

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи

з дисципліни “**Автоматичне керування зварюванням**” для студентів
спеціальності 131 «Прикладна механіка» усіх форм навчання

2017

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни
“**Автоматичне керування зварюванням**” для студентів спеціальності
131 «Прикладна механіка» усіх форм навчання / Укл.: А.О. Шумілов, О.Є.
Капустян – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. - 14 с.

Укладачі: А.О. Шумілов, канд. техн. наук, доцент;

О.Є. Капустян, старш. викл.

Рецензент: Ю.М. Савонов, канд. техн. наук, доцент

Редактор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено

на засіданні кафедри ОТЗВ

Протокол № 8 від 29.03.2017

Рекомендовано до видання

НМК ІФФ

Протокол № 8 від 11.04.2017

ЗМІСТ

1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ	4
2 РОБОЧА ПРОГРАМА І МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИВЧЕННЯ ТЕМ ДИСЦИПЛІНИ	5
3 ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ	9
4 КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ	10
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	14

1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Вчені довели, що підвищення рівня виробництва може забезпечуватися через підвищення кваліфікації виробника на 20 %, покращення організації виробництва праці на 20 % та шляхом повної механізації та автоматизації виробництва на 60 %. Таким чином, автоматизація виробництва є найважливішим шляхом збільшення виробничості праці.

Метою дисципліни «Автоматичне керування зварювання» є знайомство студентів з особливостями елементної бази і принципами роботи сучасного електронного зварювального обладнання; підготувати фахівців до самостійного вирішення питань механізації, автоматизації, налагодження, ремонту та експлуатації обладнання для дугового, контактного та електрошлакового зварювання.

Завданням навчальної дисципліни «Автоматичне керування зварювання» є вивчення основних методів і принципів механізації та автоматизації зварювальних процесів.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати:

- сучасний стан і перспективи розвитку електронного зварювального обладнання і його елементної бази;
- основні принципи побудови і роботи схем електронного зварювального обладнання;
- принципи побудови систем автоматичного регулювання.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен вміти:

- читати схеми пошуку простих поломок в обладнанні і правильно його експлуатувати;
- оцінити технічні переваги зварювального обладнання і раціонально підходити до його вибору згідно з технологічними умовами;
- створювати, налагоджувати і експлуатувати автоматичні зварювальні установки.

Ця дисципліна базується на знаннях з фізики, вищої

математики, матеріалознавства, електроніки та схемотехніки, джерел живлення, зварювання тиском та плавленням, теорії зварювальних процесів та ін. Вона готує студентів до засвоєння таких дисциплін як САПР, управління якістю, виробництво зварних конструкцій та застосовується у дипломному проектуванні.

Вона забезпечується лекційним курсом в обсязі 14 годин, проведенням лабораторних робіт в обсязі 14 годин та самостійної роботи - 60 годин.

Для того, щоб у повному обсязі та глибоко вивчити предмет, правильно відповісти на поставлені питання при виконанні контрольного завдання і лабораторних робіт, необхідно самостійно працювати з рекомендованою літературою. Ознайомившись з програмою кожного розділу курсу, треба прочитати відповідні літературні джерела, посилання на які наведені в кінці кожного розділу програми.

Після вивчення теоретичного матеріалу студент пише контрольні роботи з метою закріплення теоретичних знань та самоконтролю з вивченого предмету.

2 РОБОЧА ПРОГРАМА І МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИВЧЕННЯ ТЕМ ДИСЦИПЛІНИ

Теми лекцій, їх зміст наведені в табл. 2.1

Таблиця 2.1

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	Денна форма				Заочна форма			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
		л	лаб	с.р.		л	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Змістовий модуль 1 Елементи систем автоматичного регулювання								
Вступ. Мета, завдання й порядок вивчення курсу.	12	2	2	8	10,5	0,5		10
Тема 1 Тенденції і перспективи	12	2	2	8	10,5	0,5		10

розвитку зварювального виробництва. Тема 2 Роль, задача і значення автоматизації виробничих процесів, межі її застосування і перспективи розвитку. Основні види автоматизації. Особливості автоматизації збирально-зварювальних процесів. Тема 3 Основна термінологія, класифікація систем автоматичного управління. Поняття про зворотний зв'язок в системі регулювання.								
Разом за змістовим модулем 1	50	8	8	34	50,5	2,5		48
Змістовий модуль 2 Регулювання за відхиленням і за збудженням								
Тема 4 Пряме і непряме регулювання.	8	1	1	6	8,3	0,3		8
Тема 5 Преривне і неперервне регулювання. Системи автоматичного регулювання в залежності від закону відтворення.	8	1	1	6	8,3	0,3		8
Тема 6 Системи стабілізації. Системи, що стежать. Системи, що самоналагоджуються.	11	2	2	7	11,5	0,5		10
Разом за змістовим модулем 2	38	6	6	26	39,5	1,5		36
Змістовий модуль 3. Датчики і підсилювачі								
Тема 7 Поняття про датчики. Вимоги до них. Контактні датчики. Тензоопори. Термоопори. Термоелектричні датчики. Тема 8 Фотоелектричні і індуктивні датчики. Датчики Холла.	11	2	2	7	11,4	0,4	1	10
Тема 9 Сельсини і їх застосування в пристроях автоматики Схеми включення датчиків: мостова,	11	2	2	7	11,4	0,4	1	10

потенціометрична, диференціальна, компенсаційна.								
Тема 10 Загальні відомості про підсилювачі. Електромашинні підсилювачі і їх застосування для автоматизації зварювальних процесів. Магнітні підсилювачі. Магнітний підсилювач з обмоткою зміщення. Зворотній зв'язок в магнітних підсилювачах.								
Разом за змістовим модулем 3	22	4	4	14	22,8	0,8	2	20
Змістовий модуль 4. Автоматичне регулювання зварювальних процесів (САР)								
Тема 11 САР дуги саморегулюванням та із впливом на швидкість подачі електродного дроту (АРНД). САР вильоту електроду (АРВ) та САР із впливом на джерело живлення (АРЖ).	11	2	2	7	11,4	0,4	1	10
Тема 12 САР проплавлення при дуговому зварюванні. Автоматизація напряду зварювальної головки за стиком.								
Тема 13 Автоматичне регулювання процесу електрошлакового зварювання. Характеристики шлакової ванни як об'єкта регулювання. САР рівня шлакової ванни, напруги при ЕШЗ.								
Тема 14 Класифікація систем керування машинами для контактного зварювання. Системи програмного керування процесами контактного зварювання за електричними параметрами, за температурою та дилатометричним	11	2	2	7	11,4	0,4	1	10

ефектом.								
Разом за змістовим модулем 4	22	4	4	14	22,8	0,8	2	20
Усього годин	88	14	14	60	90	4	2	84

Структура курсу "Автоматичне керування зварюванням":

1. Види автоматизації, їх призначення, основні задачі.
 2. Принципи загального будування систем автоматичного регулювання (САР).
 3. Чутливі елементи та схеми їх використання.
 4. Підсилюючі пристрої:
 - а) електронні;
 - б) напівпровідникові;
 - в) магнітні (МП);
 - г) електромагнітні (ЕМП);
 - д) пневмомагнітні;
 - з) гідравлічні.
 5. Виконуючі пристрої.
 6. Допоміжна апаратура для автоматизації зварювальних процесів.
 7. Система автоматичного керування процесом дугового, контактного та електрошлакового зварювання.
- Заняття 1. Схема, принцип дії та рівняння системи автоматичного регулювання дугового зварювання саморегулюванням (АРДС).
Самостійна робота - 2 год. Практичні заняття - 2 год.
- Заняття 2. Схема, принцип дії та рівняння системи автоматичного регулювання напруги дуги через змінення швидкості подачі електродугового дроту (АРНД)
Самостійна робота - 2 год. Практичні заняття - 2 год.
- Заняття 3. Схема, принцип дії та налагодження схеми автоматичного регулювання вольоту електрода.
Самостійна робота - 2 год. Практичні заняття - 2 год.
- Заняття 4. Схема автоматичного регулювання з впливом на систему живлення з жорстким та гнучким зв'язком.
Самостійна робота - 2 год. Практичні заняття - 2 год.
- Заняття 5. Засоби автоматичного регулювання рівня металеві ванни при електрошлаковому зварюванні (АРЕШЗ).
Самостійна робота - 2 год. Практичні заняття - 2 год.

Заняття 6. Автоматизація процесу контактного зварювання.
Робота схеми автоматичного регулятора РЦС-403.

Самостійна робота - 2 год. Практичні заняття - 2 год.

Заняття 7. Автоматичні засоби слідкування за стиком при дуговому зварюванні. Релейно-контактний метод.

Самостійна робота - 2 год. Практичні заняття - 2 год.

3 ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

При вивченні дисципліни студенти повинні придбати практичні навички з теорії керування зварюванням. Це відбувається при проведених лабораторних робіт (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Перелік лабораторних робіт

№	Найменування роботи	К-сть годин	Графік виконання, тиждень
1.	Дослідження схеми регулювання електронних регуляторів циклу зварювання типу РЦС – 403, РКС -801 із тиристорним контактором КТ -1У4	4	1
2.	Дослідження електромашиного підсилювача з поперечним полем	4	2
3.	Дослідження датчиків неузгодженості в індикаторному і трансформаторному режимах	4	3
4.	Дослідження магнітного підсилювача	4	4
5.	Дослідження магнітодіодів	4	5
6.	Елементи запам'ятовування і витримки часу	4	6
7.	Дослідження ємнісних датчиків	4	7
8.	Дослідження принципу дії зварювальних контакторів	4	9
9.	Дослідження безконтактних індуктивних вимикачів	4	11
10.	Дослідження терморезисторів	4	13

4 КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Виконання контрольного завдання має на меті забезпечити ритмічність самостійної роботи студентів заочної форми навчання.

На всі питання слід давати чіткі, вичерпні відповіді згідно з програмою курсу; при необхідності ілюструвати відповіді рисунками, схемами, діаграмами і т.п. Перед кожним питанням повинен стояти його номер, а сам текст питання повністю переписаний.

В процесі вивчення даного предмету користуватися не тільки рекомендованою літературою. Можна аналізувати інформацію, подану в Інтернеті, сучасних періодичних технічних виданнях тощо.

Студент виконує той варіант завдання, що дає викладач. Заміна питань або варіантів контрольного завдання без дозволу викладача неприпустима.

Контрольне завдання підписує студент.

Контрольні роботи повинні бути виконані та вислані на кафедру для рецензування відповідно до терміну, зазначеного у навчальному плані, але не пізніше, ніж за два тижні до початку заліково-екзаменаційної сесії.

Якщо після перевірки роботи вона не буде зарахована, то студент має право внести необхідні поправки у виді окремого доповнення до даної роботи, що висилається на повторну рецензію разом з незарахованою роботою.

Перелік питань

1. Основні типи автоматизації;
2. Системи стабілізації;
3. Функціональна схема САР;
4. Слідкуючі системи;
5. Регулювання по відхиленню, збудженню, комбіноване регулювання;
6. Програмне регулювання;
7. Поняття про системи, що самоналагоджуються.
8. Системи релейного регулювання;
9. Регулювання по замкненому й розімкненому циклам;
10. Пряме регулювання;
11. Імпульсне регулювання;

12. Непряме регулювання.
13. Способи завдання програм в системах автоматичного регулювання
14. Системи, що самоналагоджуються для контактного зварювання
 15. Класифікація збуджуючих процесів в зварюванні.
 16. Поняття про датчики, вимоги до них, контактні датчики;
 17. Магнітний підсилювач;
 18. Реостатні та потенціометрійні датчики;
 19. Електромагнітний підсилювач (ЕМП);
 20. Вугільні датчики;
 21. ЕМП з поперечним полем;
 22. Тензорезистори;
 23. Загальні відомості про підсилювачах;
 24. Датчики температури;
 25. Найважливіші схеми включення датчиків; розрахунок потенціометричної схеми включення датчиків.
26. Фотоелектричні датчики;
27. Сельсини у трансформаторному режимі;
28. Індуктивні датчики;
29. Сельсини у індикаторному режимі;
30. Датчики Холла, магнітодіоди;
31. Ємнісні датчики;
32. Сельсин у поодинокому підключенні;
33. Будова та принцип дії сельсина,
34. Датчики Холла. Магнітодіоди та магніторезистори.
35. Система, що самосинхронізується передачі кута. питомий та найбільшій синхронізуючий моменти.
36. Системи саморегулювання дуги (АРДС).
37. Робота схеми (АРДС) з допоміжним регулятором вильоту електрода.
38. Системи автоматичного регулювання параметрів режиму зварювання (АРНД).
39. Аналіз статичної характеристики системи АРНД.
40. Способи виміру рівня металічної ванни при електрошлаковому зварюванні.
41. Схема автоматичного регулювання ЕШЗ.
42. Налагодження системи АРНД при різних значеннях

коефіцієнта $K_{рег}$.

43. Вплив помилок системи АРНД на параметри шва.
44. Способи автоматичного регулювання з компенсацією коливання напруги мережі (АРМ).
45. Робота системи АРМ з автотрансформатором.
46. Система автоматичного регулювання процесу точкового зварювання.
47. Системи автоматичного слідкування за стиком.
48. Системи, що стежать з регулятором прямої дії.
49. Автоматичне регулювання проплавлення з впливом на становище дуги в просторі.
50. Регулювання параметрів литого ядра при точковому зварюванні.
51. Система автоматичного регулювання стикового зварювання.
52. Регулювання вильоту електрода за допомогою фотоелектричних систем.
53. Програмне керування зварювальним циклом при зварюванні в захисному газі.
54. Функціональна схема контуру дугового зварювання.
55. Класифікація систем програмного керування координатами ланцюгів маніпуляційних систем зварювального обладнання.
56. Класифікація систем кінематичного програмного керування координатами ланцюгів маніпуляційних систем обладнання для дугового зварювання та наплавлення.
57. Програмне керування циклом зварювання електродом, що не плавиться.
58. Автоматизація керування положенням зварювального пальника при зварюванні та наплавленні.
59. Зварний шов при електронно-променевому зварюванні (ЕПЗ), як об'єкт регулювання.
60. Вимоги до властивостей локальних регуляторів параметрів режиму ЕПЗ.
61. Автоматичне керування якістю зварного шву ЕПЗ.
62. Системи наведення та автоматичного направлення електронного променя по стику кромок, що зварюються.
63. Використання ЕОМ для керування процесом ЕПЗ.

64. Вимоги до властивостей локальних регуляторів параметрів режиму електронно-променевого зварювання.
65. Регулятори струму електронного променя.
66. Регулятор струму бомбардування катода електронно-променевої гармати (ЕПГ).
67. Регулювання потужності електронного променя.
68. Регулятори струму ІЧ фокусувальної лінзи.
69. Регулятори струму відхиляючої котушки.
70. Програмне переміщення електронного променя.
71. Автоматичне керування якістю зварного шва.
72. Системи наведення і автоматичного направлення електронного променя по стику кромок, що зварюються.
73. Застосування ЕОМ для керування процесом електронно-променевого зварювання.
74. Електрошлаковий процес, як об'єкт регулювання.
75. Регулювання рівня металевих та шлакових ван.
76. Темодатчики ЕШЗ.
77. Контактні датчики ЕШЗ.
78. Радіоактивні датчики ЕШЗ.
79. Індукційні датчики ЕШЗ.
80. Фотодатчики для регулювання рівня шлакової ванни.
81. Регулювання режиму електрожужільного зварювання у функції зварювального зазору.
82. Автоматизація контактного зварювання (КЗ).
83. Контактне точкове зварювання, як об'єкт автоматичного керування (зварювальний струм, час зварювання, зусилля стиснення, розміри робочої поверхні електроду).
84. Контактне точкове зварювання, як об'єкт автоматичного керування (коливання напруги мережі живлення, зміна опору вторинного контуру зварювальної машини, зміна зусилля стиснення електродів, зміна геометричних розмірів робочої поверхні електродів, зміна опору деталей, що зварюються).
85. Склад та основні пристрої систем автоматичного керування процесом точкового та шовного зварювання.
86. Автоматичне регулювання зварювального струму процесів точкового та шовного зварювання.
87. Регулятори напруги, потужності та енергії процесів точкового та шовного зварювання.

88. Регулятори температури та інфрачервоного випромінювання на електродній дільниці процесів точкового та шовного зварювання. Регулятори переміщення електродів під дією теплового розширення металу. Регулятори опору.

89. Використання роботів для автоматизації процесів зварювання.

90. Використання електромеханічних приводів для автоматизації процесів зварювання.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Автоматизация сварочных процессов. / Под ред. Лебедева В.К. и проф. Черныша В.П. - К.: Вища школа, 1986. – 296 с.

2. Автоматическое регулирование проплавления при сварке неплавящимся электродом / В.К. Лебедев, Р.М. Широковский, Ю.А. Паченцев и др. // Датчики и измерительные преобразователи для контроля и регулирования сварочных процессов. - К.: ИЭС им. Е.О. Патона, - 1985 - С. 42—47.

3. Автоматичне керування електрозварювальними процесами і установками: Навч. посібник / За ред. В.К.Лебедева, В.П. Черниша.- К.: Вища шк., 1994. - 391 с.

4. Агейкин Д.И., Костина Е.И., Кузнецова Н.И. Датчики контроля и регулирования: Справ. материал. - М: Машиностроение, 1965. - 928 с.

5. Беседы по автоматике. Голубничий Н.И., Зайцев Г.Ф., Иващенко М.А., Чинаев П.И., Чумаков Н.М. – К.: Техніка, 1971. - 232 с.

6. Бондаренко О.П., Дуркин В.Е. Автоматизация процесса электрошлаковой сварки протяженных швов // Автомат. упр. процессами сварки и нанесения покрытий: Сб. научн. тр. - К.: ИЭС им. Е.О. Патона, 1984.

7. Гайдамак О. Л. Автоматизація дугового зварювання [Текст] / О. Л. Гайдамак ; Вінницький національний технічний ун-т. - Вінниця : ВНТУ, 2006. - 65 с.

8. Гинзбург С.А., Лехтман И.Я., Малов В.С. Основы автоматки и телемеханики. - М.: Машиностроение, 1966. – 359 с.