

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи № 1

«Дослідження зварювально-технологічних властивостей
електродних матеріалів для ручного дугового наплавлення» з
дисципліни «Ремонт машин» для студентів освітньої програми
«Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій»
всіх форм навчання

2018

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 1
«Дослідження зварювально-технологічних властивостей електродних
матеріалів для ручного дугового наплавлення» з дисципліни «Ремонт
машин» для студентів освітньої програми «Відновлення та
підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» всіх форм навчання
/ Укл.: Ю.М. Савонов, О.Є. Капустян – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. - 14 с.

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

О.Є. Капустян, старш. викл.;

Рецензент: М.І. Андрущенко, канд. техн. наук, доцент

Редактор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено

на засіданні кафедри ОТЗВ

Протокол № 11 від 04.06.2018

Рекомендовано до видання

НМК ІФФ

Протокол № 10 від 19.06.2018

ЗМІСТ

1 МЕТА РОБОТИ	4
2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ	4
2.1 Класифікація покритих електродів	4
2.2 Технічні вимоги до електродів і їх властивості	5
2.3 Методи випробувань.....	6
3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ.....	7
4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ	7
5 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ	8
6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ	8
7 ЗМІСТ ЗВІТУ.....	9
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	9
Додаток А Покриті електроди.....	10

1 МЕТА РОБОТИ

Мета роботи – вивчити типи електродних покриттів, вимоги до електродів і їх зварювально-технологічні властивості.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

2.1 Класифікація покритих електродів

Згідно ГОСТ 9466-75 «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки и наплавки. Классификация, размеры и общие технические требования» електроди підрозділяються по призначенню, по товщині й виду покриття, по допустимим просторовим положенням зварювання чи наплавлення, по роду полярності струму, що використовується при зварюванні чи наплавленні.

По призначенню електроди підрозділяють:

- для зварювання вуглецевих і низьколегованих сталей з тимчасовим опором розриву до 60 кг / см^2 – У;
- для зварювання легованих конструкційних сталей з тимчасовим опором розриву понад 60 кг / см^2 – Л;
- для зварювання легованих теплостійких сталей – Т;
- для зварювання високолегованих сталей з особливими властивостями – В;
- для наплавлення поверхневих шарів з особливими властивостями – Н.

По товщині покриття в залежності від співвідношення $d / d_1 = a$ (d – діаметр покриття, d_1 – діаметр стержня) електроди підрозділяються:

- з тонким покриттям ($a < 1,2$) – М;
- з середнім покриттям ($1,2 < a < 1,45$) – С;
- з товстим покриттям ($1,45 < a < 1,80$) – Д;
- з особо товстим покриттям ($a > 1,8$) – Г.

За видами покриття електроди підрозділяються:

- з кислим покриттям – А;
- з основним покриттям – Б;
- з целюлозним покриттям – Ц;

- з рутиловим покриттям – Р.

2.2 Технічні вимоги до електродів і їх властивості

Електроди повинні бути виготовленні згідно вимог ГОСТ 9466-75 та ГОСТ 10051-75 або відповідно вимог ГОСТ 9466-75 і технічних вимог на електроди конкретної марки. Стержні електродів повинні бути з сталюого зварювального дроту призначеного для виготовлення електродів по ГОСТ 2246-70 чи технічним вимогам, які встановлюють технічний склад металу дроту й передбачають інші вимоги по ГОСТ 2246-70.

Покриття електродів має бути однорідним, щільним, без вздуття, натіків і тріщин за виключенням поверхневих волосяних тріщин, які допускаються у межах норм. Покриття не повинно руйнуватись при вільному падінні електрода плиском на гладку сталюу плиту з висоти:

- 1 м для електродів діаметром менше 4 мм;
- 0,5 м для електродів діаметром 4 мм і більше.

Електрод, що складається з електродного стержня й покриття, при плавленні утворює розплавлений метал і шлак, які мають визначені властивості.

Електроди характеризують по властивостям наплавленого ними металу, до яких відносяться: міцність, пластичність, ударна в'язкість, корозійна стійкість й зносостійкість.

Поряд з якістю металу, який наплавлено конкретною маркою електрода, важливе значення мають і його технологічні властивості, які визначаються електродним покриттям.

До основних технологічних властивостей електрода відносять його продуктивність, придатність до наплавлення у різних просторових положеннях, надійність піджигання й стабільність горіння дуги на постійному й змінному струмі, форму шва, відокремлюваність шлакової корки.

Усі покриття повинні задовольняти наступним вимогам:

- стабільне горіння дуги;
- фізичні властивості шлаків, які утворюються при плавленні електрода, повинні забезпечувати нормальне формування шва й

зручне маніпулювання електродом;

- не може проходити реакції між шлаками, газами й металом, які викликають утворення пор у наплавленому металі;

- склад покриттів повинен забезпечувати гарні санітарно-гігієнічні умови праці при виготовленні електродів та в процесі їх згоряння.

2.3 Методи випробувань

Для перевірки зварювально-технологічних властивостей електродів, які призначені для наплавлення поверхневих шарів з особливими властивостями, електродами партії, що контролюється, виконують один наплавочний зразок з чотирма наплавленими шарами на пластині з сталі ВСт3 по ГОСТ 380-71 чи з сталі, для наплавлення якої призначені електроди. Розміри пластин повинні бути не менше 80 мм, а ширина не менше восьми діаметрів електродів, які контролюються. Для електродів, які забезпечують середню твердість наплавленого металу HRC 42, дозволяється виконувати наплавочний зразок з трьома чи двома наплавленими шарами (якщо це передбачено паспортом чи технічними умовами) на електроди марки, що контролюється.

Наплавлення зразків для перевірки зварювально-технологічних властивостей електродів марки, що контролюється слід проводити у нижньому положенні з дотриманням режимів й умов, які встановлені паспортом або технічними умовами на дані електроди, при температурі навколишнього середовища не нижче 5° С.

Легкість збудження й стабільність горіння дуги, рівномірність плавлення електродів і правильність формування поверхні, що наплавляється, а також легкість видалення шлаку контролюють нагляданням при наплавленні зразків.

Контроль наплавленої поверхні зразка на відсутність поверхневих тріщин, надривів і пор проводять візуально за допомогою лупи 4-кратного збільшення. Огляд слід проводити по всій площині наплавленої поверхні після ретельного видалення шлаку, бризг розплавленого металу й інших забруднень.

Суцільність металу на наплавлених зразках перевіряють

оглядом поверхні після попереднього зняття верхнього шару на глибину 1,5 мм – 3,0 мм крізь лупу 4-кратного збільшення. При середній твердості наплавленого металу HRC 42 допускається огляд після шліфування наплавленої поверхні без знімання верхнього шару на зазначену глибину.

Твердість наплавленого металу при контролі електродів для наплавлення поверхневих шарів з особливими властивостями перевіряють на поверхні восьмишарового чи п'ятишарового наплавлення.

3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1. Класифікація електродів по призначенню.
2. Класифікація електродів по товщині й типу покриття.
3. Компоненти електродних покриттів і їх призначення.
4. Вимоги, які пред'являються до покриттів електродів.
5. Фізичні і хімічні властивості шлаків.

4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

1. Зразки для виконання наплавлювальних робіт зі сталі ВСт3 (розміром 120 мм × 100 мм × 20 мм).
2. Наплавлювальні електроди марок: ЭН-60М; ОЗН-300 (ОЗН-6, ОЗН-400); ОМГ-Н; 13КН-ЛИВТ; Т-590 (Т-620).
3. Молоток, стальна щітка, маркирувальні клейма.
4. Лупа 4-кратного збільшення.
5. Твердомір ТК-2.
6. Зварювальний пост, оснащений джерелом живлення постійного і змінного струму (типу ВДУ-504, ТДМ-401).

5 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Сумлінно виконувати усі вимоги техніки безпеки згідно з існуючою інструкцією у лабораторії зварювання плавленням.

6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Ознайомитись з обладнанням і групою наплавлювальних матеріалів, які досліджуються. Надати загальну характеристику марок електродів, що контролюються.

2. Позначити клеймами зразки, які наплавляють.

3. Визначити режими наплавлення (згідно паспорту чи технічним вимогам) на електроди марок, що досліджуються.

4. Провести наплавлення зразків, порівнюючи при цьому зварювально-технологічні властивості досліджуємих марок електродів (стабільність горіння дуги, формування наплавленого валика, наявність тріщин, відділяємость шлакової корки).

5. Визначити твердість наплавленого металу кожного зразка.

6. Результати досліджень надати в звіті у вигляді таблиць 6.1 і

6.2

Таблиця 6.1 – Загальна характеристика матеріалів, що досліджуються

Марка електродів	Тип наплавленого металу	Можливість наплавлення		Технологічні особливості наплавлення	Наплавлено го металу	Галузь використання деталей
		При змінному й постійному струмі	У різних просторових положеннях			

Таблиця 6.2 – Зварювально-технологічні властивості електродів, що досліджуються

Марка електродів	Стабільність горіння дуги	Формування наплавленого валика	Наявність тріщин	Відокремлюваність шлакової корки	Твердість наплавленого металу
------------------	---------------------------	--------------------------------	------------------	----------------------------------	-------------------------------

7 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Мета роботи.
2. Опис методики й результатів досліджень.
3. Висновки.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Сварка в машиностроении / Ред. кол.: Г.А. Николаев и др. М.: Машиностроение, 1978, Т-2. - С. 36-67.
2. Наплавочные материалы стран - членов СЗВ. Каталог. – К. – М., 1979. - С. 99-186.
3. Фоминых В.П., Яковлев А.П. Ручная дуговая сварка. М.: Высшая школа, 1986. - с.

Додаток А

Покриті електроди

ОЗН-300У Тип Э-11ГЗ

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА

Електроди марки ОЗН-300У з дроту Св-08 чи Св-08А з основним покриттям призначені для наплавлення деталей з вуглецевих і низьколегованих сталей, які зношуються при терті по металу, яке супроводжується інтенсивними ударними навантаженнями. Придатні до наплавлення у нижньому положенні на постійному струмі зворотної полярності чи на змінному струмі.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ

Наплавлений метал має схильність до утворення пор при подовженій дузі, наплавленні по окислювальній поверхні й по поверхні раніш наплавленої електродами із стабілізуючим покриттям.

ОМГ- Н Тип Э-65Х11НЗ

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА

Електроди марки ОМГ-Н з дроту Св-06Н3А з основним покриттям призначені для наплавлення зношених деталей з високомарганцовистих сталей типу Г13 та Г13А. Придатні для наплавлення у нижньому та нахиленому положеннях на постійному або змінному струмі.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ

Наплавлення рекомендується проводити при мінімально можливому розігріві деталі.

13 КН/ЛИВТ Э-80Х4С

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА

Електроди марки 13 КН/ЛИВТ з дроту Св-08 чи Св-08А з основним покриттям призначені для наплавлення деталей, працюючих в умовах абразивного зношування при відсутності значних ударних й високих питомих тисків. Придатні для наплавлення на постійному струмі зворотної полярності та на змінному струмі.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ

Наплавлення проводиться не менш чим у два шари. Кожний наступний шар наплавляється після остигання наплавленого раніш. Для запобігання значного нагріву виробу наплавляти великі поверхні слід в розкидку. Ширина валика не повинна перебільшувати 35 мм. Наплавлення проводиться на короткій дузі. Термічна обробка: відпал при 850° С – 860° С, витримка 2 год, охолодження зі швидкістю 30° С / год – 40° С / год.

Т-590 Тип Э-320Х25С2ГР

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА

Електроди марки Т-590 з дроту Св-08 та Св-08А з основним покриттям призначені для наплавлення швидкозношуваних деталей машин із сталі та чавуну, які працюють без ударного навантаження в умовах абразивного зношування. Наплавлення можливе у нижньому та нахиленому положеннях на змінному та постійному струмі.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ

Для запобігання викришування не рекомендується проводити наплавлення по сталі не більш як у два шари, а по чавуну – більш чим в один шар. Електродами марки Т-590 слід наплавляти тільки верхні (робочі) шари. При великому зносі деталі нижні шари наплавляються іншими електродами, вибір яких залежить від складу основного металу. Термічний обробці наплавлений метал не підлягає.

ЭН-60М Тип Э-70ХЗСМТ

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА

Електроди марки ЭН-60М з дроту Св-08 та Св-08А з основним покриттям призначені для відновлення та зміцнення деталей штампового інструмента із сталей марок У8, Ст.45, 5ХМГ, 7ХЗ та ін., працюючих при температурі до 400° С. Придатні для наплавлення у нижньому та напіввертикальному положеннях на постійному струмі зворотної полярності.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ

При напавленні на сталь із вмістом вуглецю більше 0,8% обов'язково треба підігріти деталь до 250° С – 400° С. Безпосередньо після наплавлення рекомендується помірне охолодження (з піччю або в сухому піску) чи отпуск. Наплавлення ведеться короткою дугою. Придатен для наплавлення «ванним» засобом. Термічна обробка: відпал при температурі 740° С – 860° С (в залежності від марки основного металу) 2 години, охолодження з піччю; після загартування відновлюється початкова твердість наплавленого шару.

Таблиця А.1 – Зварювально-технологічні властивості

	ОЗН-300У	ОМГ- Н	13 КН/ЛИВТ	Т-590	ЗН-60М
Формування наплавленого валика	добре	добре	добре	добре	добре
Відокремлюваність шлакової корки	добра	добра	добра	обтяжлива	добра
Типовий коефіцієнт наплавлення, г/А год	7-8	9,2	6,5	8,5	8–9
Схильність наплавленого металу до утворення тріщин	помірна наплавлення без попереднього підігріву	помірна	помірна	підвищена, однак тріщини не знижують експлуатаційну стійкість	помірна, зменшується з підвищенням температури
Витрата дроту на 1 кг наплавленого металу, кг	1,9	1,9	1,75	1,4	1,8

Таблиця А.2 – Зварювально-технологічні властивості

	ОЗН-300У	ОМГ- Н	ІЗ КН/ЛИВТ	Т-590	ЗН-60М
Зносо- стійкість	як у незагартованої сталі	висока	Добре опирається стиранню та абразивному зношуванню	висока в умовах стирання абразивними матеріалами	висока в умовах служби штампів для холодної штамповки
Опір ударам	задовільний	високий		знижений	задовільний
Обробка різнанням	Можлива без пом'якшуючої термооброби	тільки шліфуванням	тільки після пом'якшувальної термооброби	не оброблюється	Після наплавлення оброблюється абразивним інструментом. Після відпалу можлива обробка ріжучим інструментом
Твердість наплавле- ного метала, HRC	28–35	25–33	56–62	57–65	Після: наплавлення – 52...60 відпала – 24...26
Призна- чення для наплав- лення	залізничних хрестовин, кінцівок рельсів, деталей рухомого складу.	деталей з високомарганцовистої сталі ГІЗ: щоки дробарок, залізничних хрестовин та ін.	зубів ковшів екскаваторів, козирків черпаків, деталей земснарядів.	лопатів димососів, робочих колес землесосів і т.і.	швидкозношуваніх деталей штампів (матриць та пуансонів) холодної штамповки