

Таблица 2. Расчетные технологические параметры сорбционных установок

Загрязнитель	C ₀ , г/л	Скон, г/л	Противоточная		Перекрытно-ступенчатая	
			Σm, кг/м ³	Число ступеней	Σm, кг/м ³	Число ступеней
Фенол	1,88	0,0094	25,3	4	53,5	4
Анилин	1,86	0,001	16,7	4	34,2	4
Малатион	0,375	0,048	56	4	37	9
Толуол	0,4	0,05	63	4	36,5	10

Поскольку в обеих рассмотренных схемах при равном числе основных аппаратов и, следовательно, одинаковых капитальных вложениях, когда экономическая целесообразность определяется эксплуатационными затратами, предпочтение, безусловно, следует отдать противоточно-ступенчатой схеме.

Литература

1. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник (т.2). — Калуга: Издательство Н.Бочкаревой, 2003. — 884 с.
2. Проскуряков В.А. Очистка сточных вод в химической промышленности. — Л.: Химия, 1977. — 464 с.
3. Когановский А.М., Клименко Н.А., Левченко Т.М., Рода И.Г. Адсорбция органических веществ из воды. — Л.: Химия, 1990. — 256 с.
4. Алексанян А.Р., Торосян Г.О., Мартиросян В.Г., Галстян Г.Ф., Давтян В.А., Саркизова Ю.С., Казинян А.А. Использование сельхозотходов в качестве сорбента для удаления органических веществ из водных растворов // Хим. и Химич. техн., 2008. — Т. 51. — Вып. 12. — С. 99–101.
5. Торосян Г.О., Исаков А.А., Оганесян Д.Н. Сорбенты для тонкой очистки сточных вод от органических загрязнителей // Вестник МАНЭБ СПб, 2006. — Т. 11. — № 8. — Вып. 2. — С. 58–61.

© Исаков А.А., Алексанян А.Р., Кудрявцев А.Г., Давтян В.А., Торосян Г.О., 2010

Поступила в редакцию 24.12.2009 г.

УДК 666.295:552.331(.002.8)

Оберемок Є.В., Шевченко А.Ю. (ДонНТУ)

ОТРИМАННЯ ГЛАЗУРНОГО ПОКРИТТЯ НА ОСНОВІ НЕФЕЛІНМІСТКОГО ВІДХОДУ

Досліджена можливість використання вторинної сировини (відходу збагачення цирконового концентрату, що містить нефелін, і розкритих глинистих порід) для виготовлення глазурного покриття для керамічних виробів. За допомогою стандартних методик досліджені основні властивості отриманих експериментальних зразків (блиск, твердість, водопоглинення, хімічна стійкість).

Ключові слова: керамічна глазур, вторинна сировина, нефелін, каолін напівкислий, фрита, керамічна плитка.

Промисловість будівельних матеріалів відносять до найбільш матеріалоемних галузей господарства. В той же час вона здатна ефективно використовувати численні відходи для виробництва корисної продукції.

Загальна кількість промислових відходів на території Донецької області складає вже понад 4 млрд. т. Внаслідок діяльності гірничопромислового комплексу накопичені величезні об'єми відвальних порід і хвостів збагачення. Вони можуть розглядатися як ефективні ресурси вторинної сировини для виробництва скломатеріалів, керамічних, будівельних та інших виробів. Такий підхід не тільки розширює мінерально-сировинну базу будівельної промисловості, але й дозволяє забезпечити екологічну безпеку, зберегти природні ландшафти.

Метою даної роботи є дослідження можливості використання нефелінового сіеніту, який є хвостом збагачення цирконового концентрату, в якості основного компоненту для виробництва керамічної глазурі. Цей відхід знаходиться на території Донецької хіміко-металургійної фабрики в селищі Донське Волноваського району в кількості декількох мільйонів тон.

Природний нефелін відносять до лужних алюмосилікатів ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$). Близький до глинистих матеріалів мінералогічний і хімічний склад, легкоплавкість та висока концентрація лугів роблять цей матеріал цінною сировиною для керамічних мас і глазурей [1]. Нефелін також може бути відходом під час переробки кольорових і рідкісних металів, флотаційного збагачення.

Для з'ясування можливості використання відходів для виготовлення керамічних глазурей необхідно проводити відповідні дослідження, тобто перевірити, чи не приводить застосування відходів до підвищеного спінювання під час розплавлення глазурного шару, до появи у виробках включень кристобалітової корки та інших.

Хімічний склад дослідженого відходу, що містить нефелін, характеризується наступним вмістом компонентів (% мас.): SiO_2 — 39,3; Al_2O_3 — 32,9; Na_2O — 16,3; K_2O — 5,9; CaO — 1,5; MgO — 0,6; Fe_2O_3 — 1,0; TiO_2 — 0,3; ZrO_2 — 0,1. Зерновий склад, вологість, об'ємну насипну масу матеріалу визначали за стандартними методиками [2]. Результати вимірювань склали: вміст фракцій \square 0,16 мм — 22,7%, 0,16–0,32 мм — 31,8%, 0,32–0,63 мм — 22,1%, 0,63–1,25 мм — 17,8%, 1,25–2,0 мм — 3,3%, \square 2 мм — 2,3%; об'ємна насипна маса — 1,35 кг/дм³, вологість — 1,5%.

В якості компонентів керамічної глазурі досліджені також глинисті матеріали родовища «Біла балка», які перебувають у відвалах у вигляді розкритих порід: суглинки, каолін озалізнений, каолін напівкислий. У таблиці 1 приведений хімічний склад глинистих матеріалів.

Таблиця 1. Хімічний склад глинистих матеріалів

Матеріал	Вміст оксидів, мас. %								
	Al_2O_3	SiO_2	Na_2O	K_2O	CaO	MgO	TiO_2	Fe_2O_3	В.п.п.
Суглинок	20,5	67,0	2,35	0,40	0,40	0,60	1,6	1,3	5,85
Каолін озалізнений	20,5	65,0	2,35	0,45	0,40	0,60	1,5	1,1	8,10
Каолін напівкислий	23,5	61,0	2,35	0,45	0,40	0,60	1,5	1,1	9,10

Властивості вихідних сировинних матеріалів визначали відповідно до методик, наведених у [2,3]. У таблиці 2 представлені результати досліджень властивостей матеріалів.

Відповідно отриманим даним за температурою спікання всі три глинисті матеріали легкоплавкі, за числом пластичності суглинок і каолін озалізнений високо пластичні, а каолін напівкислий — середньо пластичний. Наступні

випробування показали, що керамічна глазур, отримана з використанням усіх трьох порід, міцно закріплена на керамічній поверхні зразка, має гладку склоподібну поверхню, але для одержання глазури бажано використовувати безбарвні компоненти, тому рекомендовано використовувати каолін напівкислий, який після випалу має біле фарбування (фарбування суглинку після випалу червоне, каоліну озалізованого — жовте).

Таблиця 2. Властивості глинистої сировини

Показники	Сировинні матеріали		
	Суглинок	каолін озалізований	каолін напівкислий
Абсолютна вологість, %	26	17	12
Вода затворіння, %	34	35	29
Повітряна усадка, %	11	14	7
Вогнева усадка, %	4	0,3	1
Число пластичності, %	26	29	22
Температура спікання, °С	1050	1000	1070

Для приготування шихти для виготовлення глазури всі вихідні компоненти подрібнювали в агатовій ступці до проходження через сито 02, зважували на аналітичних вагах з точністю до 0,01 г. Нефеліновий відхід додатковому подрібненню не піддавали. Підготовлені компоненти шихти змішували у співвідношенні, що відповідає заданому складу глазури, затворяли дистильованою водою. Масу ретельно вимішували в ступці, доводили водою до потрібної консистенції, яка відповідає оптимальній текучості керамічного шлікеру. Вологість шлікеру складала 45–50%. Його наносили на обпалену неглазуровану плитку шляхом поливу, обпалювали в муфельній електричній печі.

Для вивчення можливості отримання керамічної глазури на основі відходів були виготовлені зразки глазурного покриття із глазури понад 20 складів. Деякі з них наведені у таблиці 3.

Таблиця 3. Шихтовий склад експериментальної глазури

№ складу глазури	Компоненти (мас. %)								
	нефелін	бій скла	каолін напівкислий	суглинок	каолін озалізований	глина марки Ч-3	сода	борна кислота	силікат-глиба
1,1	40	40	20						
1,2	40	50	10						
1,3	40	55	5						
1,4	40	50		10					
1,5	40	50			10				
1,6	40	40				20			
2,1	40		20				40		
2,2	40		10				50		
2,3	40		5				55		
3,1	40		20					40	
3,2	40		10					50	
3,3	40		5					55	
3,4	40					30		30	
4,1	40		20						40
4,2	40		10						50
4,3	40		5						55

Зразки, у складі глазурного покриття яких є бій скла, та зразки з борною кислотою є найбільш вдалимими, оскільки глазурована поверхня гладка, без наявного утворення цeku або іншого дефекту. На поверхні зразків, у складі

глазурного покриття яких є силікат-глиба та сода, візуально визначається наявністю цеку. Зразки, які містять суглинок і каолін озалізнений, мають зелений колір за рахунок більшої кількості заліза та інших домішок. Таким чином, для виготовлення можна рекомендувати глазурі на основі нефелінмісткого відходу, борної кислоти, бою скла та каоліну напівкислого.

З метою зниження вартості керамічних глазурованих плиток за рахунок економного використання дорогої борно-цирконієвої фрити (ФБЦ-19) заводського виробництва зроблена спроба часткової її заміни дослідженими в даній роботі компонентами глазурі. Шихтові склади глазурі з використанням ФБЦ-19 приведені в таблиці 4.

Таблиця 4. Шихтові склади експериментальних глазурей з ФБЦ-19

№ складу глазури	Компоненти (мас. %)					
	нефелін	бій скла	каолін напівкислий	борна кислота	силікат- глиба	ФБЦ-19
1	20	25	5			50
2	20		10		20	50
3	20		10	20		50

На всіх плитках з глазур'ю, що містить ФБЦ-19, утворилося гладке глазурне покриття. Таким чином, показана можливість використання відходів у поєднанні з ФБЦ-19 для глазурювання керамічної плитки.

Для вибору температури випалу керамічної глазурованої плитки зразки, глазурне покриття яких було нанесене на керамічний черепок методом поливу відповідного шихтового складу, випалювали при температурі 1000, 1050 і 1100 °С. Оптимальною температурою випалу для зразків глазурі № 1,2; 1,3; 1,4; 2,1; 2,2; 2,3; 3,1; 3,2; 3,3; 4,1; 4,2; 4,3 є 1000°С. За цієї температури на поверхні керамічного зразка після випалу утворюється гладка склоподібна поверхня. Для інших зразків температура випалу 1000°С є недостатньою для утворення якісного склоподібного шару. Оптимальною можна вважати температуру випалу 1050°С, тому що при температурі 1100°С також утворюється гладка склоподібна поверхня, але спостерігається потемніння керамічного черепка.

Усі зразки глазурованих плиток, отриманих для складів глазурей, наведених у таблиці 3, мають брудно-оливковий колір. Це пов'язано з тим, що відхід, який містить нефелін, має у своєму складі оксид заліза. Для покращення декоративних властивостей виробів і надання певного кольору експериментальним керамічним глазурям у шихту додавали керамічні пігменти в кількості 10% (понад 100% маси шихти). Для забарвлення були випробувані зразки глазурей № 1,2; 3,2; 1. Уведення до складу глазурі керамічного пігменту дозволяє отримати глазурне покриття з добрими декоративними властивостями зеленого, блакитного, коричневого кольору (залежно від того, який пігмент використано).

За допомогою стандартних методик [3] були досліджені основні властивості отриманих експериментальних глазурей: блиск, хімічна стійкість, твердість, водопоглинення.

Блиск глазурі характеризується її показником переломлення світла. Для визначення блиску зразків використовували блискомір фотоелектричного типу ФБ-2, принцип дії якого оснований на фотоелектричному методі вимірювання неелектричних величин. Отримані наступні результати: блиск глазурі № 1 складає 58%, № 1,2 — 54%, № 3 — 52%. Блиск вважається задовільним, якщо в середньому із замірів він має значення більш, ніж 60 одиниць. Результати визначення блиску експериментально отриманих зразків в лабораторних

умовах трохи нижче 60%. Проте слід зауважити, що на блиск глазурі впливає не тільки її хімічний склад, але й деякі фактори під час виробництва, а саме рівномірність нанесення глазурного шлікеру на керамічний черепок, температурний режим випалу, температурний градієнт печі та інші, які в лабораторних умовах дещо відрізняються від умов виробництва на спеціалізованому виробництві.

Метод визначення хімічної стійкості глазурі полягає у визначенні зміни блиску глазурованої поверхні зразків у результаті впливу реагентів. Експериментальні зразки випробували на хімічну стійкість до дії стандартного мильного розчину, що виготовляли з 33% натрію вуглекислого безводного, 7% тетраборату натрію, 7% силікату натрію густиною $1,33 \text{ г/см}^3$, 30% мильних пластівців з олеату натрію, 23% дистильованої води. Результати випробувань показали, що після впливу мильного розчину на глазурне покриття керамічного виробу протягом 6 годин блиск глазурі не змінився, що свідчить про високу хімічну стійкість глазурі.

Методика визначення твердості за Моосом полягає у дряпанні гострою гранню пробного матеріалу легким і рівномірним натисканням лицьової поверхні зразка, який випробують. За твердість лицьової поверхні плиток приймають найменше значення твердості лицьової поверхні випробуваних зразків. Твердість глазурі визначали на зразках № 1; 1,2; 3. Твердість усіх отриманих глазурей складає 6 за шкалою Мооса і відповідає вимогам до керамічних глазурей, що виробляються на підприємстві.

У виробничих умовах ступінь спікання виробів, їх якість та відповідність вимогам стандарту часто характеризуються величиною водопоглинення. Методика випробування зразків на водопоглинення складається з кип'ятіння зразків протягом години та подальшого охолодження протягом 4 годин. Величину водопоглинення обчислюють як відношення, виражене у відсотках, маси води, яка поглинається зразком при кип'ятінні, до маси сухого зразка. Водопоглинення досліджених зразків відповідає вимогам стандарту до плитки для облицювання приміщень і складає 11–12%.

Визначення термічної стійкості глазурі проводилося одночасно для експериментально отриманих зразків та зразків з керамічною глазур'ю із борно-цирконієвої фрити ФБЦ-19. Отримані результати показали, що зразки експериментальної глазурі не поступаються за своїми якісними характеристиками заводській фриті.

Термічний коефіцієнт лінійного розширення (ТКЛР) є основним показником, що визначає якість поєднання керамічної основи і глазурного покриття. Розходження між ТКЛР черепка і глазурі не повинно перевищувати 10%. Для визначення ТКЛР використовували розрахунковий метод А.А. Аппена, при якому визначається середній лінійний коефіцієнт в інтервалі 20–400°C. За розрахунковими даними розбіжність між ТКЛР плитки та експериментальної глазурі лежить у межах допустимого інтервалу.

Таким чином, проведені дослідження свідчать про можливість і доцільність використання нефеліністких відходів збагачення цирконових руд і розкритих глинистих порід в якості компонентів маси керамічної глазурі. Запропоновані шихтові склади для отримання глазурного покриття для керамічної плитки. Найбільш оптимальними слід вважати зразки наступних шихтових складів: а) 40% нефелінового відходу, 40–50% бою скла, 10–20% каоліну напівкислого; б) 40% нефелінового відходу, 40–55% борної кислоти, 5–20% каоліну напівкислого. Експериментально встановлена температура политого випалу запропонованих складів глазурі — 1000°C. Фарбування

глазурного шару шляхом уведення керамічних пігментів до складу шихти поліпшує декоративні властивості покриття за рахунок утворення рівномірно забарвленої глазурованої поверхні. Досліджені властивості експериментальних зразків, які в цілому відповідають вимогам стандарту для плитки для облицювання приміщень.

Література

1. Блюмен Л.М. Глазури. — М.: Стройиздат, 1954. — 171 с.
2. Практикум по технологии керамики и огнеупоров / [Бакунов В.С., Балкевич В.Л., Гузман И.Я. и др.] ; под ред. Д.Н. Полубояринова и Р.Я. Попильского. — М. : Стройиздат, 1972. — 351 с.
3. Лукин Е.С. Технический анализ и контроль производства керамики: [учеб. пособие для техникумов] / Е.С. Лукин, Н.Т. Андрианов. — [2-е изд., перераб. и доп.]— М. : Стройиздат, 1986. — 272 с.

© Оберемок Є.В., Шевченко А.Ю., 2010

Поступила в редакцию 23.112009 г.

УДК 666.3.022.523

Гайворонский В.Ф. (Украинская инженерно-педагогическая академия)

ОЧИСТКА КЕРАМИЧЕСКИХ СУСПЕНЗИЙ НА ВЕРТИКАЛЬНОМ ВИБРАЦИОННОМ СИТЕ

Приведен анализ работы вертикального вибрационного сита. Описана конструкция промышленного образца сита, разработанного в Украинской инженерно-педагогической академии. Приведены результаты его испытания на Городницком фарфоровом заводе, показавшие высокую эффективность новой модернизированной конструкции.

Ключевые слова: помол, гранулометрический состав, ситовая сепарация.

Вследствие несовершенства помольного оборудования, не обеспечивающего заданный гранулометрический состав продуктов помола, а также примесей в сырьевых материалах, применяют различные способы сортировки и обогащения сырьевых материалов, масс и глазурей.

Ситовая сепарация материалов необходима для отделения более крупных частиц исходного или предварительно обработанного материала, случайно попавших посторонних включений, разделения материала на фракции по гранулометрическому составу, удаления нежелательных примесей и, в первую очередь, красящих. Использование на ситах латунной сетки при фильтрации суспензий на больших поверхностях приводит износ сетки и обрыва и является причиной образования дефекта «зеленое пятно» иногда в значительных количествах (до 0,5% изделий) [1].

Для очистки жидких керамических масс наибольшее распространение получили вибрационные машины с пространственным движением рабочего органа. Но такие машины обладают рядом существенных недостатков, одним из которых является ограниченная возможность повышения производительности вибрационных сит за счет увеличения интенсивности колебаний. И как было указано выше существенным недостатком является так же интенсивный износ ситового полотна.