

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи №19
з дисципліни “Основи теорії наплавлення” для студентів освітньої
програми «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і
конструкцій» всіх форм навчання

2016

Методичні вказівки до лабораторної роботи №19 з дисципліни
“Основи теорії наплавлення” для студентів освітньої програми
«Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій»
всіх форм навчання /Укл.: О.Є. Капустян – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. -
10 с.

Укладач: О.Є. Капустян, ст. викладач
Рецензент: А.О. Шумілов, канд. техн. наук, доцент
Редактор: І.П. Аверченко
Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено
на засіданні кафедри ОТЗВ
Протокол № 2 від 27.09.2016

Рекомендовано до видання
НМК ІФФ
Протокол № 2 від 11.10.2016

ЗМІСТ

1 МЕТА РОБОТИ	4
2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ	4
3 ПІДГОТОВКА ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ	8
4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ	8
5 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ.....	9
6 ЗМІСТ ЗВІТУ	9
7 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ	9
8 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ	10
ЛІТЕРАТУРА	10

ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОШЛАКОВОГО ПРОЦЕСУ ДЛЯ НАПЛАВЛЕННЯ

1 МЕТА РОБОТИ

Дослідження процесу електрошлакового наплавлення (ЕШН).
Вивчити залежність сили струму від технологічних параметрів процесу

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

ЕШН - це процес утворення зносостійкого шару, при якому розплавлення основного та присадного металів здійснюється за рахунок тепла, яке виділяється при проходженні електричного струму через розплавлений флюс, при відсутності дугового розряду. При цьому шар розплавленого флюсу створює захист від шкідливого впливу оточуючого середовища та одночасно є засобом металургійного впливу на розтоплений метал. Цей спосіб широко використовують у промисловості для з'єднання металів підвищеної товщини: сталі і чавуна різного складу, міді, алюмінію, титана та їхніх сплавів.

Переваги ЕШН порівняно з іншими способами:

а) можливість наплавлення за один прохід виробів практично необмеженої товщини;

б) не вимагає видалення шлаку і відповідного настроювання зварювальної установки перед зварюванням наступного проходу. Для наплавлення можна використовувати один чи кілька дровових електродів або електроди іншого збільшеного перетину. В результаті цього досягається висока продуктивність (яка перевищує продуктивність багатшарового зварювання під флюсом таких деталей у 5-6 разів, а ручної 20-25 у разів) і економічність процесу, що підвищуються з ростом товщини металу, який зварюється (60 мм і більше), чи шару, що наплавляється;

в) невисока, у порівнянні з багатопрхідним автоматичним наплавлення під флюсом, вартість зварного з'єднання, обумовлена

низькою витратою флюсу - звичайно не перевищує 5 % маси наплавленого металу (у 15-20 разів менша), електроенергії (у 1,5-2 рази менше), зварювання виконують без зняття фасок на краях;

г) можливість виготовлення унікальних по розмірах і вазі деталей і одержання таким шляхом зварювальнolитих та зварювальнolкованих виробів (наприклад, зварювальнolиті станини важких пресів і прокатних станів, товстостінні зварювальнolковані циліндри й ін.);

д) можливість одержання зварних з'єднань високої якості, без пір, шлакових включень, тріщин, підрізів;

е) висока продуктивність зварювання товстостінних деталей.

Недоліки ЕШН:

а) застосування низької швидкості зварювання (менш 1 м/год) при значному тепловложенні призводить до тривалого теплового впливу на метал і повільне його охолодження, наслідком чого є перегрів металу околoшовної зони і шва з формуванням у ній крупнозернистої, литої структури із зниженими пластичними властивостями. У зв'язку з цим виникає необхідність, особливо при виготовленні відповідальних конструкцій, після ЕШН піддавати виріб спеціальній термообробці з метою зменшення розміру зерен;

б) необхідність установлювати з'єднання, що зварюється, у вертикальному чи близькому до цього положенні;

в) неприпустимість зупинки зварювального апарата в процесі виконання шва, тому що тоді неминуха поява дефектів у місці зупинки;

г) необхідність виготовлення спеціальних технологічних деталей (планок, для виведення шлакової ванни, "стартових кишень" для наведення шлакової ванни й ін.), необхідних при збиранні виробу під зварювання;

д) ЕШН технічно неможливе при товщині металу менше 16 мм і за рідкісними винятками економічно вигідне при зварюванні металу товщиною менше 40 мм.

Схема процесу ЕШН представлена на рис. 2.1.

Електрод і основний метал зв'язані електрично через розплавлений шлак (шлакову ванну). Теплота, що виділяється в шлаковій ванні, перегріває його вище температури плавлення основного й електродного металів. У результаті метал електрода і крайки основного металу оплавляються і через більшу щільність металу, чим

шлаку, стікають на дно розплаву, утворюючи ванну розплавленого металу (металеву ванну). Метал, що зварюється, шлакова і металева ванни утримуються від витікання звичайно спеціальними формуючими пристроями - рухливими чи нерухомими мідними повзунами, охолоджуваними водою, чи пластинами, що залишаються. Верхня крайка повзуна розташовується трохи вище дзеркала шлакової ванни. Розплавлений метал, що кристалізується в нижній частині металевої ванни створює шов. Шлакова ванна, знаходячись над поверхнею металевої ванни, стикаючись з охолоджуваними повзунами, утворює на них тонку шлакову кірку (гарнісаж), яка виключає безпосередній контакт розплавленого металу з поверхнею повзуна, що охолоджується. Одним електродом можливо виконувати зварювання деталей до 60 мм. Основні типи зварних з'єднань ЕШЗ показані на рис. 2.2. Конструктивні елементи, розміри підготовки крайок та розміри швів, регламентовані ГОСТ 15164-78.

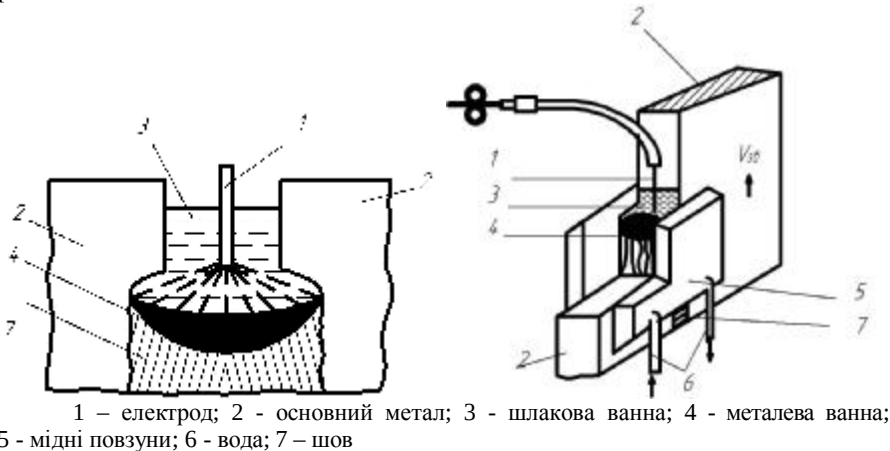
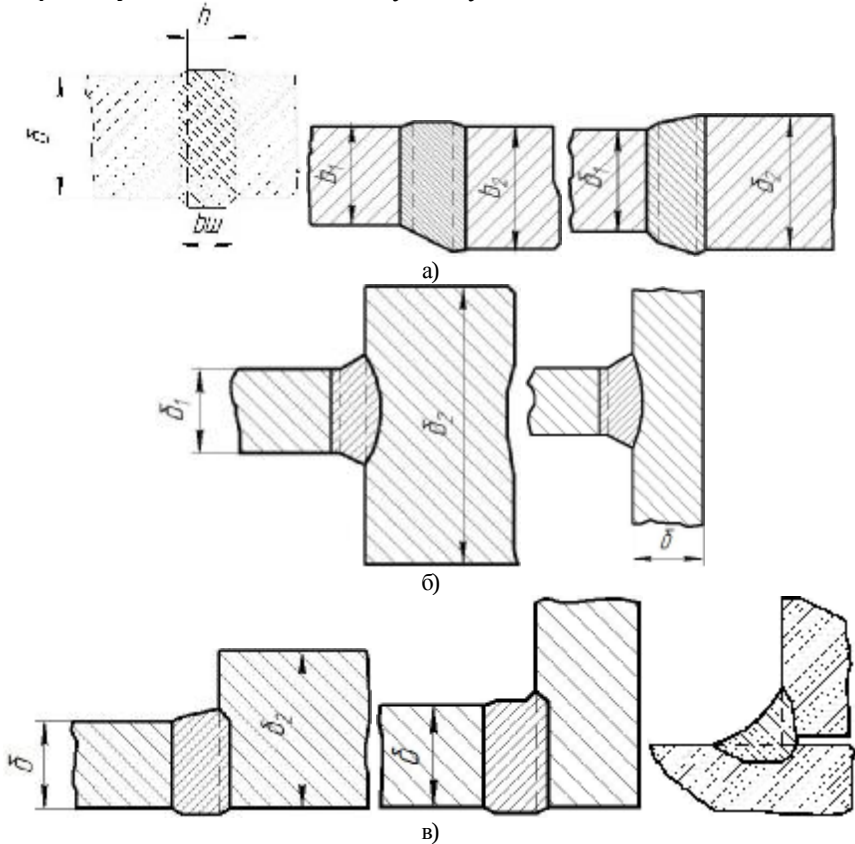


Рисунок 2.1 – Схема процесу ЕШЗ

Процес ЕШН вертикальних поверхонь від ЕШЗ відрізняється тим, що одна з деталей, що зварюється, 2 на рис. 2.1, замінюється охолоджуючим повзуном чи панеллю. Електрошлаковий процес застосовується для наплавлення деталей різної конфігурації: плоскої, круглої, конічної і т.д.

У залежності від конкретних особливостей зварюваних або наплавлених деталей у якості витратних електродів можливо використовувати один або декілька зварних дрітків, стержні та пластини.

При виконанні зварних з'єднань складної форми та змінного перерізу використовують ЕШЗ із плавким мундштуком.



а – стикові з'єднання; б – таврові; в – кутові; δ – товщина металу; b – ширина зазору;
 $b_{ш}$ – ширина шва

Рисунок 2.2 – Основні види з'єднань виконаних ЕШЗ

Звичайно зварювання починається в прикріпленому до нижньої частини стику сталевому чи мідному коклі довжиною 50—100 мм. У кишеню, утворену вхідними планками, засипають флюс, що плавиться зварювальною дугою до одержання шлакової ванни необхідних розмірів (твердий старт). Після цього дуга шунтується шлаком, і процес переходить у бездуговий — електрошлаковий. Перед початком зварювання можна заливати шлак, розплавлений у спеціальному коклі (рідкий старт). Для наведення електрошлакової ванни можна

використовувати спеціальні флюси, електропровідні у твердому стані. Для того щоб вивести шлакову ванну і запобігти утворення усадочних тріщин і пухкості наприкінці шва, на виробі встановлюють вихідні планки чи мідні кокілі довжиною близько 100 мм.

Через невелику кількість шлаку легування наплавленого металу відбувається в основному за рахунок електродного дроту. Частка основного металу у шві може бути знижена до 10—20%.

Вертикальне положення металеві ванни, підвищена температура її верхньої частини і значний час перебування металу в розплавленному стані сприяють поліпшенню умов видалення газів і неметалевих включень з металу шва.

Як джерела живлення для ЕШЗ рекомендується застосування трансформаторів із жорсткою характеристикою і напругою, регульованою в межах 35-55 В.

3 ПІДГОТОВКА ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1 Вивчити обладнання та оснастку для проведення ЕШЗ пластинчатим електродом на установці А-550.

2 Вивчити електричну схему установки А-550 та призначення кнопок управління.

4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

1 Установка ЕШЗ (ЕШН) А-550.

2 Витратний електрод.

3 Кристалізатор, що охолоджується водою.

4 Затравочна пластина.

5 Флюс для ЕШЗ АНФ-6.

6 Секундомір.

5 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

5.1 Встановити на піддон затравочну пластину із затравочною спіраллю, кристалізатор, що охолоджується водою, витратний електрод. Притиснути електрод через затравочну пластину та спіраль до піддона. Засипати необхідну кількість флюса.

5.2 Почати процес електрошлакового наплавлення.

5.3 За допомогою мірної лінійки та секундоміра визначити $V_{\text{пе}}$ при трьох значеннях струму зварювання. Побудувати залежність $I_{\text{ш}}=F(V_{\text{пе}})$.

5.4 Витягти деталь, що виплавляється із кристалізатора після наплавлення. Виконати ескіз деталі.

5.5 Розрахувати швидкість зварювання.

5.6 Вибрати одне із зварних з'єднань за ГОСТ 15164-78. Для даного типу зварного з'єднання, вибрати розміри та кількість витратних електродів або дротів. Вибрати режим зварювання.

6 ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт повинен вміщувати схему процесу, графік дослідів та розрахунки експериментів, режими зварювання, виводи, креслення одного із зварних з'єднань згідно пункта 5.6.

7 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

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

2 Забороняється включати електричні прилади без дозволу завідувача лабораторією чи викладача.

3 Забороняється проводити роботу на установці без захисних окулярів. Нагляд за проходженням процесу ЕШЗ здійснювати тільки

через захисну маску зварювальника, обладнану світлофільтром.

4 У випадку виявлення ушкоджень обладнання студент повинен негайно повідомити викладачу чи завідувачу лабораторією.

5 У випадку виникнення пожежі чи поразки електричним струмом студенти повинні діяти у відповідності із затвердженими інструкціями з охорони праці і пожежної безпеки.

8 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Схема процесу й галузь застосування ЕШН.
2. Яку функцію виконує флюс при ЕШН?
3. Основні параметри зварного шва при ЕШН.
4. Які параметри процесу ЕШН вважаються основними?
5. Переваги і недоліки способу ЕШН.

ЛІТЕРАТУРА

1. Теоретические основы сварки / Под ред. В.В. Фролова.- М.: Высшая школа, 1970, - 592 с.
2. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т. / Редкол.: Г.А. Николаев (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1979 – т. 4 / Под ред. Ю.Н. Зорина – 512 с.
3. Ключев М.М., Волков С.Е. Электрошлаковый переплав. – М.: Металлургия. – 1984, - 208 с.
4. Китаев А.М., Китаев Я.А. Справочная книга сварщика, - М.: Машиностроение, - 1985, - 256 с.
5. ГОСТ 15164-78. Электрошлаковая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. с 01.01.80 Взамен ГОСТ 15164-69. - М.: Изд-во стандартов, 1992. - 19 с.