

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ



Затверджую

Т. в. о. директор коледжу

Тетяна ГУБАНОВА

02 вересня 2024р.

# Технологічні основи зварювання плавленням

(назва навчальної дисципліни)

## ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

підготовки фахових молодших бакалаврів

(назва освітньо-кваліфікаційного ступеня)

Галузі знань 13

Спеціальності 131

Освітньо-професійна програма

Механічна інженерія

Прикладна механіка

Технічне обслуговування і ремонт  
підприємств гірничо-збагачувального  
комплексу

2024

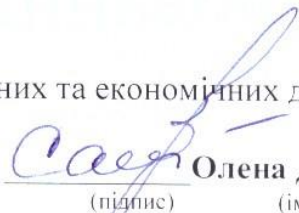
РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО: Відокремлений структурний підрозділ  
"Гірничо-електромеханічний фаховий коледж Криворізького національного  
університету"

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ: **Оксана ЖДАНЮК**, викладач спеціальних  
дисциплін, магістр з прикладної механіки

Розглянута та схвалена на засіданні і циклової комісії зварювальних та  
економічних дисциплін

30.08.2024р. протокол № 1

Голова циклової комісії зварювальних та економічних дисциплін

  
**Олена ДАРИЄНКО**  
(підпис) (ім'я та прізвище)

Обговорено та рекомендовано до затвердження, методичною радою коледжу

02.09.2024р.

Методист коледжу

  
**Наталія КОБИЛЯНСЬКА**  
(підпис) (ім'я та прізвище)

## ВСТУП

Програма з навчальної дисципліни "Технологічні основи зварювання плавленням" призначається для закладів фахової передвищої освіти, які здійснюють підготовку фахових молодших бакалаврів зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» за освітньо-професійною програмою «Технічне обслуговування і ремонт підприємств гірничо-збагачувального комплексу» на базі кваліфікованого робітника.

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є вивчення здобувачами освіти теоретичних основ електричного зварювання плавленням, технології електричного зварювання плавленням вуглецевих сталей, технології електричного зварювання плавленням легованих сталей, технології дугового зварювання плавленням кольорових металів та їх сплавів, технології зварювання чавуну.

**Міждисциплінарні зв'язки:** Вивчення предмету базується на знаннях, які отримали студенти при вивченні навчальних дисциплін: математики, обчислювальної техніки, матеріалознавство, нарисна геометрія та інженерна графіка, загальна електротехніка, фізика, хімія.

Навчальна дисципліна забезпечує навчальні дисципліни зварювального циклу.

Програма навчальної дисципліни складається з таких блоків змістових модулів:

1. Теоретичні основи електричного зварювання плавленням;
2. Технологія електричного зварювання плавленням;
3. Особливості технології зварювання різних сталей та сплавів;

### 1 Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни "Технологічні основи зварювання плавленням" є формування знань, вміння діяти та творчих здібностей, пов'язаних, з одного боку - із забезпеченням засвоєння здобувачами освіти циклу спеціальних дисциплін, з іншого - з загальною необхідністю і потребою спеціалістів у знаннях про технологію зварювання, можливості використання одержаних знань у практичній діяльності.

Основними завданнями вивчення дисципліни "Технологічні основи зварювання плавленням" є засвоєння теоретичного матеріалу з впровадженням в практичну складову вирішення виробничих завдань шляхом впровадження лабораторних робіт з подальшим складанням іспиту.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми здобувач освіти повинні:

**знати:** зварювальні матеріали, металургійні процеси при електродуговому та електрошлаковому зварюванні, зварювальні напруження та деформації, технологію зварювання плавким електродом, технологію дугового зварювання під флюсом, технологію дугового зварювання в середовищах захисних газів та їх сумішей, технологію зварювання низьколегованих, середньо легованих та жаростійких сталей, технологію зварювання високолегованих, різногатурних та двошарових сталей, технологію зварювання кольорових металів та їх сплавів, зварювання чавуну.

**вміти:** проводити аналіз характеристик найбільш поширених марок електродів; проводити дослідження властивостей горіння зварювальної дуги; проводити аналіз потенціалу іонізації різних елементів та вплив на запалювання та горіння зварювальної дуги; проводити дослідження іонізуючої дії матеріалів електродних покриттів різних марок та флюсів; визначати коефіцієнт корисної дії зварювальної дуги; визначати коефіцієнт плавлення, наплавлення і втрат, погонної енергії; проводити металографічні дослідження шва і зони термічного впливу; визначати основні параметри режиму ручного дугового та автоматичного зварювання; проводити дослідження горіння дуги і формування шва при всіх видах зварювання; проводити дослідження процесу зварювання кольорових металів.

## 2 Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

### Блок змістових модулів 1. Теоретичні основи зварювання плавленням

Вступ. Принципи академічної доброчесності як основа ефективного навчання

#### Змістовий модуль 1 Зварювальні матеріали

Зварювальний дріт. Призначення зварювального та наплавочного дроту, ГОСТ на зварювальний дріт. Види зварювального та наплавочного дроту; сталевий та з сплавів алюмінію, міді та титану. Порошковий дріт та стрічки. Характеристика деяких марок дроту. Неплавкі електроди, їх характеристика та маркування.

Електроди для ручного дугового зварювання та наплавлення сталей. ГОСТ на електроди. Класифікація та маркування покритих електродів для зварювання та наплавлення сталей, чавунів, кольорових металів та їх сплавів. Їх характеристика, призначення.

Технологія виготовлення покритих електродів.

Флюси для дугового та електрошлакового зварювання. Класифікація флюсів, склад та призначення. Технологія виготовлення плавких та неплавких флюсів.

Гази, які застосовують при електричному зварюванні плавленням. Якість газів, ГОСТ, способи одержання газів. Їх збереження та транспортування. Техніка безпеки та пожежної безпеки при транспортуванні, збереженні, використанні газів для дугового та плазмового зварювання та різання.

**Змістовий модуль 2** Металургійні процеси при дуговому та електрошлаковому зварюванні

Зварювальна дуга. Дослідження властивостей дуги. Основні терміни та визначення, фізична сутність. Основні способи запалювання зварювальної дуги, їх переваги та недоліки. Умови горіння зварювальної дуги. Дослідження властивостей горіння: процеси в різних областях зварювальної дуги. Температура анода, катода, стовпа дуги.

Причини виникнення магнітного дуття зварювальної дуги. Вплив власного та стороннього магнітного поля на дугу, дії феромагнітних мас на дугу. Перенесення металу скрізь дугу, види перенесення. Їх характеристика.

Теплові процеси при електричному зварюванні плавленням. Електрична, теплова та ефективна теплова потужність процесів електричного зварювання плавленням. Поняття про коефіцієнт дії зварювальної дуги. Тепловий баланс процесу зварювання. Нагрів електроду та електродного дроту зварювальною дугою, шлаковою ванною та струмом. Продуктивність процесу електричного зварювання плавленням. Погонна енергія зварювання, її значення та визначення.

Металургійні процеси при зварюванні покритими металевими електродами. Особливості металургії зварювання плавленням. Окислення металу шва при зварюванні. Вплив кисню, азоту та водню на якість металу шва та якість зварювальних з'єднань. Зміст та якість зварювальних шлаків. Розкислювання металу шва при ручному зварюванні. Вплив хімічного складу покриття на характер процесів зварювання електродами з різними типами покриття.

Металургійні процеси при механізованих способах зварювання. Фізико-хімічні процеси при зварюванні під шаром флюсу, в газових середовищах. Особливості проходження металургійних процесів при дуговому, електрошлаковому зварюванні та зварюванні в середовищах газів.

Плавлення та кристалізація зварного шва. Структура шва та зони термічного впливу.

Плавлення, характер кристалізації шва. Мікроструктура металу шва та зони термічного впливу. Вплив погонної енергії на структурні зміни та властивості металу. Частка участі основного металу в металі шва при різних способах зварювання.

### **Змістовий модуль 3** Зварювальні напруги та деформації

Передумови виникнення напруг та деформацій. Визначення і класифікація зварювальних напруг та деформацій. Методика їх обчислювання. Температурні та структурні напруги. Напруги та деформації, які виникають в наслідок нерівномірного нагрівання металу. Розрахунок зварювальних деформацій.

Заходи попередження деформацій та виправлення виробів після зварювання. Заходи попередження та зменшення залишкових деформацій: раціональне заповнення швів по довжині та перерізу, жорстке закріплення, зворотні деформації, охолодження, попереднє підігрівання деталей (повне або часткове). Способи виправлення виробів, деформованих при зварюванні їх сутність, переваги та недоліки.

## **Блок змістових модулів 2** Технологія електричного зварювання плавленням

### **Змістовий модуль 4** Класифікація зварних швів та типи зварних з'єднань

Зварні з'єднання та шви. Визначення основних понять, що характеризують елементи зварного з'єднання та шва. Класифікація зварних з'єднань: по виду з'єднань, по формі підготовки кромки, по характеру виконання та положення їх у просторі. ГОСТ на умовне позначення швів зварних з'єднань. Методика визначення витрат зварювальних матеріалів для різних способів зварювання та типів швів.

Технологія ручного дугового зварювання плавкими електродами. Особливості ручного дугового зварювання в різних просторових положеннях. Способи виконання зварних швів. Параметри режиму ручного дугового зварювання. Їх розрахунок та вибір. Шляхи підвищення продуктивності ручного дугового зварювання.

### **Змістовий модуль 5** Технологія дугового зварювання під флюсом та в середовищі захисних газів та їх сумішей

Заходи, які забезпечують технологічні та економічні переваги зварювання під флюсом.

Коефіцієнт форми шва. Параметри режиму зварювання під флюсом та їх вплив на форму і розміри шва. Розрахунок параметрів режиму зварювання під флюсом стикових та кутових швів. Розрахунок хімічного складу наплавленого металу при зварюванні.

Автоматичне зварювання стикових односторонніх та двосторонніх швів. Його особливості, призначення та область застосування. Засоби попередження протікань рідкого металу та шлаку в проміжок шва. Автоматичне зварювання під флюсом кутових швів. Багато дугове зварювання під флюсом, його особливості. Призначення та область застосування. Перспективи розвитку автоматичного зварювання під шаром флюсу.

Обладнання робочого місця зварювання в середовищі захисного газу. Класифікація способів зварювання в середовищі захисних газів. Особливості технології зварювання в середовищі різних газів та суміші. Зварювання паликом електродом, особливості та призначення. Зварювання неплавким електродом, технологія. Призначення, недоліки та переваги. Різновидності засобів зварювання в захисному середовищі. Їх недоліки та переваги. Параметри режимів зварювання в середовищі захисних газів. Їх розрахунок та вибір. Вплив окремих параметрів на форму, розмір та якість шва..

## **Блок змістових модулів 3 Особливості технології зварювання різних сталей та сплавів**

### **Змістовий модуль 6 Технологія зварювання вуглецевих і легованих сталей**

Характеристика легованих сталей по зварюваності в залежності від ступеню легування.

Еквівалент вуглецю. Особливості зварювання різних груп сталей. Зварювання низьколегованих сталей, технологічні особливості ведення різних способів зварювання, недоліки та переваги.

Особливості зварювання середньо легованих сталей. Температура підігріву. Технологічні особливості зварювання різних груп сталей. Способи зварювання, недоліки та переваги.

Технологія зварювання високолегованих сталей. Металургійні особливості зварювання високолегованих сталей та сплавів. Гарячі та холодні тріщини при зварюванні високолегованих сталей та сплавів. Технологія зварювання хромистих сталей. Їх основні етапи. Технологія зварювання хромонікелевих аустенітних сталей. Зварювання високо марганцевистих сталей. Особливості зварювання високолегованих сталей. Перевага механізованих способів зварювання.

Технологія зварювання різногатуркових та двошарових сталей. Дифузійні процеси в з'єднаннях з різнорідних сталей та їх наслідок. Технологічні варіанти одержання зварних з'єднань з різнорідних сталей. Їх сутність та призначення. Технологічні особливості зварювання двошарових сталей, технологія зварювання типових з'єднань з них.

### **Змістовий модуль 7 Технологія зварювання кольорових металів та їх сплавів**

Зварювання алюмінію та його сплавів. Характеристика алюмінію та його сплавів з боку їх зварюваності, утруднення при цьому. Характеристика основних способів зварювання алюмінію та його сплавів. Технологія зварювання. Автоматичне зварювання алюмінію. Переваги.

Зварювання титану та його сплавів. Взаємодія титану з киснем, азотом, вуглецем та воднем.

Чинники утруднень зварювання титанових сплавів. Технологія зварювання титанових сплавів різними способами. Їх сутність. Визначення та застосування. Автоматичне зварювання титану. Переваги.

Зварювання міді, нікелю та їх сплавів. Ознаки міді, утруднення її зварювання. Технологія зварювання міді та її сплавів різними способами. Їх сутність, призначення та застосування. Зварювання сплавів міді, латуні та бронзи. Особливості технології зварювання нікелю та сплавів.

### **Змістовий модуль 8 Зварювання плавленням чавуну**

Технологія зварювання чавуну і наплавлення твердими сплавами. Зварювання чавуну. Структурні перетворювання чавуну, особливості його зварювання. Характеристика основних способів електричного зварювання чавуну, їх особливості. Призначення, застосування. Технологія зварювання чавуну різними способами.

Наплавлення твердими сплавами. Класифікація та характеристика засобів наплавлення. Наплавлення в один і кілька шарів, її сутність та призначення. Наплавлення порошковим дротом та стрічкою. Механізовані засоби наплавлення, їх переваги. Автоматичне наплавлення під флюсом та в середовищі захисного газу. Способи легування наплавленого слою.

**Практична робота №1** Дослідження властивостей зварювальної дуги

**Практична робота №2** Вивчення дій магнітного поля і феромагнітних мас на стійкість горіння дуги

**Практична робота №3** Вивчення основних параметрів режиму зварювання

**Практична робота №4** Розрахунок та перевірка режимів автоматичного зварювання під шаром флюсу за даною глибиною провару

**Практична робота №5** Розрахунок режиму зварювання в середовищі захисних газів швів стикових з'єднань.

**Практична робота №6** Зварювання жароміцних аустенітних сталей

**Практична робота №7** Технологія зварювання дугового зварювання алюмінію й алюмінієвих сплавів

**Практична робота №8** Дослідження якості захисту при аргоно-дуговому зварюванні титану

**Практична робота №9** Дослідження процесу наплавлення твердих сплавів

**Практична робота №10** Технологія та особливості зварювання чавуну

### **3 Форма підсумкового контролю успішності навчання - іспит**

#### **4 Засоби діагностики успішності навчання:**

- атестації за модулями, іспит.

#### **5 Рекомендована література**

##### **Основна:**

1 Гуменюк І. В. Г94 Обладнання та технології зварювальних робіт : навч. посіб. / І. В. Гуменюк. — К. : Грамота, 2014. — 120 с. ISBN 978-966-349-503-3

2 Гуменюк І. В. Г94 Технологія електродугового зварювання : Підручник. / І. В. Гуменюк, О.В.Іваськів, О.В.Гуменюк. — К. : Грамота, 2006. — 512 с. – Бібліогр.: 499 сс: іл. ISBN 966-349-010-1

##### **Додаткова:**

1 Гуменюк І. В. Г94 Обладнання і технологія газозварювальних робіт: Підручник / І. В. Гуменюк, О. Ф. Іваськів. — К.: Грамота, 2005. — 272 с.: іл. — Бібліогр.: с. 266. ISBN 966-349-000-4

2. О.Г.Биковський. Довідник зварника. Видавництво«Освіта»,2014р.,с.448.

#### **6 Інформаційні ресурси**

1. <http://uk.wikipedia.org/wiki>
2. <http://k-svarka.com/content/okhorona-pratsi-pri-iekspluatatsiyi-obladnannia-ieliektrichnogho-kontaktnogho-zvariuvannia>
3. <http://bukinist.in.ua/books/view/1729>