

В дальнейших исследованиях необходимо рассмотреть вопросы влияния частиц аэрозольной пыли на процессы конденсации газообразных примесей и паров воды в воздухе техногенного пылевого колпака и исследовать размеры ТПК.

### Литература

1. Медведев Э.Н. Теория и практика охраны труда на угольных шахтах / Медведев Э.Н., Мартовицкий В.Д., Кашуба О.И., Крутенко С.А., Топчий С.Е. — Макеевка, МакНИИ: ООО «Промдрук», 2006. — 600 с.
2. Петрухин П.М. Борьба с угольной и породной пылью в шахтах / Петрухин П.М., Гродель Г.С., Жилияев Н.И. и др. — М.: Недра, 1981. — 271 с.
3. Справочник по борьбе с пылью в горнодобывающей промышленности / Под ред. А.С. Кузьмича. — М.: Недра, 1982. — 240 с.
4. Антропогенные изменения климата / Под ред. М.И. Будыко и Ю.А. Израэля. — Л.: Гидрометеиздат, 1987. — 403 с.
5. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы / Берлянд М.Е. — Л.: Гидрометеиздат, 1985. — 272 с.
6. Ганиев Р.Ф. Колебательные явления в многофазных средах и их использование в технологии / Ганиев Р.Ф., Кобаско Н.И., Лакиза В.Д. и др. — Киев: Техника, 1980. — 142 с.

© Малеев В.Б., Гого В.Б., Скорынин Н.И., Малеев А.В., Кудрявцев А.А., 2011

Надійшла до редколегії 24.09.2010

УДК 504.054:66.011

**О. В. Фурман** (ДонНТУ), **М. А. Хоменко** (ВАТ «Авдіївський коксохімічний завод»)

### ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ШИХТИ ЯК ФАКТОРА ВИРІШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ КОКСОХІМІЇ

*Досліджено шихту різного марочного складу за показниками хімічного аналізу, пластометричних і петрографічних характеристик. Доведено необхідність формування оптимального складу шихти за результатами петрографічних досліджень. Знайдено рівняння регресії, що дозволяє прогнозувати вміст сірководню в прямому коксовому газів в залежності від показників якості шихти. Підібрано оптимальний склад шихти.*

*Ключові слова: шихта, петрографічний аналіз, оптимальний склад, коксовий газ, сірководень, математична модель.*

Коксохімічне виробництво багатотоннажне, технологічно поєднує безліч найрізноманітніших за характером процесів, агрегатів, апаратів і, внаслідок цього, представляє собою значне джерело забруднення навколишнього середовища. Дефіцит якісної вугільної сировини і зростаючі вимоги до якості коксу — основні проблеми коксохімічних підприємств України [1–3]. Складання вугільних шихт на коксохімічних підприємствах здійснюється переважно емпіричним шляхом на основі результатів дослідних коксувань, але при цьому зовсім не береться до уваги екологічна сторона питання. Тому підбір оптимального складу шихти, який з одного боку характеризується найбільшою спіклівістю для виробництва коксу, а з другого — мінімальним вмістом забруднюючих речовин в зворотному коксовому газі, а також мінімальною

кількістю невживаного коксового газу, спрямованого на факельне спалювання, є дуже актуальним. Інтерес до дослідження якості шихти, як фактора вирішення екологічних проблем коксохімії, обумовлений, насамперед, тим, що в багатьох промислових центрах викиди і концентрації забруднюючих речовин в атмосферне повітря дуже великі.

Задачею цієї роботи було дослідження шихти різного марочного складу за показниками хімічного аналізу, пластометричних і петрографічних характеристик в умовах ВАТ «Авдіївський коксохімічний завод».

Масову частку загальної сірки ( $S^d$ ) у пробі вугілля визначали згідно [4]. Вихід летких речовин на суху беззольну масу ( $V^{daf}$ ) визначали за методом [5]. Методика визначення пластометричних показників викладена в [6]. Петрографічний аналіз виконували згідно [7]. Суть методу визначення масової концентрації сірководню в коксовому газі полягала в наступному: розчином тіосульфату натрію відтитровували надлишок йоду, який не вступив в реакцію з сульфатом цинку, що утворився при уловлюванні сірководню з коксового газу розчином ацетату цинку. Метод дозволяє визначити масову концентрацію сірководню в діапазоні від 0,1 до 3,0 г/м<sup>3</sup> [8].

В таблицях 1 і 2 приведені дані елементного і технічного аналізу, пластометричні показники та петрографічні характеристики деяких вугільних шихт.

**Таблиця 1** Характеристики шихт і вміст сірководню в коксовому газі

Технічні та пластометричні показники			Петрографічні характеристики									Вміст H <sub>2</sub> S в коксовому газі	
S <sup>d</sup> , %	V <sup>daf</sup> , %	X/Y, мм	R <sub>o</sub> , %	ДП, %	Г, %	Ж, %	К, %	ПС, %	П, %	А, %	прямому, г/м <sup>3</sup>	зворотному, г/м <sup>3</sup>	
Шихта №1													
1,50	30,0	40/15	1,00	4	36	39	7	7	4	3	14,00	2,00	
Шихта №2													
1,76	33,0	46/13	0,96	3	39	39	5	6	2	1	16,20	4,30	
Шихта №3													
1,00	27,9	21/15	1,1	-	5,0	79	9,0	6,0	-	-	11,10	1,50	
Шихта №4													
0,82	29,1	25/16	1,16	-	5,0	68	16,3	9,7	1,0	-	10,00	1,0	

**Таблиця 2** Потужність і об'єм продуктів горіння та вміст діоксиду сірки у викидах димарів

Об'єкт дослідження	Потужність викиду SO <sub>x</sub> , г/с	Об'єм продуктів горіння, нм <sup>3</sup> /с	Концентрація SO <sub>x</sub> , мг/м <sup>3</sup>
Шихта № 1	26,48	40,0	682
Шихта № 2	26,80	40,0	670
Шихта № 3	6,975	25,0	279
Шихта № 4	7,200	25,0	288

В шихтах №1 і №2 вихід летких речовин коливався від 30 до 33%, пластометрична усадка відповідно від 40 до 46 мм, показник відбиття вітриніту від 0,96 до 1,09%. Вітриніт шихти містив складові, відповідні усім маркам вугілля. Це свідчить про отримання надмірного коксового газу, спалюваного на газових свічках, що у свою чергу істотно погіршує стан атмосферного повітря прилеглих територій. В шихтах №3 і №4 вітриніт шихти не містив складових газових і довго полум'яних вугіль, відповідно пластометрична усадка

змінювалася від 21 до 28 мм, показник відбиття вітриніту 1,1–1,16%. При цьому вихід летких речовин знизився до 27,9%, потужність викиду — до 6,975 г/с і об'єм продуктів горіння — до 25,0 нм<sup>3</sup>/с. За отриманими даними чітко простежується залежність між показниками якості шихти, концентраціями сірководню і діоксиду сірки, потужністю викиду і об'ємом продуктів горіння.

При подальшому дослідженні увага була надана марочним складам шихт – плановим та фактичним (табл. 3), а також наявності в шихті домінуючих марок вугілля Г, К і Ж, які безпосередньо впливають на потужність викиду забруднюючих речовин і об'єм продуктів горіння. Дані по фактичному марочному складу шихти отримані в результаті петрографічних досліджень проб шихти.

Таблиця 3 Марочний склад шихти

Об'єкт	Марочний склад, %						
	Шихта 5	плановий	Г 15	Ж 35	К 42	СС 8	-
фактичний		Г 17	Ж 62	К 11	ПС 5	П 5	-
Шихта 6	плановий	Г 15	Ж 33	К 40	ГЖ 4	ПС 4	СС4
	фактичний	Г 21	Ж 62	К 11	ПС 4	П 2	-
Шихта 7	плановий	Г 16	Ж 31	К 49	ПС+СС 4	-	-
	фактичний	Г 28	Ж 54	К 8	ПС+СС8,5	А 1,5	-
Шихта 8	плановий	Г 16	Ж 26	К 53	ГЖ 5	-	-
	фактичний	Г 21	Ж 61	К 10	ПС 4	П 4	-

В результаті проведених петрографічних досліджень проб вугілля встановлено, що деяке вугілля, що входить до складу вугільних шихт не відповідає маркам, що заявляють. Так, при дослідженні вугілля, заявленого, як марка К, по факту було знайдено, що реальний вміст цієї марки у вугіллі складає від 2 до 16%, інше — вугілля марок Ж і Г. З урахуванням домінування такого вугілля в рядовій шихті, реальний вміст марки К складе від 4 до 10% при плановому 26–30%. Таким чином, при фактичному марочному складі шихти отримати задовільні якісні показники коксу практично не представляється можливим. Знижується механічна міцність коксу, збільшується реакційна здатність, що не задовольняє вимогам споживачів, а також зменшується загальний вихід коксу. При цьому збільшується вихід прямого коксового газу і відповідно підвищуються об'єми викидів забруднюючих речовин. Таким чином формувати оптимальний склад шихти доцільно за результатами петрографічних досліджень вугілля, тобто на основі реальної відповідності їх маркам.

Особливу увагу при формуванні складу шихти слід приділяти вмісту сірки у вугіллі, основна кількість якої розподіляється поміж піритною та органічною. Сульфатна сірка присутня у невеликій кількості. В процесі коксування пірит, сульфати та органічні сполуки сірки зазнають ряд термохімічних перетворень, у результаті чого частина сірки (35–38%) переходить в газ і хімічні сполуки коксування, а інша кількість її залишається у коксі. Основним компонентом сірчаних сполук коксового газу є сірководень, на долю якого припадає більш 95 % від загальної сірки у газі. Усі сірчані сполуки коксового газу відрізняються високою корозійною активністю і токсичністю, а також є отрутою для каталізаторів, що застосовуються у різноманітних хімічних процесах переробки газу. При згорянні коксового газу сірководень і інші сірчані сполуки утворюють діоксид сірки, який також характеризується високою токсичністю і корозійною дією [9]. Наявність сірки в шихтових матеріалах визначається якістю вугільних концентратів [2]. Треба підкреслити, що при постійних метеорологічних умовах та стабільній роботі коксохімічного підприємства, коливання концентрацій

діоксида сірки у викидах пояснюються зміною якості шихти для коксування. Тому, якщо мати математичну залежність, яка відображає зв'язок концентрації сірководню з такими предикторами, як: марки вугілля (Г, Ж, К, ПС), вихід летких речовин і вміст сірки у вугіллі, то можна прогнозувати вміст сірководню в прямому коксовому газі.

Для розробки такої залежності були взяті звітні дані роботи батареї №9 ВАТ «АКХЗ». Вибір цієї батареї як об'єкта дослідження пов'язано з можливістю точної оцінки впливу якості шихти на навколишнє природне середовище та відсутністю мокрого гасіння, що знижує якість коксу. У зв'язку зі змінами марочного складу була проаналізована динаміка зміни петрографічних параметрів і вміст сірководню в прямому та зворотному коксовому газі за 2008–2009 роки. Для знаходження рівняння множинної регресії була проведена обробка даних по програмі Statgraphics [10–12].

В загальному вигляді рівняння множинної регресії має такий вигляд:

$$H_2Sp = f(G, J, КПС, S, V),$$

де  $H_2Sp$  — вміст сірководню в прямому коксовому газі, мг/м<sup>3</sup>;  $G, J$  — марки вугілля відповідні стадіям метаморфізму вітриніту газове та жирне, згідно петрографічним дослідженням, %;  $КПС$  — марки вугілля відповідні сумі коксових та піснувато-спікливих, згідно петрографічним дослідженням, %;  $S$  — загальний вміст сірчистих сполук у шихті для коксування, %;  $V$  — вихід летких речовин у шихті для коксування, %.

При виведенні рівнянь множинної регресії було враховано перехресний вплив деяких предикторів. Максимальне по модулю значення коефіцієнта парної кореляції ( $r$ ) дорівнювало 0,7380, що сприяло використанню даних при математико-статистичному аналізі.

Знайдена регресійна залежність відображає зв'язок між концентрацією сірководню в прямому коксовому газі та показниками якості шихти:

$$\begin{aligned} H_2S_p = & 96,4836 + 0,172616 \cdot G + 0,0620175 \cdot J + 4,90134 \cdot S + 0,0445097 \cdot КПС + \\ & + 0,101357 \cdot V^2 - 6,28464 \cdot V - 0,105309 \cdot 10^{-3} \cdot J \cdot G^2 - 0,438237 \cdot 10^{-4} \cdot КПС \cdot G^2 + (1) \\ & + 0,00200619 \cdot G \cdot J \quad (R^2 = 90,4\%), \end{aligned}$$

де  $R^2$  — коефіцієнт множинної кореляції, який свідчить про надійність моделі.

За таблицею результатів розрахунку перевірено значущість одержаних коефіцієнтів. Оскільки  $p$ -значення в таблиці ANOVA менш ніж 0,01, то коефіцієнти є статистично значимі.

За рівнянням (1) при заданих значеннях  $S^d, V^{daf}$  та петрографічних характеристик знайдені розрахункові концентрації  $H_2Sp$ . У таблиці 4 проведено порівняння концентрацій сірководню у прямому коксовому газі, що спостерігалися, з розрахунковими за моделлю. Максимальна похибка 11,81% свідчить про те, що модель адекватна. Таким чином, аналіз отриманої залежності для прогнозування вмісту сірководню в прямому коксовому газі дозволяє зробити висновок, що предикторами, які мають найбільший вплив на концентрацію сірководню в прямому коксовому газі є загальний вміст сірчистих сполук, вихід летких речовин у шихті для коксування, петрографічні предиктори. Одержана регресійна залежність доводить, що кількість сірки, яка переходить в газ і інші леткі продукти, знаходиться в прямій залежності від ступеня метаморфізму вугілля: знижується із зростанням метаморфізму. По рівнянню регресії можна провести розрахунок концентрації сірководню і спрогнозувати концентрацію діоксида сірки у викидах.

**Таблиця 4** Порівняльний аналіз реальних концентрацій сірководню з розрахованими за моделлю

Концентрації H <sub>2</sub> S, що спостерігалися, мг/м <sup>3</sup>	Прогнозована концентрація, мг/м <sup>3</sup>	Відносна похибка, %
14,94	13,17	11,81
12,15	12,89	6,09
11,85	11,48	3,12
12,92	11,60	10,22
15,59	14,81	5,00
16,83	15,12	10,16
15,47	14,11	8,79
13,07	13,03	0,30
14,07	13,32	5,33

Основною причиною зниження якості коксу є погіршення якості вугільних концентратів, що поступають на коксування [2]. Вугільна шихта, орієнтована на випуск коксу максимальної міцності, повинна характеризуватися наступним рівнем властивостей:  $V^{daf} = 25\%$ ;  $y \geq 15$  мм;  $R_o > 1,15\%$ ;  $V_t > 60\%$ . Цьому рівню повинен відповідати оптимальний марочний склад шихти, представлений вугіллям трьох груп: спікливої основи ГЖ + Ж, коксової основи К + КО + ПС, піснуватої основи КС + КСН. Причому на рефлектограмі шихти не повинно бути розривів [3].

За період досліджень якості шихти технологічні і петрографічні показники були схильні до коливань. Принцип підбору оптимального складу шихти полягав у виборі суміші, яка з одного боку, дозволяє отримати кокс з найкращими властивостями по таких показниках, як міцність коксу після реакції — CSR та реакційна здатність коксу — CRI. З іншого боку ця шихта повинна забезпечити мінімальний вміст сірководню в коксовому газі, а також мінімальну кількість невживаного коксового газу, спрямованого на факельне спалювання.

При дослідженні шихти було обрано декілька варіантів складів шихти, які відповідали умовам переліченим вище.

У першому випадку шихта мала такий марочний склад: Чумаківська «К» — 60%; Калінінська «Ж» — 13%; Дзержинська «Ж» — 12%; Сибір «КС» — 15%. Характеристики цього вугілля представлені в таблиці 5.

**Таблиця 5** Характеристики вугілля (варіант 1)

Марка вугілля	A <sup>d</sup> , %	V <sup>daf</sup> , %	S <sup>d</sup> , %	Y, мм	R <sub>o</sub> , %	V <sub>t</sub> /I, %	Г, %	Ж, %	К, %	ПС, %
Ж	9,0	32,0	0,90	17	0,98	88/10	15	80	5	-
К	9,0	29,0	0,90	13	1,00	88/10	10	70	20	2
КС	10,0	22,0	0,50	8	1,25	60/40	4	40	50	5

Властивості шихти з цього вугілля наступні:  $V^{daf}=28,5\%$ ;  $y=15$  мм;  $R_o=1,134\%$ ;  $V_t=85,4\%$ .

Кокс, одержаний з такої шихти, мав такі характеристики: міцність  $M^{25}$  — 90,2%; стираність  $M^{10}$  — 6,4%; реакційна здатність коксу CRI — 26,87%, міцність коксу після реакції CSR — 59,02%. Вміст сірководню в прямому і зворотному газі складав відповідно 10,07 г/м<sup>3</sup> і 0,50 г/м<sup>3</sup>, період коксування — 18 год. Концентрація діоксиду сірки у викидах з димарів 0,180 г/м<sup>3</sup>, потужність викиду 7,125 г/с.

У другому випадку шихта з американського вугілля мала наступний марочний склад: Добропольська «Г» — 30%; Картер Роуг «СЛК» — 50%; Покахонтас «НЛК» — 20%. Характеристики цього вугілля представлені в таблиці 6.

**Таблиця 6** Характеристики вугілля (варіант 2)

Марка вугілля	A <sup>d</sup> , %	V <sup>daf</sup> , %	S <sup>d</sup> , %	Y, мм	R <sub>0</sub> , %	V <sub>t/l</sub> , %	Г, %	Ж, %	К, %	ПС, %
Г	5,9	39,4	1,25	11	0,763	76,6/15,6	90	9,5	0,5	-
СЛК	8,7	31,8	0,69	17	1,054	88,4/0,2	2,8	95,6	1,6	-
НЛК	8,6	18,4	0,88	10	1,519	82,8/15,8	2,5	2,5	7,5	87,5

Шихта з цього вугілля мала наступні властивості: V<sup>daf</sup>=31,4%; y=14 мм; R<sub>0</sub>=1,088%; V<sub>t</sub>=81,4%.

Характеристики коксу, одержаного з шихти другого варіанту наступні: міцність M<sup>25</sup> — 84,8%; стиранність M<sup>10</sup> — 8,7%; реакційна здатність коксу CRI — 37%, міцність коксу після реакції CSR — 45%. Вміст сірководню в прямому коксовому газі — 10,65 г/м<sup>3</sup>, в зворотному — 0,50 г/м<sup>3</sup>, період коксування був збільшений і складав 28 год. Концентрація діоксиду сірки у викидах з димарів складала 0,092 г/м<sup>3</sup>, потужність викиду — 5,125 г/с. Не дивлячись на те, що концентрація сірководню в зворотному коксовому газі для двох випадків була однаковою (0,50 г/м<sup>3</sup>), в другому випадку спостерігалось зменшення концентрації діоксиду сірки і потужності викиду, що може бути обумовлено збільшенням періоду коксування. При аналізі обраних двох варіантів дослідження складу шихти оптимум якості коксу (по показниках CRI і CSR) і мінімальний вміст забруднюючих речовин досягається при шихті першого варіанту. Таким чином, якщо для коксування використовувати шихту оптимального марочного складу, то це дозволить знизити концентрацію сірководню у зворотному коксовому газі до 0,5 г/м<sup>3</sup>, що в свою чергу дозволить поліпшити екологічну обстановку в районі роботи підприємства.

### Література

1. Диденко В.Е. Технология приготовления угольных шихт для коксования / Диденко В.Е. — К: Вища школа, 1989. — 288 с.
2. Ильяшов М.А. Качество углей – определяющий фактор эффективности использования кокса и решения проблем экологии в металлургии / М.А. Ильяшов, А.Г. Старовойт // Экология и промышленность. — 2007. — № 4. — С. 22–26.
3. Киселев Б.П. Оценка угольной базы коксования / Б.П. Киселев, А.С. Станкевич // Кокс и химия. — 2006. — № 3. — С. 7–15.
4. Гребенюк А.Ф. Улавливание химических продуктов коксования / Гребенюк А.Ф., Коробчанский В.И., Власов Г.А., Кауфман С.И. // Учебное пособие. — Ч.1 — Донецк: Восточный издательский дом, 2002. — 228 с.
5. ДСТУ 3528-97 (ГОСТ 8606-93) Паливо тверде мінеральне. Визначення загальної сірки. Метод Ешка. — К.: Держстандарт України, 1998. — 9 с.
6. ГОСТ 6382-2001 (ИСО 5662-98, ИСО 5071-1-97). Топливо твердое минеральное. Методы определения выхода летучих веществ. — Минск.: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2003. — 11 с.
7. ГОСТ 1186-87. Угли каменные. Метод определения пластометрических показателей. — М.: Изд-во стандартов, 1987. — 38 с.
8. ГОСТ 12113-94 (ИСО 7404-5-85). Угли бурые, каменные, антрациты, твердые рассеянные органические вещества и углеродистые материалы. Метод определения показателя отражения. — М.: Изд-во стандартов, 1994. — 48 с.
9. ТУ У 322-00190443-10-99. Газ коксовый очищенный. — ОАО «Авдеевский коксохимический завод», 2002. — 35 с.
10. Сонькин Л.Р. Синоптико-статистический анализ и краткосрочный прогноз загрязнения атмосферы / Сонькин Л.Р. — Л.: Гидрометеоздат, 1991. — 223 с.

11. Глинский В.В. Статистический анализ / Глинский В.В., Ионин В.Г. // Учебное пособие. Издание 2-е, переработанное и дополненное. — М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 1998. — 264 с.
12. Власов Г.О. Системный анализ коксохимического производства / Власов Г.О., Саранчук В.И., Чуищев В.М., Ошовский В.В. // ДонГТУ. — Донецк: Східний видавничий дім, 2002. — 296 с.

© Фурман О. В., Хоменко М. А., 2011

Надійшла до редколегії 28.12.2010.

УДК 666.291:675.8

**М.Й. Біломеря, А.Ю. Шевченко, О.В. Анащенко, Ю.М. Ємельянова**  
(Донецький національний технічний університет)

### КЕРАМІЧНІ ПІГМЕНТИ І ФАРБИ НА ОСНОВІ МІНЕРАЛІВ ДІОПСИДУ І ГРАНАТУ

*Досліджено можливість отримання керамічних пігментів на основі мінералів діопсиду і гранату з використанням техногенних продуктів, що містять оксиди кобальту і хрому, а також приготування керамічних фарб на їх основі. Встановлена оптимальна температура синтезу пігментів. Запропоновані складі керамічних пігментів жовто-зеленого ряду на основі мінералу гранату і синьо-фіолетового ряду на основі мінералу діопсиду.*

*Ключові слова: керамічний пігмент, керамічна фарба, діопсид, гранат, хромофорний оксид, відходи*

Використання керамічних фарб для художнього оформлення керамічних виробів відомо з давніх часів. Керамічні фарби — це тонкодисперсні суміші мінеральних пігментів з легкоплавким склом — флюсом (надглазурні фарби) або з компонентами керамічної маси і глазури (підглазурні фарби). Керамічні фарби повинні бути стійкими до дії високих температур, атмосферного впливу, вологи, світла. Їх використовують для пофарбування керамічних виробів, глазури, скла. Основними компонентами керамічних фарб є пігменти — забарвлені оксиди металів, солі або інші сполуки. Найчастіше для виробництва керамічних фарб використовують синтетичні жаростійкі пігменти, отримані на основі алюмінатів, силікатів типу шпінелей, вілемітів, гранатів, твердих розчинів типу корундів силіманітів та інших. Колір керамічних пігментів утворюється завдяки оксидам перехідних і рідкоземельних хімічних елементів внаслідок поглинання світла за рахунок d-d-переходів електронів або за рахунок перенесення заряду. Синтез керамічних пігментів здійснюють на основі кристалічних сполук, стійких до дії агресивного середовища і високої температури, розчинної дії глазури і флюсів. Якщо у кристалічну ґратницю мінералу (алюмінату, силікату) включаються іони перехідних металів, кристали отримують характерні фарбування [1].

Виробництво керамічних пігментів шляхом високотемпературного випалу з хімічно чистих компонентів обумовлює їх високу вартість. Крім того, в Україні недостатньо виробників даного виду продукції, внаслідок чого ринок заповнюється імпортними пігментами більш високої вартості. Тому роботу, спрямовану на зниження матеріальних і енергетичних витрат на виробництво керамічних пігментів за рахунок використання дешевих сировинних матеріалів, а також на підвищення їх конкурентоспроможності, слід вважати актуальною. Метою даної роботи є отримання нових складів керамічних пігментів на основі