

The research of changing regularity optical-colour characteristics of composition of system CaO–Al₂O₃–TiO₂ by introduction of chromium oxide

Yuliya Iovleva, Alexander Zaichuk

Department of Ceramics and Glass, Ukrainian State Chemical Technology University, UKRAINE, m. Dnepropetrovsk, prospect Gagarina 8, E-mail: purfulya@mail.ru

This work was aimed at establishing general laws of the quantitative relationship between the optical characteristics of the color compositions of CaO–Al₂O₃–TiO₂, their composition and synthesis temperature at introduction as chromophore of chromium oxide.

In the study of color characteristics of baked compositions visual assessment of color were performed and optical colorimetric indicators were defined.

It was experimental established that the introduction of chromium oxide to the charge composition of a song base system makes a wide range of colors after firing in the temperature range 900–1200°C.

The obtained results testify about the expediency of synthesis of experienced containing chromium songs at a temperature 1200°C that causes the intensification of solid state reactions. As a result was formed a wider range of colors. In particular, it was found:

- gradual color change from light green ($\lambda = 506\text{--}510$ nm), through yellow-green ($\lambda = 567$ nm) to bright yellow ($\lambda = 585$ nm) and pink ($\lambda = 515$ 'nm) with increasing concentration of alumina in composite shyhtah system CaO–Al₂O₃;
- the possibility of formation of brown color compositions with varying degrees of intensity ($\lambda = 598\text{--}690$ nm) in the base system, which is limited to the following concentrations of initial components, wt.%: CaO 25–75; Al₂O₃ 0–50; TiO₂ 25–75.

The experimental dependence can reasonably approach to the synthesis of ceramic pigments set color including with application as a basic raw material of highalumina waste of metallurgical manufacture.

Дослідження закономірностей зміни оптико-колірних характеристик композицій системи CaO–Al₂O₃–TiO₂ при введенні оксиду хрому

Юлія Іовлєва, Олександр Зайчук

Кафедра кераміки та скла, Український державний хіміко-технологічний університет, УКРАЇНА, м. Дніпропетровськ, пр. Гагаріна, 8, E-mail: purfulya@mail.ru

У даній роботі розглянуті загальні закономірності кількісного взаємозв'язку між оптико-колірними характеристиками композицій системи CaO–Al₂O₃–TiO₂, їх оксидним складом і температурою синтезу при введенні в якості хромофору оксиду хрому. Отримані результати свідчать про доцільність проведення синтезу дослідних хромовмісних композицій при температурі 1200°C, що обумовлює інтенсифікацію твердофазових реакцій, наслідком чого є формування більш широкого спектру забарвлення. Виявлено, що зі збільшенням концентрації глинозему в композиційних шихтах системи CaO–Al₂O₃ відбувається поступова зміна кольору від світло-зеленого ($\lambda = 506\text{--}510$ нм), через жовтувато-салатовий ($\lambda = 567$ нм) до яскраво-жовтого ($\lambda = 585$ нм) та рожевого ($\lambda = 515$ нм). Також відмічено можливість формування коричневого забарвлення композицій з різним ступенем інтенсивності ($\lambda = 598\text{--}690$ нм) в області базової системи, яка обмежена наступними концентраціями вихідних компонентів, мас. %: CaO 25–75; Al₂O₃ 0–50; TiO₂ 25–75. Отримані експериментальні залежності дозволяють обґрунтовано підходити до синтезу практичних складів пігментів заданого кольору, в тому числі, із застосуванням в якості базової сировини високоглиноземистих відходів металургійного виробництва.

Ключові слова – композиції, випал, оптико-колірні показники, забарвлення, керамічні пігменти.

1. Вступ

Виробництво керамічних пігментів – це складний процес, який супроводжується значними матеріальними та енергетичними витратами, що виникають переважно за рахунок використання технічно чистої сировини. Крім того, створення пігментів із заданими колориметричними показниками потребує науково обґрунтованого підходу.

В останні роки проводяться роботи, які направлені на розширення сировинної бази для виготовлення пігментів, в тому числі і шляхом залучення різноманітних відходів техногенного походження. Серед промислових відходів особливе місце займають шлаки металургійного комплексу, зокрема феросплавні, які характеризуються широким спектром цінних компонентів, що традиційно застосовуються в пігментній технології. Значний інтерес при цьому можуть представляти шлаки алюмінотермічного виробництва феротитану, які відрізняються високою концентрацією оксиду алюмінію (до 70 мас.%), а також достатньо великою кількістю сполук титану і кальцію (разом біля 27 мас.%), що в свою чергу входять до складів керамічних пігментів широкого спектру забарвлення.

Тому метою даної роботи було встановлення загальних закономірностей кількісного взаємозв'язку між оптико-колірними характеристиками композицій системи $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$, їх оксидним складом і температурою синтезу при введенні в якості хромофору оксиду хрому, що в подальшому дозволить обґрунтовано підходити до проектування практичних складів керамічних пігментів з використанням високоглиноземистих металургійних відходів.

II. Експериментальна частина

В роботі використовували технічно чисту сировину (крейду, ГОСТ 12085-88; технічний глинозем, ГОСТ 6912.1-93 і діоксид титану, ГОСТ 9808-84). Вміст оксиду хрому становив 2,5 мас.ч., що дозволяє в достатній мірі оцінити ефективність і особливості його забарвлюючої дії по відношенню до окремих складових базової системи та їх різних композицій. Випал дослідних шихт проводили в інтервалі температур 900–1200°C.

Аналізуючи отримані експериментальні дані для композицій бінарної системи CaO-TiO_2 , випалених при 900°C, встановлено, що зі збільшенням вмісту оксиду кальцію в їх складі до 75 мас.% спостерігається зміна забарвлення від гірчичного до світло-бежевого з зеленуватим відтінком. При цьому значення домінуючої довжини хвилі відповідають жовтій частині спектру і коливаються у межах 586–589 нм, а коефіцієнт дифузного відбиття становить 45,47–57,60%. Підвищення температури випалу таких композицій до 1200°C, обумовлює суттєву інтенсифікацію їх забарвлення, що підтверджується як візуальною оцінкою (колір змінюється від сіро-гірчичного до коричневого з вишневим відтінком), так і відповідними змінами оптико-колірних показників. Зокрема, відбувається перехід λ в помаранчеву (591–607 нм) частину видимої області спектру, а також падіння коефіцієнту дифузного відбиття до 21,34–29,76%.

Розглядаючи композиції, отримані при 900°C в кальційалюмінатній системі, встановлено, що зі збільшенням концентрації оксиду алюмінію в їх складі відбувається поступова зміна кольору від зеленувато-білого до світлого сірувато-жовтого, що супроводжується відповідним зміщенням довжини хвилі з 516 нм (зелена область спектру) у довгохвильову частину (жовту – 588 нм). При підвищенні температури синтезу дослідних шихт має місце інтенсифікація твердофазових реакцій, наслідком чого є формування більш широкого спектру забарвлення отриманих композицій. Так, поступове збільшення вмісту Al_2O_3 в складі композицій до 50 мас.%, а температури випалу до 1200°C викликає посилення забарвлення, яке змінюється з блідо-зеленого на жовтувато-салатове з сірим відтінком. Така зміна кольору випалених порошоків, в свою чергу, супроводжується зниженням КДВ з 58,85 до 36,17%. Подальше зростання кількості оксиду алюмінію у складі композиційних шихт обумовлює

зміну кольору з світло-салатового до яскравого жовтого і світлого сірувато-жовтого до світло-рожевого.

Випал композицій, одержаних в системі $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$, при температурі 900°C обумовлює поступову зміну забарвлення від бежево-гірчичного до гірчичного з сірим відтінком зі збільшенням вмісту діоксиду титану до максимального, яка супроводжується зростанням значень колірного тону від 588 до 596 нм і падінням КДВ від 52,18 до 40,16%. Подальше підвищення температури синтезу композицій зазначеної бінарної системи до 1200°C викликає домінування бежевого кольору. При цьому значення колірного тону коливаються у межах 587–589 нм, а КДВ знижується до 25,49–45,65%.

При введенні Cr_2O_3 до складу шихт, які містили одночасно три базових оксиди, було встановлено, що:

- найбільш інтенсивним кольором (коричнево-бежевим) після випалу при температурі 900°C характеризуються композиції, які знаходяться у багатотитанатній області базової системи. Відзначене підтверджується значенням домінуючої довжини хвилі, що відповідає помаранчевій частині спектру (593 нм), а також мінімальним показником дифузного відбиття 46,83%;
- підвищення температури синтезу дослідних композицій до 1200°C визначає суттєве посилення інтенсивності коричневого забарвлення. Показники колірного тону при цьому коливаються у межах 606–690 нм, а дифузного відбиття – 22,47–26,20%.

Висновки

Отримані результати свідчать про доцільність проведення синтезу дослідних хромовмісних композицій системи $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ при температурі 1200°C, що обумовлює інтенсифікацію твердофазових реакцій, наслідком чого є формування більш широкого спектру забарвлення, зокрема, виявлено:

- поступову зміну кольору від світло-зеленого ($\lambda = 506\text{--}510$ нм), через жовтувато-салатовий ($\lambda = 567$ нм) до яскраво-жовтого ($\lambda = 585$ нм) та рожевого ($\lambda = 515'$ нм) зі збільшенням концентрації глинозему в композиційних шихтах системи $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$;
- можливість формування коричневого забарвлення композицій з різним ступенем інтенсивності ($\lambda = 598\text{--}690$ нм) в області базової системи, яка обмежена наступними концентраціями вихідних компонентів, мас. %: CaO 25–75; Al_2O_3 0–50; TiO_2 25–75.

Отримані експериментальні залежності дозволяють обґрунтовано підходити до синтезу пігментів заданого кольору різного функціонального призначення, в тому числі, із застосуванням в якості базової сировини високоглиноземистих відходів металургійного виробництва.