світловоди при транспортуванні лазерного променя.

7.3 Характеристика засобів та обладнання. На кафедрі "Ремонт машин" ХНТУСГ змонтовано і запущено лазерний комплекс (рис. 4), що включає:

- лазерну CO_2 установку "Комета - 2";
- технологічний комплекс ЛТК-3 "Клімат";
- вимірювач потужності лазерного випромінювання РСІ – 105 – 5БПП.

Для нанесення відновлювальних покриттів і регулювання параметрів обробки був виготовлений спеціальний обертач для нанесення покриттів деталей типу тіл обертання. Одночасно установка була дообладнана столиком із спеціальним кріпленням для обробки плоских деталей.

Обертач автоматизований і оснащений дозатором для регламентованої подачі порошків в зону падіння променя. Для вимірювань температурних параметрів обробки на шляху транспортування лазерного променя (до розташування дзеркал) встановлений блок регулювання напруг, спеціально виготовлений для даного лазерного комплексу. Для опису температурних полів в процесі обробки може бути використаний спеціальний прилад - тепловізор.



Рис. 4 Загальний вигляд лазерно-технологічного модуля

Лазерна установка «Комета-2» має наступну технічну характеристику:

- довжина хвилі випромінювання - 9,2-10,8 мкм;
- діаметр лазерного променя не більш:
 - в багатомодовому режимі - 45мм;
 - в одномодовому - 20мм;
- потужність випромінювання в багатомодовому режимі - до 1 кВт;
- параметри живлячої електромережі:
 - частота - 50Гц;
 - напруга- 380/220 В \pm 5 %;
 - споживана потужність - не більше 25 кВт;
- параметри систем живлення:
 - витрата води, не менше - 12 л/хв;
 - споживані гази і їх витрата, не більш:
 - двоокис вуглецю (CO₂) - 0,3 л-атм./хв;
 - азот (N₂) - 3,0 л-атм./хв;
 - гелій газоподібний (He) - 2,0 л-атм./хв..

Установка складається з лазерного модуля і двох шаф для розміщення чотирьох газових балонів, з яких три призначені для живлення випромінювача азотом, гелієм і вуглекислим газом,

один - запасний з азотом або газом для технологічної мети.

Лазерний модуль складається з випромінювача і джерела живлення. В корпусі джерела живлення розташовані елементи газовакуумної системи, система електроживлення випромінювача, водяного охолодження, блок спостереження і блок управління.

Випромінювач працює на суміші вуглекислого газу, азоту і гелію при тиску 30Па з безперервним прокачуванням газової суміші по замкнутому контуру. Охолодження здійснюється проточною водою.

Газовакуумна система забезпечує роботу випромінювача в будь-якому з режимів. Передбачена можливість швидкого і повільного відкачування. Газовакуумна система складається з трьох блоків регуляторів тиску, блоку заповнення газами лазерного випромінювача, вакуумного насоса, блоку відкачування, диференціального манометра і вакуумметра.

Гази від балонів через блоки регуляторів тиску поступають до блоку змішування газів, де регулюється склад робочої суміші. Далі газова суміш поступає до блоку напуску газів і далі у випромінювач. Відкачування випромінювача здійснюється вакуумним насосом. Електроконтактний пружинний вакуумметр сполучений з випромінювачем постійно і призначений для спостереження за його тиском.

Технологічний модуль включає необхідне оснащення, є універсальним як для зміцнення, так і для наплавлення. Відмінність в технології полягає в попередній підготовці деталей, а також в технологічних режимах обробки.

Система водяного охолодження складається з водорозподільного і силового колекторів, сполучених гнучкими трубопроводами з випромінювачем. Охолодження компресора, теплообмінників і дзеркал випромінювання здійснюється по двох паралельних гілках.

Електрична схема установки складається з наступних ланцюгів:

- включення;
- живлення розрядних труб випромінювача;
- управління випромінювача;
- контролю водяного охолодження;

- контролю тиску у випромінювачі;
- живлення і включення вакуумного насоса і напуску газу;
- мережної сигналізації;
- контролю струму випромінювача.

7.5 Методика розрахунку параметрів обробки. *Вплив параметрів обробки лазерним променем на якість відновленої поверхні деталі.* При термічній обробці з використанням лазерного нагріву спочатку все тепло локалізується поблизу зони зміцнення. Максимальна глибина гарту досягається у випадку, коли температура на поверхні металу досягає температури плавлення - $T_{пл}$. При цьому інтенсивність теплового джерела q_{nl}^{ef} повинна складати:

$$q_{nl}^{ef} = T_{nl} \cdot \lambda \sqrt{\frac{\pi}{4at}} \quad (1)$$

де λ - коефіцієнт теплопровідності металу деталі;
 a - коефіцієнт температуропровідності;
 t - час дії джерела.

Глибину гарту z_{zak} можна оцінити, виходячи з залежності 2:

$$z_{zak} = \sqrt{\frac{4at}{\pi}} \cdot \frac{T_{nl} - T_{zak}}{T_{nl}} \quad (2)$$

де T_{zak} - температура гарту металу деталі.

З рівняння виходить, що глибина загартованої зони визначається часом дії джерела тепла і конкретними параметрами матеріалів деталі, що відновлюється. У разі, коли глибина зміцненого шару за технічними вимогами на ремонт деталі відома, то для її забезпечення необхідно визначити час дії t_{zag} джерела тепла:

$$t_{zag} = \frac{\pi z_{zak}^2}{4a} \left(\frac{T_{nl}}{T_{nl} - T_{zak}} \right)^2 \quad (3)$$

Враховуючи залежності (1) і (3), можна оцінити необхідну інтенсивність теплового джерела:

$$q_{nl}^{ef} = \frac{\lambda(T_{nl} - T_{zak})}{z_{zak}} \quad (4)$$

Для гарту на глибину z_{zak} необхідний радіус лазерного пучка $r_{лаз}$ для зміцнення деталі повинен складати:

$$r_{лаз} = \sqrt{\gamma A P_0 \frac{z_{zak}}{(T_{nl} - T_{zak})}} \quad (5)$$

де γ - поправочний коефіцієнт;

A - коефіцієнт поглинання лазерного випромінювання поверхнею деталі;

P_0 - повна потужність лазерного пучка.

Необхідну швидкість переміщення пучка V_{zak} відносно деталі визначають з формул (3) і (5):

$$V_{zak} = \frac{2r_{лаз}}{t_{zak}} \frac{8a(T_{nl} - T_{zak})}{\pi \cdot T_{nl}^2 \cdot z_{zak}^{3/2}} \cdot \sqrt[3]{\frac{\gamma A P_0}{\pi \lambda}} \quad (6)$$

Для визначення ширини загартованої зони використовують залежність:

$$l_{лаз} = 2r_{лаз} \sqrt{1 - \left(\frac{T_{zak}}{T_{max}}\right)^4} \quad (7)$$

де T_{max} - температура поверхні, яка знаходиться в межах від T_{zak} до T_{nl} .

В середньому для чавунів максимальне значення $l_{zak}^{max} \approx 1,6r_{лаз}$, а для сталей $l_{zak}^{max} \approx 1,8r_{лаз}$.

На процес охолодження зміцнених зон істотний вплив надають розміри і маса деталі, оскільки область розповсюдження тепла $(a \cdot t_{охл})^{1/2}$ перевищує розмір джерела тепла і може захопити весь об'єм деталі. Кінцеву температуру T_0 (температура деталі після обробки) деталі визначають з залежності 8:

$$T_0 = \frac{AP_0 t_0}{c \cdot M} \quad (8)$$

де AP_0 - поглинена потужність лазерного випромінювання;

t_0 - повний час лазерної термообробки;

c - питома теплоємність матеріалу;

M - маса деталі.

Зі зменшенням маси M знижуватиметься інтенсивність лазерного гарту, тобто глибина шару. У разі, коли кінцева температура деталі T_0 перевищуватиме температуру початку мартенситного перетворення T_M , то гарт на мартенсит не може бути досягнутий. В цьому випадку потрібне додаткове примусове охолодження в різних середовищах.

Ступінь зміцнення поверхні лазерним променем суттєво залежить від вмісту вуглецю і легуючих добавок у деталях, що відновлюються. Із збільшенням концентрації вуглецю твердість і глибина загартованої зони зростають. Підвищення концентрації аустенітоутворюючих елементів (Ni, Mn, Cu) знижує твердість, а карбідоутворювальних підвищує її.

Зміцнення сталевих деталей із змістом вуглецю від 0,006 до 0,78 % дозволяє забезпечити глибину загартованого шару без оплавлення поверхні до 0,5-0,6мм. При цьому ударна в'язкість для маловуглецевих сталей зменшується на 15% а високо- і середньовуглецевих - на 70-80%.

Зміцнення чавунних деталей істотним чином залежить від форми виділення і розподілу графітних включень. Кращі результати досягаються при гарті чавунів з кулястими і компактними включеннями графіту. Вони менш схильні до тріщиноутворення при лазерному закалюванні. Максимальна глибина зміцненого шару досягає 1мм.

7.6. Сучасні тенденції розвитку. Устаткування (технологічні лазери), застосовувані для поверхневої обробки. Використовування лазерних установок дозволяє забезпечити як нарощування металу, так і заварку дефектів глибиною до 0,5мм, а також термічну і хіміко-термічну обробку.

Найперспективнішими для машинобудування є CO₂ лазери безперервної дії. Їх проводять крупні зарубіжні фірми: «Спектру Фізиці», «Апполохо», «Контрол Лейзер» (США), БІК, «Ферронті», «Калхем лаборэтори» (Англія), «Рафін Синор» «Мессер грисхойэм» (Німеччина), АЛЛ, «Тошиба», «Паносонію», «Ніппон Електрик» (Японія) (див. таблицю 1).

Таблиця 1 Характеристика CO₂ лазерного обладнання

Найменування показників	Назва лазерного обладнання				
	OLIMP-200 (Німеччина)	OLIMP-500 (Німеччина)	OLIMP-2500 (Німеччина)	ТЛ-5М (Росія)	ТЛ-20 (Росія)
Потужність (середня), кВт	0,2	0,5	0,5	5,0±3 %	20,0±3 %
Частота імпульсів, Гц	100-25000	100-25000	100-25000	*	*
Потужність в імпульсі, кВт	0,5	1,2	1,2	*	*
Потужність, що потребує обладнання, кВт	*	*	*	до 100	до 300
Витрати води на охолодження, л/год	*	*	*	6000	12000
Призначення: різання металу, мм різання алюмінію, мм	2,5	3	20-25 12	до 20 20	до 20 20

* - відсутні дані.

Лазерні установки «Котунь» і «Кардамон» - перші могутні вітчизняні CO₂ лазери промислового зразку.

Обов'язковими компонентами таких технологічних установок є: лазер, який повинен забезпечити стабільну потужність (+5%) при густині випромінювання 10¹⁰ Вт/см², джерело живлення, щит управління, технологічний пост геометричний кожух, що захищає персонал від первинного і вторинного випромінювання, а також від шкідливих продуктів.

Передбачено також відсмоктування виникаючих шкідливих виділень. Кабіна технологічного поста оснащена виносним пультом управління технологічним процесом. Для спостереження за процесом часто використовується установка промислового телебачення.

8 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Підготувати деталь до відновлювання(очистити і провести дефектацію).

Розрахувати параметри обробки з урахуванням вимог на капітальний ремонт і результатів дефектації відновлюваної деталі.

Підібрати наплавлювальний порошок з урахуванням його зернистості, методу нанесення (покриття, з використанням дозатора), забезпечуючи збільшення поглинаючої здатності при термічній обробці.

Нанести покриття.

Перевірити заземлення вузлів лазерного комплексу.

Перевірити технічний стан установки.

Встановити деталь.

Відкрити вентилі на водорозподільному колекторі.

Зняти захисний ковпачок з вихідного дзеркала.

Включити установку в мережу автоматичним вимикачем.

Повинні засвітитися лампи табло 1, 2, 3 (рис. 5).

Включити електричні ланцюги натисненням кнопки-табло 20. Повинні засвітитися лампи на табло 20, 22, 7. Відкачати газу вакуумну систему.

Відкрити вентилі балонів з газом і встановити тиск за редукторами - 0,15-0,20 МПа.

Підготувати включення компресора. Натиснути кнопку 9 і залишити її у фіксованому натисненому положенні.

Включити вакуумний насос і клапан швидкого відкачування натисненням кнопок-табло 13 і 11 (в них повинні засвітитися лампочки).

Через дві хвилини після автоматичного включення компресора включити випромінювач натисненням кнопки-табло 10 (в ній теж повинна засвітитися лампочка).

Натисненням кнопки 23 підняти напругу на випромінювачі до виникнення струму з розрядом 0,5-0,6 А по амперметру (рис. 6). При цьому повинні засвітитися вісім ламп, приблизно з однаковою інтенсивністю. У разі відсутності розряду натисненням кнопки 21 (див. рис. 5) зменшити напругу до нуля. Повинно засвітитися табло 22.

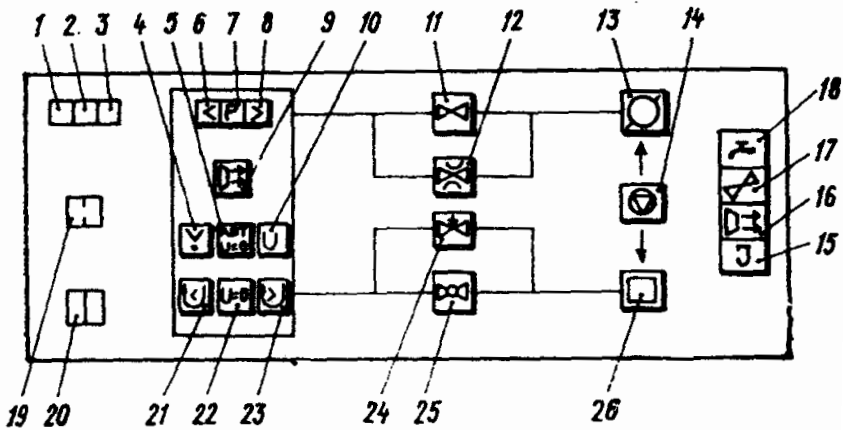


Рис. 5 Панель управління

1, 2, 3 - табло «Трифазна сіть включена»; 4 - кнопка виключення випромінювача; 5 - кнопка включення системи; 6 - табло «Тиск у випромінювачі менше робочого»; 7 - табло «Тиск у випромінювачі в межах робочого»; 8 - табло «Тиск у випромінювачі більше робочого»; 9 - кнопка-табло підготовка автоматичного включення компресора; 10 - кнопка-табло включення випромінювача; 11 - кнопка-табло включення клапана швидкого відкачування; 12 - кнопка-табло включення клапана повільного відкачування; 13 - кнопка-табло включення вакуумного насоса; 14 - кнопка-табло включення насоса; 15 - табло «Випромінювач вимкнувся через перевищення допустимого значення струму»; 16 - табло «Випромінювач вимкнувся через перевищення значення струму»; 17 - табло «Випромінювач вимкнувся через несправності вентилятора»; 18 - табло «Недостатня витрата води»; 19 - кнопка вимикання електричних ланцюгів; 20 - кнопка-табло включення електричних ланцюгів; 21 - кнопка зменшення напруги; 22 - табло «Напруга на виході регулятора рівняється нулю»; 23 - кнопка збільшення напруги; 24 - кнопка-табло включення клапана напуску газів; 25 - кнопка-табло включення напуску газів; 26 - кнопка виключення клапанів напуску газів.

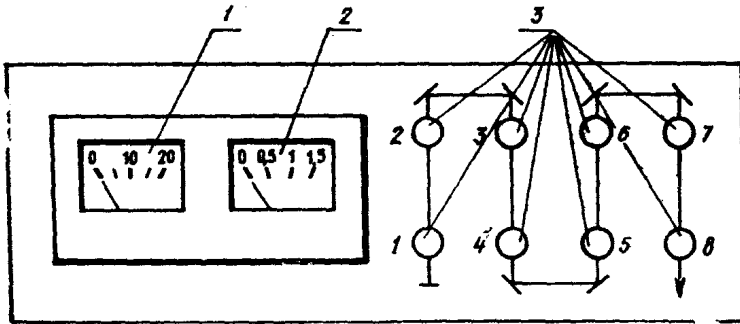


Рис. 6 Панель спостереження

1- індикатор напруги; 2 - амперметр струму розряду випромінювача; 3 - лампи індикації інтенсивності розряду в трубках випромінювача

Натисненням кнопки-табло 25 відкрити клапан напуску газової суміші. При цьому відразу повинна засвітитися кнопка-табло 25, а через деякий час - табло 7. Періодичним натисненням кнопки 23 підтримувати струм розряду 0,6- 0,8 А до стабілізації режиму.

Перевести установку з режиму швидкого відкачування на режим, передбачений технологією.

Натисненням кнопки 23 підняти напругу до отримання заданої величини струму (по амперметру 2, Рис. 6) або потужності випромінювання (по мілівольтметру).

Приступити до виконання робочих операцій на технологічному модулі за вибраною технологією.

При виключенні і повторному включенні випромінювача слід користуватися кнопками 4 і 10.

Після закінчення роботи вимкнути випромінювач і установку послідовним натисненням кнопок 5, 4 і 19; після того, як засвітиться табло 22, відключити живлення автоматичним вимикачем. Потім закрити вентиль системи водяного охолодження і вентиля газів балонів. Вхідне вікно випромінювача закрити захисним ковпачком. При появі вібрації і незвичайних звуків негайно вимкнути випромінювач і установку.

Оцінити якість відновленого шару (структуру, твердість,

мікротвердість, суцільність і однорідність). Результати занести у таблицю 2.

Таблиця 2 Параметри лазерної обробки

Гартуючий матеріал, вигляд обробки	Товщина відновлюваного шару або глибина зміцненого, мм	Параметри обробки						Якість поверхні
		$q_{пл}^{эф}$	T_0	$t_{за к}$	$r_{ла з}$	$Y_{за к}$	$l_{ла з}$	

9 КОРОТКІ ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

- 9.1 Не допускати, щоб випромінювання виходило за межі невеликої області.
- 9.2 Обмежити доступ до лазерів і променепроводів.
- 9.3 Встановити застережливі світлові табло.
- 9.4 Користуватися світлозахисними окулярами.
- 9.5 З усіх сторін лазерного модуля розмістити гумові килимки.
- 9.6 При обробці використовувати захисний екран.

10 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Мета роботи.
2. Завдання.
3. Відповіді на питання самостійної підготовки.
4. Опис сутності процесу зміцнення і відновлення деталей лазерним променем, що виконується в лабораторії.
5. Обґрунтування вибору матеріалу для відновлення деталі лазерним наплавленням.
6. Розрахунок параметрів обробки.
7. Таблиця з результатами розрахунків та оцінки якості зміцнених і відновлених поверхонь.
8. Відповіді на контрольні питання
9. Висновки.

11 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

- 11.1 Яка різниця в термічному зміцненні і відновленні деталей при використуванні лазерного променя і традиційних методів?
- 11.2 Які параметри обробки визначають якість відновленого шару?

11.3 За рахунок чого при лазерній обробці забезпечується висока твердість відновленого шару?

11.4 Як визначити продуктивність процесу і оцінити норму часу на обробку деталі?

11.5 Які вимоги пред'являються до наплавлювальних матеріалів для відновлення деталей?

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 Порошки, що застосовуються при лазерному наплавленні

Марка порошку	Склад порошкового матеріалу									Примітка
	Fe	Ni	Cr	Mo	Ti	B	Mn	C	Si	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Для деталей з конструкційних марок сталей										
ПХ18Н15	основа	12-16	16-20	-	-	-	-	-	-	Матеріали легко забезпечують заданий склад
ПХ17Н2	основа	1,5-2,5	15-19	-	-	-	-	-	-	
ПХ18Н9Г	основа	7-10	16-20	-	0,5-0,8	-	-	-	-	
ПХ30	основа	-	28-32	-	-	-	-	-	-	
ПХ22Н18	основа	16-20	21-25	-	-	-	-	-	-	
ПХ20Н80	-	основа	19-22	-	-	-	-	-	-	
ПХ40Н60	-	основа	38-42	-	-	-	-	-	-	
Пх13М2	основа	-	11,5-14,4	1,5-2,5	-	-	-	-	-	
Для деталей, працюючих в тяжких умовах на знос і в корозійному середовищі, при підвищених температурах (самофлюсуючі порошки)										
ПН80Х13С2Р	3,0	основа	12-14	-	-	1,2-1,8	-	0,2-0,4	2,0-2,8	Мають понижений вміст кисню та інших сумішей, забезпечують формування щільних беспористих шарів
ПН77Х15С3Р2	3,0	основа	14-16	-	-	1,8-2,3	-	0,35-0,60	2,8-3,5	
ПН73Х16С3Р3	5,0	основа	15-17	-	-	2,3-3,0	-	0,6-0,9	2,7-3,7	
ПН70Х17С4Р4	5,0	основа	16-18	-	-	2,9-4,0	-	0,8-1,8	3,8-4,5	
ПН65Х25С3Р3	5,0	основа	23,5-25,5	-	-	2,0-3,5	0,05-0,35	0,9-1,5	2,1-3,3	
ПН68Х21С5Р	4,0-7,0	основа	20-22	-	-	1,0-1,3	-	0,35-0,50	4-5	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Для деталей з легуваних сталей, працюючих у корозійному середовищі										
ПР-180Х16Н8Ф8Т3Р	основа	8	16	-	3	1,5	-	1,8	-	Більш дешевші, ніж самофлюсуючі, можуть застосовуватися як замітники
ПР-0Х20Н8Ю6Т2Р2	основа	8	20	-	2	2,5	-	-	-	
ПР-100Г10Т11Р5	основа	-	-	-	11	5,0	10	1,0	-	
ПР-150Х126Д	основа	-	12,0	-	-	-	-	1,5	-	
ПР-290Х14Ф12Д	основа	-	14,5	-	-	-	-	2,9	-	
ПР-0Х18Н9Г	основа	9	18	-	0,7	-	-	-	-	
П-0Х19Н12С	основа	12	19	-	0,2	-	-	-	4,0	
ПР-250Н18Д7Х2С2Г	основа	4	30	-	-	7,0	1,0	2,5	2,5	
ПР-190Х19Ф6М6НГС	основа	1,3	19	6,0	-	-	1,0	1,9	0,7	
ГР-Х23Н28М3Д3Т	основа	28	23	-	1,0	3,0	-	-	-	
Для деталей працюючих в умовах високих температур, зносу та агресивних середовищах										
ПН70Ю30	0,2	основа	-	-	-	28-33	-	-	-	Для відновлення посадочних місць. Добре працюють в парі з чавуном. Застосовуються у якості підшару при нанесенні сплавів, оксидів, карбідів.
ПН85Ю15	0,2	основа	-	-	-	12-15	-	-	-	
ПН55Т45	0,2	основа	-	-	43-47	-	-	-	-	
ПН88Н12	0,2	10,0-12,5	-	-	основа	-	-	-	-	
ПТ65Ю35	0,5	-	-	-	основа	35,5-40,0	-	-	-	
ПР-Н70Ю30	2,0	основа	-	-	-	28-33	-	-	-	
ПР-Н85Ю15	1,0	основа	-	-	-	12-15	-	-	-	

РОБОТА № 14

ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИМ НАРОЩУВАННЯМ МЕТАЛІВ

1 МЕТА РОБОТИ

Ознайомитися з технологічним процесом електролітичного нарощування металів, обладнанням. Набути практичних навичок з використання технології електролітичного нарощування металів на поверхню деталей.

2 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ

- 2.1 Фізична суть електролітичного нарощування деталей.
- 2.2 Сфери застосування залізнення і хромування.
- 2.3 Якими параметрами характеризується процес електролізу.
- 2.4 Процеси електрохімічного осадження металів.
- 2.5 З яких основних операцій складається технологічний процес електролітичного нарощування металів.
- 2.6 Переваги і недоліки залізнення в порівнянні з хромуванням.

3 ЗАВДАННЯ

Розрахувати параметри процесу електролітичного нарощування конкретної деталі при різних значеннях щільності струму і площі поверхні, що покривається. Провести залізнення заданої деталі, виконавши всі операції технологічного процесу нарощування, оцінити якість покриття і оформити таблицю з результатами розрахунків параметрів процесу.

4 ЧАС ВИКОНАННЯ РОБОТИ

- Самостійна підготовка – 2 години;
Робота в лабораторії – 4 акад. години.

5 ЛІТЕРАТУРА

5.1 Основна

5.1.1 Ремонт машин та обладнання: Підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. Підручник: (Затверджено МОН України як підручник для студентів ВНЗ, які

навчаються за напрямом підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» від 21.06.10 №1/11 – 545) - К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с.

5.1.2 Гибкие автоматизированные гальванические линии: Справочник/ В.Л. Зубченко, В.И. Захаров, В.М. Рогов и др.; Под общ. Ред. В.Л. Зубченко. – М.: Машиностроение, 1989, - 672 с..

5.1.3 Практикум з ремонту машин. За ред. О.І.Сідашенка та О.В.Тіхонова. – Харків: ХНТУСГ ім.П.Василенка, 2007. – 415с.

5.1.4 Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій. / Сідашенко О.І. Тіхонов О.І., Лузан С.О. та інші. Навч. посібник – Харків: ХНТУСГ, 2017.– 361 с.

5.1.5 3 Гальваническое покрытие в машиностроении. Справочник. В 2-х томах. Под ред. М.А. Шлугера. – М.: Машиностроение, 1985 – Т.1. 1985 240 с.

5.2 Додаткова

5.2.1 Repair Technology of Machinery and Equipment. Lecture course. / Sidashenko O., Tikhonov O., Luzan S., and others. Textbook. – Kharkiv: KhNTUA, 2017. – 340 p.

5.2.2 Лобанов С.А. Практические советы гальванику. Л.: Машиностроение, 1983. 248 с..

5.2.3 Українсько-англійський словник термінів технологічних систем ремонтного виробництва / О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонов, Т.С.Скобло та ін. / Навчальний посібник (Рекомендовано Вченою радою Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, протокол №10 від 30 червня 2016 року як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації).- Харків: ХНТУСГ, 2016 - 412с.

5.2.4 Ремонт сільськогосподарської техніки. Довід. За ред. О.І.Сідашенка, О.А.Науменка.-К.:Урожай,1992. –404с.

6 ОСНАЩЕННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

Установка залізнення 0013-040 «Ремдеталь». Ванна для миття деталей гарячою водою. Ванна для миття деталей холодною водою. Ванна з віденським вапном. Підвісне пристосування

для завішування деталей. Аналітичні терези АДВ-200 з гирками. Мікрометр 0-25мм ГОСТ 4381. Секундомір (годинник) ГОСТ 5072. Щітки волосяні ГОСТ 1059. Ванна з бензином. Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166. Ключі гайкові ГОСТ 2839. Деталі (зразки), що підлягають нарощуванню.

7 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

7.1 Загальні положення. Електролітичне осадження заліза і хрому є одним з найбільш поширених процесів, які застосовуються при відновленні зношених поверхонь деталей.

Застосування гальванічних покриттів не пов'язане з термічними або механічними діями на відновлювані деталі, а процесом нанесення покриттів легко керувати. Це визначає переваги в порівнянні з такими традиційними способами компенсації зносу деталей як наплавлення, металізація, пластична деформація. За допомогою гальванічних покриттів при виготовленні і ремонті машин можуть бути вирішені наступні завдання:

- захисно-декоративні покриття (хромування) деталей тракторів і автомобілів;
- підвищення зносостійкості і терміну служби пресформ і штампів для виготовлення виробів з гуми і пластмас;
- підвищення зносостійкості поверхонь пар тертя деталей машин, (циліндрів двигунів, поршневих кілець, штоків гідроциліндрів, плунжерів і втулок паливних насосів);
- зміцнення робочих поверхонь деталей з маловуглецевої сталі;
- нарощування зношених поверхонь деталей при їх відновленні в процесі ремонту машин.

7.2 Характеристика електролітичних процесів. В основі електролітичного осадження металів лежить явище електролізу. Електролізом називаються хімічні процеси, що проходять на електродах при проходженні електричного струму через електроліт. Схема процесу електролізу наведена на рис. 1.

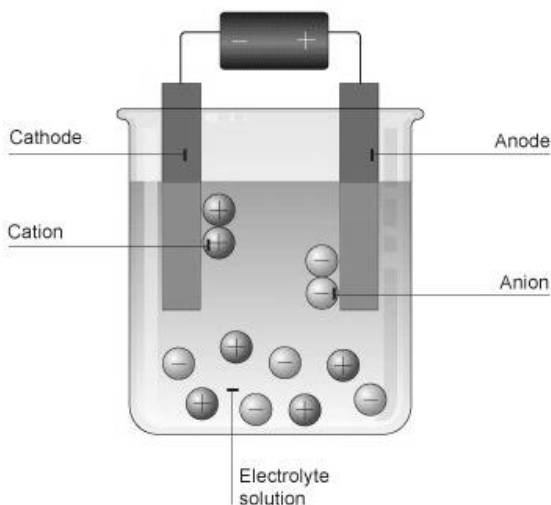


Рис. 1 Схе­ма простого електричного ланцюга при електролізі

Електролітами називають розчини солей, кислот і лугів, які проводять електричний струм. При розчиненні речовини у воді її молекули дисоціюють на позитивно і негативно заряджені іони, що знаходяться в хаотичному русі. При зануренні в електроліт електродів, підключених до джерела постійного струму, в електроліті виникає направлений рух іонів і в електричному ланцюзі починає йти струм. При цьому позитивно заряджені іони переміщуються до негативного електроду – катоду, а негативно заряджені іони рухаються до позитивного електроду – аноду.

Досягнувши поверхні електродів, іони втрачають свій заряд (розряджаються), перетворюючись на нейтральні атоми. На катоді осідають метали і водень; анод як правило частково розчиняється, при цьому іони металу переходять в розчин, а на аноді виділяється кисень. Кількісно процес електролізу відбувається за законами Фарадея:

- маса речовини, що виділилася на катоді прямо пропорційна струму і часу його проходження, тобто прямо пропорційна кількості електрики, яка пройшла через електроліт;

- при проходженні однієї і тієї ж кількості електрики через різні електроліти маса речовин, що виділилася або розчинилася, пропорційна їх хімічним еквівалентам.

Обидва закони Фарадея в загальному вигляді відображають формулою:

$$M_m = C \cdot I \cdot t, \quad (1)$$

де M_m – маса речовини, що виділилася на катоді (що розчинилася на аноді), г;

C – електрохімічний еквівалент речовини, г/А·год.;

I – сила струму, що проходить через електроліт, А;

t – тривалість електролізу, год.

Електрохімічний еквівалент показує, яка кількість речовини виділиться на катоді при пропусканні через електроліт однієї ампер-години електрики. Наприклад, для заліза $C_z = 1,042$ г/А·год. для хрому $C_x = 0.324$ г/А·год.

При електролізі одночасно з осадженням металу на катоді виділяється водень, а також протікають і інші побічні процеси, на що витрачається частина електричного струму. Тому дійсна маса нарощеного металу буде менше теоретичної, розрахованої за законом Фарадея. Відношення практично нарощеної на катоді кількості металу M_n до розрахункового M_m називається виходом металу по струму η_k , який виражають у відсотках:

$$\eta_k = (M_n / M_m) \cdot 100\% = (M_n / C \cdot I \cdot t) \cdot 100\% \quad (2)$$

Структура і властивості покриттів залежать від режиму електролізу, основними параметрами якого є:

- склад і концентрація електроліту, г/л;

- кислотність електроліту, виражена в г/л або в одиницях рН;

- температура електроліту, °С;

- катодна щільність струму, що дорівнює відношенню сили струму, що проходить через електроліт до площі S_k поверхні, яка нарощується:

$$D_k = I / S_k, \text{ А/дм}^2 \quad (3)$$

Відповідно до вибраного режиму електролізу і необхідної товщини покриття можна визначити тривалість процесу електролізу

$$t = 1000 \cdot \gamma \cdot h / D_k \cdot C \cdot \eta_k, \quad (4)$$

де t – час, необхідний для отримання покриття заданої товщини, год.;

γ – щільність нанесеного металу (для заліза $\gamma=7,8$ г/см³);

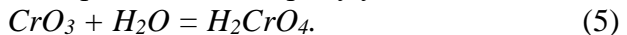
h - товщина покриття, мм.

Хромування. Суть цього процесу полягає в тому, що при пропусканні через водний розчин хромового ангідриду (CrO₃) постійного струму, на катоді осідає шар електролітичного хрому. Процесу електролітичного хромування властиві деякі особливості, а саме:

- застосування нерозчинних анодів;
- висока робоча щільність струму і порівняно висока напруга на клеммах ванни (5-12В); низький вихід по струму (8-30%);
- погана розсіююча здатність.

Електролітичний хром має колір від матово-молочого до сріблясто-блискучого. Щільність його – 6,9 г/см³, температура плавлення – 1800°С, коефіцієнт лінійного розширення $6,6 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹. Мікротвердість хромових покриттів, залежно від умов електролізу, може знаходитися в межах від 400 до 1200 МПа. Такі покриття мають низький коефіцієнт тертя, хімічну стійкість проти дії багатьох кислот і лугів, хоча в соляній і гарячій сірчаній кислоті хром легко розчиняється.

Електроліти для хромування. Головною складовою частиною хромових електролітів є хромова кислота, яка утворюється в результаті розчинення хромового ангідриду у воді:



Процес осадження хрому на катоді (деталі) протікає тільки у присутності сірчаної кислоти, при недостатній кількості якої утворюється неякісний осад, що складається з оксидів хрому. Універсальний електроліт для хромування містить 250 г/л хромового ангідриду (CrO₃) і 2,5 г/л сірчаної кислоти (H₂SO₄). При такому співвідношенні компонентів електроліту (100:1) забезпечується більший вихід хрому по струму, а також хороша рівномірність і висока якість покриття.

Залежно від наявності різних добавок до основних компонентів електроліту розрізняють, наприклад, тетрахроматний і саморегульований електроліти, а з урахуванням температурного режиму електроліти підрозділяються на холодні (при стабіліза-

ції температури біля $+20^{\circ}\text{C}$) і гарячі (при нагріванні електроліту до температури $+50^{\circ}\text{C}$ і вище).

Аноди для хромування. При хромуванні аноди повинні забезпечувати стабільну роботу ванни протягом тривалого часу і бути хімічно стійкими в хромовому електроліті.

Конструкція і форма анодів повинні сприяти рівномірному нанесенню покриття на поверхні деталей. Для стабільної роботи ванни хромування і отримання осаду високої якості необхідно дотримуватися певних вимог до співвідношення площ анодів і катодів, яке повинне бути не менше 3:1.

Найбільш прийнятним матеріалом для анодів є свинець, який слабо розчиняється в процесі електролізу і випадає у вигляді нерозчинного осаду – хромовокислового свинцю не забруднюючи електроліт. Для підвищення твердості і хімічної стійкості застосовують аноди не з чистого свинцю, а з додаванням 6 – 8% сурми.

Під час роботи на поверхні анодів утворюється тонка плівка перекису свинцю і хромовокислового свинцю, яка сприяє підвищенню опору в електричному ланцюзі, що може порушити стабільність процесу електролізу. Для нормального перебігу процесу електролізу аноди необхідно періодично очищати від вказаної плівки шляхом обробки їх в 10%-ном розчині їдкого натрію протягом 20 – 50 хв. з подальшою промивкою холодною водою.

Залізнєння. Суть процесу залізнєння полягає в тому, що при пропусканні через водний розчин хлористого заліза (FeCl_2) постійного струму на катоді осідає шар електролітичного заліза.

Залізнєння характеризується такими техніко-економічними показниками:

- витратні матеріали є дешевими і доступними;
- є можливість управління властивостями покриттів в широких межах (мікротвердість – в діапазоні 1600 – 7800 МПа);
- товщина твердого покриття досягає 0,8 – 2,0 мм;
- зносостійкість твердих покриттів близька до зносостійкості загартованої сталі ;
- якісне зчеплення з основним металом нарощуваних деталей;

- покриття добре хромуються, що дозволяє, при необхідності, підвищувати зносостійкість деталей комбінованим покриттям «залізо+хром».

Процес залізнення в порівнянні з хромуванням має ряд переваг:

- швидкість електролітичного нарощування заліза вище, ніж хрому, оскільки електрохімічний еквівалент заліза (1,042г/А·год) приблизно в три рази більший, ніж у хрому (0,324г/А·год);

- вихід заліза по струму (80 – 95%) в три рази більший, ніж у хрому;

- отримання покриттів до 2 мм з гарними металевими властивостями.

Електроліти для залізнення. По складу електроліти розподілені на три групи, що розрізняються видом солей заліза: хлористі, сірчаноокислі і змішані (сульфатно-хлористі).

Сірчаноокислі електроліти в порівнянні з хлористими мають меншу хімічну активність і здатність до окислення, проте поступаються хлористим електролітам по продуктивності і якості покриттів.

За температурним режимом електроліти розділяють на гарячі і холодні. Гарячі характеризуються високою температурою (60-90°C), що дозволяє проводити залізнення при великій щільності струму і високій продуктивності процесу. Холодні електроліти (електроліз ведеться без нагрівання) в більшості своїй допускають застосування малої щільності струму, а тому процес електролізу з їх застосуванням менш продуктивний. Використання асиметричного струму дає можливість одержувати з достатньою швидкістю міцно зчеплені з основним металом залізні покриття з холодного (20–25°C) хлористого електроліту.

Універсальний електроліт для залізнення містить 200 г/л хлористого заліза (Fe Cl_2) і 0,8–1,0 г/л соляної кислоти (HCl).

Аноди для залізнення. При електролітичному залізненні застосовують розчинні сталеві аноди з мінімальним вмістом вуглецю. Процес супроводжується інтенсивним розчиненням анодів, появою на їх поверхні шламу, який, знаходячись в суспен-

дованому стані в електроліті, переносяться на поверхню катоду. Тверді частинки шламу осідають на катоді і стають центрами кристалізації, внаслідок чого значно знижується якість осаду. Тому аноди з маловуглецевої сталі поміщають в чохлах з склотканини, які затримують шлам і тим самим запобігають забрудненню електроліту.

Перед завішуванням нових анодів у ванну їх знежирюють, промивають у воді і протравлюють в соляній кислоті. Після протравлювання їх знову промивають, зачищають до металевого блиску і занурюють в електроліт. Співвідношення між площами анодів і катодів повинне бути 2:1.

7.3 Сучасні тенденції розвитку процесів електролізу.

Останніми роками набули поширення різні технологічні прийоми, що дозволяють значно підвищити якість осадів і продуктивність процесу електролізу. Для ремонтного виробництва представляє інтерес процес осадження металів із застосуванням періодичних струмів (реверсивного, асиметричного, імпульсного). Суть способу полягає в тому, що струм, змінюючись по певному закону, періодично міняє свій напрям (рис. 2).

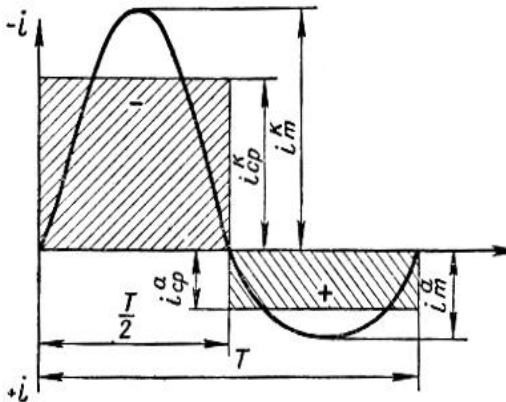


Рис. 2 Форма асиметричного струму, одержана накладанням змінного струму на постійний i_m^k, i_m^a - амплітудний струм, відповідно катодний і анодний; i_{cp}^k, i_{cp}^a - середній струм, відповідно катодний і анодний

Деталь поперемінно стає то катодом, то анодом, і на ній періодично відбувається то осадження металу, то його короткочасне розчинення. При розчиненні руйнується пасивна плівка на поверхні осаду, а електроліт біля деталі збагачується катіонами

металу, внаслідок чого поліпшуються властивості осаду і з'являється можливість підвищити продуктивність процесу за рахунок застосування високої катодної щільності струму. Схема установки для нанесення гальванічних покриттів на асиметричному струмі представлена на рис. 3.

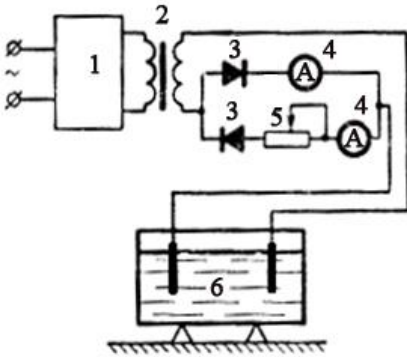


Рис. 3 Схема установки для нанесення гальванічних покриттів на асиметричному струмі

- 1 – регулятор однофазного струму;
- 2 – силовий трансформатор;
- 3 – вентильні елементи;
- 4 – амперметри;
- 5 – резистор;
- 6 – гальванічна ванна

7.4 Методика виконання роботи. Технологічний процес відновлення деталей за допомогою електролітичних покриттів складається з трьох частин: підготовки деталей, нанесення покриття і остаточної обробки.

До підготовчих операцій відносяться: механічна обробка (для надання деталі правильної геометричної форми), знежирення деталей, ізоляцію поверхонь, які не підлягають покриттю, монтаж підвіски, протравлювання та активація (декапіювання).

Остаточна обробка складається з миття деталей в холодній і гарячій воді, сушки при температурі 50–100°C протягом 5–10 хв., зневоднення - при потребі (проварювання деталей в маслі протягом 40–60 хв.) і механічної обробки (шліфування під нормальний або ремонтний розмір).

Лабораторна робота виконується на промисловій установці залізнення 013 – 040 «Ремдеталь». Схема панелі управління установкою показана на рис. 4. Перед початком роботи включають подачу проточної води для охолодження електронних блоків.

Напруга до установки подається після включення пускачів (у правому нижньому кутку схеми) і перемикача «ВЦУ», розташованого в середній частині панелі управління.

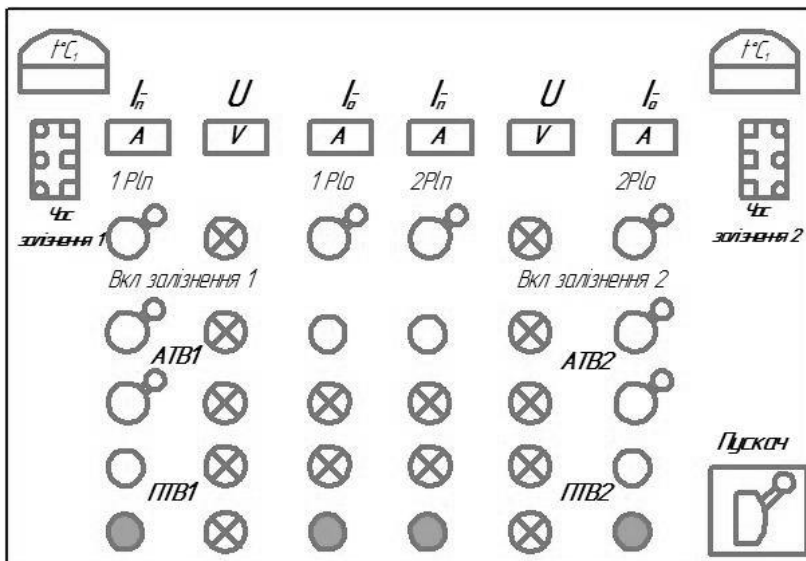


Рис. 4 Схема панелі управління установкою залізнення

Нагрів електроліту у ваннах установки починається після включення тумблерів «АТВ1» і «АТВ2». Температуру нагріву контролюють термометрами « $t^{\circ}C_1$ » і « $t^{\circ}C_2$ ».

Тривалість процесу залізнення виставляється на реле часу значень годин та хвилин ведення процесу, причому для ванн №1 і №2 установка часу проводиться окремо на двох реле – «час желез.1» і «час желез.2».

Перед початком залізнення потенціометри «РІп» і «РІо» регулювання прямої і зворотної складової струму обох ванн встановлюють в ліве крайнє положення. Кнопками «исп. защ.1» і «исп. защ.2» перевіряють роботу захисного відключення нагрівачів у разі пробою напруги на корпус.

Після виконання перелічених вище операцій підвісне при-

стосування з підготовленими до нарощування деталями поміщають у ванну. Відкривають повітряний кран для витіснення електроліту у верхню частину ванни до необхідного рівня.

Струм для процесу електролізу подається включенням кнопки «I», розташованої зліва від перемикача «ВЦУ». Потенціометрами «1РІп» і «2РІп» встановлюють величину прямої (катодної) складової струму, а потенціометрами «1РІо» і «2РІо» – зворотну складову струму.

Тривалість процесу контролює реле часу, яке відключає подачу струму на ванни після закінчення встановленого часу.

7.5 Сучасні тенденції розвитку гальванічних процесів.

В даний час технологія нанесення електролітичних покриттів розвивається в напрямку створення блочно-модульних конструкцій гальванічних ліній. Такі лінії пристосовані до оснащення обладнанням, яке автоматично підтримує на заданому рівні значення параметрів технологічних середовищ, температури, величину постійного та імпульсного струму, а також обладнанням, що забезпечує повернення промивальних вод для повторного використання.

Модульний принцип побудови гальванічної лінії дозволяє легко адаптувати її для одержання різноманітних видів покриттів. Принцип дії такої лінії полягає в періодичному переміщенні касети з деталями із ванни у ванну з послідовним виконанням технологічних операцій: хімічне знежирення, гаряча промивка, декапіювання, гальванічне осадження металу, уловлювання електроліту, струменева промивка, сушка.

Прогресивним заходом, щодо підвищення якості гальванічних покриттів, є застосування фільтрувальних установок, які призначені для фільтрації корозійно-агресивних розчинів при температурі до 90°C. Також слід відзначити застосування гальванотехнічних стрічок, що само приклеюються, для ізолювання підвісок, а також поверхонь деталей, які не підлягають осадженню покриття.

8 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

8.1 Ознайомитися з правилами техніки безпеки при виконанні лабораторної роботи.

8.2 Ознайомитися з оснащенням робочого місця.

8.3 Заміряти мікрометром розмір деталі, поверхня якої підлягає нарощуванню.

8.4 Залежно від потрібного виду покриття (гладке або пористе) і вживаного електроліту (гарячий або холодний) по рис. 5. вибрати катодну щільність струму D_k .



Рис. 5 Залежність якості покриттів при залізненні від щільності струму і температури електроліту

8.5 Визначити площу нарощуваної поверхні S (дм²), після чого розрахувати значення сили струму по залежності:

$$I = D_k S, \text{ А} \quad (6)$$

8.6 Відповідно до вибраного режиму електролізу і заданої товщини покриття розрахувати тривалість процесу залізнення по залежності (7)

$$t = 600 \cdot \gamma \cdot h / D_k C \eta, \text{ хв.} \quad (7)$$

приймаючи значення $\gamma = 7,8$ г/см³; $C = 1,042$ г/А·год; $\eta = 0,80 - 0,95$.

8.7 Підготувати деталі до нарощування: знежирити бензином, промити в гарячій воді, а потім в холодній, після чого провести ізоляцію місць, які не підлягають покриттю клеєм БФ –6. Поверхні що підлягають нарощуванню повторно знежирити віденським вапном, а потім промити проточною водою.

8.8 Завісити деталі на підвісне пристосування на анодну

штангу і провести протравлення в електроліті із складом 365 г/л сірчаної кислоти (30%-ний розчин) і 10–20 г/л сірчаноокислого заліза ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). При цьому катодами служать свинцеві пластини, площа яких в 4–5 разів більше площі поверхонь, що покриваються. Сталеві деталі обробити при анодній щільності струму 50–70 А/дм² протягом 2–3 хв. при температурі 18–25°C. Після анодного протравлювання необхідно деталі промити холодною, а потім гарячою водою і швидко перенести у ванну залізнення, в якій вони знаходяться без струму протягом 10–60с для вирівнювання температури електроліту і деталей.

8.9 Провести нарощування, заздалегідь визначивши параметри режиму електролізу за формулами 6 і 7 методичних вказівок. Процес залізнення починати при щільності струму, який дорівнює 10–25% від номінальної і продовжувати 0,5–1,0 хв., а потім протягом 5–10 хв. поступово довести до розрахункового значення.

8.10 Витягнути деталі з ванни, промити в гарячій воді ($t=70\text{--}90^\circ\text{C}$), зняти ізоляцію, провести контроль якості нарощеного шару, використовуючи дані табл. 1.

Таблиця 1 Дефекти залізнення, причини їх виникнення і способи усунення

Характер дефекту	Причини	Способи усунення
Горbeste покриття з нерівностями круглої форми	Надмірно висока щільність струму	Понизити щільність струму
Шорстке покриття з нерівностями голкової форми	Забруднення електроліту анодним шлаком	Зачистити аноди і помістити їх в чохли
Розриви і розгортання покриття	Неякісне знежирення. Неправильний режим анодної обробки	Підвищити якість знежирення і травлення
Лущення покриття	Неправильний режим анодної обробки	Те ж
Надмірне зростання дендритів на кромках деталей	Занадто велика площа анодів і неправильне їх розташування	Правильно вибрати площу анодів і розташування екранів

Результати розрахунків параметрів режимів електролітичного нарощування заліза, одержані при виконанні лабораторної роботи занести в табл. 2.

8.11 За допомогою мікрометра заміряти деталь після залізнення і визначити товщину нарощування використовуючи залежність:

$$h = (d - d_o) / 2, \quad (8)$$

де d – діаметр деталі після нарощування, мм;

d_o – діаметр зношеної деталі, мм.

8.12 Визначити фактичну швидкість залізнення за формулою:

$$V = 60 \cdot h / t. \quad (9)$$

Таблиця 2 Характеристики процесу електролізу

Характеристика деталі		Характеристика процесу		Дійсна товщина нарощеного шару h_2 , мм
Площа покритої поверхні S , дм^2	Розрахункова товщина покриття h , мм	Тривалість процесу t , хв.	Величина струму I , А	

Записати значення прийнятих параметрів процесу:

- катодна щільність струму – $D_K =$ - електрохімічний еквівалент – $C =$
 - вихід металу за струмом – $\eta =$ - щільність заліза – $\gamma =$

9 КОРОТКІ ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

9.1 Перед початком роботи включити витяжну вентиляцію.

9.2 При роботі з розчинами не допускати їх попадання на обличчя, руки, одяг.

9.3 У разі попадання розчину на шкіру, необхідно швидко промити уражену ділянку шкіри проточною водою з милом.

9.4 На робочому місці забороняється приймати їжу.

9.5 Після закінчення роботи відключити живлення установки, ретельно вимити руки.

10 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Мета роботи. 2. Завдання. 3. Відповіді на питання для самостійної підготовки. 4. Схема установки для нанесення гальванічних покриттів на асиметричному струмі і коротка характеристика процесу. 5. Ескіз деталі, вибір і розрахунки параметрів електролітичного нарощування залізненням. 6. Таблиця з результатами розрахунків. 7. Характеристика якості нарощеного шару і можливі причини виникнення дефектів. 8. Відповіді на контрольні питання. 9. Висновок.

11 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

11.1 Які параметри впливають на продуктивність процесу електролізу?

11.2 Від чого залежить робочий стан електроліту залізнення?

11.3 Як готують електролит для залізнення?

11.4 Які операції з підготовки аноду необхідні для нормальної роботи ванни залізнення?

11.5 Умови отримання високої міцності зчеплення нарощеного шару з поверхнею деталі.

11.6 Що таке анодне травлення? Сутність процесу.

РОБОТА №15

ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ І КЛЕЇВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ТА РЕМОНТІ ДЕТАЛЕЙ

1 МЕТА РОБОТИ

Закріпити знання з технології ремонту деталей машин полімерними матеріалами і набути практичних навиків із зарівнювання тріщин у корпусних деталях, приклеювання фрикційних накладок і використання анаеробних полімерів.

2 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ

2.1 Надати характеристику двох основних груп полімерних матеріалів.

2.2 Які існують основні синтетичні клеї та сфера їх застосування при ремонті машин?

2.3 Надати приклади видів та об'єктів нанесення тонкошарових полімерних покриттів які застосовують у ремонтному виробництві.

2.4 Навести основні компоненти епоксидної композиції та описати їх призначення.

2.5 Полімерні композиційні матеріали та фактори що приводять до покращення їх властивостей.

2.6 Що відноситься до інгредієнтів полімерних матеріалів.

3 ЗАВДАННЯ

У лабораторії ознайомитись із обладнанням, пристроями і матеріалами, що застосовують при відновленні деталей полімерами; виконати зароблювання тріщини головки блока епоксидною композицією і тріщини чавунної деталі клесзварювальним способом; приклеїти фрикційні накладки до ведучого диска муфти зчеплення.

4 ЧАС ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Самостійна підготовка – 2 година;

Робота в лабораторії – 4 акад. години.

5 ЛІТЕРАТУРА

5.1 Основна

5.1.1 Ремонт машин та обладнання: Підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; За ред. проф. О.І.Сідашенка, О.А.Науменка. Підручник: (Затверджено МОН України як підручник для студентів ВНЗ, які навчаються за напрямом підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» від 21.06.10 № 1/11 – 545) - К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с.

5.1.2 Практикум з ремонту машин: Навчальний посібник /О.І. Сідашенко, Т.С. Скобло, В.А.Войтов та ін.; За ред. О.І. Сідашенка, О.В. Тіхонова. – Харків.: ХНТУСГ, 2007. – 415с.

5.1.3 Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій. / Сідашенко О.І. Тіхонов О.І., Лузан С.О. та інші. Навч. посібник – Харків: ХНТУСГ, 2017.– 361 с.

5.1.4 Бакирова И.Н. Лабораторный практикум по полимерным материалам : учебное пособие / И.Н. Бакирова, А.М. Кочнев;– Казань : Изд-во КНИТУ, 2013. – 84 с.

5.1.5. Михайлин, Ю.А. Конструкционные полимерные композиционные материалы / Ю.А. Михайлин. – СПб.: НОТ, 2010. – 822 с..

5.1.6 Хозин, В.Г. Усиление эпоксидных полимеров / В.Г. Хозин. – Казань ПИК: Дом печати, 2004. – 446 с.

5.2 Додаткова

5.2.1. Технология ремонта машин. Учебник /Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский [и др.]. Под ред. Е.А. Пучина. – М.: КолосС, 2007. – 488с.

5.2.2 Поциус, А. Клеи и технологии склеивания: пер. с англ. / А. Поциус.– СПб.: Профессия, 2007. – 400 с.

5.2.3 Цвайфель Х. Добавки к полимерам. Справочник: пер. с англ. / Х. Цвайфель, Р.Д. Маер, М. Шиллер. – СПб.: Профессия, 2010. – 1142 с.

5.2.4 Крыжановский, В.К. Технические свойства полимерных материалов: уч.-справ. пос. / В.К. Крыжановский, В.В. Бурлов и др. – Изд: Профессия, 2003. – 240 с..

5.2.5 Repair Technology of Machinery and Equipment. Lecture course. / Sidashenko O., Tikhonov O., Luzan S., and others. Text-

book. – Kharkiv: KhNTUA, 2017. – 340 p.

6 ОСНАЩЕННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

Обладнання, пристрої та інструменти: зварювальна машина (у комплекті із джерелом струму і зварювальними кліщами) К264; сушильна шафа типу Ш-0,05; робочий стіл з мідним покриттям (власного виготовлення); дріль електричний И-38Б; плита електрична; затискний пристрій фрикційних накладок до ведених дисків зчеплення ПИМ-1468-17-470 і накладки ПИМ-1468-17-490; набір слюсарного інструменту; стальна щітка; дерев'яний шпатель; індикатор годинникового типу 0-10 ГОСТ 577 на універсальному штативі; ваги і набір гир; термометр 0-100 °С ОПТ-3353; щітка № 6; свердла діаметром 3 і 4 мм; шліфувальна шкурка на тканинній основі Е5МІА № 16; кінцева фреза діаметром 4 мм; емкість для епоксидної композиції.

Матеріали. Набір синтетичних матеріалів для ремонту сільськогосподарських машин ТУ 6-09-4090-80; епоксидна смола ЕД-16 ГОСТ 10587, дибутилфталат ГОСТ 872; поліетиленполіамін ТУ 6-02-1237-85; синтетичний клей ВС-10Т ГОСТ 22345 або ВС-350; ацетон технічний ГОСТ 2768; розчинник № 647; полісульфідний каучук (тіокол) НВК-2; вінілокс; склотканина ВТУ № М814-59; залізний порошок ГОСТ 9849; алюмінієва пудра ПАК-1 ГОСТ 5494; чавунний порошок; портландцемент Б В.2.7-88-99; крем для гоління або мильний порошок.

7 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

7.1 Загальні положення. Полімерні матеріали поділяються на термопластичні і термореактивні. Перші при нагріванні плавляться, а при охолодженні — твердіють. І хоч це не супроводжується реакціями і при повторному нагріванні вони повертаються у пластичний стан, їх фізико-механічні властивості погіршуються.

Термореактивні матеріали під дією тепла спочатку пом'якшуються і частково плавляться, а потім в результаті хімічних реакцій переходять у неплавкий (твердий і нерозчинний) стан

(процес незворотний).

У ремонтному виробництві полімерні матеріали в основному застосовують для зарівнювання тріщин, пробоїн, раковин, вм'ятин, усунення інших дефектів на поверхні деталі, приклеювання фрикційних накладок і склеювання деталей, відновлення зношеного шару деталей, фіксації циліндричних і різьбових з'єднань, відновлення нерухомих з'єднань підшипників кочення, герметизації та ущільнення з'єднань спряжених деталей, виготовлення полімерних ремонтних деталей.

Відновлення деталей за допомогою полімерних матеріалів передбачає: підготовку поверхні деталі для нанесення полімерного матеріалу (механічну, хімічну, теплову); виготовлення композицій на основі полімерних смол (хімічну і теплову обробку полімерних матеріалів); нанесення полімерного матеріалу на відновлювану поверхню; затвердіння (полімеризацію); механічну обробку відновленої деталі.

7.2 Приклеювання фрикційних матеріалів виконують за допомогою клеїв ВС-10Т і ВС-350, які являють собою розчин синтетичних фенолформальдегідних смол в органічних розчинниках. У темному закупореному посуді вони можуть зберігатися до 6 місяців.

7.3 Зарівнювання тріщин і пробоїн. Найпоширеніші композиції на основі епоксидних смол. Їх рецептурний склад вибирають залежно від матеріалу і деталі, що ремонтується. Пробоїни зароблюють внапусток або врівень (рис. 1).

Після введення в епоксидну композицію затвердника строк її придатності при кімнатній температурі не перевищує 30 хв. Затвердіння відбувається при температурі 20—100 °С: без тиску і при кімнатній температурі — 72 год., при температурі 40 °С — 48, при 60 °С — 24, при 100 °С — 3 год.

7.4 Зароблювання тріщин клеєзварювальним способом. розроблений спосіб спрямовано на зарівнювання тріщин у чавунних базисних деталях. Він полягає у використанні двох технологічних методів з'єднання деталей: контактного точкового зварювання і склеювання. Поверхню деталі зачищають механічним способом та знежирюють.

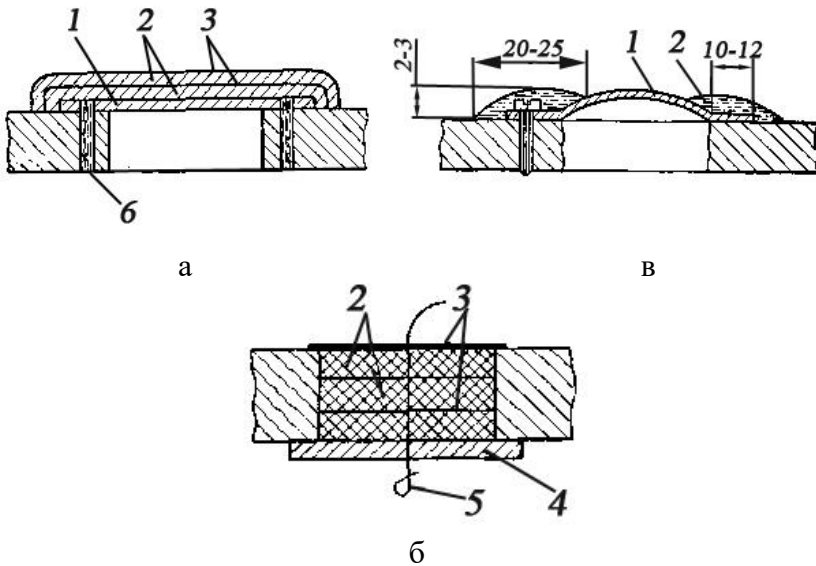


Рис. 1 Зароблювання пробоїн у деталях епоксидною композицією: а — внапусток; б — врівень (деталі тонкостінні); в — накладанням металевої накладки на гвинтах; 1 — металева накладка; 2 — епоксидна композиція; 3 — тканинна накладка; 4 — підтримуюча металева пластина; 5 — дріт; 6 — штифт.

Кінці тріщини засвердлюють для запобігання її подальшому поширенню. Виготовляють сталеву накладку із листової сталі. На підготовлену поверхню деталі наносять клейову композицію, поверхню сталевій накладці знежирюють і встановлюють на клейову основу, а потім приварюють контактним точковим способом, який забезпечує формування з'єднання з границею міцності на розтяг 169—178 МПа. Зварювальний шов роблять не суцільний, а точками, які містяться одна від одної на однаковій відстані (рис. 2). Нагрівання відновленої поверхні, яке супроводжує точкове зварювання, поліпшує полімеризацію композиції, яка завершується через 5—6 рік.

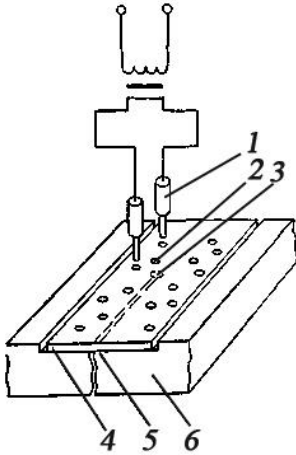


Рис. 2 Схеми зароблювання тріщин клеєзварювальним способом:

- 1 — зварювальні кліщі;
- 2 — зварювальна точка;
- 3 — тріщина; 4 — стальна накладка; 5 — клейовий прошарок; 6 — чавунна корпусна деталь

7.5 Анаеробні клеї - це однокомпонентні матеріали, які твердіють при кімнатній температурі за умови відсутності контакту з киснем. Рідкий компонент затвердіння залишається неактивним до тих пір, поки він знаходиться у контакті з атмосферним киснем. Якщо клей позбавлений доступу атмосферного кисню, наприклад, при з'єднанні деталей, відбувається швидко затвердіння - особливо при одночасному контакті з металом. Це затвердіння може бути представлене таким чином: при припиненні надходження атмосферного кисню формуються вільні радикали під дією іонів металу (Cu, Fe), ці вільні радикали сприяють початку процесу полімеризації (див. рис. 3).

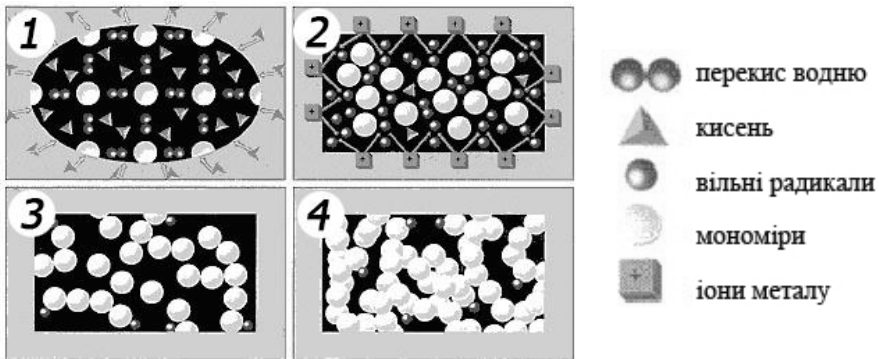


Рис. 3 Полімеризація клеїв при анаеробній реакції

Капілярний ефект дозволяє проникати анаеробним клеям навіть в дуже маленькі зазори. Затверділа склеювальна речовина "уклинюється" в шорсткі поверхні деталей. Процес полімеризації також стимулюється контактом клеїв з металевими поверхнями, виступаючими як каталізатор. Оскільки пасивні матеріали мають нульовий або мінімальний каталітичний ефект, то для прискорення і досягнення остаточної полімеризації потрібні активатори. У таких випадках на одну або обидві склеювані поверхні заздалегідь наноситься рідкий активатор, а потім - склеювальна речовина. Наперед змішувати компоненти неактивного клею і активатора не можна.

Анаеробні клеї володіють наступними властивостями: дуже висока міцність, хороша термостійкість (від -50°C до $+250^{\circ}\text{C}$), швидке затвердіння, легкість нанесення автоматичним дозатором, оскільки вони однокомпонентні, не потрібна фінішна обробка частин; допустима шорсткість поверхні 8 - 40 мкм (Ra), одночасний ефект герметизації і високої хімічності, хороша вібростійкість, хороша стійкість до динамічних навантажень при постійній дії кисню клей залишається в рідкому стані (1). При попаданні клеїв в зазор припиняється надходження кисню (2), пероксиди перетворюються у вільних радикали, вступаючи в реакцію з іонами металу. Вільні радикали стимулюють формування полімерних ланцюжків (3). Затверділий стан (4) є твердою структурою із зшитими полімерними ланцюжками.

Швидкість затвердіння анаеробних продуктів, головним чином, залежить від типу склеювання поверхонь, величини зазору між деталями

7.6 Анаеробні герметики Рідкі ущільнювачі, або анаеробні герметики використовуються для герметизації пор литва і зварних швів, ущільнення плоских роз'ємних з'єднань, фіксації гладких циліндричних з'єднань, а також контрення різьбових трубних з'єднань. Область застосування рідких ущільнювачів і фіксаторів у край широка: це і будівництво, і автомобільна промисловість, і ремонт різноманітного устаткування.

До групи фіксаторів і ущільнювачів відносяться анаеробні клеї, цианокрилатні клеї, силіконові герметики. Позитивні якос-

ті, якими володіють рідкі ущільнювачі і фіксатори, очевидні: це широкі можливості застосування, мінімальна витрата, стійкість до деформацій і повна герметизація. (Рис. 4). Технічні характеристики анаеробних клеїв наведені у додатку А.



Рис. 4 Схема застосування анаеробних герметиків для різьбових з'єднань

7.7 Анаеробні клеї для посадочних з'єднань (втулок, підшипників і ін.) Використовуються для фіксація ковзаючих з'єднань - підшипників, заглушок, шестерень, втулок і інших видів з'єднання металевих поверхонь(рис.5.).

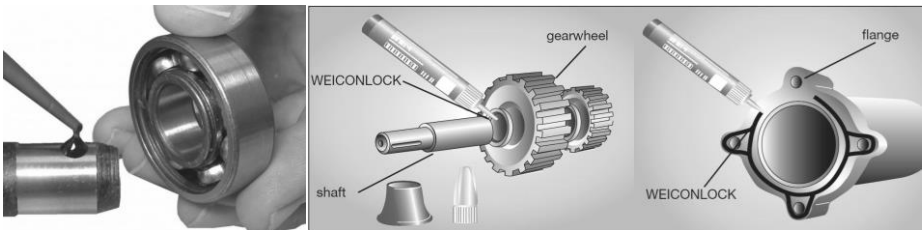


Рис. 5 Схема застосування анаеробних клеїв для посадочних місць

Посадка з натягом при з'єднанні деталей вимагає дорогої механічної обробки з жорсткими допусками, важкого пресового устаткування. При збиранні виникають напруга, деформація валів, втулок, підвищується відсоток браку. Використання анаеробних герметиків (таблиця 1) дозволяє перейти на посадку із зазором, відмовитися від накатки валів при одночасному збільшенні межі міцності на зрушення.

Таблиця 1 Технічні характеристики анаеробних клеїв для посадочних місць

Марка	УГ-7	УГ-8	УГ-9	АН-103	АН-111	АН-112	АН-6В
Максимальний зазор, мм	0,1	0,35	0,2	0,2	0,25	0,15	0,3
Температура, °С	-60....+150			- 60 ...120	-60+150	-60+175	-60+150

7.8 Анаеробні клеї для фланцевих з'єднань і трубних різьб. Звичайні засоби ущільнення (механічні, пристосування з металу, гуми і ін.), як правило, виготовляються із дефіцитних матеріалів, вимагають великих витрат праці і засобів. Вони часто виявляються технічно непридатними: руйнуються під дією вібрації і навантажень, розчиняються в агресивних рідинах, забруднюють робоче середовище. Анаеробні герметики в чистому (матеріалом ущільнювача є тільки анаеробний герметик) або комбінованому (при нанесенні складу на металеву прокладку) вигляді забезпечують ущільнення, що витримує тиск газів до 40, рідин до 60 МПа, трясіння, вібрацію (Рис.6, Таблиця 2.ДОДАТОК Б).



Рис. 6 Схема ущільнення трубних різьб і фланцевих з'єднань анаеробними клеями

Таблиця 2 Технічні характеристики анаеробних клеїв що використовуються для трубних різьб та фланцевих з'єднань

Марка	АН-501	АН-8	АН-8К	АН-17	АН-17М	АН-18
Максимальний зазор, мм	0,2	0,15	0,15	0,1	0,1	0,1
Температура, °С	-60....+150					

7.9 Акрилові клеї. Клеї призначені для склеювання і герметизації плоских і гладких циліндричних з'єднань. Акрилові клеї відрізняються великою швидкістю затвердіння і високою міцністю при відриві (таблиця 3, таблиця 4).

Таблиця 3 Технічні характеристики акрилових клеїв

Марка	АН-103	АН-111	АН-105АБ	АН-106АБ	АН-110АБ	Квант-401
Час схоплювання	15 - 20 хв. (10 - 20 сек з активатором)	5 - 10 хв.	2 - 3 хв.	2 - 3 хв.	15 - 90 с	10 - 20 с (УФ-опромінювання)
Міцність при відриві, МПа	30	30	35	35	30	5 (метал-з склом)
Температура експлуатації, °С	-60+120	-60+150	-60+150	-60+175	-60+150	-40+80

Таблиця 4 Цианакрілатні клеї швидкого затвердіння

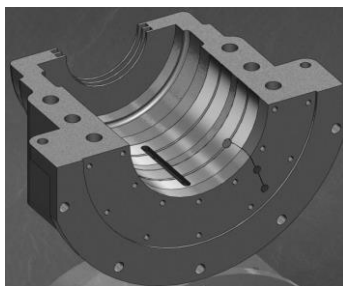
Марка	ТК-200	ТК-201	МИГ	КМ-200	ТК-300
Час схоплювання хв, не більш	1	1	1	1	1
Межа міцності при відриві, МПа	28	25	20	20	20
Температура експлуатації, °С	-60+125	-60 ...+125	-60+100	-60+100	-60+200

Застосовуються для склеювання різних матеріалів: металу, скла, багатошарового скла, кераміки, пластмаси.

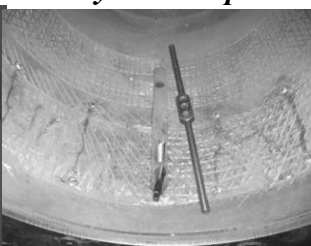
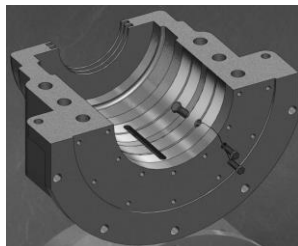
Клеї є в'язкі однорідні рідини, здатні тривалий час залишатися в початковому стані, а .присутності кисню повітря і швидко тверднуть у вузькому зазорі між склеюваними поверхнями з утворенням міцного клейового з'єднання.

7.10 Просочуючі сполуки для ліквідації течі в зварних швах, литві, прокаті, металокераміці Анаеробні герметики застосовують-

ся для усунення мікрodefektів (пор, тріщин) в місцях зварювання деталей, виготовлених з прокату, литва або пресуванням. Для цієї мети використовуються низьков'язкі герметики (в'язкість 10 - 20 МПа). За наявності дефектів більше 0,07 мм можливе комбіноване просочення. Вироби, заздалегідь просочені низьков'язким герметиком, ущільнюються додатково герметиком з в'язкістю до 200 МПа (Рис.7, таблиця 5).



до застосування герметику



після застосування герметику

Рис. 7 Застосування анаеробних герметиків для усунення дефектів тріщин

Таблиця 5 Технічні характеристики анаеробних герметиків які застосовуються для усунення мікрodefektів

Марка	АН-ПК80*	АН-1	АН-1У	ДН-1	АН-50У	АН-260
Максимальний зазор, мм	0,1	0,1	0,1	0,15	0,1	0,15
Температура, °С	-60...+150					-60...+200

Примітка: * Твердіє при 95 - 120 °С

7.11 Еластоміри Для відновлення гумової поверхні, а також усунення її дефектів використовують еластоміри. Найбільш зрозуміле пояснення слову "еластоміри" дає тлумачний словник: це полімери, що володіють при звичайних температурах високоеластичними властивостями, тобто, здібні до величезних оборотних деформацій розтягування. Типові еластоміри - каучук і гума. Ті ж еластоміри, про які ми говоримо, є двокомпонентними ("база" - "затверджувач") рідкими (90ф, 75ф) матеріалами і тиксотропними пастоподібними (90т, 75т) матеріалами на основі гуми хімічного затвердіння з каучуковими і волоконними наповнювачами. Завдяки своїй будові, еластомери дуже швидко повертаються в початковий стан - тобто, володіють великою еластичністю. Саме тому еластоміри широко використовуються, коли потрібне відновлення устаткування: обгумування, виготовлення (відливання) нестандартних форм ущільнень і прокладок, відновлення гумових валів і ланок, гумованих поверхонь циліндрів насосів і роторів.

Еластоміри відносяться до матеріалів багатоцільового призначення. Крім вже вказаних функцій: відновлення устаткування, ремонт устаткування, обгумування і т.д., полімери даної групи також можуть використовуватися як захисне покриття. Вони стійкі і до високих температур, і до хімічної дії: хімічна стійкість є однією з головних характеристик еластомерів. Крім цього, еластомери прості в застосуванні - головне, правильно підготувати поверхню, на яку наноситиметься еластомір. Рідкі еластомери наносяться кистю, пастоподібні - шпателем, причому, наносяться тільки на ретельно очищену і знежирену поверхню, на якій не повинно бути ніяких домішок. Після нанесення еластомери висихають приблизно за 20 хвилин

7.12 Сучасні тенденції щодо застосування полімерних матеріалів. У теперішній час окрім традиційних способів використання полімерних матеріалів їх застосовують при відновленні кульових з'єднань за технологією SJR (Додаток В), при виготовленні деталей з високими антифрикційними якостями (Додаток Г), якості плівкових клеїв (Додаток Д) та ремонті автостекол (Додаток Є).

8 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

8.1 Перший варіант завдання, приклеювання фрикційних накладок:

1. Видалити із диска муфти зношені фрикційні накладки (заклепки зрубати зубилом і видалити бородком з отворів диска).

Приклеєні накладки видалити або вирівняти проточуванням на токарному верстаті. Оскільки приклеювання накладки може провадитись на сталений ведений диск або вирівняну фрикційну накладку диска, зношену приклеєну накладку можна не видаляти, а тільки вирівняти.

2. Очистити поверхню диска від забруднення та іржі щіткою або шліфувальною шкуркою. Забруднення та сліди корозії на поверхні диска не допускаються.

3. Зачистити поверхню фрикційних накладок сталюю щіткою до надання їм невеликої шорсткості.

4. Знежирити поверхню сталюого диска і фрикційних накладок змоченим у ацетоні тампоном, а потім протягом 10—15 хв. просушити на повітрі. Торкатися руками до знежиреної поверхні забороняється.

5. Нанести пензликом на поверхню диска і накладок перший шар клею ВС-10Т або ВС-350, шар повинен бути товщиною 0,1—0,2 мм без напливів.

6. Просушити його протягом 15—20 хв. (клей ВС-10Т) або 1 год. (клей ВС-350) до моменту, коли злегка притиснутий знежирений гумовий стержень не прилипне до клейової плівки.

7. Нанести на поверхню диска і накладок другий шар клею товщиною 0,3—0,5 мм. Клей ВС-10Т просушити до неповного висихання, а ВС-350 витримати протягом 1 год.

8. Накласти на диск накладки і в затискному пристрої затиснути їх зусиллям 0,08—0,5 МПа (ВС-10Т) або 0,06—0,2 МПа (ВС-350).

9. Термообробити диски у сушильній шафі при температурі $180+1$ °С протягом 1—2 год. (ВС-10Т) або $200+5$ °С протягом 2 год. (ВС-350).

10. Коли диски охолонуть, зачистити їх торці від напливів клею.

11. Перевірити якість приклеювання накладок і торцеве биття диска (на крайніх точках воно не повинно перевищувати 0,5мм).

8.2 Другий варіант завдання, зарівнювання тріщин у головці блока епоксидною композицією:

1. Визначити межі тріщини та на її кінцях просвердлити отвори діаметром 3 мм на товщину стінки.

2. Обробити тріщину під кутом 60—70 °С (рис. 8) на глибину, величина якої залежить від товщини стінки деталі. При товщині стінки В до 1,5мм фаска А не обробляється, при товщині 1,5—5 мм глибина фаски становить 1мм, якщо В перевищує 5 мм, глибина фаски А повинна знаходитись у межах 2—3 мм.

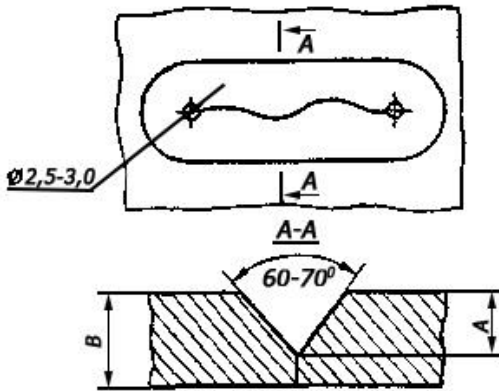


Рис. 8 Обробка тріщини під зарівнювання епоксидною композицією

3. Зачистити поверхню, яка прилягає до тріщини на 30—40 мм з кожного боку до металевго блиску і зробити насічки.

4. Підготувати епоксидну композицію, для чого посудину з необхідною кількістю смоли (табл. 6) помістити у гарячу воду і підігріти до 60—80 °С (до розрідження). Безперервно перемішуючи, ввести пластифікатор. Продовжувати мішати ще 5—8 хв.

5. Ввести у суміш наповнювач і ретельно перемішувати 8—10 хв.

6. За 8—10 хв. до зарівнювання тріщини знежирити ацетоном зачищену поверхню тріщини.

7. Ввести в епоксидну композицію затвердник і ретельно перемішувати її протягом 5 хв.

8. Зарівняти тріщину епоксидною композицією, щільно

втискуючи її спеціальною лопаткою (шпателем) і нанести на поверхню деталі шар товщиною 2—3 мм.

Таблиця 6 Рецептатура епоксидних композицій (масових частин)

Компонент	Композиції		
	А (для чавунних і сталевих деталей)	Б (для алюмінієвих деталей)	В (для деталей, що працюють в умовах підвищеної вологості)
Епоксидна смола	100	100	100
Дибутилфталат	15	15	15
Поліетиленполіамін	10	10	10
Залізний порошок	160	—	—
Алюмінієва пудра	—	25	—
Портландцемент	—	—	120

9. Поставити деталь у сушильну шафу.

10. Після затвердіння композиції зачистити нанесений шар і видалити напливи.

11. Перевірити якість зарівнювання тріщин. Відшарування від поверхні деталі епоксидної композиції не допускається.

8.3 Третій варіант завдання, зароблювання тріщин у корпусі коробки передач клеєзварювальним способом:

1. Визначити межі тріщини і зачистити поверхню навколо неї в радіусі 40—45 мм до металевого блиску.

2. На відстані 6—8 мм від кінців тріщини у напрямку її розвитку просвердлити наскрізні отвори діаметром 4 мм.

3. Обробити тріщину.

4. Підготовлену поверхню протерти ганчіркою і знежирити ацетоном.

5. Виготовити сталеву накладку із сталі 20 товщиною 1мм. По довжині і ширині вона повинна перекривати тріщину на 10-15 мм.

6. Приготувати епоксидну композицію (табл. 7). Для цього нагріти епоксидну смолу на водяній бані до температури 60—70

°С, внести в неї дибутилфталат або вінілокс і перемішувати суміш протягом 5—8 хв. Внести тіокол і чавунний порошок і знову помішувати 5—8 хв. Зважити і внести затвердник (дієтилентриамін або поліетиленполіамін) і помішувати 10 хв.

Таблиця 7 Склад епоксидної композиції для ремонту чавунних деталей клеєзварювальним способом

№ композиції	Компоненти, масових частин						
	Епоксидна смола ЕД-16	Дієтилентриамін	Поліетиленполіамін	Полісульфідний порошок (тіокол) НВБ-2	Дибутилфталат	Вінілокс	Чавунний порошок
1	100	8	—	18	—	22	40
2	100	—	10	15	5	18	50
3	100	—	10	15	5	—	50

7. Нанести клей товщиною 0,3—0,6 мм на підготовлену навколо тріщини поверхню.

8. Накласти на тріщину сталю накладку.

9. Приварити накладку у два імпульси за допомогою пістолета зварювальної машини К-264 на режимі: сила зварювального струму — 6,3 кА, зусилля стиснення електродів — 300—600 Н, тривалість зварювального імпульса — 0,25—0,30 с, тривалість стискання електродів між імпульсами 0,70—0,76 с.

Вказані режими встановлює на зварювальній машині майстер.

При наварюванні сталюї накладки важливо дотримувати таких параметрів з'єднання: діаметр електрода $d_e = 5—6$ мм; крок між зварювальними точками $(5—7)d_e$ мм; відстань між рядами зварювальних точок $(4—5)d_e$ мм; кількість рядів зварювальних точок — не більше 3 по обидва боки тріщини; величина

вільного кінця накладки 0—8 мм.

10. Витримати відремонтовану деталь при температурі 20—25 °С протягом 5—6 год. до повного отвердіння клейової суміші.

8.4 Четвертий варіант завдання, застосування анаеробних герметиків для різьбових з'єднань

1. Очистити поверхні різьби болту та отвору.
2. Знежирити за допомогою розчинника поверхні різьби.
3. Поколихати флакон з герметиком.
4. Нанести анаеробний клей вручну або за допомогою спеціальних дозуючих пристроїв. Категорично заборонено занурювати болти, металеві деталі, склеювальні пензлики або інші предмети в упаковку з полімером. Оптимальна кількість продукту, що наноситься, залежить від наступних параметрів: розміру різьби, в'язкості фіксатора і конфігурації деталей. Якщо деталі мають великі розміри, то наносити клей необхідно на обидві поверхні. У глухих різьбових отворах клей необхідно наносити на дно отвору в такій кількості, щоб після складання витиснений різьбовий фіксатор розподілився по всій довжині різьбового контакту.

5. Витримати складену деталь при температурі 18—20 °С до повного отвердіння полімерного складу.

9 КОРОТКІ ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

9.1 Роботи по обробці тріщин провадити у захисних окулярах.

9.2 Перед початком роботи з епоксидною композицією та її компонентами покрити руки тонким шаром мильного крему.

9.3 Підготовку і нанесення полімерного матеріалу провадити тільки у витяжній шафі при увімкненій вентиляції.

9.4 Для нанесення клею користуватися пензлем з відбивачем, який оберігає руку від забруднення клеєм.

10 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Мета роботи. 2. Завдання. 3. Відповіді на запитання самостійної підготовки. 4. План операцій відновлення деталей полімерними матеріалами згідно варіанту. 5. Схеми відновлення та ремонту. 6 Відповіді на контрольні питання. 7. Висновок.

11 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

11.1 Порядок підготовки поверхні диска перед наклеюванням фрикційних накладок.

11.2 Температура, тиск і час витримування при приклеюванні фрикційних накладок клеєм ВС-10Т.

11.3 Послідовність приготування епоксидної композиції.

11.4 Яку функцію виконує наповнювач у складі епоксидної композиції для зарівнювання тріщин? Які застосовують наповнювачі?

11.5 Час затвердіння епоксидної композиції при температурі 20°C і 100°C.

11.6 Який максимальний час використання епоксидної композиції після додавання затвердника?

11.7 Назвіть причини відклеювання фрикційної накладки від диска.

11.8 Послідовність відновлення тріщин у корпусних деталях клеєзварювальним з'єднанням.

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 Анаеробні клеї для міцного (нерозбірного) з'єднання різьбових з'єднань

Марка	УГ-7	УГ-8	УГ-9	УГ-10	АН-111	АН-112	АН-6	АН-6В	АН-117ВМ
Максимальна різьба	М12	М80	М20	М20	М36	М12	М80	М36	М36
Температура, °С	-60+150					-60+175	-60 ..+150	-60+250	

Таблиця А.2 Анаеробні клеї для розбірних різьбових з'єднань

Марка	УГ-6	УГ-11	УГ-2М	АН-5МД	АН-8К	АН-17М	АН-17	АН-18	АН-6К
Максимальна різьба	М20	М12	М20	М20	М36	М36	М36	М36	М36
Температура, °С	-60....+150								

Анаеробний клей-герметик Анатерм-114 призначений для фіксації, контрєння і ущільнення різьбових і гладких з'єднань, запобігає самовідкручуванню, забезпечує захист різьбового з'єднання від корозії.

Анатерм-114 є клеєм -герметиком прискороного затвердіння, що дозволяє використовувати його у конвеєрних виробництвах при складанні різних вузлів і деталей.

Анатерм-114 володіє підвищеним зрушуючим моментом в порівнянні з моментом відгвинчування і відноситься до клеїв з контрольованою міцністю. Анатерм-114 є тиксотропною композицією, що володіє тривалою життєздатністю і властивістю швидко твердіти в зазорах між металевими поверхнями.

Таблиця А.3 Технічні характеристики АНАТЕРМ-114

Динамічна в'язкість по Брукфільду при 10 об/хв, МПа с	3000 - 6000
Час досягнення міцності на різьбах з конструкційної сталі М10х1,5; хв	3 - 8
<i>Момент зрушування на різьбах з конструкційної сталі. М10х1,5; Н . м</i>	
через 3 години	не менш 8
через 24 години	не менш 12
Момент відгвинчування на різьбах з конструкційної сталі М10х1,5; Н.м	3 - 12
<i>Момент зрушування / відгвинчування після витримки в продовж 1000 годин різьбових з'єднань, Н . м</i>	
при 150° С	14 / 12
в тосолі А-40 при 90 °С	15 / 8
в машинному маслі МбзГ при 125°С	10 / 4
в гальмівній рідині при 90 °С	12 / 6

Продукт, готовий до застосування, поставляється в поліетиленових флаконах.

АНАЕРОБНА ГЕРМЕТИЗУЮЧА ПРОКЛАДКА АНАТЕРМ-501М

Анаеробна герметизуюча прокладка Анатерм-501М призначена для ущільнення і герметизації нерухомих роз'ємних з'єднань (фланців, плоских стиків, різьбових з'єднань) і для заміни тих, що застосовуються в даний час паронітових, картонних і рідких прокладок на силіконовій основі. Анатерм-501М працездатний в різних агресивних середовищах, зокрема, в машинних маслах, дизельному паливі, бензині, етилгліколі, воді при температурах від -60°C до $+150^{\circ}\text{C}$. Анатерм-501М - герметик прискореного затвердіння, застосовується без активатора. Високі швидкості затвердіння анаеробної прокладки, у тому числі і у виробках з алюмінієвих сплавів, дозволяють використовувати її на конвейсному виробництві при збірці двигунів і інших вузлів автомобілів.

Таблиця Б.1 Технічні характеристики прокладки Анатерм-501М

Динамічна в'язкість по Брукфільду при 2 об/хв, МПа . з, не менше	50000 - 300000
<i>Межа міцності при відриві, МПа</i>	
через 24 години, не більш	10
через 3 години, не менше	3
<i>Герметизуюча здатність при тиску, МПа, не менше</i>	
на фланцевих з'єднаннях	35
на різьбових з'єднаннях	35

АНАЕРОБНА ГЕРМЕТИЗУЮЧА ПРОКЛАДКА АНАТЕРМ-505

Анаеробна прокладка АНАТЕРМ- 505 призначена для ущільнення і герметизації нерухомих роз'ємних з'єднань (фланців, плоских стиків, різьбових з'єднань) і для заміни паронітових, картонних і рідких прокладок на силіконовій основі. АНАТЕРМ - 505 є багатокомпонентним тиксотропним складом, здатним тривалий час залишатися в початковому стані і швидко твердіти у вузьких зазорах на металевій поверхні. АНАТЕРМ -

505 працездатний в середовищі машинного масла, дизельного палива, бензину, етилгліколя, води. АНАТЕРМ - 505 є герметиком прискороного затвердіння

Таблиця Б.2 Технічні характеристики прокладки АНАТЕРМ- 505

Найменування показника	Норма
Зовнішній вигляд	В'язка маса синього або зеленого кольору
В'язкість задається по Брукфільду при $(25 \pm 0,2)^\circ\text{C}$ (А/6/20 або А/5/20), МПа	20000 - 40000
<i>Межа міцності при відриві на зразках із сталі (Сталь 45), МПа</i>	
через 3 г, не менше	2
через 24 г, не більш	8
Час досягнення кінцевої міцності (залежить від температури затвердіння, природи матеріалу виробів, частоти обробки поверхонь, величини зазору), годин	6 - 24

ДОДАТОК В ВІДНОВЛЕННЯ КУЛЬОВИХ З'ЄДНАНЬ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ SJR

Система безрозбірного ремонту кульових з'єднань була розроблена для відновлення передньої підвіски і рульового управління всіх типів транспортних засобів, щоб підтримувати їх в працездатному і легко керованому стані. Дана технологія дозволяє механіку відновити майже всю рульову тягу, наконечники, кульові опори і т.д., що входять в систему рульового управління і може використовуватися майже у всіх ремонтних майстернях для відновлення не повністю зношених вузлів. У вузол запресовують спеціальний полімер, який поставляється у вигляді готових стержнів і склад якого розроблений так, що він витримує високий тиск (1300 кг/см^2), близько 130 МПа Цей матеріал призначений для поглинання динамічної дії і тертя, мастило на

нього не впливає, і він гарантує пробіг до 100 000 км.

Розплавлений полімер подається у вузол через змащувальний отвір (якщо його немає, то отвір свердлиться і нарізається різьба для переходника) під високим тиском (100 атм.) за допомогою спеціального пристосування. Після запресування полімер стає ідеальною втулкою (вкладишем), здійною до високого стищення, відповідає властивостями мастила, а також що поглинає тертя, полімер займає той простір, де зазвичай і відбувається зношування, утворюючи люфт (внутрішній) зазор, а запресований полімер повністю підтримує кульові наконечники усередині кульової опори (усередині вузла) і може займати майже половину об'єму по діаметру. На одному і тому ж вузлі можна проводити ремонт неодноразово.

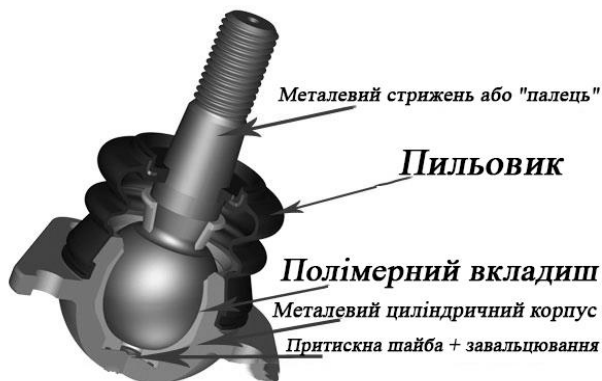


Рисунок В.1 Схема ремонту кульових з'єднань



Рис. В.2 Комплект приладів безрозбірного ремонту кульових з'єднань

ДОДАТОК Г

АНТИФРИКЦІЙНІ ПЛАСТМАСИ

Серія ТЕПЛОСТІЙКИХ АНТИФРИКЦІЙНИХ ПЛАСТМАС маркі МІАЛОН - Міалон-801, Міалон-812, Міалон-851, Міалон-871 - реактопласти на основі терморективного полііміду. Призначені для виготовлення підшипників ковзання, вкладишів, направляючих і ін. виробів методами ливарної переробки і прямого пресування, застосовуються для випуску тонкостінних (з товщиною стінки до 0,3 мм) виробів складної конфігурації, працездатних до 200-250°C.

Вироби з Міалонів стійкі до дії палив і масел, вуглеводневих газів, вологи, атмосферного повітря.

Матеріал Міалон-801, крім того, володіє надійними електроізоляційними властивостями.

КОМПОЗИЦІЇ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ЗАТВЕРДІННЯ УФО-002, УФО-006, МАТЕРІАЛИ МБЯ-04 (з наповнювачем) і МБЯ-01 (без наповнювача) для балансування якорів мікро електродвигунів. Час затвердіння, с - не більше 3; В'язкість при 20°C, сПз - 10 – 1000; Робоча температура, °С від -60 до +90; Питомий об'ємний електричний опір, Ом·м - 10; Адгезія – добра до емалей, сталі, алюмінієвих і мідних сплавів, скла.

ДОДАТОК Д

ПЛІВКОВІ КЛЕЇ типу ВК

КЛЕЇ ВК-31, ВК-36, ВК-36А, ВК-36РД, ВК-41, ВК-46, ВК-46А - полімерні плівкові матеріали гарячого затвердіння на основі епоксидних смол, захищені з двох боків антиадгезійними прокладками (поліетиленовою плівкою і ламінуючим папером).

ПЛІВКИ ВК-31 і ВК-36 - для склеювання стільникових конструкцій, температура експлуатації від -60°C до +80°C і від -60°C до +150°C, відповідно.

ПЛІВКА ВК-36А - для склеювання шаруватих металевих і неметалічних конструкцій, температура експлуатації від -60°C до +150°C.

<i>Режими затвердіння:</i>	<i>Характеристики:</i>
Температура, °С - 120 - 180 Питомий тиск, МПа - 0,05 - 0,1 Час, год. - 1,5 - 4	Робочі температури, °С від -130 до +150 Межа міцності клейових з'єднань при зрушенні, МПа при температурі 20 °С - не меншого 29,0-35,0 при температурі 80 °С - 18,0-25,0 при температурі 150 °С - 18,0-25,0 Межа міцності клейових з'єднань при відриві, МПа при температурі 80 °С - 3,5-4,4 при температурі 150 °С - 2,5

ПЛІВКА ВК-36РД - для склеювання неметалічних стільникових конструкцій з одночасним формуванням їх обшивок, температура експлуатації від -130°С до +150°С.

ПЛІВКА ВК-41 - для склеювання металевих і неметалевих стільникових конструкцій, а також металів і неметалів, що працюють в інтервалі температур від -60 до +80°С.

ПЛІВКА ВК-46 - вогнестійка, для склеювання конструкцій з неметалічних матеріалів із зниженою горючістю, зокрема з неметалічним і металевим стільниковим заповнювачем, що працює в інтервалі температур від -60°С до +80°С.

ПЛІВКА ВК-46А - вогнестійка, для виготовлення обшивок, тришарових панелей з одночасним склеюванням їх із стільниковими заповнювачами, а також для формування вогнестійких листових склопластиків і деталей на їх основі, працюючих в інтервалі температур від -60°С до +80°С.

КЛЕЇ ВК-51, ВК-51А - полімерні плівкові матеріали гарячого затвердіння на основі епоксидних смол, захищені з двох боків антиадгезійними прокладками (папером з антиадгезійним шаром і плівкою поліетиленовою).

<i>Режими затвердіння:</i>	<i>Характеристики:</i>
Температура, °С - 120-130 Питомий тиск, МПа - 0,06-0,173 Час, год. – 3	Робочі температури, °С - -60-+80 Межа міцності клейових з'єднань при зрушенні, МПа при температурі 20 °С - не менше 28,0-36,0 при температурі 80°С - 19,6-27 Межа міцності клейових з'єднань при відриві, МПа при температурі 80 °С - 4,5-5,5

Гарантійні терміни збереження в залежності від температур - від 3 до 6 місяців

ПЛІВКА ВК-51 - для склеювання конструкцій з металів і полімерних композиційних матеріалів, в складі стільникових конструкцій з неперфорованими наповнювачами.

ПЛІВКА ВК-51А - для склеювання закритих з'єднань метал-метал, в складі. Конструкцій, що мають шарний склад.

КЛЕЇ ВКВ-2, що спінуються, ВКВ-3 - полімерні плівкові матеріали гарячого затвердіння на основі епоксидних смол, захищені з двох боків антиадгезійними прокладками (папером з антиадгезійним шаром і плівкою поліетиленовою).

<i>Режими затвердіння:</i>	<i>Характеристики:</i>
Температура, °С - 120-180 Питомий тиск, МПа - 0,05 Час, год. – 2-3	Робочі температури, °С від -60 до +150 Межа міцності клейових з'єднань при відриві, МПа при температурі 20°С - 3,5 при температурі 150°С - 2,5 Ступінь спінування – 1,5-3,5

Гарантійні терміни зберігання залежно від температур - 3-6 місяців

ПЛІВКА ВКВ-2 - для склеювання неперфорованих стільникових конструкцій, зокрема, для склеювання стільникового заповнювача з фольги з елементами каркаса, температура експлуатації від -60 до +80 °С.

ПЛІВКА ВКВ-3 - для склеювання блоків неперфорованого і перфорованого стільникового заповнювача з алюмінієвої фольги, скло- і полімерсотопластів між собою і із замикаючими елементами каркаса з металів і неметалів (вугле-, скло- і органічних пластиків), температура експлуатації від -60 до +150°С.

ДОДАТОК Є

ТЕХНОЛОГІЯ, ПОЛІМЕРИ І ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ РЕМОНТУ АВТОСТЕКІЛ ФІРМИ POLY (США)

Основне завдання ремонтно-відновних робіт полягає у механічному відновленні пошкодженої ділянки за допомогою полімеру - о адгезійної смоли і подальшої полімеризації відновленої області для стабілізації структури матеріалу і поліпшення зовнішнього вигляду відремонтованої ділянки. Полімер наноситься за допомогою спеціального інжектора, закріпленого в монтажний міст. Перед нанесенням полімеру, з тріщини або сколів необхідно повністю видалити повітря і забезпечити відсутність повітряних включень в заповненій ділянці. Якщо повітря буде не повністю видалено з пошкодження, то це значно понизить адгезійні характеристики полімеру при відновленні і обробці даної ділянки і зробить негативний вплив на загальний вид відремонтованої поверхні.

При правильному проведенні ремонтних робіт і дотриманні всіх приведених в даному керівництві рекомендацій поліпшення зовнішнього вигляду дефекту лобового скла складає не меншого 70 - 95 % (у залежності розміру і складності пошкодження).



Рис. Є.1
Зовнішній
вигляд
Комплект
“Майстер”

Полімери призначені для ремонту сколів і тріщин на стеклах і оптиці машин, є сполуки з різним ступенем в'язкості залежно від виду тріщин і двох кольорів - прозорі і з блакитним відтінком. Пляшки місткістю по 30 мл:

PL-109 Використовується для заробки тріщин на фарах

PL - 111 Використовується для заробки довгих тріщин на лобовому склі

PL - 108 Використовується для заробки середніх тріщин (найчастіше використовується)

PL - 104 Використовується для заробки середніх тріщин, добре використовувати з вакуумними інструментами

PL - 105 Володіє відмінною проникаючою здатністю, використовується для тонких тріщин

PL - 106 Використовується для заробки сколів, після твердіння має вигляд скла.

PL - 107 Використовується для полірування відремонтованої тріщини.

РОБОТА 16

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ НА ВЛАСТИВОСТІ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ОБРОБЛЮВАНОЇ ДЕТАЛІ ТА УТВОРЕННЯ ПОВЕРХОНЬ З РЕГУЛЯРНИМ МІКРОРЕЛЬЄФОМ ВІБРОНАКАТУВАННЯМ

1 МЕТА РОБОТИ

Ознайомитись з оброблювально-зміцнюючою обробкою деталей вібронакатуванням (вібровигладжуванням); встановити вплив режимів на шорсткість і мікротвердість обробленої поверхні деталі; здобути практичні навички при виконанні операцій вібронакатуванням.

2 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ

2.1 Які існують способи зміцнення деталей в холодному стані і їх фізична сутність?

2.2 Перелічити види компенсації зношеного шару пластичним деформуванням та надайте коротку характеристику.

2.3 Яка сутність вібронакатування та вплив його на шорсткість, мікротвердість та інші фізико-механічні властивості зміцнюючого шару?

2.4 Перелічити види поверхнево пластичного деформування та область їх застосування?

2.5 Які недоліки існуючих способів механічної і зміцнюючої технологій в порівнянні з вібронакатуванням?

3 ЗАВДАННЯ

Ознайомитись з роботу пристрою для вібронакатування; виконати обробку зразка вібронакатуванням усіх видів мікрорельєфу. Зробити висновки. Скласти звіт про виконану роботу.

4 ЧАС ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Самостійна підготовка – 2 години;

Робота в лабораторії – 4 акад. години.

5 ЛІТЕРАТУРА

5.1.1 Ремонт машин та обладнання: Підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. Підручник: (Затверджено МОН України як підручник для студентів ВНЗ, які навчаються за напрямом підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» від 21.06.10 №1/11 – 545) - К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с.

5.1.2. Практикум з ремонту машин. За ред. О.І.Сідашенка, О.В.Тіхонов. – Х.: ХНТУСГ, 2007. – 415с.

5.1.3 Лосев, М. Г. Конспект лекцій по курсу «Теория обработки металлов давлением» [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / М. Г. Лосев; амар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). - Электрон. текстовые и граф. дан. (1,95 Мбайт) - Самара, 2011.

5.1.4 Шнейдер Ю.Г. Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микрорельефом. 2-е изд., перераб., и доп. – Л. – Машиностроение, Ленинград. отдел., 1982. – 248 с.

5.1.5 Одинцов Л.Г. Упрочнение и обработка деталей поверхностно-пластическим деформированием. Справочник. – М.: Машиностроение, 1987. – 328 с.

5.2 Додаткова

5.2.1 Одинцов В.Г. Финишная обработка деталей алмазным выглаживанием и вибровыглаживанием. – М.: Машиностроение, 1981. – 160 с.

5.2.2 Ильин Л.Н. Основы учения о пластической деформации. – М.: Машиностроение, 1980. – 150 с.

5.2.3 Прочность сплавов. Часть II. Деформация. Учебник для ВУЗов. Штремель М.А. – М.: МИСИС, 1997. – 527 с.

5.2.4 Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій. / Сідашенко О.І. Тіхонов О.І., Лузан С.О. та інші. Навч. посібник – Харків: ХНТУСГ, 2017.– 361 с.

6 ОСНАЩЕННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

Станок токарно-гвинторізний типу ІК62 ГОСТ 18097. Універсальний пристрій для вібронакаткування (вібровигладжування) та алмазного вигладжування зовнішніх та внутрішніх цилін-

дричних поверхонь деталей (цеховий). Зразки з нормалізованої та термообробленої сталі 45 (ГОСТ 1050). Алмазні вигладжувачі 24747. Набір інструменту універсал (НІЗ). Щітка волосяна ГОСТ 10597. Індустріальне масло і-20А ГОСТ 20799. Мікротвердомір ПМТ-3 ГОСТ 9450.

7 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

7.1 Загальні положення. Зміцнення поверхні деталі пристроями поверхнево-пластичного деформування (ППД) (обкатування, вібронакатування та ін.) відрізняються від традиційних способів механічної обробки (точіння, шліфування, хонінгування та ін.) більшим кроком мікронерівностей і радіусами закруглень мікровиступів та мікровпадин, відносно більшою опорною поверхнею та високою однорідністю, малим числом мікровиступів на одиницю довжини. Із збільшенням радіусу вершин мікровиступів і однорідності їх по формі та висоті збільшується несуча здатність поверхні, темп її приробки, контактна жорсткість, зносостійкість, гідрощільність, товщина масляної плівки, виникаюча при змащенні, а із збільшенням радіусу закруглення мікровпадин підвищуються стомлююча міцність, опір корозії та запилення поверхні.

Основними особливостями та недоліками засобів чистової обробки різанням є:

- загострена форма виступів та впадин мікронерівностей;
- відносно низька несуча здатність, обумовлена загостреною формою мікронерівностей та відповідно малою опорною поверхнею при початкових зближеннях в процесі приробки;
- пряма залежність між кроком та висотою мікронерівностей і, як наслідок, мала маслоємність поверхонь;
- неможливість регулювання форми мікронерівностей при одній тій же самій висоті;
- висока ступінь неоднорідності мікрорельєфу;
- шаржування оброблюваної поверхні осколками абразивного інструменту;
- припалювання внаслідок абразивної обробки.

Ці недоліки більшості способів чистової та зміцнюючої обробки різанням і тиском затрудняють рішення таких задач, як:

а) отримання та оптимізація мікрорельєфу робочих поверхонь деталей за рахунок нормування та технологічного забезпечення геометричних параметрів якості поверхні, які поліпшують експлуатаційні властивості;

б) застосування розрахункових методів нормування та технологічного забезпечення геометричних характеристик якості поверхні.

Одним із рішень задач по усуненню вище перерахованих недоліків є прогресивний спосіб зміцнення – вібронакатування (вібровигладжування). Обробка металів ППД основана на застосуванні їх пластичних властивостей, здатності при визначених умовах здобувати під дією зовнішніх сил остаточні деформації мікровиступів поверхневого шару без порушень їх суцільності.

7.2 Характеристика процесу. Сутність вібронакатування полягає у тому, що закріпленій деталі у центрах токарно-гвинторізного станку надається обертальний рух з частотою Π_p , а робочому інструменту (алмазному вигладжувачу, кульці), до якого прикладене навантаження P , надається осцилюючий рух (коливаючий) з частотою $\Pi_{н.х.}$ паралельно осі оброблюваної деталі та повздовжня подача S_{np} . (рис.1)

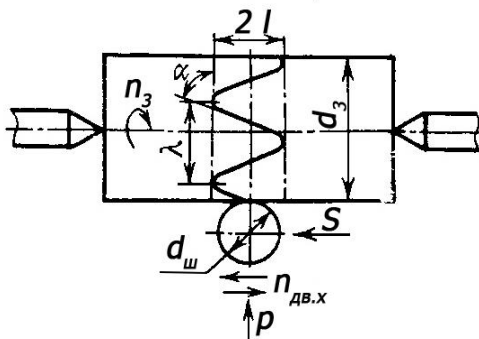


Рис. 1 Принципова схема процесу вібронакатування (вібровигладжування) деталей

Внаслідок обробки виникає мережа каналів з частковорегулярним мікрорельєфом (ЧРМР), або повністю регулярним мікрорельєфом (ПРМР) ГОСТ 24773 (рис. 2). Характер мікрорельєфу (розміри, форма, взаєморозташування мікронерівностей) визначається режимом та умовами обробки поверхневого шару деталі.

В процесі вібронакатування поверхня деталі оброблюється по гвинтовій лінії віброуючим робочим інструментом з амплітудою коливань λ , тобто на гвинтову лінію накладається нескінченна синусоїдна крива. На поверхні деталі видавлюються канавки визначеної форми глибиною в декілька десятків мкм в залежності від твердості оброблюваного матеріалу.

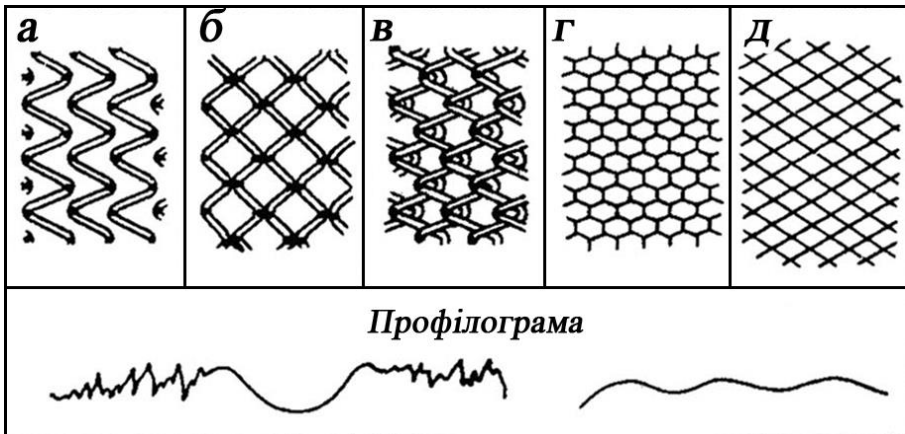


Рис. 2 Види частково-регулярних мікрорельєфів: ЧРМР (а, б, в) та мікрорельєфу ПРМР (г).

а – канавки, що не торкаються ; б – канавки, що торкаються;
в – канавки, що пересікаються; г – канавки, що зливаються (ПРМР)

Вібронакатування – чистова (фінішна) обробка, яка забезпечує утворення оптимального для різних умов експлуатації мікрорельєфу поверхні, збільшує стонлюючу міцність, контактну жорсткість та зносостійкість. Вона супроводжується наклепом, збільшенням мікротвердості оброблюваного металу, підвищенням класу шорсткості поверхні, зменшенням або повністю

виключенням приробки спряження. При утворюванні системи канавок ЧРМР зміцнюються ділянки впадин та напливів; при утворюванні повністю перекритої канавками поверхні (ПРМР) - нова поверхня зміцнена повністю (як виступи, так і впадини).

При вібронакатуванні утворюється мікрорельєф, в якому радіус мікровиступів та мікровпадин у сотні, тисячі раз більше, ніж при традиційних способах механічної обробки. Цей мікрорельєф відрізняється більшою опорною поверхнею при достатній її маслоємності та високим ступенем однорідності. Канавки, утворені вібронакатуванням, служать масляними кишнями. Продукти зносу та абразивний пил осідає на дно канавок та разом з маслом під тиском виноситься за межі зони тертя спряжених деталей. При цьому в зоні тертя зменшується температура, коефіцієнт і момент тертя, різко підвищується зносостійкість спряжених поверхонь.

7.3 Основними параметрами процесу вібронакатування (вібровигладжування) є:

Зусилля вібронакатування P визначає величину остаточної деформації і вона тим більша, чим більше P і чим менше опір оброблюваного матеріалу пластичному деформуванню. Воно є одним із основних параметрів режиму змінення, яким можна найбільше впливати на ступінь вигладжування, т.б. на зменшення шорсткості поверхні.

За міру остаточної деформації та ступінь вигладжування прийнята зміна діаметру деталі

$$\Delta d : \Delta d = \kappa \cdot (R_{z \text{ вих.}} - R_z),$$

де $R_{z \text{ вих.}}$ – вихідна шорсткість поверхневого шару, мкм;

R_z – шорсткість поверхневого шару після обробки, мкм;

κ – коефіцієнт, залежний від властивостей оброблюваного матеріалу ($\kappa = 1, 3 \dots 1, 5$).

Зусилля обробки визначає як геометричні (ширина та глибина канавки, ступінь обробки вихідної поверхні, шорсткість), так і фізико-механічні характеристики якості поверхневого шару (твердість, остаточні напруги та інш.).

Радіус тору вигладжувача або діаметр кулі R_b вибираєть-

ся у першу чергу в залежності від шорсткості та розмірів оброблюваної деталі, а також від жорсткості поверхневого шару деталі. При обробці мало- і нерівножорстких деталей необхідно використати кулі малого діаметру, так як при цьому необхідна деформуюча дія здійснюється при менших зусиллях обробки.

Амплітуда коливань робочого інструменту λ встановлюється та вимірюється за рахунок зміни ексцентриків на валу електродвигуна. Величина амплітуди звичайно не перевищує 3 мм, що пов'язано із збільшенням інерційних сил та прискореним виходом віброголовки зі строю.

Число подвійних ходів (осциляцій) $P_{n.x}$ визначається частотою обертів вала електродвигуна.

Частота обертів деталі P_d визначає кількість хвиль (синусоїд), видавлених канавок, які припадають на один оберт деталі та величину зміщення канавок відповідно одна другої у напрямку оберту деталі.

Відношення числа подвійних ходів (осциляцій) до частоти обертання деталі ($i = P_{n.x}/n_d$) являється основним параметром, який визначає характер взаємного розташування видавлених канавок у напрямку оберту деталі. Ціла частина i показує скільки разів довжина хвилі канавки укладається на довжині окружності деталі, а дробна i – величину зміщення канавок одна відносно іншої при кожному послідовному оберті деталі (зсув хвиль по фазі).

Повздовжня подача робочого інструменту S_{np} показує відстань між канавками у напрямку подачі та вид мікрорельєфу.

Режим вібронакаткування (вібровигладжування) визначає не тільки ступінь перекриття видавленими канавками вихідної поверхні та вид мікрорельєфу, але й величину опорної поверхні, площу та об'єм канавок, висоту, крок і форму мікронерівностей, а також їх число на одиницю площини.

Форма мікронерівностей визначає маслоємність поверхні, несучу її здатність, стомлюючу та корозійну міцність. В залежності від змінення співвідношення $P_{n.x}/n_d$ та амплітуди коливань інструменту λ , а також величини повздовжньої подачі $S_{п}$ можна формувати мікрорельєфи різноманітної форми.

За допомогою вібронакатування можливо утворювати мікрорельєф, який корінним чином відрізняється по формі, співвідношенню розмірів та форми мікронерівностей, розташованих поздовж та поперек утворюючої тіл обертання, які неможливо отримати при всіх існуючих способах оброблювально-зміцнюючої обробки різанням та тиском.

7.4 Характеристика обладнання. Універсальний пристрій для вібронакатування (рис. 3) встановлюється в різцеутримувачі токарно-гвинторізного станка. Основним призначенням пристрою являється здійснення осциляційного руху алмазного кінцевого (кульки). Обертальний рух вала електродвигуна за допомогою ексцентрикового механізму перетворюється у зворотно-поступальний рух робочого інструменту (кульки) паралельно вісі деталі з числом осциляцій, рівних частоті обертання вала електродвигуна та довжиною ходу, рівного подвійному ексцентриситету ексцентрикового механізму.

Різьбова пробка 27 служить для попереднього стиснення пружини. Остаточна установка на необхідний для накатування тиск здійснюється додатковим переміщенням всього пристрою в напрямку перпендикулярному осі обертання заготовки (деталі) за допомогою поперечної подачі станка.

Під дією деформуючого інструменту, твердість якого вища твердості оброблюваного матеріалу відбувається деформація нерівностей поверхні деталі: метал «розтікається», заповнюючи суміжні западини. Якісні показники поверхні, отриманої в результаті вібронакатування, визначаються режимами обробки. Від цих режимів залежать експлуатаційні (зносостійкість, шорсткість, корозійна стійкість, опір схоплюванню, гідроцільність, коефіцієнт тертя, несуча здатність, опірна поверхня) та фізико-механічні характеристики (твердість, стомлююча міцність, пластичність та інш.).

Шорсткість поверхні – сукупність нерівностей, що повторюються з відносно малими кроками, які утворюють рельєф поверхні деталі. Її критерієм є середньоарифметичне відхилення профілю R_a (6-12 класи), або R_z (1-5 та 13 і 14 класи шорсткості поверхні).

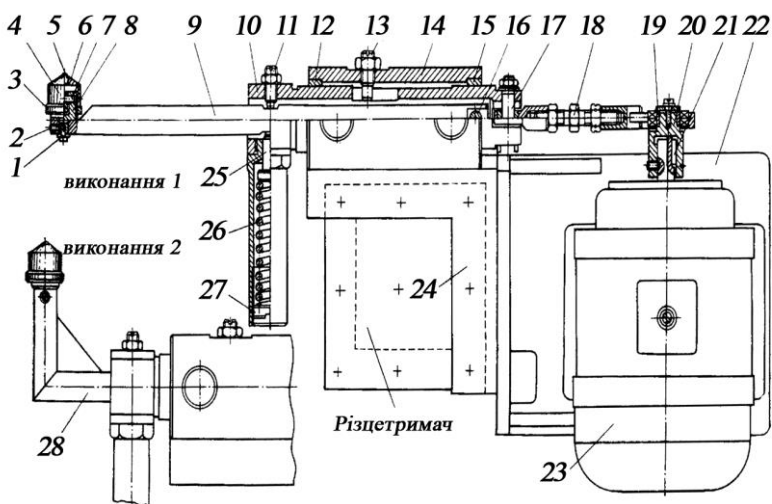


Рис. 3 Універсальний пристрій для вібронакаткування (вібровигладжування) деталей.

- 1 – гвинт, 2 – вісь, 3 – різьбове кільце, 4 – сепаратор-ковпачок, 5 – робоча кулька, 6 – шарикопідшипник, 7 – вісь, 8 – корпус, 9 – штанга, 10 – втулка, 11, 13 – гвинти обмежувачі, 12, 15 – вкладиші, 14, 20 – втулки, 16 – штифт, 17 – вісь, 18 – регулювальна гайка, 19 – ексцентрик, 21 – шпонка, 22 – основа, 23 – електродвигун, 24 – прямокутник, 25 – кінцевик, 26 – тарирувана пружина, 27 – різьбова пробка.

Після вібронакаткування шорсткість поверхні можна одержати $R_a = 20 - 0,02$ мкм, а твердість збільшити при зрівнянні з початковою на 30 – 60 %.

Для вібронакаткування (вібровигладжування) застосовують утримувачі, в яких закріплюють деформуючі елементи: кульки діаметром 3 - 40 мм (сталь ШХ 15, HRC 62 – 65), природні і синтетичні алмазні та твердосплавні наконечники від 1 до 3мм, які виготовляються підприємствами алмазних інструментів.

При вібронакатуванні робочий інструмент виконує більш складний рух відносно оброблюваної поверхні, чим при інших способах ППД, «атакує» кожний виступ мікронерівностей початкової поверхні з різних сторін, ніби розкатуючи метал в різних

напрямках, в результаті чого опір деформації зменшується; а деформуюча дія зростає. З позиції дислокаційної теорії збільшення деформуючої дії з ускладненням кінематики процесу ППД пояснюється збільшенням числа площин ковзання, осередків виникнення та розвитку ППД, зменшенням накопиченої енергії та опору розвитку деформації на кожному напрямку.

Зміцнення поверхневого шару зв'язано зі зміною кристалічної структури металу. Зерна металу роздрібнюються; при цьому створюється дрібнозерниста структура, збільшується кількість викривлень кристалічної решітки дислокацій. Дислокації перешкоджають переміщенню окремих частин кристалів по площинам ковзання, а переборювання опору дислокацій вимагає застосування значно більших напружень.

Крім розглянутого універсального пристрою для вібронатування деталей (рис. 3) застосовують віброголовки з вібраторами, які утворюють зворотно-поступальний рух робочого інструменту з заданою частотою та амплітудою коливання. Вібратори розподіляються на три основні типи: ексцентрикові, електромагнітні та поршневі (пневматичні та гідравлічні), які приводяться від електродвигунів.

8 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

8.1 Порядок виконання роботи по першому варіанту завдання. а) Встановити та закріпити універсальний пристрій для вібронатування (вібровигладжування) у різцеутримувачі верстата 1К62;

б) Встановити та закріпити зразок (див. Додаток А) для вібронатування в центрах токарно-гвинторізного верстата 1К62;

в) Вибрати необхідні параметри режиму вібровигладжування (варіант 1):

$$\begin{array}{lll} P_{\partial} = 20 \text{ хв}^{-1}; & \lambda = 1,1 \text{ мм}; & R_b = 2,5 \text{ мм}; \\ P_{n.x} = 1400 \text{ хв}^{-1}; & S_n = 3 \text{ мм/об}; & P = 160 \text{ Н}. \end{array}$$

г) Змастити оброблювані пояски зразку індустриальним маслом 20;

д) Включити повздовжню подачу, оберти деталі та осци-

люючий рух робочого інструменту;

е) Виконати вібровигладжування пояска № 1 зразку;

ж) Оцінити та зробити висновок про одержаний Рисунок мікрорельєфу відповідно першого варіанту;

і) Самостійно встановити необхідні параметри режиму обробки для отримання малюнків ЧРМР на поясках №2 і №3 зразку;

к) Встановити необхідні параметри режиму обробки для отримання ПРМР пояску №4 зразку;

л) Виключити пристрій, зняти зразок, зробити контроль якості обробки;

м) Визначити мікротвердість поверхонь зразку до і після вібронакатування (віброзглажування) на мікротвердомірі ПМТ-3;

н) Дати короткі висновки.

8.2 Порядок проведення операцій при виконанні другого варіанту завдання при заданих параметрах вібронакатування (сталь45, НРС45-50) Порядок операцій провести по пункту 8.1. на зразку № 2 (див. додаток) і дати короткі висновки.

$P_{об} = 25 \text{ хв}^{-1}$; $\lambda = 1,1 \text{ мм}$; $R_b = 1,5 \text{ мм}$;

$P_{n.x} = 1400 \text{ хв.}^{-1}$; $S_n = 1 \text{ мм/об}$; $P = 22 \text{ Н}$.

Режими вібронакатування, за допомогою яких можна одержати частково-регулярні мікрорельєфи (ЧРМ) та повністю регулярний мікрорельєф (ПРМР) приведені в табл. додатку Б.

9 КОРОТКІ ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

9.1 Забезпечити надійне заземлення корпусів електродвигуна універсального пристрою і токарно-гвинторізного верстата 1К62.

9.2 Включати верстат і пристрій після ознайомлення з системою керування, порядком роботи та з дозволу учбового майстра.

9.3 Працювати на верстаті в спецодязі. При роботі на установці необхідно: під ногами оператора мати резиновий килим.

9.4 Перед пуском верстата і пристрою впевнитися в правильності установки всіх параметрів режиму вібронакатування, а також положення усіх рукояток.

9.5 Рукоятки під час роботи верстата не переключати.

9.6 При працюючій установці не проводити замірювань розмірів зразка.

10 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Мета роботи. 2. Завдання. 3. Відповіді на запитання самостійної підготовки. 4. Сутність та зміст віброобкатування та фізика процесу ППД. 5. Принципова схема вібронакатування (вібровигладжування). 6. Малюнки частково-регулярних мікрорельєфів (ЧРМР) і повністю регулярних мікрорельєфів (ПРМР), одержаних після вібронакатування. 7. Вибрані параметри режиму вібронакатування (вібровигладжування) згідно варіанту (див. додаток Б). 8. Відповіді на контрольні питання. 9. Висновок.

11 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

11.1 Які існують параметри вібронакатування і як вони впливають на фізико-механічні властивості зміцненого шару деталі?

11.2 Як впливає вібронакатування на експлуатаційні властивості зміцнених поверхонь?

11.3 Які мікрорельєфи можна одержати вібронакатуванням та області їх застосування на деталях?

11.4 Які переваги регулярних мікрорельєфів по зрівнянні з рельєфами, одержаними традиційними способами механічної обробки?

ДОДАТОК А

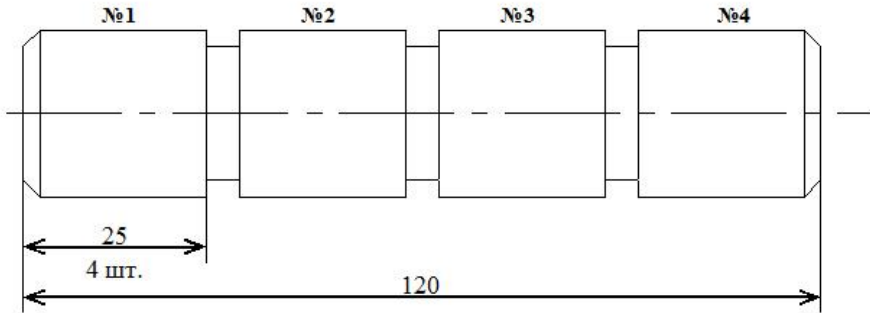


Рис. А.1 Ескіз зразку з поясками № 1...4 для їх зміцнення вібронакатуванням (сталь 45 нормалізована, HRC 23...28; сталь 45 HRC 45...50; ГОСТ 1050).

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 Режими вібронакатування, за допомогою яких можна одержати види частково-регулярних мікрорельєфів і повністю регулярний мікрорельєф (ПРМР), (дивись рис. 2.)

Режими вібронакатування	Види мікрорельєфу
$\Pi_{д.}=20\text{хв}^{-1}$; $\Pi_{п.х.}=1400\text{хв}^{-1}$; $\lambda=1,1\text{мм}$; $S_n=1\text{мм/об}$; $R_B=1,5\text{ мм}$; $P=160\text{Н}$	а – не торкаючі канавки (ЧРМ)
$\Pi_{д.}=20\text{хв}^{-1}$; $\Pi_{п.х.}=1400\text{хв}^{-1}$; $\lambda=1,1\text{мм}$; $S_n=1\text{мм/об}$; $R_B=1,5\text{ мм}$; $P=220\text{Н}$	б – торкаючі канавки (ЧРМ)
$\Pi_{д.}=20\text{хв}^{-1}$; $\Pi_{п.х.}=1400\text{хв}^{-1}$; $\lambda=1,1\text{мм}$; $S_n=0,5\text{мм/об}$; $R_B=2\text{ мм}$; $P=160\text{Н}$	в- пересічні канавки (ЧРМ)
$\Pi_{д.}=25\text{хв}^{-1}$; $\Pi_{п.х.}=1400\text{хв}^{-1}$; $\lambda=1,1\text{мм}$; $S_n=0,2\text{мм/об}$; $R_B=2,5\text{ мм}$; $P=160\text{Н}$	г – зливаючі канавки (ПРМР)

РОБОТА №17

ГРУПОВА ТЕХНОЛОГІЯ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

1 МЕТА РОБОТИ

Засвоїти методику розробки групових технологічних процесів відновлення деталей, набути практичні навички з аналізу конструктивно-технологічних характеристик деталей і утворення багатоопераційного групового технологічного процесу їх відновлення.

2 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ

- 2.1 За якими ознаками проводять класифікацію деталей?
- 2.2 На які класи підрозділяють деталі машин при розробці групової технології?
- 2.3 Що є метою групування деталей?
- 2.4 За рахунок чого збільшується економічний ефект при організації групової обробки?

3 ЗАВДАННЯ

1. Ознайомитись з принципами побудови багатоцільової ремонтно-технологічної класифікації деталей сільськогосподарської техніки.

2. Виконати один з наступних варіантів лабораторної роботи:

1-й варіант. На підставі початкових даних описати конструктивно-технологічні ознаки і параметри відновлюваних деталей класу 01 - стрижні круглі й утворити багатоопераційний груповий технологічний процес відновлення деталей на основі комплексного маршруту.

2-й варіант. На підставі початкових даних описати конструктивно-технологічні ознаки і параметри відновлюваних деталей класу 02 – циліндри порожнисті й утворити багатоопераційний груповий технологічний процес відновлення деталей на основі комплексного маршруту.

4 ЧАС ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Самостійна підготовка – 1 година;
Робота в лабораторії – 4 акад. години.

5 ЛІТЕРАТУРА

5.1 Основна

5.1.1 Ремонт машин та обладнання: Підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. Підручник: (Затверджено МОН України як підручник для студентів ВНЗ, які навчаються за напрямом підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» від 21.06.10 №1/11 – 545) - К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с.

5.1.2 Практикум з ремонту машин / О.І. Сідашенко, Т.С. Скобло та ін.; За ред. О.І. Сідашенка та О.В. Тіхонова. – Х.: ХНТУСГ, 2007. – 415с.

5.1.3 Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей./ Е.Л. Воловик– М.: Колос, 1991. – 351с.

5.1.4 Пилипенко Н.С. Расчет, проектирование и оптимизация поточных линий восстановления деталей. / Н.С. Пилипенко -М.: МИИСП. 1977. –48с.

5.2 Додаткова

5.2.1 Митрофанов С.П. Научные основы групповой технологии./ С.П. Митрофанов – Л.: Лениздат. 1959.

5.2.2 Маталин А.А. Точность механической обработки и проектирование технологических процессов. / А.А. Маталин–Л.: Машиностроение, 1970. –320с.

5.2.3 Ремонт машин. / За ред. О.І. Сідашенка та А.Я. Поліського. - К.: Урожай, 1994. – 400с.

5.2.4 Молодык Н.В. Восстановление деталей машин: Справ./ Н.В. Молодык, А.С. Зенин – М.: Машиностроение, 1989. – 489с.

6 ОСНАЩЕННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

Довідники з відновлення та ремонту деталей, підручники з ремонту машин, технічні вимоги на дефектацію або капітальній ремонт, робочі креслення деталей.

7 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

В умовах індивідуального і дрібносерійного виробництв, що характерні ремонтному виробництву, широке застосування знаходить метод групової обробки деталей.

Метод групової обробки, детально розроблений проф. С.П. Митрофановим, є подальшим розвитком ідей типізації технологічних процесів.

У основу групової обробки деталей, так само як і при типізації технологічних процесів, приймається технологічна класифікація деталей, що закінчується формуванням групи, що є основною технологічною одиницею групової обробки.

Якщо при типізації технологічних процесів, взагалі, об'єднуються деталі за принципом спільності їх конфігурації технологічного маршруту і спільності змісту окремих операцій, то при груповій обробці “під класом розуміється сукупність деталей, що характеризується спільністю основних технологічних завдань відновлення деталей при схожості їх конструктивних форм”. Таким чином, при груповій обробці в ремонтному виробництві створюються класи.

Класифікаційні підрозділи утворюються з урахуванням основних ознак, які перераховані нижче:

- 1) геометрична форма деталі;
- 2) конфігурація і конструктивна характеристика відновлюваних елементів деталі;
- 3) характер і повторюваність дефектів;
- 4) величина допустимого зносу;
- 5) матеріал деталі;
- 6) твердість відновлюваних поверхонь;
- 7) розмірні й вагові характеристики деталей;
- 8) точність і шорсткість відновлюваних поверхонь;
- 9) службове призначення деталі.

Ці ознаки виражаються і конкретизуються відповідними параметрами, які змінюються залежно від класу відновлюваних деталей.

Класи деталей поділяються за ієрархічною системою на під-

класи та інші класифікаційні підрозділи з таким розрахунком, щоб останній ступінь представляв найбільшу практичну цінність для вирішення завдань планування й управління виробництвом.

Аналіз конструктивно-технологічних характеристик відновлюваних деталей показав, що їх доцільно розбити на 12 класів: клас 01 - стрижні круглі; клас 02 - циліндри порожнисті; клас 03 - диски; клас 04 - деталі дрібні; клас 05 - колеса зубчаті; клас 06 - важелі; клас 07 - деталі корпусні; клас 08 - деталі просторові тонкостінні; клас 09 - деталі площинні; клас 10 - деталі профільні; клас 11 - пружини, ресори; клас 12 - деталі спеціальні.

Під класом деталей розуміється сукупність деталей, що характеризуються спільністю основних технологічних завдань їх відновлення і схожістю конструктивних форм.

До класу 01 - стрижні круглі (рис. 1, *а*) належать деталі, що є переважно тілами обертання з довжиною, що перевищує діаметральні розміри. Деталі цього класу зазвичай носять найменування - вали, осі, пальці, цапфи, шпинделі і т.п. Крім того, до цього класу відносять деталі, які в цілому, не будучи тілами обертання, мають циліндрові відновлювані поверхні, наприклад, гальмівна колодка трактора ДТ-75М.

Технологічне завдання відновлення круглих стрижнів може бути розділено на два окремі завдання:

а) відновлення основних елементів деталей - поверхонь обертання, в основному, зовнішніх і, рідше, внутрішніх (циліндрових, конічних і фасонних);

б) відновлення інших, додаткових елементів деталей - різьби, шліців, шпоночних канавок, осьових і радіальних отворів, фланців і т.п. елементів, що не є характерними для деталей цього класу в цілому.

Клас 02 - циліндри порожнисті (рис. 1, *б*) включає деталі, що є тілами обертання з концентричними, дуже рідко з ексцентричними, зовнішніми і внутрішніми робочими поверхнями, розміри яких по довжині одного порядку з діаметральними розмірами. Деталі цього класу мають різну конфігурацію; вони бувають гладкими і ступінчастими, з буртами і фланцями або без них, з циліндровими, конічними або фасонними поверхнями

обертання. Зважаючи на їх різноманітні розміри і конструктивне призначення вони носять і різні найменування: втулки, гільзи, вкладиші, кришки, маточини, стакани і т.п.

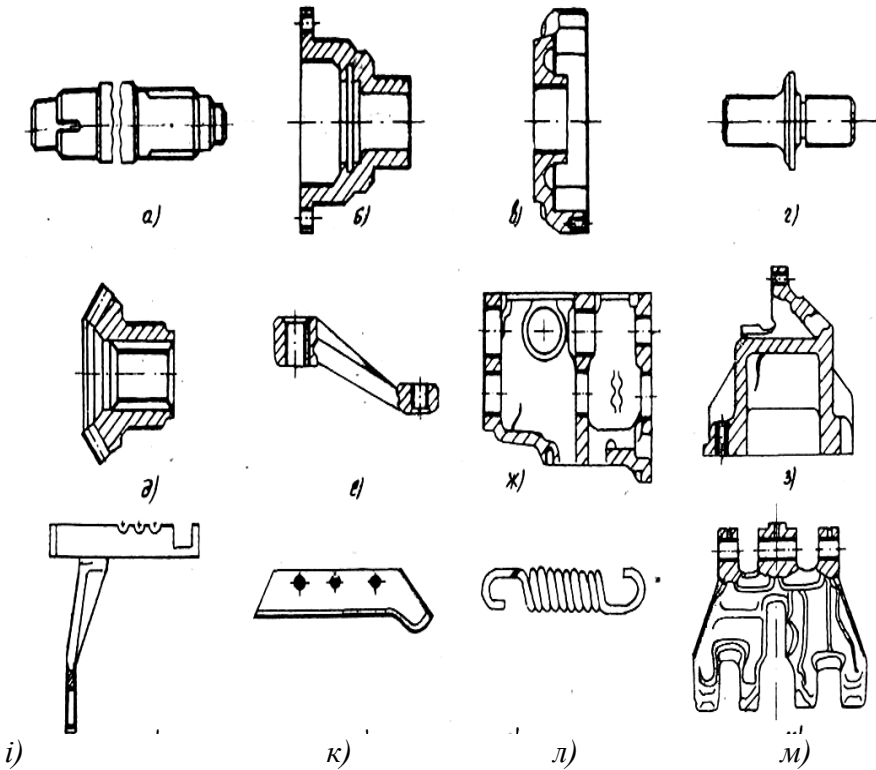


Рис. 1 Ескізи деталей

а) – клас 01 – стрижні круглі; б) – клас 02 – циліндри порожнисті; в) – клас 03 - диски; г) – клас 04 – деталі дрібні; д) – клас 05 – колеса зубчасті; е) – клас 06 - важелі; ж) – клас 07 - деталі корпусні; з) – клас 08 - деталі просторові тонкостінні; и) – клас 09 - деталі площинні; к) – клас 10 - деталі профільні; л) – клас 11 - пружини, ресори; м) – клас 12 – деталі спеціальні.

Основними конструктивними елементами цих деталей є зовнішні, внутрішні і торцеві поверхні обертання, що мають загальну вісь, а всі інші елементи (пази, шліци, лиски, кріпильні

отвори і т. п.) відіграють допоміжну роль.

Технологічне завдання відновлення деталей класу циліндри порожнисті розбивається на два окремі завдання:

а) відновлення зовнішніх, внутрішніх і торцевих поверхонь обертання;

б) відновлення допоміжних конструктивних елементів деталей.

До класу 03 - диски (рис. 1, в) відносять деталі, що є тілами обертання з діаметральними розмірами, що значно перевищують їх довжину. Деталі цього класу називаються дисками, кільцями, шківками, вінцями, фланцями, маховиками, ободами і т.п.

Зміст технологічних завдань відновлення деталей класу диски не має яких-небудь принципових відмінностей в порівнянні з відновленням деталей класу циліндри порожнисті. Проте є ряд особливостей відновлення, оскільки великий знос робочих поверхонь ряду деталей цього класу, наприклад, коліс і роликів ходової частини гусеничних тракторів; великі діаметральні розміри деталей, а також необхідність проводити у ряді випадків їх балансування, обумовлюють застосування специфічних методів відновлення і крупніші типорозміри устаткування.

До класу 04 - деталі дрібні (рис. 1, г) відносять деталі, що є переважно тілами обертання з довжиною до 100мм і діаметром або поперечними розмірами до 40 мм і мають порівняно просту конфігурацію. Це - штовхачі, пальці, валики, осі, втулки, тарілки та ін.

Клас 05 - колеса зубчаті (рис. 1, д) об'єднує деталі, що є тілами обертання з різним співвідношенням довжини і діаметру, і мають зубчатий вінець. За своєю конфігурації зубчаті колеса могли б бути віднесені до класів стрижні круглі, циліндри порожнисті або диски, але наявність зубчатого вінця і пов'язана з цим специфічність технологічного процесу відновлення роблять доцільним об'єднання всіх зубчатих коліс, не зважаючи на відмінність в їх конфігурації, в один клас.

Деталі, що входять в клас колеса зубчаті, мають різне конструктивне призначення і носять різні назви: шестерні, вал - шестерні, зірочки ланцюгових передач, храповики для здійснення переривистого руху і т.п.

Технологічне завдання відновлення зубчатих коліс розділяється на три окремі завдання:

а) відновлення зовнішніх, внутрішніх і торцевих поверхонь обертання;

б) відновлення зубчатого вінця;

в) відновлення допоміжних конструктивних елементів деталей.

До класу 06 - важелі (рис. 1, *е*) відносять одно - або багатівісні деталі, що складаються з однієї або декількох втулок-головок з паралельно або перпендикулярно розташованими отворами і сполучених необробленими або обробленими з невисокою точністю стрижнями; крім того, у важелів можуть бути кріпильні отвори, шпоночні пази, плоскі поверхні та інші елементи.

Основними відновлюваними поверхнями деталей класу важелі є отвори і торцеві поверхні головок деталі.

Важливою особливістю технічних вимог на відновлення деталей цього класу є встановлення обмежень на відхилення від заданого розташування основних отворів і перпендикулярністю торцевих поверхонь головок до осей основних отворів.

У зв'язку з цим технологічне завдання відновлення деталей класу важелі складається з двох частин:

а) правка деталі й відновлення отворів і торців головок із заданою точністю їх взаємного розташування;

б) відновлення додаткових конструктивних елементів деталей.

Клас 07 - деталі корпусні (рис. 1, *ж*) охоплює деталі машин, що служать для монтажу із заданою точністю відносного положення складальних одиниць і деталей. Характерною ознакою корпусних деталей є наявність базових площин і координованих з ними і між собою точних отворів. До класу деталі корпусні відносять деталі різного конструктивного призначення: корпуси, кожухи, кронштейни і т.п., об'єднувані спільністю технологічного процесу їх відновлення.

У технологічному завданні відновлення деталей цього класу можуть бути виділені дві частини:

а) відновлення основних отворів і площин деталі з дотри-

манням заданого їх розташування;

б) відновлення допоміжних конструктивних елементів деталі: допоміжних гладких і різьбових отворів, пазів, закладення тріщин і т.п.

До класу 08 - деталі просторові тонкостінні (рис. 1, з) відносять деталі просторової форми з незначною товщиною стінок і, які не мають точних настановних поверхонь, і служать для монтажу і забезпечення взаємного розташування складальних одиниць та деталей. До цього класу відносять різні кожухи, картери, кришки, колектори, деталі облицювання і оперення, тонкостінні деталі комбайнів, профілі та ін.

Технологічне завдання відновлення деталей цього класу розподіляється на два окремі завдання:

а) усунення вм'ятин і закладення тріщин, пробоїн і розривів на поверхнях деталей;

б) відновлення гладких і різьбових отворів, плоских поверхонь інших поверхонь, що не є характерними для деталей цього класу в цілому.

До класу 09 - деталі площинні (рис. 1, і) відносять деталі, в яких основними конструктивними елементами, що обробляються в процесі відновлення, є площини. Інші конструктивні елементи деталей цього класу - кріпильні отвори, виточки, переходи радіусів і т.п. є допоміжними і принципово не впливають на побудову технологічного процесу відновлення деталей. Клас - деталі площинні включає вилки перемикачів передач, розподіляється на дві частини:

Технологічне завдання відновлення площинних деталей складається з двох частин:

а) відновлення основних конструктивних елементів деталі - площин;

б) відновлення допоміжних конструктивних елементів: кріпильних гладких або різьбових отворів, виточок, округлень і т.п.

Клас 10 - деталі профільні (рис. 1, к) включає специфічні для сільськогосподарського машинобудування деталі, утворені поєднанням площин і криволінійних поверхонь: лапи культиваторів, лемеші, відвали, диски лушпильників, борін, сошників і ін.

Технологічне завдання відновлення цих деталей розподіляється на дві частини:

а) відновлення лез і проектної геометрії деталей;

б) відновлення додаткових конструктивних елементів деталей: кріпильних отворів, отворів під заклепки і ін.

До класу 11 - пружини, ресори (рис. 1, л), відносять пружини і ресори різного виконання і призначення: спіральні, фігурні, тарілчасті, плоскі та ін. Технологічним завданням відновлення деталей цього класу є відновлення проектної геометрії і жорсткості.

У класі 12 - деталі спеціальні (рис. 1, м), включені деталі, що мають специфічні конструктивні особливості й специфічну технологію відновлення. У цей клас входять, наприклад, гусеничні траки, ведучі колеса гусениць, ковші екскаваторів та ін. Для цих деталей розробляються тільки індивідуальні технологічні процеси відновлення.

Зразковий перелік класифікаційних ознак і параметрів для деталей класу 02 - циліндри порожнисті представлений в таблиці 1.

Створення класів є попереднім етапом підготовки групової обробки. Основним завданням цієї підготовки є формування груп.

Таблиця 1 - Конструктивно-технологічні ознаки і параметри відновлюваних деталей класу 02 - циліндри порожнисті

Конструктивно-технологічні ознаки	Параметри (значення) оцінки ознак.
1	2
Геометрична форма деталі	1) тіла обертання з циліндровими внутрішніми і зовнішніми поверхнями; 2) тіла обертання з конічними внутрішніми і зовнішніми поверхнями.

Продовження таблиці 1

1	2
Конфігурація і конструктивна характеристика, відновлюваних елементів деталі	<p>а. Зовнішні поверхні:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) бурти; 2) різьблення зовнішнє; 3) посадочні поверхні під підшипники кочення; 4) посадочні поверхні нерухомих сполучень; 5) конічні і фасонні зовнішні поверхні; 6) шпоночні канавки і повздовжні пази; 7) шліци на зовнішніх поверхнях. <p>б. Внутрішні поверхні:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) циліндричні поверхні; 2) конічні поверхні; 3) кільцеві канавки; 4) шпоночні і повздовжні пази; 5) шліци; 6) різьблення внутрішнє. <p>в. Торцеві поверхні:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) плоскі і ступінчасті поверхні; 2) пази на торцевих поверхнях; 3) конічні поверхні; 4) отвори різьбові і гладкі на торці
Характер повторюваність дефектів	<p>а. Зовнішні поверхні:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) знос посадочної поверхні циліндричних і конічних нерухомих сполучень; 2) знос посадочної поверхні під підшипники кочення; 3) знос різьблення; 4) знос поверхонь підшипників ковзання; 5) знос канавки шпоночних і повздовжніх пазів; 6) знос шліц; 7) тріщини. <p>б. Внутрішні поверхні:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) знос різьблення; 2) знос нерухомих посадочних поверхонь;

Продовження таблиці 1

1	2
Точність і шорсткість відновлюваних поверхонь.	<p>в. Внутрішні поверхні: 1) циліндричні і конічні поверхні; 2) різьбові поверхні; 3) шліцьові поверхні. г. Діаметр: 1) зовнішні поверхні; 2) внутрішні поверхні; 3) бурти, фланці. д. Діаметр торцевих поверхонь. е. Вага деталі.</p>
Матеріал деталі	<p>а. Клас чистоти: 1) зовнішні поверхні; 2) внутрішні поверхні; 3) торцеві поверхні; б. Клас точності: 1) зовнішні поверхні; 2) внутрішні поверхні; 3) торцеві поверхні в. Конусність і овальність. г. Радіальне биття. д. Торцеве биття.</p>
Твердість відновлюваних поверхонь.	<p>1) чавун; 2) сталь легована; 3) сталь вуглецева. 1) різьбова частина; 2) посадочні поверхні; 3) шліцьова частина; 4) інше</p>

На відміну від класифікації групування, тобто комплектація груп деталей для цілей групової обробки, здійснюється не

шляхом розділення, а шляхом підсумовування деталей, що мають ознаки спільності. Необхідна спільність елементів для кожного випадку групування визначається його метою, тобто характером операції, групової налашки і т.п. Наявність однойменних (однаково закодованих) відновлюваних поверхонь в різних класифікаційних підрозділах складає підставу для визначення можливості групування деталей цих підрозділів і розробки для них групових технологічних процесів на окремі операції, або комплектування з них комплексних маршрутів для організації групових потоків.

Метою групування деталей є розробка єдиного, уніфікованого процесу відновлення деталей різних типів. Для відновлення деталей можуть бути використані два напрями групування, які служать основою застосування групової технології:

1. Створення груп, що складаються з окремих детале-операцій, наприклад, токарних, наплавлення, при незавершеному циклі відновлення (решта операцій входить до інших груп або виконується за індивідуальними процесами).

2. Створення груп деталей, що мають багатоопераційний технологічний процес відновлення, який виконується на різнотипному устаткуванні. Цей напрям є основою для створення багатомоделювальних групових поточкових ліній.

При групуванні за першим напрямом, тобто із окремими операціями відновлення, в групу підбирають деталі, що обробляються на однотипному устаткуванні, мають ряд ознак спільності і, перш за все, спільність базових та відновлюваних поверхонь, що створює спільність виконуваних операцій і переходів. Для всіх деталей групи по можливості створюється єдина послідовність переходів, проектується загальне групове пристосування, групова налашка. Групова обробка може обмежуватися побудовою окремих групових операцій, а також може застосовуватися для побудови групового технологічного процесу обробки деталей в цілому. При побудові окремих групових операцій групою називається сукупність деталей, що характеризується спільністю устаткування, спільністю технологічного оснащення, спільністю налашки і технологічних переходів.

Після уточнення складу групи проводиться створення «комплексної деталі», встановлюється послідовність і зміст переходів групової операції

Для групи деталей, особливо тіл обертання, іноді доцільно створювати комплексну деталь. Під комплексною деталлю мається на увазі реальна або умовна деталь, що містить в своїй конструкції всі відновлювані поверхні, характерні для деталей даної групи. З технологічної точки зору комплексна деталь визначає маршрут переходів групової операції.

Приклад побудови комплексної деталі і маршруту переходів групової токарної операції при відновленні порівняно нескладних порожнистих циліндрових деталей показаний на рис. 2. На ескізах жирними лініями позначені оброблювані поверхні. Маршрут переходів цієї групової операції містить всі переходи, необхідні для обробки кожної деталі окремо. Це і забезпечує роботу верстата, в даному випадку, токарного, з мінімальною кількістю переналагоджень.

Для скорочення допоміжного часу бажано мати єдину послідовність переходів для всіх деталей групи, хоча, звичайно, можлива й інша послідовність переходів. Налаштування верстата і обсяг підналадок для окремих деталей групи від цього істотно не змінюється.

Для деталей не тіл обертання (плоских та ін.) утворення комплексної деталі в більшості випадків неможливе. Проте принцип групування таких деталей залишається незмінним.

Груповими операціями, як було вище зазначено, вважаються такі, які виконуються на одному і тому ж устаткуванні, на одному груповому швидкопереналажуваному (із змінними наладками) пристосуванні, одними і тими ж або швидкозмінними інструментами.

Груповий технологічний процес здійснюється на різнотипному устаткуванні. При цьому всі деталі групи можуть послідовно проходити через всі операції типового або частину цих деталей проходить тільки ті операції, які для цих деталей необхідні, а решта операцій — пропускаються.

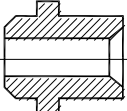
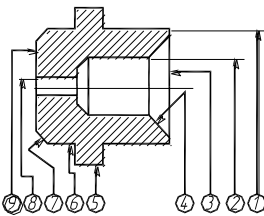
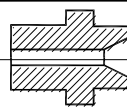
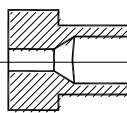
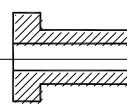
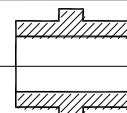
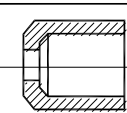
<i>Ескіз деталі</i>	Переходи									<i>Комплексна деталь</i>
	<i>Обточування поверхні 1</i>	<i>Розточування отворів 2</i>	<i>Підрізання торця 3</i>	<i>Розточування конусу 4</i>	<i>Обточування поверхні 5</i>	<i>Обточування поверхні 6</i>	<i>Точіння фаски 7</i>	<i>Розвертання отвору 8</i>	<i>Підрізання торця 9</i>	
	○	○	○	○	○	○			○	 <p><i>Примітка. номери поверхонь відповідають номерам переходів</i></p>
	○		○	○					○	
	○		○		○				○	
	○		○					○		
	○	○	○			○			○	
	○	○					○		○	

Рис. 2 Схема утворення групової операції на основі комплексної деталі

Групові операції не завжди повторюються в технологічних процесах відновлення кожної деталі, оскільки деталі різних типів, як правило, мають різне поєднання відновлюваних поверхонь, а отже, і різне поєднання технологічних операцій. Разом з тим бажано створювати єдину однонаправлену (прямоточну)

послідовність операцій, що виключає поворотні переміщення деталей в процесі їх відновлення.

Приклад утворення багатоопераційного групового технологічного процесу відновлення деталей показаний на рис. 3. З цього рисунка видно, що вимога однорідності і єдиної послідовності операцій групового процесу з пропуском, що допускається, окремих операцій є повторенням аналогічної вимоги для переходів при комплектуванні групової операції (рис. 2).

Ескіз деталі	Операції з відновлення										Комплексна деталь			
	Мийка	Дефектація	Правлення	Центрування	Механізоване наплавлення	Ручне наплавлення	Токарна	Фрезерувальна	Свердильна	Герметична		Шліфувальна	Контрольна	
	○	○	○	○	○		○				○	○	○	Креслення комплексної деталі, комплексний маршрут відновлення
	○	○	○	○	○		○				○	○	○	
	○	○	○	○	○		○				○	○	○	
	○	○	○	○	○		○				○	○	○	
	○	○	○	○	○		○				○	○	○	
	○	○	○	○	○		○				○	○	○	
	○	○	○	○	○		○				○	○	○	
	○	○	○	○	○		○				○	○	○	

Рис. 3 Схема утворення групового процесу на основі комплексного маршруту

Розробляючи багатоопераційний груповий технологічний процес, доцільно створювати повний маршрут з максимальної кількості групових операцій, навіть якщо ці операції в технологічному процесі поєднуються штучно. Такий технологічний маршрут відновлення деталей, об'єднаних в одну групу, можна назвати комплексним маршрутом по аналогії з комплексною деталлю для усереднення операційного маршруту переходів.

Організація групової обробки в усіх можливих її напрямках дає великий економічний ефект за рядом показників роботи підприємства.

1. Підвищується продуктивність обробки. Підвищення відбувається за рахунок наступних заходів:

а) застосування високопродуктивних групових пристосувань і групового оснащення;

б) перекладу обробки деталей індивідуального і дрібносерійного виробництва з менш продуктивних на продуктивніші верстати;

в) скорочення витрат підготовчо-завершального часу на налаштування та переналаджування верстата і витрат допоміжного часу та підвищення загального коефіцієнта використання верстата за часом;

г) створення в умовах дрібносерійного виробництва групових багатопредметних потокових ліній.

2. Скорочуються терміни технічної підготовки виробництва і терміни освоєння нових виробництв.

3. Полегшується і здешевлюється проектування і виготовлення спеціального оснащення, замінюваним груповим універсальним оснащенням.

4. До значних переваг групової обробки належить велика виробнича гнучкість цього методу, нерозривний зв'язок з питаннями організації і планування виробництва.

8 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Згідно варіанту завдання відібрати п'ять деталей, що належать до заданого класу (Додаток А).

2. Привести аналіз конструктивно-технологічних ознак і параметрів відібраних деталей (Таблиця 2).

Таблиця 2 Характеристика конструктивно - технологічних ознак деталей

Конструктивно-технологічні ознаки і параметри	Параметри оцінки ознак.
1	2

3. Для кожної вибраної деталі призначити маршрут відновлення кожного окремого дефекту і на підставі їх утворити загальний технологічний маршрут відновлення деталі (таблиця 3).

Таблиця 3 Утворення маршруту відновлення деталі _____

Найменування деталі, № за каталогом	Найменування дефекту	Операції									
		Найменування 1-ї операції									i-операція
Маршрут відновлення деталі:											

4. Розробити схему утворення багатоопераційного групового технологічного процесу відновлення деталей і запропонувати ескіз комплексної деталі (див. рис. 3).

5. На підставі розробленої схеми створити повний маршрут з максимальної кількості операцій необхідних для відновлення групи деталей.

9 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Мета роботи. 2. Завдання. 3. Відповіді на питання для самостійної роботи. 4. Таблиця з характеристикою конструктивно - технологічних ознак деталей. 5. Таблиця утворення маршруту відновлення деталі. 6. Повний маршрут відновлення групи деталей. 7. Відповіді на контрольні питання. 8. Висновок.

10 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

11.1 Ознаки класифікації відновлюваних деталей?

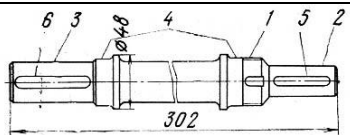
11.2 Що є метою групування деталей?

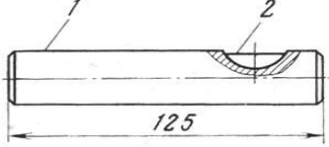
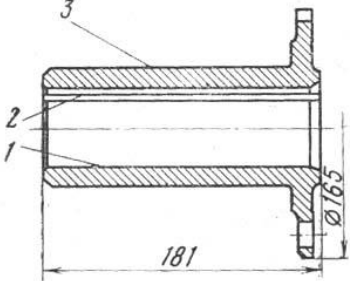
11.3 Чим може обмежуватися групова обробка?

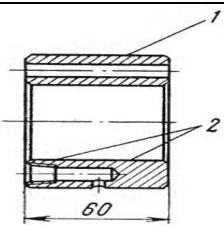
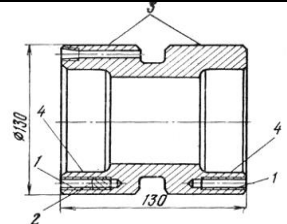
11.4 Які два напрями групування, що служать основою застосування групової технології, можуть бути використані для відновлення деталей?

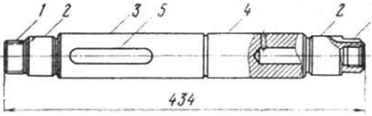
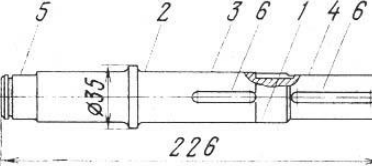
ДОДАТОК А

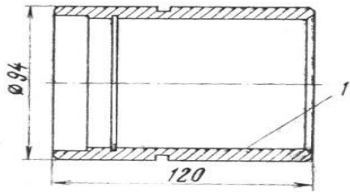
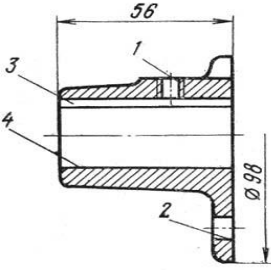
Таблиця А.1 Креслення та загальна характеристика деталей для відновлення

Найменування та позначення деталі, що контролюється	Дефект, що підлягає контролю		Розміри, мм		Способи та засоби контролю		Висновок про придатність деталі
	номер дефекту, що вказаний на рисунку	найменування	у відповідності з робочим кресленням	допустимі	найменування	позначення або погрішність вимірювання	
1	2	3	4	5	6	7	8
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); margin-right: 10px;">409</div>  </div> <p>Вал 60612В. Вага - 2,09кг; Матеріал – Сталь 35 ГОСТ 1050; Шорсткість поверхні під підшипники – Ra 2,5; Твердість – НВ 241-263.</p>	1	Пошкодження різьби	M40×1,5-8g		Огляд	-	Відновлювати
	2	Знос поверхні під вилку	25 ^{-0,130}	24,78	Мікрометр	МК 25-2	Відновлювати
	3	Знос поверхні під кривошип	35 ^{-0,160}	34,68	Мікрометр	МК 50-2	Відновлювати
	4	Знос поверхні під підшипник	40 ^{+0,018} _{+0,002}	39,99	Скоба	СР -50	Відновлювати
	5	Знос шпоночного пазу по ширині	8 ^{-0,015} _{-0,051}	8,06	Пробка	8133-00806Д	Відновлювати
	6	Знос шпоночного пазу по ширині	8 ^{-0,015} _{-0,051}	8,06	Пробка	8133-00806Д	Відновлювати

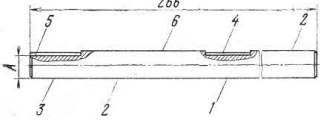
1	2	3	4	5	6	7	8
 <p>Вісь-60070. Вага - 0,47кг; Матеріал – Сталь 45 ГОСТ 1050; Шорсткість поверхні під втулку – Ra 1,25; Твердість – HRC 35-40.</p>	1	Знос поверхні під втулку підшипника	25 ^{-0,130}	24,80	Мікрометр	МК 25-2	Відновлювати
	2	Знос шпоночного пазу по ширині	6 ^{-0,006} _{-0,048}	6,05	Пробка	8133-00806Д	Відновлювати
 <p>Маточина 54-60521Б. Вага - 4,775кг; Матеріал – Сталь 40 ГОСТ 1050; Шорсткість поверхні під втулку – Ra 2,5; Твердість – HB 241-263</p>	1	Знос поверхні отвору під вал	50 ^{+0,062}	50,12	Нутромір	НИ 50-100-2	Відновлювати
	2	Знос шпоночного пазу по ширині	16 ^{+0,120} _{+0,050}	16,30	Кінцеві міри	3-НЗ	Відновлювати
	3	Знос поверхні під втулки шківу	75 ^{-0,030} _{-0,104}	74,81	Мікрометр	МК 75-2	Відновлювати
	3	Знос поверхні під зірочку	20 ^{-0,130}	19,74	Мікрометр	МК 25-2	Відновлювати
	4	Знос шпоночного пазу по ширині	6 ^{-0,010} _{-0,056}	6,05	Пробка	8133-00806Д	Відновлювати
	5	Знос шпоночного пазу по глибині	Розмір А: 16,5 ^{-0,110}	16,2	Мікрометр	МК 25-2	Відновлювати
6	Відхилення від прямолінійності	Допуск прямолінійності: 0,5	0,5	Плита Щуп	2-2-400×400 4-2	Відновлювати	

1	2	3	4	5	6	7	8
 <p>Маточина 54-60794. Вага - 1,54кг; Матеріал – Сталь 40 ГОСТ 1050; Шорсткість поверхні під підшипник – Ra 2,5; Твердість – HRC 30-35</p>	1	Знос поверхні під диск	82 ^{-0,036} _{-0,123}	81,77	Мікрометр	МК 100-2	Відновлювати
	2	Знос поверхні отвору під підшипник	47 ^{+0,007} _{-0,018}	47,02	Нутромір	НИ 18-50-2	Відновлювати
 <p>Маточина H.065.11.012. Вага - 8,87кг; Матеріал – Ст. 3 ДСТУ 2651; Шорсткість поверхні під підшипник – Ra 2,5; Твердість – HB 230-250.</p>	1	Пошкодження різьби	M14×1,5-6H		Огляд	-	Відновлювати
	2	Обламування болтів	Не допускається		Огляд	-	Відновлювати
	3	Знос поверхні під маточину середнього диску	130 ^{-0,085} _{-0,148}	129,74	Скоба або мікрометр	8111-12974Д МК 150-2	Відновлювати
	4	Знос поверхонь отворів під підшипник	90 ^{+0,010} _{-0,025}	90,02	Пробка або нутромір	8114-09002Д НИ 50-100-2	Відновлювати

1	2	3	4	5	6	7	8
 <p>Вал 54-62099. Вага - 6,2кг; Матеріал – Сталь 40Х ГОСТ 1050; Шорсткість поверхні під підшипник – Ra 2,5; Твердість – HRC 40-45.</p>	1	Пошкодження різьби	M39×1,5-8g		Огляд	-	Відновлювати
	2	Знос поверхні під підшипник	$45 \pm_{0,002}^{+0,015}$	44,98	Скоба	CP -50	Відновлювати
	3	Знос поверхні під маточину	$50_{-0,087}^{-0,025}$	49,84	Мікрометр	МК 50-1	Відновлювати
	4	Знос поверхні під поршень	$50_{-0,064}^{-0,023}$	49,88	Мікрометр	МК 50-1	Відновлювати
	5	Знос шпоночного пазу по ширині	$16^{+0,043}$	16,15	Пробка	8133-01615Д	Відновлювати
 <p>Вал 54-60483. Вага - 1,176кг; Матеріал – Сталь 35 ГОСТ 1050; Шорсткість поверхні під підшипники – Ra 2,5; Твердість – HB 241-263.</p>	1	Пошкодження різьби	M30×1,5-8g		Огляд	-	Відновлювати
	2	Знос поверхні під підшипник	$30_{+0,002}^{+0,015}$	29,99	Скоба	CP -50	Відновлювати
	3	Знос поверхні під зірочку	$30_{-0,084}$	29,85	Скоба	CP -50	Відновлювати
	4	Знос поверхні під вилок	$25_{-0,130}$	24,78	Мікрометр	МК 25-2	Відновлювати
	5	Знос поверхні під підшипник	$25_{+0,002}^{+0,015}$	24,99	Скоба	CP -25	Відновлювати
	6	Знос шпоночного пазу по ширині	$8_{-0,051}^{-0,015}$	8,06	Пробка	8133-00806Д	Відновлювати

1	2	3	4	5	6	7	8
 <p>Циліндр 54-81098. Вага - 2,42кг; Матеріал – Сталь 45 ГОСТ 1050; Шорсткість поверхні під поршень – Ra 1,25; Твердість – HRC 35-40.</p>	1	Знос поверхні отвору під поршень	80 ^{+0,046}	80,11	Нутромір	НИ 50-100-2	Відновлювати
 <p>Маточина 60538. Вага - 0,50кг; Матеріал – Сталь 35 ГОСТ 1050; Шорсткість поверхні під цапфу – Ra 2,5; Твердість – HB 241-263</p>	1	Пошкодження різьби	M8-7H		Огляд	-	Відновлювати
	2	Знос поверхонь отворів під бовти	9,0	11,0	Штангенциркуль	ШЦ-I-125-0,1-2	Відновлювати
	3	Знос шпоночного пазу по ширині	8 ^{+0,075} _{+0,020}	8,20	Кінцеві міри	3-НЗ	Відновлювати
	4	Знос поверхонь отворів під цапфи	25 ^{+0,130}	25,26	Нутромір	НИ 18-50-2	Відновлювати

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8
 <p>Вал 60007. Вага - 0,6кг; Матеріал – Сталь 35 ГОСТ 1050; Шорсткість поверхні під підшипники – Ra 2,5; Твердість – НВ 241-263.</p>	1	Знос поверхні під зірочку	20 ^{-0,130}	19,798	Мікрометр	МК 25-2	Відновлювати
	2	Знос поверхонь під вилки підшипників	20 ^{-0,130}	19,80	Мікрометр	МК 25-2	Відновлювати
	3	Знос поверхні під зірочку	20 ^{-0,130}	19,74	Мікрометр	МК 25-2	Відновлювати
	4	Знос шпоночного пазу по ширині	6 ^{-0,010} -0,056	6,05	Пробка	8133-00605Д	Відновлювати
	5	Знос шпоночного пазу по ширині	Розмір А: 16,5 ^{-0,110}	16,2	Мікрометр	МК 25-2	Відновлювати
	6	Відхилення від прямолінійності	Допуск прямолінійності 0,5	0,5	Плита Щуп	2-2-400×400 4-2	Відновлювати

ЗМІСТ

Організаційно-методичні передумови постановки та проведення лабораторних робіт за напрямом «Технологія ремонту машин і обладнання»	3	
РОБОТА 1	Випробування матеріалів на абразивне зношування	9
РОБОТА 2	Дослідження процесу очищення поверхні деталей машин	23
РОБОТА 3	Особливості розбирально-складальних операцій при ремонті автотракторних двигунів	44
РОБОТА 4	Дослідження зносів і аналіз дефектів деталей машин (дефектування) універсальними вимірвальними засобами	70
РОБОТА 5	Виявлення прихованих дефектів деталей спеціальними засобами та коерцитиметричним методом	84
РОБОТА 6	Фарбування і контроль якості лакофарбового покриття автомобілів	122
РОБОТА 7	Використання воднево-кисневого устаткування при ремонті машин	152
РОБОТА 8	Застосування ручного дугового зварювання (ММА) при ремонті сільськогосподарської техніки	167
РОБОТА 9	Відновлення деталей машин механізованими видами наплавлення	202
РОБОТА 10	Газополуменеве напилення та наплавлення зношених деталей	231
РОБОТА 11	Застосування плазмового наплавлення для відновлення деталей машин та устаткування	256
РОБОТА 12	Відновлення та зміцнення деталей машин методом електроіскрової обробки	284

РОБОТА 13	Використання енергії лазера для термозміцнення та відновлення деталей	313
РОБОТА 14	Відновлення деталей машин електrolітичним нарощуванням металів	335
РОБОТА 15	Застосування полімерних матеріалів і клеїв при виробництві та ремонті деталей	351
РОБОТА 16	Дослідження впливу пластичної деформації на властивості поверхневого шару оброблюваної деталі та утворення поверхонь з регулярним мікрорельєфом вібронакаткуванням	378
РОБОТА 17	Групова технологія відновлення деталей сільськогосподарських машин	391

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Сідашенко Олександр Іванович
Тіхонов Олександр Всеволодович
Скобло Тамара Семенівна
Мартиненко Олександр Дмитрович
Гончаренко Олександр Олексійович
Сайчук Олександр Васильович
Аветісян Віктор Казарович
Автухов Анатолій Кузьмич
Рибалко Іван Миколайович
Сиром'ятніков Петро Степанович
Бантковський Вячеслав Анатолійович
Маніло Вадим Леонідович

ПРАКТИКУМ З РЕМОНТУ МАШИН

Том 1

ЗАГАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС РЕМОНТУ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ЗМІЩЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Навчальний посібник

За редакцією Сідашенко О.І. та Тіхонова О.В.

Комп'ютерна верстка: Маніло В.Л., Рибалко І.М., Тіхонов О.В.

Підписано до друку 28.12. 2017р

Формат 70x108 1/16 Папір офсетний. Друк різнографічний.

Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 14,32

Обл. – друк. арк. 18,48

Наклад 100 прим. Зам № ____

ТОВ «Пром-Арт»

61023, м. Харків, вул. Весніна, 12

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія: ДК № 5748 від 06.11.2017.

тел. (057) 717-28-80

www.promart.in.ua

E-mail: promart_order@ukr.net



9 786177 634019