

Черкаський державний технологічний університет
Факультет електронних технологій, автотранспорту та машинобудування



ПРОГРАМА
навчальної дисципліни вільного вибору
(цикл дисциплін зі спеціальності)

Технології лазерного зварювання металів
(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 лазерного зварювання металів» підготовки здобувачів освітнього ступеня «доктора філософії» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка», освітня програма «Лазерні технології та процеси фізико-технічної обробки». - 9 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

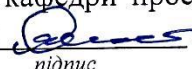
Завідувач кафедри  /Василь ОСИПЕНКО/
підпис Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ

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/1UA2LwNQsPtJG21dGvly5Xwetyf-RN716?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	2	
<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	Фізичні процеси, технології та обладнання лазерного зварювання металів, ефективність їх застосування в машинобудуванні України та світу
Мета викладання дисципліни	Формування у аспірантів системи наукових та професійних знань та навичок в царині наукових засад лазерного зварювання металів
Завдання вивчення дисципліни	Надання аспірантам необхідних знань із: – загальних даних про теорію процесу лазерного зварювання металів та його закономірностей; – основних технологічних схем лазерного зварювання металів; – розуміння основних технологічних показників лазерного зварювання металів.

4 РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

№ з/п	Результати навчання
1	Розуміння механізмів процесу лазерного зварювання металів, володіння методами їх математичного моделювання та визначення технологічних режимів.
2	Вміння давати адекватну оцінку показникам продуктивності та якості лазерного зварювання металів
3	Розуміння засад методології наукових досліджень в царині технологій лазерного зварювання металів.

5 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль №1 «Фізичні засади процесу лазерного зварювання металів».
Тема 1. Вступ.
<i>Мета і завдання дисципліни. Базові питання фізики лазерного зварювання металів. Характер теплового впливу лазерного випромінювання.</i>
Тема 2. Технічні та технологічні характеристики процесу лазерного зварювання металів.
<i>Основні переваги використання лазерного випромінювання у зварювальному виробництві. Загальна схема лазерного зварювання. Ефективність передачі енергії лазерного випромінювання до зварюваних заготовок. Енергетичний баланс сталого режиму лазерного зварювання.</i>
Тема 3. Основні види лазерного зварювання.
<i>Лазерне зварювання з глибоким проплавленням. Лазерне зварювання матеріалів незначної товщини. Зварювання з наскрізним проплавленням і без наскрізного проплавлення. Зварювання з різним положенням в просторі. Точкове і шовне зварювання.</i>
Змістовий модуль №2 «Технологічне обладнання, якість зварних швів та сфери використання лазерного зварювання»
Тема 4. Структурні схеми лазерних технологічних установок.
<i>Передача лазерного випромінювання в зону обробки. Формування променя необхідної потужності і конфігурації. Наведення променя на задану ділянку оброблюваної поверхні. Керування переміщенням променя.</i>
Тема 5. Умови отримання високоякісного зварного з'єднання.
<i>Основні показники якісного оцінювання з'єднання. Висока точність і стабільність напрямку впливу лазерного випромінювання. Відвід тепла від кореня зварного шва. Захист від окислення поверхні шва. Методи управління кристалізацією литого металу при лазерному зварюванні.</i>
Тема 6. Сфери використання лазерного зварювання
<i>Точкове і шовне зварювання деталей електровакуумних приладів з тугоплавких металів і сплавів. Точкове зварювання у мікроелектроніці і радіотехнічній промисловості (зварювання дрітків, елементів мікросхем), у точному приладобудуванні, в ювелірній промисловості, в медицині, виготовленні художніх виробів, реставрації творів мистецтва. Виробництво великогабаритних корпусних деталей двигунів і обшивки літаків, автомобілів і суден; валів і осей, що працюють в умовах знакозмінних навантажень. Виготовлення деталей механізмів і машин, що складаються з різномірних матеріалів.</i>

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. Фізичні засади процесу лазерного зварювання металів								
1	Тема 1. Вступ.	4		6				1, 2, 3, 5
2	Тема 2. Технічні та технологічні характеристики процесу лазерного зварювання металів.	6	2	12				1, 2, 3, 5
3	Тема 3. Основні види лазерного зварювання.	4		12				1, 2, 3
Змістовий модуль №2. Технологічне обладнання, якість зварних швів та сфери використання лазерного зварювання								
4	Тема 4. Структурні схеми лазерних технологічних установок.	6	4	14				1, 2, 3
5	Тема 5. Умови отримання високоякісного зварного з'єднання.	6	10	16				1, 2, 3
6	Тема 6. Сфери використання лазерного зварювання	6		12				4, 5, 6, 7, 8
	Разом	32	16	72				

7 ПРАКТИЧНІ / СЕМІНАРСЬКІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Тема заняття	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1	Оцінка параметрів енергетичного балансу сталого режиму лазерного зварювання	2	
2	Комп'ютерно-експериментальне дослідження результатів зварювання тонкостінних конструкцій	4	
3	Аналіз зображень макроструктурних рівнів зварних швів отриманих за різних параметрів лазерного випромінювання	4	
4	Аналіз зображень мікроструктурних рівнів зварних швів отриманих за різних параметрів лазерного випромінювання	6	
	Разом:	16	

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	Базові питання фізики лазерного зварювання металів. Характер теплового впливу лазерного випромінювання.	6	1, 2, 3, 5
2	Основні переваги використання лазерного випромінювання у зварювальному виробництві. Загальна схема лазерного зварювання. Ефективність передачі енергії лазерного випромінювання до зварюваних заготовок. Енергетичний баланс сталого режиму лазерного зварювання.	12	1, 2, 3, 5
3	Лазерне зварювання з глибоким проплавленням. Лазерне зварювання матеріалів незначної товщини. Зварювання з наскрізним проплавленням і без наскрізного проплавлення. Зварювання з різним положенням в просторі. Точкове і шовне зварювання.	12	1, 2, 3
4	Передача лазерного випромінювання в зону обробки. Формування променя необхідної потужності і конфігурації. Наведення променя на задану ділянку оброблюваної поверхні. Керування переміщенням променя	14	1, 2, 3
5	Основні показники якісного оцінювання з'єднання. Висока точність і стабільність напрямку впливу лазерного випромінювання. Відвід тепла від кореня зварного шва. Захист від окислення поверхні шва. Методи управління кристалізацією литого металу при лазерному зварюванні.	16	1, 2, 3
6	Точкове і шовне зварювання деталей електровакуумних приладів з тугоплавких металів і сплавів. Точкове зварювання у мікроелектроніці і радіотехнічній промисловості (зварювання дротів,	12	4, 5, 6, 7

елементів мікросхем), у точному приладобудуванні, в ювелірній промисловості, в медицині, виготовленні художніх виробів, реставрації творів мистецтва. Виробництво великогабаритних корпусних деталей двигунів і обшивки літаків, автомобілів і суден; валів і осей, що працюють в умовах знакозмінних навантажень. Виготовлення деталей механізмів і машин, що складаються з різномірних матеріалів.		
Разом:	72	

9 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Гардер Д. А. Інформаційна технологія прийняття рішень для управління автоматизованим лазерним зварюванням тонкостінних конструкцій. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – «Інформаційні технології». – Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, 2021. Черкаси, 2021. Режим доступу:

<https://drive.google.com/file/d/1Z374ljSXl5c0LDkMryrkg4Gqk7QRaNQ2/view?usp=sharing>

2. Лазерні технології, конспект лекцій: навчальний посібник / укладач Г.С. Тимчик - К.: НТУУ «КПІ», 2022. – 276 с. Режим доступу: https://drive.google.com/file/d/1v8DjJuwNkpAvo_HCniA1Omw69gEzoi9S/view?usp=sharing

3. Пупань Л. І. Лазерні технології у машинобудуванні: навч. посібник для студентів спеціальності «Прикладна механіка» денної, заочної та дистанційної форм навчання / Л. І. Пупань. – Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – 109 с.

Режим доступу:

https://drive.google.com/file/d/12NrJvAyBJWjA8kDJBcHaFs2kYT_zHAFp/view?usp=sharing

4. Бондар О. В. Технологічні особливості лазерного зварювання стикових з'єднань з різномірних нержавіючих аустенітних сталей у просторовому оложенні / О. В. Бондар, А. В. Бернацький, В. Д. Шелягін // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2019. – № 4. – С. 116–125.

Допоміжна

5. Гавриш П. А. Розвиток наукових засад теорії і практики технології лазерного зварювання міді зі сталлю: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.03.06 / Гавриш Павло Анатолійович; Держ. ВНЗ "Приазов. держ. техн. ун-т". – Маріуполь, 2018. – 41 с.

6. Заболотна Н. І. Теорія оптимізації та числові методи в лазерній техніці та фотоніці: лаб. практикум / Н. І. Заболотна, В. В. Шолота, І. В. Мусійчук; Вінницький нац. техн. ун-т. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 104 с. Режим доступу: https://drive.google.com/file/d/1DM7777-WGVNgYhtAa_tmywf3q_F6Eb9S/view?usp=sharing

7. Лобанов Л. М. Сучасне вітчизняне обладнання для механізованого лазерного зварювання трубопроводів високого тиску другого контуру енергоблоків АЕС України / Л. М. Лобанов, Н. М. Махлін // Наука та інновації. – 2018. – Т. 14, № 2. – С. 67–88.

10 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.

11 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.