



Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



Інженерія поверхні

Шифр та назва спеціальності
131 – Прикладна механіка

Інститут
ННІ МІТ. Навчально-науковий інститут
механічної інженерії і транспорту

Освітня програма
131.Прикладна механіка

Кафедра
Зварювання(145)

Рівень освіти
Магістр 1,4 р.

Тип дисципліни
Профільна підготовка, ВП11.5

Семестр
10

Мова викладання
Українська

Викладачі, розробники



ЛУЗАН Сергій Олексійович

Serhii.Luzan@khpi.edu.ua

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри зварювання НТУ "ХПІ"

Автор та співавтор: понад 150 наукових та методичних публікацій, патентів.

Курси: «Інженерія поверхні», «Спеціальні методи зварювання», «Технології зміцнення та відновлення деталей машин», «Обґрунтування та вдосконалення технологій відновлення деталей».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Курс «Інженерія поверхні» розглядає методи, які використовує інженерія поверхні. Проаналізовано процеси в потоці газу і частинок, на поверхні основи, які виникають при створенні покриття різними методами: газотермічним напиленням, наплавленням, електроіскровим легуванням, а також модифікування структури та легування поверхні висококонцентрованими потоками енергії та інші методи нанесення покриття. Вказані матеріали і властивості отриманих покриттів. Наведена методологія управління якістю поверхні та вибору технології відновлення деталей. Розглянуто перспективи застосування наноструктурованих матеріалів у машинобудуванні. Представлений внесок автора у розвиток інженерії поверхні.

Мета та цілі дисципліни

Вивчення принципів і основ проектування і отримання поверхні і поверхневих шарів деталей машин і конструкцій із наперед заданим рівнем експлуатаційних властивостей при одночасному збереженні тих характеристик матеріалу основи, які забезпечують міцність, жорсткість, пружність та інші фізико-механічні властивості деталі, а також вузла і машин в цілому.

Формат занять

Лекції, самостійні заняття, індивідуальне завдання - реферат. 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 змодельювати 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 вміння 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.
- РН6 Розробляти, виконувати та оцінювати інноваційні проекти з урахуванням інженерних, правових,

екологічних, економічних та соціальних аспектів.

РН7 Зрозуміти 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.

РН8 Оволодівати сучасними знаннями, технологіями, інструментами і методами, зокрема через самостійне опрацювання фахової літератури, участь у науково-технічних та освітніх заходах.

РН9 Організувати роботу групи при виконанні завдань, комплексних проектів, наукових досліджень, розуміти роботу інших, давати чіткі інструкції.

РН10 Вести пошук необхідної інформації в науково-технічній літературі, електронних базах та інших джерелах, засвоювати, оцінювати та аналізувати цю інформацію.

РН11 Розробляти управлінські та/або технологічні рішення за невизначених умов та вимог, оцінювати і порівнювати альтернативи, аналізувати ризики, прогнозувати можливі наслідки.

РН11 Планувати і виконувати експериментальні і теоретичні дослідження у сфері прикладної механіки, аналізувати їх результати, обґрунтовувати висновки

РН12 Продемонструвати вміння виконувати моделювання, статичний та динамічний аналізи конструкцій, механізмів, матеріалів та процесів на стадії проектування з використанням сучасних комп'ютерних систем.

РН13 Продемонструвати вміння обґрунтування та оцінювання проектів, знання методик просування їх на ринку, вміння виконувати економетричну та наукометричну оцінки.

РН14 Показати знання основ організації та керування персоналом.

РН15 Продемонструвати знання структури, функціонування, технічного та програмного забезпечення інформаційно-вимірювальних комп'ютеризованих систем в машинобудівному виробництві.

РН16 Продемонструвати знання та розуміння основ організації виробничого процесу.

РН17 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 90 годин (3 кредити ECTS): лекції – 32 год., самостійна робота – 58 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, Сучасні технології в прикладній механіці, Робочі процеси сучасних виробництв, Експериментальні методи у зварюванні, Здатність до зварювання конструкційних матеріалів.

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

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться у інтерактивній формі з використанням мультимедійних технологій. На лекціях використовується проектний підхід до навчання, ігрові методи, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій у інженерії поверхні. Лекційний матеріал доступний в електронному вигляді.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Змістовий модуль 1. Будова твердої речовини. Процеси в потоці газу і на поверхні основи.

Тема 1. Будова твердої речовини.

1. Вступ.

2. Будова твердої речовини.

3. Задачі, які вирішує інженерія.

4. Кристалічні структури.
5. Поверхня твердого тіла.
6. Поверхнева енергія, адсорбція, окиснення.
7. Сегрегаційні явища на поверхні.
8. Зношування поверхонь.
9. Підготовка поверхонь.

Тема 2. Методи інженерії поверхні.

1. Основні поняття та визначення.
2. Класифікація методів за способом утворення шару та покриття.
3. Суть механічних, термомеханічних, хіміко-термічних, електрохімічних і хімічних, фізичних методів інженерії поверхні..

Тема 3. Газотермічне напилення.

1. Історія створення способу напилення металу.
2. Джерела енергії.
3. Газополуменевий струмінь.
4. Форма, будова ацетилено-кисневого полум'я та діаграма розподілу температури в зонах. Стадії процесу горіння ацетилену.
5. Структура детонаційної хвилі.
6. Електрична дуга. Фізичні процеси в області дуги.
7. Схема плавлення електродів при електродуговому розпиленні.
8. Особливості течії надзвукового потоку розпилювального газу в електродугових розпилювачах.
9. Струмінь низькотемпературної плазми.
10. Формування структури і властивостей покриття.

Тема 4. Процеси в потоці газу і частинок.

1. Прискорення частинок матеріалу.
2. Схема аксіального і радіального завантаження потоку дисперсною фазою.
3. Формування потоку частинок при розпиленні дроту.
4. Нагрівання матеріалу у високотемпературному газовому потоці.
5. Число Рейнольдса (Re). Число Маха. Критерій Прандтля. Число Кнудсена.
6. Процеси на поверхні основи.
7. Число Нуссельта. Число Біо. Критерій Біо.
8. Удар частинок. Температура контакту. Умови з'єднання.
9. Формування структури і властивостей покриття.
10. Структура покриття. Напруження в покриттях.

Змістовий модуль 2. Способи відновлення і зміцнення деталей.

Управління якістю поверхні та вибір технології відновлення деталей.

Тема 5. Способи газотермічного напилення та матеріали покриттів.

1. Класифікація газотермічних покриттів.
2. Газополуменеве напилення.
3. Детонаційне напилення.
4. Плазмове напилення.
5. Електродугове напилення.
6. Газотермічні способи напилення.
7. Матеріали для нанесення газотермічних покриттів.
8. Способи відновлення.
9. Застосування газотермічного напилення.

Тема 6. Наплавлення та електроіскрове легування.

1. Загальні теоретичні відомості. Характеристика способів наплавлення.
2. Ручне дугове наплавлення покритим електродом.
3. Наплавлення деталей під шаром флюсу.
4. Дугове наплавлення в середовищі захисних газів.

5. Вібродугове наплавлення.
6. Електрошлакове наплавлення.
7. Плазмове наплавлення.
8. Індукційне наплавлення.
9. Лазерне (світлове) наплавлення.
10. Електронно-променеве наплавлення.
11. Газове наплавлення.

Тема 7. Модифікування поверхні та інші методи нанесення покриття.

1. Модифікування поверхні лазером.
2. Модифікування поверхні електронним променем.
3. Іонна імплантація.
4. Обробка плазмою.
5. Гальванічні процеси.
6. Хімічне осадження.
7. Дифузійне насичення.

Тема 8. Управління якістю поверхні та вибір технології відновлення деталей.

1. Якість покриття.
2. Методика визначення товщини відновлювальних покриттів, які забезпечують необхідний ресурс.
3. Вибір технології відновлювання деталей.
4. Перспективи застосування наноструктурованих матеріалів у машинобудуванні.

Самостійна робота

Курс передбачає виконання індивідуального завдання щодо розробки технології зміцнення поверхні деталей машин - реферату. Опрацювання лекційного матеріалу.

Студентам також рекомендуються додаткові матеріали (відео, статті) для самостійного вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях.

Література та навчальні матеріали

Основна література

1. Офіційний сайт Міністерства освіти і науки України: <https://mon.gov.ua/ua>
2. Стандарт вищої освіти України: другий (магістерський) рівень, галузь знань 13 – Механічна інженерія, спеціальність 131 – Прикладна механіка. Затверджено і введено в дію наказом Міністерства освіти і науки України від 20.06.2019 р. № 865.
3. Інженерія поверхні: підручник / К.А. Ющенко, Ю.С. Борисов, В.Д. Кузнецов, В.М. Корж. - Київ: Наукова думка, 2007. – 559 с.
4. Лузан С.О. Структура концепції відновного ремонту газотермічним напиленням покриттів / С. О. Лузан // Механіка та машинобудування. – Харків : НТУ «ХПІ», 2011. – № 1. – С. 163-169.
5. Лузан С.О. Забезпечення зносостійкості деталей газополум'яним напиленням покриттів з віброобробкою / С.О. Лузан // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків : 2011. – Вип. 114. – С. 196-202.
6. Лузан С.О. Інженерія поверхні. Курс лекцій / С.О. Лузан, О.І. Сідашенко. – Харків: Водний спектр Джі-Ем-Пі, 2019. – 188 с.

Додаткова література

1. Пащенко В.М. Обладнання для газотермічного нанесення покриттів: навчальний посібник. К.: ІВЦ «Політехніка». 2001. – 416 с.
2. Корж В.М. Технологія та обладнання для напилення. Навчальний посібник. К.: НМЦ ВО. 2000. – 407 с.

Інформаційні ресурси в інтернеті

1. Сайт бібліотеки НТУ«ХПІ»: <http://library.kpi.kharkov.ua>
2. eNTUKhPIR; Головна сторінка: <http://repository.kpi.kharkov.ua>
3. <http://www.cogeneration.com.ua/hm/pan2.htm>
4. <http://www.dizelist.ru/>

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді заліку (40%) та поточного оцінювання (60%).

Залік: письмове завдання (3 запитання з теорії) та усна доповідь.

Поточне оцінювання: 2 онлайн тести та реферат (по 20%)

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



Дата погодження, підпис



Завідувач кафедри
Сергій ЛУЗАН

Гарант ОП
Олександр
ШЕЛКОВИЙ