

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторної роботи № 20
з дисципліни “Теорія зварювальних процесів” напряму підготовки
6.050504 «Зварювання» для усіх форм навчання

2016

Методичні вказівки до лабораторної роботи № 20 з дисципліни
“Теорія зварювальних процесів” напряму підготовки 6.050504
«Зварювання» для усіх 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
Коректор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено
на засіданні кафедри ОТЗВ
Протокол № 8 від 1.06.2016

Затверджено
на засіданні НМК ІФФ
Протокол № 10 від 21.06.2016

ЗМІСТ

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

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЛАВЛЕННЯ ЗВАРЮВАЛЬНОЇ ПРОВОЛОКИ ТА ВИТРАТНОГО ЕЛЕКТРОДУ ПРИ ЕЛЕКТРОШЛАКОВОМУ ЗВАРЮВАННІ

1 МЕТА РОБОТИ

Вивчити процес електрошлакового зварювання (ЕШЗ), дослідити процес крапельного переносу металу при ЕШЗ. Збудувати залежність утворення крапель та їх маси від технологічних параметрів процесу.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

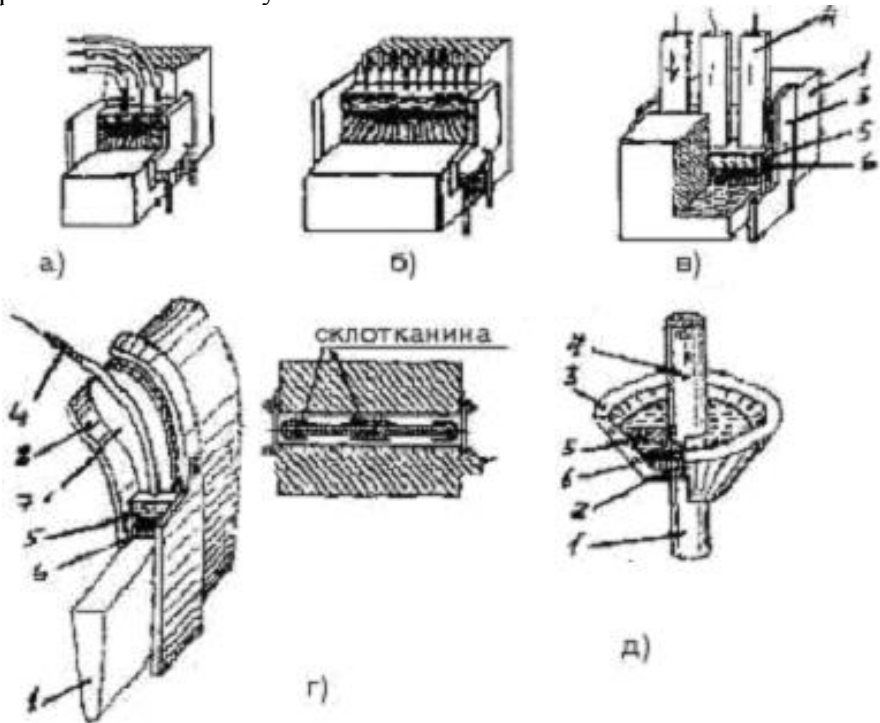
Основні схеми процесу ЕШЗ приведені на рис. 2.1.

Рафінування рідкого металу здійснюється в основному на стадії плівкового течіння на оплавленому торці витратного електроду, а також на стадії крапельного переносу. При відриві сформованої на оплавленому торці електроду краплі, остання частково шунтує відрізок електрод – шлак – металева ванна. В результаті чого в момент проходження краплі спостерігається незначне збільшення струму на шлаковій ванні.

Такі кидки по струму можливо візуально спостерігати на показаннях амперметра, а також фіксувати на пишучих пристроях. На рис. 2.2 показана осцилограма струму при стабільних режимах ЕШЗ. Пікові значення струму фіксуються у момент відриву краплі від електрода.

Рідкий метал, що стікає по торцю, що оплавляється витратного електрода, досягнувши вершини конуса (призми для плоского електрода), під дією сил поверхневого натягу збирається в краплі (рис. 2.3). На зростаючу рідкометалічну краплю діють гравітаційні й електродинамічні сили і сили тертя, обумовлені рухом шлакового розплаву. Ці сили прагнуть відірвати краплю від електрода, що утримується на його торці лише силами поверхневого натягу

розплавленого металу.



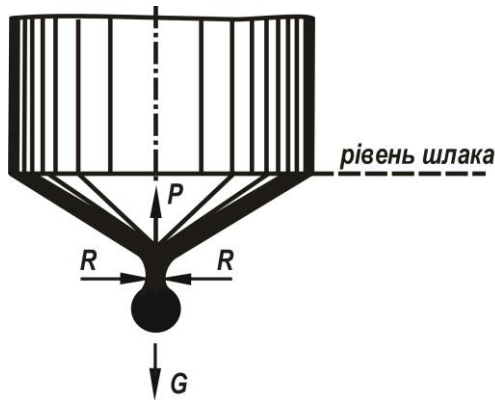
1 - виріб; 2 - наплавлювальний шар; 3- мідний повзун, що охолоджується;
4 – електрод, що плавиться; 5 -шлакова ванна; 6 - металева ванна,
7- мундштук; 8-пластина, що залишається.

а - трифазне зварювання трьома електродами зі зворотно-поступальними рухами;
б – багатоелектродне зварювання металу; в – зварювання пластинчастим електродом;
г – зварювання мундштуком, що плавиться; д - контактне шлакове зварювання

Рисунок 2.1 – Основні схеми процесів ЕШЗ



Рисунок 2.2 - Діаграма струму при ЕШЗ. Запис виконан при швидкості руху стрічки пристроя 10 см/с



G – гравітаційна сила; R – електродинамічні сили; P – результуюча сила поверхневого натягу

Рисунок 2.3 – Схема сил, які діють на краплю на торці електрода. З ростом краплі, завдяки надходженню нових порцій металу, збільшується рівнодіюча гравітаційних, електродинамічних і в'язкісних сил, а сили поверхневого натягу, внаслідок нагрівання краплі, знижуються. У момент, коли рівнодіюча сил, що відривають краплю від торця електрода, перевищить сили поверхневого натягу, відбувається відрив краплі.

Зі збільшенням заглиблення електрода в шлак кінець електрода за своєю формою наближається до правильного конуса, а при подальшому заглибленні електрода в шлак бічна поверхня конуса на кінці електрода стає опуклою. Зі збільшенням заглиблення обрив краплі стабілізується на вершині конуса.

Варто помітити, що відрив краплі лише з одного місця, тобто з вершини конічного кінця електрода, здійснюється тільки при переплаві малих електродів. При стіканні півки рідкого металу по поверхні конуса електрода великого перетину можливий відрив крапель не тільки з вершини конуса, але й у будь-якому іншому місці, де переважають гравітаційні й електродинамічні сили над силами поверхневого натягу. Зокрема, поверхня електрода, що оплавляється, по якій рухається півка рідкого металу, може мати шорсткість у виді виступів і западин, утворені різними неметалічними включеннями, що містяться в металі електрода, чи порами. Якщо розміри цих включень порівняні з товщиною півки рідкого металу, то вони можуть стати новими центрами краплеутворення крім природного центра —

вершини оплавленого конуса.

Крапля, що утвориться, діаметр якої складає 5—10 мм, має форму кулі. По мірі зростання краплі між нею і торцем електрода виникає тонка перемичка. Часто в момент відриву краплі з цієї перемички утворюється мала додаткова крапля, що електродинамічними силами відкидається від електрода, і навіть може впроваджуватися в шлаковий гарнисаж.

У даній роботі, з метою уникнення збудження шлакової ванни, викликаного металом, що стікає з кромки, які оплаваються при зварюванні деталей, у якості моделі зварного шва ЕШЗ використовується кристалізатор, що охолоджується водою.

3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1. Яким вимогам повинні відповідати флюси ЕШЗ?
2. Як впливає електричний опір шлака на стабільність процесу ЕШЗ?
3. Який механізм видалення неметалевих включень при ЕШЗ?
4. Шляхи попадання кисню у металеву ванну при ЕШЗ.
5. За рахунок чого відбувається рафінування металу електрода при ЕШЗ?
6. Які фактори впливають на розмір краплі при ЕШЗ?
7. Які флюси слід використовувати для ЕШЗ легованих конструкційних сталей та зносостійких шарів?
8. Які флюси можливо використовувати для ЕШЗ легованих сталей з використанням стаціонарних накладок?

4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

1. Установа для ЕШЗ А-550.
2. Витратний електрод.
3. Кристалізатор, що охолоджується водою.
4. Затравочна пластина.
5. Флюс для ЕШЗ АНФ-6.
6. Секундомір.
7. Щиток та захисний брезентовий одяг зварювальника.
8. Реєструючий пристрій самопишучий.

5 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

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

5.2 Розвести шлакову ванну “твердим стартом”.

5.3 Після отримання стабільних режимів процесу провести запис осцилограми струму за період 2-3 хвилини. Одночасно провести заміри лінійного переміщення витратного електроду (L) при чотирьох значеннях струму зварювання. Підрахувати кількість піків на осцилограмі струму (N) (кількість одержаних крапель) за період вимірювання. Результати занести до таблиці.

№	Результати вимірювань				Результати розрахунків		
	Сила струму, I, кА	N, шт.	Час вимірювання, t, с.	L, мм	Частота падіння крапель, n, с ⁻¹	Об'єм краплі, V _к , мм ³	Маса краплі, m, г

5.4 Розрахувати частоту відриву крапель для кожного значення струму зварювання згідно формули:

$$n = N/t \quad (5.1)$$

Збудувати залежність $n=f(I_{ш})$.

5.5 Визначити середню масу крапель .

Для цього необхідно розраховувати об'єм металу V_{Me} , з урахуванням L і переміщення шлакової ванни на зустріч електродів при наплавленні

$$V_{Me} = \left(S_e + \frac{S_e}{S_k} \right) \times L, \quad (5.2)$$

де S_e - площа перерізу електроду, $мм^2$;

S_k - площа кристалізатору, $мм^2$;

Середній об'єм крапель V_k визначити за формулою:

$$V_k = V_{Me} / N, \quad (5.3)$$

Провести розрахунок середньої маси крапель (M_k), враховуючи, що щільність рідкої сталі при $1800^{\circ}C$ складає $6,7 \text{ г/см}^3$. Збудувати залежність $M_k=f(I_{ш})$.

6 ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт повинен вмішувати схему процесу, графік, описи та результати експериментів, висновки.

7 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ

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

2 Забороняється вмикати електричні прилади та обладнання без дозволу завідуючого лабораторією або викладача.

3 Забороняється проводити роботу на установці без захисних окулярів, та захисного одягу зварювальника. Нагляд за проходженням процесу ЕШЗ здійснювати тільки через захисну маску зварювальника, обладнаної світлофільтром.

4 У випадку виявлення неполадок обладнання студент повинен негайно повідомити викладача або завідуючого лабораторією.

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

8 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.