

К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НИЗКОЛЕГИРОВАННОГО СРЕДНЕУГЛЕРОДИСТОГО ИЗНОСОСТОЙКОГО МЕТАЛЛА ПРИ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ НАПЛАВКЕ

Саидахматов А.С.

Ташкентский государственный технический университет, Узбекистан

Учёные ведущих стран мира США (Ж. Совардс, М. Тумурулу), Италии (Р.Риссоне, Г. Гаусен), Швеции (О. Келберг), Японии (М. Танака), России (Г.Л. Петров, Г.К. Татур, К.В. Любавский,), Украины (Б.Е. Патон, В.В. Подгаецкий, И.К. Походня) и другие изучали процессы взаимодействия фаз, протекающие на различных стадиях нагрева и плавления электрода, которые определяют состав наплавленного металла. Капли формируются при плавлении стержня и покрытия электрода и взаимодействии образовавшихся фаз друг с другом и газом. Процессы взаимодействия фаз, протекающие на различных стадиях нагрева и плавления электрода, определяют их конечный состав. [1,2].

На кафедре «Технологические машины и оборудование» проведено исследование, позволившее оценить результаты процессов наплавки слоя низколегированного среднеуглеродистого износостойкого наплавленного металла:

1. Общий коэффициент перехода элемента E_z :

$$\bar{\eta}_{E_z} = a\eta_{E_z}^{стерж} + b\eta_{E_z}^{фер} + c\eta_{E_z}^{шл.мин} + d\eta_{E_z}^{шл.иск.вещ} \quad a+b+c+d=1$$

где $\bar{\eta}_{E_z}$ - усредненный коэффициент перехода элемента - доля массы элемента E_z , остающаяся в наплавленном металле:

$$\bar{\eta}_{E_z} = \frac{m_{E_z}^{напл}}{m_{E_z}^{смеш}}, \quad \bar{\eta}_{E_z} = \frac{[E_z]_{напл.ме}}{a[E_z]_{стерж} + b[E_z]_{фер} + c[E_z]_{шл.мин} + d[E_z]_{шл.иск.вещ}}$$

где $m_{E_z}^{напл}$ - масса элемента E_z в данном объеме металла после взаимодействия, кг;

$m_{E_z}^{смеш}$ - масса элемента E_z в металле без учета химических реакций, кг. а, б, с и d - доли участия электродного стержня, ферросплавов, металла восстановленного из шлака минерального сырья и искусственно получаемых химических веществ в формировании наплавленного металла;

$$\text{где } a = \frac{m_{\text{эл.}} \cdot (1 - k_{\text{ном}}^{\text{ме}})}{m_{\text{мет.ванны}} \cdot (1 + k_{\text{МП}})}; \quad b = \frac{m_{\text{эл.}} \cdot (1 - k_{\text{ном}}^{\text{ме}}) \cdot k_{\text{МП}} \cdot \sum_{k=1}^l \frac{\% \text{фер}_k}{100}}{m_{\text{мет.ванны}} \cdot (1 + k_{\text{МП}}) \cdot \left(1 + \frac{\alpha\beta}{100}\right)}$$

$$; \quad d = \frac{m_{\text{эл.}} \cdot (1 - k_{\text{ном}}^{\text{ме}}) \cdot k_{\text{МП}} \cdot \sum_{k=1}^s \frac{\% \text{иск.вещ}_k}{100}}{m_{\text{мет.ванны}} \cdot (1 + k_{\text{МП}}) \cdot \left(1 + \frac{\alpha\beta}{100}\right)}$$

$$\eta_{E_z}^{\text{стерж}} = 1 - k_1^{E_z}, \quad \eta_{E_z}^{\text{фер}} = 1 - k_2^{E_z}, \quad \eta_{E_z}^{\text{шл.мин.}} = k_3^{E_z}, \quad \eta_{E_z}^{\text{шл.иск.вещ}} = k_4^{E_z}$$

где $\eta_{E_z}^{\text{стерж}}$, $\eta_{E_z}^{\text{фер}}$, $\eta_{E_z}^{\text{шл.мин.}}$ и $\eta_{E_z}^{\text{шл.иск.вещ}}$ - парциальные коэффициенты перехода элемента E_z в наплавленный металл из стержня, ферросплавов, шлака, получаемого из минерального сырья и искусственного получаемых химических веществ соответственно.

$k_1^{E_z}$ - доля массы компонента E_z металла стержня, окисленной газом и шлаком;

$k_3^{E_z}$ - доля массы компонента E_z металлической части покрытия электрода (группа 1. Ферросплавы), окисленной газом и шлаком;

$k_4^{E_z}$ - доля массы оксида компонента E_z неметаллической части покрытия (группа 2. Минеральное сырье), переходящей в металл в результате реакций восстановления на стадии капли;

$k_5^{E_z}$ - доля массы оксида компонента E_z неметаллической части покрытия (группа 3. Искусственно получаемые химические вещества), переходящей в металл в результате реакций восстановления на стадии капли.

2. Масса элемента в наплавленном металле

$$m_{E_z}^{\text{напл}} = m^{\text{см}} \cdot \frac{E_z^{\text{см}}}{100} + \sum_{k=1}^n m_k^{\text{ч.м.}} \cdot \frac{E_z^{\text{ч.м.}}}{100} + \sum_{k=1}^l m_k^{\text{фер}} \cdot \frac{E_z^{\text{фер}}}{100} + \sum_{k=1}^p m_k^{\text{шл.мин.}} \cdot \frac{E_z^{\text{шл.мин.}}}{100} + \sum_{k=1}^s m_k^{\text{шл.иск.вещ.}} \cdot \frac{E_z^{\text{шл.иск.вещ.}}}{100} = m_{E_z}^{\text{см}} + m_{E_z}^{\text{ч.м.}} + m_{E_z}^{\text{фер}} + m_{E_z}^{\text{шл.мин.}} + m_{E_z}^{\text{шл.иск.вещ.}}, \quad (2)$$

где $m_{E_z}^{\text{см}}$, $m_{E_z}^{\text{фер}}$, $m_{E_z}^{\text{шл}}$ массы элемента E_z в электродном стержне, ферросплавах и восстановленная из неметаллических компонентов покрытия электрода, соответственно.

3. Усредненный коэффициент перехода элемента E_z ,

$$\bar{\eta}_{E_z} = \frac{[E_z]_{\text{н.м.}}}{a[E_z]_{\text{стерж}} + b[E_z]_{\text{ч.м.}} + c[E_z]_{\text{фер}} + d[E_z]_{\text{шл.мин.}} + e[E_z]_{\text{шл.иск.вещ.}}} \quad (4)$$

где $[E_z]_{\text{н.м.}}$ - концентрация элемента E_z в наплавленном металле по результатам химического анализа, мас.%;

$[E_z]_{\text{стерж}}$ - исходная концентрация элемента E_z в стержне электрода, мас.%;

ЛИТЕРАТУРА



1. Ermatov Z.D., Dunyashin N., Yusupov B., Saidakhmatov S., Abdurakhmonov M. Modelling the chemical composition process concerning formation of metals from manual arc surface on the basis of the electrode coating charge components classification// International Journal Of Mechatronics and Applied Mechanics – Romania, 2022. – № 12 – pp. 170 – 176
2. Dunyashin N.S., Galperin L.V., Ermatov Z.D. Development of the gas-forming composition of electrode coating for a high-quality cast weld structure//Austria. European Sciences review. Scientific journal, 2019. - № 5 - 6 (May–June). – pp. 27 – 29.