

Черкаський державний технологічний університет
Факультет електронних технологій, автотранспорту та машинобудування

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Голова вченої ради

факультету ЕТАМ

/ Андрій Чорній

Протокол № 4

«26» червня 2024р.



ПРОГРАМА
навчальної дисципліни вільного вибору
(цикл дисциплін зі спеціальності)

Технології та обладнання електроерозійної обробки
матеріалів

(назва навчальної дисципліни)

підготовки здобувачів освітньо-наукового ступеня
доктора філософії

галузь знань 13 Механічна інженерія

шифр і назва галузі знань

спеціальність 131 Прикладна механіка

шифр і назва спеціальності

освітня програма Лазерні технології та процеси фізико-технічної
обробки

назва освітньої програми

2024 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Технології та обладнання електроерозійної обробки матеріалів» підготовки здобувачів освітнього ступеня «доктора філософії» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка», освітня програма «Лазерні технології та процеси фізико-технічної обробки».
- 11 стор.

Розробник: Василь ОСИПЕНКО, д.т.н., професор, завідувач кафедри проектування харчових виробництв та верстатів нового покоління

Робоча програма навчальної дисципліни затверджена на засіданні кафедри проектування харчових виробництв та верстатів нового покоління

Протокол № 9 від «25» червня 2024 року

Завідувач кафедри  /Василь ОСИПЕНКО/
підпис Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Обговорено та рекомендовано до затвердження методичною комісією факультету електронних технологій, автотранспорту та машинобудування

«26» червня 2024 р., протокол №6

Голова методичної комісії факультету ЕТАМ  /Олександр ГАВРИШ/
підпис Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ

ПОГОДЖЕНО:

Завідувач кафедри проектування харчових виробництв та верстатів нового покоління  /Василь ОСИПЕНКО /
підпис Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Навчально-методичний відділ  /Олексій КОЖЕМЯКІН/
підпис Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ

«___» _____ 20__ р.

ПРОГРАМУ ПРОЛОНГОВАНО ДО «___» _____ 202__ р.

Завідувач кафедри _____ /_____
підпис Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Навчально-методичний відділ _____ /_____
підпис Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ

«___» _____ 20__ р.

1. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА

Прізвище, ім'я, по батькові	Осипенко Василь Іванович
Науковий ступінь	Доктор технічних наук
Вчене звання	Професор
Посада	Завідувач кафедри ПХВВНП
Місце роботи	ЧДТУ, кафедра ПХВВНП
Адреса кафедри	https://phvvnp.chdtu.edu.ua/
Контактний телефон	+38097 643 90 91
Профайл викладача	https://phvvnp.chdtu.edu.ua/staff/osypenko-vasyl-ivanovych/
e-mail:	v.osypenko@chdtu.edu.ua
Профайл дисципліни	https://drive.google.com/drive/folders/1F0HbEPvQmkTOyx4lOLikEudynz9HNiIe?usp=sharing
Розклад консультацій	Відповідно до розкладу викладача після завершення занять https://phvvnp.chdtu.edu.ua/debts/

2. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній рівень	Загальні характеристики		Навчальне навантаження з дисципліни	
			денна форма	заочна форма
<u>Галузь знань</u> <u>13 Механічна інженерія</u>	Вибіркова		Курс підготовки:	
			1	
<u>Спеціальність</u> <u>131 Прикладна механіка</u>	Загальна кількість кредитів ЄКТС	4	Семестр підготовки:	
	Загальна кількість годин	120	1	
<u>Освітня програма</u> Лазерні технології та процеси фізико-технічної обробки	Кількість аудиторних годин	48	Лекції	
			32	
	Кількість годин самостійної роботи	72	Практичні, семінарські	
			16	
<u>Освітній рівень</u> доктор філософії	Мова навчання - українська		Лабораторні	
			–	
			Самостійна робота	
			72	
			Форма підсумкового контролю	
			залік	

3 ПРЕДМЕТ, МЕТА І ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Предмет вивчення дисципліни	Процеси, технології та обладнання для електроерозійної обробки матеріалів
Мета викладання дисципліни	Формування у аспірантів системи наукових та професійних знань та навичок в царині наукових засад формоутворення деталей за електроерозійними технологіями з використанням сучасного обладнання
Завдання вивчення дисципліни	Надання аспірантам необхідних знань із: – загальних даних про теорію процесу електроерозійної обробки матеріалів та його закономірностей; – основних технологічних схем електроерозійної обробки; – розуміння основних технологічних показників та точності електроерозійної обробки; – характеристик, рівня та особливостей обладнання світових лідерів на теренах розробки та випуску електроерозійного устаткування.

4 РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

№ з/п	Результати навчання
1	Розуміння механізмів обробки матеріалів електричними розрядами, володіння методами їх математичного моделювання та визначення технологічних режимів.
2	Вміння давати адекватну оцінку показникам продуктивності, якості та точності електроерозійних методів обробки.
3	Розуміння засад методології наукових досліджень в царині електроерозійних технологій та обладнання.
4	Вміння розробляти програми досліджень та проекти технологічного устаткування.

5 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль №1 «Особливості фізичної природи електроерозійної обробки та електроерозійного обладнання».
Тема 1. Вступ. Базові принципи електроерозійної обробки <i>Мета і завдання дисципліни. Базові питання фізики електроерозійної обробки. Основні процеси що відбуваються в міжелектродному проміжку. Одинична ерозійна лунка. Ерозійна стійкість або оброблюваність різних матеріалів. Механізми перебігу теплових процесів.</i>
Тема 2. Технічні та технологічні характеристики процесу ЕЕО. <i>Структура поверхневих шарів після ЕЕО. Продуктивність, точність обробки, мікротвердість, шорсткість оброблених поверхонь. Робочі рідини. Типи електродів.</i>
Тема 3. Принципи конструювання основних технологічних систем електроерозійних верстатів. <i>Конструктивні елементи верстатів з ЧПК. Приводи подач. Кулько-гвинтові пари, лінійні двигуни. Датчики зворотного зв'язку. Пристрої числового програмного керування. Генератори імпульсів.</i>
Змістовий модуль №2 «Типи і схеми електроерозійного обладнання»
Тема 4. Копіювально – прошивні електроерозійні верстати. <i>Принципова схема електроерозійного прошивання. Профілювання робочої частини електрода-інструмента. Схеми прокачування РР через зону обробки при електроерозійному прошиванні. Конструктивні особливості сучасного електроерозійного копіювально-прошивного верстата.</i>
Тема 5. Електроерозійні дротяні вирізні верстати <i>Особливості технології електроерозійного дротяного вирізання. Типові електроерозійні вирізні верстати. Основні вузли дротяних вирізних електроерозійних верстатів. Технологічні та експлуатаційні особливості роботи ЕЕ верстатів</i>
Змістовий модуль №3 «Розрахунок параметрів та режимів електроерозійної обробки»
Тема 6. Моделі для розрахунку технологічних режимів електроерозійного дротяного вирізання. <i>Базова схема побудови систем розрахунку технологічних режимів. Параметри розрядних імпульсів генератора технологічного струму. Тривалість імпульсу. Шорсткість поверхні. Амплітудні значення напруги та струму.</i>
Тема 7. Зв'язок величини ерозійної руйнації електродів з енергією та тривалістю імпульсу. <i>Задача Стефана. Просторово – часове розподілення розрядів. Фізико-хімічні властивості та параметри циркуляції робочої рідини. Модифікація фізико-хімічних властивостей робочої рідини за допомогою домішок поверхнево-активних речовин. Математичні моделі для розрахунку теплового стану</i>

дротяного електроду-інструменту. Шорсткість отриманої поверхні та величина зони структурних змін.

Тема 8. Світове виробництво електроерозійного обладнання.

Електроерозійне обладнання європейських фірм. Електроерозійне обладнання фірм Індії. Електроерозійне обладнання фірм Японії. Електроерозійне обладнання фірм Кореї та Китаю. Електроерозійне обладнання фірм Тайваню.

6 ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ теми	Назва модулів і тем	Форми організації навчання, кількість годин						Література, інформаційні ресурси
		Денна форма			Заочна форма			
		Лекції	Практичні, лабораторні роботи	Самостійна робота	Лекції	Практичні, лабораторні роботи	Самостійна робота	
Змістовий модуль №1. Особливості фізичної природи електроерозійної обробки та електроерозійного обладнання								
1	Тема 1. Вступ. Базові принципи електроерозійної обробки.	2		2				1, 3
2	Тема 2. Технічні та технологічні характеристики процесу ЕЕО.	4		4				1, 2, 3
3	Тема 3. Принципи конструювання основних технологічних систем електроерозійних верстатів.	6	2	14				1, 7, 8
Змістовий модуль №2. Типи і схеми електроерозійного обладнання								
4	Тема 4. Копіювально – прошивні електроерозійні верстати.	4	2	10				1, 3
5	Тема 5. Електроерозійні дротяні вирізні верстати	6	2	16				1, 3
Змістовий модуль №3. Розрахунок параметрів та режимів електроерозійної обробки								
6	Тема 6. Моделі для розрахунку технологічних режимів електроерозійного дротяного вирізання.	4	4	16				1, 4, 6, 7, 8
7	Тема 7. Зв’язок величини ерозійної руйнації електродів	4	6	10				1, 5, 8

	з енергією та тривалістю імпульсу.							
8	Тема 8. Світове виробництво електроерозійного обладнання.	2						1
	Разом	32	16	72				

7 ПРАКТИЧНІ / СЕМІНАРСЬКІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Тема заняття	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1	Проектування форми електродів для електроерозійних прошивних операцій.	4	
2	Математичне моделювання теплових процесів на електродах на основі чисельного методу рішення нелінійної квазітрифазної задачі Стефана.	4	
3	Розрахунок викривлень дроту при чотирикоординатному електроерозійному вирізанні	4	
4	Прогнозування мікрогеометричних параметрів поверхонь при електроерозійному дротяному вирізанні	4	
	Разом:	16	

МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Конспект лекцій з дисципліни «Технології та обладнання електроерозійної обробки матеріалів» для здобувачів ступеня доктора філософії зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньо-наукова програма «Лазерні технології та процеси фізико-технічної обробки» всіх форм навчання «[Електронний ресурс] / [Упоряд. : Осипенко В.І.] ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2024. – 107 с. – Назва з титульного екрана. Режим доступу: <https://drive.google.com/file/d/1NjjaXbx9bq2lhWUmrXJvsc5H-szOsYhs/view?usp=sharing>
2. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт з дисципліни «Технології та обладнання електроерозійної обробки матеріалів» для здобувачів ступеня доктора філософії зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньо-наукова програма «Лазерні технології та процеси фізико-технічної обробки» всіх форм навчання «[Електронний ресурс] / [Упоряд. : Осипенко В.І.] ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2024. – 55 с. – Назва з титульного екрана.

Режим доступу:

<https://drive.google.com/file/d/1NjjaXbx9bq2lhWUmrXJvsc5H-szOsYhs/view?usp=sharing>

8 САМОСТІЙНА РОБОТА

8.1 Рекомендації до самостійної роботи здобувачів вищої освіти денної форми навчання

Використовуючи надані літературу та інформаційні ресурси опрацювати та проаналізувати кожну тему. За виникнення труднощів сприйняття матеріалу теми, підготувати перелік запитань до викладача.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	Література, інформаційні ресурси
1	Мета і завдання дисципліни. Базові питання фізики електроерозійної обробки. Основні процеси що відбуваються в міжелектродному проміжку. Одинична ерозійна лунка. Ерозійна стійкість або оброблюваність різних матеріалів. Механізми перебігу теплових процесів.	10	1, 2, 3
2	Механізми виникнення обриву дротяного електрода-інструмента. Статистична модель для розрахунків режимів вирізання максимальної продуктивності при безобривній обробці.	10	1, 5, 8
3	Фізико-технологічні закономірності пробою рідини та балансу енергії одиничного іскрового розряду. Вплив величини міжелектродного проміжку на розподіл енергії між катодом та анодом. Теплова асиметрія іскрового розряду як функція тривалості розряду та фізико-хімічних властивостей поверхневих шарів дротяного електрода-інструмента.	12	1, 2, 3, 4, 5, 8
4	Ефективність електроерозійної руйнації електродів розрядами малої тривалості та енергії. Процеси руйнування металів при густині потужності в каналі розряду, що характерна для електроерозійного дротяного вирізання. Особливості проходження одиничних іскрових розрядів у середовищі водних розчинів поверхнево-активних речовин.	16	1, 5, 4, 8
5	Проблеми динаміки системи верстат – пристосування – інструмент – деталь за ЕЕО. Основні первинні похибки, властиві електроерозійному вирізанню дротяним електроодом-інструментом.	16	1, 6, 7, 8
6	Електроерозійне обладнання європейських фірм. Електроерозійне обладнання фірм Індії. Електроерозійне обладнання фірм Японії. Електроерозійне обладнання фірм Кореї та Китаю. Електроерозійне обладнання фірм Тайваню.	8	1
Разом:		72	

9 СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ

9.1 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

- контроль виконання практичних робіт;
- фронтальне та індивідуальне усне опитування при виконанні практичних робіт.

9.2 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

ДЕННА ФОРМА

Вид навчальної роботи	Кількість балів максимум
<u>Постійна частина</u>	
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ №2 «Типи і схеми електроерозійного обладнання» - 14 годин	
Виконання практичної роботи №1	25
Всього за змістовим модулем №2	25
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ №3 «Розрахунок параметрів та режимів електроерозійної обробки» - 20 годин	
Виконання практичної роботи №2	25
Виконання практичної роботи №3	25
Виконання практичної роботи №4	25
<u>Додаткова частина</u>	
Участь в науковій конференції за темою дисципліни	10
ІТОГОВА СЕМЕСТРОВА ОЦІНКА	100

10 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Осипенко В. І. Фізика і технологія електроерозійного дротяного вирізання: монографія / В. І. Осипенко, О. П. Плахотний, Н. В. Філімонова // Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси, 2019. – 251с. Режим доступу: <https://er.chdtu.edu.ua/handle/ChSTU/1315>.

2. Плахотний О.П. Наукові засади комбінованої технології електроерозійної та електрохімічної обробки дротяним електродом. Дисертація доктора технічних наук за спеціальністю 05.03.07 «Процеси фізико-технічної обробки» (13 – Механічна інженерія). – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерства освіти і науки України, Київ, 2021. – 405 с. Режим доступу: <https://surl.li/tntoec>

3. Конспект лекцій з дисципліни «Електрофізикохімічні методи обробки матеріалів» / Л.Ф. Головка - К.: НТУУ «КПІ», 2022. – 145 с. Режим доступу: <https://drive.google.com/file/d/1bf57gMKGPexO5yEAhyEV38OgjmZc4BNe/view?usp=sharing>

4. Determination of Power Factors Affecting Surface Formation in the Process of Electrical Discharge Machining / Osypenko, V.I., Plakhotnyi, O.P. // Surface

Engineering and Applied Electrochemistry, 2019, 55(6), стр. 621–629. DOI: 10.3103/S1068375519060073 Режим доступу:
<https://link.springer.com/article/10.3103%2FS1068375519060073>.

5. Моделювання теплових процесів формування одиничної лунки розрядами сучасних генераторів електроерозійних вирізних верстатів / В. І. Осипенко, О. В. Тімченко, А. В. Кондаков // Вісник Черкаського державного технологічного університету. Серія : Технічні науки. - 2019. - № 3. - С. 154-162. - Режим доступу:
https://drive.google.com/file/d/1IRQDzV5e06YB_qB2ULyBH3PDBYCRgBxp/view?usp=sharing

6. Визначення залишкових напруг в інструментальній сталі У7А після електроерозійного дротяного вирізання / В. І. Осипенко, А. В. Кондаков, О. В. Тімченко // Вісник Черкаського державного технологічного університету. Серія : Технічні науки. - 2019. - № 4. - С. 126-131. - Режим доступу:
<https://drive.google.com/file/d/1xC1lSAwSOLZzrthN-lStXz1MVKfJMR04/view?usp=sharing>

Допоміжна

7. Technique for the Determination of a Wire-Electrode Tool Shift Value During the Process of the Conical Four-Coordinate Electroerosion Treatment / V. I. Osypenko, O. Yu. Shitik, D. O. Stupak // ISSN 1068-3755, Surface Engineering and Applied Electrochemistry, 2007, Vol. 43, No. 4, pp. 287–290. © Allerton Press, Inc., 2007. - Режим доступу:
<https://drive.google.com/file/d/1oP3rYe3kg3WSwlaY8IqHTld4JvuUafub/view?usp=sharing>

8. Осипенко В. І. Розрахунок мікрогеометричних параметрів поверхневого шару при електроерозійному дротяному вирізанні повного зйому / Осипенко В.І., Плахотний О.П., Нестеренко І.М. // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – Черкаси: ЧДТУ, 2015. – №3. – С. 95-102. – Режим доступу:
https://drive.google.com/file/d/1b2VCnxxXkqcGtK8W6Dprd5BIcSFFi_kl/view?usp=sharing

11 МЕТОДИ НАВЧАННЯ

При вивченні дисципліни використовуються наступні методи навчання:

1. Словесні: лекція, бесіда, пояснення, розповідь, самостійна робота, консультації.
2. Наочні методи: демонстрація об'єктів («педагогічний малюнок»).
3. Практичні – проведення досліджень при виконанні практичних робіт та самостійної роботи.
4. За характером діяльності студентів використовуються методи проблемного навчання (постановка проблеми та її вирішення), дослідницькі методи.

5. При навчанні основними формами роботи є індивідуальна, групова та фронтальна.
6. Реалізуються принципи особистісно-орієнтованого навчання.

12 ПОЛІТИКА ДИСЦИПЛІНИ

Політика щодо відвідування. Відвідування занять є обов'язковим. Якщо здобувач вищої освіти відсутній з поважної причини (наприклад, індивідуальний графік навчання, хвороба), то навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із викладачем дисципліни, а також студент повинен презентувати виконані завдання під час самостійної підготовки та консультації викладача.

Політика щодо правил поведінки на заняттях. Здобувач вищої освіти зобов'язаний виконати необхідний мінімум навчальної роботи, приймати активну участь під час виконання поставлених завдань, не заважати у проведенні заняття.

Політика щодо строків та перескладання. Усі завдання, передбачені програмою навчальної дисципліни, мають бути виконані у встановлений термін. Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

Політика щодо академічної доброчесності: Середовище в аудиторії є дружнім, творчим, відкритим до конструктивної критики. Презентації, реферати та доповіді мають бути авторськими оригінальними. Списування під час модульної контрольної роботи та екзамену заборонені.