Силабус освітнього компонента
Програма навчальної дисципліни

Інноваційні технології у зварюванні

Шифр та назва спеціальності
G8 – Матеріалознавство

Інститут
ННІ механічної інженерії і транспорту

Спеціалізація
–

Кафедра
Зварювання (145))

Освітня програма
Прикладне матеріалознавство та новітні технології

Тип дисципліни
Вибіркова

Рівень освіти
Другий (магістерський) 1.4

Форма навчання
Денна

Семестр
2

Мова викладання
Українська

Викладачі, розробники

СИТНИКОВ Павло Андрійович
Pavlo.Sytnykov@mit.khpi.edu.ua
Старший викладач кафедри зварювання НТУ "ХПІ",

Доктор філософії (PhD) за спеціальністю 132 Матеріалознавство,
Магістр за спеціальністю 131 Прикладна механіка.
Лауреат академічної стипендії Президента України, а також премії Національної академії наук України молодим вченим та студентам за кращі наукові роботи.
Автор та співавтор понад 35 наукових публікацій та патентів.
Викладає курси: «Здатність до зварювання конструкційних матеріалів», «Теорія процесів зварювання», «Інноваційні технології у зварюванні», «Основи проектування дільниць і цехів відновлення та зміцнення деталей машин», «Новітні технології в галузі»; «Інноваційні технології в інженерії поверхні»

Детальніше про викладача на сайті кафедри за посиланням:
https://web.kpi.kharkov.ua/svarka/vykladachi-kafedry/

Загальна інформація

Анотація

Курс «Інноваційні технології у зварюванні» спрямований надати теоретичні та практичні знання щодо розроблення та освоєння нових матеріалів і методів їх одержання для технологій зварювання, а також споріднених процесів. В межах дисципліни розглядається два методи отримання матеріалів, а саме порошкова металургія та самопоширюваний високотемпературний синтез (СВС-процес).
.

Мета та цілі дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни є: оволодіти теоретичними знаннями з технологій розроблення матеріалів для технологій зварювання та споріднених процесів при виготовлені, а також зміцнені деталей (конструкцій), досліджені структури та властивостей одержаних (з'єднань) покриттів.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – диференційований залік.

Компетентності

СК 03 Здатність розробляти нові методи і методики досліджень, базуючись на знанні методології наукового дослідження та особливості проблеми, що вирішується.
СК 06 Здатність розуміти та використовувати математичні та числові методи моделювання властивостей, явищ та процесів.
СК 11 Здатність застосовувати системний підхід для розв'язання прикладних задач виготовлення, обробки, експлуатації та утилізації матеріалів і виробів..

Результати навчання

РН 01 Розуміти та застосовувати принципи системного аналізу, причинно- наслідкових зв'язків між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями в контексті існуючих теорій.
РН 12 Формулювати та розв'язувати науково-технічні задачі для розробки, виготовлення, випробування, сертифікації, утилізації матеріалів, створення та застосування ефективних технологій виготовлення виробів.
РН 13 Планувати і виконувати експериментальні матеріалознавчі дослідження, обирати відповідні обладнання та методики, здійснювати статистичну обробку і статистичний аналіз результатів експериментів, обґрунтовувати висновки.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 72 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Дисципліна базується на навчальних дисциплінах " Теоретичні основи спеціальних методів термічної обробки ".

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. Застосовуються активні форми проведення занять: лекція, лекція-діалог, лекційне опитування, практичні заняття, співбесіда, консультація. На заняттях використовується компетентністний підхід до навчання.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Проблеми підвищення ресурсу деталей та машин 1.1 Зношування металів та сплавів; Механізми зношування; Класифікація видів зношування; 1.2 Методи та матеріали для підвищення ресурсу деталей машин [1 - 3].	4

Тема 2. Композиційні матеріали 2.1 Класифікація композиційних матеріалів; Властивості композиційних матеріалів та сфери їх використання; 2.2 Композиційні матеріали з металевою матрицею; Поведінка композиційних матеріалів під час навантаження; 2.3 Методи отримання композиційних матеріалів [1, 2, 3, 6, 7].	4
Тема 3. Порошкова металургія 3.1 Загальна характеристика методу порошкової металургії; Історія розвитку порошкової металургії; Металевий порошок. 3.2 Класифікація методів виробництва порошків; Формування порошків; Спікання; Продукція порошкової металургії [1].	4
Тема 4. Самопоширюваний високотемпературний синтез (СВС) матеріалів 4.1 Розвиток методу самопоширюваного високотемпературного синтезу (СВС) матеріалів; 4.2 Основі технологічні особливості методу; Його переваги та недоліки; Аналіз галузей практичного застосування; 4.3 Розгляд проблематики подальшого розвитку [4, 8, 15, 16].	4
Тема 5. Технологічні особливості підготовки та синтезування матеріалів при проведенні СВС 5.1 Механічна (механохімічна) активація при підготовці та переробці матеріалів під час проведення СВС-процесів; 5.2 Аналіз та розгляд методів ініціювання СВС-процесу; 5.3 Переробка СВС-матеріалів та їх використання у зварюванні та споріднених технологіях [17 -20].	4
Тема 6. СВС-матеріали для технологій нанесення покриттів 6.1 Технологія та обладнання дугового наплавлення композиційних матеріалів, отриманих з використанням СВС-процесу; 6.2 Дослідження структури та властивостей наплавлених шарів; 6.3 Технологія та обладнання плазмового напилення композиційних матеріалів, отриманих з використанням СВС-процесу; 6.4 Дослідження структури та властивостей плазмових покриттів [17 - 20].	4
Тема 7. Дослідження структури та властивостей композиційних покриттів 7.1 Методика підготовки шліфів; Оптична та електронна мікроскопія; Рентгеноструктурний аналіз; 7.2 Мікротвердість; Абразивна зносостійкість [1, 14, 19, 20].	4
Тема 8. Основи сертифікації. Метрологічне забезпечення якості зварювання (наплавлення) 8.1 Основні поняття, терміни та визначення сертифікації; 8.2 Правила та порядок проведення сертифікації; 8.3 Сертифікація та якість продукції; Контроль якості званих з'єднань [21, 22].	4
Загальна кількість годин	**32**

Практичні заняття

Теми практичних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти а
Тема 1. Механічна активація порошкових матеріалів та її вплив на розмірний показник шихти.	4	1
Тема 2. Методи ініціювання самопоширюваного високотемпературного синтезу матеріалів.	4	1
Тема 3. Вибір режимів та технологія дугового наплавлення композиційного матеріалу	4	1

Тема 4. Визначення абразивної зносостійкості наплавленого шару композиційного матеріалу	4	1
Загальна кількість годин	**16**	$\sum_{i=1}^{n} a_i$=4

Лабораторні заняття

Лабораторні заняття в рамках дисципліни не передбачені.

Контрольні роботи

Комплексний тест з	Вагові коефіцієнти b
Тема 1. Зварювання та споріднені процеси	1
Тема 2. СВС-процес та його реалізація	1
Загальна кількість годин	$\sum_{i=1}^{n} b_i$ = 2

Самостійна робота

До самостійної роботи відноситься самостійне опрацювання теоретичного матеріалу та виконання індивідуального завдання (розрахункового завдання).

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення	Кількість годин
Тема 1. Зносостійкі метали та сплави 1. Зносостійкість? 2. Графітизована сталь? 3. Високомарганцеві сталі? 4. Матеріали для наплавлення? 5. Композиційні матеріали, отриманні з використанням СВС-процесу?	9
Тема 2. Проведення триботехнічних випробувань композиційних матеріалів 1. Абразивне зношування? 2. Ударно-абразивне зношування? 3. Кавітаційне та кавітаційно-ерозійне зношування?	9
Тема 3. Технологічні процеси нанесення поверхневих зносостійких шарів 1. Дугові методи нанесення покриттів? 2. Газотермічні методи? 3. Індукційне наплавлення? 4. Сутність методів та матеріали, які використовуються для їх реалізації?	9
Тема 4. Дослідження зносостійкості в процесі абразивного зношування композиційних покриттів 1. Абразивна зносостійкість при тертя закріпленими абразивними частинками? 2. Абразивна зносостійкість при тертя не закріпленими абразивними частинками? 3. Обладнання, яке використовується для цього?	9
Тема 5. Будова твердої речовини 1. Кристалічні структури? 2. Недосконалості структури матеріалів? 3. Поверхня твердого тіла? 4. Поверхнева енергія; Адсорбція; Окиснення? 5. Сегрегаційні явища на поверхні? 6. Зношування поверхонь? 7. Підготовка поверхонь?	9
Тема 6. Газотермічне напилення	9

1. Джерела енергії?
2. Процеси в потоці газу і частинок?
3. Процеси на поверхні основи?
4. Формування структури та властивостей покриття?
5. Способи газотермічного напилення?

Тема 7. Модифікування поверхні концентрованими потоками енергії 1. Модифікування поверхні лазером? 2. Модифікування поверхні електронним променем? 3. Матеріали, які використовуються в якості вихідних?	9
Загальна кількість годин	**63**

Тематика індивідуальних завдань

Індивідуальне завдання (розрахункове завдання) передбачає виконання індивідуального завдання, розкривати обрану тематику, демонструвати вміння аналізувати інформацію та оформлювати текстові документи відповідно до мети навчальної дисципліни. Кожен студент виконує свій варіант індивідуального завдання (розрахункового завдання), який відрізняється від інших.
Обсяг індивідуального завдання (розрахункового завдання) 14–16 сторінок основного тексту. Індивідуальне завдання (розрахункове завдання) має бути оформлене відповідно до вимог, наведених у літературному джерелі [24]. Завдання виконується протягом навчальних тижнів і подається на перевірку до диференційованого заліку.

Тема індивідуального завдання

Тема 1. «Розрахунок параметрів проведення СВС-процесу»	
Розрахункове завдання виконується за варіантами.	
Загальна кількість годин	**9**

Неформальна освіта

Здобувач має можливість перезарахувати окремі теми або курс шляхом: проходження професійних курсів чи тренінгів, онлайн-освіти, професійних стажувань, у сфері, що відповідає навчальним цілям дисципліни.
Для зарахування необхідно надати: сертифікат (електронний або друкований) про проходження курсу/стажування, опис програми тренінгу із зазначенням змісту тем, обсягу та тривалості.

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. Композиційні матеріали на основі карбіду кремнію для компактних виробів і газотермічних покриттів: монографія / О. П. Уманський та ін. Київ: Наукова думка, 2022. 128 с.
2. Наука про матеріали: досягнення та перспективи: у 2-х т. Т. 1 / Редкол.: Л. М. Лобанов (голова) та ін. Київ: Академперіодика, 2018. 652 с.
3. Sereda B. P., Kruglyak I. V., Sereda D. B., Gaydaenko A. S., Kruglyak D. O. Development of wear-resistant coatings for automotive parts after processing in SHS conditions. Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics, 2019. No. 4(1). P. 25–30. DOI: https://doi.org/10.14254/jsdtl.2019.4-1.3
4. Maashaa D., Purevdagva E., Rubanik V. V., Rubanik V. V. Jr. The Influence of Ultrasonic Activation on Microstructure, Phase Transformation and Mechanical Properties of Porous Ni-Ti Shape Memory Alloys via Self-Propagating High-Temperature Synthesis: Materials, 2023. No. 16(18). P. 6134. DOI: https://doi.org/10.3390/ma16186134
5. Лузан С. О., Ситников П. А. Самопоширюваний високотемпературний синтез: стан, проблеми та перспективи розвитку. Вчені записки Таврійського національного університету ім. В. І.

Вернадського. Сер.: Технічні науки, 2022. Вип. 6. Т. 33 (72). С. 17–23. DOI: https://doi.org/10.32782/2663-5941/2022.6/04
6. Національна академія наук України в 1991–2021 роках. До 30-річчя Незалежності України / редкол.: А. Г. Загородній (голова) та ін. Київ: Академперіодика, 2021. 228 с. DOI: https://doi.org/10.15407/academperiodyka.441.228
7. Наумовець А. Г. Про виконання цільової комплексної програми фундаментальних досліджень НАН України «Фундаментальні проблеми створення нових наноматеріалів і нанотехнологій». Стенограма доповіді на засіданні Президії НАН України 15 січня 2020 року. Вісник НАН України, 2020. № 3. С. 26–34.
8. Лузан С. О., Ситников П. А. Ретроспективний аналіз формування та розвитку самопоширюваного високотемпературного синтезу. Вісник Кременчуцького національного університету ім. Михайла Остроградського, 2022. Вип. 4 (135). С. 88–96. DOI: https://doi.org/10.32782/1995-0519.2022.4.12
9. Белоконь Ю. О., Кулинич В. Д., Драгобецький В. В., Середа Д. Б. Перспективи розвитку технологій та обладнання саморозповсюджувального високотемпературного синтезу. Вісник Кременчуцького національного університету ім. Михайла Остроградського. Кременчук, 2021. № 6. (131) С. 110–115.
10. Федірко В. М., Погрелюк І. М., Лук'яненко О. Г., Труш В. С. Хіміко-термічна обробка титанових сплавів. Поверхневе твердорозчинне модифікування, Київ: Наукова думка, 2020. 168 с.
11. Лузан С. О., Ситников П. А. Дослідження впливу параметрів механічної активації шихти Ti–C–Al–SiO2–Al2O3–Fe2O3–ПТ-НА-01 на тривалість синтезу композиційного матеріалу, що модифікує. Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. 2023. № 100. С. 42–47. DOI: https://doi.org/10.30977/BUL.2219-5548.2023.100.0.42
12. Luzan S. O., Sytnykov P. A. Device for initiating the SHS process. Science and innovation of modern world: materials VI International scientific and practical conference. (London, 23-25 February 2023) / London, 2023. P. 237–239.
13. Лузан С. О., Ситников П. А. Дослідження особливостей ініціювання процесу самопоширюваного високотемпературного синтезу модифікуючого композиційного матеріалу. Вісник Кременчуцького національного університету ім. Михайла Остроградського. 2023. № 2 (139). С. 112–119. DOI: https://doi.org/10.32782/1995-0519.2023.2.13
14. «Прикладна механіка» освітньої програми «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» всіх форм навчання / укл. М. М. Бриков. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. 28 с.
15. Лузан С. О., Ситников П. А. Структура та властивості наплавлених шарів композиційним матеріалом, який одержано з використанням СВС-процесу. Вісник Хмельницького національного університету. Сер. Технічні науки, 2023. №. 4 (321). С. 194–201. DOI: https://doi.org/10.31891/2307-5732-2023-323-4-194-201
16. Luzan S. O., Sytnykov P. A. Composite material for surfacing, obtained by self-propagating high-temperature synthesis. Functional materials. 2023. No. 30 (4): P. 526–532. DOI: https://doi.org/10.15407/fm30.04.526
17. Sytnykov P. A. Study of the Structure and Properties of Deposited Layers of NiCrBSi Alloy, Modified with Composite Material. Journal of Mechanical Engineering – Problemy Mashynobuduvannia. 2023. Vol. 26, no. 4, P. 67–76. DOI: https://doi.org/10.15407/pmach2023.04.067
18. Лузан С. О., Ситников П. А. Структура та властивості плазмових покриттів, напилених композиційним матеріалом, одержаним з використанням СВС-процесу. Вісник Херсонського державного технічного університету, 2023. № 2 (85). С. 49–57. DOI: https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2023.2.6
19. Sytnykov P. A. Plasma Coatings Based on Self-Fluxing NiCrBSi Alloy with Improved Wear Resistance Properties. Journal of Mechanical Engineering – Problemy Mashynobuduvannia, 2023. Vol. 26. No. 3. P. 54–64. DOI: https://doi.org/10.15407/pmach2023.03.054
20. Sytnykov P. A. Structural-phase state and properties of sprayed plasma coatings based on self-fluxing alloy of NiCrBSi system with the addition of SHS composites. Norwegian Journal of development of the International Science, 2023. No. 121. P. 151–158. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10246932
21. Латинін Ю. М., Лузан С. О., Крахмальов О. В. Метрологія, сертифікація, стандартизація та забезпечення якості : навч. посіб. Харків: Мачулін, 2023. 280 с.
22. Латинін Ю. М., Крахмальов О. В. Основи метрології, обробка та представлення результатів досліджень: навч. посіб. Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – 75 с. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/45853/1/Suchasni_eksperymentalni_metody_LP_2021.pdf

23. Кодекс етики академічних взаємовідносин та доброчесності Національного Технічного Університету «Харківський Політехнічний Інститут» СУЯ ХПІ-ВЗЯОД-МР/10.1:2023. https://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/wp-content/uploads/sites/43/2024/04/Kodeks-etyky-akademichnyh-vzayemovidnosyn-ta-dobrochesnosti-Natsionalnogo-tehnichnogo-universytetu-Harkivskyj-politehnichnyj-instytut-.pdf
24. Система стандартів з організації навчального процесу. ТЕКСТОВІ ДОКУМЕНТИ У СФЕРІ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ. Загальні вимоги до виконання. СТЗВО-ХПІ-3.01-2021. http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/metodotdel/wp-content/uploads/sites/28/2021/12/STZVO-HPI-3.01-2021-SSONP.-Tekstovi-dokumenti-u-sferi-navchalnogo-protsesu.-Zagalni-vimogi-do-vikonannya.pdf

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо відповідно до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх вид навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників k:

Поточний контроль (практичні заняття), k_1	Контрольні роботи (за наявності), k_2	Індивідуальне завдання (за наявності), k_3
0,3	0,4	0,3

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю: $k_1 + k_2 + k_3 = 1$. Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.
Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$\text{О} = \Pi \cdot k_1 + K \cdot k_2 + \text{I} \cdot k_3,$$

де: П – середньозважена середня оцінка за поточний контроль,
І – оцінка за виконання індивідуального завдання,
K – середньозважена оцінка за контрольні роботи,
Пк – оцінка за підсумковий контроль.

$$\Pi = \frac{\Pi_1 \cdot a_1 + \Pi_2 \cdot a_2 + \ldots + \Pi_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^{8} a_i},$$

де: a_i - ваговий коефіцієнт за практичне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1}{\sum_{i=1}^{1} b_i},$$

де: b_i - ваговий коефіцієнт за контрольну роботу.

Поточні оцінки за кожну складову (П, K, I,…) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ».

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої O з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

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

Здобувач вищої освіти 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

Завідувач кафедри
Віталій ДМИТРИК

25.08.2026

Гарант ОП
Олександр ТЕРЛЕЦЬКИЙ

25.08.2026