

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для самостійного вивчення дисципліни «Обґрунтування та вдосконалення
технологій відновлення деталей» для студентів спеціальності

131 «Прикладна механіка»

Затверджено
на засіданні кафедри зварювання
Протокол № 12 від 30.06.2023

Харків
НТУ «ХПІ»
2023

Методичні вказівки для самостійного вивчення дисципліни «Обґрунтування та вдосконалення технологій відновлення деталей» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / уклад. С. О. Лузан. – Харків : НТУ «ХП», 2023. – 11 с.

Укладач: С. О. Лузан

Рецензент Б.В. Сітніков

Кафедра зварювання

Вступ

Рішення задачі підвищення ресурсу деталей машин і устаткування за рахунок застосування високоміцних нержавіючих сталей і сплавів приводить до великих витрат, як на дорогі матеріали, так і на металоріжучий і штампувальний інструмент. Причому, не дивлячись на те, що із збільшенням змісту легуючих елементів міцність, твердість і зносостійкість зростають, в той же час вірогідність крихкого руйнування підвищується. Для запобігання цьому необхідне застосування нових конструкційних матеріалів, що поєднують міцну, зносостійку і тверду поверхню з пластичною, в'язкою і тріщиностійкою основою. Цим пояснюється все зростаючий в даний час інтерес до покриттів, модифікації структури або легування поверхневого шару. Таким чином механічна міцність деталей забезпечується матеріалом основи, а спеціальними властивостями матеріалом покриття або формуванням нової структури, а також хімічного складу приповерхневого шару матеріалу деталі. Ці задачі можливо вирішити сучасними методами відновлення деталей машин.

Метою викладання навчальної дисципліни «Обґрунтування та вдосконалення технологій відновлення деталей» є – навчити магістрів застосовувати на практиці комплексний підхід при виборі найбільш раціонального способу вдосконалення методу відновлення деталей машин.

Дані методичні вказівки присвячені організації самостійної роботи з дисципліни «Інженерія поверхні».

1. Мета та задачі курсу

Мета навчальної дисципліни «Обґрунтування та вдосконалення технологій відновлення зношених деталей» - навчити магістрів застосовувати на практиці комплексний підхід при виборі найбільш раціонального способу вдосконалення методу відновлення деталей машин.

Завдання: навчити виконувати критичний аналіз інформаційних джерел за результатами лабораторних і експлуатаційних випробувань машин і механізмів, організації та проведенню порівняльних досліджень властивостей відновлених поверхонь деталей різними методами, методології вибору найбільш оптимального способу вдосконалення відновлення, що забезпечує заданий ресурс деталей.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати: суть методів, які застосовуються для відновлення деталей машин і матеріали, які забезпечують заданий ресурс в результаті відновлення деталей.

Вміти: проводити лабораторні та стендові випробування вибору матеріалів функціональних покриттів, і способів вдосконалення технологій відновлення. Оцінювати трібологічні характеристики відновлювальних покриттів та підвищувати їх трібологічні властивості за рахунок інтегрування способів нанесення покриттів з іншими технологіями, та застосування нових матеріалів. Вибирати найбільш оптимальний метод відновлення конкретної деталі.

2. Робоча програма дисципліни

Змістовий модуль 1. Обґрунтування необхідності вдосконалення технологій відновлення зношених деталей

Тема 1. Вступ. Ресурс транспортних засобів та їх основних складових частин після ремонту. Аналіз трудомісткості поточних ремонтів машин. Основні причини відмов машин.

Тема 2. Характерні види зносу деталей машин. Аналіз видів зносу деталей машин. Структурна схема і типові сполучення засобів транспорту.

Тема 3. Вибір способу відновлення деталей машин. Критерії вибору способу відновлення. Застосування газотермічних методів напилення. Електрохімічні покриття.

Тема 4. Класифікація відновлюваних деталей і характеристики способів газотермічного напилення. Основні способи класифікації деталей. Способи газотермічного напилення. Класифікація матеріалів для нанесення покриттів.

Змістовий модуль 2. Вдосконалення технологій відновлення зношених деталей.

Тема 5. Удосконалення методів газотермічного напилення. Газополуменеве напилення, яке інтегроване з шіткової обробкою. Високошвидкісне напилення.

Тема 6. СВС-процеси в технологіях зміцнення і відновлення деталей машин наплавленням і газотермічними способами напилення покриттів. Історія відкриття і розвитку СВС-процесів. Технології та матеріали, що застосовуються для СВС-процесів.

Тема 7. СВС-процеси в газотермічних способах напилення і наплавлення покриттів. Застосування СВС-процесу для синтезу композиційних матеріалів, що застосовуються в газотермічних покриттях і процесах дугового наплавлення. Властивості покриттів з композиційних механоактивованих СВС-матеріалів, наплавлених електродуговим способом. Наноструктурні покриття.

Тема 8. Економічна ефективність технологічного процесу відновлення деталей. Критерій вибору способу відновлення деталей з урахуванням їх ресурсу. Оцінка витрат по нанесенню покриття.

2.1. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Тема 1. Вступ. Ресурс транспортних засобів та їх основних складових частин після ремонту. Аналіз трудомісткості поточних ремонтів машин. Основні причини відмов машин.	15	6				9

1	2	3	4	5	6	7
Тема 2. Характерні види зносу деталей машин. Аналіз видів зносу деталей машин. Структурна схема і типові сполучення засобів транспорту.	15	6				9
Тема 3. Вибір способу відновлення деталей машин. Критерії вибору способу відновлення. Застосування газотермічних методів напилення. Електрохімічні покриття.	15	6				9
Тема 4. Класифікація відновлюваних деталей і характеристики способів газотермічного напилення. Основні способи класифікації деталей. Способи газотермічного напилення. Класифікація матеріалів для нанесення покриттів.	15	6				9
Разом за змістовим модулем 1	60	24				36
Тема 5. Удосконалення методів газотермічного напилення. Газополуменеве напилення, яке інтегроване з щіткової обробкою. Високошвидкісне напилення.	15	6				9
Тема 6. СВС-процеси в технологіях зміцнення і відновлення деталей машин наплавленням і газотермічними способами напилення покриттів. Історія відкриття і розвитку СВС-процесів. Технології та матеріали, що застосовуються для СВС-процесів.	15	6				9
Тема 7. СВС-процеси в газотермічних способах напилення і наплавлення покриттів. Застосування СВС-процесу для синтезу композиційних матеріалів, які застосовуються в газотермічних покриттях і процесах дугового наплавлення. Властивості покриттів з композиційних механоактивованих СВС-матеріалів, наплавлених електро-дуговим способом. Наноструктурні покриття.	15	6				9
Тема 8. Економічна ефективність технологічного процесу відновлення деталей. Критерій вибору способу відновлення деталей з урахуванням їх ресурсу. Оцінка витрат по нанесенню покриття.	15	6				9
Разом за змістовим модулем 2	60	24				36
Усього годин	120	48				72

2.2. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення товщини відновлювального покриття і припусків на механічну обробку.	2
2	Відновлення гільз циліндрів плазмовим напиленням, інтегрованим з щітковою обробкою.	2
3	Визначення оптимальної області параметрів режиму плазмового наплавлення чавуну.	2
4	Високошвидкісне газополуменеве напилення покриттів.	2
5	Відновлення деталей холодним газодинамічним напиленням.	2
6	Газополуменеве напилення покриттів, комбіноване з електроіскровим легуванням напиляємої поверхні.	2
7	Спосіб отримання нанопорошків механічним подрібненням.	2

2.3. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Трудомісткість поточних ремонтів вузлів, агрегатів і систем вантажних автомобілів.	5
2	Зміни зазорів в з'єднанні вкладиш - шийка колінчастого вала двигуна від часу напрацювання.	5
3	Нормативи довговічності тракторів і їх основних складових частин.	5
4	Характерні види зносу і руйнувань деталей машин.	5
5	Номенклатура основних деталей, рекомендованих для відновлення і зміцнення газотермічним методами.	5
6	Управління якістю відновлюваних деталей.	5
7	Застосування для газотермічного напилення самофлюсуючі сплави системи Ni-Cr-B-Si.	5
8	Типізація технологічних процесів.	5
9	Групова технологія.	5
10	Виробництво з відновлення деталей, організоване на модульному принципі.	5
11	Плазмове напилення, інтегроване з вібраційною обробкою.	5
12	Обладнання для нанесення покриття в динамічному вакуумі	5
13	Способи одержання порошків для напилення покриттів	4
14	Склад та призначення порошків для газотермічного напилення покриттів	4

15	Способи одержання нанопорошків для напилення покриттів	4
	Разом	72

2.4. Рекомендована література

Основна література

1. Офіційний сайт Міністерства освіти і науки України: <https://mon.gov.ua/ua>.
2. Освітня програма другого магістерського рівня «Прикладна механіка». НТУ«ХП». 2019. 26 с.
3. Спеціальні способи зварювання: підручник / І.В. Кривцун, В.В. Квасницький, С.Ю. Максимов, Г.В. Єрмолаєв, за загальною редакцією академіка НАН України, доктора технічних наук, професора Б. Є. Патона. – Миколаїв: НУК, 2017. – 346 с. ISBN 978–966–321–321–5.
4. Квасницький, В.В. Спеціальні способи зварювання [Текст]: навч. посіб. / В.В. Квасницький. – Миколаїв: УДМТУ, 2003. – 437 с.
5. Seyffarth, P. Laser-arc processes and the irapplication in welding and material treatment [Text] / P. Seyffarth, I.V. Krivtsun // Welding and Allied Processes. – London: Taylor and Francis, 2002. – Vol. 1. – 184 p.
6. Лузан С.О. Структура концепції відновного ремонту газотермічним напиленням покриттів / С. О. Лузан // Механіка та машинобудування. – Харків : НТУ «ХП», 2011. – № 1. – С. 163-169.
7. Лузан С.О. Забезпечення зносостійкості деталей газополум'яним напиленням покриттів з віброобробкою / С.О. Лузан // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків : 2011. – Вип. 114. – С. 196-202.
8. Інженерія поверхні: підручник / К.А. Ющенко, Ю.С. Борисов, В.Д. Кузнецов, В.М. Корж. - Київ: Наукова думка, 2007. – 559 с.
9. Лузан С.О. Інженерія поверхні. Курс лекцій / С.О. Лузан, О.І. Сідашенко. – Харків: Водний спектр Джі-Ем-Пі, 2019. – 188 с.

Додаткова література

1. Пащенко В.М. Обладнання для газотермічного нанесення покриттів: навчальний посібник. К.: ІВЦ «Політехніка». 2001. – 416 с.

2. Корж В.М. Технологія та обладнання для напилення. навчальний посібник. К.: НМЦ ВО. 2000. – 407 с.

Інформаційні ресурси в інтернеті

1. Сайт бібліотеки НТУ «ХП»: <http://library.kpi.kharkov.ua>
2. eNTUKhPIR; Головна сторінка: <http://repository.kpi.kharkov.ua>
3. Дугове зварювання: електроди, відео уроки, поради – Джерело: <http://poradum.com/remont/dugove-zvaryuvannya-elektrodi-video-uroki-poradi.html>
4. Навчальне відео по дуговому зварюванню – Джерело: <https://www.youtube.com/watch?v=dxVoNDuUcM8>.
5. Основи дугового зварювання, частина 1. Джерело: <https://www.youtube.com/watch?v=EFkTC6u-CJ8>.
6. Навчальне заняття "Розжиг дуги і розплавлення електрода" майстер Куткович Д.В.– Джерело: <https://www.youtube.com/watch?v=pqJ9hTVYUDQ>.
7. Автоматичне зварювання під флюсом: зварювальний трактор Jasic МК-1– Джерело: <https://jasic.ua/ua/news/avt-svarka-svarochnyj-traktor-jasic-mk-1-27>.

3. Методичні вказівки з вивчення курсу

Змістовий модуль 1. Обґрунтування необхідності вдосконалення технологій відновлення зношених деталей

Тема 1. Вступ.

Питання, що розглядаються у даній темі

Ресурс транспортних засобів та їх основних складових частин після ремонту. Аналіз трудомісткості поточних ремонтів машин. Основні причини відмов машин.

Тема 2. Характерні види зносу деталей машин.

Питання, що розглядаються у даній темі

Аналіз видів зносу деталей машин. Структурна схема і типові сполучення засобів транспорту.

Тема 3. Вибір способу відновлення деталей машин.

Питання, що розглядаються у даній темі

Критерії вибору способу відновлення. Застосування газотермічних методів напилення. Електрохімічні покриття.

Тема 4. Класифікація відновлюваних деталей і характеристики способів газотермічного напилення.

Питання, що розглядаються у даній темі

Основні способи класифікації деталей. Способи газотермічного напилення. Класифікація матеріалів для нанесення покриттів.

Контрольні запитання до теми 1 та 4

1. Що є найбільш поширеною причиною їх виходу з ладу деталей машин?
2. Частка від загальної суми витрат праці, коштів і матеріалів поточних ремонтів двигунів вантажних автомобілів?
3. Які причини малого ресурсу двигунів після ремонту?
4. Яка причина найбільш часто зустрічається ресурсного відмови машин?
5. Назвіть основні нормативи довговічності тракторів і їх основних складових частин?
6. Який ресурс відремонтованої техніки в порівнянні з новою повинен бути у відремонтованої техніки відповідно ГОСТ 18524-85?
7. Який вид дефекту деталей, що виникає при експлуатації, найбільш поширений?
8. Який знос деталей машин превалює над усіма іншими?
9. Як розподіляється знос поверхонь деталей тракторів, автомобілів і сільськогосподарських машин?
10. Перерахуйте типові сполучення засобів транспорту?
11. Які загальні операції містить будь-яка технологія відновлення деталей машин?
12. Що враховує технологічний критерій?
13. Напишіть вираз для визначення критерію довговічності.
14. Напишіть вираз, за яким оцінюється вибір способу по техніко-економічному критерієм.
15. Яка частка деталей, відновлюваних на підприємствах агропромислового комплексу наплавленням, газотермічним, електрохімічними та іншими, найбільш часто вживаними методами, становить?
16. Назвіть найбільш поширений спосіб відновлення зношених деталей машин?
17. З якою метою застосовуються самофлюсуючі сплави системи Ni-Cr-B-Si при відновленні деталей машин?
18. Що слід розуміти під типизацією технологічних процесів?
19. У чому суть методу групової обробки?

20. У чому принципова відмінність типовий від групової технології?
21. Що називається дефектом?
22. У чому перевага модульної технології?
23. Сутність процесу газопламенного напилення, його переваги і недоліки?
24. Сутність процесу детонаційного напилення, його переваги і недоліки?
25. Сутність процесу плазмового напилення, його переваги і недоліки?
26. Сутність процесу електродугового напилення, його переваги і недоліки?
27. Назвіть основні способи підвищення міцності зчеплення покриття з основою?
28. Класифікація матеріалів для нанесення газотермічних покриттів.

Змістовий модуль 2. Вдосконалення технологій відновлення зношених деталей.

Тема 5. Удосконалення методів газотермічного напилення.

Питання, що розглядаються у даній темі

Газополуменеве напилення, яке інтегроване з щіткової обробкою. Високошвидкісне напилення.

Тема 6. СВС-процеси в технологіях зміцнення і відновлення деталей машин наплавленням і газотермічними способами напилення покриттів.

Питання, що розглядаються у даній темі

Історія відкриття і розвитку СВС-процесів. Технології та матеріали, що застосовуються для СВС-процесів.

Тема 7. СВС-процеси в газотермічних способах напилення і наплавлення покриттів.

Питання, що розглядаються у даній темі

Застосування СВС-процесу для синтезу композиційних матеріалів, що застосовуються в газотермічних покриттях і процесах дугового наплавлення. Властивості покриттів з композиційних механоактивованих СВС-матеріалів, наплавлених електродуговим способом. Наноструктурні покриття.

Тема 8. Економічна ефективність технологічного процесу відновлення деталей.

Питання, що розглядаються у даній темі

Критерій вибору способу відновлення деталей з урахуванням їх ресурсу.

Оцінка витрат по нанесенню покриття.

Контрольні запитання до теми 5 та 8

1. Яка мета інтегрування газотермічних методів напилення з іншими методами обробки поверхні?
2. Що являє собою металева щітка, застосовувана при газополуменеве напилювання?
3. Що дає застосування щеточної обробки замість традиційної струменевої обробки абразивом?
4. Який характер має залежність міцності зчеплення газопламенного покриття з основою від швидкості обертання щітки?
5. Який характер має залежність шорсткості напиляємої поверхні від швидкості обертання щітки?
6. Яку висоту нерівностей Rz забезпечує щеточна і абразивоструйна обробки?
7. Який вплив робить величина натягу на висоту мікронерівностей?
8. Суть надзвукового плазмового напилення?
9. Суть способу отримання покриття з використанням струменя надзвукової швидкості?
10. У чому відмінність способів "High Velocity Oxygen Fuel" (HVOF) і «High Velocity Air Fuel» (HVOF)?
11. Суть процесу холодного газодінамічного напилення?
12. У чому суть явища, що отримало назву «твердого полум'я»?
13. Суть СВС-процесів і основні етапи розвитку СВС-технологій.
14. Які застосовуються основні технологічні типи СВС-процесів?
15. Опишіть узагальнену схему СВС-технологій?
16. Які матеріали застосовуються для синтезу композиційних порошків?
17. У чому перевага синтезованих порошків в порівнянні з традиційно застосовуваними для газотермічного напилення механічними сумішами і конгломерированими порошками?
18. У чому суть механоактивації композиційних матеріалів?
19. Як залежить інтенсивність зношування покриттів від об'ємної частки карбідної складової?
20. Дайте визначення, що представляють собою наноматеріали?
21. Властивості нанопорошків.
22. Критерій вибору способу відновлення деталей.
23. Що є критерієм економічної ефективності технологічного процесу нанесення відновного покриття?
24. Чому в якості критерію економічної ефективності технологічного процесу беруть витрати з напилювання одиниці об'єму відновного покриття?