

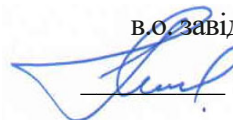
Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Кафедра конструювання, технічної естетики і дизайну



«ЗАТВЕРДЖЕНО»

в.о. завідувача кафедри

 Дмитро ЛАУХІН

« 26 » листопада 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Матеріалознавство зварних з'єднань»

Галузь знань	13 Механічна інженерія 19 Архітектура та будівництво 131 Прикладна механіка
Спеціальність	132 Матеріалознавство 133 Галузеве машинобудування 192 Будівництво та цивільна
Рівень вищої освіти.....	Перший (бакалаврський)
Освітньо-професійна програма	спеціальностей 131, 132, 133, 192
Статус	вибіркова
Загальний обсяг	4 кредити ЄКТС (120 годин)
Форма підсумкового контролю	диференційований залік
Термін викладання	8-й семестр (15 чверть)
Мова викладання	українська

Викладач: доцент Ротт Наталія Олександрівна

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__»__ 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__»__ 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

Дніпро
НТУ «ДП»
2025

Робоча програма навчальної дисципліни «Матеріалознавство зварних з'єднань» для бакалаврів 13 і 19 галузей знань / Н.О. Ротт, З.В. Сазанішвілі; Нац. техн. ун-т., каф. конструювання, технічної естетики і дизайну. – Д.: НТУ «Дніпровська політехніка», 2025. – 13 с.

Розробники:

Ротт Наталія Олександрівна – доцент, кандидат технічних наук, доцент кафедри конструювання, технічної естетики і дизайну;

Сазанішвілі Зоя Віталіївна – доцент, кандидат технічних наук, доцент кафедри конструювання, технічної естетики і дизайну.

Робоча програма регламентує:

- мету дисципліни;
- дисциплінарні результати навчання;
- базові дисципліни;
- обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять;
- програму дисципліни (тематичний план за видами навчальних занять);
- алгоритм оцінювання рівня досягнення дисциплінарних результатів навчання (шкали, засоби, процедури та критерії оцінювання);
- інструменти, обладнання та програмне забезпечення;
- рекомендовані джерела інформації.

Робоча програма призначена для реалізації компетентнісного підходу під час планування освітнього процесу, викладання дисципліни, підготовки здобувачів до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм у межах спеціальності.

ЗМІСТ

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	4
2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ.....	4
3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ	4
4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	5
5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	5
6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	6
6.1 Шкали	6
6.2 Засоби та процедури.....	8
6.3 Критерії.....	Помилка! Закладку не визначено.
7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	6
8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	11

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни – формування у здобувачів здатності аналізувати, прогнозувати та цілеспрямовано формувати структуру і властивості матеріалів у процесі зварювання, зокрема у зоні шва, зоні термічного впливу та основному матеріалі. Дисципліна спрямована на набування знань щодо структурних перетворень, методів керування мікроструктурою, оцінки якості зварних з'єднань і підбору технологій зварювання з урахуванням матеріалознавчих факторів.

Реалізація мети передбачає трансформацію програмних результатів навчання в дисциплінарні, а також відбір змісту дисципліни відповідно до вимог галузі, сучасних технологій зварювання та експлуатаційних характеристик матеріалів.

2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
шифр ДРН	зміст
ДРН-01	Знати будову зони зварного з'єднання (метал шва, зона термічного впливу, основний метал) та розуміти вплив зварювального циклу на формування структури
ДРН-02	Уміти аналізувати мікроструктуру матеріалу після зварювання, визначати характер фазових та структурних перетворень.
ДРН-03	Здійснювати підбір технологій зварювання та присадкових матеріалів, виходячи з властивостей металів та експлуатаційних вимог
ДРН-04	Обирати та застосовувати методи післязварювальної термічної та структурної обробки для підвищення якості з'єднання
ДРН-05	Оцінювати властивості зварних з'єднань (механічні, експлуатаційні, корозійні) та прогнозувати їх вплив на працездатність конструкції.
ДРН-06	Використовувати методи контролю якості та діагностики зварних з'єднань, у тому числі структурного та неруйнівного контролю.
ДРН-07	Інтерпретувати діаграми стану, ТТТ та ССТ-діаграми для прогнозування структурних змін у процесі зварювання.
ДРН-08	Формулювати інженерні рішення щодо покращення структури та властивостей зварних з'єднань у виробничих умовах.

3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Додаткових вимог до базових дисциплін не встановлюється.

4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Вид навчальних занять	Обсяг, години	Розподіл за формами навчання, години			
		денна		заочна	
		аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота
лекційні	60	30	30	6	54
практичні	60	30	30	4	56
лабораторні	-	-	-		
семінари	-	-	-		
РАЗОМ	120	60	60	10	110

5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	ЛЕКЦІЇ	60
ДРН-01, ДРН-03	Вступ до матеріалознавства зварювання. Роль матеріалознавства в технологіях зварювання. Види зварних з'єднань та вплив технології зварювання на структуру матеріалу. Типи зварюваних матеріалів (сталі, сплави Al, Ti, Ni, Cu, композити).	8
ДРН-01, ДРН-02	Зони зварного з'єднання: структура та властивості. Зона зварного шва (Fusion Zone, FZ). Зона термічного впливу (Heat-Affected Zone, HAZ). Основний матеріал (Base Metal, BM).	8
ДРН-02, ДРН-07	Фазові та структурні перетворення при зварюванні. Вплив температурних циклів зварювання. ТТТ та ССТ-діаграми для прогнозування фазових перетворень. Технологічна спадковість структури металу. Мікроструктурні дефекти: рост зерна, перегрів, холодні тріщини, відпускні тріщини.	9
ДРН-03, ДРН-04	Методи керування структурою. Легування та присадкові матеріали. Перед- та післязварювальна термічна обробка. Керування тепловкладом, вибір режимів зварювання. Вибір технології (MIG/MAG, TIG, MMA, лазерне, плазмове, точкове).	8
ДРН-05, ДРН-03	Властивості зварних з'єднань. Механічні: міцність, пластичність, твердість, ударостійкість. Експлуатаційні: зносостійкість, жаростійкість, корозійна стійкість. Залишкові напруження та деформації. Втомна міцність і поведінка при циклічних навантаженнях.	9
ДРН-06, ДРН-01	Контроль якості та діагностика зварних з'єднань. Неруйнівні методи (ультразвуковий, рентген, магнітопорошковий). Руйнівні випробування (гнуття, розтяг, удар). Методи структурного аналізу (оптична, електронна мікроскопія).	9
ДРН-03, ДРН-08	Сучасні технології та інновації. Зварювання при 3D-друку та адитивних процесах. Зварювання нових матеріалів (Al-Li, Ti, композити). Лазерно-гібридне зварювання. Інтелектуальні системи контролю процесу (моніторинг температури, автоматичне регулювання).	9

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	ПРАКТИЧНІ РОБОТИ	60
ДРН-02 ДРН-03	Аналіз структури металу в зоні шва після різних технологій зварювання	12
ДРН-02 ДРН-04	Розрахунок режимів зварювання для мінімізації зони термічного впливу	12
ДРН-01 ДРН-03	Побудова температурного циклу та аналіз фазових перетворень	12
ДРН-01 ДРН-03	Визначення твердості та кореляція з мікроструктурою	12
ДРН-06	Діагностика зварних з'єднань методом ультразвукового неруйнівного контролю	12

6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Сертифікація досягнень здобувачів здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до Положення університету «Про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

Досягнутий рівень компетентностей відносно очікуваних, що ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання здобувача за дисципліною.

6.1 Шкали

Оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та інституційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок мобільних здобувачів.

Шкали оцінювання навчальних досягнень здобувачів НТУ «ДП»

Рейтингова	Інституційна
90...100	відмінно / Excellent
74...89	добре / Good
60...73	задовільно / Satisfactory
0...59	незадовільно / Fail

Кредити навчальної дисципліни зараховуються, якщо здобувач отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «ДП».

6.2 Засоби та процедури

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь/навичок, комунікації, автономії та відповідальності здобувача за вимогами НРК до 6-го кваліфікаційного рівня під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Здобувач на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 2).

Засоби діагностики, що надаються здобувачам на контрольних заходах у вигляді завдань для поточного та підсумкового контролю, формуються шляхом конкретизації вихідних даних та способу демонстрації дисциплінарних результатів навчання.

Засоби діагностики (контрольні завдання) для поточного та підсумкового контролю

дисципліни затверджуються кафедрою.

Види засобів діагностики та процедур оцінювання для поточного та підсумкового контролю дисципліни подано нижче.

Засоби діагностики та процедури оцінювання

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ			ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ	
навчальне заняття	засоби діагностики	процедури	засоби діагностики	процедури
лекції	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдань під час лекційних занять	комплексна контрольна робота (ККР)	визначення середньозваженого результату поточних контролів;
практичні	індивідуальне завдання	виконання завдань під час практичних занять та самостійної роботи		виконання індивідуального завдання

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Практичні заняття оцінюються якістю виконання та захисту індивідуального завдання.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком складовим опису кваліфікаційного рівня за НРК, то інтегральне значення оцінки може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються викладачем.

За наявності рівня результатів поточних контролів з усіх видів навчальних занять не менше 60 балів, підсумковий контроль здійснюється без участі здобувача шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен здобувач під час заліку має право виконувати ККР у вигляді тестування, яке містить завдання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання.

Кількість конкретизованих завдань тесту повинна відповідати відведеному часу на виконання. Кількість варіантів тесту має забезпечити індивідуалізацію завдання.

Значення оцінки за проходження тестування визначається середньою оцінкою складових (конкретизованих завдань) і є остаточним.

Інтегральне значення оцінки виконання тесту може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюється кафедрою для кожної складової опису кваліфікаційного рівня НРК.

6.3 Критерії

Реальні результати навчання здобувача ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують дії здобувача для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних і практичних занять в якості критерію використовується коефіцієнт засвоєння, що автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де a – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення; m – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.

Індивідуальні завдання та комплексні контрольні роботи оцінюються експертно за допомогою критеріїв, що характеризують співвідношення вимог до рівня компетентностей і показників оцінки за рейтинговою шкалою.

Зміст критеріїв спирається на компетентнісні характеристики, визначені НРК для бакалаврського рівня вищої освіти подано нижче.

Загальні критерії досягнення результатів навчання для 6-го кваліфікаційного рівня за НРК

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
<i>Знання</i>		
♦ концептуальні наукові та практичні знання, критичне осмислення теорій, принципів, методів і понять у сфері професійної діяльності та/або навчання	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: - концептуальних знань; - високого ступеню володіння станом питання; - критичного осмислення основних теорій, принципів, методів і понять у навчанні та професійній діяльності	95-100
	Відповідь містить негрубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84
	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	74-79
	Відповідь фрагментарна	70-73
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення здобувача про об'єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64
	Рівень знань незадовільний	<60
<i>Уміння/навички</i>		
♦ поглиблені когнітивні та практичні уміння/навички, майстерність та інноваційність на рівні, необхідному для розв'язання складних спеціалізованих	Відповідь характеризує уміння: - виявляти проблеми; - формулювати гіпотези; - розв'язувати проблеми; - обирати адекватні методи та інструментальні засоби; - збирати та логічно й зрозуміло інтерпретувати інформацію; - використовувати інноваційні підходи до розв'язання завдання	95-100
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати	90-94

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
задач і практичних проблем у сфері професійної діяльності або навчання	знання в практичній діяльності з негрубими помилками	
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
	рівень умінь/навичок незадовільний	<60
Комунікація		
♦ донесення до фахівців і нефахівців інформації, ідей, проблем, рішень, власного досвіду та аргументації; ♦ збір, інтерпретація та застосування даних; ♦ спілкування з професійних питань, у тому числі іноземною мовою, усно та письмово	Вільне володіння проблематикою галузі. Зрозумілість відповіді (доповіді). Мова: - правильна; - чиста; - ясна; - точна; - логічна; - виразна; - лаконічна. Комунікаційна стратегія: - послідовний і несуперечливий розвиток думки; - наявність логічних власних суджень; - доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням; - правильна структура відповіді (доповіді); - правильність відповідей на запитання; - доречна техніка відповідей на запитання; - здатність робити висновки та формулювати пропозиції	95-100
	Достатнє володіння проблематикою галузі з незначними хибами. Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) з незначними хибами. Доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	90-94

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
	Добре володіння проблематикою галузі. Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добре володіння проблематикою галузі. Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добре володіння проблематикою галузі. Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	74-79
	Задовільне володіння проблематикою галузі. Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
	Часткове володіння проблематикою галузі. Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69
	Фрагментарне володіння проблематикою галузі. Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
	Рівень комунікації незадовільний	<60
Відповідальність і автономія		
♦ управління складною технічною або професійною діяльністю чи проектами; ♦ спроможність нести відповідальність за вироблення та ухвалення рішень у непередбачуваних робочих та/або навчальних контекстах; ♦ формування суджень, що враховують соціальні, наукові та етичні аспекти; ♦ організація та	Відмінне володіння компетенціями менеджменту особистості, орієнтованих на: 1) управління комплексними проектами, що передбачає: - дослідницький характер навчальної діяльності, позначена вмінням самостійно оцінювати різноманітні життєві ситуації, явища, факти, виявляти і відстоювати особисту позицію; - здатність до роботи в команді; - контроль власних дій; 2) відповідальність за прийняття рішень в непередбачуваних умовах, що включає: - обґрунтування власних рішень положеннями нормативної бази галузевого та державного рівнів; - самостійність під час виконання поставлених завдань; - ініціативу в обговоренні проблем; - відповідальність за взаємовідносини; 3) відповідальність за професійний розвиток окремих осіб та/або груп осіб, що передбачає:	95-100

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
керівництво професійним розвитком осіб та груп; ♦ здатність продовжувати навчання із значним ступенем автономії	- використання професійно-орієнтовних навичок; - використання доказів із самостійною і правильною аргументацією; - володіння всіма видами навчальної діяльності; 4) здатність до подальшого навчання з високим рівнем автономності, що передбачає: - ступінь володіння фундаментальними знаннями; - самостійність оцінних суджень; - високий рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок; - самостійний пошук та аналіз джерел інформації	
	Упевнене володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано дві вимоги)	90-94
	Добре володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано шість вимог)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано сім вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями менеджменту особистості (не реалізовано вісім вимог)	65-69
	Рівень відповідальності і автономії фрагментарний	60-64
	Рівень відповідальності і автономії незадовільний	<60

7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Дистанційна платформа MOODLE.

Хмарний сервіс Microsoft Office 365.

ПЗ: ОС Windows, MS Office.

Обладнання: стереографічний мікроскоп; інвертований металографічний мікроскоп; портативний твердомір Novotest T-УД2; ультразвуковий дефектоскоп.

8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. О.М. Кузнецов. *Матеріалознавство зварювання*. – К.: Вид-во КПІ, 2019.
2. В.М. Нестеренко. *Зварювання та термічна обробка металів*. – Харків: НТУ «ХПІ», 2022.
3. G. R. Edwards, *Welding Metallurgy*, Springer, 2021.
4. Sindo Kou, *Welding Metallurgy*, Wiley, 2003.
5. J.F. Lancaster, *Metallurgy of Welding*, Springer, 2018.

Додаткова література

6. Laukhin, D., Pozniakov, V., Beketov, O., Rott, N., & Shchudro, A. (2020). Analysis of the effects of welding conditions on the formation of the structure of welded joints of low-carbon low-alloy steels. *Key Engineering Materials*, 844, 146-154.
7. Tsymbal, B., Ziborov, K., Rott, N., & Fedoryachenko, S. (2021, August). Analysis of the effect of mechanical oscillations generated during welding on the structure of ductile constituent of products made of steel 10G2FB. *Materials Science Forum*, 1038, 40-48.
8. Metallographic analyses of potential areas of destructions initiation of the zone of thermal impact of low-carbon steels after laser welding / D. Laukhin, O. Beketov, Y. Slupska, E. Babenko, N. Rott, V. Dytiuk. *Збірник наукових праць Національного гірничого університету*. 2021. №65-09, 88-98.
9. Застосування методів факторного аналізу у дослідженні структурного стану зварного з'єднання після лазерного зварювання / Лаухін Д. В., Бекетов О. В., Тютєрев І. А., Слупська Ю. С., Ротт Н. О. // *Український журнал будівництва та архітектури*. 2021. №31(003), 91-100.
10. Laukhin, D., Poznyakov, V., Kostin, V., Beketov, O., Rott, N., Slupska, Y., ... & Liubymova-Zinchenko, O. (2021). Features in the formation of the structural state of low-carbon micro-alloyed steels after electron beam welding. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 111(12).
11. Слупська, Ю.С., Бекетов, О.В., Ротт, Н.О., Лаухін, Д.В., Твердохліб, О.М., & Вернер, І.В. (2024). Застосування імітаційного моделювання для дослідження взаємозв'язку між структурним станом та геометричними розмірами зон зварного з'єднання. *Збірник наукових праць НГУ*, 76, 273–282.
12. Моделювання впливу режимів зварювання на механічні властивості зварних з'єднань / Є. Д. Пілюгін, Н. О. Ротт, М. А. Мироненко та ін. // *Металознавство та термічна обробка металів*. 2023. №2 (101), 67-72.
13. Laukhin, D., Ziborov, K., Rott, N., & Fedoryachenko, S. (2024, September). Analysis of the Effects of Welding Conditions on the Microhardness of Low-Carbon Low-Alloy Steels. *Materials Science Forum*, 1126, 119-127.
14. Study of the Kinetics of Plastic Deformation Propagation in a Welded Joint of 10G2FB Steel after Submerged Arc Welding (2025) / Dmytro Laukhin, Oleksandr Beketov, Nataliia Rott, Bohdan Tsymbal. *Materials Science Forum*, 1163, 19-30.

Нормативні документи

15. ДСТУ EN ISO 4063:2018 – Зварювання. Номенклатура процесів.
16. ДСТУ ISO 5817:2014 – Контроль якості зварних з'єднань.
17. AWS D1.1/D1.1M:2020 – Welding structural steel.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Матеріалознавство зварних з'єднань»

для бакалаврів галузі 13 Механічна інженерія та 19 Будівництво та архітектура

Розробники:

Наталія Олександрівна Ротт

Зоя Віталіївна Сазанішвілі

В редакції авторів

Підготовлено до виходу в світ

у Національному технічному університеті

«Дніпровська політехніка».

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842

49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19