

Винахід відноситься до галузі техніки а саме зварювального виробництва, та електрошлакового зварювання (ЕШЗ).

Відомий спосіб рафінування сталі від водню [1] при ЕШЗ при якому, зварювальні матеріали перед зварюванням піддають тепловій обробці, знижуючи їхню вологість і в такий спосіб знижуючи концентрацію водню в зварювальних матеріалах. Однак такий спосіб не дозволяє знизити концентрацію водню в процесі зварювання, тому що при зварюванні відбувається насичення шлаку воднем з повітря, а зі шлаку водень потрапляє в розплавлений метал, крім того при цьому способі спостерігається чад легуючих елементів сталі [2, 3].

Відомий спосіб рафінування сталі від водню [1, стор.128], при ЕШЗ при якому над шлаком створюють захисну атмосферу (Ar, CO<sub>2</sub>, і ін.), запобігаючи насиченню парами води і водню шлакової системи, а з неї насичення металу. Цей спосіб узятий за прототип. Недоліки способу:

- підвищення собівартості зварювальних робіт через додаткові витрати на спеціально осушені гази;
- складність провадження робіт із захисною атмосферою;
- необхідність і складність, а в деяких випадках і неможливість герметизації робочого простору зварювання;
- насичення вуглецем металу при розкисленні шлаку вуглецевими матеріалами. В основу винаходу покладений спосіб рафінування сталі від водню при якому, у процесі ЕШЗ створюється примусовий градієнт окислення шлаку протилежний природному, що створює сприятливі термодинамічні умови для видалення водню з металу. При цьому способі:

- немає необхідності застосовувати спеціально осушені гази для захисту шлаку від атмосфери;
- відпадає необхідність у застосуванні складного устаткування для герметизації робочого простору зварювання;

- виключена можливість насичення вуглецем металу.

Поставлення задача вирішується за рахунок того, що поверхня шлаку розкислюється вуглецевими матеріалами, а у шлак вводиться окислювач.

Сутність винаходу полягає в тім, що в процесі ЕШЗ на поверхню шлаку наводиться розкислювач-фторид графіту [4], у виді порошку в оболонці з металеві фольги. Так, як фторид графіту знаходиться в оболонці з фольги, то він не розкидається (не розпорошується в повітрі), а попадає на поверхню шлаку. На поверхні шлаку фольга розплавлюється у фториді графіту (шарувате з'єднання графіту) відбувається термодеструкція.

При термодеструкції шарувате з'єднання графіту „розширюється” з різким збільшенням обсягу в 30-40 разів, у результаті цього щільність фториду графіту зменшується до 100-80г/м<sup>3</sup> і суміш здобуває теплоізоляційні властивості. Утворюється захисна „подушка” над розплавом шлаку. Існування захисної „подушки” обумовлено низькою щільністю терморозширеного фториду графіту і високою швидкістю окислювання його мілкодисперсних часток, які мають високоактивну турбостратну структуру фториду графіту. Існування захисної „подушки” знижує чад легуючих елементів, захищає шлак від впливу атмосфери, скорочується питома витрата електроенергії, знижуючи радіаційні втрати тепла з поверхні шлакової ванни.

Згідно [1, 5, 6] розчинність водню в шлаках залежить як від парціального тиску водню так і від парціального тиску кисню у газовій фазі (1)

$$C_{(H_2)}^I = K_{(H_2)} P_{H_2}^{1/2} (P_{O_2}^I)^{1/4} \quad (1)$$

де:  $C_{(H_2)}^I$  - розчинність водню;  $K_{(H_2)}$  - константа рівноваги водню;

$P_{H_2}^{1/2}$  - парціальний тиск водню;  $(P_{O_2}^I)^{1/4}$  - парціальний тиск кисню.

З залежності (1) випливає, що рівноважна з атмосферою концентрація водню у електрошлакових технологіях можлива лише при відсутності градієнта окислювання по товщині шлакового шару.

У реальних умовах ЕШЗ зміст водню в металі визначається одночасно протікаючими процесами його видалення і надходження в метал. Фактична концентрація водню при ЕШЗ завжди буде прагнути до величини вище рівноважної [2, 3, 7].

Змінюючи окислювання поверхні шлаку за допомогою фториду графіту (у складі якого знаходиться вуглець-розкислювач), тобто змінюючи градієнт окислювання шлаку примусово знижуємо концентрацію водню в металі. Процес відбувається завдяки взаємодії потоку водню з потоком кисню.

Для зниження небезпеки вуглецевого насичення металу додатково у шлакову ванну вводиться окислювач. Окислювач вводиться у виді шматків порошкової стрічки яка містить і 1-2% фториду графіту. Введення 1-2% фториду графіту в осередок порошкової стрічки необхідно, задля запобігання розплавлювання фториду графіту на поверхні шлаку. Потрапляючи в шлак оболонка порошкової стрічки розплавляється, нагріваючи фторид графіту, що при температурі термодеструкції спучується, розширюється виштовхує оксид заліза з порошкової стрічки і розподіляє оксид заліза по об'єму шлакової ванни. Оксид заліза знижує вміст вуглецю внаслідок реакції відновлення заліза [8]. Таким чином, оксид заліза в шлаку усуває вуглецеве насичення металу. Зниження концентрації водню робиться комплексним впливом:

- на поверхню шлакової ванни наводиться фторид графіту в оболонці з легкоплавкого матеріалу (фольги) - розкислювач;

- у шлакову ванну вводиться оксид заліза в оболонці порошкової стрічки(щоб запобігти розплавлюванню на поверхні шлаку), а розподіл окислювача по об'єму шлакової ванни робиться за допомогою фториду графіту.

Наприклад: виконували, ЕШЗ сталі 35Л секторів бандажів випалювальної печі. Висота сектора, що зварюється, 1420мм товщина 590мм. Джерело живлення 2 трансформатори ТШС-1000-3 з'єднаних у однофазному режимі 1/1 при рівнобіжній роботі. Зварювальний апарат А-645. Зварювання велося мундштуком, що плавиться, 6 електродами. Режими зварювання наведені в табл.1. Введення розкислювачів велося за допомогою вагового дозатора ДН-21У через кожні 15хв. При ЕШЗ №4 розкислювачі не вводилися.

По ходу зварювання з металеві ванни кварцовими пробовідбірниками періодично відбирали проби рідкого металу, після загартування проби поміщали в евідіометри і після витримки 5-6 діб визначали вміст водню. Вміст водню в металі визначали шляхом підсумовування кількості водню який виділився у евідіометрах і в тих же пробах методом вакуум нагрівання.

Таблиця 1

## Режими зварювання

№ п/п	Напруга зварювання, В	Швидкість подавання електр. проволок, м/год	Зварювальний струм, А	Глибина шлакової ванни, мм	Флюс	Режим термообробки
1	52	140	2700	45-50	АН-8	без термообробки
2	50	120	2400	45-50	АН-8	високотемпературна відпустка
3	52	125	2500	45-50	АН-8	нормалізація і високо температурна відпустка
4	50	120	2400	45-50	АН-8	нормалізація і високо температурна відпустка

Зміст водню при ЕШЗ №(1-4) наведен у табл.2.

Таблиця 2

## Розрахункові й експериментальні концентрації водню

№ зварювання	$[H]_{\text{эл}}, \text{см}^3/100 \text{ г}$	$[H]_{\text{ривн(розр)}} \text{см}^3/100 \text{ г}$	$[H]_{\text{експ}}, \text{см}^3/100 \text{ г}$
1	4,9	3,2	3,25
2	4,2	2,1	2,0
3	4,3	2,2	1,9
4	4,4	2,2	3,9

З табл.2 видно, що без застосування способу рафінування стали від водню зварювання № 4, концентрація водню найбільша, а при введенні раскислителей концентрація водню знижується до  $1,9 \text{ см}^3/100 \text{ г}$ .

Джерела інформації

1. Електрошлакове зварювання і наплавлення/ Під ред. Б.Е.Патона. - М.: Машинобудування, 1980.-511с.,іл.
2. Теоретичні основи електросталеплавильних процесів / В.А. Григорян, Л.Н. Белянчиков, А.Я. Стомахин. - М.: Металургія. -1979. – 255с., іл.
3. Фізична хімія / А.А. Жуховицкий, Л.А. Шварцман. - М.: Металургія.-1968. – 520с., іл.
4. Убеллоде А.Р., Льюис Ф.А. Графіт і його кристалічні з'єднання.- М.: Світ.-1965.- 265с.
5. Кондратьев А.С., Корнілов В.А., Якубов В.Т. Поводження водню при електрошлаковому переплаві конструкційної сталі// V Всесоюзна научн. конфер. із проблем електрометалургії сталі. - Челябинськ. - 1984.- С.169-171.
6. Хольцгрубер В., Шнейдхофер А., Егер Х. Водень при електрошлаковому переплаві. - У кн.: Спеціальна електрометалургія Ч 2. К.: Наукова думка, 1972. - с.122-132.
7. Газы і вуглець у металах/ Е. Фром, Е. Гебхардт.-М.: Металургія, 1980.-712с.,іл.
8. Униговский Я.Б., Братчиков С.Г., Павлов В.А. Вуглець у шлаках і розподіл його між шлаковою і металевою фазами/ Уральський політ, інститут. Рукопис деп. у ВИНТИ № 142-76. Деп. Свердловськ, 1976. – 21с.