

Теплообмен между газом и частицами рассматривается в предположении, что коэффициент теплоотдачи между частицей и газом величина постоянная ($\alpha = \text{const}$) и распределение частиц по скоростям равномерное (концентрация частиц $n = 0$ при $\vartheta_0 > \vartheta_{\text{max}}$ и $n = n_0$ при $0 \leq \vartheta_0 \leq \vartheta_{\text{max}}$).

Решая систему дифференциальных уравнений (1) и (2) в предположении, что температура газа изменяется с высотой по экспоненциальному закону, получим распределение безразмерной температуры газа по высоте надслоевого пространства:

$$\Theta = \frac{T - T_{\text{го}}}{T_{\text{го}} - T_{\text{зо}}} = \exp\left\{\frac{2}{3}\beta \left[\sqrt{(1 - \bar{h})^3} - 1\right]\right\} + \varkappa \bar{h} \left\{1 - \exp\left[\frac{2}{3}\beta \sqrt{(1 - \bar{h})^3}\right] + \frac{4}{15}\beta \left[\sqrt{(1 - \bar{h})^5} - 1\right]\right\} \exp\left[\frac{2}{3}\beta \sqrt{(1 - \bar{h})^3}\right],$$

где \bar{h} – безразмерная высота; $\beta = \alpha f_s n_0 \vartheta_{\text{max}}^2 / 2g c_p \vartheta$; $\varkappa = \alpha f_s \vartheta_{\text{max}} / c_s \rho_s V_s g$.

По экспериментам с псевдооживленным слоем частиц корунда размером 270 мкм и критической скоростью уноса частиц $\vartheta_{\text{max}} = 2 \text{ м/с}$ получено $\beta = 0,15 \text{ 1/с}$ и $\varkappa = 0,03$.

УДК 621.791.75.042

С.М. Шанчуров
 (S.M.Shanchurov)
 УГЛТУ, Екатеринбург
 (USFEU, Ekaterinburg)

В.В. Яковлев
 (V.V.Yakovlev)

Федеральный экспертный Совет, Екатеринбург
 (Federal Expert Council, Ekaterinburg)

А.В. Сурков
 (A.V.Surkov)

ЦНИИТМАШ, Москва
 (CNIITMASH, Moscow)

**ЭЛЕКТРОДНАЯ ПРОВОЛОКА СВ-08Г2С-С ДЛЯ СВАРКИ
 КОНСТРУКЦИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ
 (ELECTRODE WIRE SV-08G2S-S FOR WELDING OF ENERGY
 ENGINEERING CONSTRUCTIONS)**

Разработана электродная проволока для сварки конструкций в газовых смесях на основе аргона и углекислого газа. Результаты испытаний позволяют рекомендовать сварочную проволоку Св-08Г2С-С вместо проволоки Св-08Г2С.

The electrode wire for argon and carbon oxide gas mixture welding of constructions was developed. The test results allow to recommend the electrode wire Sv-08Mg2Si-S instead wire Sv-08Mg2Si.

В настоящее время большинство предприятий энергетического машиностроения за рубежом и в России при изготовлении сварных конструкций механизированной сваркой вместо углекислого газа используют «сварочную смесь», состоящую из аргона с добавлением до 25 % углекислого газа. Преимущества сварочных смесей по сравнению с углекислым газом общеизвестны [1-3]: лучшее формирование шва, его внешний вид, снижение разбрызгивания и набрызгивания на металл электродной проволоки, более высокие механические свойства металла шва.

Содержание раскислителей – кремния (0,70–0,95) и марганца (1,80–2,10) – в электродной проволоке Св-08Г2С находится в избыточном количестве при её использовании для сварки в смесях Ar + CO₂, что может привести к неоптимальному сочетанию прочностных и пластических свойств. Как отмечается в работах [2, 3], при замене углекислого газа на аргоносодержащие смеси с использованием проволоки Св-08Г2С в металле шва жёстких сварных соединений крупногабаритных конструкций средней толщины часто появляются межкристаллизационные трещины.

Разработан состав электродной проволоки для сварки в аргоносодержащих смесях конструкционных сталей с целью повышения служебных свойств сварных соединений (прочности, пластичности и трещиностойкости) по сравнению с используемой в настоящее время проволокой Св-08Г2С. Состав опытной плавки электродной проволоки Св-08Г2С-С и проволоки Св-08Г2С приведён в табл. 1.

Таблица 1

Состав (%) опытных электродных проволок Св-08Г2С-С и Св-08Г2С

Марка	С	Si	Mn	V	Cu	Ni	N	S	P
					не более				
Св-08Г2С-С	0,07	0,50	1,32	0,14	0,01	0,01	0,011	0,005	0,003
Св-08Г2С	0,09	0,87	1,42	-	0,05	0,06	-	0,015	0,011

Опытными электродными проволоками на пластины (300x200x20 мм) из стали 10ХСНД наплавляли пятислойные валики и из последнего слоя вырезали образцы для спектрального анализа. По результатам исследований рассчитали коэффициент усвоения легирующих элементов в дуге [1].

Расчёты показывают, что коэффициент усвоения легирующих элементов в дуге при использовании сварочной смеси газов на 15-40 % выше, чем при сварке в CO₂. Этот факт указывает на то, что для получения одинакового химического состава металла шва при сварке в CO₂ и в смеси

80 % Ar+20 % CO₂ для последней необходимо уменьшить в электродной проволоке примерно на такую же величину содержание легирующих элементов по сравнению с их содержанием в электродной проволоке Св-08Г2С.

Влияние состава электродной проволоки на свойства сварного соединения при сварке в смеси газов исследовали на стали 10ХСНД. С этой целью пластины размером 500x350x20 мм сваривали опытными проволоками и проволокой Св-08Г2С (см. табл. 1) диаметром 1,2 мм. Полученные результаты механических испытаний сварных соединений для обеих марок проволок вполне удовлетворительные (табл. 2). Следует отметить, что прочностные и пластические характеристики сварных соединений, выполненных обеими проволоками, практически одинаковы, а вот металл шва, выполненный проволокой Св-08Г2С-С, существенно пластичнее (σ ; ψ угол загиба) и более чем на 20 % прочнее, чем металл шва, выполненный электродной проволокой Св-08Г2С, используемой в настоящее время для сварки в аргоносодержащих смесях.

По результатам испытания ударной вязкости металла шва при температурах +20, -20, -40 °С как с острым надрезом КСV (по Шарпи), так и с круглым КСУ (по Менаже) лучшие показатели имеет металл шва, выполненный электродной проволокой Св-08Г2С-С.

Для определения склонности металла шва к образованию горячих трещин заваривались проволокой Св-08Г2С-С крестовые пробы из элементов толщиной 20 и 40 мм из стали 10ХСНД.

Анализ полученных результатов показал, что металл швов не склонен к образованию горячих трещин.

Таблица 2

Механические характеристики сварных соединений

Марка проволоки	Тип образца по ГОСТ 6996-66	Предел текучести, Н/мм ²	Временное сопротивление, Н/мм ²	Относительное удлинение, %	Относительное сужение, %
Св-08Г2С	II (металл шва)	476-492	626-660	19,0-22,6	49,5-54,2
		484	643	20,8	52,0
	III (сварное соединение)	423-427	590-591	24,4-26,2	77,2-78,2
		425	590,5	25,4	78,7
Св-08Г2С-С парт.1	II (металл шва)	590-605	676-683	22,0-22,6	66,6-66,6
		597,5	679,5	22,3	66,6
	III (сварное соединение)	439-441	581-591	24,0-25,0	76,3-78,1
		440	586	24,5	77,2

Угол загиба, град: Св-08Г2С–80 выдержано, Св-08Г2С-С–120 выдержано.

По результатам исследований разработаны ТУ на изготовление проволоки Св-08Г2С-С для сварки в аргоносодержащих смесях конструкций из низколегированных сталей, а также сталей повышенной прочности и повышенной ударной вязкости при низких температурах.

Библиографический список

1. Новожилов Н.М. Основы металлургии дуговой сварки в газах. М.: Машиностроение, 1979. 231 с.
2. Иванов Е.А., Киселёв О.Н., Сорокин В.Н. Предотвращение трещин в сварных соединениях из низколегированных сталей // Сварщик – профессионал. 2003. Март-апр. С. 12-15.
3. Александров А.Г., Лабезнов П.П. Влияние кальция на структуру сварных швов // Автоматическая сварка. 1977. № 1. С. 23-26.

УДК 532.546

В.Н. Королев, А.И. Сафронов,
(V.N. Korolev, A.I. Safronov)
А.В. Островская, В.Ю. Красных, И.С. Парышев
(A.V. Ostrovskaj, V.Y. Krasnykh, I.S. Paryshev)
УрФУ, УГЛТУ, Екатеринбург
(UrFU, USFEU, Ekaterinburg)

**ПРОФИЛЬ СКОРОСТИ ГАЗА ПО СЕЧЕНИЮ НЕПОДВИЖНОГО
ПРОДУВАЕМОГО ЗЕРНИСТОГО СЛОЯ**
(GAS VELOCITY PROFILE ON CROSS SECTION OF STATIONARY
VENTILATED GRANULAR BED)

Секционирование аппарата вертикальными перегородками с проницаемыми стенками позволяет значительно уменьшить степень неравномерности газораспределения по сечению неподвижного продуваемого зернистого слоя.

Process of sectioning the device using the vertical partitions which have penetrable sides makes possible the significant reduction of the irregularity's degree of the gas distribution on the cross section of the stationary ventilated granular bed.

Характер газораспределения в аппаратах с неподвижным зернистым слоем имеет существенное значение для процессов, полнота которых определяется временем контакта реагента с элементами засыпки.

Анализ опубликованных многочисленных исследований профиля скорости потока в неподвижном зернистом слое показал, что