



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



«Здатність до зварювання конструкційних матеріалів»

Шифр та назва спеціальності
131 – Прикладна механіка

Інститут
ННІ Механічної інженерії і транспорту

Освітня програма
Прикладна механіка

Кафедра
Зварювання (145)

Рівень освіти
Магістр 1,4 р.

Тип дисципліни
Профільна підготовка, ВП11.2

Семестр
9

Мова викладання
Українська

Викладачі, розробники



Дмитрик Віталій Володимирович

Д. т. н., проф.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Випускник по даній дисципліні повинен проявляти вміння й навички по наступних питаннях: сутність процесу й утворення з'єднань при зварюванні; класифікація способів зварювання; теплові процеси при зварюванні; термодформаційні процеси при зварюванні; формування первинної структури металу шва; хімічна неоднорідність звареного з'єднання; фазове й структурне перетворення в металах у твердому стані при зварюванні; природа утворення гарячих і холодних тріщин при зварюванні; методи оцінки опірності зварених з'єднань утворенню гарячих і холодних тріщин; способи запобігання утворення гарячих і холодних тріщин; тріщини повторного нагрівання; зварюваність, критерії зварюваності.

Мета та цілі дисципліни

Мати практичний досвід у:

- теплових процесах при зварюванні;
- металургійних процесах при зварюванні ;
- термодформаційних процесах при зварюванні ;
- формуванні первинної структури металу шва ;
- фазових і структурних перетвореннях в металах при зварюванні ;
- методах керування структурою металу зварного з'єднання ;
- технологічної міцності металів та сплавів ;
- зварюваності конструкційних матеріалів..

Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – залік.

Компетентності

ЗК1. Здатність виявляти, ставити та вирішувати інженерно-технічні та науково-прикладні проблеми.

ЗК2. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК3. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК4. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК5. Здатність розробляти та управляти проектами.

ЗК6. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК7. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ФК1. Здатність застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування.

ФК2. Здатність критичного аналізу та прогнозування параметрів працездатності нових та існуючих механічних конструкцій, машин, матеріалів і виробничих процесів машинобудування на основі знання та використання сучасних аналітичних та/або комп'ютеризованих методів і методик.

ФК3. Застосування відповідних методів і ресурсів сучасної інженерії на основі інформаційних технологій для вирішення широкого кола інженерних задач із застосуванням новітніх підходів, методів прогнозування з усвідомленням інваріантності розв'язків.

ФК4. Здатність критичного осмислення проблем у навчанні, професійній і дослідницькій діяльності на рівні новітніх досягнень інженерних наук та на межі предметних галузей.

ФК5. Здатність поставити задачу і визначити шляхи вирішення проблеми засобами прикладної механіки та суміжних предметних галузей, знання методів пошуку оптимального рішення за умов неповної інформації та суперечливих вимог.

ФК6. Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, інформаційні технології та прикладне комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних і наукових завдань з прикладної механіки.

ФК7. Здатність описати, класифікувати та змодельовати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук.

ФК8. Здатність генерувати нові ідеї та уміння обґрунтування нових інноваційних проектів та просування їх на ринку.

ФК9. Здатність до самостійної роботи і ефективного функціонування в якості керівника групи чи структурного підрозділу при виконанні виробничих завдань, комплексних проектів, наукових досліджень. Відповідальність за розвиток професійного знання і практик, оцінку стратегічного розвитку команди.

ФК10. Здатність зрозумілого і недвозначного донесення власних висновків, знань та пояснень до фахівців і нефахівців, зокрема і в процесі викладацької діяльності. Здатність зрозуміти роботу інших, давати і отримувати чіткі інструкції.

Результати навчання

РН1 Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування, аналізу і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування та суміжних галузях знань.

РН2 Розробляти і ставити на виробництво нові види продукції, зокрема виконувати дослідно-конструкторські роботи та/або розробляти технологічне забезпечення процесу їх виготовлення.

РН3 Застосовувати системи автоматизації для виконання досліджень, проектно-конструкторських робіт, технологічної підготовки та інженерного аналізу в машинобудуванні.

РН4 Використовувати сучасні методи оптимізації параметрів технічних систем засобами системного аналізу, математичного та комп'ютерного моделювання, зокрема за умов неповної та суперечливої інформації.

РН5 Самостійно ставити та розв'язувати задачі інноваційного характеру, аргументувати і захищати отримані результати та прийняті рішення.

- PH6 Розробляти, виконувати та оцінювати інноваційні проекти з урахуванням інженерних, правових, екологічних, економічних та соціальних аспектів.
- PH7 Зрозуміло і недвозначно презентувати результати досліджень та проектів, доносити власні висновки, аргументи та пояснення державною та іноземною мовами усно і письмово колегам, здобувачам освіти та представникам інших професійних груп різного рівня.
- PH8 Оволодівати сучасними знаннями, технологіями, інструментами і методами, зокрема через самостійне опрацювання фахової літератури, участь у науково-технічних та освітніх заходах.
- PH9 Організовувати роботу групи при виконанні завдань, комплексних проектів, наукових досліджень, розуміти роботу інших, давати чіткі інструкції.
- PH10 Вести пошук необхідної інформації в науково-технічній літературі, електронних базах та інших джерелах, засвоювати, оцінювати та аналізувати цю інформацію.
- PH11 Розробляти управлінські та/або технологічні рішення за невизначених умов та вимог, оцінювати і порівнювати альтернативи, аналізувати ризики, прогнозувати можливі наслідки.
- PH12 Планувати і виконувати експериментальні і теоретичні дослідження у сфері прикладної механіки, аналізувати їх результати, обґрунтовувати висновки.
- PH12 Продемонструвати вміння виконувати моделювання, статичний та динамічний аналізи конструкцій, механізмів, матеріалів та процесів на стадії проектування з використанням сучасних комп'ютерних систем.
- PH13 Продемонструвати вміння обґрунтування та оцінювання проектів, знання методик просування їх на ринку, вміння виконувати економетричну та наукометричну оцінки.
- PH14 Показати знання основ організації та керування персоналом.
- PH15 Продемонструвати знання структури, функціонування, технічного та програмного забезпечення інформаційно-вимірювальних комп'ютеризованих систем в машинобудівному виробництві.
- PH16 Продемонструвати знання та розуміння основ організації виробничого процесу.
- PH17 Продемонструвати знання організації, функціонування, технічного та програмного забезпечення інформаційно-вимірювальних комп'ютеризованих систем в наукових дослідженнях механічних систем та процесів.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 180 год. (6 кредитів ECTS): лекції – 64 год., лабораторні заняття – 16 год., самостійна робота – 100 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Попередні дисципліни: Вступ до фаху, Металографія зварних з'єднань, Теорія процесів зварювання, Технологія та устаткування зварювання тиском, Технологія та устаткування зварювання плавленням.

Наступні дисципліни: Модернізація зварювальних цехів, Зварювання спеціальних сталей і кольорових сплавів, Інженерія поверхні, Дипломна робота.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Курс складається з лекцій та лабораторних занять, залік.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Вступ.

1. Історія й розвиток зварювального виробництва.
2. Сучасні тенденції зварювального виробництва в Україні, та за рубежом.
3. Внесок вітчизняних учених і інженерів у розвиток зварювання.
4. Історія та головні етапи розвитку уявлень про зварюваність сталей та сплавів різноманітних класів.
5. Вплив результатів досліджень на створення нових та вдосконалення існуючих процесів та технологій зварювання.

Тема 2. Фізична зварюваність матеріалів.

1. Класифікація процесів зварювання.
2. Види елементарних зв'язків у твердих тілах і монолітних з'єднаннях.

«Здатність до зварювання конструкційних матеріалів»



Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

3. Механізм утворення монолітних з'єднань твердих тіл.
4. Утворення зварного з'єднання в твердій фазі - зварювання тиском.
5. Утворення зварного з'єднання в рідкій фазі - зварювання плавленням.
6. Фізичні особливості зварювання різномірних матеріалів.

Тема 3. Технологічна зварюваність матеріалів.

1. Особливості зварювальних процесів.
2. Природа зварювальних напружень та деформацій.
3. Термодеформаційний цикл зварювання та його наслідки.
4. Фактори, критерії та показники здатності до зварювання.
5. Властивості металів при температурах зварювального термічного циклу.
6. Фактори здатності до зварювання.
7. Неоднорідності в зварних з'єднаннях та типові приклади їх виникнення.
8. Поняття технологічної зварюваності.
9. Критерії та показники технологічної зварюваності.
10. Загальна характеристика методів аналітичних та експериментальних досліджень технологічної зварюваності.
11. Поняття технологічної та експлуатаційної міцності.

Тема 4. Хімічна активність основного матеріалу.

1. Хімічна активність основного металу, як критерій його зварюваності.
2. Показники хімічної активності основного матеріалу.
3. Хімічна спорідненість металів до атмосферних газів.
4. Розчинність атмосферних газів в металах.
5. Деградація властивостей металів та сплавів внаслідок поглинання ними газів при зварюванні.
6. Технологічні та металургійні методи запобігання поглинання газів металами при зварюванні.

Тема 5. Чутливість матеріалу до термодеформаційного циклу зварювання. Структурні перетворення в металі зварного з'єднання.

1. Види перетворень в металі зварного з'єднання під впливом термодеформаційного циклу зварювання.
2. Експериментальні методи визначення зварювальних деформацій і напружень.
3. Формування та міграція міжзеренних границь.
4. Види міжзеренних та міжфазних границь.
5. Вторинна або вибіркова рекристалізація при зварюванні.
6. Ріст зерна в навколошовній зоні.
7. Процеси коагуляції та сфероїдизації виділених фаз.

Тема 6. Фазові перетворення в металі зварного з'єднання.

1. Особливості первинної кристалізації при зварюванні.
2. Види первинної структури та схеми кристалізації в зварному шві.
3. Металургійні та технологічні методи управління кристалізацією при зварюванні.
4. Поліморфні перетворення в металі зварного з'єднання.
5. Дифузійний та бездифузійний механізми перекристалізації.
6. Мартенситна структура в сталях та інших сплавах.
7. Вплив швидкості охолодження на кінцеву структуру вуглецевої сталі.
8. Будова зони термічного впливу зварного шва при дугового зварювання.
9. Виділення нових фаз з твердого розчину.
10. Когерентні та некогерентні виділення.
11. Старіння.
12. Жароміцність та дисперсійне зміцнення нікелевих сплавів γ' -фазою. 475-градусна крихкість високолегованих сталей.
13. Окрихчення, пов'язане із виділенням надлишкових фаз - карбідів та нітридів.
14. Окрихчення внаслідок виділення σ -, χ - та λ - або Лавес-фази.

Тема 7. Методи керування структурою металу зварного з'єднання.

1. Технологічні та металургійні методи керування структурою металу зварного з'єднання.

2. Основні параметри термічного циклу зварювання.
3. Термокінетичні діаграми фазових перетворень та діаграми анізотермічного розпаду аустеніту.
4. Діаграма Шефлера.
5. Класифікація легованих сталей за їх чутливістю до термомодеформаційного циклу зварювання.

Тема 8. Гарячі тріщини при зварюванні.

1. Поняття технологічної міцності.
2. Деформаційно-кінетична теорія технологічної міцності М.Н. Прохорова.
3. Кристалізаційні тріщини - причини виникнення, механізми утворення.
4. Сегрегаційні тріщини.
5. Внутрішня пластична деформація полікристалічних матеріалів.
6. Підсолідусні тріщини - гіпотези виникнення, матеріали з низькою опірністю до цих дефектів.
7. Типи первинної структури при кристалізації.
8. Визначення фазового складу металу зварних швів.
9. Методи оцінки опірності металів та сплавів гарячим тріщинам.
10. Способи запобігання утворенню гарячих тріщин при зварюванні.
11. Технологічні проби різної жорсткості.

Тема 9. Холодні тріщини при зварюванні.

1. Види холодних тріщин в зварних з'єднаннях.
2. Теорії утворення холодних тріщин - гартівна та воднева.
3. Методи оцінки опірності металів та сплавів холодним тріщинам.
4. Способи запобігання утворенню холодних тріщин при зварюванні.
5. Непрямі методи оцінки опірності металів та сплавів холодним тріщинам.

Тема 10. Елементи експлуатаційної міцності металу зварних конструкцій.

1. Види крихкого руйнування металу зварних з'єднань.
2. Холодноламкість.
3. Високотемпературна повзучість.
4. Методи оцінки опірності металу проти переходу в крихкий стан.
5. Особливості руйнування металу зварних з'єднань в активних робочих середовищах.

Тема 11. Зварюваність низьковуглецевих і нізколегірлованих конструкційних сталей.

1. Склад і властивості сталей.
2. Загальні відомості про зварюваність.
3. Ручне дугове зварювання покритими електродами.
4. Зварювання під флюсом.
5. Дугове зварювання в захисних газах.
6. Контактне зварювання.

Тема 12. Зварюваність середньолегованих сталей

1. Класифікація та основні властивості.
2. Загальні відомості про зварюваність.
3. Деякі особливості зварювання.
4. Ручне дугове зварювання.
5. Автоматичне зварювання під флюсом.
6. Зварювання в захисних газах.
7. Точкова і шовна зварка.

Тема 13. Зварюваність високохромістких мартенситних, мартенситно-феритних і феритних сталей.

1. Основні властивості і класифікація сталей.
2. Загальні відомості про зварюваність.
3. Зварювання мартенситних і мартенситно-феритних сталей.
4. Зварювання високохромістких феритних сталей.

Тема 14. Зварюваність аустенітних сталей.

1. Основні властивості і класифікація сталей.
2. Загальні відомості про зварюваність.
3. Ручна дугова зварка.
4. Зварювання під флюсом.
5. Зварювання в захисних газах.
6. Контактна зварка.

Тема 15. Зварюваність кольорових металів та їх сплавів.

1. Зварюваність легких металів і сплавів.
2. Зварюваність нікелю і його сплавів.
3. Зварюваність титану і його сплавів.
4. Зварюваність міді і сплавів на основі міді.

Теми практичних занять

Практичні заняття навчальним планом не передбачені.

Теми лабораторних робіт

1. Фізична зварюваність матеріалів.
2. Технологічна зварюваність матеріалів.
3. Хімічна активність основного матеріалу.
4. Структурні перетворення в металі зварного з'єднання.
5. Фазові перетворення в металі зварного з'єднання.
6. Методи керування структурою металу зварного з'єднання.
7. Гарячі тріщини при зварюванні.
8. Холодні тріщини при зварюванні.

Самостійна робота

Курс передбачає виконання індивідуального завдання - курсової роботи..

Література та навчальні матеріали

1. Сливінський О. А. Здатність до зварювання конструкційних матеріалів: навч. посібн. - К.: НТУУ «КПІ», 2010. - 260 с.
2. Здатність до зварювання конструкційних матеріалів [Електронний ресурс] : Метод. вказівки до практичних занять з дисципліни для студ. спец. 131 «Прикладна механіка», спеціалізації «Технології та інжиніринг у зварюванні» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. О. А. Сливінський. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,07 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 39 с.
3. Bailey N. Weldability of Ferritic Steels / N. Bailey. – Cambridge : Abington Publishing, 1994. – 286 с.
4. Lancaster J. F. Metallurgy of Welding / J. F. Lancaster. – 5 th Edition. – London [a. o.] : Chapman & Hall, 1993 – 380 P.
5. Lippold J. C. Welding Metallurgy and Weldability of Stainless Steels / J. C. Lippold, D. J. Kotecki. – Hoboken, New Jersey : Wiley-Interscience, 2005. – 358 P.
6. Гладкий І.П. Властивості та технологія обробки металевих та неметалевих конструкційних матеріалів / І.П. Гладкий, В.І.Мощенок, В.П. Тарабанова. – Харків : Вид-во ХНАДУ, 2004. 274 с.
7. Дяченко С.С. Матеріалознавство : підручник / С. С. Дяченко, І. В. Дощечкіна, А. О. Мовлян, Е. І. Плешаков. – Харків : Вид-во ХНАДУ, 2007. – 440 с.
8. Лебедев В.Г. Матеріалознавство і термічна обробка зварних з'єднань : Конспект лекцій. - Одеса: Наука і техніка, 2007. - 88 с.
- 9.Єфіменко М.Г., Радзівілова Н.О. Металознавство і термічна обробка зварних з'єднань / М.Г. Єфіменко, Н.О. Радзівілова. – Харків: - 2003. - 488 с.
10. Попович В.,Голубець В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Кн. 1 Суми, "Університетська книга", 2002. - 264 с., т.2 - 260 с.
11. Добровольський О.Г. Матеріалознавство та матеріали у машинобудуванні: Навчальний посібник. К. КНУБА., 2004 – 109 с.
12. Городжа А.Д., Добровольський О.Г. та інші. Матеріалознавство та електроматеріали: Навчальний посібник. К. КНУБА., 2006 – 304 с..

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Опис структури підсумкової оцінки, обов'язкових завдань та процедури нарахування балів, особливо звертаючи увагу на самостійну роботу та індивідуальні завдання.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

Дата погодження, підпис



Завідувач кафедри
Сергій ЛУЗАН

Дата погодження, підпис



Гарант ОП
Олександр ШЕЛКОВИЙ