

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Ашрафьян, М.О.* Совершенствование технологии цементирования скважин / М.О. Ашрафьян, В.А. Луничкин, Д.Х. Динмухаммедов. — М.: ВНИИОЭНГ. Обзорная информация. Сер. Бурение. — Вып. 7, 1986. — 44 с.
2. *Башкатов, Д.Н.* Справочник по бурению скважин на воду / Д.Н. Башкатов, С.С. Сулакшин, С.А. Драхлис. — М.: Недра, 1980. — 560 с.
3. *Бойцов, В.Е.* Геология месторождений урана / В.Е. Бойцов. — М.: Недра, 1989. — 302 с.
4. *Булатов, А.И.* Детективная биография герметичности крепи нефтяных и газовых скважин. 3-е издание / А.И. Булатов. — Краснодар: Просвещение-Юг, 2009. — 934 с.
5. *Вольфович, С.К.* Общая химическая технология. Том 1. / С.К. Вольфович и др. — М.: Госхимиздат, 1953. — 435 с.
6. *Геотехнология урана (российский опыт): монография / Под ред. И.Н. Солодова, Е.Н. Камнева.* — М.: «КДУ», «Университетская книга», 2017. — 576 с.
7. *Иванов, А.Г.* О применении бентонита для сооружения технологических скважин скважинного подземного выщелачивания урана / А.Г. Иванов, С.А. Александров, И.А. Курашов, Д.А. Иванов, П.Е. Шихов, Ю.А. Арсентьев, А.П. Назаров // Изв. вузов. Геология и разведка. — 2019. — № 6. — С. 79–86.
8. *Иванов, А.Г.* К вопросу о проблемах ремонта технологических скважин / А.Г. Иванов, В.А. Кравцов, В.А. Костин, А.П. Ежов // Технологический прогресс в атомной промышленности: Сер. Горно-металлургическое производство. — 1989. — № 6. — С. 17–19.
9. *Иванов, А.Г.* О выборе способа ремонта технологических скважин / А.Г. Иванов, А.П. Ежов // Технологический прогресс в атомной промышленности: Сер. Горно-металлургическое производство. — 1990. — № 1. — С. 18–20.
10. *Иванов, А.Г.* Особенности применения полимерных обсадных труб при сооружении технологических скважин подземного выщелачивания урана / А.Г. Иванов, Д.А. Иванов, Ю.А. Арсентьев, А.П. Назаров, В.Н. Калинин // Изв. вузов. Геология и разведка. — 2019. — № 4. — С. 50–57.

11. *Квашин, Г.П.* Технология вскрытия и освоения водоносных пластов / Г.П. Квашин. — М.: Недра, 1987. — 247 с.
12. *Кошклда, К.Н.* Пути интенсификации подземного выщелачивания / Под ред. Н.И. Чеснокова / К.Н. Кошклда, М.К. Пименов, Т. Атакулов и др. — М.: Энергоатомиздат, 1988. — 224 с.
13. *Мамилов, В.А.* Добыча урана методом подземного выщелачивания / В.А. Мамилов, Р.П. Петров, Г.Р. Шушания. — М.: Атомиздат, 1980. — 248 с.
14. *Материалы семинара по геотехнологическому бурению и эксплуатации скважин.* — Навои, НГМК., 1988. — 70 с.
15. *Рябоконе, С.А.* Перспективы развития полимерных тампонажных материалов / С.А. Рябоконе, В.В. Гольдштейн // Нефтяное хозяйство. — 1989. — № 5. — С. 7–13.
16. *Сергиенко, И.А.* Бурение и оборудование геотехнологических скважин / И.А. Сергиенко, А.Ф. Мосев, Э.А. Бочко, М.К. Пименов. — М.: Недра, 1984. — 224 с.
17. *Серенко, И.А.* Повторное цементирование при строительстве и эксплуатации скважин / И.А. Серенко, Н.А. Сидоров, А.Т. Кошелев. — М.: Недра, 1988. — 263 с.
18. *Сутягин, В.В.* Охрана подземных вод при сооружении скважин / В.В. Сутягин, В.И. Антипов, В.М. Касаткин, М.А. Челищева. — М.: Недра, 1986 — 166 с.

© Коллектив авторов, 2020

*Иванов Дмитрий Александрович // dexhouse@ya.ru*  
*Арсентьев Юрий Александрович // arsentev1956@yandex.ru*  
*Соловьёв Николай Владимирович // nvs@mgri-rggru.ru*  
*Иванов Александр Георгиевич // AlekGeorIvanov@armz.ru*  
*Назаров Александр Петрович // al.naz@mail.ru*  
*Барашков Вячеслав Андреевич // barashkova@mgri.ru*

## УПРАВЛЕНИЕ И ЭКОНОМИКА

УДК 553.61:549.08:622.7+666.715 (470)

**Васянов Г.П., Корнилов А.В. (ФГУП «ЦНИИгеолнеруд»), Садыков Р.К. (Татарстанский филиал ФБУ и ТФГИ по Приволжскому федеральному округу, ФГУП «ЦНИИ-геолнеруд»)**

### ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ КИРПИЧНО-ЧЕРЕПИЧНОГО СЫРЬЯ — ОСНОВА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ НОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКИ В КЕРАМИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

*Инновационный подход к геолого-технологическому изучению кирпично-черепичного сырья способствует реализации новой промышленной политики в производстве керамических стеновых материалов, связанной с адаптацией эффективных современных отечественных и зарубежных технологий. Кирпично-черепичное сырье входит в большую группу общераспространенных полезных ископаемых и достаточно широко представлено на территории субъектов Российской Федерации. Такой подход позволит производить конкурентоспособную продукцию для строительной индустрии с целью решения важной*

*социально-экономической задачи, в первую очередь для обеспечения населения страны комфортным жильем. Ключевые слова: кирпично-черепичное сырье, общераспространенные полезные ископаемые, геолого-технологическое изучение, керамические стеновые материалы, комфортное жилье.*

Vasyanov G.P., Kornilov A.V. (TSNIIgeolnerud), Sadykov R.K. (Tatarstan branch of the FBU and TFGI in the Volga Federal District, TSNIIgeolnerud)

### THE GEOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL STUDY OF BRICK AND TILE RAW MATERIALS — THE BASIS FOR THE FORMATION OF A NEW INDUSTRIAL POLICY IN CERAMIC PRODUCTION

*An innovative approach to the geological and technological study of brick and tile materials contributes to the implementation of a new industrial policy in the production of ceramic wall materials related to the adaptation of effective modern domestic and foreign technologies. Brick-tiled raw materials are included in a large group of common minerals and are quite widely represented in the territories of the Russian Federation. Such an approach will make it possible to produce competitive products for the construction industry in order*

*to solve an important socio-economic problem, primarily to provide the country's population with comfortable housing.*  
**Keywords:** brick and tile raw materials, common minerals, geological and technological study, ceramic wall materials, comfortable housing.

Обеспечение населения страны комфортным жильем — одна из наиболее важных в настоящее время социально-экономических задач в Российской Федерации, которая является ключевой характеристикой уровня благосостояния людей и качества их жизни. Согласно проведенным опросам около 44 % российских семей хотят улучшить свои жилищные условия. Средняя обеспеченность жильем в стране составляет около 25 м<sup>2</sup> на человека и этот показатель очень различен по субъектам Российской Федерации (варьирует от 17 до 30 м<sup>2</sup>). Российская Федерация по решению вопроса жилищной обеспеченности значительно отстает от ряда зарубежных стран. Например, в странах Западной Европы средняя обеспеченность комфортным жильем составляет 30–40 м<sup>2</sup> на одного жителя. Наиболее обеспеченными в жилищном отношении государствами являются Норвегия, в которой на душу населения приходится 74 м<sup>2</sup>, США — 65 м<sup>2</sup>, Великобритания — 44 м<sup>2</sup>, Германия — 40 м<sup>2</sup>, Франция — 38 м<sup>2</sup>.

Как известно, жилищное строительство является одним из «локомотивов» экономики страны, оно очень тесно связано с геологоразведкой, добычей твердых нерудных полезных ископаемых, включая общераспространенные, производством строительных материалов и другими специализированными отраслями промышленности. В соответствии с национальным проектом «Жилище и городская среда» и в его рамках федеральным проектом «Обеспечение устойчивого сокращения непригодного для проживания жилищного фонда» в стране ежегодно необходимо строить 180 млн м<sup>2</sup> жилья, объем которого должен достичь к 2025 г., а в последующие 5 лет необходимо постепенно увеличивать объем жилищного строительства на 8–10 % в год. Но при этом следует учитывать и желание жителей страны по приоритетному вектору жилья. В национальном проекте упор сделан на возведение многоквартирных домов, хотя большая часть населения страны мечтает иметь собственный коттедж.

Известные события, разворачивающиеся у нас в стране в I полугодии 2020 г., связанные с пандемией, безусловно, должны повлечь кардинальные изменения градостроительной политики, особенно для крупных городов. Вектор должен быть направлен на снижение высотности домов. Это потребует создания новых стандартов на жизнеобеспечение и изменения облика российских городов. В понятие комфортной среды обитания должен войти такой показатель, как плотность населения. В последние годы страна жила в направлении наращивания показателей: численности населения, квадратных метров, машин и т.п., шли процессы по пути уплотнения городов.

Концепция пространственного развития территорий базировалась на мегаполисах и, как следствие ее реализации наблюдается рост числа городов миллионников. Происходящие события не только в нашей стране свидетельствуют, что данная концепция не учитывает эпидемиологические факторы. Она оказалась уязвимой, так как при повышении плотности населения автоматически падает качество его жизни и необходимо изыскивать новые подходы для развития отечественной градостроительной политики. Это одновременно потребует решения синхронизированных вопросов: на каких территориях строить жилье, как строить, из чего строить и т.п.? Следует отметить, что Министерством строительства и жилищного коммунального хозяйства Российской Федерации разработана проект-программа по развитию индивидуального жилищного строительства. В настоящее время населением страны за счет собственных средств возводится ежегодно 250–270 тыс. домов средней площади 130–140 м<sup>2</sup>, что составляет около 40–45 % всего возводимого нового жилья. Согласно проекту-программе, рассчитанной на 2020–2024 гг., объемы строительства индивидуальных домов должны быть увеличены с нынешних 30–36 млн м<sup>2</sup> в год до 40 млн м<sup>2</sup>.

Из 84 млн м<sup>2</sup> введенного жилья в 2014 г., 66 млн м<sup>2</sup> приходилось на города и поселки городского типа, что составляет 72 % и только 22 млн м<sup>2</sup> или 28 % на сельские территории, где проживает почти четверть населения страны. Из всего введенного объема жилья на селе 82 % приходится на индивидуальные дома с земельными участками и только 18 % на квартиры. В целом ряде субъектов Российской Федерации, особенно в Черноземной зоне, а также на Северном Кавказе строят преимущественно индивидуальные дома, которые составляют 70 % объема жилищного строительства.

По итогам 2018 г. в стране насчитывалось 3,6 млрд м<sup>2</sup> жилья, при этом масштабы строительства не позволяют обновить жилищный фонд страны, наоборот его средний возраст с 2000 г. увеличился на 17 % и составляет 37 лет. Для решения данной проблемы необходимо не только строить новое, но и сносить старое (аварийное) жилье, именно на это направлен федеральный проект «Обеспечение устойчивого сокращения непригодного для проживания жилищного фонда». В аварийных домах проживает 636 тыс. человек и их общая площадь составляет 10,5 млн м<sup>2</sup>.

В 2019 г. больше всего жилья возвели в следующих федеральных округах: Центральном — 25,6 млн м<sup>2</sup>, Приволжском — 16,1 млн м<sup>2</sup> и Южном — 9,8 млн м<sup>2</sup>. В пятерку топ субъектов Российской Федерации по объемам ввода жилья в 2019 г. входят Московская область, г. Москва, Краснодарский край, г. Санкт-Петербург и Республика Татарстан, на долю которых приходится 30,3 % объема возведенного жилья.

При жилищном строительстве используются следующие стеновые материалы: кирпич строительный (керамический и силикатный), стеновые блоки из

природного камня, железобетонные панели и другие виды изделий. Пятилетний мониторинг в крупнейших городах страны показал, что из керамического и силикатного кирпича в Российской Федерации строят только 11 % многоквартирных жилых домов. Например, в Красноярске эта цифра составляет около 17 %, в Уфе — 15 %. Самая малая доля (менее 1 %) кирпичных новостроек в г. Москва при доле монолитного строительства около 91 %. Больше всего монолита в г. Екатеринбург — 94 %, на третьем месте г. Санкт-Петербург — 90 %. Малоэтажное жилье возводится преимущественно из керамического кирпича.

С начала XXI в. наметился тренд по наращиванию производства керамического кирпича, доля которого на рынке превышает более 50 %, тогда как в 2006 г. было около 44 %. Активно насыщается российский рынок новыми видами строительных материалов — клинкерным кирпичом и поризованными блоками. На отечественных предприятиях по выпуску керамических изделий производят в основном кирпич и блоки, а также плитку различного назначения, черепицу. Залогом конкурентоспособности производимой продукции и успешной ее реализации на рынке является высокое качество, разнообразие цветовой гаммы и типоразмеров керамических стеновых изделий.

Наиболее динамично производство керамического кирпича в стране начало развиваться с середины 1990-х годов. Это было связано с необходимостью выпуска более качественной высококачественной продукции вместо изделий низких марок 50, 75, 100 и представившейся возможностью использовать на реконструируемых и вновь строящихся предприятиях передовые зарубежные технологии из Франции, Италии, Германии, Испании и других стран.

Раньше в стране в советский период времени активно практиковалось строительство небольших по объему кирпичных заводов, выпускающих преимущественно низкосортный керамический кирпич. Особенно характерно это было для небольших городов и сельской местности, когда подобные кирпичные производства, стоявшие на балансе различных субъектов хозяйственной деятельности (отдельных предприятий, колхозов, совхозов), решали чисто локальные задачи. Однако после наступления рыночных взаимоотношений эти производства ушли в небытие. Производственные корпуса и месторождения оказались брошенными, по сути безхозными объектами. Данные производства строились, как правило, хозяйственным способом без необходимой проектной документации, без должного изучения кирпично-черепичного сырья в соответствии с необходимыми нормативными требованиями. Предприятия по выпуску керамического кирпича характеризуются высокой энерго-, ресурсоемкостью, что требует обязательного учета этих факторов при их размещении на территории субъектов Российской Федерации.

Для производства керамических (стеновых, кровельных, облицовочных и других видов) изделий ис-

пользуется в основном кирпично-черепичное сырье (глины, суглинки). Согласно «Временным методическим рекомендациям...» [3] кирпично-черепичные глины отнесены к общераспространенным полезным ископаемым и де-факто находятся в ведении государственных органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, регулирующих отношения недропользователей. По сведениям Калужского отделения ФБГУ «Российский фонд геологической информации» в целом по стране на учете территориальных балансов ОПИ числится 3331 месторождение кирпично-черепичного сырья, из которых в эксплуатации находятся около половины. В данную видовую группу кирпично-черепичного сырья отнесено 22 вида, имеющих преимущественно межмуниципальное (муниципальный район, городской округ) значение, у которых во многом схожи генетические факторы формирования и возможные направления использования. Месторождения кирпично-черепичного сырья, поставленные на учет территориальными балансами общераспространенных полезных ископаемых, выявлены в границах всех федеральных округов на территории 84 субъектов Российской Федерации. Суммарная ежегодная добыча кирпично-черепичных глин по стране оценивается на уровне 35–40 млн м<sup>3</sup>.

В мировой практике месторождения кирпично-черепичных глин довольно широко распространены и приурочены к геологическим образованиям и отложениям различного генезиса, охватывая интервал геологического периода от палеозоя до четвертичного этапа времени. Глинистое сырье является относительно дешевым, поэтому при разведке и освоении месторождений наряду с геологическими и технологическими аспектами первостепенное значение приобретает экономическая целесообразность — возможность разработки открытым способом на небольшую глубину и с незначительной мощностью вкрапленных пород, благоприятные горно-технологические и гидрогеологические условия добычи, малое транспортное плечо до потребителя (кирпичных заводов). Сложившаяся практика освоения месторождений кирпично-черепичного сырья для керамического производства в муниципальных образованиях свидетельствует об использовании этих объектов недр, как правило, в зонах активной хозяйственной деятельности, тем самым обеспечивая спрос на продукцию, выпускаемую на основе комплексного развития территорий, в составе отраслей, имеющих «площадной» характер размещения, а также наличие предпосылок организации единого энергетического производственного цикла. Населенные пункты зон, аккумулирующие хозяйственные и административные функции и имеющие устойчивый градостроительный, экономический потенциал, могут становиться «точками» роста.

Размеры месторождений кирпично-черепичных глин и объемы запасов сырья в большинстве случаев определяются не геологическими факторами, а эконо-

**Размеры месторождений кирпично-черепичного сырья в зависимости от проектной мощности завода [4]**

Размеры месторождений	Разведанные запасы, млн м <sup>3</sup>	Проектная мощность кирпичного завода, млн кирпича /в год	Ежегодная потребность в сырье, тыс. м <sup>3</sup>	Необходимый объем запасов на амортизационный срок, тыс. м <sup>3</sup>
Очень крупные	> 6	100	250–270	8,0
Крупные	6–3	50	125–100	4,0
Средние	3,6–0,8	30	75–81	2,4
Мелкие	< 0,8	8	12,5–2,5	0,4

мическими параметрами в зависимости от проектной мощности керамического производства и необходимостью обеспечения сырьем на амортизационный период. Сложившаяся практика в стране свидетельствует о следующей градации размеров месторождений кирпично-черепичного сырья в зависимости от мощности кирпичного завода и необходимости обеспечения их на амортизационный срок (25–30 лет) запасами глинистого сырья (таблица).

При наличии подготовленной минерально-сырьевой базы, включающей месторождения кирпично-черепичных глин различной степени крупности, в той или иной степени различающихся по особенностям их вещественного состава и свойств, инициируют создание новых высокопроизводительных керамических производств.

Месторождения кирпично-черепичных глин обычно представлены пластообразными или линзообразными горизонтальными залежами. Площадь месторождений и мощность продуктивного горизонта обычно определяется не только геологическими границами, сколько заданными параметрами — глубиной отработки и необходимым объемом запасов. При отработке месторождения одним уступом мощность продуктивного слоя, как правило, не превышает 5–9 м, в случае разработки двумя уступами достигает 10–15 м. Поэтому при разведке месторождений во многих случаях глубина скважин также определяется глубиной его отработки. При этом продуктивные отложения не всегда разрабатываются на всю глубину, и довольно часто ни одна из разведочных скважин не доходит до подстилающих отложений. Контуры разведочных залежей во многих случаях также определяются не геологическими границами, а необходимостью оконтуривания площадей с разведанными объемами запасов. Разведанные месторождения кирпично-черепичных глин обычно представлены небольшими блоками, сложенными глинистыми породами в приповерхностной части продуктивной толщи, имеющей площадное распространение.

Промышленная значимость кирпично-черепичных глин для керамического производства определяется особенностями минерального и гранулометрического состава сырья, его пластичностью, чувствительностью к сушке, содержанием крупнозернистых, прежде всего карбонатных включений, их активностью и другими свойствами. Основным порообразующим минера-

лом кирпично-черепичных глин является смешанный слюдисто-монтморилонитовый слой с соотношением слюдистых и разбухающих слоев, близким 1:1, в глинистой фракции его количество достигает 60–80 %. В качестве примеси присутствует слюда (до 15–20 %), хлорит (до 5–15 %), реже каолинит (до 10 %).

Из неглинистых минералов в составе глинистого сырья постоянно присутствует кварц, слагающий в основном алевролитовые и песчаные фракции (в среднем 30–40 %), в небольших количествах имеются полевые шпаты. Наряду с перечисленными минералами в состав кирпично-черепичных глин почти всегда входит кальцит в виде тонкозернистых агрегатов основной массы либо в виде крупнозернистых стяжений и желваков.

Исходя из мирового опыта для керамического производства наиболее предпочтительно использование легкоплавких полиминеральных глинистых пород с числом пластичности 9–14 и содержанием частиц размером менее 0,01 мм от 30 до 70 %. При таких параметрах они могут применяться в производстве керамического кирпича без корректирующих добавок или с минимальным их количеством. При отклонении от этих показателей в состав кирпичных керамических масс необходимо вводить значительное количество отощающих или пластифицирующих добавок. Так, для производства керамического кирпича из глин с числом пластичности 14–17 добавка отощителя должна составлять 10–25 %, с числом пластичности 17–21 — от 25 до 40 %. При использовании в составе керамических масс примесей в виде песчаных пород и супесей в их состав необходимо вводить пластификаторы — пластичные глины. Следует отметить, что приведенные показатели качества кирпично-черепичных глин являются усредненными и в каждом конкретном случае возможны отклонения, обусловленные особенностями минерального состава сырья, прежде всего глинистой составляющей.

Заключительной стадией оценки качества глинистого сырья с целью получения керамического кирпича является проведение полужаводских и опытно-промышленных испытаний. Однако вследствие экономического спада в 1990-е годы осуществление данной стадии технологических испытаний в головных институтах бывшего Министерства строительных материалов страны (ВНИИстром, НИИстройкерамика и др.) стало затруднительным. Откликаясь на запросы времени во ФГУП «ЦНИИгеолнеруд» совместно со специалистами ОАО «ВНИИстром им. П.М. Будникова» было разработано и изготовлено нестандартное оборудование технологической линии для проведения укрупненных (опытно-промышленных) испытаний глинистого сырья с целью получения основных кера-

мических изделий строительного назначения способами пластического формования и полусухого пресования. Оборудование линии соответствует требованиям технологии изготовления кирпича и позволяет проводить укрупненные испытания на малообъемных пробах массой 0,5–1,0 т. За период эксплуатации линии исследовано глинистое сырье нескольких десятков месторождений различных субъектов Российской Федерации. Качество серийной продукции, выпускаемой в заводских условиях по рекомендуемым технологическим регламентам, практически соответствует опытным образцам, полученным на институтской технологической линии. Данная линия функционирует и в настоящее время.

Важным аспектом изучения нерудного сырья, в том числе и кирпично-черепичного, является нормативно-методическая база. В период перехода к рыночным отношениям в стране Комитет Российской Федерации по геологии и использованию недр инициирует издание «Справочников» по большинству видов полезных ископаемых, в которых наряду с характеристикой минерально-сырьевой базы приводятся требования к изучению минерального сырья со стороны промышленности. Отдельный выпуск «Справочника» посвящен различным разновидностям глинистого сырья, в т.ч. и кирпично-черепичным глинам [9]. Почти одновременно в Республике Татарстан издаются подготовленные авторским коллективом, состоящим в основном из сотрудников ФГУП «ЦНИИГеолнеруд», два крупных издания: «Методическое руководство по поискам, оценке и разведке месторождений нерудных полезных ископаемых Республики Татарстан» в 3-х томах [6, 7, 8] и «Геология твердых полезных ископаемых Республики Татарстан» [4]. В них специальные главы посвящены кирпично-черепичному сырью, раскрывающие для конкретного субъекта Российской Федерации (Республики Татарстан) закономерности размещения, строения и вещественный состав месторождений, технология добычи, подготовка переработки сырья, раскрываются особенности их поисков, оценки и разведки. Данные издания на долгие годы стали постоянной «настойной книгой» для геологов, занимающихся изучением кирпично-черепичных глин не только в Республике Татарстан. Изложенный в опубликованных изданиях методический подход позволяет и в других субъектах Российской Федерации эффективно проводить на их территориях работы по выявлению и изучению месторождений кирпично-черепичных глин.

В настоящее время актуальной проблемой в стране является изучение некондиционного и низкого качества кирпично-черепичного сырья для использования в керамическом производстве как альтернатива развития традиционной минерально-сырьевой базы вследствие истощения запасов высококачественного сырья. Использование в природном виде такого сырья не всегда приводит к получению требуемого результата и для улучшения его свойств необходимо применять различные (традиционные и нетрадиционные) спосо-

бы переработки и обогащения. Именно на это нацеливал в области изучения нерудного сырья профессор Н.Н. Ведерников в своих работах [2], это стало одним из приоритетных направлений деятельности ФГУП «ЦНИИГеолнеруд» на протяжении многих лет. На это обращают также внимание авторы и других работ [10], в которых констатируется, что только на основе геолого-технологического изучения сырья с получением новых его потребительских свойств возможно широкое исследование видовой группы общераспространенных полезных ископаемых, куда входит и кирпично-черепичное сырье.

Отдавая должное традиционным способам переработки и обогащения, следует отметить, что они часто не обеспечивают возможность существенного улучшения технологических свойств низкосортного сырья. Поэтому применение эффективных, вновь разработанных технологий переработки позволяет решить данную проблему. Во ФГУП «ЦНИИГеолнеруд» исследованы следующие способы улучшения свойств кирпично-черепичного сырья: механоактивация и модификация (совместная обработка с добавками) в различных аппаратах, пульсационное обогащение, электрокинетическое воздействие, применение минеральных технологических добавок, комбинированные схемы.

Эффективными нетрадиционными способами переработки глинистого сырья для керамического производства являются механоактивация в энергонапряженном режиме (например, в электромассклассификаторе, принцип действия которого основан на использовании современных технологий, обеспечивающих получение тонко- и ультрадисперсных (диапазон от 0,1 до 500 микрон) однородных порошковых материалов), пульсационное обогащение и электрокинетическое воздействие. При этом в сырье протекают различные процессы. Так, при обработке в электромассклассификаторе происходит механическая активация, при пульсационном обогащении — фракционирование частиц, при электрокинетическом воздействии — активация вследствие явления электрофореза.

При механоактивации диспергирование глинистого сырья происходит в условиях «стесненного» удара, вызывающего максимальное изменение его технологических свойств. Процесс измельчения сопровождается изменениями как гранулометрического, так и фазового составов сырья. Эффективность данного метода зависит от минералого-технологической разновидности глинистого сырья [5] и использования различного вида помольного оборудования. Вследствие изменения реакционной способности сырье приобретает новые свойства и может быть использовано для получения высокоэффективной продукции, в частности для производства стеновых, облицовочных и кислотоупорных керамических изделий с улучшенными эксплуатационными характеристиками. Механическая активация глинистого сырья заметно улучшает его спекаемость, прочность при сжатии керамических

образцов увеличивается в 2,2 раза. В результате механической активации сырья возрастает нарушение межслоевых связей по всему объему минерала, что, в свою очередь, приводит к резкому увеличению удельной поверхности порошка за счет образования поверхностно-активных кристаллитов с частично нескомпенсированными связями, активность которых и обеспечивает большую прочность готового изделия.

Методом мессбауэровской спектроскопии установлено, что структурные нарушения в спектрах кирпично-черепичного сырья, подвергнутого механической активации, проявляются посредством «перехода» части ионов  $Fe^{3+}$  из менее искаженной позиции  $P_1$  (где в ближайшем их окружении находятся изовалентные катионы) в более искаженную позицию  $P_2$  (где ионы  $Fe^{3+}$  соседствуют с гетеровалентными катионами и вакантными октаэдрическими позициями). Для активированного сырья содержание ионов  $Fe^{3+}$  в позиции  $P_2$  превышает их содержание в позиции  $P_1$  и образцы из него оказались в 2,2 раза прочнее образцов из исходного глинистого сырья. Поэтому отношение  $P_2 / P_1$  может служить характеристикой степени нарушения межслоевых связей в структуре монтмориллонита. Увеличение значения этого отношения свидетельствует о глубине нарушения межслоевых связей по всему объему минерала. Следовательно, по заселенности позиций  $P_2$  и  $P_1$  ионами  $Fe^{3+}$  можно прогнозировать прочностные свойства изделий.

Из глинистого сырья, активированного в виброизмельчителе, шаровой мельнице и электромассклассификаторе, можно получить высокоплотный и прочный керамический черепок при более низкой температуре обжига, что снизит себестоимость выпускаемой продукции.

Метод пульсационной обработки позволяет произвести относительно быструю оттирку глинистых частиц от зернистого материала и получить несколько глинистых фракций для последующего подбора консистенций шликера. Высушенная и измельченная глинистая масса разводится водой в массовом соотношении 1:1, после чего загружается в верхнее приемное отверстие первой секции установки и, перемещаясь по приемной внутренней трубе, отмывается свежей водой, поступившей снизу в импульсирующем режиме. В полученных тонкозернистых фракциях после обработки снижается содержание крупнозернистых включений (карбонатов), что крайне важно для получения качественного керамического кирпича. Данный способ, особенно в сочетании с другими способами обработки, повышает спекаемость глинистого сырья и улучшает основные физико-механические характеристики керамики.

Качество глинистого сырья можно улучшить также путем электрокинетического воздействия на шликер, что подтверждают результаты исследований на установке для обезвоживания керамических шликеров. При применении данного метода происходит электроосмотическое обезвоживание, сопровождаемое сушкой исходного глинистого сырья и электрофо-

ретический перенос заряженных частиц в электрическом поле и, как следствие, активация глинистых минералов. Эти процессы находятся в прямой зависимости от состава, структурных изменений минералов, а также природы и количественных характеристик налагаемого электрического поля. Электрокинетическая технология позволяет вовлечь в производство керамических и других изделий глинистое сырье, засоренное карбонатными, каменными и иными включениями, с одновременным снижением энергозатрат на удаление влаги в 2–4 раза, а электрохимическая активация глинистых минералов в процессе обезвоживания позволяет еще и повысить прочность керамики, получаемой из обработанных таким образом глиномасс. Прочность образцов при сжатии независимо от способа формования (пластический или полусухой) возрастает в 1,4–1,7 раза, при изгибе — в 1,7–1,9 раза. Эффективность электрокинетического обезвоживания глинистого сырья зависит от его качества (минералого-технологической разновидности) и условий проведения данного процесса (высоты слоя шликера, величины электрического поля, природы и содержания добавок).

Наиболее распространенным и экономичным способом улучшения качества глинистого сырья является введение в шихту технологических добавок различного назначения. Улучшение спекаемости глинистого сырья может быть достигнуто путем введения в него добавок-плавней и добавок двойного назначения (порообразующих и повышающих прочностные характеристики).

При получении керамических материалов с высокими теплоизоляционными свойствами одновременно нужно решать две взаимоисключающие задачи: улучшение спекаемости, что приводит к повышению прочности и увеличение пористости, что снижает среднюю плотность и прочность изделий. Для получения кондиционной продукции необходимо найти оптимальное соотношение в шихте между плавнями и порообразующими добавками или использовать технологические добавки «двойного действия», с помощью которых можно создать повышенную пористость при сохранении требуемых прочностных характеристик или даже их увеличении.

В качестве порообразующих добавок использовались торф, битуминозные доломиты, известковистые глины, карбонатные породы, а добавок-плавней — тугоплавкие глины и цеолитсодержащее сырье (исходные и активированные глины и кремнистые породы). Применяя методы электронной микроскопии и электронного парамагнитного резонанса, можно прогнозировать прочностные характеристики керамики, полученной с применением активированного сырья. Крайне важно, чтобы используемое для получения керамических материалов сырье входило в группу общераспространенных полезных ископаемых, находящихся в ведении государственных органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в свете регулирования отношений недропользователей,

которые вправе разрабатывать и реализовывать собственную стратегию развития минерально-сырьевой базы по ним.

В настоящее время, в т.ч. и по предложению сотрудников ФГУП «ЦНИИгеолнеруд», в качестве добавок к красножгущему глинистому сырью для корректировки физико-механических показателей и декоративности стеновых и облицовочных материалов достаточно эффективно отдельные предприятия по выпуску керамического кирпича активно используют известковистые глины. По результатам поисково-оценочных и ревизионных работ, проведенных в последние годы в ряде муниципальных образований Нижегородской, Ульяновской, Самарской, Свердловской областей, Чувашской Республике, обнаружены в отложениях верхней юры проявления известковых легкоплавких глин. Выявление новых залежей такого сырья несомненно инициирует развитие строительства новых производств, технологический уровень которых обеспечивает расширение ассортимента и повышение качества изделий строительной керамики, тем более что в Республике Татарстан уже более 15 лет с использованием зарубежных технологий с применением светложгущей известковистой глины производят в значительных объемах светлоокрашенный кирпич и керамические блоки светло-кремового и светло-желтого цвета. При этом в керамические массы помимо светложгущих глин вводятся фиксированные дозы красножгущихся сулинков и богатые глиноземом тугоплавкие глины [1]. Кроме того, установлено, что из светложгущего глинистого сырья более эффективно получение керамического черепка различного цвета путем введения в него окрашивающих добавок. При нанесении на белую подложку глазурного слоя может быть значительно уменьшена его толщина без ущерба потери цветности глазури. Такой инновационный подход позволяет реализовать новую промышленную политику, связанную с адаптацией импортных технологий к местным природным ресурсам, в нашем случае кирпично-черепичному сырью, входящего в видовую группу общераспространенных полезных ископаемых, что позволяет производить конкурентоспособную продукцию для «локомотива» экономики — строительной индустрии, обеспечивающей жилищное и другие виды строительства [10].

При необходимости может быть использован и комбинированный способ, включающий в себя вышеперечисленные методы. В зависимости от качества исходного глинистого сырья и поставленной конечной задачи в комбинированный метод могут включаться те или иные способы переработки с целью получения оптимального результата.

Разработанные технологические приемы по переработке кирпично-черепичного сырья были апробированы на линии укрупненных технологических испытаний с получением партий стандартных изделий (стеновых керамических материалов, светлоокрашенного кирпича из известковистых глин) с

физико-механическими характеристиками, удовлетворяющими требованиям нормативно-технической документации.

Предложенные способы модифицирования легкоплавкого глинистого сырья позволяют улучшить его формовочные и сушильные свойства, спекаемость, и тем самым повысить эксплуатационные характеристики готовой продукции в первую очередь керамических стеновых материалов. Это позволит расширить минерально-сырьевую базу для керамического производства за счет использования низкокачественного и некондиционного кирпично-черепичного сырья. Особенно это актуально для муниципальных образований, расположенных в дотационных субъектах Российской Федерации, тем самым реализуя новую промышленную политику, нацеленную на развитие «местных» производств.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Васянов, Г.П.* Глинистое легкоплавкое керамическое сырье Республики Татарстан (состояние сырьевой базы и опыт применения светложгущихся полиминеральных глин) / Г.П. Васянов, Б. Горбачев, Е.В. Красникова, Р.К. Садыков, Р.Р. Кабилов // Георесурсы. — 2015. — № 4 (63). — Т.1. — С. 44–49.
2. *Ведерников, Н.Н.* Объект исследования — нерудные ископаемые / Н.Н. Ведерников // Научный Татарстан. — 1995. — № 3. — С. 49–55.
3. *Временные методические рекомендации по подготовке материалов, связанных с формированием, согласованием и утверждением региональных перечней полезных ископаемых, относимых к общераспространенным.* Утверждено распоряжением Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 07.02.2003 г. № 47-р.
4. *Геология твердых полезных ископаемых Республики Татарстан* / Под ред. Ф.М. Хайретдинова, Н.Б. Валитова. Госгеолком РТ, ТО МАМР, ЦНИИгеолнеруд. — Казань: Изд-во «ДАС», 1999. — 403 с.
5. *Корнилов, А.В.* Минералого-технологические разновидности глинистого сырья для производства керамического кирпича и керамзитового гравия / А.В. Корнилов, Е.Н. Пермяков, Т.З. Лыгина // Стекло и керамика. — 2005. — № 8. — С. 29–31.
6. *Методическое руководство по поискам, оценке и разведке месторождений твердых полезных ископаемых Республики Татарстан (в 3-х частях). Часть 1. Нормативно-правовые, организационные и геолого-экономические основы проведения геологоразведочных работ* / Под ред. Ф.М. Хайретдинова, Р.М. Файзуллина. — Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1999. — 256 с.
7. *Методическое руководство по поискам, оценке и разведке месторождений твердых полезных ископаемых Республики Татарстан (в 3-х частях). Часть 2. Методика поисков и оценки* / Под ред. Ф.М. Хайретдинова, Р.М. Файзуллина. — Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2000. — 432 с.
8. *Методическое руководство по поискам, оценке и разведке месторождений твердых полезных ископаемых Республики Татарстан (в 3-х частях). Часть 3. Методика разведки и геолого-экономической оценки* / Под ред. Ф.М. Хайретдинова, Р.М. Файзуллина. — Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2001. — 264 с.
9. *Сабитов, А.А.* Минеральное сырье. Глины / А.А. Сабитов, И.И. Зайнуллин, Р.И. Ковальский, Р.Р. Туманов, М.В. Эйриш // Справочник. — М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1997. — 38 с.
10. *Садыков, Р.К.* Общераспространенные полезные ископаемые — дополнительный стимул социально-экономического развития территорий Российской Федерации / Р.К. Садыков // Разведка и охрана недр. — 2019. — № 11. — С. 35–41.

© Васянов Г.П., Корнилов А.В., Садыков Р.К., 2020

*Васянов Геннадий Павлович* // root@geolnerud.net  
*Корнилов Анатолий Васильевич* // anwakor55@mail.ru  
*Садыков Равиль Касимович* // root@geolnerud.net