

УДК 666.29

*В.І. Голєус, О.М. Рубанова, Т.І. Козирєва, Т.І. Нагорна, О.П. Рижова***ВОДОСТІЙКІСТЬ ПРОМИСЛОВИХ ЕМАЛЕЙ****ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпропетровськ**

Досліджено водостійкість промислових емалевих фрит різного хімічного складу, які використовуються для одержання покриттів різного функціонального призначення. Встановлено, що водостійкість емалевих фрит залежить головним чином від вмісту в них базових компонентів SiO_2 , B_2O_3 і Me_2O .

Відомо [1,2], що стійкість склоемалевих покриттів до дії різних хімічних реагентів є однією з найбільш значущих і важливих експлуатаційних властивостей емалей, яка визначає галузі їх застосування.

В той же час в спеціальній літературі є відносно розрізнені та суперечливі дані щодо водостійкості емалевих склофрит, які необхідні для вдосконалення складів та технології одержання склоемалевих покриттів з підвищеною стійкістю до дії гарячої води.

В зв'язку з цим метою роботи було виконати експериментальні дослідження, які спрямовані на визначення водостійкості промислових склофрит різного хімічного складу та які використовуються для одержання покриттів різного функціонального призначення.

Хімічний склад дослідних промислових фрит наведено в таблиці [1,3,4,5].

Ці склофрити використовуються для емалювання сталевих побутових виробів (№ 1, 5, 9), баків пральних машин (№ 2, 3), хімічного обладнання (№ 4), трубопроводів (№ 6, 7), виробів з алюмінію (№ 8), сталевих баків електро-

водонагрівачів (№ 10).

Водостійкість склофрит (В) визначалась за стандартною методикою [6] та оцінювалась за кількістю 0,01 н. водного розчину HCl в $\text{cm}^3/\text{г}$, який витрачено на нейтралізацію лугів в водній витяжці. Чим більша водостійкість фрит, тим менша кількість кислоти витрачається на титрування водної витяжки.

Аналіз даних таблиці показує, що основою хімічного складу дослідних промислових емалей є оксидна система $\text{Me}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$. Вміст базових компонентів в емалях коливається в наступних межах, мас. %: SiO_2 34,3–66,8; B_2O_3 2,5–17,5; Me_2O 15,3–34,7, а сумарний вміст цих компонентів складає 71,9–86,1 мас. %.

На рис. 1 показано вміст компонентів в боросилікатних стеклах, які є основою дослідних промислових емалей.

На рис. 2 подано значення водостійкості дослідних промислових емалевих фрит, які розміщені в порядку збільшення їх вилуговуваності.

З даних цього рисунка видно, що значення водостійкості дослідних фрит коливається в доволі широких межах та відповідає I–IV гідролі-

Хімічний склад емалевих фрит, мас.%

Оксиди	Номери фрит									
	1[1,3]	2 [1]	3 [1]	4 [1]	5 [1]	6 [1]	7 [1]	8[5]	9[4]	10[1]
SiO ₂	42,6	39,3	38,8	66,85	58,1	65,5	44,1	34,3	47,1	40,0
B ₂ O ₃	16,6	16,3	17,5	2,5	4,3	8,6	16,0	6,0	14,6	16,0
Al ₂ O ₃	4,3	7,8	4,0	–	2,6	3,1	2,4	3,0	3,6	4,0
TiO ₂	17,6	5,4	4,68	–	2,0	7,7	–	22,0	5,4	–
Na ₂ O	12,7	15,5	21,0	10,5	14,0	12,0	16,0	25,7	16,0	9,0
K ₂ O	2,6	2,6	3,0	2,75	2,8	–	2,4	5,0	2,7	9,0
Li ₂ O	–	–	1,0	5,0	3,7	–	3,7	4,0	–	–
CaO	–	2,0	2,7	1,9	5,3	–	3,7	–	6,1	5,0
P ₂ O ₅	2,1	6,3	1,5	–	–	–	–	–	4,5	–
MgO	1,5	1,4	0,6	–	–	–	–	–	–	–
Cr ₂ O ₃	–	0,4	–	–	–	–	–	–	–	–
ZrO ₂	–	1,6	4,0	6,5	–	–	1,9	–	–	8,0
Co ₂ O ₃	–	0,5	1,2	1,75	0,74	0,9	0,7	–	–	1,0
CuO	–	0,4	–	–	–	–	–	–	–	1,0
Fe ₂ O ₃	–	0,5	–	–	–	–	–	–	–	–
BaO	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5,0
NiO	–	–	0,02	–	0,74	–	0,6	–	–	1,0
SrO	–	–	–	2,25	1,72	–	6,6	–	–	–
MnO ₂	–	–	–	–	–	–	1,9	–	–	1,0
F	* 5,7	–	–	–	4,0	2,2	–	–	–	* 1,0

Примітка: * – понад 100 мас.%

тичним класам, причому водостійкість склофрит призначених для емалювання сталі відповідає I–III класу. Найбільшу водостійкість (I гідролітичний клас) мають фрити №№ 1, 2 та 10, які призначені для емалювання сталевих баків водонагрівачів та виробів господарчо-побутового призначення. Водостійкість фрит призначених для емалювання інших сталевих виробів відноситься до II та III гідролітичних класів, найменшу ж водостійкість має багатолужна фрита № 8, яка використовується для емалювання алюмінію.

дом базового боросилікатного скла та сумарним вмістом його компонентів в емалевих склофритах.

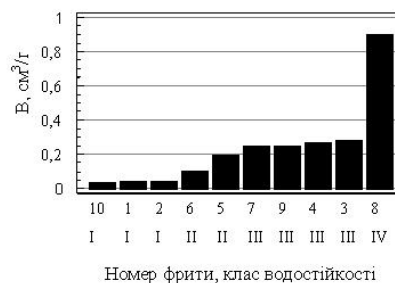


Рис. 2. Водостійкість (B, см³/г) промислових емалей. Позначення: Верхній ряд – номер фрити, нижній ряд – гідролітичний клас водостійкості

З метою перевірки вказаного припущення в роботі на основі отриманих експериментальних даних для оцінювання залежності водостійкості емалевих фрит від хімічного складу базового скла було розроблено методом множинної кореляції [7-8] наступне рівняння регресії:

$$\lg B = -0,0119 \cdot \text{SiO}_2 - 0,042 \cdot \text{B}_2\text{O}_3 + 0,02 \cdot \text{Me}_2\text{O}, \quad (1)$$

де SiO₂, B₂O₃, Me₂O – вміст відповідних оксидів в базовому склі, мас.%; lgB – десятковий логарифм водостійкості емалевих фрит.

За рівнянням (1) водостійкість емалевих фрит можна оцінити з точністю, яка оцінюється середньоквадратичним відхиленням розрахованих значень lgB від експериментальних вели-

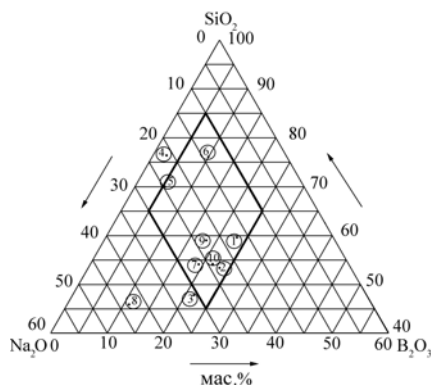


Рис. 1. Вміст компонентів в базових боросилікатних стеклах, мас.%. Точками позначено номери емалей

Враховуючи, що основою хімічного складу дослідних промислових емалей є оксидна система Me₂O–B₂O₃–SiO₂, можна передбачити, що і водостійкість їх буде визначатись хімічним скла-

чиною $\pm 0,3$. Числові значення коефіцієнтів регресії в цьому рівнянні показують, що збільшенню вилугуваності емалевих фрит сприяє підвищення вмісту в базовому склі оксидів лужних металів, і навпаки, зменшенню значень цього показника – підвищення вмісту оксидів SiO_2 та B_2O_3 .

Враховуючи те, що водостійкість емалей може залежати також і від сумарного вмісту в них оксидів SiO_2 , B_2O_3 і Me_2O , то в роботі було розроблено рівняння регресії (2), яке враховує цей вміст:

$$\lg B = 0,069 \cdot S - 0,077 \cdot \text{SiO}_2 - 0,076 \cdot \text{B}_2\text{O}_3 + 0,026 \cdot \text{Me}_2\text{O}, \quad (2)$$

де SiO_2 , B_2O_3 , Me_2O – вміст відповідних оксидів в базовому боросилікатному склі, мас.%; S – сумарний вміст SiO_2 , B_2O_3 і Me_2O в дослідних склофритах, мас.%.
Рівняння (2) на відміну від (1) є більш точним, що підтверджується у двічі меншим середньоквадратичним відхиленням розрахункових значень $\lg B$ від експериментальних ($\pm 0,15$) та лінійною кореляцією між ними (рис. 3).

З рівняння (2) випливає, що збільшенню вилугуваності емалевих фрит сприяє підвищення в них сумарного вмісту оксидів SiO_2 , B_2O_3 і Me_2O , а також підвищення в базовому боросилікатному склі вмісту лужних оксидів. Необхідно при цьому відмітити також те, що найбільшою водостійкістю характеризуються емалеві фрити № 1, 2 та 10, які характеризуються найменшим сумарним вмістом вказаних компонентів (73,7–74,5 мас.%).

Таким чином, в результаті виконаних експериментальних досліджень встановлено, що водостійкість емалевих фрит залежить як від хімічного складу базового боросилікатного скла так і від сумарного вмісту його компонентів в емалевих склофритах.

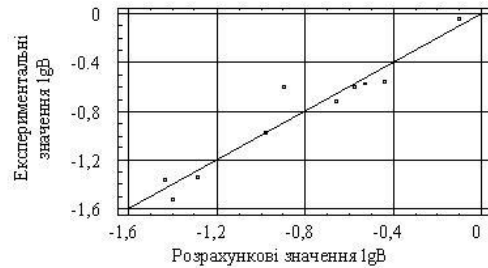


Рис. 3. Кореляція між розрахунковими (за рівнянням 2) та експериментальними значеннями $\lg B$

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Технология эмали и защитных покрытий*: учебн. пособ. для студ. вузов / Брагина Л.Л., Зубехин А.П., Белый Я.И., Гузий В.А., Казанов Ю.К., Рыщенко М.И., Соболев Н.П., Яценко Е.А. – Харьков: НТУ «ХПИ»; Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2003. – 484 с.
2. *Варгин В.В.* Эмалирование металлических изделий. – Л.: Машиностроение, 1972. – 490 с.
3. *Засухина Л.З., Певзнер Б.З., Смирнова Г.П.* Химическая устойчивость титановых эмалей // *Стекло и керамика*. – 1970. – № 9. – С.21-24.
4. *Пат. 28677 Україна*, МПК⁶ С 03 С 8/02. Безфториста фрита для кольорового емалевого покриття / Рижова О.П., Білий Я.І., Пономарчук С.М., Кислічна Р.І., Нагорна Т.І., Антипов Ю.М., Тернопов Л.А., Косенко О.І., Худяков В.І. (Україна). – № 97084195; Заявл. 20.01.98; Опубл. 16.10.00, Бюл. № 5. – 5 с.
5. *Шульга Т.Ф.* Електроізоляційні скло- та склокристалічні покриття для маловуглецевої сталі та алюмінію: автореф. дис...канд. техн. наук: 05.17.11. – ДВНЗ УДХТУ. – Дніпропетровськ, 2011. – 23 с.
6. *ГОСТ 10134. 0-82-ГОСТ 10134. 3-82.* Стекло неорганическое и стеклокристаллические материалы. Методы определения химической стойкости. – Введ. 01.07.83. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 17 с.
7. *Кафаров В.В.* Методы кибернетики в химии и химической технологии. – М.: Химия, 1985. – 448 с.
8. *Клименко В.В., О.Ф. Кучеров, Маневич В.Е.* Методы технической кибернетики в технологии стекла. – М.: Стройиздат, 1973. – 127 с.

Надійшла до редакції 11.07.2013