

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ КОНЦЕНТРОВАНИМИ ПОТОКАМИ ЕНЕРГІЇ

методичні вказівки до вивчення курсу
для студентів денної форми навчання
за напрямом 6.050504 «зварювання»,

Затверджено Вченою радою ЗФ НТУУ «КПІ»

Обробка матеріалів концентрованими потоками енергії: Методичні вказівки до вивчення курсу для студентів денної форми навчання за напрямом 6.050504 «Зварювання / Уклад.: В. М. Пащенко, 2012. – 10 с.

*Гриф надано Вченою радою ЗФ НТУУ «КПІ»
(Протокол № від . . 2013 р.)*

ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ КОНЦЕНТРОВАНИМИ ПОТОКАМИ ЕНЕРГІЇ
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

для студентів денної форми навчання
за напрямом 6.050504 «зварювання»,

Укладач: к.т.н., доц. Пащенко Валерій Миколайович
Відповідальний редактор: д.т.н., проф. В. В. Квасницький
Рецензент: д.т.н., проф. Р. М. Рижов

I. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

«Обробка матеріалів концентрованими потоками енергії» є дисципліною за вибором ВНЗ. Вона забезпечується наступними дисциплінами:

Загальна фізика: кінематика; динаміка; робота і енергія; основи молекулярно-кінетичної теорії термодинаміки; елементи фізичної кінетики; реальні гази; фазові рівноваги і фазові перетворення; будова ядра; елементарні частинки; електрика; магнетизм; електродинаміка суцільних середовищ.

Хімія: хімічний зв'язок та будова молекул; окисно-відновні реакції; корозія металів і сплавів; захисні властивості металів; хімія окремих металів.

Математика: диференціальне та інтегральне числення; диференціальні рівняння; елементи математичної статистики; методи планування експерименту.

Опір матеріалів: зовнішні фактори та їх класифікація; поняття про напруження та їх зв'язок з основними факторами; напруження в точці; лінійний напружений стан; об'ємний напружений стан, критерії міцності.

Металознавство та термічна обробка зварних з'єднань: метали, фізична будова металів і їх значення для зварювання; атомна та кристалічна будова; кристалізація, основи теорії кристалізації; процеси зародження і росту кристалів; металеві сплави і діаграми стану; загальні положення термічної обробки; класифікація основних видів термічної обробки; хіміко-термічна обробка.

Теорія зварювальних процесів: загальні характеристики джерел тепла; електрична дуга; недугові джерела тепла при зварюванні; хімічна термодинаміка – метод дослідження металургійних процесів при зварювання; взаємодія газової та металевих фаз.

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; про основні фізико-хімічні процеси в складових частинах і елементах відповідних комплексів обладнання; про фізичні принципи фазових і структурних перетворень у матеріалах при зміцненні КПЕ; про основні закономірності різання матеріалів безперервним та імпульсним випромінюванням; про особливості застосування КПЕ в реальних технологіях обробки матеріалів та набуття студентами умінь використовувати, впроваджувати та адаптувати до конкретних умов технологічні процеси обробки матеріалів згаданими методами.

Форма навчання	Семестр	Всього	Розподіл навчального часу за видами занять				Семестр атест. екзамен
			Лекц.	Практ	Лабор.	СРС	
Денна	10	4/144	36	9	9	90	

II. ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Вивчення курсу складається з наступних етапів:

1. самостійної роботи з навчально-методичною літературою;
2. практичних занять;
3. лабораторних занять
4. слухання лекцій.

Призначення лекцій полягає в наданні допомоги студентам, що самостійно працюють за найбільш складними питаннями курсу. Однак лекції через обмеженість годин не є основною формою занять над курсом.

По кожній темі на початку приводиться короткий виклад програми відповідного розділу курсу, а потім даються методичні вказівки й питання для самоперевірки пройденого матеріалу. Вивчення зазначеної до теми літератури є для студента обов'язковим.

Після вивчення теми курсу студент повинен уміти відповісти на питання для самоперевірки.

Важливе значення для освоєння курсу має виконання контрольного завдання.

За результатами вивчення дисципліни «Обробка матеріалів концентрованими потоками енергії» проводиться іспит. На іспиті студент повинен показати знання по основних розділах курсу й уміти вирішувати завдання, подібні тим, які наведені в контрольному завданні.

III. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

Розділ 1. Загальні питання

Тема 1.1. 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.

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 спеціаліста.

[5], с. 241...246.

Розділ 2. Плазмові методи обробки матеріалів

Тема 2.1. Плазмове поверхнєве зміцнення деталей машин і оброблювального інструменту

Теоретичний опис процесу. Плазмотрони. Теплові характеристики плазмової дуги. Теплофізичні властивості і енергетичні умови взаємодії плазмового струменя із матеріалом.

[2], с. 70...85.

Фазові і структурні перетворення у сталях при плазмовому поверхневому зміцненні.

Експериментальне дослідження процесу. Вибір оптимальних режимів плазмового зміцнення металообробного інструмента.

[1], с. 47...87.

Експлуатаційні властивості інструментальних сталей після плазмового зміцнення. Працездатність зміцнених сталей під впливом зовнішнього тертя та термічних навантажень. Динамічна тріщиностійкість зміцнених сталей. Властивості інструментальних сталей після обробки з оплавленням поверхні. Механічні властивості зміцнених сталей при статичному навантаженні.

[1], с. 93...139.

Тема 2.2. Комплексне об'ємно-поверхнєве зміцнення інструментальних сталей

Структура і властивості інструментальних сталей при комплексному зміцненні. Мікромеханізми зміцнення і дислокаційні моделі руйнування інструментальних сталей. Забезпечення технологічної міцності при плазмовій обробці інструменту складної форми. Плазмова обробка швидкорізальної сталі після об'ємного загартовування із перегріванням.

[1], с. 139...221.

На самотійне вивчення: Комбіноване індукційно-плазмове зміцнення інструмента.

Тема 2.3. Мікроплазмові методи поверхневого зміцнення деталей машин

Мікроплазмове оплавлення покриттів.

Мікроплазмове поверхнєве загартовування сталей.

Вплив теплофізичних умов нагрівання на формування зміцненого шару при мікроплазмовому загартовуванні сталей.

[6], с. 68...79.

Тема 2.4. Технологічні процеси плазмового зміцнення

Плазмова обробка гребних гвинтів.

Зміцнення прокатних валків і деталей прокатного обладнання. Зміцнення інструмента із швидкорізальних сталей і твердих сплавів. Зміцнення інструмента холодної обробки металу. Зміцнення ґрунтообробного інструменту і робочих органів сільськогосподарських машин.

[1], с. 280...308.

Напилення і оплавлення покриттів із порошкових матеріалів із використанням низькотемпературної плазми. Склад, структура і властивості поверхонь після плазмової обробки машин.

Тема 2.5. Технологічні процеси обробки металів із плазмовим підігріванням

Нагрівання поверхневих шарів заготовки і особливості процесу плазмово-механічної обробки (ПМО).

[3], додаткова.

На самотійне вивчення: Обладнання і технології ПМО. Ефективність ПМО-машин.

Розділ 3. Лазерні методи обробки матеріалів

Тема 3.1. Основи лазерної генерації світла

Принцип роботи лазера. Механізм лазерної генерації світла. Типи і конструкції лазерів. Характеристики лазерного випромінювання. Керування випромінюванням лазера.

Тема 3.2. Лазерне різання металів та обробка отворів

Основні закономірності різання матеріалів безперервним та імпульсним випромінюванням. Типові процеси лазерного різання. Обладнання для різання матеріалів лазером.

[6], с. 80...97, [2], с. 46...70.

Основні технологічні закономірності процесу обробки отворів. Технологічні процеси лазерного прошивання отворів. Обладнання для лазерного прошивання отворів.

Тема 3.3. Лазерна зміцнювальна технологія

Фізичні основи взаємодії лазерного випромінювання із речовиною.

Особливості лазерної зміцнювальної поверхневої обробки.

Підготовка поверхні деталей перед лазерним зміцненням.

[6], с. 97...110.

Лазерне загартування.

Поверхнєве лазерне легування.

Легування металевих поверхонь із використанням технологічного лазера.

Технологічні лазерні установки для зміцнення деталей.

Тема 3.4. Лазерне нагрівання при створенні газотермічних покриттів

Можливі напрямки застосування лазерного нагрівання при створенні покриттів.

Фізико-хімічні процеси при лазерній обробці газотермічних покриттів.

Формування покриттів із самофлюсівних сплавів при лазерному оплавленні

Вплив додаткового легування на формування покриттів із самофлюсівних сплавів

Лазерна обробка керамічних покриттів.

Розділ 4. Методи обробки матеріалів електронним променем

Тема 4.1. Електронний промінь та його джерела

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

Тема 4.2. Фізичні основи електронно-променевої обробки матеріалів

Взаємодія електронних жмутів із речовиною. Характеристики теплового джерела при взаємодії жмута електронів із речовиною. Нетермічний вплив електронів на речовину. Генерація електронним жмутом рентгенівського випромінювання.

На самостійне вивчення: Особливості електронно-променевого нагрівання матеріалів.

Тема 4.3. Зміцнення сплавів електронно-променевою високочастотною імпульсною обробкою

Електронно-променеве змінення поверхні сплавів у вакуумі.

[2], с. 86...99.

На самостійне вивчення: Високочастотне імпульсне загартування сталей.

Тема 4.4. Зміцнення поверхонь обробкою потоками високоенергетичних іонів

На самостійне вивчення: Фізичні принципи, покладені в основу технологій зміцнення потоками високоенергетичних іонів. Обладнання, що реалізує згадані технології. Структура та хімічний склад матеріалів, оброблених високоенергетичними частинками.

V. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА:

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1) **Робота на лекціях**

Ваговий бал – 2. Максимальна кількість балів на всіх лекціях становить: $2 \text{ бали} \times 18 = 36 \text{ балів}$. Присутність на одній з академічних годин лекції оцінюється 0,5 бали.

2) **Практичні заняття**

Ваговий бал – 2. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях складає: $1 \text{ бали} \times 4 = 4 \text{ бали}$.

1 балами оцінюються повні відповіді на поставлені запитання під час проходження практичного заняття.

0,5 бала оцінюються неповні відповіді та відповіді не на всі запитання, поставлені під час проходження практичного заняття.

0 балами оцінюється відсутність відповідей на поставлені запитання під час практичної роботи.

3) **Лабораторні роботи**

Ваговий бал – 1,5 бали. Максимальна кількість балів на всіх лабораторних заняттях складає: $1,5 \text{ бали} \times 4 = 6 \text{ балів}$.

1,5 балами оцінюється кожна з лабораторних робіт, виконана без помилок і зарахована викладачем в визначений термін без зауважень.

1 балом оцінюється кожна з лабораторних робіт, виконана без помилок і зарахована викладачем з зауваженнями після її першого виправлення і доопрацювання.

0,5 балами оцінюється кожна з лабораторних робіт, виконана без помилок і зарахована викладачем з зауваженнями після її другого виправлення і доопрацювання.

4) **Модульна контрольна робота**

Ваговий бал – 4 бали.

Максимальна кількість балів, які можуть бути отримані за модульну контрольну роботу складає 4 бали.

4 балами оцінюються повна відповідь на поставлені запитання (не менше 90 % інформації).

3 балами оцінюються достатньо повна відповідь або повна відповідь із незначними неточностями (не менше 75 % потрібної інформації);

2 балами оцінюється неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації) та незначні помилки;

0 балами оцінюється незадовільна відповідь.

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_C = 36 + 4 + 6 + 4 = 50 \text{ балів.}$$

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає:

$$R_D = R_C + R_E = 100 \text{ балів.}$$

Необхідною і обов'язковою умовою допуску до екзамену є своєчасне зарахування всіх та стартовий рейтинг не менше $R \geq 25$ балів.

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних питання і одне практичне. Перелік питань наведений у методичних рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля. Кожне теоретичне питання оцінюється у 15 балів, а практичне - 20 балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) – 15-14 балів.
- «добре», достатньо повна відповідь або повна відповідь із незначними неточностями (не менше 75 % потрібної інформації) – 13-11 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації та деякі помилки) – 10-9 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Система оцінювання практичного запитання:

- «відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання – 20-18 балів.
- «добре», повне розв'язування завдання із несуттєвими неточностями – 17-15 балів;
- «задовільно», завдання виконане з певними недоліками – 14-12 балів;
- «незадовільно», завдання не виконане – 0 балів

Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його рейтингова оцінка **RD** переводиться згідно з таблицею:

$RD = R_C + R_S + R_E$	Оцінка ECTS	Традиційна оцінка
95...100	A	відмінно
85...94	B	добре
75...84	C	
65...74	D	
60...64	E	задовільно
$RD < 60$	F_x	незадовільно
$R_C < 25$ балів або не виконані інші умови допуску до екзамену	F	не допущено