

О.В. Афанасьєв

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА КЕРАМІЧНОЇ ПЛИТКИ

Розглянута технологія виробництва глазурованої керамічної плитки. Основною сировиною є глина, що повинна задовольняти ряду вимог, в першу чергу за хімічним складом, керамічним, водним, механічним та сушильним властивостям.

Розглянуто шлікерний спосіб приготування глинистої маси що включає в себе приготування глинистої суспензії, спільного помелу глинистої суспензії та непластичних матеріалів та перетворення шлікеру на прес-порошок в розпилювальних сушарках.

Ключові слова: плитка, прес-порошок, шлікер, фритта, глазур, пресування, глина, технологія.

Постановка проблеми

Важко уявити будь-яку квартиру або дім, де б стіни та підлога ванної кімнати не були облицьовані керамічною плиткою. Обробка санвузлів, їдальнь та коридорів підприємств, навчальних закладів, державних установ в більшості випадків виконується з повним або частковим використанням плитки. Широке розповсюдження, як облицювальний матеріал, із зовні, та особливо всередині помешкань, керамічна плитка отримала завдяки її естетичним та практичним властивостям, довговічності. Сучасні виробництва, оснащені передовим технологічним обладнанням, пропонують якісну продукцію.

На якість готової керамічної плитки, що випускається впливають багато факторів: якість сировини, точність дотримання операцій технологічного процесу, робота обладнання, кваліфікація персоналу.

Мета та завдання статті

Мета даної статті - розглянути детальну технологію виробництва керамічної плитки для лицювання стін та підлоги способом прес-порошку.

Поставлена мета досягається завдяки аналізу існуючих уявлень про технологію виробництва керамічної плитки та вивчення сучасного виробництва.

Виклад основного матеріалу дослідження

В якості основної сировини для виробництва плитки використовують глину яка повинна задовольняти ряду вимог, в першу чергу за хімічним складом, керамічним властивостям, водним, механічним та сушильним властивостям [1]. Придатність до використання сировини в тій або іншій технології керамічних виробів залежить від виду породоутворюючих мінералів та їх кількості [11;12].

При виробництві керамічних плиток широке розповсюдження отримав спосіб прес-порошків, що складається з мокрого помелу глинистої маси та перетворення шлікеру у прес-порошок в розпилювальних сушарках [4]. Для виготовлення прес-порошку використовується глина або декілька різних за хімічним складом глин та непластичні матеріали і добавки.

Приготування глинистої суспензії виконується в турболонатній дробарці протягом трьох-чотирьох годин. При цьому контролюється щільність, вологість і текучість готової глинистої суспензії, та відсотковий вміст залишку на контрольному ситі.

Вологість суспензії визначається за щільністю за допомогою пікнометра. На відміну від методики визначення вологості за втратою маси метод визначення вологості шлікерів за їх щільністю зручний у разі, коли треба швидко перевірити параметри суспензії у виробничих умовах [1]. Текучість глинистої суспензії визначається за допомогою віскозиметра.

Для розпуску глини використовують воду та електроліти. Електроліти являють собою лужні солі слабких кислот, наприклад рідке скло Na_2SiO_3 , і використовуються для створення слабого лужного середовища [1]. Внаслідок протікання ряду електрохімічних явищ глина розпускається.

Використання електролітів, що містять ефективні органічні добавки дозволяє знизити вологість шлікеру [4] і знизити енерговитрати на стадії перетворення шлікеру на прес-порошок в розпилювальних сушарках.

Шлікер готується у трубному млині куди автоматично завантажуються глиниста суспензія та непластичні матеріали і добавки. Помел матеріалу у трубному млині здійснюється алубітовими кулями. Після помелу контролюється вологість готового шлікеру, його текучість та залишок на контрольно-

му ситі. Готовий шлікер зливається у накопичувальні басейни звідки перекачується у розхідний басейн з мішалками. При зливанні шлікер проходить потрійне очищення шляхом пропусканням через сито потім через вібросита та магнітне очищення. Крупні відходи з вібросит та відходи тонкого очищення можуть повторно використовуватися при виробництві шлікеру.

Одна третина теплоти, що витрачається при виготовленні плитки йде на сушіння шлікеру в розпилювальних сушарках [4]. Для оптимальної витрати енергоресурсів шлікер, що подається в розпилювальну сушарку повинен мати певну вологість. Сушіння шлікеру в розпилювальній сушарці та перетворення його на прес-порошок відбувається підігрітим повітрям. До сушарки шлікер подається під тиском через форсунки. Відпрацьоване повітря після його очищення може відводитися в атмосферу. Виготовлений прес-порошок просіюється та зберігається в спеціальних силосах. Після вилежування прес-порошок можна подавати до бункеру преса.

За [5] вилежування мас усереднює властивості глини, сприяє розподіленню вологи та більш повному диспергуванню глинистих агрегатів, частковому розкладанню окремих мінералів. Вилежування глинистої сировини призводить до збільшення механічної міцності випалених керамічних виробів, зменшується повітряна та вогнева усадка.

Пресування плитки відбувається на гідравлічних пресах. Тиск пресування залежить від форми та розмірів виробів, щільності і властивостей прес-порошку і може складати від декількох десятків до декількох сотень МПа [2]. Режим пресування залежить від форми та розмірів плитки, технічних особливостей пресу та властивостей прес-порошків [2].

Пресування плитки на гідравлічному пресі відбувається в два етапи, що дозволяє максимально видавити повітря з прес-порошку. Для ефективного видалення повітря з прес-порошку тривалість пресування повинна бути достатньою. За [5] при швидкому циклі пресування повітря, що знаходиться в порах і не встигло вийти через зазори між формою та штампом, з підвищенням тиску стискається, а пружний тиск при цьому збільшується. Тиск запресованого повітря та наявність води є однією з основних причин пружного розширення, що визиває розшарування виробу та необхідність підвищення потужності при пресуванні [5].

В залежності від особливостей в технології виробництва перед ангобуванням та нанесенням глазури деякі види відпресованих плиток, переважно це плитка для лицювання стін, висушуються до вологості, що не повинна перевищувати 0,5%. При безперервному режимі виготовлення керамічної плитки для сушки використовують швидкісні вертикальні

сушарки куди плитка поступає відразу після пресування.

Після сушки керамічної плитки в швидкісній вертикальній сушарці, або безпосередньо після пресування, у випадку, коли технологією виробництва не передбачається сушка у вертикальних сушарках, плитка попадає на лінію для глазурування.

Глазурована керамічна плитка користується широким попитом. Використовуються різноманітні методи декорування, випускається плитка різних кольорів. Сучасні технології дозволяють наносити на плитку малюнки будь-якої складності. Нанесення малюнків виконується за допомогою барабанів і цифровим способом.

При нанесенні глазури враховується пористість виробу, щільність, в'язкість глазури та термін змочування плитки глазуру [4]. До виробів, що покриті пилом або жирними плямами глазури не прилипає [3], тому перед безпосереднім нанесенням глазури плитка очищується механізованим способом, обдувається стисненим повітрям, орошається водою. Глазурування плитки може виконуватися розпилюванням, поливанням, також можливе глазурування в електростатичному полі та сухе глазурування [4].

При експлуатації керамічна плитка може зазнавати термічного розширення, що характеризується температурним коефіцієнтом лінійного термічного розширення черепка та глазури при нагріванні кераміки на 1°C [1]. Для керамічних матеріалів термічне розширення є зворотне і при охолодженні процес в керамічному виробі протікає в зворотному напрямі [3]. Щоб не було відшарування глазури або тріщин у вигляді сітки, температурний коефіцієнт лінійного термічного розширення керамічного черепка за своїм значенням повинен наближатися до температурного коефіцієнта лінійного термічного розширення глазури [1].

За [9] температурний коефіцієнт лінійного розширення кераміки є різним в різних температурних інтервалах, а саме розширення пов'язане з наявністю кварцу в складі плиткового матеріалу.

Виготовлення фритти, ангобів та глазури.

Для виготовлення ангобів та глазури вариться фритта.

Подрібнення кварцового піску та інших компонентів, що вимагають попереднього подрібнення, здійснюється у циліндричному млині (окремо один від одного), куди компоненти подаються після магнітного очищення від матеріалів, що містять залізо та попереднього підсушування теплим повітрям. Після помелу компонентів контролюється їх вологість та гранулометричний склад. Зберігаються компоненти в накопичувальних силосах окремо один від одного. Змішування сировини відбувається в лопатному змішувачі безпосередньо перед подаванням її до бункерів печей де у окислювальному сере-

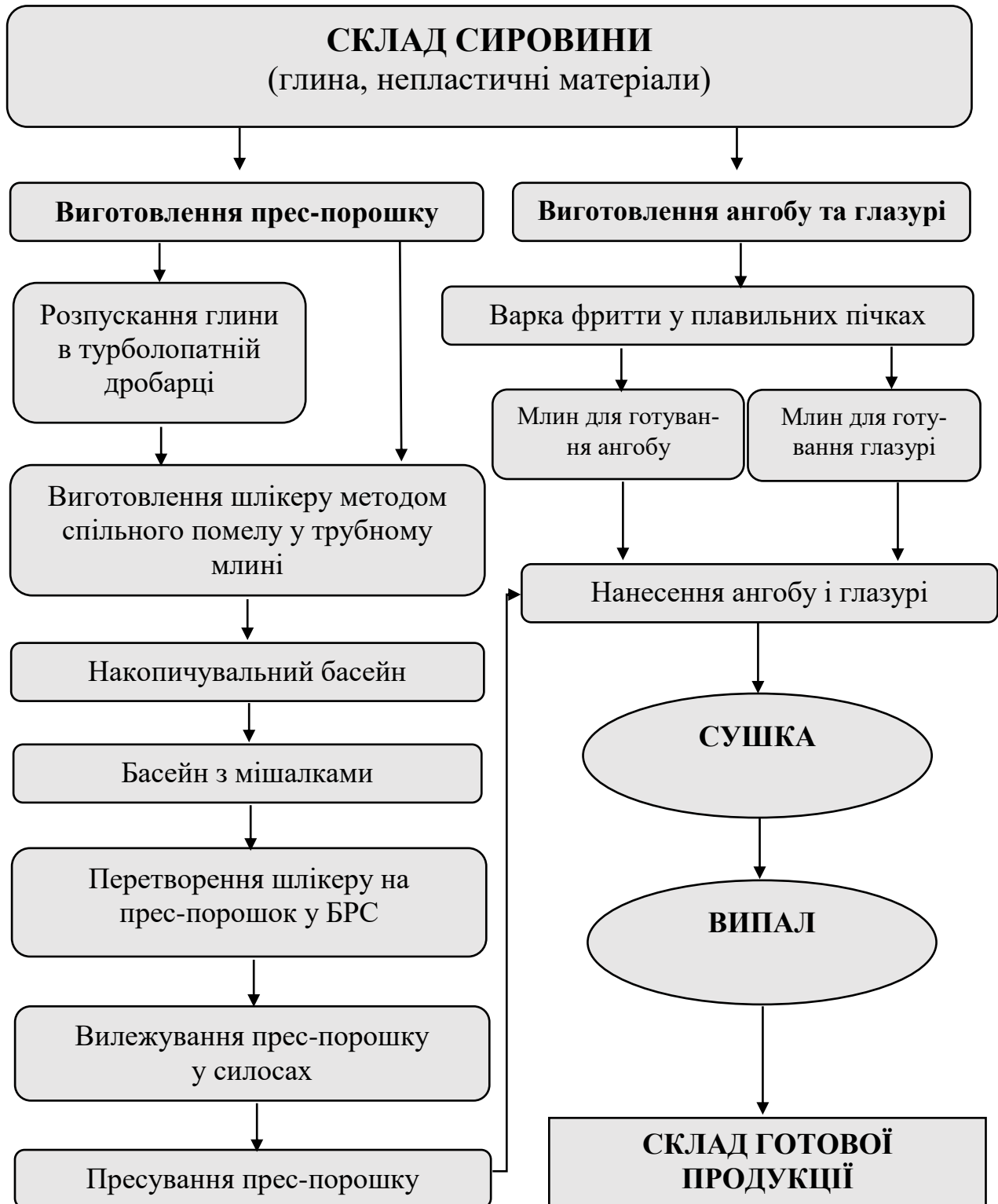


Рис. 1. Схема виготовлення керамічної плитки способом прес-порошків.

довищі створюється розплав. Розплав зливається до ємності в яку постійно подається вода відповідної температури за рахунок чого відбувається його грануляція. Контроль фритти, що зливається, здійснюється за зовнішнім виглядом нитки. Сплавлена фритга повинна бути прозорою і не мати вузлів на нитці розплаву [3].

Ангоби на керамічні вироби наносяться з метою покращення фізико-хімічних властивостей поверхні. У випадку відсутності значного механічного впливу на керамічну поверхню наноситься кольоровий шар ангобу [10] – поверхнєве забарвлення висушеного напівфабрикату з подальшим випалом. Ангоби можна наносити як на поверхню тільки що відпресованої плитки, так і на керамічну плитку після її випалу. В такому випадку плитка повторно випалюється. Температура випалу повинна забезпечувати спікання ангобу та його зчеплення з поверхнею плитки. Ангоби, як і глазурі, готуються у млині мокрого помелу після чого зливаються у ємності з мішалками та транспортуються до лінії виготовлення плитки. Нанесення ангобів та глазурі на поверхню відбувається в автоматичному режимі за допомогою спеціальних установок що розташовані безпосередньо на лінії.

Сушка та випал. Після ангобування та декорування плитка сушиться в одноярусних горизонтальних сушарках за відповідним режимом та випалюється. Під час сушки знижується кількість рідини у сирці та закріплюється форма виробу.

Відповідно до [3] саме випалювання є найважливішим етапом керамічної технології, що перетворює напівфабрикат у готовий виріб. Під час випалу відбувається спікання, що супроводжується набуванням фізичних, хімічних та технічних властивостей [3].

Спікання є важливим процесом при виготовленні кераміки яка є кінцевим продуктом цього теплового процесу [7]. Наприклад, для керамічних матеріалів до яких пред'являються високі вимоги щодо хрупкості, зносостійкості, міцності та щільності наряду з їх армуванням та модифікацією використовують методи спікання високим тиском, плазмове спікання або гаряче пресування [8], що потребує спеціального обладнання та є значно дорогим.

Одним із показників якості виробництва є лінійна усадка при випалі. Контролюють усадку за допомогою усадочних міток які наносять на сирець відразу після пресування.

Показник лінійної усадки визначається комбінацією сировини, оптимальним складом компонентів який відповідно до [6] може бути змодельований.

На рисунку 1 представлена технологічна схема виготовлення керамічної плитки способом прес-порошків.

Після випалу та охолодження плитка поступає

до складу готової продукції. Певна кількість зразків від кожної партії відбираються для лабораторних досліджень з метою контролювання якості.

Методи визначення фізико-хімічних показників готової керамічної плитки виконують відповідно до ДСТУ Б В.2.7-283. Вимоги щодо класифікації, характеристик і правил маркування керамічних плиток встановлюються відповідно до ДСТУ Б В.2.7-282.

Висновки та перспективи подальших досліджень

За результатами аналізу технології виробництва керамічної плитки та методів контролювання якості готової продукції і ряду показників для складових технологічного процесу можна зробити висновок про необхідність високого рівня оснащення сучасних підприємств. Доцільно подальше удосконалення методів контролювання та підвищення рівня навчання виробничого персоналу цим методом. Для студентів спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» доцільне корегування навчального процесу з урахуванням вимог і потреб сучасних підприємств.

Література

1. Горохова, Е. В. *Материаловедение и технология керамики [Текст]: пособие / Е. В. Горохова.* – Минск: Выш. шк., 2009. – 222 с.
2. Балкевич, В. Л., *Техническая керамика [Текст]: учеб. пособие для вузов.* – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1984. – 256 с.
3. Будников, П. П. *Химическая технология керамики и огнеупоров [Текст] / П. П. Будников, В. Л. Балкевич, Д. Н. Полубоярников,* – М.: Стройиздат, 1972. – 552 с.
4. Крупа, А. А., *Химическая технология керамических материалов [Текст]: учеб. пособие / А. А. Крупа, В. С. Гордонов.* – К.: Выща шк., – 1990. – 399 с.
5. Мороз, И. И. *Технология строительной керамики. [Текст] / И.И. Мороз– Выш. Шк., 1972. – 416 с.*
6. Correiaa,b, S.L., Hotzac, D., Segadãesd, A.M. (2004) Simultaneous optimization of linear firing shrinkage and water absorption of triaxial ceramic bodies using experiments design. *Ceramics International* 30, 917–922.
7. Randall, M. (1996) *Sintering Theory and Practice.* ISBN 0-471-05786-X. Wiley-VCH, January 1996. Retrieved from <http://adsabs.harvard.edu/abs/1996stp..book.....G>
8. Hyo Jin Kim, Sung-Min Lee, Yoon-Suk Oh, Young-Hwan Yang, Young Soo Lim, Dae Ho Yoon, Changgu Lee, Jong-Young Kim. Unoxidized Graphene/Alumina Nanocomposite: Fracture- and Wear-Resistance Effects of Graphene on Alumina Matrix. Retrieved from <https://www.nature.com/articles/srep05176>
9. Палиенко, Е.А. *Определение ТКЛР глазури и керамики [Текст] / Е.А. Палиенко // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка: Науково-технічний збірник.* – 2012. – В.44. – с.155-157.
10. Шукіна, Л. П. *Безпігментне забарвлення архітектурно-будівельної кераміки з отриманням яскравих кольорів*

[Текст] / Л. П. Щукіна, М. І. Рищенко // Науковий вісник будівництва. - 2017. - Т. 89, №3, с. 211-215.

11. Федоренко, О. Ю. Оцінка ефективності використання лужних каолінів Майдан-Вільського родовища в технології керамічних плиток [Текст] / О. Ю. Федоренко, К. Б. Дайнеко // Науковий вісник будівництва. - 2017. - Т. 90, №4, с. 120-126.

12. Лисачук, Г. В. Оцінка пригодності глинистого сир'я для виробництва стенової і фасадної кераміки [Текст] / Г. В. Лисачук, Л. П. Щукіна, // Стекло и керамика. - 2013. - № 3. - С. 14-19.

References

1. Gorokhov, E. V. (2009) Materials Science and Technology of Ceramics: A Handbook. Minsk: Vish. Shk., 222.
2. Balkiewicz, V. L. (1984) Technical ceramics: study. allowance for clothes. - 2nd ed. redone and add - Moscow: Stroyizdat, 256.
3. Budnikov, P.P., Balkiewicz, V.L., Poluboyarnikov, D.N. (1972) Chemical technology of ceramics and refractories - Moscow: Stroyizdat, 552.
4. Крупа, А.А., Gordonov, V.S. (1990) Chemical technology of ceramic materials: study. allowance - К.: Higher shock, 399.
5. Moroz, I. I. (1972) Technology of building ceramics. - You go Shk., 416.
6. Correiaa,b, S.L., Hotzac, D., Segadãesd, A.M. (2004) Simultaneous optimization of linear firing shrinkage and water absorption of triaxial ceramic bodies using experiments design. *Ceramics International* 30, 917-922.
7. Randall, M. (1996) Sintering Theory and Practice. ISBN 0-471-05786-X. Wiley-VCH, January 1996. Retrieved from <http://adsabs.harvard.edu/abs/1996stp..book....G>
8. Hyo Jin Kim, Sung-Min Lee, Yoon-Suk Oh, Young-Hwan Yang, Young Soo Lim, Dae Ho Yoon, Changgu Lee, Jong-

Young Kim. Unoxidized Graphene/Alumina Nanocomposite: Fracture- and Wear-Resistance Effects of Graphene on Alumina Matrix.

Retrieved from <https://www.nature.com/articles/srep05176>

9. Palienco, E.A. (2012) Definition of TLLR of glaze and ceramics. *Building materials, products and sanitary equipment: Scientific and technical collection*, 44, 155-157.

10. Shchukina, L.P., Rishchenko, M.I. (2017) Non-pigmented painting of architectural-building ceramics with the acquisition of bright colors. *Scientific herald of construction-va*, 89, 3, 211-215.

11. Fedorenko, O. Yu., Dyleneo, K.B. (2017) Estimation of the efficiency of the use of alkaline kaolins of the Maidan-Vylsky deposit in the technology of ceramic tiles. *Scientific Bulletin of Construction*, 90, 4, 120-126.

12. Lysachuk, G.V., Shchukina, L.P. (2013) Estimation of the suitability of clay raw materials for the production of wall and facade ceramics. *Glass and ceramics*, 3, 14-19.

Рецензент: доктор економічних наук, професор К.А. Мамонов, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Україна

Автор: АФАНАСЬЄВ Олександр Валерійович кандидат технічних наук, доцент кафедри технології будівельного виробництва та будівельних матеріалів Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова E mail – aleksandr.v.afanasyev@gmail.com ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7649-7576>

FEATURES OF THE PRODUCTION OF CERAMIC TILES

A. Afanasyev

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

The technology of production of glazed ceramic tiles is considered. As the main raw material, you are using clay, which should meet a number of requirements, primarily chemical composition, ceramic, water, mechanical and drying properties, and nonplastic materials-additives.

The technology of the production of clay suspension is considered in particular, a slippery method for the preparation of glyphosate masses, which includes the preparation of a clay-based suspension in a turboprop crusher, a joint grinding of clay suspension and nonplastic materials in a tubular mill of continuous action, and a cross-section of a shliker on a press -Powder in tower razor-dusting driers.

The method of powder powders was widely used in the production of ceramic tiles. For the manufacture of press powder, gly-or several different clay-based chemical materials and non-plastic materials and additives are used.

The technology of press powder extrusion is considered. Hydraulic presses are used to press the tile. The pressing mode is chosen depending on the size of the tile, its shape, properties of press powders and the technical features of the press.

The technology of manufacturing of angles and glazes, technology of applying angobs and glazes on the surface of the tile is considered. After the engraving and decoration, the tiles are dried in single-tier horizontal dryers and burned in high-speed ovens. The quality control of the finished ceramic tile takes place in accordance with the current national standards.

Keywords: tile, press powder, skimmer, frit, glaze, pressing, clay, technology.