МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Кораблебудівний навчально-науковий інститут

Кафедра зварювального виробництва

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-
педагогічної роботи

_____ С.О. Слободян

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Основи імпульсних технологій зварювання

Fundamentals of pulse welding technologies

рівень вищої освіти *другий (магістерський)*

тип дисципліни *вибіркова*

мова викладання *українська*

Миколаїв – 2023

Робоча програма навчальної дисципліни "Основи імпульсних технологій зварювання" є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 13 "Механічна інженерія"

"16" квітня 2023 року. 12 с.

Розробник: ДРАГАН С.В., канд. техн. наук, професор НУК, в. о. зав. кафедри зварювального виробництва

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни " Основи імпульсних технологій зварювання " *розглянуто на засіданні кафедри зварювального виробництва*

Протокол № 9 від «11» травня 2023 р.

В. о. завідувача кафедри _____ *С.В. Драган*

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни "Основи імпульсних технологій зварювання" *розглянуто Навчально-методичною радою кораблебудівного навчально-наукового інституту*

Протокол № 4 від «24» 05 2023 р.

Голова _____ *О.В. Бондаренко*

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни " Основи імпульсних технологій зварювання" *погоджено з навчальним відділом*

Начальник відділу _____ *А.В. Лабарткава*

Робоча програма навчальної дисципліни "Основи імпульсних технологій зварювання" *затверджена Навчально-методичною радою НУК*

Протокол № 4 від «24» 05 2023 р.

Голова НМР НУК _____ *Є.І. Трушляков*

© НУК, 2023

ЗМІСТ

Вступ 4
1. Опис навчальної дисципліни 5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни 6
3. Передумови для вивчення дисципліни 6
4. Очікувані результати навчання 6
5. Програма навчальної дисциплін 6
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування 9
7. Форми поточного та підсумкового контролю 10
8. Критерії оцінювання результатів навчання 11
9. Засоби навчання 12
10. Рекомендовані джерела інформації 12

ВСТУП

Анотація

Освітніми програмами підготовки магістрів галузі знань13 - Механічна інженерія передбачено набуття студентами навичок генерувати нові ідеї (креативність), здатність критичного аналізу та прогнозування параметрів виробничих процесів інноваційного характеру на основі знання та використання сучасних і передових технологій обробки матеріалів, зокрема в машинобудівній галузі промисловості.

Зміст навчальної дисципліни "Основи імпульсних технологій зварювання" передбачає розгляд сутності імпульсного керування як засобу активного впливу на зварювання та споріднені процеси; розгляд способів та засобів керування плавленням електродного металу, перенесенням його через дуговий проміжок і кристалізацією розплаву зварювальної ванни з роздільними та суміщеними функціями.

Викладається вплив імпульсних процесів на формування зварних швів та властивостей зварних з'єднань і поверхневих шарів металу при наплавленні та нанесенні покриттів, студенти знайомляться з методами та перспективами ефективного використання імпульсних технологій зварювання; отримують навички побудови раціональних технічних систем з імпульсними алгоритмами керування при зварюванні та споріднених процесах.

Ключові слова: *імпульсні технології, зварювання, обладнання.*

Annotation

Educational programs for masters of knowledge13 - Mechanical Engineering provides students with skills to generate new ideas (creativity), the ability to critically analyze and predict the parameters of production processes of innovative nature based on knowledge and use of modern and advanced materials processing technologies, including in engineering.

The content of the discipline "Fundamentals of pulse welding technology" involves consideration of the essence of pulse control as a means of active influence on welding and related processes; consideration of methods and means of controlling the melting of the electrode metal, its transfer through the arc gap and the crystallization of the melt of the welding bath with separate and combined functions.

The influence of pulse processes on the formation of welds and the properties of welds and surface layers of metal during surfacing and coating is considered, students get acquainted with the methods and prospects of effective use of pulse welding technologies; gain skills in building rational technical systems with pulse control algorithms for welding and related processes.

Keywords: pulse technologies, welding, equipment.

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 5,0</td><td rowspan="3">Галузь знань

13 - Механічна інженерія</td><td colspan="2">Вибіркова</td></tr>
<tr><td>Модулів – 1</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 2</td><td>1-й</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="4">Електронний адрес РПНД на сайті Університету</td><td rowspan="4"></td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>1-й</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекцій</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Індивідуальне науково-дослідне завдання
- Нема</td><td>30 год.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин - 150</td><td>30 год.</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 4;

самостійної роботи здобувача – 6.</td><td rowspan="5">Освітній рівень:
другий (магістерський)</td><td>-</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>90 год.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальні завдання:
- год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю: залік</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма контролю: тестування</td></tr>
</table>

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни "Основи імпульсних технологій зварювання" є формування у студентів таких компетентностей:

1) здатність розробляти технології зварювання та споріднених процесів при використанні імпульсних впливів на параметри режиму обробки матеріалу;

2) здатність критичного аналізу способів імпульсного впливу на параметри режиму та оброблюваний метал з метою вибору оптимальних технологій зварювання та споріднених процесів;

3) здатність розробляти технологічні процеси зварювання з використанням імпульсних технологій.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення даної дисципліни є фахові дисципліни дисциплін, передбачені освітніми програмами першого рівня вищої освіти галузі знань 13 "Механічна інженерія".

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни "Основи імпульсних технологій зварювання" передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

1) знати та розуміти фізичну сутність процесів перенесення металу та формування зварних швів при наявності імпульсного впливу на параметри режиму зварювання;

2) уміти вибирати найбільш ефективні імпульсні технології зварювання, наплавлення та споріднених процесів;

2) уміти скласти структурну блок-схему системи керування виконавчого пристрою для реалізації імпульсного впливу на електродний дріт при дуговому зварюванні і споріднених процесах.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Фізичні основи імпульсних технологій зварювання і споріднених процесів

Тема 1. Вступ. Основні відомості про роль імпульсних процесів у зварюванні. Поняття імпульсної модуляції параметрів режимів зварювання. [1], с. 66 – 69, 70 - 75.

Тема 2. Загальна характеристика процесів зварювання, наплавлення, нанесення покриттів як об'єктів імпульсного керування та регулювання. [1], с. 7 – 31, 59 – 66; [2].

Тема 3. Імпульсне керування дуговим зварюванням. Сили, діючі на краплю електродного металу при зварюванні [1], с. 31 – 54; [2].

Тема 4. Способи імпульсного керування переносом електродного металу при дуговому зварюванні. [1], с. 70 – 75, 88 - 91; [2].

Тема 5. Керування процесами формування шва при імпульсно-дуговому зварюванні. [1], с. 117 – 122; [2], с. 267 - 271, 275 – 293; [2]; [3].

Тема 6. Устаткування для імпульсно-дугового зварювання в захисних газах. [1], с. 91 – 96, 145 – 179; [2].

Тема 7. Типові технології імпульсно-дугового зварювання і наплавлення різних матеріалів. [1], с. 123 – 131; [6].

Тема 8. Особливості технології імпульсно-дугового нанесення покриттів. [1], с. 126 – 127; [2].

Змістовий модуль 2. Новітні технології зварювання з використанням імпульсних процесів

Тема 9. Способи комбінованого імпульсного впливу на дуговий процес. Системи механічного імпульсного впливу на електродний дріт і кристалізацію металу при зварюванні. [1], с. 97 – 102; [2].

Тема 10. Імпульсне керування швидкістю подачі електродного дроту і кристалізацією металу при зварюванні і наплавленні в захисних газах. [2].

Тема 11. Вплив високочастотних механічних коливань електродного дроту на дуговий процес при автоматичному наплавленні під флюсом [2].

Тема 12. Технології дугового зварювання і наплавлення з комбінованим імпульсним впливом на дуговий процес. [2].

Тема 13. Техніко-економічні показники ефективності імпульсних технологій у зварюванні і споріднених процесах. [3].

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин			
	денна форма			
	усього	у тому числі		
		л	п.з.	с.р.
1	2	3	4	5
Змістовий модуль 1. Фізичні основи імпульсних технологій зварювання і споріднених процесів. Дугове зварювання, наплавлення, нанесення покриттів з імпульсною модуляцією струму				
Тема 1. Вступ. Основні відомості про роль імпульсних процесів у зварюванні. Поняття імпульсної модуляції параметрів режимів зварювання.	6	2		4
Тема 2. Загальна характеристика процесів зварювання, наплавлення, нанесення покриттів як об'єктів імпульсного керування та регулювання.	12	2		10
Тема 3. Імпульсне керування дуговим зварюванням. Сили, діючі на краплю електродного металу при зварюванні	14	2	2	10

Тема 4. Способи імпульсного керування переносом електродного металу при дуговому зварюванні	10	2		8
Тема 5. Керування процесами формування шва при імпульсно-дуговому зварюванні.	10	2	2	6
Тема 6. Устаткування для імпульсно-дугового зварювання в захисних газах.	14	2	4	8
Тема 7 Типові технології імпульсно-дугового зварювання і наплавлення різних матеріалів.	14	4	2	8
Тема 8. Особливості технології імпульсно-дугового нанесення покриттів.	10	2	2	6
Разом за змістовим модулем 1	90	18	12	60
Змістовий модуль 2. Новітні технології зварювання з використанням імпульсних процесів				
Тема 9. Способи комбінованого імпульсного впливу на дуговий процес. Системи механічного імпульсного впливу на електродний дріт і кристалізацію металу при зварюванні.	16	2	4	10
Тема 10. Імпульсне керування швидкістю подачі електродного дроту і кристалізацією металу при зварюванні і наплавленні в захисних газах.	10	2	2	6
Тема 11. Вплив високочастотних механічних коливань електродного дроту на дуговий процес при автоматичному наплавленні під флюсом	10	2	4	4
Тема 12. Технології дугового зварювання і наплавлення з комбінованим імпульсним впливом на дуговий процес.	15	4	6	5
Тема 13. Техніко-економічні показники ефективності імпульсних технологій у зварюванні і споріднених процесах.	9	2	2	5
Разом за змістовим модулем 2	60	12	18	30
Усього годин	**150**	**30**	**30**	**90**

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розрахунок балансу сил, що діють на краплю розплавленого електродного металу	4
2	Аналіз процесів формування шва при імпульсно-дуговому зварюванні	2
3	Вивчення особливостей конструкції джерел живлення і механізмів подачі дроту для імпульсно-дугового зварювання	6
4	Розробка принципової технології імпульсно-дугового зварювання заданого матеріалу	4
5	Розробка принципової технології імпульсно-дугового нанесення покриття (наплавлення) заданого матеріалу	4
6	Вивчення принципової будови системи керування приводом імпульсної подачі електродного дроту	4
7	Розробка принципової технології зварювання з комбінованим впливом на дуговий процес	6
Разом		**30**

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Норматив	Денна форма
1	Підготовка до лекційних занять	2 год. на 1 лек.	30
2	Підготовка до практичних занять	2 год. на 1 заняття.	30
3	Підготовка до поточного модульного контролю	до 30 год. на 1 захід	30
	Разом		90

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

Методи навчання:

- лекція;
- практичне заняття;
- частково-пошуковий.

Засобами діагностики результатів навчання та методами їх демонстрування є:

- - метод евристичних питань (МЕВ);
- - практична робота;
- залік.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю, оцінки контрольних робіт за змістовими модулями і оцінки заключного тесту.

Питома вага заключного заліку - ***40 балів***. Право здавати залік дається студенту, який з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок набирає не менше ***60 балів***. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки заліку.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному 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 практичних завдань.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Практичне завдання

Бал	Критерії оцінювання
5-6	Завдання виконане у встановлений термін, самостійно, чітко сформований алгоритм розв'язання завдання. Застосовувалися коректні методи отримання результатів, виконаний їх аналіз.
3-4	Завдання виконане з порушенням встановлених термінів. Студент виконав завдання після консультації викладача. Завдання виконане в цілому правильно, але містить помилки, які суттєво не впливають на кінцевий результат.
1-2	Завдання виконане з порушенням встановлених термінів. Студент виконав завдання під керівництвом викладача. Отримані результати містять помилки, аналіз результатів відсутній.
0	Завдання не виконувалося.

Поточний модульний контроль у формі контрольної роботи (3 питання)

Бал	Критерії оцінювання
7-9	Подані правильні відповіді на всі контрольні питання, розкривають їх суть, викладені логічно, містять необхідні графічні ілюстрації, або приклади. Кожна відповідь закінчується короткими висновками.
3-6	Є відповіді на всі контрольні питання і достатньо розкривають їх суть. Відповіді можуть містити деякі неточності або помилки, містять необхідні графічні ілюстрації, або приклади.
1-2	Подані правильні, але неповні відповіді не менш ніж на 2/3 контрольних питань. Відповіді містять неточності або помилки, графічні ілюстрації або приклади відсутні.
0	Контрольна робота не виконувалася.

Форма контролю	Максимальна кількість балів
Виконання практичних завдань	7 завд. × 6 бали = 42 бали
Поточний модульний контроль	2 МКР × 9 балів = 18 балів
Всього	**60**

Підсумковий контроль

Підсумковий контроль складається з тестування (10 тестових завдань)

Тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	40	36	32	28	24	20	16	12	8	4

8. Критерії оцінювання результатів навчання

№№ змістового модуля і теми		Денна форма	
		Вид роботи	Кількість балів
	Т3	Практичне завдання № 1	6
ЗМ 1	Т5	Практичне завдання № 2	6
	Т6	Практичне завдання № 3	6
	Т7	Практичне завдання № 4	6
	Т8	Практичне завдання № 5	6
ПМК		МКР 1	9
ЗМ 2	Т9	Практичне завдання № 6	6
	Т12	Практичне завдання № 7	6
ПМК		МКР 2	9
Підсумковий контроль		залік	40
Сума			**100**

9. Засоби навчання

Плакати (слайди)

1. Сили, що діють на краплю металу.
2. Класифікація способів імпульсного впливу на дуговий процес.
3. Стабільність дугового процесу при зварюванні з високочастотними коливаннями електродного дроту.
4. Вплив високочастотних коливань електродного дроту на геометрію наплавленого валика і структуру металу.
5. Технологія імпульсно-дугового наплавлення суднових валів.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Драган С.В. Джерела живлення для зварювання плавленням.: Навч. посібник. / С.В. Драган. – Миколаїв: УДМТУ, 2002. - 320 с.

Допоміжна література

2. Лебедєв В. О. Застосування імпульсних впливів при дуговому зварюванні плавким електродом у середовищі захисних газів (Огляд) / В.О Лебедєв, С.В. Драган, Г.В. Жук та ін. // Автоматичне зварювання, 2019. - № 8. – С. 30 – 39.

3. Жерносеков А.М. Тенденції розвитку керування процесами переносу металу у захисних газах (Огляд) / А.М. Жерносеков // Автоматичне зварювання 2012. - №1. С.33 - 36.

8.Інформаційні ресурси в інтернет

1. http:// nuos. edu. ua