

Использовали термодинамический метод в приближенном оценочном варианте. Растворы: металлический и флюсовый (шлаковый) расплавы – считали идеальными, поэтому активность элементов в константе равновесия выражали концентрацией (мольная доля Ni) в рамках выполнения закона Рауля.

Температуру межфазной поверхности приняли равной 15 000 К.

В расчетах использовали табличные значения стандартных энергий образования оксидов (ΔG_T^0). В других случаях величины ΔG_T^0 вычисляли по формуле

$$\Delta G_T^0 = \Delta \tilde{H}_T^0 - T \Delta \tilde{S}_T^0,$$

используя сведения о средних величинах $\Delta \tilde{H}_T^0$ и $\Delta \tilde{S}_T^0$. Значения констант равновесия рассчитывали по уравнению

$$\ln K = -\frac{\Delta G_T^0(x.p.)}{RT}.$$

Величину $\Delta G_T^0(x.p.)$ определяли как разность между энергиями Гиббса образования оксидов с учетом стехиометрии реакции восстановления оксида алюминием.

Принятый подход является приближенным, оценочным, так как для более точных расчетов необходимо:

- учесть отклонения расплавов от идеального состояния, коэффициенты активности и параметры взаимодействия;
- ввести в значения ΔG_T^0 поправки на отличие стандартных величин, обусловленное тем, что в расплаве (флюс) оксиды Al_2O_3 и MeO являются переохлажденными жидкостями.

Полученные в результате расчетов данные отвечают хорошим условиям восстановления (в термодинамическом отношении) В, Ti и Се. Возможны лишь кинетические затруднения.

Предложено установить восстановимость экспериментально, задаваясь в шихтовке содержанием Se_3O_3 , V_2O_3 и TiO_2 согласно проведенным расчетам с учетом их приближенности.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ НАПЛАВКИ АНТИФРИКЦИОННЫХ БРОНЗ

На основании проведенных расчетов с использованием термодинамических методов для дальнейших исследований предложены электроды (так как изготовление флюсов достаточно трудоемко) для наплавки антифрикционных алюминиевых бронз, химический состав которых приведен в табл. 1. В качестве основы шихтовки покрытия использованы электроды известной марки АБ-4, стержень изготовлен из бронзы марки Бр Амц 9-2. Кроме того, при составлении композиций учитывалась рыночная стоимость компонентов шихтовки электродных покрытий.

Таблица 1

Состав опытных электродов, %

Покрытие электрода	Обозначение электрода			
	АБ-4/1	АБ-4/2	АБ-4/3	АБ-4/4
Плавиковый шпат	15,0	13,0	16,0	13,0
Мрамор	12,0	12,0	13,0	12,0
Криолит	50,5	51,0	54,0	53,0
Фтористый натрий	12,0	12,0	12,0	12,0
Ферромарганец	3,0	3,0	3,0	3,0
Каолин	3,0	3,0	3,0	3,0
ПАМ-4	2,8	2,8	2,8	2,8
Никелевый порошок	1,2	1,2	1,2	1,2
Диоксид титана	0,5	–	–	–
Борат кальция	–	2,0	–	–
Бура	–	–	2,0	–
Карбонат никеля	–	–	–	2,2

Для предотвращения образования междендритной пористости введены алюминиево-магнийский порошок ПАМ-4 и никелевый порошок (взамен никельмагниевого сплава), в одной из композиций никелевый порошок заменен на карбонат никеля. Связующее – натриевое жидкое стекло плотностью 1,35 и силикатным модулем 2,87. Опытные наплавки проводили в три слоя на пластины из Ст3 электродами Ø3 мм, сила сварочного тока 90–95 А, полярность тока обратная. Стабильность горения дуги высокая, снижено разбрызгивание расплавленного металла, шлак покрывает ровным слоем наплавленный валик, формирование валиков

хорошее. Недопустимо завышение силы тока при выборе режимов наплавки, так как это приводит к образованию обильной пористости наплавленного металла.

Отмечается малая глубина проплавления, что подтверждено результатами химического анализа (табл. 2) по содержанию Fe в наплавленном металле. Кроме того, практически сохраняется исходное содержание Al.

Таблица 2

Химический состав наплавленного металла

Марка электрода	Номер наплавленного слоя	Содержание элементов, %*							
		Si	Mn	Al	Fe	Ti	Ni	B	Mg
АБ-4/1	1	0,61	1,92	9,33	3,86	0040	0,33	–	0,33
	2	0,59	1,92	7,28	0,42	0,037	0,32	–	0,32
	3	0,62	1,99	6,69	0,40	0,033	0,32	–	0,32
АБ-4/2	1	0,55	1,98	9,39	1,11	–	0,35	0,050	0,08
	2	0,68	1,98	7,31	0,48	–	0,35	0,044	0,08
	3	0,72	1,98	6,39	0,46	–	0,35	0,044	0,08
АБ-4/3	1	0,55	1,97	9,29	0,42	–	0,33	0,032	0,10
	2	0,88	1,96	7,29	0,42	–	0,33	0,025	0,10
	3	0,87	1,88	6,75	0,54	–	0,32	0,026	0,12
АБ-4/4	1	0,88	1,87	9,02	3,52	–	0,22	–	0,15
	2	0,88	1,89	8,23	0,51	–	0,22	–	0,13
	3	0,55	1,92	7,17	0,44	–	0,21	–	0,14

* Остальное составляет медь

Наплавка электродами с измененным составом покрытия отвечает всем требованиям по качеству наплавленного слоя, химическому составу и отсутствию междендритной пористости, что подтверждено металлографическими исследованиями. Твердость наплавленного металла для всех образцов находится на одном уровне и составляет приблизительно 160 НВ.

В настоящее время проводятся исследования по определению плотности, вязкости, поверхностного натяжения и электропроводности шлака на основе предложенных композиций, определению эффективного коэффициента массообмена с учетом реактивной поверхности расплавленного шлака и металла ванны.