

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Кораблебудівний навчально-науковий інститут

Кафедра зварювального виробництва

T91630

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-
педагогічної роботи



Слободян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Інноваційні технології в зварюванні і споріднених процесах

Innovative technologies in welding and related processes

рівень вищої освіти *третій (доктор філософії з матеріалознавства)*

тип дисципліни *обов'язкова*

мова викладання *українська*

Миколаїв – 2024

Робоча програма навчальної дисципліни (РПНД) “Інноваційні технології в зварюванні і споріднених процесах” є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 13 «Механічна інженерія» спеціальності 132 «Матеріалознавство», освітня-наукова програма (ОНП) «Матеріалознавство», третього рівня вищої освіти (доктор філософії з матеріалознавства).

"1" 29.05 2024 року. 17 с.

Розробник: КОСТИН О.М., канд. техн. наук, професор НУК, професор кафедри зварювального виробництва

Проект робочої програми навчальної дисципліни “Інноваційні технології в зварюванні і споріднених процесах” узгоджено з гарантом освітньої програми

Гарант освітньої-наукової програми «Матеріалознавство», докт. техн. наук, професор кафедри матеріалознавства і технології металів

 Ю.О. Казимиренко

Проект робочої програми навчальної дисципліни “Інноваційні технології в зварюванні і споріднених процесах” розглянуто на спільному засіданні кафедр Матеріалознавства і технології металів та Зварювального виробництва

Протокол № 1 від «29» 05 2024 р.

Завідувач кафедри

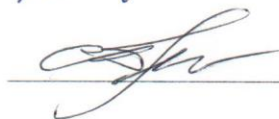
Матеріалознавства і технології металів



О.М. Дубовий

В.о. завідувача кафедри

Зварювального виробництва

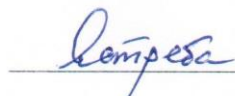


С.В. Драган

Проект робочої програми навчальної дисципліни “Інноваційні технології в зварюванні і споріднених процесах” розглянуто Навчально-методичною комісією кораблебудівного навчально-наукового інституту

Протокол № 8 від «29» 05 2024 р.

/ Голова



О.В. Бондаренко

Проект робочої програми навчальної дисципліни “Інноваційні технології в зварюванні і споріднених процесах” погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу



А.В. Лабарткава

Робоча програма навчальної дисципліни “Інноваційні технології в зварюванні і споріднених процесах” затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 5 від «26» 06 2024 р.

Голова НМР НУК



С.О. Слободян

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	5
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання	6
5. Програма навчальної дисципліни	6
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	10
7. Форми поточного та підсумкового контролю	11
8. Критерії оцінювання результатів навчання	13
9. Засоби навчання	13
10. Рекомендовані джерела інформації	14

ВСТУП

Анотація

Освітня-науковою програмою «Матеріалознавство» підготовки докторів філософії передбачено набуття аспірантами знань про розвиток матеріалознавства конструкційних матеріалів для кораблебудування і суднового машинобудування, зокрема низьколегованих високоміцних сталей та жароміцних нікелевих і титанових сплавів, композиційних та неметалічних матеріалів тощо, з'єднання яких в однорідних та різнорідних сполученнях є проблематичним. У зв'язку з цим, аспіранти повинні мати компетенції, які достатні для розробки інноваційних технологій зварювання та споріднених процесів, які забезпечать якісне з'єднання наведених матеріалів із обмеженою та незадовільною зварюваністю.

Програма навчальної дисципліни «Інноваційні технології в зварюванні і споріднених процесах» розрахована на аспірантів, які мають ступінь освіти магістра або ОКР спеціаліста та є компетентними фахівцями з матеріалознавства та зварювання.

Комплекс набутих компетентностей з даної дисципліни сприяє розв'язанню важливих практично-наукових задач в кораблебудуванні, газотурбобудуванні, енергетиці, новій техніці тощо.

Ключові слова: *зварювання, паяння, з'єднання, структура, механічні властивості, технології*

Abstract

The educational-scientific program "Materials Science" for the preparation of doctors of philosophy provides for postgraduate students to acquire knowledge about the development of material science of structural materials for shipbuilding and marine engineering, in particular, low-alloy high-strength steels and heat-resistant nickel and titanium alloys, composite and non-metallic materials, etc., the connection of which in homogeneous and heterogeneous connections is problematic. In this regard, graduate students must have competencies that are sufficient for the development of innovative welding technologies and related processes that will ensure a high-quality connection of the given materials with limited and unsatisfactory weldability.

The program of the educational discipline "Innovative Technologies in Welding and Related Processes" is designed for graduate students who have a master's degree or an OKR specialist and are competent specialists in materials science and welding.

The set of competences acquired in this discipline contributes to the solution of important practical and scientific problems in shipbuilding, gas turbine construction, energy, new technology, etc.

Keywords: *welding, soldering, connection, structure, mechanical properties, technologies*

1. Опис навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 4,0	Галузь знань 13 - Механічна інженерія	Обов’язкова
Модулів – 1		Рік підготовки:
Змістових модулів – 2		1-й
Інтернет-адреса розміщення програми: https://nuos.edu.ua/studentu/polozhepnua-nuk/opis-opp/	Спеціальність 132 – Матеріалознавство Освітня програма «Матеріалознавство»	Семестр:
Індивідуальне науково-дослідне завдання: ---		1-й
Загальна кількість годин – 120		Лекцій:
		30 год.
		Практичні:

Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3; самостійної роботи аспіранта – 5		Лабораторні:
		15 год.
	Самостійна робота:	
	75 год.	
	Індивідуальні завдання (КР): ---	
	Види контролю: екзамен	
	Форма контролю: комбінована	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни “Інноваційні технології в зварюванні і споріднених процесах” є формування у студентів відповідно до освітньо-наукової програми таких компетентностей:

- 1) ЗК01 - Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- 2) ЗК02 - Здатність до проведення самостійних досліджень на сучасному рівні;

3) СК02 - Здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та англійською мовами, опрацьовувати наукову літературу з матеріалознавства та суміжних галузей, ефективно використовувати нову інформацію з різних джерел.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами вивчення дисципліни “Інноваційні технології в зварюванні і споріднених процесах” є наявність ступеня магістра або ОКР спеціаліста та компетентність з матеріалознавства та зварювання.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у аспірантів таких результатів навчання:

1) РН01 - Передові концептуальні та методологічні знання з матеріалознавства і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій;

2) РН02 - Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми з матеріалознавства і суміжних галузей державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях;

3) РН04 - Планування і виконання теоретичних і експериментальних досліджень з матеріалознавства і суміжних галузей з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми;

4) РН07 - Розуміння іншомовних наукових текстів матеріалознавчого спрямування;

5) РН08 - Уміння користуватися системою науково-технічної інформації та здійснювати інформаційний пошук;

6) РН10 - Застосування сучасних методів ведення науково-дослідницьких робіт, зокрема експериментальних, з використанням сучасного обладнання та інформаційних технологій.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1 Інноваційні технології в зварюванні і споріднених процесах

Змістовний модуль 1. Теоретичні та технологічні основи з'єднання матеріалів із незадовільною зварюваністю.

Розділ 1. Особливості формування нероз'ємних з'єднань з матеріалів із незадовільною здатністю до зварювання.

Тема 1. Класифікація та вплив хімічного складу і структурної будови на здатність до зварювання легованих сталей, сплавів титану та жароміцних сплавів. Особливості отримання з'єднань з різнорідних, композиційних та інтерметалідних матеріалів і металів з неметалами [1], с. 6-12, с. 236-238, с. 270-271, с. 275, с. 277-278, с. 280-284, с. 287-289, с. 291-292, с. 296-297; [2], с. 7-33, 34-40; [10], с. 11-38; [17]; [18]; [27]; [28]; [32]; [33].

Тема 2. Застосування спеціальних способів зварювання та паяння для з'єднання важкозварюваних матеріалів. Вплив параметрів процесів, швидкості деформації та інтенсивності силової дії при зварюванні в твердій фазі. Активація поверхонь з'єднання. Вплив фізико-механічних характеристик матеріалів на формування з'єднань [1], с. 236-238; [10], с. 11-38; [17]; [18]; [27]; [28]; [30]; [33].

Розділ 2 Технології зварювання плавленням відповідальних конструкцій.

Тема 3. Виготовлення великогабаритних кільцевих заготовок, роторів, валів, діафрагм та тонкостінних конструкцій. Застосування дугового, імпульсно-дугового, електрошлакового та електронно-променевого зварювання [2], с. 86-102, 108-131; [10], с. 41-61, с. 63-75, с. 77-98.

Тема 4. Виготовлення та відновлення лопаток газотурбінних двигунів з нікелевих та титанових сплавів, вибір способів зварювання, режимів та присадних матеріалів [10], с. 98-112; [15], 70-72, 110-120, 125-144; [16]; [17]; [18].

Змістовний модуль 2. Споріднені до зварювання технології та методи оцінки зварюваності сталей у суднобудуванні.

Розділ 3. Споріднені технології отримання виробів відповідального призначення.

Тема 5. Технологія дифузійного зварювання у вакуумі з керованим напружено-деформованим станом [3], с. 144-170; [13]; [14]; [20]; [21]; [22]; [25]; [26].

Тема 6. Виготовлення та відновлення відповідальних вузлів газотурбінних двигунів з металів та неметалів паянням у вакуумі [1], с. 296-305; [7]; [8]; [9]; [10], с. 121-139; [17]; [36].

Тема 7. Виготовлення та відновлення відповідальних вузлів газотурбінних двигунів наплавленням зносостійких та спеціальних адгезійно-активних матеріалів [6], с. 7 – 11; [10], с. 139 – 152; [11], с. 32 – 38; [24]; [29]; [30]; [31]; [34].

Розділ 4. Оцінка здатності сталей до зварювання у суднобудуванні.

Тема 8. Аналітичні та практичні методи оцінки здатності сталей підвищеної та високої міцності до зварювання у суднобудуванні [2], с. 62 – 81, 86-89; [4], с. 45 – 50; [5], с. 40 – 46; [19]; [23]; [35].

Структура навчальної дисципліни

Назви модулів, змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
		л	л. р.	п.з.	с.р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1 Інноваційні технології в зварюванні і споріднених процесах					
Змістовний модуль 1. Теоретичні та технологічні основи з'єднання матеріалів із незадовільною зварюваністю					
Розділ 1. Особливості формування нероз'ємних з'єднань з матеріалів із незадовільною здатністю до зварювання					
Тема 1. Класифікація та вплив хімічного складу і структурної будови на здатність до зварювання легованих сталей, сплавів титану та жароміцних сплавів. Особливості отримання з'єднань з різномірних, композиційних та інтерметалідних матеріалів і металів з неметалами.	14	4			10
Тема 2. Застосування спеціальних способів зварювання та паяння для з'єднання важкозварюваних матеріалів. Вплив параметрів процесів, швидкості деформації та інтенсивності силової дії при зварюванні в твердій фазі. Активація поверхонь з'єднання. Вплив фізико-механічних характеристик матеріалів на формування з'єднань	14	4			10
Тема 3. Виготовлення великогабаритних кільцевих заготовок, роторів, валів, діафрагм та тонкостінних конструкцій. Застосування дугового, імпульсно-дугового, електрошлакового та електронно-променевого зварювання.	17	4	4		9
Тема 4. Виготовлення та відновлення лопаток газотурбінних двигунів з нікелевих та титанових сплавів, вибір способів зварювання, режимів та присадних матеріалів.	17	4	4		9
Разом за змістовим модулем 1	60	16	8		36
Змістовний модуль 2. Споріднені до зварювання технології та методи оцінки зварюваності сталей у суднобудуванні					
Розділ 3. Споріднені технології отримання виробів відповідального призначення					
Тема 5. Технологія дифузійного зварювання у вакуумі з керованим напружено-деформованим станом.	14	4			10
Тема 6. Виготовлення та відновлення відповідальних вузлів газотурбінних двигунів з металів та неметалів паянням у вакуумі.	14	4			10

1	2	3	4	5	6
Тема 7. Виготовлення та відновлення відповідальних вузлів газотурбінних двигунів наплавленням зносостійких та спеціальних адгезійно-активних матеріалів.	16	4	4		8
Розділ 4. Оцінка здатності сталей до зварювання у суднобудуванні.					
Тема 8. Аналітичні та практичні методи оцінки здатності сталей підвищеної та високої міцності до зварювання у суднобудуванні.	16	4	3		9
Разом за змістовим модулем 2	60	16	7		37
Разом за модулем 1	120	30	15		75
Усього годин з навчальної дисципліни	120	30	15		75

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Електронно-променеве зварювання титанових сплавів. Обладнання, технологія, дослідження структури та механічних властивостей зварних з'єднань.	4
2	Зварювання плавленням жароміцних нікелевих сплавів. Обладнання, технологія, дослідження структури та механічних властивостей зварних з'єднань.	4
3	Нанесення зносотривких матеріалів на контактні поверхні деталей ГТД. Обладнання, технологія, дослідження структури та експлуатаційних властивостей з'єднань.	4
4	Аналітична та практична оцінка здатності до зварювання суднобудівних сталей підвищеної та високої міцності.	3
Разом		15

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи

7 з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Норматив	Денна форма
1	Підготовка до лекційних занять	1 год. на 1 лек.	15
2	Підготовка до лабораторних робіт	підготовка до лабораторних робіт – до 3 (4) год. на 1 роб.	15
3	Підготовка до поточного модульного контролю	підготовка до контрольних заходів – 15 (30) год. на 1 захід	30
4	Підготовка до екзамену		15
Разом			75

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання:

- лекція;
- лабораторна робота;
- дослідницький.

Засобами діагностики результатів навчання та методами їх демонстрування є:

- - метод евристичних питань (МЕВ);
- стандартизовані тести;
- завдання на лабораторному обладнанні;
- комплексний іспит.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення аспіранта оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного іспиту.

Питома вага заключного іспиту в загальній системі оцінок - **40 балів**. Право здавати заключний іспит дається аспіранту, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки іспиту.

Поточний контроль проводиться на кожному лабораторному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання завдань лабораторних робіт.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, які заплановані РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, яка передбачена чинним законодавством.

Форми контролю результатів навчальної діяльності аспірантів та їх оцінювання

Лабораторна робота

Бал	Критерії оцінювання
1	2
10	Робота самостійно виконана у встановлений термін, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів та проведений аналіз результатів.
8	Робота виконана у встановлений термін. Аспірант виконав лабораторну роботу відповідно інструкції, іноді після консультації викладача; описав спостереження; в цілому правильно склав звіт та зробив висновки.
6	Робота виконана з порушенням встановлених термінів відповідно інструкції, іноді після консультації з викладачем; описав спостереження, але складений звіт містить неточності у висновках та помилки.

1	2
4	Робота виконана з порушенням встановлених термінів відповідно інструкції; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася.

Реферат

Бал	Критерії оцінювання розділу реферату
1	2
10	Розділ реферату виконано у встановлений термін без помилок або з незначною помилкою. Відповіді на питання правильні, повні, логічні, містять аналіз, систематизацію, узагальнення, аргументовані висновки.
8	Розділ реферату виконано у встановлений термін з декількома незначними помилками. Відповіді на питання переважно правильні та повні.
6	Розділ реферату виконано у встановлений термін зі значною кількістю дрібних помилок. Відповіді на питання переважно правильні.
4	Розділ реферату виконано з порушенням встановлених термінів з однією грубою помилкою та значною кількістю дрібних помилок. Відповіді на питання переважно неправильні.
2	Розділ реферату виконано з порушенням встановлених термінів зі значною кількістю грубих помилок. Відповіді на питання переважно не-правильні.
0	Розділ реферату не виконувався.

Модуль 1

Форма контролю	Максимальна кількість балів
	Денна форма
Виконання лабораторних робіт	$4 \times 10 = 40$
Поточний модульний контроль (реферат)	$10 \text{ (розділ 1)} + 10 \text{ (розділ 2)} = 20$
Контрольна робота	---
Всього	60

Підсумковий контроль у формі комплексного іспиту

Підсумковий контроль складається з тестування (10 тестових завдань) та усної відповіді на 3 контрольних питання.

Тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Усна відповідь (1 питання - 10 балів)

Бал	Критерії оцінювання
1	2
9-10	Аспірант вільно володіє матеріалом щодо з'єднання матеріалів із незадовільною зварюваністю інноваційними способами зварювання та спорідненими процесами.
7-8	Аспірант знає суть і особливості матеріалів, які вивчаються в дисципліні, їх оптимальних способів з'єднання та обирає найбільш раціональну технологію.
5-6	Аспірант знає суть різних матеріалів з незадовільною зварюваністю та інноваційних способів їх з'єднання для конкретних конструкцій.
3-4	Аспірант знає суть найбільш розповсюджених технологій з'єднання матеріалів із незадовільною зварюваністю інноваційними способами зварювання та спорідненими процесами.
1-2	Аспірант має поверхневе уявлення про матеріали із незадовільною зварюваністю та інноваційні способи їх з'єднання.
0	Аспірант не орієнтується у матеріалах питання, не може відповісти на додаткові питання за змістом навчальної дисципліни

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Модуль 1

№№ змістового модуля і теми		Денна форма	
		Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	Т 1 ÷ 4	Лабораторні роботи № 1, 2	2 × 10 = 20
ПМК 1		1 розділ реферату	10
ЗМ 2	Т 5 ÷ 8	Лабораторні роботи № 3, 4	2 × 10 = 20
ПМК 2		2 розділ реферату	10
-		Контрольна робота	---
Підсумковий контроль		Комплексний іспит	40
Сума			100

9. Засоби навчання

1. Діючі зразки зварювального устаткування:

1.1. Джерела живлення постійного та змінного струму: КИГ-401, КИУ-501, ВДУ-506, ТДФ-1001.

1.2. Напівавтомати А-547У (або КП 015, КП 007, КП 019), КП 016, автомати АДС 1000 – 4 та АДФ –1002.

1.3. Устаткування для ручного зварювання вольфрамовим електродом Marc-500 hf та УДГУ-501, пост для ручного дугового зварювання вольфрамовим електродом у середовищі захисних газів ПРС-3М.

1.4. Верстат СТС – 2М, установка NS 20G.

1.5. Багатофункціональне джерело живлення PS-5000.

1.6. Вакуумне обладнання: УДСВ-ДТ, СНВЭ 1.3.1/16I1, ВВУ-1Д (має статус національного надбання України).

1.7. Мікроскоп «Неофот-21», мікроскоп - мікроаналізатор РЭММА-102-02.

1.8. Твердоміри ТП-7Р-1, ПМТ-3.

2. Матеріали:

2.1. Дріт, флюс, припої, зносотривкі сплави, захисні гази та суміші для зварювання, паяння та споріднених способів з'єднання сталей високої міцності, титанових та жароміцних нікелевих сплавів тощо.

2.2. Зразки зі сталей високої міцності, титанових та жароміцних нікелевих сплавів тощо.

2.3. Шліфувальний папір, алмазні пасти, гас, спирт, ганчір'я тощо.

3. Контрольно-вимірювальна апаратура, інструменти:

3.1. Ваги лабораторні, лінійка, секундомір, штангенциркуль, мікрометр, універсальний шаблон зварювальника УШС-3 (або УШС-4).

3.2. Амперметри, вольтметри, осцилографи тощо.

4. Демонстраційні матеріали:

4.1. Слайди: приклади конструкцій та відео спеціалізованих інноваційних технологічних процесів зварювання і споріднених процесів.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Паяння матеріалів: підручник / Г. В. Єрмолаєв, В. В. Квасницький тощо; за загальною редакцією В. Ф. Хорунова і В. Ф. Квасницького.– Миколаїв : НУК, 2015. – 340 с.

2. Єгоров Г.В. Основи технології зварювання низьколегованих високоміцних сталей: навчальний посібник / Г.В. Єгоров, Г.В. Ермолаєв, В.В. Квасницький тощо. – Миколаїв: НУК, 2014. – 136 с.

3. Спеціальні способи зварювання: підручник / І. В. Кривцун, В.В. Квасницький тощо ; ред. Б. Є. Патон. - Миколаїв : НУК, 2017. - 348 с.

4. Kostin, A.M., Martynenko, V.A. Analytical and Practical Assessment of Higher Strength Hot-rolled Plate Weldability. The Annals of «Dunarea de Jos» University of Galati, Fascicle XII Welding Equipment and Technology, 28, 2017, с. 45–50.

5. Костін О.М. Рекомендації щодо випробувань зварюваності при сертифікації виробництва суднобудівних сталей // Автоматичне зварювання. - – № 2. – 2023. – с. 40-46.

6. Kostin, O.M., Martynenko, V.A. Structure and properties of wear-resistant materials based on Co–Mo–Cr–Si–B alloying system // The Paton Welding Journal – 2019 - №8 - p.7-11.

7. Квасницький В.В. Влияние прочности и сопротивления ползучести металла на остаточное напряжённо-деформированное состояние металлокерамических соединений / В.В. Квасницький, Г.В. Ермолаєв, Ал.В. Лабарткава // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК. – 2009, № 4. – С. 20-28.

8. Спосіб паяння металокерамічних вузлів / В.Ф. Квасницький, В.В. Квасницький, О.М. Костін, Б.В. Бугаєнко // Патент на корисну модель № 67071. Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова. Заявл. 23.08.2011, № U 2011 10301. В23К 1/00, В23К 35/30. Опубл. 25.01.2012, Бюл. № 2.
9. Спосіб паяння оксидної кераміки з металом / В.Ф. Квасницький, В.В. Квасницький, О.М. Костін, Г.В. Ермолаєв, Б.В. Бугаєнко, О.В. Лабарткава, А.В. Лабарткава // Патент на корисну модель № 72197. Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова. Заявл. 31.01.2012, № u 2012 01005. В23К 1/00, В23К 35/30. Опубл. 10.08.2012, Бюл. № 15.
10. Виробництво зварних конструкцій в судновому газотурбобудуванні / Ю.В. Бутенко, В.Ф. Квасницький тощо, під заг. ред. В.Ф. Квасницького. – Миколаїв, 2014 – 168 с.
11. Kostin, O.M., Martynenko, V.A., Labartkava A.V. Research of the alloy VZh 98 with the system Co-Mo-Cr-Si-B interaction processes // BULLETIN OF THE GEORGIAN NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, vol. 13, no. 4, 2019, p32-38.
12. Квасницький В.В. Теорія зварювальних процесів: Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатність металів до зварювання: навчальний посібник. – Миколаїв: УДМТУ, 2002. – 184 с.
13. Вдосконалення технології дифузійного зварювання корпусів електромагнітних клапанів / В.В. Квасницький, Г.В. Ермолаєв, М.В. Матвієнко, Б.В. Бугаєнко, В.Ю. Волошин // Захист металургійних машин від поломок: Зб. наук. праць. – Маріуполь: ПДТУ. – 2006. – Вип. 9. – С. 178-183.
14. Квасницький В.В. Про кінетику утворення з'єднань при дифузійному зварюванні у вакуумі нержавіючої сталі с армко-залізом / В.В. Квасницький // Зб. наук. праць НУК. – 2007. – № 4. – С. 51-57.
15. Костін О.М. Зварювальні матеріали: навч. посібник. – Миколаїв: НУК, 2004. – 225 с.

Допоміжна література

16. Kostin, O.M., Yaros, O.O., Yaros, Y.O., Savenko O.V. UPE-500 complex for determining welding and technological characteristics of coated electrodes // The Paton Welding Journal – 2021 - №8 - p.33-37.
17. В.Ф. Квасницький, О.М. Костін, В.В. Квасницький Вплив елементів-депресантів на властивості нікелевих припоїв та жароміцних сплавів // Адгезия расплавов и пайка материалов, 2002, № 35. – С. 129-139.
18. Симс Ч. Жаропрочные сплавы / Ч. Симс, В. Хагель. – М.: Металлургия, 1976. – 576 с.
19. Guidelines for Qualification of Welding Procedures, Welders and Weldability, December 2020. (MQPS Book A). <https://www.lr.org/en/materials-and-qualification-procedures-forships/book-a/>
20. Г.М. Григоренко, В.В. Квасницький, С.Г. Григоренко тощо. Актуальні проблеми дослідження фізико-механічних властивостей матеріалів для зварних та спаяних конструкцій // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2009, № 5. – С.78-85.

21. В. Квасницький, Г. Єрмолаєв, М. Матвієнко Моделювання напружено-деформованого стану при дифузійному зварюванні матеріалів з різними фізико-механічними властивостями // *Машинознавство: Всеукр. щоміс. наук.-техн. і виробн. журнал.* – 2007. – № 7. – С. 30-39.
22. В.В. Квасницький, Г.В. Ермолаєв, М.В. Матвієнко Вплив пластичних деформацій на пружно-деформований стан при дифузійному зварюванні різнорідних матеріалів // *Зб. наук. праць Національного університету кораблебудування (НУК) імені адмірала Макарова.* – 2008. – № 1. – С. 100-107.
23. Approval of the Manufacturing Process of Metallic Materials, January 2021. (NR 480 DT R05 E). <https://marine-offshore.bureauveritas.com/nr480-approval-manufacturing-process-metallic-materials>
24. Glotka O., and Haiduk S. Prediction of high temperature corrosion of nickel-based superalloys // *Innovative Mater. and Technol. in Metallurgy and Mech. Eng.* – 2019. – № 1. – Р. 6–11.
25. Матвієнко, М.В. Структура і механічні властивості з'єднань сталей 10895 та 12Х18Н10Т при дифузійному зварюванні у вакуумі // *Зб. наук. праць НУК.* – 2009. – № 6. – С. 83 - 91.
26. М.В. Матвієнко, Л.І. Маркашова, В.В. Квасницький Формування з'єднання при дифузійному зварюванні з термоциклуванням сталей 12Х18Н10Т та 10864 // *Проблеми техніки: Науково-виробничий журнал.* – 2012. – № 4. – С. 40 - 45.
27. А. М. Верховлюк, І. І. Максютя, Ю. Г. Квасницька тощо. Фазово-структурна стабільність жароміцного корозійностійкого сплаву для литих робочих лопаток ГТУ // *Металознавство та обробка металів.* - 2016. - № 3. - С. 3-9.
28. И.И. Максютя, О.В. Клясс, Ю.Г. Квасницкая. Технологические особенности высокохромистого никелевого сплава комплексно-легированного рением и танталом // *Современная электрометаллургия.* – 2014. – № 1. С. 41-48.
29. Gishvarov A. S. and Davydov M. N. Methods of accelerated tests of turbine blades in power plants operated under multicomponent loading conditions // *Proc. Eng.* – 2017. – 206. – Р. 1813–1818.
30. Kostin O.M., Martynenko V.O. Peculiarities of high-temperature salt corrosion of Ni(L)-Hf-Cr₃C₂ alloy // *Physicochemical mechanic of materials,* – (60) № 2. – 2024. с. 29-34.
31. Патент 133818, Україна : С22С 19/07 (2006.01) С22С 29/10 (2006.01). № u 2018 10959. Жароміцний зносостійкий сплав на основі нікелю. – Опубл. 25.04.2019; Бюл. № 8.
32. В. В. Квасницький, Г. Ф. Мяльніца, М. В. Матвієнко, Є. А. тощо. Дослідження взаємодії сплаву на основі Ni₃Al з прошарками різноманітних систем легування для TLP-з'єднання // *Автоматичне зварювання.* - 2019. - № 8. - С. 22-29.
33. І.І. Максютя, Ю.Г. Квасницькая, Г.Ф. Мяльніца тощо. Забезпечення фазово-структурної стабільності високохромистих сплавів для лопаток ГТУ // *Металл и литье Украины.* – 2012. – № 11. – с. 16 – 20.
34. Kostin O. M., Gladchenko D. S. The impact of hafnium addition on the properties

of heat-resistant nickel alloy SM104 // Shipbuilding and Marine Infrastructure. – 2018. – № 2(10). – P. 193–198.

35. Kostin, O., Martynenko, V., Vakhonina, L. Integrated Assessment of Weldability of Steel with Increased Strength. Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science, 26(2), 2022, с. 9–15.

36. Бугаєнко, Б., Бутурля, Є., Костін О. Розробка припою для паяння жароміцних нікелевих сплавів суднових газових турбін // Вісник Одеського національного морського університету, (59(2), 2020, 107-120.

Інформаційні ресурси в інтернет

<http://nuos.edu.ua>