



КОНТАКТНЕ ЗВАРЮВАННЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Денна / денна прискорена/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр / 3 курс, осінній семестр - для студентів, що навчаються за інтегрованими планами</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин / 4 кредити ECTS; лекції – 36 год., практичні - 18 год., лабораторні роботи – 18 год., СРС – 48 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/ МКР, РГР</i>
Розклад занять	<i>згідно rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент Чвертко Євгенія Петрівна, e.chvertko@kpi.ua Практичні: к.т.н., доцент Чвертко Євгенія Петрівна, e.chvertko@kpi.ua Лабораторні: к.т.н., Мінаков Антон Сергійович, macabez15@gmail.com
Розміщення курсу	<i>Лекції з дисципліни, підручник, методичні вказівки до лабораторних занять розміщуються в https://classroom.google.com/c/NDYzODU2MTQ5MDQw?cjc=rly43pf.</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Дисципліна "Контактне зварювання" розроблена відповідно до Програми Міжнародного інституту зварювання підготовки міжнародних інженерів зі зварювання «IIW Guideline for International Welding Engineers, Technologists, Specialists and Practitioners. Minimum Requirements for the Education, Examination and Qualification» (розділ 1.11 Resistance Welding). Метою Програми є представлення зрізу сучасних знань в області зварювальної науки, технологій та обладнання з використанням міжнародних стандартів і кращої виробничої практики. Вивчення дисципліни забезпечує конкурентні переваги фахівця при роботі на підприємствах України і 65 промислово розвинених країн світу.

Мета дисципліни - формування у студентів системи здатностей використовувати знання конструкції та принципу дії сучасного зварювального обладнання для створення нових зразків машин і установок для контактного зварювання тиском.

Предмет дисципліни — технологічні процеси контактного зварювання тиском і відповідне обладнання, вимоги міжнародних і національних стандартів.

Вивчення освітнього компоненту передбачає підсилення та розвиток у студентів компетентностей, передбачених освітньою програмою «Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Компетентності:

- 1) Здатність проводити технологічну і техніко-економічну оцінку ефективності використання нових технологій і технічних засобів (ФК3)
- 2) Здатність здійснювати оптимальний вибір технологічного обладнання, комплектацію технічних комплексів, мати базові уявлення про правила їх експлуатації (ФК4)
- 3) Здатність використовувати знання в галузі фізико-хімічних, термодетформаційних та металургійних процесів для обґрунтованого призначення способів і технологічних параметрів зварювання і споріднених процесів (ФК14)
- 4) Здатність використовувати знання в галузі фундаментальних наук для вирішення технічних задач зі зварювання та споріднених технологій (ФК15)

Програмні результати навчання:

- 1) Знати і розуміти фізичні, теплові, термомеханічні та фізико-хімічні процеси при зварюванні та споріднених технологіях, причинно-наслідкові зв'язки між характером цих процесів та умовами отримання нерознімних з'єднань або функціональних поверхонь. (РН20)
- 2) Здійснювати оптимальний вибір способів зварювання та споріднених процесів і виконувати розрахунки параметрів режимів для отримання якісного зварного з'єднання або функціональних поверхонь з сучасних конструкційних матеріалів. (РН22)
- 3) Оптимально обирати, застосовувати, компонувати і перевіряти технічний стан та ресурс технологічного обладнання для лазерних та фізико-технічних технологій (РН23)
- 4) Розробляти технологічні процеси та операції лазерних та фізико-технічних технологій з використанням їх переваг та особливостей. (РН24)

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Для успішного засвоєння дисципліни «Контактне зварювання» студент повинен мати базові знання з дисциплін:

Загальна фізика;

Теорія процесів зварювання;

Знання, отримані при вивченні даної дисципліни використовуються студентами під час підготовки кваліфікаційних робіт бакалаврів.

3. Зміст навчальної дисципліни

Утворення з'єднань при контактному точковому, рельєфному та шовному зварюванні

Теоретичні основи утворення з'єднання при контактному зварюванні. З'єднання ідеальних та реальних тіл. Етапи формування з'єднання. Класифікація способів утворення з'єднань. Схема формування з'єднань. Процеси нагрівання металу в зоні зварювання. Джерела теплоти. Електричні опори зони зварювання, їх роль в процесах нагрівання та утворенні з'єднання. Залежність контактних опорів від умов зварювання, поняття "ситового" характеру провідності. Власний опір деталей. Способи визначення загального опору зони зварювання. Кінетика зміни електричних опорів у процесі нагрівання, її залежність від умов зварювання. Температурні та електричні поля. Об'ємні та плоскі джерела тепла, їх питомі потужності. Тепловий баланс. Температурні поля в зоні зварювання, їх залежність від параметрів режиму. Поняття "жорстких" і "м'яких" режимів. Електричні поля, фактори, що визначають їх нерівномірність. Явище шунтування струму. Визначення зварювального струму та струму, що протікає у вторинному контурі машини. Теорія теплової подібності, наближений розрахунок параметрів режиму. Пластична деформація при зварюванні. Теплове розширення металу при зварюванні. Процеси масопереносу.

Технологія точкового, рельєфного та шовного контактного зварювання

Вплив параметрів режиму зварювання на розміри ядра. Основні дефекти з'єднання, їх утворення та заходи попередження. Вибір раціональної конструкції елементів з'єднань. Основні конструктивні елементи і параметри з'єднань. Загальна схема технологічного процесу виготовлення зварних вузлів.

Технологія зварювання матеріалів із різними властивостями. Особливості процесів точкового, рельєфного і шовного зварювання та його програмування. Раціональна та типові циклограми зміни параметрів режиму. Вплив властивостей матеріалів, що зварюються на вибір параметрів режиму зварювання. Класифікація сплавів за теплофізичними властивостями та режими їх зварювання.

Особливості зварювання деталей різної товщини та сплавів з різними фізичними властивостями. Інші випадки застосування методів контактного зварювання.

Контактне стикове зварювання опором

Схема процесу стикового зварювання опором. Джерела теплоти при зварюванні. Електричні опори та їх зміна при зварюванні. Розрахунок струму та визначення інших параметрів процесу. Типова циклограма процесу. Області раціонального використання способу.

Контактне стикове зварювання оплавленням

Схема процесу стикового зварювання оплавленням. Контактний опір при зварюванні. Механізм нагрівання при оплавленні. Основні параметри режиму, їх визначення. Циклограма процесу зварювання. Стійкість оплавлення. Методи інтенсифікації нагрівання металу, їх застосування при зварюванні.

Механічна частина машин контактного зварювання

Загальні відомості про машини. Класифікація машин контактного зварювання. Конструкція вузлів механічної частини машини контактного зварювання. Приводи стискання та затискання деталі, їх класифікація та схеми. Пневматичні пристрої, схеми та принцип дії їх основних вузлів. Електроди точкових та шовних машин. Стійкість електродів. Роликові головки. Приводи роликів. Системи охолодження машин контактного зварювання.

Електрична частина машин контактного зварювання

Електрична частина, її основні функціональні елементи. Регулятори часових інтервалів. Використання ЕОМ в системах автоматичного керування і контролю процесів контактного зварювання. Типи вмикаючих пристроїв, їх порівняльна характеристика та застосування. Джерела зварювального струму, їх застосування. Зварювальний контур контактної машини, основні параметри контуру, їх розрахунок. Режими роботи та основні енергетичні параметри машин. Зварювальні трансформатори. Особливості конструкції головних вузлів трансформатора. Способи регулювання напруги холостого ходу трансформаторів. Способи налагодження машини на заданий режим зварювання. Контроль при контактному зварюванні.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

- 1) В. Пахаренко Зварювання тиском. - Електронний підручник, 2013. - 320 с.
Підручник можна знайти в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського. Слід читати повністю.
- 2) Пахаренко В.А. Зварювання тиском. – «Екотехнологія», 2011. - 272с.
- 3) Дистанційний курс <https://classroom.google.com/c/NDYzODU2MTQ5MDQw?cjc=rly43pf>

Додаткова література:

- 1) ISO 18278-1:2015 Resistance welding — Weldability — Part 1: General requirements for the evaluation of weldability for resistance spot, seam and projection welding of metallic materials

- 2) ISO 18278-2:2016 Resistance welding — Weldability — Part 2: Evaluation procedures for weldability in spot welding
- 3) ISO 14373:2015 Resistance welding — Procedure for spot welding of uncoated and coated low carbon steels
- 4) ISO 18595:2021 Resistance welding — Spot welding of aluminium and aluminium alloys — Weldability, welding and testing
- 5) ISO 14270:2016 Resistance welding — Destructive testing of welds — Specimen dimensions and procedure for mechanized peel testing resistance spot, seam and embossed projection welds
- 6) ISO 669:2016 Resistance welding — Resistance welding equipment — Mechanical and electrical requirements
- 7) ISO 16433:2006 Resistance welding — Procedure for seam welding of uncoated and coated low carbon steels
- 8) ISO 16432:2006 Resistance welding — Procedure for projection welding of uncoated and coated low carbon steels using embossed projection(s)
- 9) ISO 14327:2004 Resistance welding — Procedures for determining the weldability lobe for resistance spot, projection and seam welding
- 10) ISO 6520-2:2013 Welding and allied processes — Classification of geometric imperfections in metallic materials — Part 2: Welding with pressure
- 11) ISO 17662:2016 Welding — Calibration, verification and validation of equipment used for welding, including ancillary activities

Некомерційні версії стандартів надаються студентам в електронному вигляді.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Лекція 1. Теоретичні основи утворення з'єднання при контактному зварюванні

Сутність способів зварювання тиском, історія їх розробки та роль вітчизняної науки у їх розвитку. Основні параметри процесів зварювання тиском. Способи контактного зварювання.

Теоретичні основи утворення з'єднання при контактному зварюванні. З'єднання ідеальних та реальних тіл. Етапи формування з'єднання.

Лекція 2 Процеси нагрівання металу в зоні зварювання

Класифікація способів утворення з'єднань. Схема формування з'єднань. Процеси нагрівання металу в зоні зварювання. Джерела теплоти. Електричні опори зони зварювання, їх роль в процесах нагрівання та утворенні з'єднання. Залежність контактних опорів від умов зварювання, поняття “ситового” характеру провідності.

Лекція 3 Опір зони зварювання . Температурні та електричні поля

Власний опір деталей. Способи визначення загального опору зони зварювання. Кінетика зміни електричних опорів у процесі нагрівання, її залежність від умов зварювання.

Температурні та електричні поля. Об'ємні та плоскі джерела тепла, їх питомі потужності. Тепловий баланс. Температурні поля в зоні зварювання, їх залежність від параметрів режиму

Лекція 4 Явище шунтування струму. Розрахунок зварювального струму

Поняття “жорстких” і “м’яких” режимів. Електричні поля, фактори, що визначають їх нерівномірність. Явище шунтування струму.

Розрахунок зварювального струму та струму, що протікає у вторинному контурі машини. Теорія теплової подібності, наближений розрахунок параметрів режиму.

Лекція 5 Основні дефекти з’єднання, їх утворення та заходи попередження

Пластична деформація при зварюванні. Теплове розширення металу при зварюванні. Процеси масопереносу.

Вплив параметрів режиму зварювання на розміри ядра. Основні дефекти з’єднання, їх утворення та заходи попередження.

Лекція 6 Основні конструктивні елементи і параметри з’єднань. Технологія зварювання матеріалів із різними властивостями

Вибір раціональної конструкції елементів з’єднань. Основні конструктивні елементи і параметри з’єднань. Загальна схема технологічного процесу виготовлення зварних вузлів.

Технологія та особливості зварювання матеріалів різної товщини та сплавів із різними фізичними властивостями.

Лекція 7 Особливості процесів точкового, рельєфного і шовного зварювання та його програмування. Класифікація сплавів за теплофізичними властивостями та режими їх зварювання

Особливості процесів точкового, рельєфного і шовного зварювання та його програмування. Раціональна та типові циклограми зміни параметрів режиму.

Вплив властивостей матеріалів, що зварюються на вибір параметрів режиму зварювання. Класифікація сплавів за теплофізичними властивостями та режими їх зварювання.

Інші випадки застосування методів контактного зварювання.

Лекція 8 Стикове зварювання опором

Схема процесу стикового зварювання опором. Джерела теплоти при зварюванні. Електричні опори та їх зміна при зварюванні. Розрахунок струму та визначення інших параметрів процесу. Типова циклограма процесу. Області раціонального використання способу.

Лекція 9 Стикове зварювання оплавленням

Схема процесу стикового зварювання оплавленням. Контактний опір при зварюванні. Механізм нагрівання при оплавленні. Основні параметри режиму, їх визначення. Циклограма процесу зварювання. Стійкість оплавлення.

Методи інтенсифікації нагрівання металу, їх застосування при зварюванні.

Лекція 10. Конструкція машин контактного зварювання.

Загальні відомості про машини. Класифікація машин контактного зварювання. Конструкція вузлів механічної частини машини контактного зварювання. Приводи стискання та затискання деталей, їх класифікація та схеми. Пневматичні пристрої, схеми та принцип дії їх основних вузлів.

Лекція 11. Конструкція вузлів механічної частини машин контактного зварювання.

Конструкція вузлів механічної частини машини контактного зварювання. Корпуси. Консолі. Приводи стискання та затискання деталей, їх класифікація та схеми. Пневматичні пристрої, схеми та принцип дії їх основних вузлів.

Лекція 12. Електроди машин контактного зварювання.

Електроди точкових та шовних машин. Стійкість електродів. Роликові головки. Приводи роликів. Системи охолодження машин контактного зварювання.

Лекція 13. Електрична частина машин контактного зварювання.

Електрична частина, її основні функціональні елементи. Регулятори часових інтервалів. Використання ЕОМ в системах автоматичного керування і контролю процесів контактного зварювання. Типи пристроїв вмикання, їх порівняльна характеристика та застосування.

Лекція 14. Зварювальний контур контактної машини

Зварювальний контур контактної машини, основні параметри контуру, їх розрахунок. Режим роботи та основні енергетичні параметри машин.

Лекція 15. Силовий трансформатор контактної машини

Зварювальні трансформатори. Особливості конструкції головних вузлів трансформатора. Способи регулювання напруги холостого ходу трансформаторів. Способи налагодження машини на заданий режим зварювання. Контроль при контактному зварюванні.

Лекція 16. Конденсаторне зварювання

Конденсаторне зварювання. Сутність процесу, різновидності способу. Параметри технологічного процесу, їх регулювання. Вибір режиму зварювання. Переваги і недоліки способу, галузі застосування.

Контроль параметрів технологічного процесу та стану обладнання у зварюванні

Лекція 17. Контроль параметрів технологічного процесу та стану обладнання у контактному зварюванні

Чинні нормативні документи. Основні терміни та визначення стандарту ДСТУ-ISO-17662. Загальні положення стандарту ДСТУ-ISO-17662. Вимоги щодо періодичності калібрування, перевірки та атестації обладнання згідно стандарту ДСТУ-ISO-17662. Вимоги щодо контролю параметрів процесів зварювання згідно стандарту ДСТУ-ISO-17662. Контрольовані параметри процесу зварювання, спільні для всіх процесів зварювання.

Лекція 18 Інженерні основи раціональної експлуатації машин та установок для контактного зварювання тиском

Установка і монтаж обладнання. Вибір силової, повітряної та водяної мереж. Атестація і передача в експлуатацію обладнання. Основи налагодження на режим. Попереджувальні заходи і ремонти. Забезпечення вимог охорони праці та довкілля.

Практичні заняття

Практична робота № 1

За заданим матеріалом та товщиною деталей обрати раціональну циклограму процесу та розрахувати параметри режиму контактного точкового зварювання для умови з'єднання внапуск пластин однакової товщини кількома точками.

Практична робота № 2

За заданим матеріалом та товщиною деталей обрати раціональну циклограму процесу та розрахувати параметри режиму контактного шовного зварювання для умови з'єднання внапуск пластин однакової товщини герметичним швом.

Практична робота № 3

За заданим матеріалом та товщиною деталей обрати раціональну циклограму процесу та розрахувати параметри режиму контактного стикового зварювання опором для умови з'єднання деталей з однаковим перерізом.

Практична робота № 4

За заданим матеріалом та товщиною деталей обрати раціональну циклограму процесу та розрахувати параметри режиму контактного стикового зварювання оплавленням для умови з'єднання деталей з круглим перерізом однакового діаметру.

Практична робота № 5

За заданими рівнями зусиль у циклі зварювання, часу стискання, характеристиками продуктивності машини та конструктивними особливостями розрахувати основні параметри та динамічні характеристики пневматичного приводу машини контактного точкового зварювання.

Практична робота № 6

За заданими рівнями номінального зусилля, маси рухомої частини машини та необхідної динаміки руху розрахувати основні параметри та динамічні характеристики пневматичного приводу машини контактного точкового зварювання.

Лабораторні заняття

Лабораторна робота № 1

Вивчення конструкції контактної точкової машини стаціонарного типу і дослідження на ній технологічного процесу зварювання.

Лабораторна робота № 2

Вивчення конструкції контактної шовної машини та дослідження на ній технологічного процесу зварювання.

Лабораторна робота № 3

Вивчення конструкції контактної точкової машини підвісного типу і дослідження на ній технологічного процесу зварювання

Лабораторна робота № 4

Вивчення конструкції контактної точкової конденсаторної машини і дослідження на ній технологічного процесу зварювання

Лабораторна робота № 5

Вивчення конструкції контактної машини для зварювання опором і дослідження на ній технологічного процесу зварювання

Лабораторна робота № 6

Вивчення конструкції контактної машини для зварювання безперервним оплавленням і дослідження на ній технологічного процесу зварювання

6. Самостійна робота студента

Види самостійної роботи (48 год.):

6.1 Обробка і оформлення даних, отриманих при виконанні лабораторних занять, в тому числі заповнення форм специфікацій і протоколів, прийнятих у виробничій практиці – 1 година на кожне заняття (всього – 9 год.).

6.2 Обробка і оформлення даних, отриманих у ході практичних занять — 1 година на кожне заняття (всього – 9 год.).

6.3 Підготовка до лекцій – 0.5 години на кожну лекцію (всього – 9 год.)

6.4 Виконання розрахунково-графічної роботи — 10 год.

6.5 Підготовка до модульної контрольної роботи — 5 год.

6.6 Підготовка до заліку – 6 год.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика навчальної дисципліни КОНТАКТНЕ ЗВАРЮВАННЯ є складовою частиною загальної політики в галузі якості КПІ імені Ігоря Сікорського і полягає у виконанні викладачем і студентами наступних принципів.

На лекціях і лабораторних заняттях студенти проявляють активність. На лекціях питання задаються у відведений викладачем час. На лабораторних заняттях питання вирішуються по мірі виникнення в діалоговій формі. За активність студентів на заняттях викладач призначає заохочувальні бали.

Лабораторні заняття виконуються командами студентів (підгрупами). Склад команди визначають студенти за погодженням з викладачем. Закінчені результати виконання кожного заняття демонструються викладачеві на наступному занятті. Захист виконання повного комплексу лабораторних занять здійснюється командою студентів на останньому занятті.

Лабораторні заняття повинні бути виконані і захищені до початку залікової сесії. Перездачі заліку допускаються згідно чинних норм, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Академічна доброчесність є базовим принципом освітнього процесу і підлягає беззаперечному виконанню викладачем і студентами.

Викладач є лідером і гарантом підготовки методичних матеріалів, навчання, контролю і поліпшення дисципліни на сучасному рівні з урахуванням вимог міжнародних стандартів з використанням кращої практики підприємств та університетів світу.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Поточний контроль проводиться за рішенням викладача в двох формах: експрес-опитування по темі попередньої лекції на початку лекції, опитування за темою заняття на початку лабораторного заняття.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

На першій календарний контроль студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 50% від максимально можливого балу на момент календарного контролю.

На другій календарний контроль студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 50% від максимально можливого балу на момент календарного контролю.

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: виконання та захист повного комплексу лабораторних робіт, сумарний семестровий рейтинг не нижчий 60.

Розрахунок рейтингових балів

Експрес-опитування на лекціях;

Ваговий бал – 1.5. Максимальна кількість балів на всіх лекціях складає:

$1.5 \text{ бали} \times 18 = 27 \text{ балів}$.

Виконання та захист лабораторних робіт;

Ваговий бал – 1...2. Максимальна кількість балів складає: $2 \text{ бали} \times 6 = 12 \text{ балів}$:

захист в установлений термін – 2 бали

наступні захисти – 1 бал

Виконання та захист практичних робіт;

Ваговий бал – 1...2. Максимальна кількість балів складає: $2 \text{ бали} \times 6 = 12 \text{ балів}$:

захист в установлений термін – 2 бали

наступні захисти – 1 бал

Модульна контрольна робота

Ваговий бал – 0...20. Максимальна кількість балів складає: $20 \text{ балів} \times 1 = 20 \text{ балів}$:

Повна вичерпна відповідь на питання контрольної роботи дає 20 балів, неповна або частково неправильна — 10, відсутність відповіді або неправильна відповідь — 0.

Виконання розрахунково-графічної роботи;

Ваговий бал – 20. Максимальна кількість балів складає: $20 \text{ балів} \times 1 = 20 \text{ балів}$:

зарахування в установлений термін – 20 балів

наступні зарахування – 10 балів

Заохочувальні бали

максимальна кількість балів складає **9 балів**.

Бали надаються за можливі творчі досягнення з дисципліни, за активну участь у виконання лабораторних або практичних робіт.

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:
 $RC = 27 + 12 + 12 + 20 + 20 + 9 = 100 \text{ балів}$.

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також ті здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи.

Залікова контрольна робота складається з 5-ти питань. Повна вичерпна правильна відповідь на кожне питання оцінюється 20 балами, часткова — 10 балами. Загальний бал залікової контрольної роботи визначається як сума балів за відповіді на питання.

Залікова складова шкали дорівнює: $RE = 100 \text{ балів}$.

Рейтингова шкала з дисципліни складає: $R = 100 \text{ балів}$.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на модульний контроль:

- 1) Умови утворення з'єднань при зварюванні тиском.
- 2) Технологічна схема контактного точкового зварювання.
- 3) Технологічна схема контактного шовного зварювання
- 4) Технологічна схема контактного рельєфного зварювання
- 5) Технологічна схема контактного стикового зварювання опором
- 6) Технологічна схема контактного зварювання оплавленням
- 7) Джерела теплоти при контактному зварюванні
- 8) Опори зони зварювання та кінетика їх зміни у процесі нагрівання при контактному точковому, шовному та рельєфному зварюванні
- 9) Опори зони зварювання та кінетика їх зміни у процесі нагрівання при контактному стиковому зварюванні опором
- 10) Опори зони зварювання та кінетика їх зміни у процесі нагрівання при контактному стиковому зварюванні оплавленням
- 11) Процеси нагрівання і плавлення металу
- 12) Пластина деформація та її роль в утворенні зварного з'єднання при використанні різних технологій контактного зварювання
- 13) Видалення поверхневих плівок при контактному зварюванні
- 14) Шунтування струму
- 15) Теплове розширення металу при зварюванні
- 16) Процеси масопереносу в контактах струмопідвід-деталь
- 17) Типові дефекти контактного зварювання
- 18) Види конструкцій для контактного точкового зварювання: відкриті, напіввідкриті, закриті. Особливості процесу для кожного з них
- 19) Технологічні прийоми при контактному точковому зварюванні деталей із різномірних матеріалів
- 20) Технологічні прийоми при контактному стиковому зварюванні деталей із різномірних матеріалів
- 21) Технологічні прийоми при контактному точковому зварюванні деталей із співвідношенням товщин більшим за 1:3
- 22) Технологічні прийоми при контактному стиковому зварюванні деталей із суттєво відмінною площею перерізу
- 23) Технологічні прийоми при контактному точковому зварюванні деталей із покриттям
- 24) Особливості контактного точкового мікрозварювання
- 25) Схеми розрахунку зварювального струму при контактному зварюванні

Перелік питань, які виносяться на залік:

- 1) Дайте характеристику ідеальної поверхні тіл
- 2) Дайте характеристику реальної поверхні тіл, що зварюються
- 3) За рахунок чого відбувається нагрівання металу при точковому та шовному зварюванні?
- 4) Коротко сутність контактного рельєфного зварювання?
- 5) Коротко сутність контактного стикового оплавленням?
- 6) Коротко сутність контактного стикового опором?
- 7) Коротко сутність контактного точкового зварювання.

- 8) Коротко сутність контактного шовного зварювання?
- 9) На які опори впливає якість підготовки поверхні деталей перед зварюванням?
- 10) Наведіть основні конструктивні елементи з'єднання при точковому та шовному зварюванні.
- 11) Наведіть порядок операцій при стиковому зварюванні оплавленням.
- 12) Наведіть порядок операцій при стиковому зварюванні опором.
- 13) Наведіть форму імпульсу в машинах змінного струму.
- 14) Наведіть форму імпульсу в машинах постійного струму.
- 15) Наведіть форму імпульсу змінного струму з модуляцією.
- 16) Наведіть форму імпульсу конденсаторної машини.
- 17) Наведіть формулу для визначення величини зварювального струму при точковому зварюванні та дайте пояснення її складових.
- 18) Охарактеризуйте електричне поле при точковому зварюванні.
- 19) Охарактеризуйте температурне поле при точковому зварюванні.
- 20) Перелічіть операції типового технологічного процесу виготовлення зварювального вузла.
- 21) Подайте визначення жорсткого режиму при контактному зварюванні.
- 22) Подайте визначення м'якого режиму при контактному зварюванні.
- 23) Поясніть сутність дилатометричного ефекту та як він впливає на формування з'єднання.
- 24) При зближенні двох ідеальних тіл, коли утворюється зварне з'єднання?
- 25) При зближенні двох ідеальних, які сили виникають в першу чергу?
- 26) При зближенні двох тіл, які сили виникають в першу чергу?
- 27) Причина вибрикування металу на межі електрод-деталь та методи боротьби з ним.
- 28) Причина вибрикування металу на початковій стадії в зоні деталь-деталь та його запобігання.
- 29) Причина виникнення непроварів та методи боротьби з ними.
- 30) Причина кінцевого внутрішнього вибрикування та методи його запобігання.
- 31) Причина утворення нещільності металу ядра та методи запобігання.
- 32) Раціональна циклограма. Які процеси проходять на другій стадії?
- 33) Раціональна циклограма. Які процеси проходять на першій стадії?
- 34) Раціональна циклограма. Які процеси проходять на третій стадії?
- 35) Чим визначається мінімальна відстань між точками?
- 36) Чим викликане зниження корозійної стійкості металу в зоні зварювання при точковому, та рельєфному зварюванні.
- 37) Чим обумовлений геометричний фактор впливу на температурне поле?
- 38) Чим обумовлений магнітоелектричний фактор впливу на температурне поле?
- 39) Чим обумовлений температурний фактор впливу на температурне поле?
- 40) Що відбувається і чим закінчується друга стадія формування з'єднання?
- 41) Що відбувається і чим закінчується перша стадія формування з'єднання реальних тіл?
- 42) Що відбувається на третій стадії формування з'єднання?
- 43) Що обумовлює наявність контактної опору?
- 44) Що таке шунтування струму та як воно впливає на процес зварювання?

- 45) Що треба враховувати при виконанні прихватки?
- 46) Як впливають термодформаційні процеси на властивості металу зони зварювання?
- 47) Як змінюється загальний опір зони зварювання в процесі зварювання?
- 48) Як змінюється контактний опір r_d в процесі зварювання та його роль в утворенні з'єднання?
- 49) Як змінюється контактний опір r_{dd} в процесі зварювання та його роль в утворенні з'єднання?
- 50) Як змінюється контактний опір r_{ed} в процесі зварювання та його роль в утворенні з'єднання?
- 51) Яка мінімальна величина перекриття литих зон герметичного шва?
- 52) Яка роль пластичної деформації при контактному зварюванні?
- 53) Які опори в зоні зварювання при точковому та шовному зварюванні?
- 54) Які процеси проходять на другій стадії формування з'єднання при точковому зварюванні?
- 55) Які процеси проходять на першій стадії формування з'єднання при точковому зварюванні?
- 56) Які процеси проходять на третій стадії формування з'єднання при точковому зварюванні?
- 57) Які способи контактного зварювання відносяться до зварювання оплавленням?
- 58) Які способи контактного зварювання відносяться до зварювання опором?

Приклад завдання на РГР:

Розробити технологію зварювання та обрати серійне обладнання для наступних умов:

Спосіб зварювання: контактне точкове

Матеріал: сталь Ст3

Геометричні параметри деталей: пластини однакової товщини, товщина 1 мм

Зварювальна машина: стаціонарна

Виліт машини: 1 м

Тип привода стискання: поршневий

Робоча програма навчальної дисципліни (силабус):

Складена доцентом, к.т.н, доц. Чвертко Євгенією Петрівною.

Ухвалено кафедрою зварювального виробництва (протокол №6 від 18.11.23)

Погоджено Методичною комісією інституту НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол №05/23 від 11.12.23)