

УДК 667.622.11

DOI: 10.25140/2411-5363-2020-1(19)-264-271

Лілія Фролова, Тетяна Бутиріна

## ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛІРНИХ ТА АНТИКОРОЗІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПІГМЕНТІВ У СИСТЕМІ Fe-Al-Mg-O-H

**Актуальність теми дослідження.** Перспективними пігментами пасивуючого типу, крім фосфатних, є інші матеріали – оксидгидрокси, ферити, молібдати, станати, борати, вольфрамати, які отримують за традиційними технологіями. Проте ці методи зазвичай пов'язані зі значними витратами енергії, великою тривалістю синтезу, необхідністю подрібнення спіків до дрібнодисперсного стану. Зростає інтерес дослідників до методу співосадження, який дозволяє варіювати катіонним та аніонним складом пігментів.

Крім того, перед розробниками лакофарбових матеріалів стоїть задача заміни токсичних протикорозійних хром-, кадмій- та плюмбумвмісних пігментів, що входять до складу більшості сучасних ґрунтовок інгібуючого типу. Альтернативою таким лакофарбовим матеріалам є наповнювачі оксидного типу, які є антикорозійними пігментами, у тому числі оксидгидрокси, ферити магнезю, алюмінати кобальту, ферити цинку, ферити міді, алюмінати магнезю, алюмінати цинку тощо. Забарвлення пігментів, їх антикорозійні властивості залежать від іонів хромофорів, які входять до складу структури отримуваних сполук.

**Постановка проблеми.** Технологія співосадження має певні переваги в порівнянні із традиційними та дозволяє радикально здешевити отримання оксидних матеріалів. Такий процес, заснований на використанні внутрішньої хімічної енергії системи, дає змогу проводити синтез за зменшених температурі, тривалості синтезу та енергетичних витратах. Простота обладнання, можливість синтезу значної кількості продукту необхідного фазового та гранулометричного складу, екологічна чистота процесу також вказують на доцільність використання цього методу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Останнім часом робились спроби одержання пігментів методом співосадження, але систематичних досліджень кінцевих продуктів не проводилось. Отримані продукти в більшості випадків формувались у вигляді погано відтворених за складом продуктів. У зв'язку з цим цікавим стає синтез у такому режимі, який дозволить би отримувати пігменти з хорошими колірними характеристиками в дрібнодисперсному стані, і виключити трудомістку стадію подрібнення.

**Виділення не досліджених частин загальної проблеми.** Вивчення умов утворення пігментів зі структурою оксидгидроксидів, впливу їхнього складу на колірність та антикорозійні властивості.

**Постановка завдання.** Вивчення закономірностей формування антикорозійних властивостей, розробка складів для одержання пігментів із використанням методу співосадження і наступною термообробкою.

**Виклад основного матеріалу.** За допомогою експериментальних і теоретичних досліджень встановлено вплив природи катіонів хромофорів на колірний тон, чистоту кольору, антикорозійні властивості пігментів в системі Fe-Al-Mg-O, що дозволяє проводити цілеспрямований синтез пігментів бежевої, червоної та жовтої колірної гами з високими антикорозійними властивостями.

**Висновки відповідно до статті.** Основні технологічні властивості пігментів визначаються аніонним і катіонним складом. Антикорозійні властивості оксидгидроксидних пігментів більшою мірою визначаються наявністю іонів гідроксила, що утворюються внаслідок дисоціації. Найбільший ефект спостерігається в разі використання сполук металів, константи дисоціації яких значно відрізняються. Захисний ефект переважно визначається уповільненням анодного процесу. При цьому аніони, які містять атоми алюмінію, прискорюють корозійні процеси.

**Ключові слова:** пігменти; колір; кольороутворення; рН витяжки; потенціал; корозія.

Рис.: 3. Табл.: 2. Бібл.: 11.

**Актуальність теми дослідження.** Актуальною проблемою в теперішній час є розробка ефективних неорганічних пігментів, які мають інгібіторні властивості в нейтральних середовищах. Перспективними пігментами пасивуючого типу, крім фосфатних, є інші солевмісні матеріали – ферити, молібдати, станати, борати, вольфрамати [1–6]. Ефективність перелічених пігментів, як показують сучасні дослідження, істотно зростає при їх спільному поєднанні та не обмежується тільки пасивуючою дією [2; 3]. У роботах [7–10] показана висока інгібуюча здатність неорганічних пігментів, отриманих за керамічною технологією. Проте цей метод пов'язаний зі значними витратами енергії, великою тривалістю синтезу, необхідністю подрібнення спіків до дрібнодисперсного стану. Зростає інтерес дослідників до методу співосадження, який дозволяє варіювати катіонним та аніонним складом пігментів.

Крім того, перед розробниками ЛФМ постає завдання заміни токсичних протикорозійних хром-, кадмій- та плюмбумвмісних пігментів, що входять до складу більшості сучасних ґрунтовок інгібуючого типу. Альтернативою таким ЛФМ є наповнювачі оксидного типу, в тому числі окси- та гідроксиди металів, алюмінати кобальту, ферити цинку, ферити міді, алюмінати магнезю, алюмінати цинку тощо. Передбачається, що процес, який інгібує корозію в присутності оксидних сполук, пов'язаний з їх гідролі-

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

зом, який приводить до збільшення рН під пігментованим лакофарбовим покриттям. До того ж вони підсилюють бар'єр для дифузії води та кисню за рахунок утворення комплексів з кислотними групами плівкоутворювачів. З іншого боку, забарвлення пігментів залежить від іонів хромофорів, які входять до складу структури отримуваних сполук. У пігментах, у тому числі й в оксигідрооксидах, як відомо, основними хромофорами є іони перехідних металів, використання яких дає можливість варіювати рН водної витяжки і таким чином додатково регулювати антикорозійні властивості пігментів [6–10].

**Постановка проблеми.** Технологія співосадження має певні переваги в порівнянні із традиційними та дозволяє радикально здешевити отримання тугоплавких матеріалів. Такий процес, заснований на використанні внутрішньої хімічної енергії системи, дає змогу проводити синтез за зменшених температурі, тривалості синтезу та енергетичних витрат та отримувати продукти з заданими властивостями. Простота обладнання, можливість синтезу значної кількості продукту необхідного фазового та гранулометричного складу, екологічна чистота процесу також вказують на доцільність використання цього методу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Останнім часом робились спроби одержання пігментів методом співосадження, але систематичних досліджень кінцевих продуктів не проводилось. Отримані продукти в більшості випадків формувались у вигляді погано відтворюваних за складом щільних продуктів. У зв'язку з цим цікавим стає синтез у такому режимі, який дозволив би отримувати пігменти з хорошими колірними характеристиками в дрібнодисперсному стані, і виключив трудомістку стадію подрібнення.

**Виділення недосліджених частин загальної проблеми.** Вивчення умов утворення пігментів зі структурою оксигідроксидів, впливу їхнього складу на колірність та антикорозійні властивості.

**Постановка завдання.** Вивчення закономірностей формування антикорозійних властивостей, розробка складів для одержання пігментів із використанням методу співосадження і наступною термообробкою.

**Виклад основного матеріалу.**

**Методика експерименту.** Для одержання спільно осаджених гідроксидів використовували водні розчини солей. Умови синтезу варіювали за такими параметрами: природа вихідних солей металів, співвідношення катіонів металів. Концентрація розчинів солей становила 0,5 моль/л, осаджувача 1 моль/л, рН водної витяжки та антикорозійні властивості визначали за методиками, наведеними в [11].

Протикорозійну активність пігментів оцінювали потенціодинамічним методом, порівняння анодних та катодних поляризаційних кривих, а також розрахованих на підставі тафелєвських ділянок кривих потенціалів і струмів корозії. Поляризаційні криві отримували на установці, що складалась із потенціостата Potentiostat / Galvanostat / ZRA Gamry, підключеного до ПК з використанням програми Gamry Framework. Швидкість сканування потенціалу 50 мВ/с. Як робочий електрод використовували пластини зі сталі марки Ст 3 площею 1 см<sup>2</sup>. Ст 3 – одна з найбільш часто використовуваних у промисловості марок сталі. Перед експериментом електроди полірували, знежирювали, витримували в розчині HCl (1:1 об.) протягом хвилини. Допоміжним електродом слугував платиновий дріт.

Електродні потенціали вимірювали відносно насиченого хлоридсрібного електрода і перераховували у шкалу стандартного водневого електрода. Температура експерименту становила (298 ± 1) К.

Результати вимірювань обробляли за допомогою методу симплекс-решітчастого планування. При вивченні властивостей суміші в залежності від вмісту компонентів в ній, факторний простір представляли у вигляді правильного ( $q-1$ ) – розмірного симплекса. З метою вивчення залежності позначених фізико-хімічних та оптичних характерис-

тик пігментів від складу й температури відпалу пігментів за допомогою симплекс-решітчастого методу планування були проведені відповідні експерименти. Поверхні реакції на діаграмах «склад-властивість» зображували за допомогою ізоліній, які виконували з використанням математичних моделей.

Ефективність інгібітора (ступінь захисту) визначали за формулою (1):

$$\eta = \left( \frac{I_0 - I_{инг}}{I_0} \right) \cdot 100, \quad (1)$$

де  $\eta$  – ступінь захисту, %;

$I_0$  – струм корозії у фоновому розчині, А/см<sup>2</sup>;

$I_{инг}$  – струм корозії у присутності інгібітора, А/см<sup>2</sup>.

Рентгенограми пігментів отримували на приладі ДРОН-2.0 у монохроматизованому мідному випромінюванні з нікелевим фільтром.

### Результати та обговорення.

Характеристика синтезованих композицій наведена в табл. 1. Залежність колірних показників у вигляді діаграм склад–властивість наведена на рис. 1.

Таблиця 1

Колірні характеристики пігментів Fe-Al-Mg-O-H

№ з/п	Склад, частки			КДВ, %	$\lambda$ , нм	Р, %
	Fe	Al	Mg			
1	1			36,49	588	69
2	2/3	1/3		33,85	599	50
3	1/3	2/3		33,24	596	40
4		1		94,25	700	1
5		2/3	1/3	79,97	700	5
6		1/3	2/3	62,68	605	10
7			1	26,15	591	15
8	1/3		2/3	28,33	596	40
9	2/3		1/3	18,76	595	30
10	1/3	1/3	1/3	25,23	595	35

Аналізуючи отримані дані, можна сказати, що колір обумовлений фазовим складом утворених гідроксидів та оксигідроксидів. Жовтий колір зразка № 1 відповідає утворенню ферум(III) оксигідроксиду. Зміна насиченості жовтого кольору по стороні Fe-Al трикутника залежить від вмісту катіонів алюмінію. Причому, кольороутворення відбувається згідно із законом адитивності. Присутність катіонів алюмінію призводить до утворення твердих розчинів оксигідроксидів феруму та алюмінію. Зразок № 4 відповідає утворенню гідроксиду алюмінію білого кольору. Зразки № 5 і 6 відповідають різному вмісту магнію та визначають бежево-молочні кольори утворених продуктів.

Гідроксид магнію (зразок № 7) має бежевий колір – довжина хвилі 591 нм відповідає жовто-зеленій області спектра. Комбінації катіонів магнію та феруму дають кольори коричневих відтінків, переважаюча довжина хвилі яких 596 нм відповідає червоній області спектра. Збільшення вмісту катіонів феруму надає пігменту темно-коричневий колір. Потрійна точка (Fe-Mg-Al) має також коричневий колір. Найбільший показник КДВ (коефіцієнт дифузного відбиття) свідчить про виражений блиск (зразок № 4 КДВ=94,25–94,62). Склади по сторонах трикутника Fe-Mg, Fe-Al відповідають нижчим значенням КДВ, зумовленим наявністю сполук феруму. При додаванні до складу пігменту сполук феруму збільшується чистота кольору приблизно на 20-25 %.

Оскільки однією з важливих технологічних характеристик пігментів є корозійна стійкість, далі досліджувалась їх антикорозійна дія за відомими методиками [11].

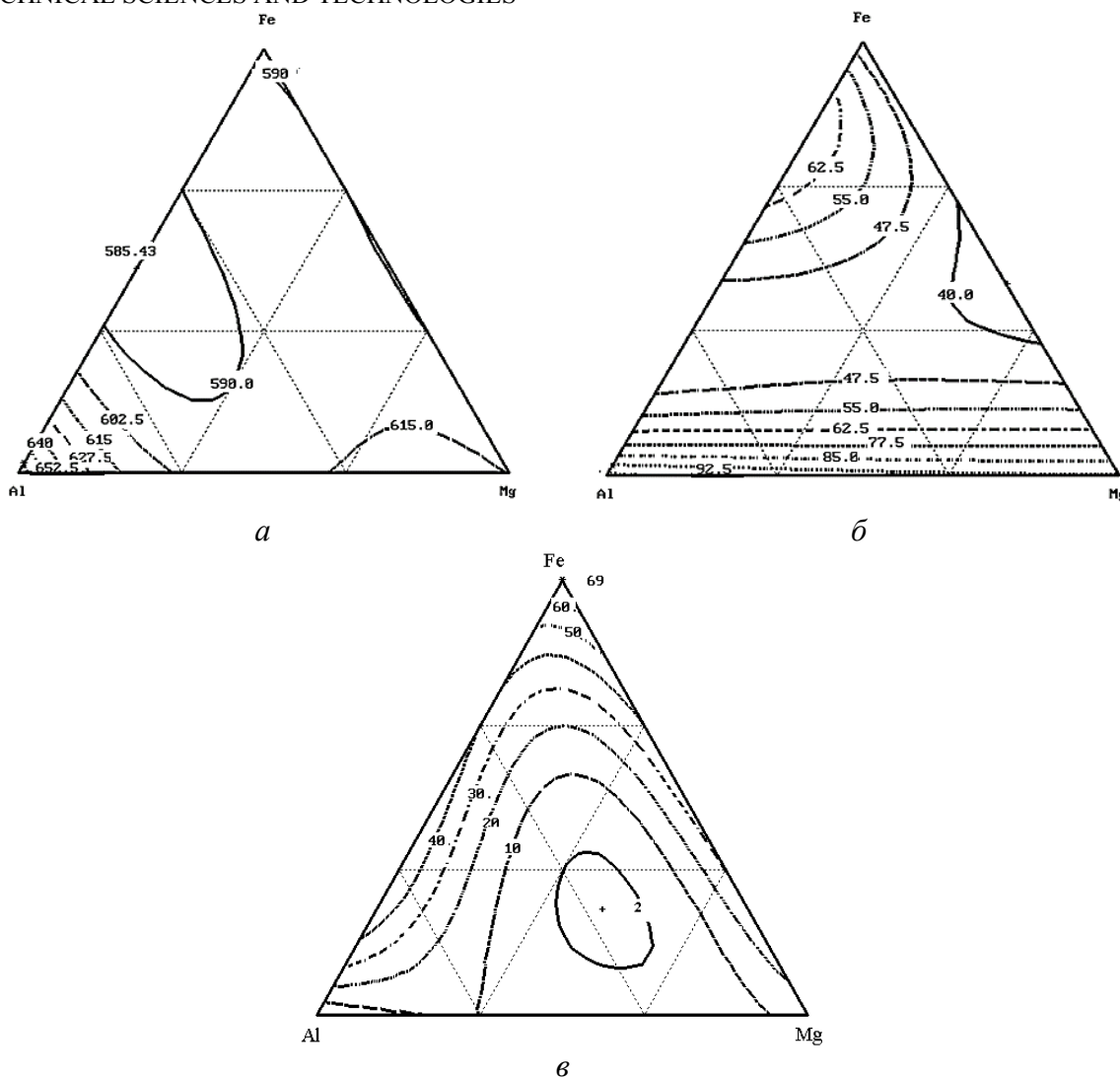


Рис. 1. Колірні характеристики пігментів системи Fe-Al-Mg-O:  
 (а) КДВ пігментів (б), чистота кольору пігментів (в)

Відомо, що інгібуючий ефект може бути зумовлений гальмуванням анодної реакції, гальмуванням катодної і обох реакцій. Цікавим є порівняння складу пігменту з його антикорозійною дією, а також врахування впливу природи катіонів та аніонів на швидкість корозії. Можна припустити, що найбільшу антикорозійну дію будуть здійснювати солі металів, що дають при гідролізі лужне середовище, а також гідроксиди металів, що проявляють значно виражені амфотерні властивості (Al, Mn, Cr, Pb, Sn, Zn). Особливе місце посідають метали, що утворюють стійкі оксиди з низьким значенням добутку розчинності (TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>). Досліджена система містить катіони металів, гідроксиди яких виявляють основні властивості за зменшенням таким чином Mg(OH)<sub>2</sub> → Fe(OH)<sub>3</sub> → Al(OH)<sub>3</sub>. Цікаво порівняти співвідношення компонентів у пігментах з їх антикорозійними властивостями.

Найвища швидкість анодного процесу у зразка 4, а інші можна розташувати таким чином 4<6<1,7,8 <2,5 <10<3 <9.

Аналіз рис. 2 показує, що значення рН водного середовища для пігментів знаходяться в діапазоні від 5,0 до 11, проте, значення ступеня захисту змінюється від 40 до 82 % і не в усіх випадках корелюють зі значенням рН водної витяжки. Для амфотерних гідроксидів можна припустити утворення в лужному середовищі як основ, так і кислот або солей з різною комбінацією катіонів та аніонів (табл. 2).

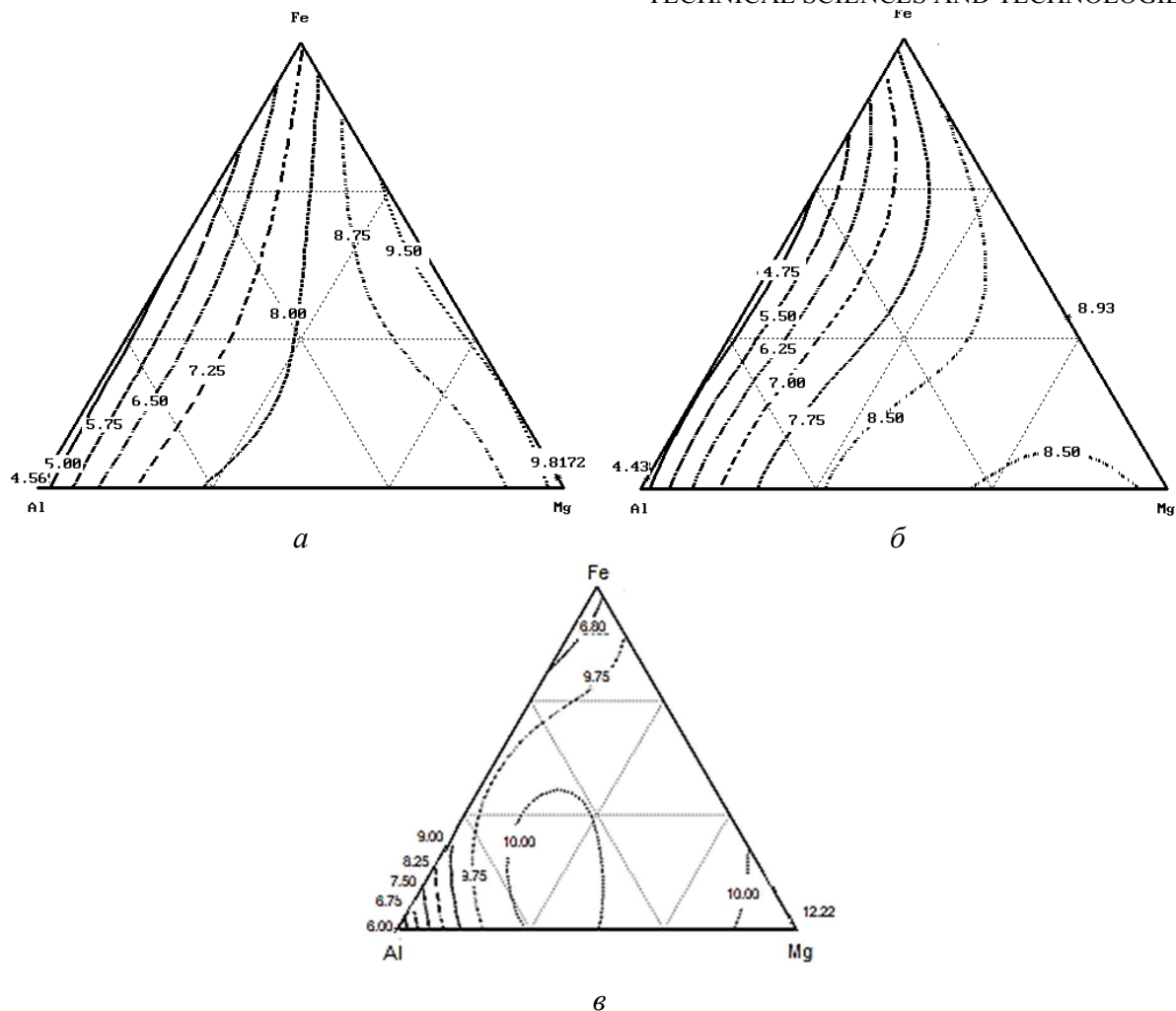


Рис. 2. рН водної витяжки пігментів системи Fe-Al-Mg-O-H: а – температура обробки 25 °С; б – температура обробки пігментів 100 °С; в – рН осадження гідроксидів

Таблиця 2

Залежність антикорозійних властивостей пігментів від складу

№ з/п	Склад	$\varphi^{корр}_0, В$	$\Delta\varphi_a, В$	$\Delta\varphi_k, В$	$I^{корр}_0, А$	рН	z, %	$\chi, Ом^{-1} м^{-1}$
1.	$H_3FeO_3$	-0,536	0,11	0,13	0,3355	4,95	50,6	5,56
2.	$FeAlO_3 \cdot H_2O$	-0,296	0,08	0,539	0,2747	6,68	59,36	5,82
3.	$FeAlO_3 \cdot H_2O$	-0,436	0,07	0,379	0,1841	7,9	72,77	5,62
4.	$H_3AlO_3$	-0,296	0,05	0,539	0,4097	4,45	39,39	5,27
5.	$Mg_3(AlO_3)_2$	-0,496	0,06	0,259	0,2747	8,35	59,36	5,27
6.	$Mg[Al(OH)_4]_2$	-0,486	0,07	0,229	0,3707	8,34	45,16	5,5
7.	$Mg(OH)_2$	-0,506	0,08	0,229	0,3353	10,14	50,39	5,27
8.	$\begin{matrix} Mg-O-Fe-O-Mg \\   \quad   \quad   \\ OH^- \quad OH^- \quad OH^- \end{matrix}$	-0,486	0,07	0,229	0,3355	9,00	50,66	5,21
9.	$\begin{matrix} OH^- \quad \quad OH^- \\   \quad \quad   \\ Fe-O-Mg-O-Fe \\   \quad \quad   \\ OH^- \quad \quad OH^- \end{matrix}$	-0,486	0,08	0,259	0,1234	8,95	81,74	5,21
10.	$\begin{matrix} Mg-O-Fe-O-Al-OH^- \\   \quad   \quad   \\ OH^- \quad OH^- \quad OH^- \end{matrix}$	-0,426	0,07	0,319	0,2249	8,53	66,73	5,38
фон		-0,768	0,03	0,04	0,676			

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

Значення констант дисоціації, які є мірою основності сполук, що розміщені у вершинах трикутника, дають можливість припустити механізм, за яким проходить гідроліз. Найменше значення рКа для магній гідроксиду (рКа = 2,6) визначає його вирішальне значення при дисоціації, друге місце посідає ферум(III) гідроксид (II) (рКа = 5,56), на останньому місці – гідроксид алюмінію (рКа = 8,86). Аналіз табл. 2 показує, що високі значення катодного перенапруження відповідають складам № 2, 3, 4, які містять катіони алюмінію і феруму. Гальмування відбувається за рахунок блокування катодних ділянок утвореними нерозчинними плівками з продуктами катодної реакції і уповільнення дифузії кисню і води. Для складів, що включають магній, усі значення катодної поляризації приблизно однакові. У цьому випадку можна припустити гальмування катодного процесу, що описується реакцією



обумовлене збільшенням концентрації іонів гідроксиду (продукт реакції 1).

Отже, максимальний захисний ефект відповідає сполукам феруму і магнію. При цьому значення електропровідності для пігментів змінюються в невеликому діапазоні значень і корелюють зі значеннями захисного ефекту. Аналізуючи антикорозійну дію пігментів, можна припустити, що в водних середовищах сполуки феруму, алюмінію і магнію матимуть вигляд, представлений у табл. 2.

Результати отримані з допомогою симплексного методу (рис. 3) показують, що спостерігається уповільнення катодного процесу і зміщення рівноважного потенціалу в позитивну область. Найменша швидкість анодного процесу у зразка 3, а інші можна розташувати таким чином  $1 < 7 < 8, 10 < 3 < 4, 5, 6 < 2$ .

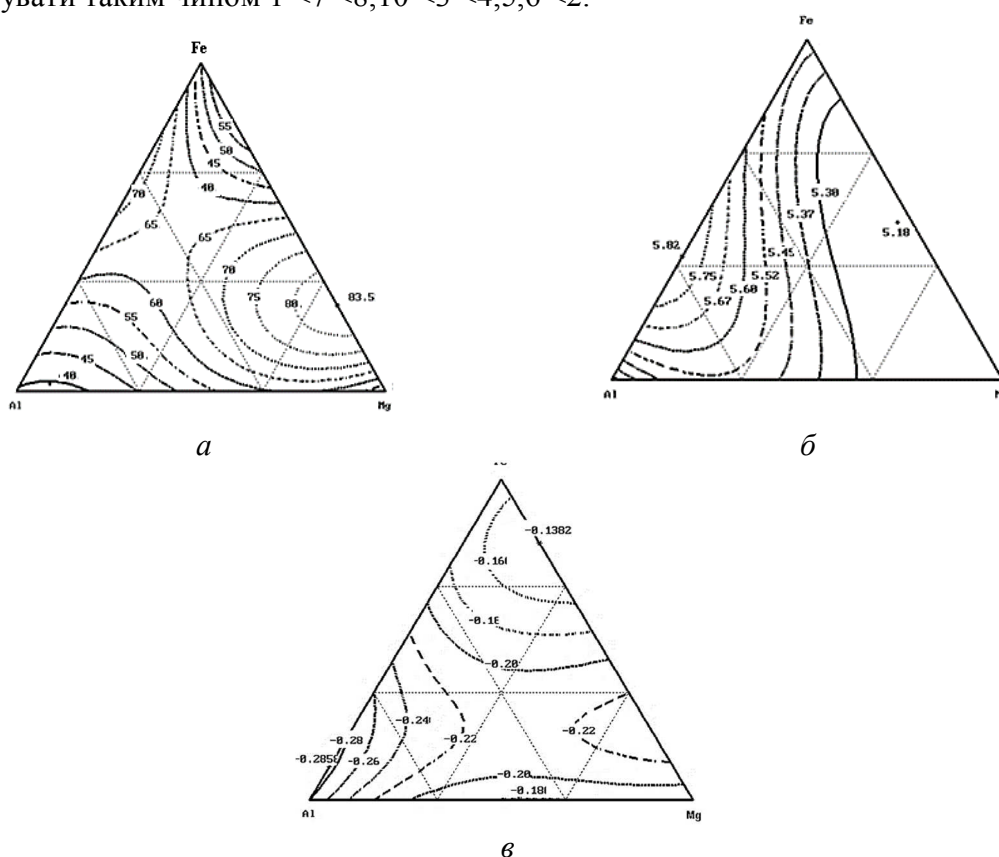


Рис. 3. Захисний ефект (а), електропровідність водної витяжки (б) і рівноважний потенціал (в) Ст3 у водній витяжці пігментів системи Fe-Al-Mg-O-H температура обробки 25 °С

Потенціал і швидкість корозії сталі в розчинах, приготованих із витяжок досліджуваних порошкових композицій, залежать від природи катіонів, складу цих композицій.

**Висновки відповідно до статті.** Основні технологічні властивості пігментів визначаються аніонним і катіонним складом. Колірні характеристики визначаються катіоном-хромофором. Антикорозійні властивості пігментів більшою мірою визначаються наявністю іонів гідроксила, що утворюються складом сполук. Найбільший захисний ефект спостерігається в разі використання подвійних сполук металів, константи дисоціації яких значно відрізняються. Захисний ефект в основному визначається уповільненням анодного процесу. При цьому аніони, які містять атоми алюмінію, прискорюють корозійні процеси.

#### Список використаних джерел

1. Yang G.-Q., Han B., Sun Z.-T., Yan L.-M., Wang X.-Y. Preparation and characterization of brown nanometer pigment with spinel structure. *Dyes and Pigments*, 2002. Vol. 55, № 1. P. 9–16.
2. Frolova L.A., Shuvalov V.A. The technology of complex pigments of zinc-containing waste water. *Chemistry & Chemical Technology*. 2013. № 2. P. 235–239.
3. Hajjaji W., Seabra M.P., Labrincha J.A. Evaluation of metal-ions containing sludges in the preparation of black inorganic pigments. *Journal of Hazardous Materials*. 2011. Vol. 185, № 2-3. P. 619–625.
4. Ghercaa D., Corneia N., Mentréb O., Kabbourb H., Daviero-Minaudb S., Puia A. In situ surface treatment of nanocrystalline  $MFe_2O_4$  ( $M = Co, Mg, Mn, Ni$ ) spinel ferrites using linseed oil. *Applied Surface Science*. 2013. Vol. 287, № 15. P. 490–498.
5. Saberla A., Golestani-Farda F., Willert-Poradab M., Simonc R., Gerdesb T., Sarpoolakya H. Improving the quality of nanocrystalline  $MgAl_2O_4$  spinel coating on graphite by a prior oxidation treatment on the graphite surface. *Journal of the European Ceramic Society*. 2008. Vol. 28, № 10. P. 2011–2017.
6. Kalendová A., Veselý D., Kohla M., Stejskalb J. Effect of surface treatment of pigment particles with polypyrrole and polyaniline phosphate on their corrosion inhibiting properties in organic coatings. *Progress in Organic Coatings*. 2014. Vol. 77, № 9. P. 1465–1483.
7. Frolova L.A. Production conditions of iron oxide black from pickle liquors. *Metallurgical and Mining Industry*. 2014. № 4. P. 65–69.
8. Veselý D., Kalendova A. Anticorrosion efficiency of  $Zn_xMg_yAl_2O_4$  core-shell spinels in organic coatings. *Progress in Organic Coatings*. 2008. Vol. 62, № 1. P. 5–20.
9. Kalendová A. Alkalisising Neutralising effects of anticorrosive pigments containing Zn, Mg, Ca, and Sr cations. *Progress in Organic Coating*. 2000. Vol. 38, № 3–4. P. 199–206.
10. Brodinová J., Stejskalb J., Kalendová A. Investigation of ferrites properties with polyaniline layer in anticorrosive coatings. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*. 2007. Vol. 68, № 5–6. P. 1091–1095.
11. Горловский И. А., Индейкин Е. А., Толмачев И. А. Лабораторный практикум по пигментам и пигментированным лакокрасочным материалам. Ленинград.: Химия, 1990. 240 с.

#### References

1. Yang, G.-Q., Han, B., Sun, Z.-T., Yan, L.-M., Wang, X.-Y. (2002). Preparation and characterization of brown nanometer pigment with spinel structure. *Dyes and Pigments*, 55 (1), 9–16.
2. Frolova, L. A., Shuvalov, V. A. (2013). The technology of complex pigments of zinc-containing waste water. *Chemistry & Chemical Technology*, 2, 235–239.
3. Hajjaji, W., Seabra, M. P., Labrincha, J. A. (2011). Evaluation of metal-ions containing sludges in the preparation of black inorganic pigments. *Journal of Hazardous Materials*, 185 (2-3), 619–625.
4. Ghercaa, D., Corneia, N., Mentréb, O., Kabbourb, H., Daviero-Minaudb, S., Puia, A. (2013). In situ surface treatment of nanocrystalline  $MFe_2O_4$  ( $M = Co, Mg, Mn, Ni$ ) spinel ferrites using linseed oil. *Applied Surface Science*, 287 (15), 490–498.
5. Saberla, A., Golestani-Farda, F., Willert-Poradab, M., Simonc, R., Gerdesb, T., Sarpoolakya, H. (2008). Improving the quality of nanocrystalline  $MgAl_2O_4$  spinel coating on graphite by a prior oxidation treatment on the graphite surface. *Journal of the European Ceramic Society*, 28 (10), 2011–2017.
6. Kalendová, A., Veselý, D., Kohla, M., Stejskalb, J. (2014). Effect of surface treatment of pigment particles with polypyrrole and polyaniline phosphate on their corrosion inhibiting properties in organic coatings. *Progress in Organic Coatings*, 77 (9), 1465–1483.
7. Frolova, L. A. (2014). Production conditions of iron oxide black from pickle liquors. *Metallurgical and Mining Industry*, 4, 65–69.
8. Veselý, D., Kalendova, A. (2008). Anticorrosion efficiency of  $Zn_xMg_yAl_2O_4$  core-shell spinels in organic coatings. *Progress in Organic Coatings*, 62 (1), 5–20.

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

9. Kalendová, A. (2000). Alkalising Neutralising effects of anticorrosive pigments containing Zn, Mg, Ca, and Sr cations. *Progress in Organic Coating*, 38 (3–4), 199–206.

10. Brodinová, J., Stejskalb, J., Kalendová, A. (2007). Investigation of ferrites properties with polyaniline layer in anticorrosive coatings. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 68 (5–6), 1091–1095.

11. Gorlovskiy, I. A., Indeykin, E. A., Tolmachev, I. A. (1990). *Laboratorniy praktikum po pigmentam i pigmentirovannyim lakokrasochnyim materialam* [Laboratory workshop on pigments and pigmented paints and varnishes]. Leningrad: Khimiia [in Russian].

UDC 667.622.11

Liliia Frolova, Tetiana Butyrina

## RESEARCH OF COLOR AND ANTI-CORROSION PROPERTIES OF PIGMENTS IN THE Fe-Al-Mg-O-H SYSTEM

**Urgency of the research.** Promising pigments of the passive type, in addition to phosphate, are other materials - oxyhydroxides, ferrites, molybdates, stannates, borates, tungstates, which are obtained by traditional technologies. However, these methods are usually associated with significant energy costs, long synthesis times, the need to grind the fins to a finely divided state. The researchers' interest to co-precipitation method, which allows varying the composition of anionic and cationic pigments, is growing.

In addition, the developers of paints and varnishes are tasked with replacing toxic anti-corrosion chromium, cadmium and plumbum-containing pigments that are part of most modern primers of the inhibitory type. The alternative to such paints are oxide type fillers, which are anti-corrosion pigments, including oxyhydroxides, magnesium ferrites, cobalt aluminates, zinc ferrites, copper ferrites, magnesium aluminates, zinc aluminates, etc. The coloration of the pigments, their corrosion properties depend on the chromophore ions that are part of the structure of the compounds obtained.

**Target setting.** Co-precipitation technology has several advantages over traditional ones and makes it possible to reduce the cost of producing oxide materials radically. This process is based on the use of chemical energy inside the system and allows reducing synthesis temperature, duration of the synthesis and energy costs. The simplicity of the equipment, the possibility to synthesize a large amount of the product of the required phase composition and particle size, environmental cleanliness of the process also indicate the feasibility of using this method.

**Actual scientific researches and issues analysis.** Recently, attempts to obtain pigments co-precipitation method were made, but systematic studies of the end products was not carried out. The resulting products are mostly formed as poorly reproducible composition products. In this regard, synthesis becomes interesting in this mode, when would be obtain pigments with good color characteristics in fine condition and excluded time-consuming step of shredding.

**Uninvestigated parts of general matters defining.** The study of the conditions of formation of pigments with the structure of oxyhydroxides, the influence of their composition on the color and anti-corrosion properties.

**The research objective.** The study of the laws of formation of anticorrosive properties, the development of compositions for the production of pigments with using the method of co-precipitation and subsequent heat treatment.

**The statement of basic materials.** Experimental and theoretical studies have established the influence of the nature of chromophore cations on the color tone, color purity, anticorrosion properties of pigments in the Fe-Al-Mg-O system, which allows targeted synthesis of beige, red and yellow pigments with high anticorrosive properties.

**Conclusions.** The main technological properties of pigments are determined by the anionic and cationic composition. The anticorrosive properties of oxyhydroxide pigments are largely determined by the presence of hydroxyl ions formed by dissociation. The greatest effect is observed when using metal compounds whose dissociation constants are significantly different. The protective effect is mainly determined by the slowdown of the anode process. Anions, which containing aluminum atoms, accelerate corrosion processes.

**Keywords:** pigments; color; color formation; pH of the extract; potential; corrosion.

Fig.: 3. Table: 2. References: 11.

**Фролова Лілія Анатоліївна** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технології неорганічних речовин та екології, Державний вищий навчальний заклад «Український державний хіміко-технологічний університет» (прпсг. Гагаріна, 8, м. Дніпро, 49005, Україна).

**Frolova Liliia** – PhD in Technical science, Associate Professor, Associate Professor, Department of Inorganic Materials Technology and Ecology, Ukrainian State University Of Chemical Technology (8 Gagarina Av., Dnipro, 49005, Ukraine).

**E-mail:** 19kozak83@gmail.com

**SCOPUS Author ID:** 55505810700

**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-7970-2264>

**Бутиріна Тетяна Євгенівна** – кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри технології неорганічних речовин та екології, Державний вищий навчальний заклад «Український державний хіміко-технологічний університет» (пр. Гагаріна, 8, м. Дніпро, 49005, Україна).

**Butyrina Tetiana** – PhD in Chemical science, Associate Professor, Associate Professor, Department of Inorganic Materials Technology and Ecology, Ukrainian State University Of Chemical Technology (8 Gagarina Ave., Dnipro, 49005, Ukraine).

**E-mail:** butan@email.ua

**SCOPUS Author ID:** 6506147362

**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-0619-6783>