

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Направлення та наплення

(назва навчальної дисципліни)

ПРОГРАМА

нормативної навчальної дисципліни

підготовки бакалавра

(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

напряму 6.050504 – “Зварювання”

(шифр і назва напряму)

спеціальності 7.05050403 – Відновлення та підвищення зносостійкості

деталей і конструкцій

(шифр і назва спеціальності)

(Шифр за ОПП _____)

Вінниця 2012 рік

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО: кафедрою технології підвищення зносостійкості

(повна назва кафедри)

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Шиліна О.П., доцент, к.т.н.

Програма нормативної навчальної дисципліни «**Наплавлення та напилення**» затверджена на засіданні кафедри технології підвищення зносостійкості

Протокол від «23» _____ 10 _____ 2012 року №7

Завідувач кафедри _____ (проф. Савуляк В.І.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено Методичною радою Інституту машинобудування та транспорту
Протокол від «14» _____ 11 _____ 2012 року №3

Голова Методичної ради ІнМТ _____ (проф. Буренніков Ю.А.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Заступник директора ІнМТ з НМР _____ (доц. Петров О.В.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено Методичною радою ВНТУ

Протокол від «22» _____ 11 _____ 2012 року № 4

Голова _____ (проф. Романюк О. Н.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Вступ

Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни складена з урахуванням вимог освітньо-професійних програм підготовки **бакалаврів напрямку 6.050504 – “Зварювання”**;

7.05050403 – Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій

(спеціальності)

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Наплавлення та напилення» є складний процес формування знань для успішного вирішення багатьох практичних питань, які пов'язані з науково-технічним прогресом в різних галузях техніки, необхідних відомостей про сучасні прогресивні способи наплавлення, напилювання та обладнання, нових матеріалах для наплавлення та напилювання, їх властивостей та раціонального використання.

Міждисциплінарні зв'язки: знання з “Наплавлення та напилення” базується на знаннях, одержаних студентами як у середній школі, так і у вузі при вивченні таких дисциплін, як: фізика, хімія, технологія металів та матеріалознавство, основи обробки металів, технологія та устаткування зварювання плавленням, поверхневі фізико-хімічні процеси, теплові процеси зварювання, теорія процесів зварювання, зварювальні джерела живлення, напруження та деформації при зварюванні;.

Програма навчальної дисципліни складається з двох частин та чотирьох змістових модулів:

Частина 1. Наплавлення: Способи і технологія наплавлення

Змістовий модуль 1

Дугові і спеціальні способи наплавлення

Структура і властивості різних груп наплавленого металу

Змістовий модуль 2:

Матеріали і технологія наплавлення

Частина 2. Напилення: Технологічні процеси і матеріали напилення покриття

Змістовий модуль 1:

Підготовка поверхні для нанесення покриття

Матеріали для нанесення покриття

Газотермічні методи нанесення покриття

Змістовий модуль 2:

Вакуумно-конденсаційні методи нанесення покриття

Технологічне обладнання для нанесення

1. Мета та задачі дисципліни

Мета дисципліни полягає у професійній підготовці студентів **напряму** 6.050504 – “Зварювання”; у галузі нанесення покриття наплавленням та напилюванням.

Задачею викладання теоретичних основ дисципліни є повідомлення студентам знань в області :

- теоретичних засад досліджень, розробки та удосконалення технології наплавлення або напилення покриття з різноманітними властивостями;
- теоретичних засад розрахунків та проектування обладнання та устаткування для електродугового, газотермічного та вакуумного нанесення покриття нанесення покриття;
- техніки та режимів наплавки, напилювання;
- вміння практично втілити отримані теоретичні знання у проектуванні технологічних процесів та обладнання і устаткування для нанесення покриття напиленням та наплавкою;
- правил безпечної праці й охорони навколишнього середовища при нанесенні покриття.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен:

Знати:

- сутність газотермічних та вакуумних методів напилення;
- фізичні основи напилення;
- особливості формування покриттів;
- фізичну сутність явищ, які відбуваються в металах і сплавах під час формування покриття;
- взаємозв'язок цих явищ із властивостями;
- основні властивості та призначення сучасних напилених матеріалів.

Вміти: використовуючи відомості про склад, структуру, механічні, фізичні та хімічні властивості металу за допомогою положень щодо металургії, металознавства, теплопередачі та технології зварювання, а також розрахунків і довідкової літератури оцінювати характеристики джерел нагрівання, аналізувати фізико-хімічні явища, оцінювати типові процеси та структурні перетворення при зварюванні та споріднених технологіях:

- в залежності від конструктивних особливостей, матеріалу та умов експлуатації визначити раціональний спосіб нанесення покриття;
- правильно обрати спосіб нанесення покриття;
- оцінювати поведінку напиленого шару і причини відмов деталей машин внаслідок дії на них різних експлуатаційних факторів;
- оцінювати орієнтовний хімічний склад напилюваних матеріалів за маркою;

- самостійно користуватись базами даних ЕОМ, технічною та довідковою літературою для вибору матеріалу для напилення на основі аналізу умов експлуатації та напруженого стану з урахуванням економічної доцільності його використання;
- оцінювати або передбачати властивості та поведінку нанесеного матеріалу внаслідок дії різних технологічних та експлуатаційних факторів;
- призначати обробку для забезпечення потрібної довговічності виробів;
- виконати нормування наплавочних операцій;
- настроїти на необхідний режим устаткування і наплавити прості стандартні поверхні;
- виконати нескладне дослідження в області наплавки, напилювання.

Мати уявлення про:

- перспективи розвитку способів нанесення покриттів;
- способи подачі матеріалів у зону наплавлення, напилювання;
- обробку поверхні під напилювання, або наплавлення;
- обробку поверхні після напилювання, наплавлення;
- досягнення та перспективи розвитку трибоматеріалознавства.

Курсом забезпечуються наступні дисципліни:

Автоматичне керування зварюванням, економіка зварювального виробництва, ремонт і відновлення деталей машин, навчальний практикум, практика.

Програма навчальної дисципліни складається з двох частин та чотирьох змістових модулів:

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

ЧАСТИНА 1. Наплавлення. Способи і технологія наплавлення

Змістовий модуль 1. *Дугові і спеціальні способи наплавлення.*

Структура і властивості різних груп наплавленого металу

Тема 1. Вступ. Класифікація методів нанесення покриття наплавленням. Сучасний стан і перспектива використання.

Тема 2. Техніка і технологія наплавки поверхневих шарів.

Формування властивостей наплавленого металу

Методи легування

Особливості технології й техніки наплавки

Особливі способи наплавки

Вибір раціонального способу наплавки

Тема 3. Обладнання для зварювання та наплавки.

Апаратура для дугового зварювання і наплавлення. Апаратура для автоматичного зварювання плавлячим електродом. Апаратура для напівавтоматичного зварювання плавлячим електродом.

Апаратура для зварювання плавлячим електродом. Апаратура для зварювання дугою, стинutoю газовим потоком .

Апаратура для багатоелектродного зварювання.

Апаратура для дугової наплавки.

Апаратура для електрошлакового зварювання та наплавки.

Устаткування для підігріву деталей.

Допоміжне обладнання.

Змістовий модуль 2: *Матеріали і технологія наплавлення*

Тема 3. Матеріали для наплавочних робіт

Електродні дроти і стрічки .

Порошкові дроти.

Електроди для наплавочних робіт.

Флюси для наплавочних робіт .

Захисні гази.

Тема 4. Технологія наплавки

Підготовка деталей під наплавку

Технологія наплавки під флюсом

Технологія наплавки у середовищі вуглекислого газу

Технологія вібродугової наплавки

Технологія електрошлакової наплавки

Технологія ручної дугової наплавки

Технологія газової наплавки

Техніко-економічні питання наплавки

Тема 5. Використання наплавки

Наплавка деталей прокатного виробництва

Наплавка ріжучого інструмента

Наплавочні роботи на залізничному транспорті

Наплавка деталей сільгоспмашин

Наплавка деталей тракторів та автомобілів

ЧАСТИНА 2. Напилення. Технологічні процеси і матеріали напилення покриття

Змістовий модуль 1: *Підготовка поверхні для нанесення покриття*

Матеріали для нанесення покриття

Газотермічні методи нанесення покриття

Тема 1. Класифікація методів газотермічного та вакуумних методів нанесення покриття. Сучасний стан і перспективи використання.

Тема 2. Процеси газотермічного нанесення покриття

Характеристика процесів газотермічного нанесення покриття. Засоби та технологічні можливості газополуменевого, детонаційного, електродугового, високочастотного та плазмового методів нанесення покриття.

Технологія газотермічного напилення покриття. Вибір методів та засобів напилення покриття. Вибір напилюваного матеріалу та товщина покриття. Підготовка поверхні виробу під напилення. Обробки поверхні під напилення. Контроль якості покриття.

Технологія газополуменевого напилення.

Вибір параметрів технологічного процесу. Технологія детонаційного напилення. Вибір параметрів технологічного процесу.

Технологія електродугового напилення. Вибір параметрів технологічного процесу.

Технологія плазмового напилення. Вибір параметрів технологічного процесу.

Особливості технології високочастотного напилення і вибіру параметрів технологічного процесу.

Тема 3. Обладнання і устаткування для газотермічного нанесення покриття.

Функціональні схеми, комплектність та компановка обладнання і устаткування для газотермічного напилювання.

Розпилювальне устаткування для газотермічного напилення. Пальники-розпилювачі. Плазмотрони, детонаційно-газові розпилювачі. Їх конструкція. Методика проектування їх геометричних параметрів.

Механізми подавання розпилюваних матеріалів у обладнанні для напилення. Механізми подавання порошкових, дротяних та стрижневих матеріалів. Їх конструкція, вимоги до механізмів, методика їх проектування.

Системи газопостачання в устаткуванні для газотермічного напилення. Схеми газопостачання, методика їх проектування.

Енергопостачання обладнання для напилення.

Обладнання та інструмент для газополуменевого, детонаційного, електродугового та плазмового нанесення покриття.

Техніка безпеки та охорони праці при роботі на устаткуванні для газотермічного нанесення покриття.

Змістовий модуль 2

Вакуумно-конденсаційні методи нанесення покриття

Технологічне обладнання для нанесення

Тема 4. Вакуумно-конденсаційне нанесення покриття.

Методи вакуумно-конденсаційного напилення та їх класифікація. Технологічні можливості вакуумно-конденсаційних методів напилення.

Тема 5. Технологія вакуумно-конденсаційних методів напилення покриття.

Технологічні особливості процесів вакуумно-конденсаційного напилення термічним випаровуванням, вибуховим розпилом матеріалу, іонним розпиленням матеріалу.

Технологічні схеми та параметри вакуумно-конденсаційних методів напилення покриття. Особливості підготовки поверхні та матеріалів, обробки поверхні після нанесення покриття.

Тема 6. Обладнання та устаткування вакуумно-конденсаційного напилення покриття.

Основні елементи устаткування та їх класифікація.

Установка для вакуумно-конденсаційного нанесення покриття у динамічному вакуумі.

Тема 7. Технологія напилення покриття з різних матеріалів газотермічними методами нанесення покриття.

Вибір технологічних схем та методів нанесення покриття при напиленні металів і металевих сплавів.

Вибір технологічних схем та методів нанесення покриття при напилюванні сполучень металоїдного типу та сплавів на ґрунті з'єднань металоїдного типу. Напилювання оксидних з'єднань.

Технологічні особливості напилювання покриття різного функціонального призначення.

ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

Частина 1 Наплавлення

Лабораторна робота №1

Вивчення системи газового постачання при наплавці у CO₂.

Лабораторна робота №2

Вивчення конструкції та технологічних характеристик наплавочного верстата У-209.

Лабораторна робота №3

Вивчення конструкції та технологічних характеристик обладнання для напилення плазмовим потоком.

Лабораторна робота №4

Вивчення конструкції та технологічних характеристик механізму подачі дроту

Лабораторна робота №5

Вибір режиму наплавки під шаром флюсу.

Лабораторна робота №6

Вибір режиму наплавки у середовищі CO₂.

Лабораторна робота №7

Вибір режиму наплавки порошковим дротом.

Частина 2 Напилення

Лабораторна робота №1.

1. Будова та призначення апарата для електродугового напилення

Лабораторна робота №2.

2. Визначення продуктивності електродугового розпилювача дроту і коефіцієнта використання матеріала

Лабораторна робота №3.

3. експериментальне визначення коефіцієнта використання матеріалу при газотермічному напиленні покриттів

Лабораторна робота №4.

4. Визначення продуктивності плазмового розпилювача і коефіцієнта використання матеріала (КВМ)

Лабораторна робота №5.

5. Визначення продуктивності газополуменевого розпилювача і коефіцієнта використання матеріала (КВМ)

Лабораторна робота №6.

6. Визначення режимних параметрів допоміжного обладнання при технологічній підготовці процесу плазмового напилення покриття

Лабораторна робота №8.

7. Дослідження технологічних параметрів порошкового дозатора-живильника роторного типу установки „Київ-7” . Ознойомлення з конструкцією живильника.

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

Частина 1 Наплавлення

1. Загальні принципи вибору методу наплавки та визначення потреби у матеріалах для реалізації техпроцесу напилення.

2. Розробка маршрутного техпроцесу підготовки поверхні і матеріалів під наплавку.

3. Розробка техпроцесу наплавки.

4. Загальні принципи вибору необхідного обладнання та устаткування для наплавки

5. Загальні принципи проектування пальників.

6. Вибір способу обробки поверхні після нанесення покриття та розробка технології обробки поверхні.

Частина 2 Напилення

1. Розробка маршрутного техпроцесу підготовки поверхні і матеріалів під напилення.
2. Розробка техпроцесу газотермічного напилення поверхні.
3. Загальні принципи вибору необхідного обладнання та устаткування для газотермічного напилення деталей.
4. Загальні принципи проектування плазмотронів для плазмового напилення деталей.
5. Загальні принципи вибору необхідного обладнання та устаткування для вакуумноконденсаційного напилення деталей.
6. Вибір способу обробки поверхні після нанесення покриття та розробка технології обробки поверхні.

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ.

Робочим навчальним планом передбачені контрольна робота (у першому триместрі вивчення дисципліни) та курсовий проект для студентів заочної форми навчання. Крім того, за рішенням кафедри студенти готують реферати з окремих тем курсу та доповіді на щорічну науково-теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ.

З метою поглиблення, розширення, систематизації та закріплення теоретичних та практичних знань по курсу, а також одержання навичок по впровадженню цих знань для вирішення конкретних технологічних завдань студенти виконують індивідуальне завдання у вигляді курсового проекту. Конкретними задачами проекту є навчання студентів методиці розрахунку та вибору режимів напилення деталі з метою відновлення працездатності деталі і механізму в цілому.

Курсовий проект, яка передбачає ремонтне креслення, карту налагодження процесу напилення запропонованої деталі та креслення пристосування для подачі розпилюваного матеріала, які були об'єктами розрахунку. Обсяг графічної частини роботи має не перевищувати одного аркушу формату А1 та ПЗ обсягом 30-40ст.

Вміння користуватися технічною та нормативною літературою і іншими довідковими матеріалами.

Прикладом розрахунково-графічної роботи може бути:

- розробити технологічний процес напилення виробу (вказується які його характеристики, розміри, вимоги до властивостей поверхні). Для цього вибрати раціональний спосіб нанесення покриття (газополуменевий, електродуговий, плазмовий і т.ін.), матеріали для напилення (дріт, стрижень, порошок, марки, розміри), обладнання, інструменти, параметри режиму напилення, розробити карту технологічного процесу.

Основні вихідні дані завдання – креслення деталі, розміри, матеріал та маса виробу, програма випуску, умови експлуатації деталі.

В окремих випадках завдання може видаватися виходячи з робіт, які виконані на кафедрі або підприємстві, для якого ведеться підготовка студентів на контрактній основі.

Рекомендована література

Базова

1. Технология Электрической сварки металлов и сплавов плавлением /Под ред. Б.Е.Патона . - М.: Машиностроение , 1974, - 768 с./
2. Акулов А. И. Технология и оборудование сварки плавлением./ Акулов А. И., Бельчук А.К., Демьянович В.Г. / - Учебник для ВУЗов.- М.: Машиностроение., 1977-432 с.
3. Разиков М.И., Толстов И.А. Справочник мастера наплавочного участка, М.: Машиностроение, 1966, - 200 с.
4. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Технологія та обладнання для наплавлення» для студентів бакалаврського напрямку – 6.0923 – «Зварювання» спеціальності- 7.092303 – «Технологія і устаткування та підвищення зносостійкості машин і конструкцій» / Шиліна О.П., Осадчук А.Ю. ВДТУ, 2002.
5. Анциферов В.Н. Порошковая металлургия и пыленные покрытия. Учебник для вузов. / Под ред. Митина В.С.- В.Н. Анциферов, Г.В. Бобров, Л.К. Дружинин и др. / -М. -: Металлургия, 1987, - 792 с.
6. Корж В.М. Нанесення покриття: Навчальний посібник / За редакцією академіка НАН України К.А.Ющенко, // Корж В.М., Кузнецов В.Д., Борисов Ю.С., Ющенко К.А. – К.: Аристей, 2005, 204 с.
7. Ройк И.Л. Нанесение защитных покрытий в вакууме./ Ройк И.Л., Колтунова Л.Н., Федосов С.Н. / - М.: Машиностроение, 1976, 37 с.
8. Борисов Ю.С. Газотермические покрытия из порошковых материалов. / Борисов Ю.С., Харламов Ю.А., Сидорченко С.Л., Ардатовская Е.Н./ - Киев: Наукова думка, 1987, 544 с.
9. Шиліна О.П. Газотермічна обробка матеріалів. Навчальний посібник. / О.П. Шиліна, А.Ю. Осадчук/ ВДТУ, 2004. 72 с.
10. Шиліна О.П. Газотермічні покриття. Навчальний посібник./ О.П. Шиліна, А.Ю. Осадчук/ ВНТУ, 2007.
11. Шиліна О.П. Вакуумно – конденсаційне напилювання покриттів. Навчальний посібник./ О.П. Шиліна, В.І. Савуляк, А.Ю. Осадчук/ ВНТУ, 2006. 96с.

Додаткова.

1. Справочник сварщика ./ Под ред. В.В. Степанова - 4-е изд., перераб. и доп., - М.: Машиностроение, 1982, -560 с.
2. Шебеко Л.П. Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированой сварки: Учебник для сред. ПТУ - М.: Высшая школа 1986,- 276 с.

3. Мовчан Б.А. Жаростойкие покрытия, осаждаемые в вакууме / Под ред. Б.Е. Патона/ Мовчан Б.А., Малашенко И.С. / - Киев: Наукова думка: 1983, - 232 с.
4. Хасуй Ацуси. Техника напыления / Пер. с япон. - М.: Машиностроение, 1975, 288 с.