

УДК 666.3

*М. І. РИЩЕНКО, О. Ю. ФЕДОРЕНКО, Л. О. БІЛОСТОЦЬКА, К. Б. ДАЙНЕКО, К. С. ПОЛУХІНА***ОБ'ЄМНЕ ЗАБАРВЛЕННЯ КЛІНКЕРНОЇ ЦЕГЛИ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОГЕННОЇ СИРОВИНИ**

Встановлена можливість використання відходів різних виробництв для отримання темнозабарвленої клінкерної цегли методом об'ємного забарвлення маси. Показана ефективність комбінування відходів, що містять барвні оксиди ( $\text{CoO}$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), що дозволяє отримувати вироби чорного і коричневого кольорів. Визначено граничний вміст використаних відходів в складі керамічних мас, при якому забезпечується заданий рівень експлуатаційних характеристик клінкерної цегли (водопоглинання не більше 5 %; міцність на стиск – більше 30 МПа, морозостійкість – більше 150 циклів). Встановлено склад кольороутворюючих фаз клінкерних керамічних матеріалів (гематит, гаусманіт), що сприяють підвищенню насиченості кольору виробів.

**Ключові слова:** техногенна сировина, клінкерна цегла, об'ємне забарвлення маси, експлуатаційні властивості, фазовий склад, кольороутворююча фаза.

Установлена возможность использования отходов различных производств для получения темноокрашенного клинкерного кирпича методом объемного окрашивания массы. Показана эффективность комбинирования отходов, содержащих красящие оксиды ( $\text{CoO}$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), что позволяет получать изделия черного и коричневого цветов. Определено предельное содержание используемых отходов в составе керамических масс, при котором обеспечивается заданный уровень эксплуатационных характеристик клинкерного кирпича (водопоглощение не более 5 %; прочность на сжатие – более 30 МПа, морозостойкость – более 150 циклов). Установлен состав цветонесущих фаз клинкерных керамических материалов (гематит, гаусманит), способствующих повышению насыщенности цвета изделий.

**Ключевые слова:** техногенное сырье, клинкерный кирпич, объемное окрашивание массы, эксплуатационные свойства, фазовый состав, цветонесущая фаза.

The work is devoted to the important problem of the color range expanding of clinker ceramic materials. The possibility of obtaining black and brown clinker bricks by staining in the mass of low-melting polymineral clays with additives of technogenic materials, as alternatives to expensive ceramic pigments, has been investigated. Complex tests of clay raw materials of the Verkhnesyrovat deposit (Sumskaaya) showed of the obtaining possibility on their basis at a temperature of 1075 – 1100 °C densely sintered ceramic materials that meet the requirements of the current standards for clinker bricks. The possibility of using waste from various industries for obtaining dark-colored clinker bricks by the method of mass volume staining is established. The efficiency of combining wastes, containing coloring oxides ( $\text{CoO}$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), to produce products of black brown colors is shown. The maximum content of wastes used in the ceramic masses composition, at which provides the given level of clinker brick operating properties (water absorption is not more than 5 %, compressive strength is more than 30 МПа, frost resistance is more than 150 cycles) is determined. The composition of color-bearing phases of clinker ceramic materials (hematite, gausmanite, cobaltous oxide), which contribute to an increase in color saturation of products, is established. The quantitative ratios of the investigated wastes (with their total content in the raw composition within 6 wt. %), which ensures the production of black and brown products with a high sintering degree and a complex of performance characteristics, are established.

**Keywords:** technogenic raw materials, clinker brick, mass volume, operating properties, phase composition, coloring phase.

**Вступ.** Сучасний ринок стінової кераміки відрізняється великою кількістю виробів різного призначення і кольору, серед яких кераміка темних тонів займає особливе місце. В Європі для будівництва споруд віддають перевагу цеглі темного, іноді чорного забарвлення, завдяки чому будівля виглядає незвичайно і вишукано.

Висока вартість цієї продукції за рахунок використання вартісних пігментів гальмує її широке впровадження у виробництво. Для зниження вартості виробів застосовують як правило недорогі пігменти мінерального походження [1]. За кордоном, зокрема в Іспанії, Італії, Бельгії, цеглу темних кольорів отримують завдяки використанню вулканічної глини. Для отримання чорного кольору іноді в легкотопку глину додають карбонвмісні добавки, наприклад крохмаль, сахарозу, льняне масло тощо [2].

З високозалізістих червоновипальних глин можна отримувати темну цеглу завдяки технології реду-

ційного випалу. Дана технологія відноситься до поверхневого забарвлення і дозволяє виготовляти цеглу різноманітних тонів від темно-червоного до чорного кольору [3 – 4].

Указані способи отримання кольорової цегли мають ряд недоліків. Так, поверхневі способи характеризуються складністю технології, наявністю великої кількості допоміжного обладнання і відносно невисокою довговічністю виробів. Матеріали для покриття як правило високовартісні і дефіцитні. Цеглу з поверхневим покриттям недоцільно застосовувати для масового виробництва.

Об'ємні способи більш економічні і можуть застосовуватись в технологіях діючих підприємств. Відмінна перевага об'ємного забарвлення – в його довговічності у порівнянні з двошаровим, ангобованим або полив'яним покриттям [5]. Об'ємне забарвлення найчастіше не вимагає застосування вартісних і дефіцитних матеріалів, оскільки як забарвлюючі до-

бавки можуть використовуватись відходи різних галузей промисловості [6].

Метою даної роботи є отримання об'ємно-забарвленої керамічної цегли темного кольору на основі вітчизняної сировини і відходів різних виробництв.

**Матеріали і методи дослідження.** При розробці керамічних мас як сировину використовували глину Верхньосироватського родовища (Сумська обл.) та техногенні матеріали:

- відхід каталізатору гідрування сірковмісних органічних сполук ГПС-4Ш (ТОВ «Алвіго»);
- відхід каталізатору синтезу метанолу ДВЗМ6 (ПАТ «Северодонецьке об'єднання АЗОТ»)
- відхід ВМР видобування манганової руди (Орджонікідзевський ГЗК);

Відомості щодо хімічного складу глин та відходів, що використовувались при виконанні роботи, наведені в таблиці 1 та в таблиці 2.

Таблиця 1 – Хімічний склад глинистої сировини Верхньосироватського родовища

Сировина	Вміст оксидів за хімічним аналізом, мас. %								
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	в. п. п.
Суглинок жовтий	66,81	10,04	3,48	0,78	5,18	0,68	0,95	1,89	5,94
Глина темно-бура	62,26	12,80	5,85	0,86	1,27	0,75	0,84	1,82	5,93
Глина червоно-бура	62,85	13,16	6,10	0,87	1,53	0,77	0,87	1,78	5,86
Глина сіра	62,52	13,41	6,16	0,88	1,32	0,69	0,81	1,49	6,10

Таблиця 2 – Хімічний склад відходів каталізаторів органічного синтезу

Назва та походження відходу	Вміст сполук на прожарену речовину, %						
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MoO <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CoO	MnO
Відхід органічного синтезу ГПС-4Ш	–	–	–	10,7	–	2,55	–
Відхід каталізатору синтезу метанолу ДВЗМ6	–	–	80,0	–	20,0	–	–
Відхід видобування манганової руди ВМР	–	–	–	–	–	–	85,0

В ході роботи застосовували методи досліджень у відповідності до відомих інструкцій, технічних умов і діючих стандартів. Дослідження кераміко-технологічних властивостей глинистої сировини і техногенних відходів проводили з використанням методів випробувань, визначених ГОСТ 21216-2014, а також відомих і поширених в технології силікатів не-стандартизованих методик. Зокрема визначення характеристик колірності зразків клінкеру вимірювали за допомогою портативного колориметру Chroma meter CR-410.

**Результати досліджень і їх обговорення.** Рентгенофазовими дослідженнями глинистої сировини Верхньосироватського родовища (рис. 1) у складі дослідних зразків ідентифіковано глинисті мінерали (каоолініт і гідрослюда); монтморилоніт міститься в усіх матеріалах окрім червоно-бурої глини. Неглиниста складова представлена кварцом, кальцитом, польовими шпатами. Крім того, мінеральний склад суглинка жовтого характеризується наявністю чисельних піків альбіту, а глини сірої – чисельних піків плагіоклазу.

Проведені дослідження показали, що за існуючою класифікацією з суглинок відноситься до помірнопластичних легкоплавких глинистих матеріалів (показник вогнетривкості нижче 1350 °С, число пластичності 8,7), а глини – до тугоплавкої сировини (показник во-

гнетривкості в межах 1350 ÷ 1580 °С), яка є більш пластичною (число пластичності 16,4 – 20,4). Тому при використанні як основної сировини суглинка Верхньосироватського родовища, для поліпшення формувальної здатності мас при виготовленні клінкерних виробів пластичним методом, необхідно додавання до керамічних мас більш пластичних глин. Це дозволить не тільки досягти максимального ступеня спікання, але й розширити інтервал спікання мас, що є однією з необхідних умов одержання бездефектних виробів при тривалому режимі випалу будівельної кераміки. Наявність в суглинку крупнозернистих включень карбонатів призводить до появи на зразках «дутика». Для запобігання виникнення цього дефекту необхідна ретельна тонка переробка сировини, наприклад із застосуванням вальців супертонкого помелу.

На підставі отриманих даних зроблено висновок, що в цілому, глини Верхньосироватського родовища придатні для використання в якості основної сировини у виробництві клінкерної керамічної цегли за умови підбору композицій з суглинка і більш пластичних глин вказаного родовища.

Підготовка керамічних мас здійснювалась за сухим способом, який передбачав подрібнення сировини, дозування компонентів, складання та усереднення шихт, зволоження та перемішування до отримання маси з вологістю 22 %.

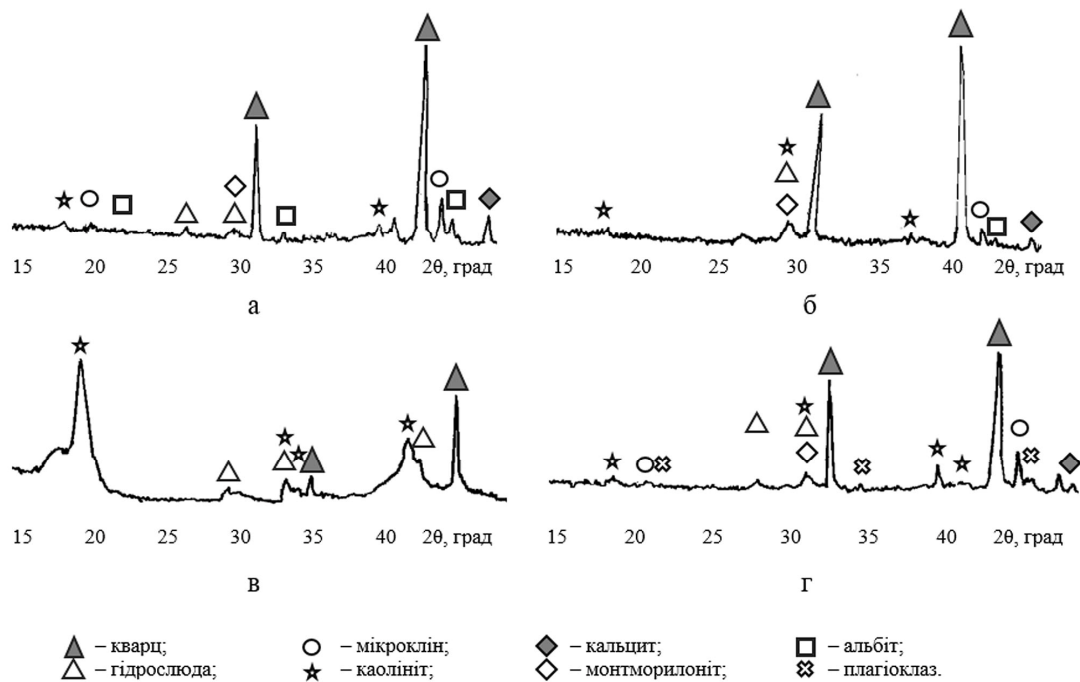


Рис. 1 – Фрагменти рентгенограм дослідних глин Верхньосироватського родовища: а – суглинок жовтий; б – глина темно-бура; в – глина червоно-бура; г – глина сіра.

Виготовлення лабораторних зразків у вигляді кубів розміром 50 × 50 × 50 мм та плиток розміром 100 × 40 × 10 мм відбувалось методом пластичного формування на лабораторному пресі із зусиллям формування 2 МПа.

Випал зразків здійснювали за температури 1100 °С у лабораторній муфельній печі. Випал тривав протягом 9 годин з витримкою в зоні максимальних температур 1 година. Після випалу визначали властивості, що обумовлюють якість клінкерних керамічних виробів: водопоглинання, лінійну усадку та межі міцності на стиск та згин, а також характеристики, що визначають колір отриманої кераміки.

Оскільки забарвлення в масі клінкерних керамічних виробів є досить матеріалоемним способом, як компонент-барвник використовували відходи каталізаторів органічного синтезу, що містять оксид кобальту та хрому.

Перед використанням відходи прожарювали при 550 °С для видалення залишків органічних речовин.

Як базова обрана шихта, яка використовується на ТОВ «Керамейя» (Сумська обл.) для виготовлення клінкерної цегли марки «Рубін».

До складу цієї шихти входять наступні компоненти, мас. %: суглинок бурий – 22; глина темно-бура – 48; глина ДВК-2F – 30.

Розрахунковий хімічний склад є наступним, мас. %: SiO<sub>2</sub> – 66,67; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 14,24; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 4,62; TiO<sub>2</sub> – 1,38; CaO – 3,20; MgO – 0,75; Na<sub>2</sub>O – 0,94; K<sub>2</sub>O – 1,84; в.п.п. – 6,34.

Визначені властивості зразків, виготовлених з шихти марки «Рубін» та випалених при 1075 °С: уявна щільність 2000 кг/м<sup>3</sup>, водопоглинання – 4 %; вогнева усадка – 9,8 %; міцність на стиск – 35 МПа; міцність на згин – 5 МПа, морозостійкість – більше 150 циклів.

На основі шихти «Рубін», розроблено три серії мас, в яких варіювали комбінації відходів та їх кількість.

Шихтовий склад сировинних композицій поданий в таблиці 3.

Таблиця 3 – Склади сировинних композицій

Сировинні матеріали	Вміст компонентів, мас. %									
	М-1	К-1	Х-1	КМ-1	КМ-2	МХ-1	КХ-1	КХМ-1	КХМ-2	КХМ-3
Шихта «Рубін» (ТОВ «Керамейя»)	97	95	95	94	92	94	94	85	88	88
Відхід ВМР	3	–	–	3	3	3	–	6	3	3
Відхід ГПС-4Ш	–	5	–	3	5	–	3	3	5	4
Відхід ДВЗМ6	–	–	5	–	–	3	3	6	4	5

Зразки у вигляді циліндрів діаметром 20 мм і висотою 10 мм формували пластичним способом з мас з

вологістю 20 %. Після сушки в сушильній шафі до залишкової вологості не більше 2 % зразки випалюва-

ли в муфельній печі з витримкою при максимальній температурі 1075 °С впродовж 30 хв. Охолодження зразків здійснювали разом із піччю. Загальна тривалість випалу складала 9 год. Для випалених зразків визначали водопоглинання, загальну усадку та характеристики колірності за системою LAB (табл. 4).

Результати досліджень свідчать про можливість отримання клінкерних виробів темно-коричневого кольору холодного відтінку при введенні до складу маси 5 мас. % кобальтвмісного відходу ГПС-4Ш (зразок К-1). При введенні в масу добавки відходу манганової руди в кількості 3 мас. % зразки набувають темно-коричневого забарвлення теплого відтінку (зразок М-1). Використання комбінації цих відходів у співвідношенні 1 : 1 (зразок КМ-1) дозволяє отримати

клінкерні матеріали, колір яких найбільш наближений до чорного. Назва цього кольору відповідно до загальноживаної класифікації HTML-кольорів з урахуванням числових характеристик колірності, визначених за системою LAB, визначена як «димчато-чорний».

Зразок КМ-2 за шкалою колірності також визначений як «димчато-чорний», проте збільшення у складі маси відходу ГПС-4Ш до 5 мас. % призвело до розрихлення структури матеріалу. Як наслідок – водопоглинання зразків цієї серії складає 17,3 %, що є неприпустимим для клінкерної цегли.

Введення хромвмісного відходу ДВЗМ6 в кількості 5 мас. % майже не впливає на колір зразка Х-1.

Таблиця 4 – Властивості зразків, випалених за температури 1075 °С

Властивості	Шифр зразків											
	Шихта «Рубін»	М-1	К-1	Х-1	КМ-1	КМ-2	МХ-1	КХ-1	КХМ-1	КХМ-2	КХМ-3	
Загальна усадка, %	10,8	6,0	1,6	1,7	8,0	5,0	2,0	1,75	3,8	6,8	2,15	
Водопоглинання, %	4,0	4,42	14,4	24,6	4,75	17,3	20,7	26,2	7,11	6,6	20,99	
Характеристики колірності: L, %	21,91	3,63	12,57	19,2	7,22	12,57	6,51	11,81	10,61	7,51	22,42	
А	16,63	4,68	0,69	18,31	0,32	0,69	0,82	10,1	0,54	0,32	7,31	
В	11,87	2,32	5,63	12,15	3,51	5,63	3,77	7,46	4,42	3,50	11,34	
Колір (за візуальним сприйняттям)	червоно-коричневий	коричневий з бордовим відтінком	темно-коричневий з сірим відтінком	світло-коричневий	димчато-чорний (бістр)	димчато-чорний (бістр)	темно-коричневий з сірим відтінком	червоно-коричневий	коричневий з сірим відтінком	димчато-чорний (бістр)	зеленувато-коричневий (умбра)	

Його використання в комбінації з іншими відходами також не дає бажаного результату (зразки КХ-1 та КХМ-3 забарвлені у червоно-коричневий та зеленувато-коричневий кольори). Виключення становить зразок МХ-1, який завдяки введенню відходів видобування манганової руди та хромвмісного відходу ДВЗМ6 у співвідношенні 1 : 1 набуває темно-коричневого забарвлення.

Дослідження потрійних комбінацій відходів показали, що для забарвлення клінкерних виробів в чорний колір придатною є лише одна з трьох досліджених комбінацій (КХМ-2), в якій вміст компонентів є наступним, мас. %: шихта «Рубін» – 88; відхід манганвмісний – 3; відхід кобальтвмісний – 5; відхід хромвмісний – 4.

Зразок, випалений з маси КХМ-2 за температури 1075 °С, характеризується водопоглинанням 6,6 % та загальною усадкою  $L_{\text{заг}} = 6,8$  %.

Можна припустити, що збільшення температури випалу до 1100 °С дозволить покращити спікання ви-

робів на основі вказаної маси, а здійснення випалу в умовах відновлювального пічного середовища сприятиме отриманню більш чистого чорного кольору.

З використанням рентгенофазового аналізу порівнювали фазові склади заводської маси (шихта «Рубін») і розробленої експериментальної димчато-чорного кольору (шихта КМ-1). В результаті розшифровки рентгенограм у складі зразка клінкеру червоно-коричневого кольору ідентифіковано наступні фази: кварц (0,425; 0,334; 0,245; 0,228; 0,212; 0,197 нм); гематит (0,269; 0,251; 0,243; 0,220; 0,169; 0,148 нм). В невеликій кількості присутній кристобаліт, як продукт поліморфних перетворень кварцу (0,410; 0,251 нм). Фазовий склад клінкеру димчато-чорного кольору представлений переважно мулітом (0,54; 0,344; 0,270; 0,255; 0,243; 0,230; 0,220 нм), і кварцом (0,426; 0,335; 0,246; 0,228; 0,224; 0,213; 0,198 нм).

Як кольороутворюючі фази у складі отриманих клінкерних матеріалів присутні прості сполуки у вигляді оксидів (гематит (0,268; 0,251; 0,242; 0,221;

0,169 нм), гаусманіт (0,487; 0,297; 0,255; 0,161; 0,148 нм), оксид кобальту (0,231; 0,246; 0,151 нм)), що утворюються внаслідок поліморфних перетворень при нагріванні сировинних матеріалів.

### Висновки

Результати експериментальних досліджень свідчать про те, що для отримання клінкерної цегли чорного кольору шляхом об'ємного забарвлення маси найбільш придатними є маси, склад яких містить комбінацію відходів ВМР і ГПС-4Ш у співвідношенні 1 : 1 із сумарним максимальним вмістом 6 мас. %.

### Список літератури

1. Гурський Д. С. Металічні і неметалічні корисні копалини України: в 3 т. / [Гурський Д. С., Єсипчук К. Ю., Калінін В. І. та ін.]. – Київ-Львів: Центр Європи, 2006. – Т. 2. Неметалічні корисні копалини. – 552 с.
2. Петряков В. Г. К вопросу об улучшении потребительских свойств керамического кирпича, модифицированного органоминеральной добавкой / В. Г. Петряков, Р. А. Гильмутдинова // Башкирский химический журнал. Серия: Строительство. Архитектура. – 2009. – Т. 16, № 1. – С. 82 – 85.
3. Зубехин А. П. Влияние окислительно-восстановительных условий обжига на фазовый состав железа и цвет керамического кирпича / А. П. Зубехин, Н. Д. Яценко, К. А. Веревкин // Строительные материалы. – 2011. – № 8. – С. 8 – 12.
4. Heilemann G. *Reduktionsbrand für Vormauerziegel und Pflasterklinker*. Keramische Zeitschrift, 2003, Vol. 55, No 2, pp. 100 – 103.
5. Пицц И. В. Методы окрашивания керамического кирпича / [И. В. Пицц, Г. Н. Масленникова, Н. А. Гвоздева и др.] // Стекло и керамика. – 2007. – № 8. – С. 15 – 18.
6. Яценко Н. Д. Научные основы ресурсосберегающих технологий стеновой и облицовочной керамики и управление ее свойствами: автореф. дисс. на соискание науч. степ. докт. техн. наук: спец. 05.23.05 «Строительные материалы и изделия» / Яценко Наталья Дмитриевна; Южно-Российский гос. политех.

*Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions*

**Об'ємне забарвлення клінкерної цегли з використанням техногенної сировини / М. І. Рыщенко, О. Ю. Федоренко, Л. О. Білостоцька, К. Б. Дайнеко, К. С. Полухіна // Вісник НТУ «ХПІ». – Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія. – Х.: НТУ «ХПІ», 2017. – № 48 (1269). – С. 87 – 92. – Бібліогр.: 6 назв. – ISSN 2079-0821.**

**Объемное окрашивание клинкерного кирпича с использованием техногенного сырья / М. И. Рыщенко, Е. Ю. Федоренко, Л. А. Белостоцкая, Е. Б. Дайнеко, Е. С. Полухина // Вісник НТУ «ХПІ». – Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія. – Х.: НТУ «ХПІ», 2017. – № 48 (1269). – С. 87 – 92. – Бібліогр.: 6 назв. – ISSN 2079-0821.**

**Volume staining of clinker bricks using technogenic raw materials / M. I. Ryschenko, O. Yu. Fedorenko, L. O. Bilostots'ka, K. B. Daineko, K. S. Polukhina // Bulletin of NTU "KhPI". – Series: Chemistry, chemical engineering and ecology. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2017. – No 48 (1269). – P. 87 – 92. – Bibliogr.: 6 names. – ISSN 2079-0821.**

ун-т (Новочеркасский политех. Ин-т) им. М. И. Платова. – Ростов-на-Дону, 2015. – 47 с.

### References (transliterated)

1. Hurs'kyi D. S., Yesypchuk K. Yu., Kalinin V. I., Kulish Ye. O., Chumak D. M., Shumlyans'kyi V. O. *Metalichni i nemetalichni korysni kopalyny Ukrainy* [Metallic and nonmetallic minerals of Ukraine: 3 Vols. Vol. 2. Nonmetallic minerals]. Kyiv-L'viv, Tsentr Yevropy Publ., 2006, 552 p.
2. Petryakov V. G., Gilmudinova R. A. K voprosu ob uluchshenii potrebitel'skikh svoystv keramicheskogo kirpicha, modifitsirovannogo organomineral'noj dobavkoj [To issue of improving of consumer properties of ceramic bricks]. *Bashkirskij himicheskij zhurnal. Seriya : Stroitel'stvo. Arhitektura*. 2009, Vol. 16, No 1, pp. 78 – 81.
3. Zubehin A. P., Jatsenko N. D., Verevkin K. A. Vlijanie oksiditel'no-vosstanovitel'nykh uslovij obzhiga na fazovyy sostav zheleza i cvet keramicheskogo kirpicha [Influence of Oxidation-Reduction Conditions of Roasting on a Phase Composition of Iron and Color of Ceramic Brick]. *Stroitel'nye materialy*. 2011, No 8, pp. 8 – 12.
4. Heilemann G. *Reduktionsbrand für Vormauerziegel und Pflasterklinker*. *Keramische Zeitschrift*, 2003, Vol. 55, No 2, pp. 100 – 103.
5. Pishch I. V., Maslennikova G. N., Gvozdeva N. A., Klimosh Yu. A., Baranovskaya E. I. *Methods of dyeing of ceramic bricks*. *Glass and Ceramics*, 2007, Vol. 64, No 7 – 8, pp. 270 – 273.
6. Jatsenko N. D. *Nauchnye osnovy resursosberegajushhih tehnologij stenovoj i oblicovочноj keramiki i upravlenie ee svoystvami: avtor-ref. diss. na soiskanie nauch. step. dokt. tehn. nauk: spets. 05.23.05 "Stroitel'nye materialy i izdelija"* [Scientific foundations of resource-saving technologies of wall and facing ceramics and management of its properties. Abstract of a thesis dr. eng. sci. diss. 05.23.05 "Building materials and products"]. Rostov-na-Donu, 2015. 47 p.

*Надійшла (received) 15.11.17*

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

**Рищенко Михайло Іванович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків; тел.: (066) 110-61-43; e-mail: [ceramkaf@gmail.com](mailto:ceramkaf@gmail.com)

**Рыщенко Михаил Иванович** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии керамики, огнеупоров, стекла и эмалей, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков; тел.: (066) 110-61-43; e-mail: [ceramkaf@gmail.com](mailto:ceramkaf@gmail.com)

**Ryshchenko Michail Ivanovich** – Doctor of Technical Sciences, Full Professor, Head of Department Technology of ceramics, refractories, glass and enamels, National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”, Kharkiv; tel.: (066) 110-61-43; e-mail: [ceramkaf@gmail.com](mailto:ceramkaf@gmail.com)

**Федоренко Олена Юрївна** – доктор технічних наук, професор кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків; тел.: (050) 713-03-35; e-mail: [fedorenko\\_e@ukr.net](mailto:fedorenko_e@ukr.net)

**Федоренко Елена Юрьевна** – доктор технических наук, профессор кафедры технологии керамики, огнеупоров, стекла и эмалей, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков; тел.: (050) 713-03-35; e-mail: [fedorenko\\_e@ukr.net](mailto:fedorenko_e@ukr.net)

**Fedorenko Olena Yuriyivna** – Doctor of Technical Sciences, Full Professor of Department Technology of ceramics, refractories, glass and enamels, National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”, Kharkiv; tel.: (050) 713-03-35; e-mail: [fedorenko\\_e@ukr.net](mailto:fedorenko_e@ukr.net)

**Білостоцька Любов Олександрівна** – кандидат технічних наук, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», старший науковий співробітник, м. Харків; тел.: (068) 892-23-86; e-mail: [ceramkaf@gmail.com](mailto:ceramkaf@gmail.com)

**Белостоцкая Любовь Александровна** – кандидат технических наук, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», старший научный сотрудник, г. Харьков; тел.: (068) 892-23-86; e-mail: [ceramkaf@gmail.com](mailto:ceramkaf@gmail.com)

**Bilostots'ka Lyubov Oleksandrivna** – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”, Senior Researcher, Kharkiv, tel.: (068) 892-23-86; e-mail: [ceramkaf@gmail.com](mailto:ceramkaf@gmail.com)

**Дайнеко Катерина Борисівна** – кандидат технічних наук, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», науковий співробітник, м. Харків; тел.: (099) 264-56-10; e-mail: [Caterine@i.ua](mailto:Caterine@i.ua)

**Дайнеко Екатерина Борисовна** – кандидат технических наук, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», научный сотрудник, г. Харьков; тел.: (099) 64-56-10; e-mail: [Caterine@i.ua](mailto:Caterine@i.ua)

**Daineko Kateryna Borysivna** – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”, Researcher, Kharkiv, tel.: (099) 264-56-10; e-mail: [Caterine@i.ua](mailto:Caterine@i.ua)

**Полухіна Катерина Сергійвна** – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», студент, м. Харків; тел.: (050) 960-09-29; e-mail: [ceramkaf@gmail.com](mailto:ceramkaf@gmail.com)

**Полухина Екатерина Сергеевна** – Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», студент, г. Харьков; тел.: (050) 960-09-29; e-mail: [ceramkaf@gmail.com](mailto:ceramkaf@gmail.com)

**Polukhina Kateryna Serhiyivna** – National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”, Student, Kharkiv, tel.: (050) 960-09-29; e-mail: [ceramkaf@gmail.com](mailto:ceramkaf@gmail.com)