

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

_____ **Здатність до зварювання конструкційних матеріалів** _____
(Назва навчальної дисципліни)

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

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

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

спеціалізація _____ **131.11. 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 Здатність до зварювання
конструкційних матеріалів

(назва дисципліни)

Розробники:

Доц., к.т.н., доц. кафедри

(Посада, наукова ступень та вчене звання)

(Підпис)

Б.В.. Сітніков

(Ініціали та Прізвище)

(Посада, наукова ступень та вчене звання)

(Підпис)

(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

(Назва кафедри)

(Підпис)

проф. С.О. Лузан

(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

«_____» _____ 20 22 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; теплові процеси при зварюванні; термодетформационные процеси при зварюванні; 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 в:

- теплових процесах при зварюванні;
- металургійних процесах при зварюванні ;
- термодетформационних процесах при зварюванні ;
- формуванні первинної структури металу шва ;
- фазових і структурних перетвореннях в металах при зварюванні ;
- методах керування структурою металу зварного з'єднання ;
- технологічної міцності металів та сплавів ;
- зварюваності конструкційних матеріалів.

- вміти:

- керувати структурою металу зварного з'єднання;
- проводити оцінку опірності металів та сплавів гарячим тріщинам ;
- запобігати утворенню гарячих тріщин при зварюванні ;
- проводити оцінку опірності металів та сплавів холодним тріщинам ;
- запобігати утворенню холодних тріщин при зварюванні;
- проводити оцінку опірності металу проти переходу в крихкий стан;
- проводити оцінку здатності до зварювання конструкційних матеріалів.

- знати:

- історію і перспективи розвитку зварювального виробництва;
- особливості металургійних процесів при різних видах зварювання;
- особливості первинної кристалізації при зварюванні;
- види структурних перетворень в металі зварного з'єднання ;
- методи керування структурою металу зварного з'єднання ;
- деформційно-кінетичну теорію технологічної міцності;
- фактори, критерії та показники здатності до зварювання ;
- правила техніки безпеки в зварювальній лабораторії;

- технічну літературу з дисципліни.

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

- 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;

- збір, обробка та накопичення з використанням сучасних технічних засобів технологічної, технічної, та інших видів інформації для реалізації інженерних рішень;

- забезпечення безпеки праці на виробничому ділянці;

- розробка технологічних процесів зварювання різноманітних видів зварних конструкцій і їх елементів;

Результати навчання: ознайомлено з основами процесу утворення з'єднань при зварюванні; формуванням первинної структури металу шва; хімічною неоднорідністю 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; тріщини повторного нагрівання; здатністю до зварювання різних конструкційних матеріалів.

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Попередні дисципліни:	Наступні дисципліни:
Введення до фаху	Експериментальні методи у зварюванні
Металографія зварних з'єднань	Дипломне проектування
Теорія процесів зварювання	
Технологія та устаткування зварювання тиском	
Технологія та устаткування зварювання плавленням	
Зварювання спеціальних 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	Семестровий контроль	
		Аудиторні заняття, (годин)	Самостійні заняття (годин)	Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття, семінари			Контрольні роботи (кількість робіт)	Залік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9	150/5,0	64	86	32	28	4	Р	2	—	+

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає 43 (%):

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ЛЗ, 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> Фізична та технологічна зварюємость матеріалів.	
1	Л₁	2	<p style="text-align: center;">Тема №1. Вступ.</p> <p>1. Історія й розвиток зварювального виробництва.</p> <p>2. Сучасні тенденції зварювального виробництва в Україні, та за рубежом.</p> <p>3. Історія та головні етапи розвитку уявлень про зварюваність сталей та сплавів різноманітних класів.</p> <p>4. Вплив результатів досліджень на створення нових та вдосконалення існуючих процесів та технологій зварювання.</p> <p>5. Зміст курсу «Здатність до зварювання конструкційних матеріалів»</p> <p>6. Використана література.</p>	[1-3], плакати
2	СР₁	2	<p>Внесок вітчизняних учених і інженерів у розвиток зварювання.</p>	[1-3]
3	Л₂	2	<p style="text-align: center;">Тема №2. Фізична зварюваність матеріалів.</p> <p>1. Класифікація процесів зварювання.</p> <p>2. Види елементарних зв'язків у твердих тілах і монолітних з'єднаннях.</p> <p>3. Механізм утворення монолітних з'єднань твердих тіл.</p> <p>4. Утворення зварного з'єднання в твердій фазі - зварювання тиском.</p> <p>5. Утворення зварного з'єднання в рідкій фазі - зварювання плавленням.</p>	[1-3], плакати, макети
4	СР₂	2	<p>Фізичні особливості зварювання різноманітних матеріалів.</p>	[1-3]

5	Лз	2	<p align="center">Тема №3. Технологічна зварюваність матеріалів.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Особливості зварювальних процесів. 2. Природа зварювальних напружень та деформацій. 3. Термодформаційний цикл зварювання та його наслідки. 4. Фактори, критерії та показники здатності до зварювання. 5. Властивості металів при температурах зварювального термічного циклу. 6. Фактори здатності до зварювання. 7. Неоднорідності в зварних з'єднаннях та типові приклади їх виникнення. 8. Поняття технологічної зварюваності. 9. Критерії та показники технологічної зварюваності. 	[1-3], плакати, макети
6	СР ₃	2	Загальна характеристика методів аналітичних та експериментальних досліджень технологічної зварюваності.	[1-3]
7	Л4	2	<p align="center">Тема №4. Хімічна активність основного матеріалу.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Хімічна активність основного металу, як критерій його зварюваності. 2. Показники хімічної активності основного матеріалу. 3. Хімічна спорідненість металів до атмосферних газів. 4. Розчинність атмосферних газів в металах. 5. Деградація властивостей металів та сплавів внаслідок поглинання ними газів при зварюванні. 6. Технологічні та металургійні методи запобігання поглинання газів металами при зварюванні. Хімічна активність основного металу, як критерій його зварюваності. 7. Показники хімічної активності основного матеріалу. 8. Хімічна спорідненість металів до атмосферних газів. 9. Розчинність атмосферних газів в металах. 	[1-5], плакати, макети

8	CP ₄	2	<p>10. Деградація властивостей металів та сплавів внаслідок поглинання ними газів при зварюванні.</p> <p>Технологічні та металургійні методи запобігання поглинання газів металами при зварюванні.</p>	[1-5]
9	Л ₅	2	<p>Тема №5. Чутливість матеріалу до термодформаційного циклу зварювання. Структурні перетворення в металі зварного з'єднання.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Види перетворень в металі зварного з'єднання під впливом термодформаційного циклу зварювання. 2. Експериментальні методи визначення зварювальних деформацій і напружень. 3. Формування та міграція міжзеренних границь. 4. Види міжзеренних та міжфазних границь. 5. Вторинна або вибіркова рекристалізація при зварюванні. 6. Ріст зерна в навколошовній зоні. <p>Процеси коагуляції та сфероїдації виділених фаз.</p>	<p>[1-5], плакати, макети</p> <p>[1-3]</p>
10	CP ₅	2	<p>Тема №6. Фазові перетворення в металі зварного з'єднання.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Особливості первинної кристалізації при зварюванні. 2. Види первинної структури та схеми кристалізації в зварному шві. 3. Металургійні та технологічні методи управління кристалізацією при зварюванні. 4. Поліморфні перетворення в металі зварного з'єднання. 5. Дифузійний та бездифузійний механізми перекристалізації. 6. Мартенситна структура в сталях та інших сплавах. 7. Вплив швидкості охолодження на кінцеву структуру вуглецевої сталі. 8. Будова зони термічного впливу зварного шва при дугового зварювання. 9. Виділення нових фаз з твердого розчину. 	[1-5], плакати, макети
11	Л ₆	2		

			10. Когерентні та некогерентні виділення. 11.Старіння.	
12	СР ₆	2	Окрихчення, пов'язане із виділенням надлишкових фаз - карбідів та нітридів.	[1-3],
13	ПЗ ₁	2	Ширина зони розігріву при дуговій зварці	[1-7]
14	Л ₇	2	Тема№7. Методи керування структурою металу зварного з'єднання. 1. Технологічні та металургійні методи керування структурою металу зварного з'єднання. 2. Основні параметри термічного циклу зварювання. 3.Термокінетичні діаграми фазових перетворень та діаграми анізотермічного розпаду аустеніту. 4. Класифікація легованих сталей за їх чутливістю до термодформаційного циклу зварювання.	[1-7], плакати, макети
15	СР ₇	2	Діаграма Шефлера.	[1-7]
16	ПЗ ₂	2	Миттєва швидкість охолодження при даній температурі.	[7]
17	М ₁	1	Модульна контрольна №1	
			Змістовий модуль №2. Зварюваність конструкційних матеріалів.	
18	Л ₈	2	Тема №8. Гарячі тріщини при зварюванні. 1.Поняття технологічної міцності. 2.Деформаційно-кінетична теорія технологічної міцності М.Н. Прохорова. 3. Кристалізаційні тріщини - причини виникнення, механізми утворення. 4.Сегрегаційні тріщини. 5.Внутрішня пластична деформація полікристалічних матеріалів. 6.Підсолідусні тріщини - гіпотези виникнення, матеріали з низькою опірністю до цих дефектів. 7.Типи первинної структури при кристалізації.	[1-7], плакати, макети

19	CP ₈	2	8.Визначення фазового складу металу зварних швів. 9.Методи оцінки опірності металів та сплавів гарячим тріщинам. 10Способи запобігання утворенню гарячих тріщин при зварюванні.	Методичні вказівки [7], лабораторне обладнання, плакати.
20	ЛЗ ₁	4	Технологічні проби різної жорсткості. Мікроструктура металу шва та зони термічного циклу при зварюванні маловуглецевих сталей.	
21	Л ₉	2	Тема №9. Холодні тріщини при зварюванні. 1.Види холодних тріщин в зварних з'єднаннях. 2. Теорії утворення холодних тріщин - гартівна та воднева. 3.Методи оцінки опірності металів та сплавів холодним тріщинам. 4.Способи запобігання утворенню холодних тріщин при зварюванні.	[1-11], плакати, макети
22	CP ₉	2	Непрямі методи оцінки опірності металів та сплавів холодним тріщинам.	Методичні вказівки [7], лабораторне обладнання, плакати.
23	ЛЗ ₂	4	Визначення фазового складу металу зварних швів.	
24	Л ₁₀	2	Тема №10. Елементи експлуатаційної міцності металу зварних конструкцій. 1.Види крихкого руйнування металу зварних з'єднань. 2.Холодноламкість. 3.Високотемпературна повзучість. 4.Методи оцінки опірності металу проти переходу в крихкий стан.	[7-16], плакати, макети
25	CP ₁₀	2	Особливості руйнування металу зварних з'єднань в активних робочих середовищах.	Методичні вказівки [7], лабораторне обладнання, плакати
26	ЛЗ ₃	4	Визначення фазового складу металу навколошовної ділянки.	
27	Л ₁₁	2	Тема №11. Свариваємость низьковуглецевих і нізколегірлованих	

			конструкційних сталей. 1. Склад і властивості сталей. 2. Загальні відомості про зварюваність. 3. Ручна дугова зварка покритими електродами. 4. Зварювання під флюсом. 5. Контактна зварка.	[7-16], плакати, макети
28	CP ₁₁	2	Дугове зварювання в захисних газах.	Методичні вказівки [7], лаборатор не обладнання, плакати
29	ЛЗ ₄	4	Разрахунок кількості структурних складових металу навколо шовної ділянки.	
30	Л ₁₂	2	Тема №12. Сварюваність середньолегованих сталей 1. Класифікація та основні властивості. 2. Загальні відомості про зварюваність. 3. Деякі особливості зварювання. 4. Ручна дугова зварка. 5. Автоматичне зварювання під флюсом. 6. Зварювання в захисних газах.	[1,7-16], плакати, макети
31	CP ₁₂	2	Точкова і шовна зварка.	Методичні вказівки [7], лаборатор не обладнання, плакати
32	ЛЗ ₅	4	Визначення схильності металу зварних з'єднань до утворення горячих тріщин	
33	Л ₁₃	4	Тема №13 Зварюваність високохромістких мартенситних, мартенситно-феритних і феритних сталей. 1. Основні властивості і класифікація сталей. 2. Загальні відомості про зварюваність. 3. Зварювання мартенситних і мартенситно-феритних сталей.	[1,7-16], плакати, макети
34	CP ₁₃	2	Зварювання високохромістких феритних сталей.	[1-3]
35	ЛЗ ₆	4	Визначення схильності металу зварних з'єднань до утворення холодних тріщин.	Методичні вказівки [7]
36	Л ₁₄	4	Тема №14. Зварюваність аустенітних сталей. 1. Основні властивості і класифікація сталей. 2. Загальні відомості про зварюваність. 3. Ручна дугова зварка. 4. Зварювання під флюсом.	[1,7-12], плакати, макети

37	CP ₁₄	2	5.Зварювання в захисних газах. Контактна зварка	[1-3] Методичні вказівки [7]
38	ЛЗ ₇	4	Разрахунок температури попереднього підігрівання.	
39	Л ₁₅	2	Тема №15. Зварюваність кольорових металів та їх сплавів. 1.Зварюваність легких металів і сплавів. 2.Зварюваність нікелю і його сплавів. 3.Зварюваність титану і його сплавів.	[1,8-12], плакати, макети
40	CP ₁₅	2	Зварюваність міді і сплавів на основі міді.	[2,8]
41	M ₂	1	Модульна контрольна №2	
Разом (годин)		150		

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п.	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1.	Опрацювання лекційного матеріалу	8
2.	Підготовка до лабораторних робіт	16
3.	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	28
4.	Виконання індивідуального завдання: курсова робота	34
5.	Інші види самостійної роботи	—
	Разом:	86

ИНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

№ з/п.	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1.	Визначення параметрів режиму дугового зварювання	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», «Фі-зика», «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 практичних занять	По рейтинговій системі в балах
Аналіз підготовлених рефератів або інших індивідуальних робіт	
За рейтинговою системою в балах	
Тестування (модульні контрольні роботи)	
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):

- наведіть класифікацію холодних тріщин;
- наведіть способи запобігання утворення холодних тріщин;
- наведіть класифікацію горячих тріщин;
- назвіть способи запобігання горячих тріщин.

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

- природа утворення холодних тріщин при зварюванні;
- особливості первинної кристалізації під час зварювання ;
- природа утворення горячих 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	Іспит	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. Методичні вказівки до лабораторних занять з курсу «Здатність до зварювання конструкційних матеріалів» для студентів спеціальності 6050504 «Технологія та устаткування зварювання» денної та заочної форм навчання. / Уклад. С.М. Барташ. - Х .: НТУ «ХП». 2014. - 24 с.

2. Плакати і макети .

3. Лабораторне обладнання.

4. Сітніков Б.В. Комплект білетів для іспиту – 20 білетів

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література

1.	Сливінський О. А. Здатність до зварювання конструкційних матеріалів: навч. посібн. - К.: НТУУ «КГПІ», 2010. - 260 с.
2.	Прохоров Н. Н. Физические процессы в металлах при сварке. Т. 1 - Элементы физики металлов и процессе кристаллизации. - М.: Металлургия, 1968.-695 с.
3.	Прохоров Н. Н. Физические процессы в металлах при сварке. Т. 2 - Внутренние напряжения, деформации и фазовые превращения. - М.: Металлургия, 1976. - 600 с.
4.	Сварка в машиностроении. Справочник. т. 1 / под ред. Н. А. Ольшанского. - М.: Машиностроение, 1978. - 501 с.
5.	Сварка в машиностроении. Справочник. т. 3 / под ред. В. А. Винокурова. - М.: Машиностроение, 1979. - 567 с.
6.	Теорія процесів зварювання-2. Фізико-хімічні та металургійні процеси при зварюванні. Текст лекцій / В. М. Коперсак - К.: НТУУ «КГПІ», 2011.-252 с.
7.	Фролов В.В. Теория сварочных процессов – М.: Высш. школа, 1988. – 559 с
8.	Багрянский К.В. Добротина С.А., Хренов К.К. Теория сварочных процессов. – Киев: Віща школа, 1976 – 327с.
9.	Лившиц Л. С., Хакимов А. Н. Металловедение сварки и термическая обработка сварных соединений. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1989. - 336 с.
10.	Грабин В. Ф. Металловедение сварки плавлением. - К.: Наук, думка, 1982.-416 с.

Допоміжна література

11.	Прохоров Н. Н. Технологическая прочность сварных швов в процессе кристаллизации. - М.: Металлургия, 1979. - 248 с.
12.	Горячие трещины при сварке жаропрочных сплавов / М. Х. Шоршоров, А. А. Ерохин, Т. А. Чернышов и др. - М.: Машиностроение, 1973.-224 с.
13.	Методические указания к лабораторным работам по курсу "Здатність до зварювання конструкційних матеріалів"- Харьков : НТУ ХПИ , 2014.
14.	Гривняк И. Свариваемость сталей. - М.: Машиностроение, 1984. -216 с

15	Лившиц Л. С. Металловедение для сварщиков - М.: Машиностроение, 1979.- 243с.
16	Физическое металловедение. / под ред. Р. Кана: пер. с англ. под ред. В. М. Розенберга - М.: Мир, 1968. - 484 с.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

(перелік інформаційних ресурсів)