

УДК.621.791.793.

ЕЛЕКТРОШЛАКОВЕ ЗВАРЮВАННЯ ЕЛЕКТРОДІВ ЕШП ІЗ ЛИТИХ ЗАГОТІВОК БЕЗ ОБРІЗКИ ПІДНАДЛИВНОЇ ЧАСТИНИ

В.М. Семенов

Доктор технічних наук, професор

Кафедра обладнання і технології зварювального виробництва**

Контактний тел.: (0626) 41-68-73

E-mail: draw@dgma.donetsk.ua

О.В. Кабацький

Кандидат технічних наук, доцент*

Контактний тел.: (0626) 41-68-73

E-mail: draw@dgma.donetsk.ua, uncle_1_72@mail.ru

С.О. Бабенко

Кандидат технічних наук, доцент*

Контактний тел.: (0626) 41-68-73

E-mail: draw@dgma.donetsk.ua

В.В. Хорошайло

Асистент*

Контактний тел.: (0626) 41-68-73

E-mail: draw@dgma.donetsk.ua

*Кафедра інженерної графіки

**Донбаська державна машинобудівна академія
вул. Шкадінова, 72, м. Краматорськ, Україна, 84313

Досліджена можливість електрошлакового зварювання литих заготовок витрачуваних електродів з валкових сталей без обрізу піднадливної частини. Показано, що прибуткову частину можна не знищувати, якщо помістити в її порожнині вставку з валкової сталі

Ключові слова: електрошлакове зварювання, електроди, заготовки, надливна частина

Исследована возможность электрошлаковой сварки литых заготовок расходуемых электродов из валковых сталей без обрезки подприбыльной части. Показано, что прибыльную часть можно не удалять, поместив в ее полости вставку из валковой стали

Ключевые слова: электрошлаковая сварка, электроды, заготовки, подприбыльная часть

The possibility of electroslag welding castings consumable electrodes of the steel roller without cutting underfracture part is researched. It is shown that profitable part can not to remove, placing it in the cavity of the roll steel box

Key words: electroslag welding, electrodes, workpieces, underfracture part

З метою зниження витрат на виготовлення зварних електродів, що використовуються для електрошлакового переплаву (ЕШП) останнім часом замість деформованих [1, 2] усе більш широкое застосування знаходять литі заготовки. Одержують їх, зокрема, розливанням у вертикальні чавунні виливниці. Такі виливки мають властиві їм дефекти в головній і донній частинах (усадкові раковини, забруднення і т.д.) і ускладнюють, звичайно застосовуване для їхнього з'єднання електрошлакове зварювання (ЕШЗ) порушуючи стійкість протікання шлакового процесу й створюючи небезпеку його припинення. Процес ЕШП заготовок з усадковою раковиною також утруднений і характеризується тривалим циклом, нестабільністю й перервами в результаті затікання рідкого металу й шлаків в усадкову раковину. Тому використання їх можливе тільки після обрізки головної частини. Маса обрізки залежить від способу виготовлення виливка й може досягати 15-20% від її маси, що призводить до значних втрат металу. У зв'язку із цим пошук мож-

ливості використання заготовок без обрізки головної частини представляє певний науковий інтерес, тому що дозволяє вивчити протікання процесів при ЕШС і ЕШП таких заготовок, а також практичний інтерес, тому що дозволяє створити енергозберігаючий процес [3, 4]

Метою представлених досліджень було вишукування способу, що дозволяє виключити операцію обрізки піднадливної частини й розробити ресурсозберігаючий процес виготовлення зварних електродів, що витрачаються, для ЕШП із литих заготовок.

Дослідження виконували на дослідно-виробничих заготовках литих електродів діаметром 140...160 мм з валкової сталі 9Х. Заготовки одержували заливанням сталі сифонним методом у вертикальні чавунні виливниці з конусною робочою поверхнею, що розширюється донизу (рис. 1). У головній частині виливка (довжиною 1500 мм, діаметром донної частини 250 мм і головної 220 мм) утворювалася усадкова раковина конусної форми глибиною до

350-400 мм і діаметром основи 140-160 мм. Необхідно було розв'язати питання забезпечення суцільності металу на відстані порядку 100 мм по кожному стороні стику, що зварюється. Було розглянуто кілька варіантів Первісне рішення використовувати відомий у металургії спосіб підживлення надливної частини виливка рідким металом 9Х, відпав у зв'язку зі складністю й дорожнечою його здійснення. Другий варіант – заповнення надливної частини кусковим присадковим металом – у принципі, вирішував поставлене завдання, але мав недолік у тому, що вимагав наявності кускових матеріалів валкової сталі. Третім рішенням, прийнятим для випробування, було усунути раковину із зони зварювання шляхом використання вставки При виконанні досліджень, спочатку в якості вставок для заповнення раковин використовували прокат діаметром 100 – 120 мм зі сталі 9Х. Для цього порожнина усадкової раковини обробляли за допомогою дугового різання, потім усередину на одному рівні з торцем заготовки встановлювали вставку й обварювали її по контуру. Згодом замість вставок із прокату було вирішено використовувати стрижні (діаметром 80-110 мм) ливникової системи, що залишається після сифонного виливка заготовок електродів.

З метою виключення операцій обрізки порожнини раковини й обварювання вставки робили встановлення стрижнів у верхню частину виливниць перед заливанням їх знизу рідким металом.

При заливанні рідкий метал, що піднімається знизу, приплавляв прикріплений до верхньої частини виливниці стрижень до виливка. Це забезпечувало зсув раковини усередину головної частини виливка. Метал таких виливків виходив щільний і був придатний для подальшого електрошлакового зварювання, не порушуючи його стабільності, що підтвердилося осцилограмою струму (рис. 2) і макрошліфами зварного з'єднання (рис. 3). З рис. 2 видно, що електрошлакове зварювання двох литих заготовок без обрізки їх піднадливної частини представляє нестійкий процес, що припиняється при затіканні шлаку в усадкову раковину (а). Застосування вставки дозволяє одержати суцільний перетин й забезпечити нормальне протікання процесу. Використання електроду із вставкою у процесі ЕШП, при несприятливій схемі стикування заготовок між собою й з інвентарною головкою могло призвести до засмічення виливку ЕШП частинами вставки, що не розплавилася. З метою виключення цього були обрано дві схеми з'єднання литих заготовок між собою й з інвентарною головкою литих заготовок. Згідно з першою схемою при виготовленні електроду із двох заготовок їх з'єднують донними частинами. По другій схемі при використанні трьох і більш заготовок донними сторонами зварюють тільки нижню пару заготовок.

Обидві схеми (рис. 4, б) передбачають приварювання електроду, що витрачається, до інвентарної головки головної частини.

Для одержання необхідної прямолінійності електроду, що витрачається, і зниження небезпеки утворення гарячих тріщин авторами даної роботи був запропонований спосіб, що передбачає попередній злам осі зібраної заготовки шляхом підйому зварюваного стику на середній опорі щодо кінців заготовки, у цьому випадку на 20 мм (рис. 4, в) і опускання цієї опори у

процесі зварювання на цю ж величину. Це дозволяло зменшити момент від ваги заготовок, що створює розтягувальні напруження у шві.

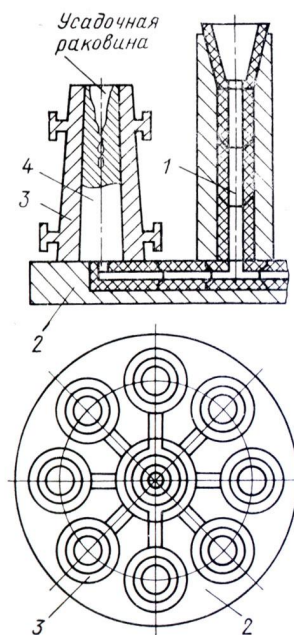


Рис. 1. Схема сифонного заливання сталі: 1 – стрижень центрального стояку ливникової системи; 2 – піддон для встановлення восьми виливниць, 3 – виливниця, 4 – заготовка

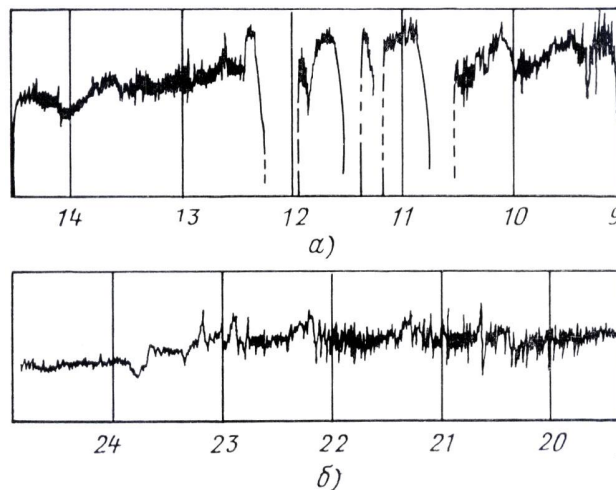


Рис. 2. Осцилограми струму при ЕШЗ із усадковою раковиною: а) без вставки й з нестабільним процесом, б) із вставкою й стабільним процесом

З метою розробки технології зварювали позаштатні литі заготовки, зібрані таким чином, що головна частина однієї стикувалася з донною іншої. Враховуючи погану зварюваність сталі 9Х, для попередження появи холодних тріщин крайки заготовок підігрівали до 150°C. При зварюванні використовували пластинчастий електрод, зібраний із шести смуг (розміром перерізу 12×30 мм) сталі 9Х, і фтористо-кальцієвий флюс АНФ-6. Режим ЕШЗ: струм 2,4 – 2,8 кА, на-

пруга 42 – 45 В, глибина шлакової ванни 40 мм. Для запобігання надмірного оплавлення крайок і попередження утворення усадкової раковини на кінцевій ділянці стику зменшували тепловкладення за рахунок періодичного, короткочасного, (на 5 – 6 с) відключення напруги. Процес зварювання протікав стійко, без перерв і розбризкування шлаків. При цьому витрата електрода складала 9,5 кг на один стик замість 12 кг при зварюванні заготовок без вставок.

Для уповільненого охолодження зварне з'єднання закутували азбестовим полотном. Огляд поверхні з'єднання після зварювання показав відсутність тріщин і непроварів. Для поліпшення оброблюваності зварне з'єднання віджигали при 740°С.

Хімічний склад вилівка сталі 9Х, присадкового металу, а також металу шва сталі 9Х наведений у табл. 1. Показано, що кількість С, Мп, Сг у шві трохи понизилася в порівнянні з їхнім вмістом в основному металі у зв'язку з їхнім вигорянням при зварюванні.

Це позначилося на механічних властивостях – властивості міцності металу шва трохи нижче властивостей основного металу (табл. 2).

Дослідження макрошліфів показало, що використання вставок дозволило зменшити усадкову раковину від торця всередину заготовки й забезпечити одержання якісного зварного з'єднання (рис. 4, а).

Мікроструктура металу шва й навколошовної зони є троостосорбітною (рис. 4, б – г), мікротвердість – 350...370. Технологія зварювання дослідних заготовок із застосуванням вставок була прийнятою для виготовлення штатних електродів, що витрачаються. Виготовлені в такий спосіб електроди переплавляли в злитки масою до 2 т. Процес переплаву проходив задовільно. Перевірка металу злитка ЕШП ультразвуковою дефектоскопією показала, що якість його відповідає пропонуваним вимогам. Впровадження технології ЕШЗ литих заготовок (без обрізання головної частини) з використанням вставок при виготовленні зварних

електродів, що витрачаються, дозволило підвищити коефіцієнт використання металу (скоротити витрати зварювальних матеріалів на 15 – 20%).

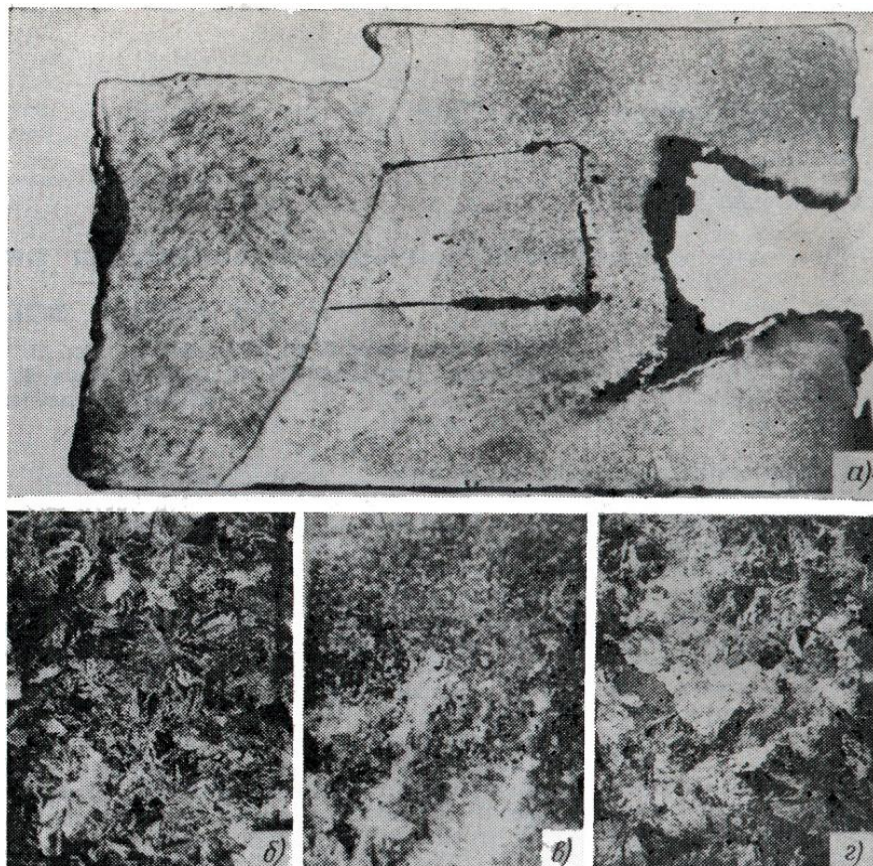


Рис.3. Макрошліфи (а) і мікроструктура зварних з'єднань (б, в, г.)

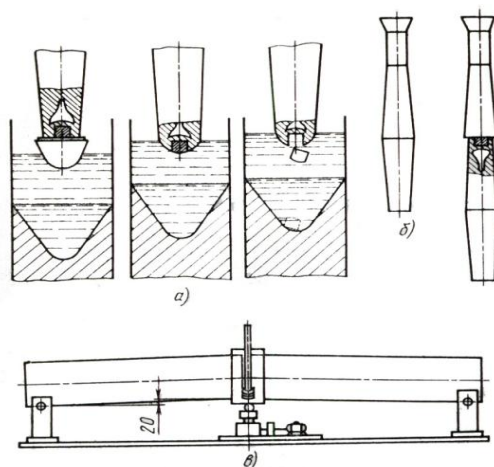


Рис. 4. Схема ЕШП при засміченні злитку частками, що не розплавлялися (а), стикування литих заготовок із вставками в головній частині (б), складання й зварювання заготовок (в)

Таблиця 1

Хімічний склад досліджуваного металу

Досліджуванний метал	Вміст, %					
	C	Si	Mn	S	P	Cr
Шов	0,82	0,26	0,31	0,012	0,016	1,49
Смуга	0,80	0,32	0,31	0,019	0,018	1,56
Вилівок	0,85	0,28	0,38	0,009	0,002	1,50

Таблица 2

Механічні властивості зварних з'єднань

Місце випробувань	σ_t , МПа	σ_B , МПа	δ , %	Ψ , %	KSU , кДж/м ²
Основний метал	389-408	780-800	21,3-22,7	30,7-36,3	150-250
	398	795	22,0	33,5	200
Шов	341-360	754-796	—	—	150-310
	355	775	—	—	230
НШЗ: по лінії сплавлення	—	—	—	—	270-320
	—	—	—	—	295
	1,5 мм від лінії сплавлення	—	—	—	330-430
	3,0 мм від лінії сплавлення	—	—	—	380
—	—	—	—	410-580	—
—	—	—	—	495	—

Висновки

1. Розроблено принципово новий спосіб підготовки зварюваних крайок для ЕШЗ литих заготовок без

обрізання піднадливної частини, при якому в порожнину усадкової раковини встановлюють вставку з металу аналогічного металу заготовок, що зварюються.

2. Запропонований спосіб створює сприятливі умови для усадки металу шва, що й зменшує небезпеку утвору гарячих тріщин за рахунок попереднього зламу осі в місці стику на задану величину зібраного під зварювання виробу й наступного опускання стику в процесі зварювання на цю же величину.

3. У зв'язку з ростом обсягів використання металу ЕШП у виробництві, вважаємо актуальним продовжувати дослідження з подальшого вдосконалювання технології виготовлення електродів, що витрачаються.

Література

1. Paton В.Е. Current trends of research and development in the field of welding and strength of structures / В.Е. Paton // Welding journal. – 2003. – №10–11. – P.5 – 11.
2. Семенов В.М. Совершенствование технологических приемов повышения качества изделий тяжелого машиностроения с применением ЭШС / В.М.Семенов, В.П.Гулида // Автоматическая сварка – 1999. – №9. – С. 47.
3. Медовар Б.И. Развитие электрошлакового процесса в в специальной электрометаллургии / Б.И. Медовар, Л.Б. Медовар, В.Я. Саенко // Автоматическая сварка – 1999. – №9. – С. 7.