

*Д-р техн. наук Я. М. Пітак<sup>1</sup>, канд. техн. наук М. А. Чиркіна<sup>2</sup>,  
канд. техн. наук О. Я. Пітак<sup>1</sup>, І. А. Чиркіна<sup>1</sup>*

*(<sup>1</sup>НТУ «Харківський політехнічний інститут», м. Харків,  
Україна;*

*<sup>2</sup>Національний університет цивільного захисту України,  
м. Харків, Україна)*

## **Дослідження можливості використання відпрацьованих каталізаторів як сировини для отримання кольорових полив**

### **Вступ**

Характерною особливістю науково-технічного прогресу є збільшення обсягу суспільного виробництва. Бурхливий розвиток продуктивних сил викликає стрімке залучення в господарський зворот все більшої кількості природних ресурсів. Ступінь їх раціонального використання залишається, однак, вельми низьким. Щорічно людство використовує приблизно 10 млрд т мінеральних і майже стільки ж органічних сировинних продуктів [1]. Розробка більшості найважливіших корисних копалин у світі йде швидше, ніж нарощуються їх розвідані запаси. Близько 70 % витрат у промисловості припадає на сировину, матеріали, паливо і енергію. У той же час 10—90 % вихідної сировини перетворюються у відходи, що скидаються в атмосферу і водойми, забруднюють землю. Щорічно вихід шлаків чорної металургії становить близько 80 млн т, кольорової — 2,5 млн т, зол і шлаків ТЕЦ — 60—70 млн т, деревних відходів близько 40 млн м<sup>3</sup> [2].

З галузей, які споживають промислові відходи, найбільш місткою є промисловість будівельних матеріалів. Встановлено, що використання промислових відходів дозволяє покрити до 40 % потреби будівництва в сировинних ресурсах. Застосування промислових відходів дозволяє на 10—30 % знизити витрати на виготовлення будівельних матеріалів порівняно з виробництвом їх з природної сировини, економія капітальних вкладень при цьому сягає 35—50 % [3; 4].

При застосуванні промислових відходів одних виробництв як вихідні сировинні матеріали інших виробництв вирішується не тільки проблема ліквідації промислових відходів, але й труд-

нощі, що пов'язані з використанням дефіцитної сировини [5]. Тому при застосуванні як фарбувальну добавку, замість дорогих пігментів, кобальтвмісних відходів відпрацьованих каталізаторів Горлівського комбінату «Стірол» [6] з'являється можливість зменшення витрат коштовної та дефіцитної сировини для отримання кольорових покриттів.

З урахуванням вищевикладеного, розроблення кольорових полив з використанням як пігменту алюмо-магнієво-кобальтових (АМК) відходів виробництва у вигляді відпрацьованих каталізаторів для виготовлення кольорових покриттів кераміки є вельми актуальним напрямком у керамічній промисловості.

### Експериментальна частина

Для розробки кольорових полив за основу було використано фрити, яку розроблено в лабораторії функціональної кераміки та захисних композиційних покриттів на кафедрі технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей НТУ «ХПІ». До складу фрити входили в оптимальному співвідношенні каолін глуховецький (ГОСТ 19285—73), тальк (ГОСТ 21234—75), доломіт (ГОСТ 23672—79), а також скловідходи у вигляді бою тарного безбарвного скла. Як барвник в експериментальні поливи вводили відход АМК, який містить у своєму складі до 5 % оксиду кобальту. Для досліджень було виготовлено три серії мас, в яких вміст відходів АМК і фрити варіювали в наступних межах: вміст відходів коливався від 5 до 15 мас. % з кроком 5 мас. %, а вміст фрити — від 40 до 30 мас. % відповідно. Кількість інших компонентів була сталою.

Попередньо відхід АМК піддавали помелу в шаровому млині протягом 5 год до залишку на ситі 02 не більше 3—5 %, далі проводили термообробку за температури 1000 °С протягом 20 хв у муфельній печі для видалення залишків оксиду вуглецю.

Покриття готували наступним чином: після дозування всіх компонентів проводився сумісний мокрий помел (вологість 38—40 %) у кульовому млині протягом 18 год до залишку на ситі 0063 від 0,5 до 1 %. Після чого поливу наносили на попередньо випалені зразки керамічної плитки ПАТ «ХПЗ» методом поливу. Після підсушування проводився випал за температури 900—1000 °С у силітової печі з витримкою 6 хв за максимальної температури. Після охолодження зразків визначались як експлуатаційні (ТКЛР, термостійкість, мікротвердість та зносостійкість), так і естетичні (блиск) властивості покриттів.

Експерименти та обробку результатів здійснювали за стандартними методиками [7] з використанням прикладних програм [8].

## Результати та їх обговорення

За результатами здійснених експериментів та обробки отриманих даних було встановлено закономірності, які визначають вплив різних співвідношень кобальтвмісних відходів на властивості отриманих покриттів.

Аналіз даних термостійкості та ТКЛР показують, що зі збільшенням кількості відходу від 5 до 15 мас. % показники цих властивостей змінюються в досить незначних межах і складають у середньому  $175\text{ }^{\circ}\text{C}$  та  $5,6 \cdot 10^{-6}\text{ K}^{-1}$  відповідно.

Залежності мікротвердості та зносостійкості від кількості кобальтвмісного відходу наведено на рис. 1.

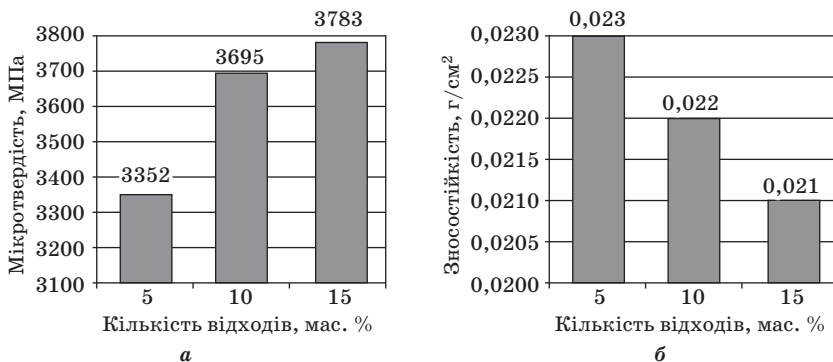


Рис. 1. Залежності мікротвердості (а) та зносостійкості (б) покриття від кількості кобальтвмісних відходів

Як свідчать дані, що наведені на рис. 1, а, з підвищенням кількості відходів мікротвердість підвищується від 3352 до 3783 МПа при введенні від 5 до 15 мас. % відходу. З даних рис. 1, б видно, що з підвищенням кількості відходів показники зносостійкості також підвищуються від 0,023 до 0,021 г/см<sup>2</sup>.

Встановлено, що при підвищенні кількості відходу поліпшуються естетичні властивості, а саме, показники блиску коливаються в межах 48—53 % відповідно. При введенні відходу в кількості 5 мас. % покриття має блакитний колір, при подальшому підвищенні до 15 мас. % — насичений синій.

Визначено якісний фазовий склад оптимальних покриттів, одержаних за температури випалу  $970\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Штрих-рентгенограму

розробленого покриття з вмістом 10 мас. % відходу наведено на рис. 2.

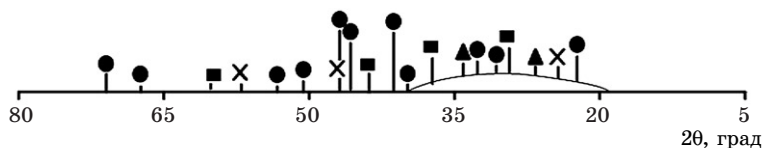


Рис. 2. Штрих-рентгенограма розробленого покриття:

● — форстерит; X — тверді шпінелідні розчини; ▲ — кварц; ■ — кордієрит

З рис. 2 видно, що основними фазами розробленого покриття є форстерит та тверді шпінелідні розчини. Усі покриття містять значну кількість рентгеноаморфної склофази, про це свідчать розміри гало на рентгенограмі. Наявність форстериту та твердих шпінелідних розчинів надають покриттю високі показники зносостійкості та мікротвердості, а також сприяють утворенню забарвлення покриття в блакитно-синій колір.

Таким чином, встановлено, що введення відходу АМК у склад поливи в кількості 5—15 % забарвлює покриття в різні відтінки синього кольору. За оптимальний обрано склад, що містить 10 % відходу, готові вироби на основі цього складу мають досить високі показники мікротвердості та зносостійкості після випалу за температури 970 °С.

Використання кобальтвмісних відходів у вигляді відпрацьованих каталізаторів Горлівського комбінату «Стірол» як барвника при виробництві кольорових полив дозволяє успішно замінити дорогі пігменти, за рахунок чого знижується собівартість поливи та кінцева собівартість виробів, при цьому зберігаються високі експлуатаційні властивості готових виробів. Розроблену поливу рекомендовано для впровадження на підприємствах керамічної промисловості, у тому числі на ПАТ «Харківський плитковий завод».

## Висновки

Проведено дослідження з розробки складів кольорових полив для керамічної плитки з використанням як барвника кобальтвмісних відходів у вигляді відпрацьованих каталізаторів Горлівського комбінату «Стірол». Проведено аналіз досліджень впливу кількості алюмо-магнієво-кобальтових відходів та температури випалу на експлуатаційні та естетичні властивості матеріалів з розробленими покриттями. Встановлено залежність

мікротвердості та зносостійкості покриттів від кількості доданих відходів. Розроблено кольорове покриття для керамічної плитки та надано рекомендації для їх впровадження на промисловому керамічному підприємстві України.

### Бібліографічний список

1. *Лотош В. Е.* Экология природопользования / В. Е. Лотош. — Екатеринбург : УГЭУ, 2000. — 540 с.

2. Економіка природокористування і охорони довкілля // Техноресурс-2000 : зб. наук. пр. міжнар. наук.-практ. конф. з управління відходами. — К. : РВПСУ НАН України, 2000. — 200 с.

3. *Семиноженко В. П.* Промышленные отходы: проблемы и пути решения / В. П. Семиноженко, Д. В. Сталинский, А. М. Касимов. — Х. : Индустрия, 2011. — 544 с.

4. *Бондарь Е.* Промышленные отходы: бухгалтерский и налоговый учет / Е. Бондарь // Экономика и жизнь. — М., 2005. — Вып. 37. — С. 22—25.

5. *Кикава О. Ш.* Строительные материалы из отходов производства / О. Ш. Кикава // Экология и пром-сть России. — М., 1997. — № 12. — С. 23—28.

6. Официальный сайт ПАО «КОНЦЕРН СТИРОЛ» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.stirol.net>.

7. Практикум по технологии керамики и огнеупоров / под ред. Д. Н. Полу бояринова, Р. Я. Попильского. — М. : Стройиздат, 1972. — 351с.

8. *Ахназарова С. Л.* Алгоритмическое и программное обеспечение оптимального эксперимента при решении задач химической технологии / С. Л. Ахназарова, В. В. Кафаров, Н. В. Коновалова. — М. : РХТУ, 1996. — 220 с.

*Рецензент к. т. н. Казначеева Н. М.*