

УДК 621.791.85.011:546.56:669

Гавриш П. А., Трембач Б. А.

НАПЛАВКА ПРЕСС-ФОРМ СТЕКЛОИЗОЛЯТОРОВ, ПОВЫШЕНИЕ РАЗГАРОСТОЙКОСТИ

Применение твердых износостойких наплавки для упрочнения поверхностного слоя прессформ является одним из эффективных способов повышения сроков их службы. Вопрос целесообразного выбора наплавочных материалов в зависимости от условий службы прессформ, как и вопросы технологических методов наплавки, не получили достаточного освещения [1]. Существующие электродные материалы для наплавки пресс-форм не дают возможности повысить в достаточной степени разгаростойкость рабочей поверхности недостаточной стабильностью горения дуги, что приводит к появлению дефектов, а также низкой стойкостью против трещин и низкой разгаростойкостью [2–3].

Целью данной работы является разработка электродных покрытий для наплавки прессформ, обладающих высокой разгаростойкостью, а также создание математической модели влияния содержания компонентов в электродном покрытии на количество теплосмен.

Проведены исследования по повышению разгаростойкости прессформ с применением наплавки покрытыми электродами с использованием в составе покрытий электрода следующих компонентов (табл. 1).

Таблица 1

Состав покрытия электрода

Компонент	1	2	3	4	5
Плавиновый шпат	46	44	43	42	40
Окись алюминия	7	6	5	4	3
Ниобий	6	8	9	11	12
Тантал	8	6	5	4	3
Тетраборнокислый калий	1	3	4	5	6
Фторцирконат калия	14	12	11	10	8
Окись иттрия	6	4	3	2	1
Жидкое стекло	12	17	20	22	27

Введение компонентов в электродное покрытие обусловлено следующими факторами.

Плавиновый шпат – компонент, который совместно с фторцирконатом калия связывает влагу, способствует снижению содержания водорода в наплавленном металле и ограничивается пределом содержания (42–44 мас. %).

Окись алюминия – компонент, который совместно с окисью иттрия повышает температуру плавления шлака, увеличивает его вязкость, улучшает кроющую способность и ограничен пределами (4–6 мас. %).

Ниобий – повышает стойкость металла к возникновению трещин, он связывает углероды в карбиды, которые располагаются внутри зерен металла, тем самым снижают вероятность развития межкристаллитной коррозии под действием смазки, которой смазывают пресс-форму и ограничен пределами (8–11 мас. %).

Тантал – совместно с молибденом препятствует размыванию металла пресс-формы жидким металлом отливки. Тантал увеличивает пластичность металла наплавки, повышает его жаропрочность и коррозионную стойкость, тем самым повышает стойкость наплавленного металла (4–6 мас. %).

Тетраборнокислый калий – стабилизирует горение дуги, так как при его распаде в дуге образуются ионы калия, калий имеет низкую работу выхода электрода – 2,22 эВ (3–5 мас. %).

Фторцирконат калия – вводится для стабилизации сварочной дуги (10–12 мас. %).

Оксид иттрия – совместно с танталом повышает разгаростойкость наплавленного металла. Совместно с окисью алюминия придает необходимую вязкость жидкому шлаку и улучшает защиту сварочной ванны, а также способствует удалению серы и фосфора из металла наплавки. Совместно с никелем образует легкоплавкие эвтектики, тем самым улучшает жаропрочность наплавленного металла (2–4 мас. %).

Жидкое стекло – является связующим веществом (17–22 мас. %) [2].

Исследовалось 10 вариантов покрытия с различными соотношениями следующих компонентов: плавиковый шпат Ps, окисль алюминия А, ниобий Nb. Для анализа результатов и построения математической модели использовалась программа Statistica 6.

Данные, полученные в результате исследований, представлены в виде графиков и таблиц Excel, Statistica 6. На рис. 1 представлена зависимость времени образования первой трещины (количество теплосмен) от содержания компонентов в электродном покрытии.



Рис. 1. Зависимость количества теплосмен от содержания компонентов в электродном покрытии

В табл. 2 представлена план-матрица проведения эксперимента.

Таблица 2

План-матрица эксперимента и полученные данные разгаростойкости

Опыт	Ps, %	A, %	Nb, %	T, ч
1	1	0	0	1884
2	0	1	0	2101
3	0	0	1	2203
4	0,5	0,5	0	2281
5	0,5	0	0,5	4112
6	0	0,5	0,5	4223
7	0,33	0,33	0,34	6221
8	0,5	0,25	0,25	6875
9	0,1667	0,6666	0,1667	6459
10	0,6666	0,1667	0,1667	7260

В результате обработки данных при выборе типа модели (линейной, квадратичной и кубической) были получены следующие данные (рис. 2).

ANOVA; Var.: T (Spreadsheet2) 3 Factor mixture design; Mixture total=1,, 10 Runs Sequential fit of models of increasing complexity					
Model	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error
Linear	262612	2	131306	42630518	7
Quadratic	26494068	3	8831356	16136450	4
Special Cubic	8512652	1	8512652	7623799	3
Total Adjusted	42893131	9	4765903		

Рис. 2. Данные при выборе типа модели

Наименьшая ошибка – при использовании кубической модели.

При анализе математической модели получены данные по общей погрешности, критерию Фишера (рис. 3).

Overall Fit of Model; Var.: T (Spreadsheet2) 3 Factor mixture design; Mixture total=1,, 10 Runs					
Source	SS	df	MS	F	p
Model	35269332	6	5878222	2,313107	0,262350
Total Error	7623799	3	2541266		
Total Adjusted	42893131	9	4765903		

Рис. 3. Статистические результаты анализа

Выполнен расчет коэффициентов математической модели рис. 4. Графическое изображение поверхности отклика нашей математической модели представлено на рис. 5.

Coeffs (recoded comps); Var.: T; R-sqr=,8223; Adj,4668 (Spr) 3 Factor mixture design; Mixture total=1,, 10 Runs DV: T; MS Residual=2541266,					
Factor	Coeff.	Std.Err.	t(3)	p	-95,% Cnf.Limt
(A) Ps	2336,77	1545,15	1,512331	0,227645	-2580,6
(B) A	2310,43	1542,24	1,498102	0,231040	-2597,7
(C) Nb	2035,75	1591,06	1,279491	0,290707	-3027,7
AB	2503,26	7766,03	0,322334	0,768356	-22211,7
AC	8812,75	7769,97	1,134208	0,339141	-15914,7
BC	8362,49	7759,61	1,077696	0,360106	-16332,0
ABC	87563,79	47842,87	1,830237	0,164631	-64693,6

Рис. 4. Расчет коэффициентов математической модели

Повышение разгаростойкости наплавленного покрытия – это увеличение теплосмен работы пресс-формы, поэтому основной акцент исследования направлен на повышение разгаростойкости пресс-формы, наплавленной экспериментальной порошковой проволокой.

На рис. 6 представлено влияние компонентов покрытия на разгаростойкость в виде плоской модели.

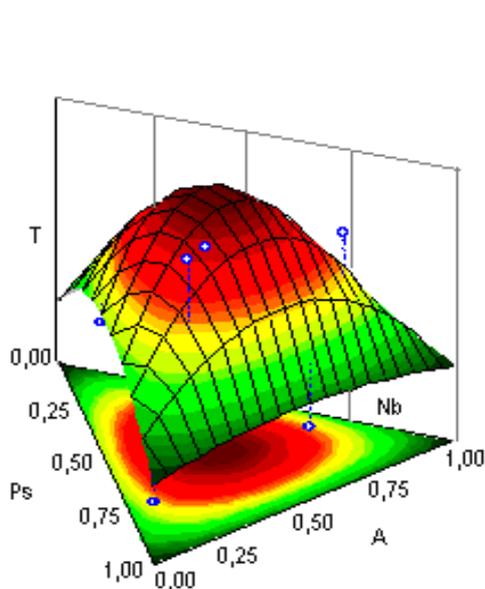


Рис. 5. Графическое изображение математической модели зависимости разгарстойкости от компонентов электродного покрытия – кубическая модель

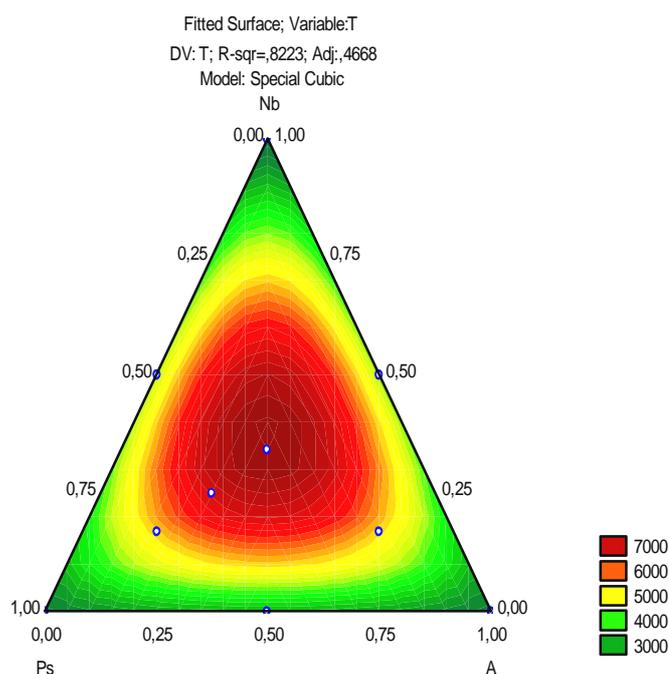


Рис. 6. Триангулярная форма плоской модели

ВЫВОДЫ

Анализируя результаты опытов и результаты создания математической модели, установлено, что компоненты электродного покрытия: плавиковый шпат, окись алюминия ниобий – оказывают наибольшее влияние на стойкость наплавленного слоя, т. е. на количество отработанных теплосмен.

В результате исследования создана математическую модель влияния содержания компонентов в электродном покрытии на количество теплосмен. Математическое описание модели:

$$T = 2336,77 \times Ps + 2310,43 \times A + 2035,75 \times Nb + 2503 \times Ps \times A + 8812,49 \times Ps \times Nb + 8362,49 \times A \times Nb + 87563,79 \times Ps \times A \times Nb.$$

Установлено, что оптимальный состав покрытия включает: полевой шпат 0,33...0,6666 %, окись алюминия 0,33...0,6666 %, ниобий 0,33...0,6666 %. Данное покрытие обеспечивает хорошую стабильность горения дуги и высокую разгарстойкость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Восстановление деталей машин : справочник / Ф. И. Пантелеенко, В. П. Лялякин, В. П. Иванов, В. М. Константинов ; под ред. В. П. Иванова. – М. : Машиностроение, 2003. – 672 с.
2. Тимофеев В. Н. Наплавка сплавов меди на стальные поверхности / В. Н. Тимофеев, Н. И. Исаев // Сварочное производство. – 1969. – № 7. – С. 19–20.
3. Гавриш П. А. Термодинамические особенности взаимодействия меди и железа в сварочной ванне / П. А. Гавриш, М. А. Турчанин // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. – 2006. – № 2 (4). – С. 75–78.