

Л.В. ИЛЬИНА¹, Л.Н. ТАЦКИ¹, О.В. УЛЬЯНОВА¹¹ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)»,
г. Новосибирск, Россия

МОДИФИЦИРОВАНИЕ НИЗКОКАЧЕСТВЕННОГО ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ ГЕЛЕМ НАНОКРЕМНЕЗЕМА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКОГО ЧЕРЕПКА

Аннотация. В связи перспективами роста объемов строительства индивидуальных жилых домов возрастает спрос на лицевой керамический кирпич и крупноформатные поризованные стеновые блоки. При дефиците высококачественного глинистого сырья для выпуска керамического кирпича пластического формования, рекомендуется переход на выпуск изделий полусухого прессования. Важной задачей является повышение прочности керамического кирпича как несущего в стене нагрузки, так и выполняющего теплоизолирующую роль. Рекомендуется введение в шихту водного раствора геля нанокремнезема.

Основным сырьем являлся неспекающийся пылеватый суглинок Верх-Туллинского месторождения, содержащий более 70 % пылеватых фракций (5-50 мкм). В качестве добавки использовался гель нанокремнезема «Лэйксил-30» производства научно-технического центра «Компас» (г. Казань). В статье авторы использовали как стандартные методы исследования, так и современные методы рентгенофазового анализа для установления вещественного состава керамического черепка.

Установлено, что при оптимальных рецептурных и технологических параметрах введение в сырьевую смесь геля «Лэйксил-30» с водой затворения повышает предел прочности по сравнению с бездобавочным составом на 32,8 %, не влияя на среднюю плотность и водопоглощение керамического черепка. Изучен количественный фазовый состав черепка.

Экспериментально установлено повышение прочности керамического черепка за счет использования добавки геля нанокремнезема «Лэйксил-30» в оптимальной дозировке. Для обеспечения максимальной прочности керамического черепка необходимо, чтобы при обжиге были завершены процессы взаимодействия водного раствора добавки с глинистым компонентом.

Ключевые слова: низкокачественное глинистое сырье, полусухое прессование, повышение прочности, гель нанокремнезема.

L.V. ILINA¹, L.N. TACKY¹, O.V. ULYANOVA¹¹Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), Novosibirsk, Russia

MODIFICATION OF LOW-QUALITY CLAY-STOCK RAW MATERIALS WITH NANOSILICA GEL AND ITS INFLUENCE ON THE PROPERTIES OF CERAMIC SHARD

Abstract. In connection with the prospects for growth in the volume of construction of individual residential buildings, the demand for facing ceramic bricks and large-format porous wall blocks is increasing. With a shortage of high-quality clay raw materials for the production of plastic molded ceramic bricks, it is recommended to switch to the production of semi-dry pressing products. An important task is to increase the strength of ceramic bricks, both carrying a load in the wall and performing a heat-insulating role. It is recommended to introduce an aqueous solution of nanosilica gel into the charge.

The main raw material was non-caking dusty loam of the Verkh-Tulinskoye deposit, containing more than 70% of dusty fractions (5-50 microns). As an additive, we used Lakesil-30 nanosilica gel produced by the Compass Scientific and Technical Center (Kazan). In the article, the authors used both

standard research methods and modern methods of X-ray phase analysis to establish the material composition of a ceramic shard.

It has been established that, at optimal prescription and technological parameters, the introduction of Lakesil-30 gel with mixing water into the raw mixture increases the strength limit by 32.8% compared to the non-additive composition, without affecting the average density and water absorption of the ceramic shard. ... The quantitative phase composition of the shard has been studied.

It has been experimentally established that the strength of a ceramic shard is increased due to the use of an additive of Lakesil-30 nanosilica gel in an optimal dosage. To ensure the maximum strength of the ceramic shard, it is necessary that the processes of interaction of the aqueous solution of the additive with the clay component are completed during firing.

Keywords: Low-quality clay raw materials, semi-dry pressing, increase in strength, nanosilica gel low-quality clay raw materials, semi-dry pressing, additions of wollastonite and ferrosilicomanganese waste, phase composition of the shard, physical and technical properties.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семёнов А.А. Российский рынок керамического кирпича. Тенденции и перспективы развития // Строительные материалы. 2020. № 12. С. 4–5. DOI: 10.31659/0585-430X-2020-787-12-4-5.
2. Гуров Н.Г. Заводы керамических стеновых материалов III поколения как современная база жилищного строительства в Российской провинции // Строительные материалы. 2011. № 4. С. 6-8. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16692026>.
3. Stolboushkin A.Y., Fomina O.A., Vereshchagin V.I. Phase composition of the core-shell transition layer in a construction ceramic matrix structure made from non-plastic raw material with clay additives // Glass and Ceramics. 2019. T. 76. № 1-2. С.16-21. DOI: 10.1007/s10717-019-00124-3.
4. Fomina O.A., Stolboushkin A.Yu. Firing of ceramics from granulated foam-glass // Materials Science Forum. 2020. T. 992 MSF. С. 265-270. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.992.265.
5. Тацки Л.Н., Ильина Л.В., Барышок Л.А. Керамический кирпич на основе низкокачественного глинистого сырья с добавкой отходов ферросиликомарганца // Строительство и реконструкция. 2021 № 2 (94). С. 96-104. DOI: 10.33979/2073-7416-2021-94-2-96-104.
6. Столбоушкин А.Ю., Фомина О.А., Акст Д.В., Захарченко Л.Е. Особенности глинистого сырья Западной Сибири как сырьевой базы строительной керамики // Вестник Тувинского государственного университета. Технические и физ-математические науки. 2019. №3. С. 27-36. <https://elibrary.ru/item.asp?id=41105270>.
7. Иванов А.И., Столбоушкин А.Ю., Стороженко Г.И. Принципы создания оптимальной структуры керамического кирпича полусухого прессования // Строительные материалы. 2015. № 4. С. 65 - 69.
8. Завадский В.Ф., Путро Н.Б. Поризованная строительная керамика. Новосибирск: НГАСУ. 2005. 100 с.
9. Нанопорошки. Назначение, свойства, производства // Нанотехнологии [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nano-info.ru/post/439> (дата обращения 10.09.2021).
10. Кузьмина В.П. Нанодиоксид кремния. Применение в строительстве // Сухие строительные смеси. 2016. № 5. С. 8-11.
11. Ильина Л. В., Туляганов А. К., Литвинов М. Е. Влияние кремнезоля на прочность цементных растворов // Материалы IV Международной научно-практической конференции «Качество. Технологии. Инновации». Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин). 2021. С. 81-85.
12. Демьяненко О.В., Копаница Н.О., Саркисов Ю.С. Исследование свойств наноразмерного диоксида кремния и его влияние на свойства цементного камня // Ресурсы и ресурсосберегающие технологии в строительном материаловедении. Международный сборник научных трудов. Стройсиб – 2016. Новосибирск. НГАУ. 2016. С. 121-124.
13. Куликова А.А., Демьяненко О.В., Копаница Н.О. Введение нанодиоксида кремния на свойства цементного камня // Материалы III Международной научно-практической конференции «Качество. Технологии. Инновации». Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин). 2020. С. 23 - 28.
14. Evstigneev A., Smirnov V., Korolev E. Design of nanomodified intumescent polymer matrix coatings: theory, modeling, experiments // Matec Web of Conferences. electronic collection. Editors: A. Volkov, A. Pustovgar and A. Adamtsevich. 2018. С. 01033. DOI: 10.1051/mateconf/201825101033.
15. Ларичкин В.В., Немущенко Д. А., Кальнеус В. А. Исследование влияние добавки нанопорошка SiO₂ на физико-механические свойства золокерамики // Перспективные материалы. 2014. № 11. С. 56-62. <https://www.jp-m.ru/kopiya-2014-10>.

16. Наумов А.А., Трищенко И.В., Гуров Н.Г. К вопросу улучшения качества и расширения ассортимента керамического кирпича для действующих заводов полусухого прессования // *Строительные материалы*. 2014. № 4. С. 11-17.
17. Мавлюбердинов А.Р. Изучение механизма повышения прочности пористого черепка на основе среднепластичной Сарай-Чекурчинской глины с химической добавкой // *Известия КазГАСУ*. 2010. № 2 (14) С. 234-238.
18. Филиппов В.А., Филиппов Б.В. Перспективные технологии обработки материалов сверхвысокочастотными электромагнитными колебаниями // *Вестник ЧГПУ им. И.Я. Яковлева*. 2012. № 4. С 181-184.
19. Женжурист И.А. Микроволновая обработка силикатов полем СВЧ с модификаторами на основе оксида алюминия // *Стекло и керамика*. 2015. № 7. С. 39-43.
20. Женжурист И.А. Перспективные направления наномодифицирования в строительной керамике // *Строительные материалы*. 2014. № 4. С. 36-39.
21. Женжурист И.А. Перспективы микроволнового спекания алюмосиликатной композиции в технологии керамики // *Строительные материалы*. 2017. № 4. С. 28-30. DOI: 10.31659/0585-430X-2017-747-4-28-30.
22. Гинчинская Ю.Н., Яковлев Г.И., Дрохитка Р.И. др. Исследование структуры и свойств наномодифицированной строительной керамики // *Строительные материалы*. 2018. № 1–2. С. 27–32. DOI: 10.31659/0585-430X-2018-756-1-2-27-32.
23. Богданов А.Н. Абдрахманова Л.А., Хозин В.Г. Модификация кирпичных суглинков многослойными углеродными нанотрубками для выпуска стеновой керамики // *Материалы юбилейной Международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова*. Белгород. 2014. С. 46-49.
24. Королев Е.В. Основные принципы практической нанотехнологии в строительном материаловедении // *Нанотехнологии в строительстве*. 2009. Т.1. № 1. С. 66-79.
25. Тацки Л.Н., Ильина Л.В. Влияние состава шихты из низкокачественного сырья на свойства осветленного керамического черепка // *Строительство и реконструкция*. 2020. № 2 (88). С. 114-122. DOI: 10.33979/2073-7416-2020-88-2-114-122.
26. Ilina L., Tatski L., Baryshok. Quality improvement of semi-dry pressing ceramic bricks from low-quality raw materials by the directional additives // *IOP Conference series: Materials science and Engineering*. Vol. 962 (2020) 022007. DOI: 10.1088/1757-899X/962/2/022007.
27. Тацки Л.Н., Ильина Л.В. Разработка составов шихт из низкокачественного глинистого сырья в технологии стеновой керамики объемного окрашивания // *Известия высших учебных заведений. Строительство*. 2020. № 1 (733). С. 87-101. DOI: <https://doi.org/10.32683/0536-1052-2020-733-1-87-101>.
28. Михеев В.И. Рентгенометрический определить минералов. Государственное научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр, Москва, 1958. 862 с.
29. Иванова В.П., Касатов Б.К., Красавина Т.Н., Розина Е.Л. Термический анализ минералов и горных пород. М.: «Недра», 1974. 399 с.
30. Красникова Н.М., Хозин В.Г., Иксанова З.Ф. [и др.]. Влияние pH среды кремнезоля на прочность цементных систем // *Вестник Технологического университета*. 2018. Т. 21. № 12. С. 72-74.
31. Химическая технология керамики / под. ред. И.Я. Гузмана. М.: ОООРИФ «Стройматериалф», 2003. с. 34.

REFERENCES

1. Semyonov A.A. Russian market of ceramic bricks. Trends and development prospects // *Building materials*. 2020. No. 12. Pp. 4–5. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2020-787-12-4-5>. (rus)
2. Gurov NG Plants of ceramic wall materials of the third generation as a modern base of housing construction in the Russian province. *Stroitelnye materialy*. 2011. no. 4. Pp. 6-8. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16692026>. (rus)
3. Stolboushkin A.Y., Fomina O.A., Vereshchagin V.I. Phase composition of the core-shell transition layer in a construction ceramic matrix structure made from non-plastic raw material with clay additives // *Glass and Ceramics*. 2019. T. 76. № 1-2. Pp. 16 - 21. DOI: 10.1007/s10717-019-00124-3.
4. Fomina O.A., Stolboushkin A.Yu. Firing of ceramics from granulated foam-glass // *Materials Science Forum*. 2020. T. 992 MSF. Pp. 265 - 270. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.992.265.
5. Ilina L.V., Tatski L.N., Baryshok L.A. Ceramic brick based on low-quality clay raw materials with the addition of ferrosilicomanganese waste. *Construction and reconstruction*. 2021. No. 2 (94). Pp. 96-104. DOI: 10.33979 / 2073-7416-2021-94-2-96-104. (rus)
6. Stolbushkin A.Yu., Fomina O.A., Akst D.V., Zakharchenko L.Ye. Features of clay raw materials of Western Siberia as a raw material base for building ceramics // *Bulletin of Tuva State University. Technical and physical and mathematical sciences*. 2019. No. 3. Pp. 27-36. <https://elibrary.ru/item.asp?id=41105270>. (rus)
7. Ivanov A.I., Stolbushkin A.Yu., Storozhenko G.I. Principles of creating an optimal structure of semi-dry pressing ceramic bricks. *Stroitelnye materialy*. 2015. No. 4. Pp. 65-69. (rus)

8. Zavadsky V.F., Putro N.B. Porized building ceramics. Novosibirsk: NGASU. 2005. 100 p. (rus)
9. Nanopowders. Purpose, properties, production // Nanotechnology [Electronic resource]. URL: <https://www.nano-info.ru/post/439> (date of treatment 09/10/2021). (rus)
10. Kuzmina V.P. Silicon nanodioxide. Application in construction // Dry construction mixtures. 2016. No. 5. Pp. 8-11. (rus)
11. Ilyina L.V., Tulyaganov A.K., Litvinov M.E. Effect of silica ash on the strength of cement mortars // Materials of the IV International Scientific and Practical Conference "Quality. Technologies. Innovation ". Novosibirsk: NGASU (Sibstrin). 2021. Pp. 81-85. (rus)
12. Demyanenko O.V., Kopanitsa N.O., Sarkisov Yu.S. Investigation of the properties of nanosized silicon dioxide and its influence on the properties of cement stone // Resources and resource-saving technologies in construction materials science. International collection of scientific papers. Stoisib - 2016. Novosibirsk. NSAU. 2016. Pp. 121-124. (rus)
13. Kulikova A.A., Demyanenko O.V., Kopanitsa N.O. Introduction of silicon nanodioxide on the properties of cement stone // Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference "Quality. Technologies. Innovation ". Novosibirsk: NGASU (Sibstrin). 2020. Pp. 23-28. (rus)
14. Evstigneev A., Smirnov V., Korolev E. Design of nanomodified intumescent polymer matrix coatings: theory, modeling, experiments // Matec Web of Conferences. Electronic collection. Editors: A. Volkov, A. Pustovgar and A. Adamtsevich. 2018. P. 01033. DOI: 10.1051/mateconf/201825101033.
15. Larichkin V.V., Nemushchenko D.A., Kalneus V.A. Investigation of the effect of addition of SiO₂ nanopowder on the physical and mechanical properties of ash ceramics // Perspective materials. 2014. No. 11. Pp. 56-62. <https://www.j-pm.ru/kopiya-2014-10>. (rus)
16. Naumov A.A., Trishchenko I.V., Gurov N.G. On the issue of improving the quality and expanding the range of ceramic bricks for operating semi-dry pressing plants. Stroitelnye materialy. 2014. No. 4. Pp. 11-17. (rus)
17. Mavlyuberdinov A.R. Study of the mechanism of increasing the strength of a porous shard based on medium-plastic Saray-Chekurchinskaya clay with a chemical additive // Izvestiya KazGASU. 2010. No. 2 (14). Pp. 234-238. (rus)
18. Filippov V.A., Filippov B.V. Promising technologies for processing materials by ultrahigh-frequency electromagnetic oscillations. Vestnik ChGPU im. AND I. Yakovleva. 2012. No. 4. Pp. 181-184. (rus)
19. Zhenzhurist I.A. Microwave treatment of silicates in a microwave field with modifiers based on aluminum oxide // Glass and ceramics. 2015. No. 7. Pp. 39-43. (rus)
20. Zhenzhurist I.A. Promising directions of nanomodification in building ceramics // Building materials. 2014. No. 4. Pp. 36-39. (rus)
21. Zhenzhurist IA Prospects for microwave sintering of aluminosilicate composition in ceramics technology // Building materials. 2017. No. 4. Pp. 28-30. DOI: 10.31659 / 0585-430X-2017-747-4-28-30. (rus)
22. Gincinskaya Yu.N., Yakovlev GI, Drokhitka R. et al. Investigation of the structure and properties of nanomodified building ceramics // Building materials. 2018. No. 1-2. Pp. 27-32. DOI: 10.31659 / 0585-430X-2018-756-1-2-27-32. (rus)
23. Bogdanov A.N. Abdrakhmanova L.A., Khozin V.G. Modification of brick loam with multilayer carbon nanotubes for the production of wall ceramics // Materials of the Jubilee International Scientific and Practical Conference dedicated to the 60th anniversary of BSTU named after V.G. Shukhov. Belgorod. 2014. Pp. 46-49. (rus)
24. Korolev E.V. Basic principles of practical nanotechnology in building materials science // Nanotechnology in construction. 2009. Vol. 1. No. 1. Pp. 66-79. (rus)
25. Tatski LN, Ilyina L.V. Influence of the composition of the charge from low-quality raw materials on the properties of the clarified ceramic shard // Construction and reconstruction. 2020. No. 2 (88). Pp. 114-122. DOI: 10.33979 / 2073-7416-2020-88-2-114-122. (rus)
26. L. Ilina, L. Tatski, L. Baryshok. Quality improvement of semi-dry pressing ceramic bricks from low-quality raw materials bu the directional additives // IOP Conference series: Materials science and Engineering. Vol. 962 (2020) 022007. DOI: 10.1088/1757-899X/962/2/022007.
27. Tatski L.N., Ilyina L.V. Development of charge compositions from low-quality clay raw materials in the technology of bulk-colored wall ceramics. Izvestiya of higher educational institutions. Construction. 2020. No. 1 (733). Pp. 87-101. DOI: <https://doi.org/10.32683/0536-1052-2020-733-1-87-101>. (rus)
28. Mikhhev V.I. Radiometric determine minerals. State Scientific and Technological Publishing House of Literature on Geology and Subsoil Protection, Moscow, 1958. 862 p. (rus)
29. Ivanova V.P., Kasatov B.K., Krasavina T.N., Rozinova E.L. Thermal analysis of minerals and rocks. Moscow: Nedra, 1974. 399 p. (rus)
30. Krasinikova N.M., Khozin V.G., Iksanova Z.F. [and others]. The influence of the pH of the silica ash environment on the strength of cement systems. Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta. 2018. Vol. 21.No. 12. Pp. 72-74. (rus)
31. Chemical technology of ceramics / under. ed. I. Ya. Guzman. M.: OORIF "Stroimaterialf", 2003. p. 34. (rus)

Информация об авторах:

Ильина Лилия Владимировна

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)»,
г. Новосибирск, Россия,
доктор технических наук, профессор, декан факультета инженерных и информационных технологий.
E-mail: l.ilina@sibstrin.ru

Тацки Людмила Николаевна

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)»,
г. Новосибирск, Россия,
кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры строительных материалов, стандартизации и сертификации.
E-mail: l.ilina@sibstrin.ru

Ульянова Ольга Владимировна

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)»,
г. Новосибирск, Россия,
студент группы 161 маг.
E-mail: o.ulyanova@edu.sibstrin.ru

Information about authors:

Irina Liliia V.

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), Novosibirsk, Russia,
doctor in technical sciences, professor, Dean of the Faculty of Engineering and Information Technology.
E-mail: l.ilina@sibstrin.ru

Tacky Lyudmila N.

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), Novosibirsk, Russia,
candidate in technical sciences, docent, professor of the department of Building Materials, Standardization and Certification.
E-mail: l.ilina@sibstrin.ru

Ulyanova Olga V.

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), Novosibirsk, Russia,
student group 161 mag.
E-mail: o.ulyanova@edu.sibstrin.ru