



Концентровані джерела енергії в технологіях інженерії поверхні Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Прикладна механіка
Статус дисципліни	вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	150 годин / 5 кредитів ECTS (Лекції - 36 год., практичні - 18 год., лабораторні - 18 год., СРС – 78 год.)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	екзамен/МКР
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., доцент Пащенко Валерій Миколайович, valnikpas@gmail.com Практичні, лабораторні: д.т.н., доцент Пащенко Валерій Миколайович, valnikpas@gmail.com
Розміщення курсу	Навчальний посібник в наявності в бібліотеці НТУУ «КПІ», лекції з дисципліни і методичні вказівки до лабораторних та практичних занять висилаються кожному студенту по електронній пошті. Контрольні примірники передаються методисту кафедри для збереження в електронній бібліотеці кафедри.

Програма навчальної дисципліни

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

У дисципліні розглядаються принципи дії та приклади практичної реалізації плазмових, лазерних, електронно-променевих джерел концентрованої енергії, основні фізико-хімічні процеси в складових частинах і елементах відповідних комплексів обладнання, фізичні принципи фазових і структурних перетворень у матеріалах при зміцненні КПЕ, особливості застосування КПЕ в реальних технологіях обробки матеріалів.

Мета дисципліни - формування у студента системи сучасних уявлень та знань про загальні принципи застосування концентрованих потоків енергії для обробки матеріалів з метою зміни їх агрегатного стану, структури, конфігурації, морфології поверхні, функціональних властивостей виробів із обробленого матеріалу.

Предмет дисципліни – плазмові, лазерні, електронно-променеві джерела енергії та процеси обробки матеріалів з їх використанням.

Вивчення освітнього компонента передбачає підсилення та розвиток у студентів компетентностей, передбачених освітньою програмою «Прикладна механіка», яка розроблена з урахуванням Стандарту вищої освіти України: другий (магістерський) рівень, галузь знань 13- Механічна інженерія, спеціальність 131 – Прикладна механіка. Затверджено і введено в дію наказом ректора КПІ ім. Ігоря Сікорського від 15.02. 2022 №НОН/75/2022.

Відповідно до освітньої програми студенти після засвоєння дисципліни підсилюють компетентності і деталізують результати навчання:

Загальні компетентності:

- 1) Здатність виявляти, ставити та вирішувати інженерно-технічні та науково-прикладні проблеми (ЗК 1).
- 2) Здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК 3).
- 3) Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК 6).
- 4) Здатність проведення досліджень на відповідному рівні (ЗК 8).

Фахові компетентності:

- 1) Здатність застосовувати відповідні методи і ресурси сучасної інженерії для знаходження оптимальних рішень широкого кола інженерних задач із застосуванням сучасних підходів, методів прогнозування, інформаційних технологій та з урахуванням наявних обмежень за умов неповної інформації та суперечливих вимог (ФК 1).
- 2) Здатність планувати і виконувати експериментальні й теоретичні дослідження з прикладної механіки та дотичних міждисциплінарних проблем, опрацьовувати і узагальнювати результати досліджень (ФК 5).
- 3) Здатність використовувати досягнення науки та передових технологій у галузі сучасних технологічних машин і обладнання, процесів їх проектування та виробництва, підвищення їх якості, автоматизації технологічних процесів; застосування комп'ютерних технологій (ФК 6).
- 4) Здатність застосовувати фундаментальні та прикладні знання та вміння в галузі інноваційних технологій машинобудування (ФК 7).
- 5) 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 (ФК 8).

Програмні результати навчання:

Здатність

1. Самостійно ставити та розв'язувати задачі інноваційного характеру, аргументувати і захищати отримані результати та прийняті рішення (РН 5).
2. Вчитися і оволодівати сучасними знаннями, технологіями, інструментами і методами, зокрема через самостійне опрацювання фахової літератури, участь у науково-технічних та освітніх заходах (РН 8).
3. Вести пошук необхідної інформації в науково-технічній літературі, електронних базах та інших джерелах, засвоювати, оцінювати та аналізувати цю інформацію (РН 10).
4. Планувати і виконувати експериментальні і теоретичні дослідження у сфері прикладної механіки, аналізувати їх результати, обґрунтовувати висновки (РН 11).
5. Застосовувати фундаментальні та прикладні знання та вміння в галузі інноваційних технологій машинобудування (РН 14).
6. Планувати і виконувати експериментальні і теоретичні дослідження у сфері прикладної механіки, аналізувати їх результати, обґрунтовувати висновки (РН 15).

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

Для успішного засвоєння «Концентровані джерела енергії в технологіях інженерії поверхні» студент повинен мати базові знання з дисциплін бакалаврської підготовки за освітньою програмою «Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій»: «Матеріалознавство», «Вища математика», «Механіка матеріалів і конструкцій», «Технології та устаткування зварювання плавленням, лазерних та споріднених процесів», «Виробництво конструкцій»

Результати навчання з дисципліни «Концентровані джерела енергії в технологіях інженерії поверхні» можуть бути застосовані у науково-дослідній роботі за темою магістерської дисертації та для виконання магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

- 1) Загальні питання
- 2) Плазмові джерела концентрованої енергії та методи обробки матеріалів з їх використанням.
- 3) Лазерні джерела концентрованої енергії та методи обробки матеріалів з їх використанням.
- 4) Електронний промінь як джерело концентрованої енергії. Методи обробки матеріалів електронним променем

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Пащенко В.М., Квасницький В.В., Кузнецов В.Д. Обробка матеріалів концентрованими потоками енергії (навчальний посібник) – К: Гнозіс, 2013. – 143 с.
2. Пащенко В.М. Дугові генератори в технологіях інженерії поверхні. Монографія. – Харків: Мачулін, 2018. – 288 с.
3. Кузнецов В.Д., Пащенко В.М., Ющенко К.А., Борисов Ю.С.. Фізико-хімічні основи інженерії поверхні. Навч. посібник.- К.: ВІПОЛ, 2005.-372 с.

Додаткова література:

4. Геращук В.П. Основи фізики лазерів. Лазери для термічних технологій Навчальний посібник. – К.:ІЕЗ ім. Є.О. Патона. 2005. – 244 с.
5. Пащенко В.М. Керування енергетичними параметрами потоків плазми систем N-O-C-H та N-O зовнішніми впливами та зміною розмірів дугового каналу. Автоматичне зварювання.2022. №11, С. 1-7. DOI: <https://doi.org/10.37434/as2022.11.01>
6. Пащенко В. М. (2022). ЗАСТОСУВАННЯ ПЛАЗМОУТВОРЮВАЛЬНИХ ГАЗОВИХ СУМІШЕЙ СИСТЕМИ N-O-C-H ДЛЯ СТВОРЕННЯ ГІБРИДНИХ ПЛАЗМОВИХ ПРИСТРОЇВ. Електронний журнал категорії Б «Наука і техніка сьогодні» (Серія «Техніка»), випуск №12(12) 2022 С.178-188. ISSN: 2524-0102 [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2022-12\(12\)-178-188](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2022-12(12)-178-188)
7. V.M. Pashchenko. Control of energy parameters of plasma flows of N–O–C–H system // The Paton Welding Journal, 2022, №11, 27-33 pages, <https://doi.org/10.37434/tpwj2022.11.05>. (фахове видання категорії Б)
8. V.M. Pashchenko. Specialized plasma devices for producing gradient coatings by plasma powder spraying // The Paton Welding Journal, 2022, №10, 42-48 pages, <https://doi.org/10.37434/tpwj2022.10.07>. (фахове видання категорії Б)
9. Пащенко В.М. Керування середньомасовою ентальпією потоку плазми системи N–O–C–H з урахуванням енергетичної ефективності плазмотрона. Автоматичне зварювання. 2023. №7, С 54-60. DOI: <https://doi.org/10.37434/as2023.07.07>.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

В межах вивчення дисципліни впродовж семестру заплановано проведення лекційних, практичних та лабораторних занять, а також навчальним планом передбачено виконання МКР.

Під час вивчення матеріалу застосовуються як основні методи колективного та індивідуального активного навчання: проблемно-пошуковий, пояснювально-ілюстративний, репродуктивний, інтерактивний, практичний та дослідницький під час проведення лекційних та практичних занять, а також метод самостійної роботи. Означені методи використовуються в контексті застосування таких навчальних технологій:

1. Особистісно-орієнтовані технології, засновані на активних формах і методах навчання: колективні дискусії, інтерактивне спілкування тощо.
2. Інформаційно-комунікаційні технології, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активацію самостійної роботи студентів, доповнення традиційних навчальних занять засобами взаємодії на основі мережевих комунікаційних можливостей (онлайн-лекції, онлайн-практики під час змішаного або дистанційного навчання).

5.1 Лекційні заняття (36 год.)

Назви теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)

Тема 1 Загальні питання (2 год.)

1-й тиждень

Лекція 1. Розвиток і стан теоретичних та практичних знань щодо застосування концентрованих потоків енергії (КПЕ) у процесах обробки матеріалів

Вступ. Основні поняття технології обробки. Технологічні та енергетичні характеристики КПЕ. Порівняльні характеристики основних параметрів КПЕ. Фізичні процеси, що відбуваються під час взаємодії потоків високоенергетичних частинок із матеріалом. Роль вітчизняних вчених та організацій у розвитку теорії та практики застосування методів обробки матеріалів КПЕ. Ціль і завдання курсу, його роль у підготовці спеціалістів за фахом. Практичне використання знань у різних видах діяльності фахівця – 2 год.

Література: [1 стор. 5 – 17]

Тема 2 Плазмові джерела концентрованої енергії та методи обробки матеріалів з їх використанням (18 год).

2-й тиждень

Лекція 2. Низькотемпературна плазма

Способи отримання потоків плазми. Квазіізотермічність, квазінейтральність плазми високого тиску. Плазмоутворювальні середовища. Термодинамічний порівняльний аналіз плазмоутворювальних середовищ. Властивості плазмових потоків, утворених із атомарних та молекулярних газів – 2 год.

Література: [2 стор. 5 – 36]

Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання

3-й тиждень

Лекція 3. Дюгові генератори низькотемпературної плазми.

Вимоги до плазмових генераторів технологічного призначення. Принципові схеми плазмотронів. Класифікація генераторів плазми. Дюгові та високочастотні плазмотрони. Плазмотрони прямої та непрямої дії. Конструкція основних вузлів генераторів плазми. Просторова стабілізація дуги в дюговому каналі. Системи охолодження теплонапружених вузлів плазмотронів – 2 год..

Література: [2 стор. 37 – 72]

Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання

4-й тиждень

Лекція 4. Енергетичні та ресурсні характеристики плазмотронів

Ресурсні характеристики електродів дюгового плазмотрона. Теплові умови роботи електродів. Ерозійні процеси на електродах плазмотрона. Шляхи підвищення ресурсу електродів. Енергетичні характеристики плазмотронів. ККД плазмотрона. Вольт-амперні характеристики генераторів плазми. Процеси перетворення енергії в плазмових генераторах. Вплив режимних параметрів на енергетичні характеристики плазмотронів – 2 год..

Література: [2 стор. 81 – 154]

Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання

5-й тиждень

Лекція 5. Струмені плазми. Керування їх параметрами.

Вимоги до структури плазмових потоків плазмотронів технологічного призначення. Ефективна теплова потужність. Тепловий ККД. Просторовий розподіл параметрів плазмового струменя. Структура реальних струменів плазми. Узагальнені характеристики локальних значень температури, ентальпії та швидкісного напору в об'ємі плазмового струменя. Керування структурою температурних та швидкісних полів потоків плазми. Керування режимними параметрами, складом плазмоутворювального газу, геометричними розмірами дюгового каналу, зовнішніми магнітними полями – 2 год.

Література: [2 стор. 206 – 251]

Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання

6-й тиждень

Лекція 6. Технології обробки матеріалів плазмою

Плазмове різання. Оптимізація параметрів режиму різання. Вибір плазмового середовища. Плазмове зміцнення. Сутність методу. Варіанти плазмового зміцнення. Механізм плазмового загартування. Температурне поле на поверхні виробу. Рівняння процесу розповсюдження тепла в масивному напівбезмежному тілі. Параметри питомого теплового потоку – 2 год.

Література: [1 стор. 85 – 91]

Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання

7-й тиждень

Лекція 7. Закономірності структурних перетворень. Властивості зміцнених матеріалів

Розміри зони термічного впливу, її будова та розподіл значень мікротвердості. Мікроструктура ЗТВ. Залежність ЗТВ від складу сталі. Плазмове обробка чавунів. Структура зміцненого шару при різних варіантах обробки. «Тіньовий» ефект. Тріщиностійкість оброблених матеріалів. Множинне руйнування – 2 год.

Література: [1 стор. 91 – 99]

Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання

8-й тиждень

Лекція 8. Комбіновані способи зміцнення з використанням плазми

Плазмове зміцнення виробів після наплавлення. Підходи до вибору наплавленого металу. Способи підвищення тріщиностійкості наплавленого матеріалу. Реалізація в'язкого механізму розповсюдження тріщини. Створення шаруватих композицій. Механізм гальмування тріщини у композиційному багатошаровому наплавленому матеріалі. Плазмове хіміко-термічне обробка із застосуванням активних газів. Обробка шляхом об'ємного термічного загартування та плазмового зміцнення. Плазмове-детонаційне зміцнення – 2 год.

Література: [1 стор. 100 – 113]

Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання

9-й тиждень

Лекція 9. Обробка матеріалів високоенергетичною плазмою

Генерація компресійних потоків. Електромагнітні плазмові прискорювачі. Магнітоплазмовий компресор (МПК). Параметри МПК. Динаміка формування компресійного потоку в МПК. Етапи еволюції конструкції МПК. Отримання компресійних ерозійних потоків. Схема торцевого ерозійного пристрою. Динаміка взаємодії компресійних плазмових потоків із поверхнею. Закономірності структурних перетворень. Структура модифікованих шарів – 2 год.

Література: [1 стор. 114 – 131]

Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання

Тема 3 Лазерні джерела концентрованої енергії та методи обробки матеріалів з їх використанням (12 год.)

10-й тиждень

Лекція 10. Механізм лазерної генерації світла. Типи і конструкції лазерів

Механізм лазерного випромінювання. Твердотільні лазери. Блок-схема конструкції та енергетичні параметри. Газові лазери. Класифікація за способом охолодження. Напівпровідникові лазери. Їх параметри та характеристики. Рідинні лазери. Схема рідинного лазера. Інші та перспективні типи лазерів – 2 год.

Література: [1 стор. 18 – 31]

Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання

11-й тиждень

Лекція 11. Характеристика лазерного випромінювання. Керування випромінюванням лазера

Властивості лазерного випромінювання. Монохроматичність. Когерентність випромінювання. Спрямованість випромінювання. Просторова та часова структура випромінювання. Зміна часових та

енергетичних параметрів випромінювання. Методи формування лазерного випромінювання. Керування переміщенням випромінювання у просторі. Основні переваги лазерного випромінювання як інструмента обробки матеріалів – 2 год.

Література: [1 стор. 31 – 40]

Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання

12-й тиждень

Лекція 12. Фізичні основи взаємодії лазерного випромінювання із речовиною

Стадії взаємодії лазерного випромінювання із речовиною. Ефективність взаємодії. Коефіцієнт відбиття. Залежність коефіцієнта відбиття від параметрів випромінювання та ремних параметрів обробки. Теплофізика впливу випромінювання лазера на матеріал. Поглинання і передача енергії. Нагрівання і плавлення. Лазерна ерозія. Охолодження – 2 год.

Література: [1 стор. 41 – 53]

Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання

13-й тиждень

Лекція 13. Структурні зміни в матеріалах, оброблених лазерним випромінюванням

Вуглецеві сталі. Зона термічного впливу. Її структура. Мікротвердість шарів ЗТВ. Вплив вихідного складу і структури матеріалу на зону термічного впливу та її характеристики.

Леговані сталі. Зона термічного впливу. Її структура. Мікротвердість шарів ЗТВ. Вплив вихідного складу і структури матеріалу на зону термічного впливу та її характеристики.

Обробка лазерним випромінюванням сплавів алюмінію, міді, титану, твердих сплавів – 2 год.

Література: [1 стор. 53 – 61]

Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання

14-й тиждень

Лекція 14. Технології лазерної обробки. Різання

Основні закономірності процесу обробки отворів. Вплив параметрів обробки на геометричні характеристики отворів та структуру мікрорельєфу поверхні отвору. Области застосування технології обробки отворів. Різання лазерним випромінюванням.. Основні закономірності та технологічні параметри процесу. Особливості різання імпульсним та безперервним випромінюванням. Розкрий неметалевих матеріалів – 2 год.

Література: [1 стор. 61 – 68]

Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання

15-й тиждень

Лекція 15. Технології лазерної обробки. Легування та наплавлення. Спеціальні технологічні застосування лазерів

Лазерне зміцнення поверхонь легуванням. Способи подавання легувального елемента у зону лазерного впливу. Лазерна обробка у магнітному полі. Схеми процесу. Лазерне скрайбірування та терморозколювання матеріалів. Лазерне маркування. Динамічне балансування деталей – 2 год.

Література: [1 стор. 69 – 78]

Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання

Тема 4 Електронний промінь як джерело концентрованої енергії. Методи обробки матеріалів електронним променем (6 год.)

16-й тиждень

Лекція 16. Електронний промінь

Загальні відомості. Фізико-технічні основи електронно-променевого нагрівання. Конструкції електронно-променевих установок. Джерела електронів – 2 год.

Література: [1 стор. 132 – 137, 3 стор. 270-275]

Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання

17-й тиждень

Лекція 17. Взаємодія електронних жмутів із речовиною

Взаємодія електронів з матеріалом. Передавання та поглинання енергії. Довжина пробігу електронів. Характеристики теплового джерела при взаємодії жмута електронів із речовиною. Нетермічний вплив електронів на речовину. Генерація електронним жмутом рентгенівського випромінювання. Особливості модифікування поверхні електронним променем – 2 год.

Література: [1 стор. 137 – 143]

Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання

18-й тиждень

Лекція 18. Електронно-пучкова імпульсна обробка матеріалів

Параметри імпульсних електронних пучків. Структурні перетворення в матеріалі під дією імпульсних потоків електронів. Принципова схема імпульсного електронного джерела. Установки генерації імпульсних потоків електронів. Особливості експлуатації установок імпульсних потоків електронів – 2 год.

Література: [1 стор. 143 – 147]

Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання

5.2 Практичні заняття (18 год.)

1. *Визначення ресурсних характеристик катода плазмотрона при різних режимах експлуатації – 2 год.*
2. *Визначення ресурсних характеристик анода плазмотрона при різних режимах експлуатації – 2 год.*
3. *Визначення енергетичних характеристик плазмового струменя при застосуванні плазмоутворювального повітря – 2 год.*
4. *Визначення повної енергії плазмового струменя при застосуванні сумішей повітря із вуглеводнями – 2 год.*
5. *Методики визначення теплових характеристик плазмової дуги та плазмового струменя – 2 год.*
6. *Визначення основних технологічних параметрів процесу зміцнення матеріалів імпульсним лазерним випромінюванням із застосуванням сферичної оптики – 2 год.*
7. *Визначення основних технологічних параметрів процесу зміцнення матеріалів імпульсним лазерним випромінюванням із застосуванням циліндричної оптики – 2 год.*
8. *Особливості лазерного зміцнення безперервним випромінюванням. Схеми обробки. Визначення продуктивності процесу – 2 год.*
9. *Модульна контрольна робота.*

5.3 Лабораторні заняття (18 год.)

1. *Дослідження розподілу температури на плоскій поверхні при дії плазмового струменя – 2 год.*
2. *Дослідження впливу режимних параметрів обробки на розподіл температури на плоскій поверхні при дії плазмового струменя – 4 год.*
3. *Дослідження розподілу твердості на поверхні виробу при плазмовому загартуванні без перекриття ЗТВ – 4 год.*
4. *Дослідження розподілу твердості на поверхні виробу при плазмовому загартуванні із перекриттям ЗТВ – 4 год.*
5. *Дослідження розподілу твердості на поверхні виробу при плазмовому загартуванні із зазором між ЗТВ – 4 год.*

6. Самостійна робота студента

Види самостійної роботи (78 год.):

6.1 Підготовка до практичних занять, обробка і оформлення даних, отриманих при виконанні практичних занять – 6 год.

6.2 Підготовка до лабораторних робіт, обробка і оформлення даних, отриманих при їх виконанні, захист звітів – 12 год.

6.3 Підготовка до лекційних занять – 12 год.

6.4 Самостійне опанування лекційного матеріалу – 14 год.

6.4. Підготовка до МКР – 4 год.

6.5 Підготовка до екзамену – 30 год.

Назви тем для самостійного опрацювання та посилання на навчальну літературу

1. Загальні принципи конструювання генераторів плазми. Системи охолодження. Системи подавання плазмоутворювальних газів. **Література: [2 стор. 45 – 72]**
2. Електроди плазмотронів. Матеріал електродів. Теплові умови роботи. Конструкції. **Література: [2 стор. 81 – 122]**
3. Технологічне застосування плазмотронів. Плазмово-механічна обробка та плазмове різання. **Література: [2 стор. 252 – 258]**
4. Технологічне застосування плазмотронів. Модифікація поверхні. **Література: [2 стор. 268 – 274]**

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика навчальної дисципліни «Концентровані джерела енергії в технологіях інженерії поверхні» є складовою частиною загальної політики в галузі якості КПІ імені Ігоря Сікорського і полягає у виконанні викладачем і студентами наступних принципів.

- ✓ Відвідування лекцій та практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання практичних завдань.
- ✓ Для студентів, які беруть на себе відповідальність за організацію і планування свого часу для навчання, є можливість опанувати дисципліну у змішаному режимі: ознайомлення з теоретичним матеріалом і виконання практичних завдань – самостійно, за необхідності проведення консультацій викладачем згідно графіку консультацій і відведеного на них часу, у відповідності до педагогічного навантаження викладача. Лабораторні роботи виконуються у груповому режимі під керівництвом відповідального викладача.
- ✓ Студенти зобов'язані дотримуватись термінів виконання усіх видів робіт, передбачених курсом. Порушення термінів виконання певного виду робіт враховується згідно рейтингової системи оцінювання. Під час дії воєнного стану штрафні бали не нараховуються.
- ✓ На лекціях, лабораторних роботах та практичних заняттях обов'язковим є відключення телефонів. На екзамені забороняється використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті.
- ✓ На лекціях, лабораторних та практичних заняттях студенти проявляють активність. На лекціях виникаючі питання задаються у відведений викладачем час. На практичних заняттях питання вирішуються по мірі виникнення в діалоговій формі.
- ✓ Практичні заняття та лабораторні роботи повинні бути виконані і захищені до початку екзаменаційної сесії. Прездачі екзамену допускаються не більше двох разів під час додаткової сесії.
- ✓ Якщо контрольні заходи пропущені з поважних причин, студенту надається можливість додатково скласти контрольне завдання протягом найближчого тижня. У разі порушення термінів виконання завдання з неповажних причин, студент не допускається до екзамену в основну сесію.
- ✓ 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 (PCO)

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

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

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю та принцип оцінювання викладено в PCO освітнього компоненту.

Рейтингова система оцінювання та критерії нарахування вагових балів:

- Відповідь на лекції оцінюється ваговим балом – 1. Максимальна кількість балів на всіх лекціях складає: $1 \text{ балів} \times 18 = 18 \text{ балів}$.
- Розв'язування задач на практичних заняттях оцінюється ваговим балом – 2. Максимальна кількість балів за всі практичні заняття складає: $2 \text{ бали} \times 8 = 16 \text{ балів}$.
- Виконання лабораторних робіт та їх успішний захист оцінюється ваговим балом 3 бали: $3 \times 5 = 15 \text{ балів}$.
- Виконання МКР оцінюється ваговим балом 8: $8 \text{ балів} \times 1 = 8 \text{ балів}$.
- Заохочувальні бали нараховуються за активність на практичних і лабораторних роботах: від 1 до 3.

Таким чином стартовий рейтинг R_c становить: $R_c = 18 + 16 + 15 + 8 + 3 = 60 \text{ балів}$.

Розмір шкали рейтингу дисципліни: $RD = R_c + R_E = 60 + 40 = 100 \text{ балів}$.

Де стартова шкала $R_c = 60 \text{ балів}$, екзаменаційна шкала $R_E = 40 \text{ балів}$.

Умови проміжної позитивної атестації – календарного контролю.

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент повинен набрати не менше 9 балів стартової шкали (18 балів максимальне досяжне значення).

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент повинен набрати не менше 18 балів стартової шкали (36 балів максимальне досяжне значення).

Умови допуску до екзамену:

1. Відпрацьовані всі лабораторні роботи.
2. Відпрацьовані всі практичні завдання.
3. Зарахована МКР.
4. Стартовий рейтинг $\geq 30 \text{ балів}$.

Критерії екзаменаційного оцінювання.

Екзаменаційний білет складається з трьох питань.

Правильна відповідь на перше питання оцінюється у 10 балів.

Відповіді на друге і третє дають по 5 балів відповідно.

Бали R_E за відповідь на екзамені розраховуються наступним чином: $R_E = (R_1 + R_2 + R_3) \cdot 2 = (10 + 5 + 5) \cdot 2 = 40$, де R_1 - бали за відповідь на перше питання, R_2 - бали за відповідь на друге питання, R_3 - бали за відповідь на третє питання.

Максимальна кількість балів, які можна отримати за складання екзамену - 40 балів.

Шкала оцінювання другого та третього питань	Шкала оцінювання першого питання
$R_{2,3}=0$ - відповідь відсутня	$R_1=0$ – відповідь відсутня
$R_{2,3}=1$ - відсутні логічні кроки, є фрагменти необхідних формул, формулювання	$R_1=2$ - відсутні логічні кроки, є фрагменти необхідних формул, формулювання

Шкала оцінювання другого та третього питань	Шкала оцінювання першого питання
$R_{2,3}=2$ - наведено декілька логічних кроків, деякі формули, формулювання	$R_1=4$ - наведено декілька логічних кроків, деякі формули, формулювання
$R_{2,3}=3$ - неповна відповідь	$R_1=6$ - неповна відповідь
$R_{2,3}=4$ - відповідь вірна і повна, але містить 1-2 неточності	$R_1=8$ - відповідь вірна і повна, але містить 1-2 неточності
$R_{2,3}=5$ - відповідь вірна і повна	$R_1=10$ - відповідь вірна і повна

Сума стартових балів та балів за екзамен переводиться у рейтингову оцінку згідно з таблицею:

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 семестровий контроль:

1. Назвіть основні характеристики потоків енергії в процесах обробки матеріалів
2. Обґрунтуйте необхідність локалізації енергії у просторі під час обробки матеріалів
3. Обґрунтуйте необхідність локалізації енергії у часі під час обробки матеріалів
4. Проведіть порівняння відомих Вам методів обробки матеріалів за видом енергії, що використовується
5. Проведіть порівняння відомих Вам методів обробки матеріалів за густиною енергії, що досягається
6. Дайте оцінку можливим перевагам і недолікам електронно-променевої обробки матеріалів
7. Дайте оцінку можливим перевагам і недолікам лазерної обробки матеріалів
8. Дайте оцінку можливим перевагам і недолікам плазмової обробки матеріалів
9. Проведіть порівняння енергетичних і технологічних можливостей лазерної, плазмової та електронно-променевої обробки матеріалів
10. Поясніть механізм генерації світла у середовищі, в якому наявні атоми з двома характерними рівнями енергії
11. Як співвідносяться між собою кванти світла, що випромінюються атомами в активному середовищі
12. Дайте оцінку умовам, за яких середовище буде випромінювати
13. Визначте шляхи підвищення ККД випромінювання активного середовища в лазерних системах
14. Проаналізуйте механізм підсилення світла за допомогою резонатора
15. Визначте функції, які виконує резонатор
16. Наведіть класифікацію лазерів, що застосовуються на сьогодні у різних областях науки і техніки
17. Проведіть порівняння типів активних середовищ, що застосовуються у твердотільних лазерах
18. Проаналізуйте конструкції твердотільних лазерів з точки зору побудови відбивачів
19. Проведіть порівняння конструкцій газових лазерів з точки зору організації охолодження газового середовища
20. Проведіть порівняння твердотільних та газових лазерів з точки зору енергетичних параметрів цих принципів схем
21. Проаналізуйте можливість застосування напівпровідникових лазерів у технологіях обробки матеріалів
22. Проведіть порівняння газових та рідинних лазерів з точки зору перебудови довжини хвилі випромінювання та можливості застосування в технологіях обробки матеріалів

23. Дайте оцінку перспективним типам газових лазерів (газодинамічного та хімічного) з точки зору можливості застосування в технологіях обробки матеріалів
24. Проаналізуйте перспективні шляхи вдосконалення лазерних систем з точки зору більш повного використання їх енергетичних можливостей
25. Проаналізуйте основні характеристики лазерного випромінювання порівняно із випромінюванням некогерентних джерел випромінювання
26. Дайте оцінку просторовій та часовій структурі лазерного випромінювання
27. Визначте основні параметри лазерного випромінювання для імпульсних систем та систем безперервного випромінювання
28. Проведіть порівняння методів формування лазерного випромінювання
29. Проаналізуйте способи зміни часових та енергетичних параметрів випромінювання
30. Проведіть порівняння способів керування переміщенням випромінювання у просторі
31. Дайте порівняльну оцінку інерційних та малоінерційних сканаторів
32. Дайте оцінку перевагам лазерного випромінювання як інструмента обробки матеріалів
33. Проведіть порівняння стадій взаємодії лазерного випромінювання з речовиною виходячи зі значень густини енергії випромінювання
34. Проаналізуйте процес взаємодії лазерного випромінювання із речовиною з точки зору ефективності корисного використання енергії
35. Проаналізуйте залежність коефіцієнта відбиття металів від частоти випромінювання
36. Проаналізуйте характер зміни коефіцієнта відбиття металів у часі, його залежність від густини потужності та обґрунтуйте заходи по збільшенню поглинальної здатності матеріалів
37. Проаналізуйте залежність інтенсивності поглиненого випромінювання від відстані від поверхні (закон Бугера) та запропонуйте шляхи керування цією інтенсивністю
38. Проведіть порівняння механізмів поглинання лазерної енергії та переходу її в теплову залежно від природи матеріалу
39. Проаналізуйте механізм розповсюдження тепла в матеріалі у процесі поглинання їм лазерної енергії залежно від природи матеріалу
40. Дайте оцінку процесу лазерної ерозії з точки зору застосування його в технологіях прошивки отворів, обробці щілин, пазів, різання розкрою матеріалу тощо
41. Обґрунтуйте неможливість встановлення єдиного критерію лазерної ерозії (оброблюваності) матеріалів і дайте оцінку рядам оброблюваності матеріалів
42. Проаналізуйте процес охолодження попередньо нагрітого матеріалу з точки зору досягнутих швидкостей охолодження
43. Проаналізуйте хід структурних та фазових перетворень у вуглецевих сталях під впливом лазерного випромінювання
44. Дайте оцінку будові зони термічного впливу вуглецевих сталей
45. Проведіть порівняння будови і властивостей ЗТВ для сталей із різним вмістом вуглецю
46. Проведіть порівняння ЗТВ доєвтектоїдних, евтектоїдних та заєвтектоїдних сталей
47. Проаналізуйте хід структурних та фазових перетворень під впливом лазерного випромінювання у чавуні
48. Проаналізуйте хід структурних та фазових перетворень під впливом лазерного випромінювання у легованих сталях
49. Проаналізуйте хід структурних та фазових перетворень під впливом лазерного випромінювання у алюмінієвих сплавах
50. Проаналізуйте хід структурних та фазових перетворень під впливом лазерного випромінювання у латунях
51. Проаналізуйте хід структурних та фазових перетворень під впливом лазерного випромінювання у бронзі
52. Проаналізуйте хід структурних та фазових перетворень під впливом лазерного випромінювання у титанових сплавах
53. Проаналізуйте хід структурних та фазових перетворень під впливом лазерного випромінювання у твердих сплавах
54. Дайте оцінку можливості застосування лазерного випромінювання в технологіях обробки отворів і визначте основні технологічні закономірності процесу
55. Обґрунтуйте доцільність використання лазерного випромінювання для прошивки отворів у твердих та надтвердих неметалевих матеріалах і наведіть приклади таких технологій

56. Обґрунтуйте доцільність використання імпульсного та безперервного лазерного випромінювання для різання матеріалів з точки зору продуктивності та точності обробки
57. Проаналізуйте основні закономірності різання імпульсним випромінюванням з урахуванням технологічних параметрів різання та форми різа
58. Проаналізуйте основні технологічні характеристики різання металевих матеріалів безперервним випромінюванням з урахуванням природи матеріалу
59. Дайте оцінку можливості легування поверхневого шару матеріалів за допомогою лазерного випромінювання
60. Проведіть порівняння способів подавання легувального середовища у зону лазерної обробки
61. Проаналізуйте процес лазерного скрайбірування крихких твердих матеріалів і наведіть переваги, які на Вашу думку має цей спосіб порівняно із традиційним скрайбіруванням
62. Проаналізуйте процес лазерного терморозколювання матеріалу з точки зору залежності напружень, що викають, від фізико-механічних характеристик матеріалу та параметрів лазерного випромінювання
63. Дайте оцінку можливості застосування лазерного випромінювання для маркування виробів та нанесення інформації на поверхню
64. Порівняйте відомі Вам способи реалізації процесу лазерного маркування
65. Обґрунтуйте можливість та переваги динамічного балансування елементів та деталей у точному приладобудуванні
66. Проаналізуйте можливість інтенсифікації процесів різання важкооброблюваних матеріалів застосуванням лазерного нагрівання і сформулюйте можливі переваги перед традиційними способами нагрівання
67. Дайте оцінку технологічним можливостям плазми, як джерела нагрівання матеріалів у процесах їх обробки і визначте вид плазми (за температурною ознакою), що знайшов застосування в технологіях обробки матеріалів
68. Проведіть порівняння принципових схем генераторів плазми, що застосовуються в технологіях обробки матеріалів
69. Дайте оцінку тепловим характеристикам плазмового струменя (плазмової дуги) і визначте механізми передавання тепла виробам від струменя плазми
70. Обґрунтуйте можливість опису залежності зміни теплового потоку у довільній точці плями нагрівання законом нормального розподілу
71. Проаналізуйте можливість застосування плазмового струменя або плазмової дуги для різання матеріалів різної природи
72. Обґрунтуйте вплив природи плазмоутворювальної речовини на технологічні можливості процесу різання матеріалу
73. Проаналізуйте механізм зміцнення матеріалів у процесі швидкого нагрівання та охолодження потоком низькотемпературної плазми
74. Проведіть порівняння різних варіантів плазмового зміцнення
75. Проаналізуйте характер розподілу мікротвердості за глибиною та шириною ЗТВ
76. Порівняйте макроструктури ЗТВ після дії плазмового струменя та лазерного променя
77. Дайте оцінку залежності мікроструктур загартованої та перехідної зон від вихідної структури матеріалу, який зміцнюється
78. Дайте оцінку характеру розподілу залишкових напружень за глибиною та шириною ЗТВ
79. Проаналізуйте вплив зміни структури зміцненого шару на властивості зміцнених матеріалів , зокрема, на зносостійкість
80. Проаналізуйте вплив зміни структури зміцненого шару на тріщиностійкість зміцнених матеріалів
81. Порівняйте характерні особливості мікромеханізмів руйнування матеріалу зміцненої зони та вихідного матеріалу
82. Проаналізуйте вплив зміни структури зміцненого шару на втомну міцність зміцнених матеріалів
83. Обґрунтуйте позитивний ефект додаткової плазмової обробки наплавленого металу
84. Проведіть порівняння двох підходів до вибору наплавленого металу у разі застосування додаткової плазмової обробки
85. Проаналізуйте можливі шляхи підвищення твердості і стійкості металу до спрацьовування зі збереженням високої тріщиностійкості наплавленого матеріалу
86. Проведіть порівняння методів плазмової та плазмової хіміко-термічної обробки з точки зору можливостей підвищення твердості зміцненого матеріалу

87. Обґрунтуйте позитивний вплив плазмової обробки попередньо зміцнених об'ємним загартуванням виробів
88. Обґрунтуйте позитивний вплив об'ємного загартування виробів після плазмової обробки матеріалу
89. Проаналізуйте позитивний ефект комплексної обробки струмами високої частоти та плазмою
90. Проведіть порівняння параметрів плазмових струменів, які генеруються звичайними плазмовими та імпульсними плазмово-детонаційними генераторами
91. Проведіть порівняння принципів схем генерації імпульсної плазми та безперервних плазмових потоків
92. Проаналізуйте зміни у структурі матеріалів після дії імпульсної стиснутої плазми
93. Проведіть порівняння технологічних можливостей лазерного та електронно-променевого методів обробки матеріалів
94. Проаналізуйте механізм взаємодії прискорених електронів із матеріалом
95. Визначте основні процеси, які проходять під час взаємодії прискорених електронів із речовиною
96. Проведіть порівняння процесів передавання та поглинання енергії при лазерній та електронно-променевій обробці матеріалів
97. Проаналізуйте особливості модифікування поверхні електронним променем
98. Проведіть порівняння схем електронно-променевого модифікування поверхні

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: професором, д.т.н., доц. Пащенко Валерієм Миколайовичем;

Ухвалено кафедрою зварювального виробництва (протокол №6 від 28.11.2022)

Погоджено Методичною комісією інституту НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол №5/22 від 12.12.2022)