

Н. В. Жданюк
М.М. Племянніков
Ю. М. Крупа

ВИВЧЕННЯ МОЖЛИВОСТІ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ЗБАГАЧЕННЯ ЗАЛІЗИСТИХ КВАРЦИТІВ

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Анотація

Запропоновано метод утилізації відходів рудозбагачення по скляній технології. Дослідження дозволило оцінити вплив добавок Na_2O та MgO на можливість отримання склокристалічного матеріалу з високими експлуатаційними та декоративними характеристиками.

Ключові слова: *відходи гірничо-металургійного комплексу, склоутворення, кристалізаційна здатність, термічний коефіцієнт лінійного розширення, в'язкість.*

Abstract

The method of utilization of ore beneficiation wastes by glass technology is offered. The study allowed to evaluate the effect of Na_2O and MgO additives on the possibility of obtaining glass-crystalline material with high performance and visual characteristics.

Keywords: *wastes of the mining and metallurgical complex, glass formation, crystallization ability, thermal coefficient of linear expansion, viscosity.*

Вступ

Внаслідок роботи гірничо-збагачувальних комбінатів (ГЗК) Кривбасу накопиченні відвали порід, так званих хвостів збагачення, що створюють серйозні економічні та екологічні проблеми в районах з розвиненим гірничо-металургійним виробництвом. Тільки на Кривбасі хвостосховища такого типу займають площу близько 7–10 тис. га, що призводить до погіршення екологічної ситуації в регіоні [1]. Необхідно відмітити, що на даний час накопичений достатній досвід утилізації відходів Криворіжського гірничо-збагачувального комбінату, однак, масштаби та темпи освоєння цих ресурсів для виробництва будівельних матеріалів не можна визнати задовільними.

Так звані хвости, хоча і є відходами, але мають високу ресурсну цінність. У їх складі присутні SiO_2 , FeO , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Al_2O_3 , Na_2O та ін. Саме тому, була вивчена можливість використання хвостів як основного компоненту сировинної суміші для отримання шляхом скловаріння облицювального матеріалу з високим декоративним ефектом [2]. У зв'язку з цим, створення нових технологій утилізації відходів рудозбагачення по скляній технології є актуальним науково-практичним завданням.

Результати дослідження

Хвости збагачення руд представляють собою пісок темно сірого кольору з високим вмістом заліза. Дані відходи рудозбагачення можуть бути віднесені до феро- та феросилікатних систем. Специфічною особливістю відходів рудозбагачення ГЗК Криворіжського басейну є неймовірно висока кількість оксидів заліза (12–15 мас. %) [3]. При цьому Ферум (II) оксид та Ферум (III) оксид містяться приблизно у однакових кількостях. Основним компонентом хвостів рудозбагачення є Силіцій (IV) оксид. У відходах присутні у невеликих кількостях оксиди лужноземельних металів, алюміній оксид, а також фосфор та сірка, вміст яких незначний.

Таким чином, у хвостах рудозбагачення присутні всі ті компоненти, що у тій чи іншій мірі містяться у більшості стекло. Виключення складають тільки оксиди заліза.

У зв'язку з переважаючим вмістом кремнезему (SiO_2) і оксидів заліза (Fe_2O_3 та FeO), даний склад можна розглядати як бінарну систему. Така система характеризується високою тугоплавкістю та не

може безпосередньо бути використана у класичній скляній технології. Тому до складу шихти, крім відходів рудозбагачення потрібно ввести компоненти, що понизять температуру варки – плавні.

У даній роботі, у якості підшихтовки використано MgO та Na₂O. Магній оксид недефіцитний компонент, у склад шихти його можна ввести магнезитом. Відносно недефіцитним компонентом є Натрій оксид. Він може бути введеним содою або натрійвмістними відходами. Це дозволить суттєво знизити температуру синтезу скла. Таким чином отримуємо силікатну систему (Fe₂O₃-FeO)-SiO₂-MgO-Na₂O.

В'язкісні властивості стекел системи можуть бути описаними двома характеристичними температурами, а саме: температурою відпалу (T_g) і температурою розм'якшення під навантаженням (T_p). Вони побічно дають уявлення про еволюцію в'язкості в певному інтервалі температур. Ці температури були визначені методом дилатометрії. Результати аналізів показали, що ТКЛР (термічний коефіцієнт лінійного розширення) змінюється в діапазоні (80÷140)·10⁻⁷, K⁻¹. Переважний вплив на збільшення ТКЛР в області високомагнезійних складів виказує зменшення вмісту MgO, а потім – збільшення вмісту Na₂O.

Кристалізаційна здатність зразків оцінювалась за результатами ДТА (диференційного термічного аналізу) по величині піку екзотермічного ефекту [4]. На рисунку 1 наведена здатність до кристалізації деяких складів та відповідна температура екзофекту.

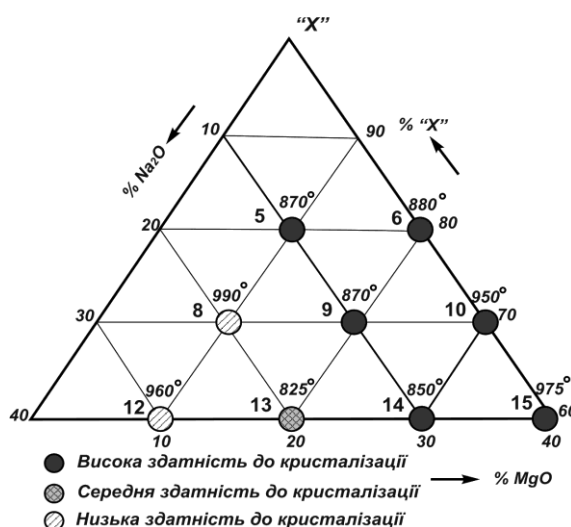


Рис. 1. Здатність до кристалізації стекел у системі

Рентгенофазовий аналіз підтвердив, що в продуктах кристалізації широко представлені мінерали на основі оксидів феруму; гематит – Fe₂O₃; ферит – Fe₃O₄; феро-магнезійна шпінель - MgO·Fe₂O₃. Присутні також силікати кальцію і магнію: діопсид - CaO·MgO·2SiO₂; кліноенстатит - MgO·SiO₂. У висококремнеземистих складах в продуктах кристалізації пристуній також кристобаліт - SiO₂ [1]. А у зразках, що мали високий вміст Na₂O, утворювався ферит - Fe₂O₃, що погіршував декоративні властивості склокристалу.

Важливою технологічною властивістю розплаву є здатність до формування. Для всіх зразків можуть бути застосовані наступні методи: вилив в форму або прокат. Більшість зразків мали глибокий чорний колір та глянцеvu поверхню, а на деяких зразках наявні розводи оливкового на димчаского кольору.

У роботі були проаналізовані результати оцінки технологічних та декоративних властивостей отриманих матеріалів. Це дало можливість констатувати, що для виробництва лицювальних матеріалів можуть бути використані склади на основі хвостів рудозбагачення з додаванням MgO – 30-40% і Na₂O – 1-10%.

На рис. 2 приведені фотографії отриманих матеріалів, які можуть бути використані як лицювальна плитка. Під час перекристалізації стекел, що мали переважно глянцеvu поверхню спостерігали зміну забарвлення та утворення рельєфної поверхні.



Рис. 2. Фотографії отриманих зразків скла та склокристалічних матеріалів

Макрохвиляста структура поверхні з градацією кольорності обумовлена високою схильністю складів системи $(\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-FeO})\text{-SiO}_2\text{-MgO-Na}_2\text{O}$ до макроліквації.

Висновки

Встановлено вплив хімічного складу на варильні та формувальні характеристики скляної маси системи $(\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3)\text{-MgO-Na}_2\text{O-SiO}_2$.

Визначено температури відпалу і розм'якшення скла. Встановлено оптимальні режими термообробки з метою отримання склокристалічних матеріалів та вивчено вплив хімічного складу на властивості ситалів у системі

Таким чином, проведені дослідження підтвердили, що технологічні властивості силікатних розплавів на основі відходів рудозбагачення можуть бути утилізовані за скляною технологією.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сметана О.М., Сметана Н.А. Літогеохімічна концепція поводження з відходами збагачення руд. *Екологія і природокористування*. 2011, Вип. 14. С. 178-184.
2. Племянніков М.М., Жданюк Н.В. Вивчення можливості утилізації відходів металургійних виробництв для отримання склокристалічних матеріалів. *Norwegian Journal of development of the International Science*, 2020, Vol. 1, pp. 51-58.
3. Губіна В.Г., Кадошніков В.М., Заборовський В.С., Кузенко С.В., Горлицький Б.О, Бондаренко Г.М. Вивчення можливості використання відходів збагачення залізистих кварцитів в народному господарстві. *Зб. наук. пр. ІГНС НАН України «Геохімія та екологія»*. 2007, Вип.14. С. 156–165.
4. Племянніков М.М., Жданюк Н.В. Феросілікатні склокристалічні матеріали на основі відходів рудозбагачення. *Питання хімії та хімічної технології*. 2021, No. 2, С. 95-103.

Жданюк Наталія Василівна — канд. техн. Наук, асистент кафедри хімічної технології кераміки та скла, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», zhdanyukn.kpi@gmail.com

Племянніков Микола Миколайович — канд. техн. Наук, доцент кафедри хімічної технології кераміки та скла, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Крупа Юлія Миколаївна — студентка групи ХМ-11мп, хіміко-технологічний факультет, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Zhdaniuk Nataliia Vasylivna — Cand. Sc. (Eng), Assistant of the Department of Chemical Technology of Ceramics and Glass, National Technical University of Ukraine National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», zhdanyukn.kpi@gmail.com

Plemiannikov Mykola Mykolaiovych — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of the Department of Chemical Technology of Ceramics and Glass, National Technical University of Ukraine National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Krupa Yuliia Mykolaivna — Department of Chemical Technology of Ceramics and Glass, National Technical University of Ukraine National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»