

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичного заняття № 1
«Металеві покриті електроди»
з дисципліни «Навчальний практикум» для студентів спеціальності
131 «Прикладна механіка» освітня програма «Технології та
устаткування зварювання» та «Відновлення та підвищення
зносостійкості деталей і конструкцій» заочної форми навчання

Методичні вказівки до практичного заняття № 1 «Металеві покриті електроди» з дисципліни «Навчальний практикум» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітня програма «Технології та устаткування зварювання» та «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» заочної форми навчання / Укл.: С.П. Бережний., О.Є. Капустян – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 10 с.

Укладачі: С.П. Бережний, к.т.н., доцент
О.Є. Капустян, к.т.н.

Рецензент: М.Ю. Осіпов, к.т.н., доцент

Редактор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: С.П. Бережний

Затверджено
на засіданні кафедри ОТЗВ
Протокол № 6 від 24.12.2019 р.

Рекомендовано до видання
на засіданні НМК ІФФ
Протокол № 5 від 27.01.2020

1 МЕТА РОБОТИ

Набуття практичних навичок розшифрування умовного позначення електродів для дугового зварювання та наплавлення сталей.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

2.1 Покриті електроди для ручного дугового зварювання

Тип електроду позначається буквою Э і цифрою (рис. 2.1), що вказує межу міцності металу шва, яка гарантується, в кгс/мм², (Э42 кгс/мм² – 420 МПа). Буква А в позначенні вказує, що метал шва, наплавлений цим електродом, має підвищені пластичні властивості за рахунок меншого вмісту S та P та газів.

Типи електродів та розшифровка індексів металу шва залежать від групи електродів за призначенням (табл. 2.1-2.4).

Таблиця 2.1 - Типи електродів для дугового зварювання конструкційних сталей і механічні властивості металу шва

Тип електрода* ¹	δ, %	КСУ * ² ₂ , МДж/м ²	Тип електрода* ¹	δ, %	КСУ* ² ₂ , МДж/м ²
Э38	14	0,3	Э55	20	1,2
Э42	18	0,8	Э60	18	1,0
Э42А	22	1,5	Э70	14	0,6
Э46	18	0,8	Э85	12	0,5
Э46А	22	1,4	Э100	10	0,5
Э50	16	0,7	Э125	8	0,4
Э50А	20	1,3	Э150	6	0,4

*1 Число в позначенні типу електрода відповідає σ_B (згідно з ГОСТ 9466-75) в кілограм-силах на квадратний міліметр. Механічні властивості для електродів типів Э38-Э60 установлені в стані після зварювання, а для електродів типів Э70- Э150 після термічної обробки згідно з технічними умовами конкретних марок електродів.

*2 КСУ - ударна в'язкість згідно з ГОСТ 9454-78.



Рисунок 2.1 – Розшифрування умовного позначення електродів для дугового зварювання та наплавлення сталей

Таблиця 2.2 - Типи електродів для дугового зварювання легованих теплостійких сталей і механічні властивості металу шва при нормальній температурі

Тип електрода	σ_B , МПа	δ , %	КСУ, МДж/м ²	Тип електрода	σ_B , МПа	δ , %	КСУ, МДж/м ²
Э-09М	440	18	1,0	Э-09Х1МФ	490	16	0,8
Э-09МХ	450	18	0,9	Э-10Х1МІНБФ	490	15	0,7
Э-09Х1М	470	18	0,9	Э-10Х5МФ	540	14	0,6
Э-05Х2М	470	18	0,9	Э-10Х3МІБФ	540	14	0,6
Э-09Х2МІ	490	16	0,8	-	-	-	-

Таблиця 2.3 - Індеси металу шва, виконаного електродами для зварювання конструкційних сталей з $\sigma_B < 600$ МПа

Показник механічних властивостей	Перші дві цифри індексу* ¹	Третя цифра індексу* ²							
		0	1	2	3	4	5	6	7
δ , %	37								
	41 або 43	Кожна 20	20	22	24	24	24	24	24
	51	18	18	18	20	20	20	20	20
T_x * ³ , °С	Кожні	Нерегламентована	+20	0	-20	-30	-40	-50	-60

*1 Перші дві цифри індексу - тимчасовий опір в десятках мегапаскалей, тобто мінімальне $\sigma_B = 370, 410, 430$ і 510 МПа (38, 42, 44 і 52 кгс/мм² відповідно).

*2 третя цифра характеризує одночасно δ і T_x ; якщо ці показники відповідають різним індексам в таблиці, то третій індекс установлюють за δ , а потім у дужках наводять четвертий додаковий індекс, який характеризує T_x .

*3 Мінімальна температура при якій ударна в'язкість із V-подібним надрізом на менше $0,35$ МДж/м².

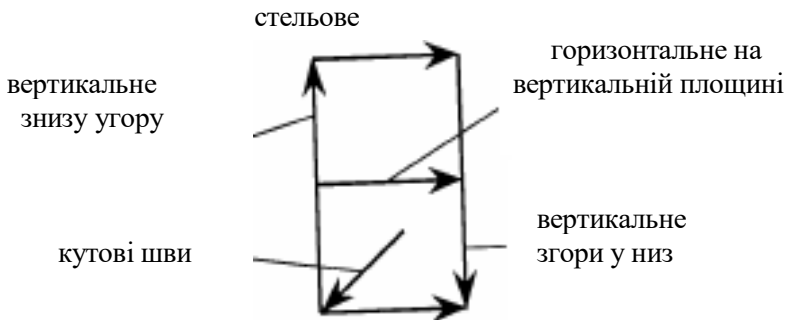
Наприклад, розшифровка індексу металу шва (рис. 2.1) в умовному позначенні електрода для зварювання сталей з $\sigma_B < 600$ МПа виглядає так. Перші дві цифри - тимчасовий опір розриву $\sigma_B = 41$ МПа, третя - одночасно відносно подовження $\delta = 22$ % і критична температура крихкості $T_x - 3 = (-20$ С⁰) (табл. 2.3).

По типу покриття електроди підрозділяють: з кислим покриттям – умовне позначення А; з рутиловим – Р; з целюлозним – Ц; з основним – Б; з покриттям змішаного типу – відповідає подвійне позначення (наприклад, АЦ); з іншими видами покриттів – П.

Таблиця 2.4 - Типи електродів для дугового зварювання високолегованих сталей з особливими властивостями і механічні властивості металу шва при нормальній температурі

Тип електрода	σ_B , МПа	δ , %	КСУ, МДж/м ²
Э-12Х13	590	16	0,5
Э-06Х13Н	640	14	0,5
Э-10Х17Т	640	-	—
Э-12Х11НМФ	690	15	0,5
Э-12Х11НВМФ	740	14	0,5
Э-14Х11НВМФ	740	12	0,4
Э-10Х16Н4Б	980	8	0,4
Э-08Х24Н6ТАМФ	690	15	0,5
Э-04Х20Н9	540	30	1,0
Э-07Х20Н9	540	30	1,0
З-02Х21Н10Г2	540	30	1,0
Э-06Х22Н9	640	20	-
Э-08Х16Н8М2	540	30	1,0
Э-08Х17Н8М2	540	30	1,0
Э-06Х19Н11Г2М2	490	25	0,9
Э-02Х20Н14Г2М2	540	25	1,0

Позначення просторового положення зварного шва допустиме електродима конкретної марки приведено на рис 2.2.



стиканий та кутовий (у човник) в нижньому положенні

Рисунок 2.2 - Позначення положення зварного шва

Приклад позначення електродів для зварювання вуглецевих та

низьколегованих конструкційних сталей у відповідності до ISO 2560 для електродів ОЗС-3 (ISO-E432RR16046) наведено на рис 2.3, а розшифрування індексів у табл.2.4 – 2.7.

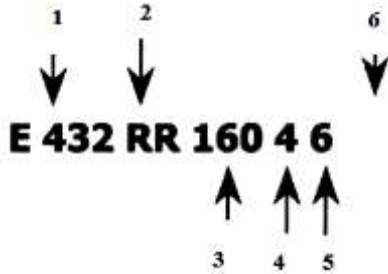


Рисунок 2.3 – Позначення електродів ОЗС-3 згідно ISO 2560.

Таблиця 2.4 - Індекс 1. Механічні властивості металу шва

Позначення електродів	Механічні властивості наплавленого металу			Температура при KCV = 28 Дж/см ²
	Межа міцності, МПа	Мінімальне відносне подовження		
			індекс	%
E 430	430- 510	0	Не регламентується	
E 431	430-510	1	20	+20
E 432		2	22	0
E 433		3	24	-20
E 434		4	24	-30
E 435		5	24	-40
E 510	510-610	0	Не регламентується	
E 511	510-610	1	18	+20
E 512		2	18	0
E 513		3	20	-20
E 514		4	20	-30
E 515		5	20	-40

Індекс 2 – Вид покриття:

А – кисле; AR - рутилово-кисле; В – основне; С – целюлозне; О – окислювальне; R — рутилове (середня товщина); RR – рутилове (збільшена товщина); S – інші види покриття.

Таблиця 2.5 - Індекс 3. Продуктивність наплавлення Кс, %

Індекс*	Кс, %
110	105-115
120	115-125
130	125-135
140	135-145
150	145 - 155
160	155-165
170	165-175
180	175-185
190	185-195
200	195-205

* - залежить від кількості залізного порошку у покритті.

Таблиця 2.6 - Індекс 4. Просторові положення зварювання

Індекс	Положення швів при зварюванні
1	Всі положення
2	Всі, окрім вертикального згори у низ
3	Нижнє, горизонтальне та вертикальне
4	Нижнє (стикові та валикові шви)
5	Те що і «3» та вертикальне згори у низ

Таблиця 2.7 - Індекс 5. Характеристики живлення дуги

Індекс	Полярність постійного струму	U _{xx} трансформатора, В
0	Зворотня (+)	-
1	Люба (+/-)	50
2	Пряма (-)	50
3	Зворотня (+)	50
4	Люба (+/-)	70
5	Пряма (-)	70
6	Зворотня (+)	70
7	Люба (+/-)	90
8	Пряма (-)	90
9	Зворотня (+)	90

Індекс 6 – Літера «Н» означає, що вміст водню у наплавленому металі менше 15 мл/100 г. Наприклад для електродів УОНИ-13/55К (тип Э46А): E433В20Н.

Електроди ОЗС-3 призначені для високопродуктивного зварювання відповідальних конструкцій з вуглецевих сталей із межею міцності до 450 МПа у нижньому положенні змінним та постійним струмом зворотної полярності, умовне позначення рис. 2.4.

Э46-ОЗС-3-Ø-УГ
Е 43 1 (2)-РЖ46

Рисунок 2.4 - Умовне позначення електродів ОЗС-3

Покриття - рутилове. Коефіцієнт наплавлення - 15 г/А·г. Продуктивність наплавлення (для діаметру 4,0 мм) - 3,3 кг/г. Витрата електродів на 1 кг наплавленого металу - 1,3 кг. Забезпечують високу продуктивність процесу зварювання. Допускають зварювання по окисленій поверхні. Зварювання виконують короткою та можливо короткою довжиною дуги (електродом що опирається). Прожарювання перед зварюванням: 150-170 °С, 1 год.

3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1. Які бувають газоутворюючі речовини за походженням?
2. Які відмінності механічних властивостей металу, наплавленого електродом типу Э46 та Э46А?
3. В яких умовах експлуатації зварних з'єднань припустимо використання швів з індексом металу 422(4)?

4 МАТЕРІАЛИ, ОБЛАДНАННЯ

Електроди зварювальні різних типів з упаковкою.

5 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

До лабораторних робіт допускаються студенти після інструктажу з охорони праці і пожежної безпеки.

6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

1 Розшифрувати умовне позначення індексів характеристик металу шва електродів для дугового зварювання та наплавлення сталей, запропонованих викладачем.

2 Дати характеристику електродів по зовнішньому вигляду. Оцінити стан поверхні електродного покриття.

3 Випробувати міцність покриття \varnothing 3 мм та \varnothing 4 мм.

7 ЗМІСТ ЗВІТУ

Дані умовного позначення індексів характеристик металу шва електродів, що вкаже викладач.

ЛІТЕРАТУРА

1. Биковський О. Г., Пінковський І. В. Довідник зварника. - К.: Техніка, 2002. - 336 с.

2. Серенко О.М., Роянов В.О. Зварювання. Вступ до спеціальності: Підручник. - Маріуполь: ПДТУ, 2008. – 260 с.

3. Титов В.А., Волков А.Н., Брызгалин А.Г., Миличенко С.С., Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки: Каталог-справочник. - Киев: НТЦ «Экспловелд» 1997. 359 с.