

Міністерство освіти і науки України
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до самостійної роботи
з дисципліни «Теорія процесів зварювання»
для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка»
для студентів усіх форм навчання

2017

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Теорія процесів зварювання» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» для студентів усіх форм навчання / Укл. О.Є. Капустян – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017 – 18 с.

Укладачі: О.Є. Капустян, ст. викладач;
Р.А. Куликовський, канд. техн. наук, доцент
Рецензент: М.Ю. Осіпов, канд. техн. наук, доцент
Редактор: І.П. Аверченко
Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено
на засіданні кафедри ОТЗВ
Протокол № 8 від 27.03.2017

Рекомендовано до видання
НМК ІФФ
Протокол № 8 від 15.04.2017

ЗМІСТ

1 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ	4
2 РОБОЧА ПРОГРАМА І ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИВЧЕННЯ ТЕМ ДИСЦИПЛІНИ.....	4
3 ПЕРЕЛІК РОБІТ	10
4 КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ	11
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	15
Основна	15
Додаткова	16
Журнали	18

1 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Вивчення дисципліни " Теорія процесів зварювання ", ставить своєю метою глибоке засвоєння студентами питань утворення зварного з'єднання, основ фізичної хімії, металургійних, теплових та термодформаційних процесів при зварюванні, а також технологічної здатності до зварювання металів, сталей і сплавів.

Дисципліна " Теорія процесів зварювання " базується на знаннях, надбаних студентами при вивченні курсів: "Хімія", "Фізика", "Вища математика", "Матеріалознавство", "Теплотехніка" та інші і підготовлює студентів до засвоєння дисциплін: "Зварювання плавленням", "Зварювання тиском", "Газополуменева обробка металів і пластмас", "Контроль якості зварювання", "Напруження та деформації при зварюванні" та ін.

Досягнення поставленої мети забезпечується читанням лекцій з курсу в обсязі 72 годин, лабораторних робіт у обсязі 88 годин, двох РГЗ (розрахунково-графічні завдання), курсового проекту та виконанням самостійної роботи. Лекційний курс включає в себе читання лекцій і самостійну роботу за такою тематикою.

Виконання всіх видів роботи студентами з курсу ТПЗ надає їм можливість набрати 7,5 кредитів.

2 РОБОЧА ПРОГРАМА І ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИВЧЕННЯ ТЕМ ДИСЦИПЛІНИ

Теми лекцій, їх зміст і рекомендована література до їх вивчення наведені в табл. 2.1

Таблиця 2.1

№	Тема лекції	Стислий зміст лекції	Рекомендова на література, стор.
1	2	3	4
1	Задачі курсу. Історія та	Розділи курсу, послідовність їх вивчення, задачі та мета курсу.	[1] с. 3-7 [2] с. 3-9

1	2	3	4
	перспективи розвитку зварювання.	Історія розвитку. Перспективи розвитку питань теорії зварювання.	
2	Суть процесу зварювання. Фізична природа утворення зварного з'єднання.	Види міжатомних зв'язків. Будова кристалічної ґратки. Міжатомні взаємодії. Двостадійність процесу зварювання. Що таке "зварювання"?	[1] с. 7-20 [2] с. 10-30 [3] с. 9-16
3	Класифікація процесів зварювання та джерел живлення.	Класифікаційні ознаки. Енергія активації. Технологічні особливості видів зварювання. Енергетичні властивості процесу зварювання. Обґрунтування вибору джерел живлення.	[1] с.21-35 [3] с. 16-39, с. 123-129
4	Іонізація у дузі. Електронне збудження. Термічна іонізація. Рекомбінація. Рівняння Саха.	Іонізація у дузі. Потенціал іонізації. Ефективний потенціал іонізації газової суміші.	[1] с. 42-76 [2] С. 56-77 [3] с. 98-103
5	Будова дуги	Процеси у катодній та анодній областях. Процеси у стовпі дуги. Автоелектронна емісія. Термоемісія. Падіння напруги в дузі. Рівняння Айртона.	[1] с.77-107 [2] с. 78- 90 [3] с. 104-113
6	Вольт-амперна характеристика дуги. Баланс енергії дуги. Плазмово-дугові процеси. Електронно-променеве джерело. Сили,	Будова вольт-амперної характеристики дуги. Використання ділянки ВАХ. Газу для плазмово-дугових процесів. Електронно-променеве джерело для зварювання. Види переносу.	[1] с.108-134 с.142-160; [2] с. 79-82 с. 221-226 [3] с. 120-125

1	2	3	4
	діючі у дузі.		
7	Основи фізичної хімії та їх використання у зварюванні	Перший початок термодинаміки. Ентальпія. Внутрішня енергія. Слідства першого закону. Другий закон термодинаміки. Ентропія.	[1] с. 163-194 [2] С. 160-170 [3] с. 39-51
8	Ізотермні потенціали. Максимальна робота системи. Хімічна рівновага. Гомогенні системи.	Ізобарно-ізотермний потенціал. Рівняння Уліха. Хімічна рівновага у гомогенній системі.	[1] с.197-214 [2] С. 171-176 [3] с. 51-58
9	Хімічна рівновага у гетерогенній системі.	Правило фаз Гіббса. Максимальна робота як міра спорідненості. Обчислення констант рівноваги.	[1] с. 218-228 [2] С. 178-185 [3] с.58-62
11	Явища у рідких середовищах та на межах розділу фаз.	Закон Генрі. Закон Ернста. Використання законів у зварюванні. Поверхнева енергія. В'язкість рідини. "Довгі" та "короткі" флюси.	[1] с.228-234 [2] С.188-197 [3] с. 76-84
12	Дифузія при зварюванні.	Закони дифузії. Механізми дифузії. Вплив на дифузію деяких факторів. Дифузійні процеси при зварюванні.	[1] с.243-245 [2] С.204-216
13	Корозія зварних з'єднань.	Умови і фактори корозії. Механізми корозії. Гомогенна та гетерогенна ЕХК.	[1] с.3-36
14	Металургійні основи зварювання плавленням.	Зварювальні ванни. Потоки у зварювальній ванні. Взаємодія металів з киснем. Взаємодія зі складними газами. Вплив кисню на властивості сталей.	[1] с. 261-289 [2] С. 218-233 [3] с. 197-205
15	Поглинання газів при зварюванні.	Поглинання водню. Поглинання азоту. Засоби захисту від	[1] с. 328-339 [2] С. 234-238

1	2	3	4
	Механізм утворення пор. Шлакові включення.	поглинання газів. Вплив водню та азоту на властивості. Умови утворення пор. Умови утворення шлакових включень.	с. 274-282 [3] с. 216-232 с. 323-328
16	Теплові процеси при зварюванні. Основні поняття.	Ізотерма. Температурне поле. Закони теплопровідності Фур'є. Диференціальне рівняння теплопровідності. Схеми тіл, що нагріваються.	[1] с.377-391 [2] с. 95-106 [3] с. 86-90 с.132-148
17	Джерела теплоти при зварюванні.	Миттєві джерела нагрівання. Розповсюдження тепла від дії миттєвих джерел. Рухомі джерела. Зварювальна дуга. Електрошлаковий процес.	[1] с.391-401 [2] С.107-118 [3] с. 149-164
18	Процеси розповсюдження тепла від рухомих зосереджених джерел постійної потужності.	Нагрівання полуобмеженого масивного тіла точковим джерелом. Періоди нагрівання тіл. Нагрівання рухомим лінійним джерелом. Розрахунки у періоді вирівнювання температур.	[1] с.403-432 [2] с.118-135 [3] с. 165-192
19	Вплив обмеженості і розмірів тіла на процес розповсюдження тепла.	Наплавлення на поверхню плоского шару. Нагрівання поблизу краю тіла та від краю тіла. Зварювання двох вузьких пластин. Нагрівання тіл обертання. Розрахунки температур при зварюванні різнородних металів. Проплавлення металу зварювальною дугою. Нагрівання та плавлення електроду або дроту.	[1] с.432-450 с.455-470 с.475-479 с.482-492 [2] С. 136-158
20	Утворення та розрахунки деформацій та	Власні напруження. Механізм утворення. Переміщення. Теплофізичні властивості	[2] С.32-48 с.297-305 [3] с.382-387

1	2	3	4
	напружень при зварюванні.	металів та їх залежність від температури. Утворення напружень при однопрохідному зварюванні листів у стик.	[4] С.5-51
21	Методи визначення напружень	Графоаналітичні методи. Метод Ніколаєва Г.О. Метод Онкерблому Н.О. Метод Гатовського К.М. Аналітичні методи розрахунків деформацій та переміщень при зварюванні. Вплив зварювальних деформацій та напружень на якість зварних конструкцій.	[3] с.386-406 с.445-456 [4] С.52-64
22	Кристалізація металу при зварюванні.	Теорія неперервної кристалізації. Теорія вибіркової кристалізації. Методи регулювання первинної кристалізації. Вторинна кристалізація металу шва та колошовної зони.	[1] с.514-545 [2] С. 267-274 с.281-292 [3] с. 286-315 с.330-350
23	Технологічна міцність зварних з'єднань	Гарячі тріщини. ТІК. Механізми утворення. Кристалізаційні та полігонізаційні тріщини. Вплив різних факторів на технологічну міцність. Методи оцінки опірності утворенню гарячих тріщин. Запобігання гарячих тріщин.	[1] с.546-567 [2] С.294-297 с.307-319 [3] с.316-323
24	Холодні тріщини при зварюванні.	Термічний цикл. Термокінетичні діаграми. Вплив водню. Структура і властивості ЗТВ при зварюванні сталей що загартовуються та чавунів. Еквівалентна кількість вуглецю запобігання холодних тріщин.	[1] с. 569-584 [2] с. 319-326 [3] с. 345-351, с. 367-376
25	Здатність до зварювання	Критерії оцінювання здатності до зварювання. Здатність до	[2] с. 327-333 [3] с. 470-503

1	2	3	4
	металів сталей та стопів	зварювання вуглецевих сталей. Здатність до зварювання низьколегованих сталей.	
26.	Здатність до зварювання середньолегованих сталей	Труднощі зварювання середньолегованих сталей, зварювання з'єднань, для яких виконується термообробка і для яких термообробка не виконується	[2] с. 330-338
27.	Здатність до зварювання середньо легованих сталей	Здатність до зварювання сталей мартенситного та феритного класів. Діаграми стану хромистих сталей. Міжкристалітна корозія. 475 ⁰ С крихкість	[2] с. 339-345 [3] с. 351-357
28.	Здатність до зварювання високо легованих сталей	Труднощі зварювання. Діаграма Шефлера. Міжкристалічна та "ножова" корозія. Стигматизація. Термообробка зварних з'єднань.	[2] с. 345-357 [3] с. 346-357
29.	Здатність до зварювання чавунів	Сірі та білі чавуни. Графітізація. Проблеми та методи зварювання.	[2] с. 357-364
30	Здатність до зварювання міді та її стопів; нікелю	Здатність до зварювання міді, латуней, бронз; нікелю.	[2] с. 364-375 [3] с. 357-359
31.	Здатність до зварювання алюмінію та його стопів; титану та його стопів; цирконію; молібдену	Труднощі зварювання алюмінію та його стопів. Утворення пор та шлакових включень. Труднощі зварювання титану та його стопів. Труднощі зварювання цирконію. Труднощі зварювання молібдену.	[2] с. 375-412 [3] с. 359-361
32	Особливості структури швів, зварених багатшаровими швами	Мікроструктури швів при двошаровому зварюванні та багатшаровому зварюванні. Відпалюючий валик. Розрахунки довжини шву.	[1] с. 470-476 [3] с. 361-367

3 ПЕРЕЛІК РОБІТ

При вивченні дисципліни студенти повинні надбати практичні навички з теорії зварювальних процесів. Це відбувається при проведенні лабораторних робіт (табл. 3.1), практичних занять (табл. 3.2) і розрахунково-графічних робіт (табл. 3.3).

Таблиця 3.1 – Перелік лабораторних робіт

№	Найменування роботи	К-сть годин	Графік виконання, тиждень
1.	Дослідження дугового розряду між вугільними електродами	4	1
2.	Дослідження дугового розряду між металевими електродами	4	3
3.	Дослідження вольт-амперної характеристики оксидних катодів електричної дуги	4	5
4.	Дослідження пороутворення в металі при ручному дуговому зварюванні низьковуглецевих сталей	4	7
5.	Дослідження переносу електродного металу при ручному дуговому зварюванні плавленням	4	9
6.	Дослідження переносу електродного металу при напівавтоматичному зварюванні плавленням	4	11
7.	Дослідження впливу режиму наплавлення і основності керамічного флюсу на перехід легуючих елементів	4	13
8.	Дослідження металургійних процесів при електродуговому зварюванні	4	1
9.	Дослідження металургійних процесів при автоматичному зварюванні під флюсом	4	3
10	Дослідження металургійних процесів при зварюванні в атмосфері захисних газів	4	5
11	Дослідження якості захисту при аргоно-дуговому зварюванні титану	4	7
12	Дослідження власних напружень при зварюванні	4	9
13	Дослідження залишкових напружень при	4	11

	зварюванні та наплавленні		
14	Дослідження та розрахунки термічного циклу нагріву та остигання метала при зварюванні	4	13
15	Дослідження схильності зварних швів до утворення холодних тріщин	4	1
16	Дослідження структури зварних з'єднань	4	3
17	Використання електрошлакового процесу для зварювання	4	5
18	Дослідження плавлення зварювальної проволочки та витратного електроду при електрошлаковому зварюванні	4	7

Таблиця 3.2 – Перелік практичних робіт

№	Найменування роботи	К-сть годин	Графік виконання, тиждень
1.	Розрахунок зварюваності металів	6	5
2.	Розрахунок параметрів ЕПН деталей машин	4	9

Таблиця 3.3 – Перелік розрахунково-графічних робіт

№	Найменування роботи	К-сть годин	Графік виконання, тиждень
1.	Розрахунок напрямку протікання хімічних реакцій	4	8
2.	Оцінка окислювальної здібності газової фази при зварюванні за допомогою пружності дисоціації оксидів	4	10

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 можна користуватися не тільки рекомендованою літературою. Можна використовувати і аналізувати інформацію, подану в Інтернеті, сучасних періодичних технічних виданнях тощо.

Контрольне завдання підписує студент.

Заміна питань або варіантів контрольного завдання без дозволу викладача неприпустима.

Передбачено 10 варіантів завдання. Включені до них питання підібрані таким чином, що дозволяють виявити ступінь засвоєння студентом кожного з основних розділів дисципліни.

Студент виконує той варіант, який відповідає останній цифрі номера залікової книжки.

Номери питань до різних варіантів контрольного завдання приведені в таблиці:

Варіант	Номер питань				
0	1	11	21	31	41
1	2	12	22	32	42
2	3	13	23	33	43
3	4	14	24	34	44
4	5	15	25	35	45
5	6	16	26	36	46
6	7	17	27	37	47
7	8	18	28	38	48
8	9	19	29	39	49
9	10	20	30	40	50

Контрольні запитання:

1. Види міжатомних зв'язків.
2. Види кристалічних ґраток.
3. Перекручення кристалічної структури.
4. Що таке зварювання?
5. Енергія активації.
6. Класифікаційні ознаки зварювання.
7. Види іонізації у дузі.
8. Потенціал іонізації.
9. Процеси у катодній області.
10. Процеси в анодній області.

11. Процеси у стовпі дуги.
12. Автоелектронна емісія. Термоемісія.
13. Падіння напруги у дузі.
14. Рівняння Айртона.
15. ВАХ дуги.
16. Гази для плазмово-дугових процесів та їх призначення/
17. Види переносу у дузі.
18. Перший закон термодинаміки.
19. Внутрішня енергія. Ентальпія.
20. Тепловий ефект реакції.
21. Сили, діючі у дузі на краплю.
22. Другий закон термодинаміки.
23. Ентропія зворотних та незворотних процесів.
24. Хімічна рівновага.
25. Хімічна рівновага у гомогенній системі.
26. Правило фаз Гіббса.
27. Оцінка спорідненості елементів до кисню.
28. Пружність дисоціації оксидів. Залежність її від температури.:
29. Закон розчинності Генрі.
30. Закон розподілу Нернста.
31. Поверхнева енергія
32. В'язкість рідин.
33. "Короткі" та "довгі" шлаки. Їх використання.
34. Дифузія. Види дифузії.
35. Вплив на дифузію деяких факторів.
36. Корозія зварних з'єднань. Фактори.
37. Гомогенна корозія.
38. Гетерогенна корозія.
39. Види зварювальних ванн.
40. Потоки у зварювальних ваннах.
41. Взаємодія заліза з киснем.
42. Взаємодія заліза зі складними газами.
43. Взаємодія з киснем міді, алюмінію, титану.
44. Вплив кисню на властивості сталей.
45. Захист металів від кисню.
46. Поглинання водню.
47. Засоби захисту від водню.
48. Поглинання азоту.

49. Засоби захисту від азоту.
50. Умови утворення пор.
51. Шлакові включення.
52. Функції шлаків при зварюванні.
53. Фізичні властивості шлаків.
54. Класифікація шлакових фаз
55. Основні компоненти шлакових фаз. Коефіцієнт основності.
56. Легування при зварюванні
57. Коефіцієнт переходу
58. Рафінування шлаками
59. Призначення компонентів покриття електродів
60. Класифікація електродних покриттів
61. Ізотерма. Температурне поле.
62. Схеми тіл, що нагріваються.
63. Миттєві джерела нагрівання.
64. Періоди нагрівання тіл.
65. Розрахунки у період вирівнювання температур
66. Нагрівання від краю тіла.
67. Нагрівання тіл обертання
68. Власні напруження. Механізм утворення.
69. Види переміщень.
70. Утворення напружень при однопрохідному зварюванні листів у стик.
71. Вплив зварювальних деформацій та напружень на якість зварних конструкцій.
72. Теорія безперервної кристалізації.
73. Теорія вибіркової кристалізації.
74. Методи регулювання первинної кристалізації.
75. Вторинна кристалізація шву та колошовної зони.
76. Технологічна міцність.
77. Механізм утворення гарячих тріщин та їх види.
78. Вплив різних факторів на технологічну міцність.
79. Методи оцінки опірності утворенню гарячих тріщин.
80. Запобігання утворення гарячих тріщин.
81. Холодні тріщини. Причини утворення.
82. Будова ЗТВ сталей, що загартовуються.
83. Методи попередження утворення холодних тріщин.
84. Технологічна здатність до зварювання.

85. Проблеми зварювання вуглецевих сталей.
86. Проблеми зварювання низьколегованих сталей.
87. Проблеми зварювання середньолегованих сталей.
88. Здатність до зварювання сталей, що підлягають термообробці і з'єднання сталей, що не підлягають термообробці.
89. Проблеми зварювання сталей мартенситного класу.
90. Проблеми зварювання сталей феритного класу.
91. Міжкристалічна корозія.
92. Проблеми зварювання сталей аустенітного класу.
93. "Ножова" корозія.
94. Сигматізація.
95. Чавуни. Здатність до зварювання.
96. Проблеми здатності до зварювання міді та її сплавів.
97. Проблеми здатності до зварювання нікелю та його сплавів.
98. Проблеми здатності до зварювання алюмінію та його сплавів.
99. Здатності до зварювання титану та його сплавів.
100. Вплив термічного циклу при дво- та багатошаровому зварюванні.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Теоретические основы сварки /Под ред. В.В.Фролова.- М.: Высшая школа, 1970. - 592с.
2. Теоретические основы сварки. Винокуров В.А., Фролов В.В., Волченко В.А. и др., под ред. В.В. Фролова – 2-е изд. – М.: Высшая школа, 1988. – 592 с.
3. Багрянский К.В., Добротина З.А., Хренов К.К. Теория сварочных процессов. - К.: Высшая школа, 1976. - 423 с.
4. Теория сварочных процессов / Под ред. В.В. Фролова. - М.: Высшая школа, 1988. – 560 с.
5. Петров Г.Л., Тумарев А.С. Теория сварочных процессов. Учебник для вузов. Изд. 2-е перераб. - М.: Высшая школа, 1977. - 302 с.

Додаткова

5. Лесков Г.И. Электрическая сварочная дуга. - М.: Машиностроение, 1970. - 334 с.
8. Кох Б.А. Основы термодинамики металлургических процессов сварки. - Л.: Судостроение, 1975. - 240 с.
9. Славянов Н.Г. Электрическая отливка металлов. - М.: Машгиз, 1954.
10. Походня И.К. Газы в сварных швах. - М.: Машиностроение, 1972. - 255 с.
11. Алов А.А. Основы теории сварки и пайки. - М.: Машиностроение, 1972. - 272 с.
12. Новожилов Н.М. Основы металлургии дуговой сварки в активных защитных газах. - М.: Машиностроение, 1972. - 230 с.
13. Елистратов П.С. Металлургические основы сварки чугуна. - М.: Машгиз, 1957. - 54 с.
14. Потапьевский А.Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. - М.: Машиностроение, 1974. - 240 с.
15. Шоршоров М.Х. Металловедение сварки сплавов титана. - М.: Наука, 1965. - 330 с.
16. Медовар Б.И. Сварка жаропрочных аустенитных сталей и сплавов. - М.: Машиностроение, 1966 - 429 с.
17. Земзин В.Н. Сварные соединения разнородных сталей. - М.: Машиностроение, 1966. - 230 с.
18. Прохоров Н.Н. Физические процессы в металлах при сварке. - М.: Металлургия, 1975. - 596 с.
19. Каховский Н.И. Сварка высоколегированных сталей. — К.: Техніка, 1975. - 376с.
20. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х томах / Редкол.: Г.А. Николаев (пред.) и др. - М.: Машиностроение, 1978 - т.1 / Под ред. Н.А. Ольшанского. 1978. - 504 с.
21. Стеклов О.И. Стойкость материалов и конструкций к коррозии под напряжением. М.: Машиностроение, 1990. - 353 с.
22. Гуревич С.М. Справочник по сварке цветных металлов. - К.: Наукова думка. - 1981. - 608 с.
23. Винокуров В.А. Отпуск сварных конструкций для снижения напряжений. - М.: Машиностроение, 1973. - 215 с.

24. Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. А.А. Равделя. - Л.: Химия, 1983. - 231 с.
25. Мазель А.Г. Технологические свойства электрической дуги. - М.: Машиностроение, 1969. - 178 с.
26. Сидорец В. Н., Пентегов И. В. Детерминированный хаос в нелинейных цепях с электрической дугой. - К.: Международная ассоциация «Сварка», 2013. - 272 с.
27. Лакомский В. И., Лакомский В. В. Азот в жидких сталях и шлаках. Под ред. академика Б. Е. Патона. — К.: Наук, думка, 2012. — 142 с.
28. Сварка и наплавка меди и сплавов на ее основе. Составители: В.М. Илюшенко, Е.П. Лукьянченко. — К.: Международная ассоциация «Сварка», 2013. — 396 с.
29. Современные технологии ремонта, восстановления и реновации. - К.: Международная ассоциация «Сварка», 2012. — 172 с.
30. Металлургия дуговой сварки и сварочные материалы. - К.: Академперіодика, 2012. — 526 с.
31. Лакомский В.И. Оксидные катоды электрической дуги. - Запорожье: Интеграл, 1977. - 188 с.
32. Сварка и термическая обработка живых тканей. Теория. практика. Перспективы. IX Международная научно-практическая конференция. Программа конференции. Сборник тезисов докладов. 28—29 ноября 2014 г., Киев, Украина. Международная ассоциация «Сварка», 2014. - 68 с.
33. Сварка и родственные технологии – настоящее и будущее. Программа и сборник тезисов стендовых докладов международной конференции. 25—26 ноября 2013 г., Киев, Украина. Международная ассоциация «Сварка», 2013. - 222 с.
34. Сварка и термическая обработка живых тканей. Теория. Практика. Перспективы. VIII Международная научно-практическая конференция. Программа конференции. Сборник тезисов докладов. 29—30 ноября 2013 г., Киев, Украина. Международная ассоциация «Сварка», 2013. - 70 с.
35. Винокуров В.А., Григорьянц А.Г. Теория сварочных деформаций и напряжений. - М.: Машиностроение, 1984. - 279 с.

Журнали

1. Сварочное производство
2. Автоматическая сварка
3. Сварщик
4. Современная электрометаллургия