

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра _____ Зварювання _____
(назва кафедри, яка забезпечує викладання дисципліни)

« З А Т В Е Р Д Ж У Ю »

Завідувач кафедри _____ Зварювання _____
(Назва кафедри)

_____ проф. С.О. Лузан _____
(Підпис) (Ініціали та Прізвище)

« 30 » _____ серпня _____ 20 22 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія процесів зварювання

(Назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ Перший (бакалаврський) _____
Перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

галуз знань _____ 13. Механічна інженерія _____
(Шифр і назва)

спеціальність _____ 131. Прикладна механіка _____
(Шифр і назва)

спеціалізація _____ 31.11. Зварювання, спорідненні процеси і технології _____
(Шифр і назва)

освітня програма _____ Прикладна механіка _____
(Назви освітніх програм спеціальностей)

вид дисципліни _____ Професійна підготовка _____
(Загальна підготовка / професійна підготовка)

Форма навчання _____ Денна _____
(Денна / заочна)

Харків – 20 22 рік

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни Теорія процесів зварювання
(назва дисципліни)

Роробники:

<u>Доц., к.т.н., доц. кафедри</u> (Посада, наукова ступень та вчене звання)	<u> </u> (Підпис)	<u>Б.В. Сітніков</u> (Ініціали та Прізвище)
<u> </u> (Посада, наукова ступень та вчене звання)	<u> </u> (Підпис)	<u> </u> (Ініціали та Прізвище)

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри

Зварювання
(Назва кафедри, яка забезпечує викладання дисципліни)

Протокол від « 30 » серпня 2022 року № 15

Завідувач кафедри Зварювання проф. С.О. Лузан
(Назва кафедри) (Підпис) (Ініціали та Прізвище)

ЛИСТОК ПОГОДЖЕННЯ

Шифр та назва спеціальності	ПБ голови групи забезпечення	Підпис
<u>131. Прикладна механіка</u>	Проф. О.А. ПЕРМЯКОВ	

Голова групи забезпечення

спеціальності проф. Олександр Анатольович ПЕРМЯКОВ

« » 2022 року

ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

Дата засідання кафедри – розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідуючого кафедри	Підпис голови НМК (для дисциплін загальної підготовки за спеціальністю) або завідуючого випусковою кафедрою (для дисциплін професійної підготовки зі спеціалізації, якщо РПНД розроблена не випусковою кафедрою)

МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ, РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ НА СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета: випускник по даній дисципліні повинен проявляти вміння й навички по наступних питаннях: сутність процесу й утворення з'єднань при зварюванні; класифікація способів зварювання; джерела енергії при зварюванні; теплові процеси при зварюванні; термодинамічні й кінематичні основи металургійних процесів; металургійні процеси при зварюванні плавленням; термодиформационные процеси при зварюванні; утворення сварних з'єднань і формування первинної структури металу шва; хімічна неоднорідність звареного з'єднання; фазове й структурне перетворення в металах у твердому стані при зварюванні; природа утворення гарячих і холодних тріщин при зварюванні; методи оцінки опірності зварених з'єднань утворенню гарячих і холодних тріщин; способи запобігання утворення гарячих і холодних тріщин; тріщини повторного нагрівання; зварюваність, критерії зварюваності.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

– **мати практичний досвід:**

- у способах проектування та модернізації ділянок та цехів збирально-зварювального виробництва;
- вміти самостійно розробляти проектні розрахунки та виконувати планування технологічного обладнання;
- вибрати оптимальні варіанти простих проектних рішень;
- проводити аналіз існуючого виробництва, та проводити вибір перспективних технологій, або виконати їх модернізацію стосовно до конкретних умов зварювання;
- розбиратися в особливостях застосування основних типів зварювального обладнання та в їх технологічних характеристиках;
- керування поточним і перспективним планування виробничих робіт зварювальними процесу;
- забезпечення профілактики та безпеки умов праці на ділянці зварювальних робіт;

– **вміти:**

- сформулювати завдання для проектування різних зварювальних процесів і обладнання на основі аналізу вимог до якості зварного з'єднання, продуктивності процесу зварювання і умов роботи зварника;
- правильно вибрати функціональну, структурну схему технологічного процесу виготовлення зварювальних конструкцій;
- розрахувати основні технічні параметри системи керування зварювального виробництва;

- сформулювати технічне завдання на розробку нових засобів виконання зварювальних процесів;
- читати робочі креслення зварних конструкцій.

– **знати:**

- основи теорії проектування та модернізації збирально-зварювального виробництва;
- основні поняття і визначення єдиної системи технологічної документації;
- технічні характеристики збирально-зварювального обладнання;
- технологію виготовлення зварних конструкцій різного класу;
- техніку безпеки проведення зварювальних робіт і заходів екологічного захисту довкілля.

Компетентності: У процесі освоєння даної дисципліни студент формує і демонструє такі загально професійні компетенції щодо професійної діяльності в області виробництва зварних конструкцій в якості інженера-зварювальника на промислових підприємствах, в науково-дослідних і конструкторських організаціях різних організаційно-правових форм власності

- виконувати розрахунки теплових процесів при зварюванні;
- проводити оцінку змісту елементів в зварних з'єднаннях ;
- досліджувати макро - і мікроструктуру зварних з'єднань ;
- проводити оцінку зварюваності металів;
- здійснення технологічних процесів виготовлення зварних конструкцій, і контроль за дотриманням технологічної дисципліни на виробництві, контроль за ефективним використанням матеріалів і обладнання; здійснення технічного контролю відповідності якості виробу встановленим нормативам; під керівництвом більш кваліфікованого фахівця проведення стандартних і сертифікаційних випробувань об'єктів техніки.

Результати навчання: ознайомлено з основами теплових процесах при зварюванні; термодинамічними й кінематичними основами металургійних процесів; металургійними процесами при зварюванні плавленням; термодформаційними процесами при зварюванні; утвореннями зварних з'єднань і формування первинної структури металу шва; хімічною неоднорідність звареного з'єднання; фазовими й структурними перетвореннями в металах у твердому стані при зварюванні; природою утворення гарячих і холодних тріщин при зварюванні; методами оцінки опірності зварених з'єднань утворенню гарячих і холодних тріщин; способами запобігання утворення гарячих і холодних тріщин.

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Попередні дисципліни:	Наступні дисципліни:
Фізика	Технологія та устаткування зварювання плавленням
Хімія	Технологія та устаткування зварювання тиском
Введення до фаху	Зварювальні конструкції та їх виробництво
Прикладне матеріалознавство	Здатність до зварювання конструкційних матеріалів

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(Розділ навчального часу за семестрами та видами навчальних занять)

Семестр	Загальний обсяг (годин) / кредитів ECTS*	З них		За видами аудиторних занять (годин)			Індивідуальні заняття студентів (КП, КР, РГ, Р, РЕ)	Поточний контроль Контрольні роботи (кількість робіт)	Семестровий контроль	
		Аудиторні заняття, (годин)	Самостійні заняття (годин)	Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття, семінари			Залік	Іспит
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	180/6,0	96	84	48	16	32	38	2	—	+

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає 52 (%):

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література (базова, допоміжна)
1	2	3	4	5
			<u>Змістовий модуль №1</u> Джерела енергії та теплові процеси при зварюванні.	
1	Л ₁	2	Тема №1. Вступ. Історія й розвиток зварювального виробництва. Сучасні тенденції зварювального виробництва в Україні і за рубежом. Зміст курсу «Теорія процесів зварювання». Використана література.	[1,2], плакати
2	СР ₁	2	Внесок вітчизняних учених і інженерів у розвиток зварювання.	[1,2]
3	Л ₂	4	Тема №2 Фізичні основи та класифікація процесів при зварюванні. Фізико-хімічні особливості отримання зварних, паяних і клейових з'єднань. Термодинаміка і баланс енергії процесу зварювання. Класифікація процесів зварювання. Оцінка ефективності та вимоги до джерел енергії для зварювання.	[2,3], плакати, макети
4	СР ₂	2	Види елементарних зв'язків у твердих тілах і монолітних з'єднаннях.	[4]
5	Л ₃	6	Тема №3. Фізико-хімічні процеси в дуговому розряді. Електричний розряд у газах. Елементарні процеси в плазмі дуги. Елементи термодинаміки плазми. Явища переносу, баланс енергії і температура в стовпі дуги. Приелектродні області дугового розряду. Магнітогідродинаміка зварювальної дузі. Перенос металу в зварювальній дузі. Зварювальні дуги змінного струму. Зварювальні дуги з плавящимся електродом. Зварювальні дуги з неплавящимся електродом.	[2,3], плакати, макети

1	2	3	4	5
6	ЛЗ ₁	4	Визначення впливу складових покриттів на стабільність дуги.	Методичні вказівки [7], лабораторне обладнання, плакати [3], плакати, макети
7	СР ₃	2	Плазмові зварювальні дуги.	
8	Л ₄	4	Тема №4. Термічні недугові джерела енергії. Електронно-променеві джерела. Фотонно-променеві джерела. Газове полум'я. Електрошлакове зварювання. Термітне зварювання.	
9	СР ₄	2	Когерентне випромінювання і його основні властивості.	
10	Л ₅	2	Тема №5. Пресові і механічні зварювальні процеси. Пресові процеси. Механічні процеси.	[3], плакати, макети
11	СР ₅	2	Зварювання струмами високої частоти. Ковальське зварювання.	[3,5]
12	Л ₆	4	Тема №6. Теплові процеси при зварюванні. Основні поняття й закони в розрахунках теплових процесів при зварюванні. Основні поняття та визначення. Поверхнева тепловіддача і граничні умови. Диференціальне рівняння теплопровідності. Джерела теплоти та їх схематизація.	[2,3], плакати, макети
13	СР ₆	2	Теплофізичні величини і поняття. Закон теплопровідності Фур'є.	[3]
14	Л ₇	6	Тема №7. Теплові процеси при нагріванні. Поширення теплоти від нерухомих джерел. Рухомі джерела теплоти. Періоди теплонасищення і вирівнювання температур при нагріванні рухомими джерелами теплоти. Швидкорухомі джерела теплоти. Вплив обмеженості розмірів тіла на процеси поширення теплоти. Експериментальне визначення температури при зварюванні.	[2,3], плакати, макети
15	ЛЗ ₂	4	Дослідження процесу поширення тепла при зварюванні стикового з'єднання.	Методичні вказівки [7], лабораторне обладнання, плакати.
16	ПЗ ₁	2	Безперервно діючі нерухомі джерела теплоти.	[8]

17	ПЗ ₂	2	Рухливі зосереджені джерела теплоти постійної потужності.	Те ж
18	ПЗ ₃	4	Періоди теплонасищення і вирівнювання температур при нагріванні тіл рухомими джерелами теплоти.	-//-
19	ПЗ ₄	2	Потужні швидкорухомі джерела теплоти.	-//-
20	ПЗ ₅	2	Вплив обмеженості розмірів тіла на процес поширення теплоти.	-//-
21	СР ₇	2	Нагрівання тіл обертання. Розрахунок температур при зварюванні різнорідних металів.	[3]
22	Л ₈	6	Тема №8. Нагрів та плавлення металу при зварюванні. Вплив режиму зварювання і теплофізичних властивостей металу на поле температур. Розмір зони нагріву. Термічний цикл при однопрохідному зварюванні. Максимальні температури. Миттєва швидкість охолодження при даній температурі. Нагрів та плавлення присадочного металу. Плавлення основного металу.	[2-5], плакати, макети
23	ЛЗ ₃	4		[7], лаборатор не обладнанн я.
24	ПЗ ₆	4	Дослідження продуктивності процесу плавлення електродів при дуговому зварюванню.	[8]
25	ПЗ ₇	4	Ширина зони розігріву.	Те ж
26	ПЗ ₈	4	Максимальні температури.	-//-
27	ПЗ ₉	4	Миттєва швидкість охолодження при даній температурі.	-//-
28	ПЗ ₁₀	4	Тривалість перебування металу вище даної температури.	-//-
29	СР ₈	2	Нагрів та плавлення 10присадочного металу. Термічний цикл при багат шаровому зварюванні. Теплові процеси при електрошлакової зварюванні. Теплові процеси	[3]

30	М1	1	при контактному зварюванні і зварюванні із застосуванням тиску. Модульна контрольна №1	
			<u>Змістовий модуль №2</u> Фізико – хімічні та металургійні процеси при зварюванні. Термодеформаційні процеси і перетворення в металах при зварюванні.	
31	Л9	6	Тема №9. Термодинамічні та кінетичні основи металургійних процесів. Додаток першого початку термодинаміки до хімічних процесів. Другий початок термодинаміки та його застосування до фізико-хімічним процесам. Потенціали Гиббса й Гельмгольца. Визначення спрямованості фізико-хімічних процесів. Хімічне і рівноваги хімічної реакції й способи її визначення. Рівняння ізобари й ізотерми хімічної реакції.	[2-4], плакати, макети
32	СР9	2	Правило фаз і його застосування. Дифузія в металах.	[2-4]
33	Л10	6	Тема №10. Металургійні процеси при зварюванні плавленням. Окислення металів при зварюванні. Розкислення металів при зварюванні. Взаємодія металів з газами при зварюванні. Шлакові фази і їх призначення. Особливості металургійних процесів при різних видах зварювання.	[2-6] плакати, макети
34	СР10	4	Системи С-О, Н-О, С-Н-О, Fe-О-С, Fe-О-Н.	[3]
35	Л11	4	Тема №11. Термодеформаційні процеси при сваре. Поняття про зварювальні деформації и напруги. Види зварювальних деформацій и напруг. Методи визначення зварювальних напруг и деформацій. Типичні поля залишкових напружень в зварних з'єднаннях.	[3] плакати, макети
36	СР11	2	Властивості металів при температурах зварювального термічного циклу.	[3]

1	2	3	4	5
37	Л12	6	Тема №12. Утворення зварних з'єднань і формування первинної структури металу шва. Поняття зварюваності. Особливості кристалізації і формування первинної структури металу шва. Хімічна неоднорідність зварного з'єднання. Природа утворення гарячих тріщин. Методи підвищення опірності зварних з'єднань утворення гарячих тріщин.	[2-5], плакати, макети
38	СР12	2	Загальні положення теорії кристалізації. Характер зміни пластичності і міцності металів і сплавів в області високих температур при зварюванні.	[2,3]
39	Л13	4	Тема №13. Фазові і структурні перетворення в металах при зварюванні. Характерні зони зварних з'єднань. Види перетворень у металі зварних з'єднань. Фазові і структурні перетворення при зварюванні сталей. Холодні тріщини у зварних з'єднаннях. Способи оцінки схильності металу зварних з'єднань до холодних тріщин. Способи підвищення опірності зварних з'єднань	[2-4], плакати, макети
40	ЛЗ4	4	Мікроструктура металу шва і зони термічного впливу при зварці н/у вуглецевих сталей.	Методичні вказівки [7], лаборатор не обладнанн я. [3]
41	СР13	2	Крихке руйнування металу зварних з'єднань. Тріщини повторного нагріву.	
42	Л14	4	Тема №14.Зварюваність металів і сплавів. Зварюваність вуглецевих-і низколегованих сталей, чавунів, кольорових металів та їх сплавів.	[4], плакати, макети
43	СР14	2	Зварюваність середньо-і високолегованих сталей.	[4]
44	М2	1	Модульна контрольна №2	
Разом (годин)		180		

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п.	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1.	Опрацювання лекційного матеріалу	8
2.	Підготовка до лабораторних робіт	8
3.	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	30
4.	Виконання індивідуального завдання: курсова робота	38
5.	Інші види самостійної роботи	—
	Разом:	84

ИНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

№ з/п.	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1.	Розрахунки теплових процесів при зварюванні	16

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Заняття проводяться в навчальних аудиторіях і лабораторіях, оснащених необхідним навчальним, методичним, інформаційним, програмним забезпеченням.

У викладанні професійного модуля передбачається з метою реалізації компетентного підходу використання активних і інтерактивних форм проведення занять: ігрові технології, тренінги, групові дискусії, розбір конкретних виробничих ситуацій, рейтингова технологія оцінювання знань учнів, інформаційно-комунікативні технології.

Консультації для учнів очної форми одержання освіти передбачаються в обсязі 20 годин на навчальну групу на кожен навчальний рік.

Консультаційна допомога здійснюється в індивідуальній, груповій, усній, дистанційної та письмовій формах.

Освоєння даного модуля передуює вивчення дисциплін:

- **загального гуманітарного та соціально-економічного циклу:** «Основи філософії», «Історія», «Психологія спілкування», «Іноземна мова», «Фізична культура».

- **математичного і загального природничого циклу:** «Математика», «Фізика», «Інформатика».

- **професійного циклу:** «Технічна механіка», «Інженерна графіка », «Матеріалознавство», « Електротехніка та електроніка », «Метрологія, стандартизація та сертифікація», «Безпека життєдіяльності», «Введення до фаху», «Прикладне матеріалознавство», «Металографія зварних з'єднань».

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Перевірка освоєння виду професійної діяльності передбачає перевірку освоєння необхідних для даної професійної діяльності професійних і загальних компетенцій.

Робоча програма містить перелік результатів освоєння даного модуля (професійних і загальних компетенцій); опис основних показники оцінки результату, а також вказівку конкретних форм і методів контролю і оцінки результатів.

Оцінка якості освоєння дисципліни проводиться за результатами наступних контролюючих заходів:

Контролюючі заходи	Результати навчання з дисципліни
Захист звітів виконаних лабораторних робіт	По рейтинговій системі в балах
Аналіз підготовлених рефератів	
За рейтинговою системою в балах	
Тестування	
Іспит	

Для оцінки якості освоєння дисципліни при проведенні контролюючих заходів передбачені наступні засоби (фонд оціночних засобів):

1. Контрольні питання, що задаються при виконанні і захисту лабораторних робіт (наприклад):

- чим оцінюється продуктивність процесу дугового зварювання?
- дайте визначення ефективної погонної енергії;
- чим оцінюються втрати металу при зварюванні?
- за рахунок чого можна збільшити коефіцієнт наплавлення?

2. Питання, що виносяться на іспити (приклад питань у квитку):

- способи захисту зварювальної ванни від повітряного середовища;
- рафінування металів при зварюванні ;
- природа утворення гарячих тріщин при зварюванні.

РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ, ТА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ (НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS)

Таблиця 1 – Розподіл балів для оцінювання поточної успішності студента

Контрольні роботи	Лабораторні роботи	КР (КП)	РГЗ	Індивідуальні завдання	Залік	Сума
10	30	30	—	—	30	100

Таблиця 2 – Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90...100	A	відмінно
82...89	B	добре
74...81	C	
64...73	D	
60...63	E	задовільно
35...59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання
0...34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(надається перелік складових навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни та посилання на сайт, де вони розташовані)

1. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Теория процессов сварки» для студентов специальности 6050504 «Технология и оборудование сварки» дневной и заочной форм обучения. / сост. Б.В. Ситников. – Х.: НТУ «ХПИ». 2014. – 16 с. – На рус. яз.
2. Плакати і макети .
3. Лабораторне обладнання.
4. Сітніков Б.В. Комплект білетів для іспиту – 20 білетів.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література

1.	Корниенко А.М. История сварки. XV-середины XX ст. –К.: Феникс, 2004.- 212 с.
2.	Неровный В.М. Теория сварочных процессов.- Киев: Віща школа, 2007.- 752с.
3.	Єфіменко М.Г. Зварювання спеціальних сталей і сплавів– Харків, 2007.–191с.
4.	Багрянский К.В. Добротина С.А., Хренов К.К. Теория сварочных процессов. – Киев: Віща школа, 1996 – 327с.
5.	

Допоміжна література

6.	Єфіменко М.Г., Радзівілова Н.о. Металознавство і термічна обробка зварних з'єднань- Харків, 2003.–487с.
7.	Методические указания к лабораторным работам по курсу "Теория сварочных процессов"- Харьков : НТУ ХПИ , 2013.
8.	Методические указания к практическим занятием по курсу«Теория сварочных процессов»- Харьков : НТУ ХПИ , 2013.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

(перелік інформаційних ресурсів)