

ШТС

ПРОМЫШЛЕННОЕ
И ГРАЖДАНСКОЕ
СТРОИТЕЛЬСТВО

9/2024

ЖУРНАЛУ – 100 ЛЕТ



Автоматизированная система для распознавания дефектов и повреждений в различных конструкциях

Основано на нейросетевых алгоритмах

neimarker.ru



 NEIMARKER

СОУЧРЕДИТЕЛИ:

Российское общество инженеров строительства, Российская инженерная академия

СОДЕРЖАНИЕ**СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ**

- Прогнозирование сроков образования критической концентрации
кислотного реагента на поверхности арматуры
Гусев Б. В., Файвусович А. С. _____ **4**
- Системный анализ эволюции знаний о структурообразовании
строительных материалов
Королев Е. В., Гришина А. Н., Данилов А. М., Айзенштадт А. М. _____ **18**
- Безобжиговый кирпич и стеновые блоки из легкого бетона
для строительства во Вьетнаме
Лам Т. В., Чонг В. Д., Булгаков Б. И., Александрова О. В. _____ **28**

ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

- Оценка влияния карстово-суффозионных процессов на здания
и сооружения различного назначения
Тер-Мартиросян А. З., Анжело Г. О., Ванина Ю. В. _____ **34**

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

- Прочность и деформативность кладки стен из стеклокирпичей:
отечественный и зарубежный опыт
Грановский А. В., Цыкановский Е. Ю., Какуша В. А., Кудрявцев М. В. _____ **41**
- Сверточные нейронные сети для выявления дефектов
и поврежденных конструкций
Степанов Д. В., Макаров А. В., Молотов А. М., Облетов Е. Н. _____ **52**
- Стадии напряженно-деформированного состояния железобетонных балок
с нормальными трещинами при плоском изгибе
Пекин Д. А. _____ **59**
- Проектирование и возведение фундаментной плиты с композитной арматурой
для многоэтажного дома
*Застрелов А. Н., Какуша В. А., Корнев О. А.,
Ковалев М. Г., Лапшинов А. Е., Литвинов Е. А.* _____ **68**

СПОНСОРЫ И ПАРТНЕРЫ

Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы,
РААСН, НИУ МГСУ, Комитет Торгово-промышленной палаты РФ по предпринимательству в сфере строительства,
ЦНИИПромзданий, ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко АО «НИЦ «Строительство»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Б. В. ГУСЕВ, главный редактор,
доктор технических наук, член-корреспондент РАН
(Москва)

М. И. БАЛЬЗАННИКОВ, доктор технических наук
(Самара)

Т. БОК, доктор технических наук (Мюнхен, Германия)

М. БОЛТРИК, доктор технических наук (Белосток, Польша)

И. И. ВЕДЯКОВ, доктор технических наук (Москва)

А. А. ВОЛКОВ, доктор технических наук,
член-корреспондент РААСН (Москва)

А. Н. ДМИТРИЕВ, доктор технических наук (Москва)

В. Т. ЕРОФЕЕВ, доктор технических наук,
академик РААСН (Москва)

В. И. ЖАДАНОВ, доктор технических наук (Оренбург)

Б. Т. ЖУМАГУЛОВ, доктор технических наук
(Астана, Казахстан)

О. Н. ЗАЙЦЕВ, доктор технических наук (Курск)

М. А. КИОРИНО, доктор технических наук,
академик Туринской академии наук (Турин, Италия)

В. И. КОЛЧУНОВ, доктор технических наук,
академик РААСН (Москва)

Е. В. КОРОЛЁВ, доктор технических наук
(Санкт-Петербург)

К. В. КОРОЛЁВ, доктор технических наук (Новосибирск)

А. А. ЛАПИДУС, доктор технических наук,
член-корреспондент РААСН (Москва)

В. Е. ЛЕВКЕВИЧ, доктор технических наук
(Минск, Беларусь)

С. И. ЛЁВКИН, доктор менеджмента (Москва)

Р. А. МАНГУШЕВ, доктор технических наук,
член-корреспондент РААСН (Санкт-Петербург)

В. МЕЩЕРИН, доктор технических наук
(Дрезден, Германия)

С. Д. МИТЯГИН, доктор архитектуры,
академик РААСН (Санкт-Петербург)

В. Л. МОНДРУС, доктор технических наук,
член-корреспондент РААСН (Москва)

А. Я. НАЙЧУК, доктор технических наук
(Брест, Беларусь)

П. П. ОЛЕЙНИК, доктор технических наук (Москва)

О. Г. ПРИМИН, доктор технических наук (Москва)

Я. А. ПРОНОЗИН, доктор технических наук (Тюмень)

В. И. РЕСИН, доктор экономических наук,
академик РААСН (Москва)

В. И. ТЕЛИЧЕНКО, доктор технических наук,
академик РААСН (Москва)

В. Р. ФАЛИКМАН, доктор материаловедения
(Москва)

О. И. ФЕДОСЕЕВА, заместитель главного редактора
(Москва)

Журнал включен в Перечень изданий, в которых должны быть опубликованы научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук. Журнал входит в базы данных eLibrary.ru, ВИНТИ РАН, Russian Science Citation Index (RSCI) на платформе Web of Science, Ulrich's Periodicals Directory, индексируется в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ). Плата за аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Редакция журнала

127434 Москва,
Дмитровское шоссе, 9, стр. 2, офис 337
☎: 8 (499) 609-02-39
E-mail: pgs@inbox.ru, www: pgs1923.ru

АВТОРЫ ОПУБЛИКОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ НЕСУТ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА ТОЧНОСТЬ ПРИВЕДЕННЫХ ФАКТОВ, ЦИТАТ, СОБСТВЕННЫХ ИМЕН И ПРОЧИХ СВЕДЕНИЙ. РЕДАКЦИЯ МОЖЕТ ПУБЛИКОВАТЬ СТАТЬИ, НЕ РАЗДЕЛЯЯ ТОЧКУ ЗРЕНИЯ АВТОРА. ЗА СОДЕРЖАНИЕ РЕКЛАМНЫХ ОБЪЯВЛЕНИЙ РЕДАКЦИЯ ОТВЕТСТВЕННОСТИ НЕ НЕСЕТ. ПЕРЕПЕЧАТКА МАТЕРИАЛОВ ЖУРНАЛА БЕЗ ПИСЬМЕННОГО СОГЛАСИЯ РЕДАКЦИИ НЕ ДОПУСКАЕТСЯ.

Журнал зарегистрирован в Госкомпечати РФ. Рег. № 01061

Подписано в печать 20.09.2024 г. Бумага мелованная. Формат 60×88 1/8. Печать офсетная. Усл. печ. л. 9,5. Цена 2295 р. Заказ № 327

EDITORIAL BOARD

B. V. GUSEV, Editor-in-Chief,
DSc, Corresponding member of the Russian Academy of Sciences
(Moscow, Russian Federation)

M. I. BALZANNIKOV, DSc (Samara, Russian Federation)

T. BOCK, Dr.-Ing. (Munich, Germany)

M. BOLTRYK, DSc (Bialystok, Poland)

M. A. CHIORINO, DSc, Academician of Turin Academy of Sciences
(Torino, Italy)

A. N. DMITRIEV, DSc (Moscow, Russian Federation)

V. T. EROFEEV, DSc, Academician of the Russian Academy
of Architecture and Construction Sciences (Moscow, Russian Federation)

V. R. FALIKMAN, Doctor in Materials Science
(Moscow, Russian Federation)

O. I. FEDOSEEVA, Deputy Editor-in-Chief
(Moscow, Russian Federation)

V. I. KOLCHUNOV, DSc, Academician of the Russian Academy
of Architecture and Construction Sciences (Moscow, Russian Federation)

E. V. KOROLEV, DSc (St. Petersburg, Russian Federation)

K. V. KOROLEV, DSc (Novosibirsk, Russian Federation)

A. A. LAPIDUS, DSc, Corresponding member of the Russian
Academy of Architecture and Construction Sciences
(Moscow, Russian Federation)

V. E. LEVKEVICH, DSc (Minsk, Belarus)

S. I. LEVKIN, Doctor of management (Moscow, Russian Federation)

R. A. MANGUSHEV, DSc, Corresponding member
of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences
(St. Petersburg, Russian Federation)

V. MECHTCHERINE, Dr.-Ing. (Dresden, Germany)

S. D. MITYAGIN, DSc, Academician of the Russian Academy
of Architecture and Construction Sciences
(St. Petersburg, Russian Federation)

V. L. MONDRUS, DSc, Corresponding member
of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences
(Moscow, Russian Federation)

A. Y. NAYCHUK, DSc (Brest, Belarus)

P. P. OLEINIK, DSc (Moscow, Russian Federation)

O. G. PRIMIN, DSc (Moscow, Russian Federation)

Ya. A. PRONozIN, DSc (Tyumen, Russian Federation)

V. I. RESIN, DSc, Academician of the Russian Academy
of Architecture and Construction Sciences
(Moscow, Russian Federation)

V. I. TELICHENKO, DSc, Academician of the Russian Academy
of Architecture and Construction Sciences
(Moscow, Russian Federation)

I. I. VEDYAKOV, DSc (Moscow, Russian Federation)

A. A. VOLKOV, DSc, Corresponding member of the Russian Academy
of Architecture and Construction Sciences (Moscow, Russian Federation)

O. N. ZAITSEV, DSc (Kursk, Russian Federation)

V. I. ZHADANOV, DSc (Orenburg, Russian Federation)

B. T. ZHUMAGULOV, DSc (Astana, Republic of Kazakhstan)

The journal is included into the List of top scientific reviewed journals and publications that publish scientific findings presented in dissertations for PhD and DSc. Bibliographic databases: eLIBRARY, VINITI RAN, Web Science in the form of the Russian Science Citation Index (RSCI), Ulrich's Periodicals Directory as well as indexing in the Russian Science Citation Index (RSCI). Post-graduate students are not charged for manuscript publishing.

Editorial

office 337, 9, Dmitrovsky highway, building 2,
Moscow 127434, Russian Federation
☎: +7 (499) 609-02-39
E-mail: pgs@inbox.ru, www: pgs1923.ru

CO-FOUNDERS:

Russian Society of Civil Construction Engineers, Russian Engineering Academy

CONTENTS**BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS**

- Prediction of the Formation of a Critical Concentration of Acid Reagent on the Surface of Reinforcement in Concrete
Gusev B. V., Faivusovich A. S. _____ **4**
- Systematic Analysis of the Evolution of Knowledge About the Structure Formation of Building Materials
Korolev E. V., Grishina A. N., Danilov A. M., Ayzenshtadt A. M. _____ **18**
- The Non-Burnt Bricks and Lightweight Concrete Wall Blocks for Construction in Vietnam
Lam T. V., Trong V. D., Bulgakov B. I., Aleksandrova O. V. _____ **28**

BASES AND FOUNDATIONS, UNDERGROUND STRUCTURES

- Assessment of the Impact of Karst-Suffusion Processes on Buildings and Structures for Various Purposes
Ter-Martirosyan A. Z., Anzhelo G. O., Vanina Yu. V. _____ **34**

BUILDING STRUCTURES, BUILDINGS AND FACILITIES

- Strength and Deformability of Masonry Walls Made of Glass Bricks: Domestic and Foreign Experience
Granovskiy A. V., Tsykanovsky E. Yu., Kakusha V. A., Kudryavtsev M. V. _____ **41**
- Convolutional Neural Networks for Detecting Defects and Structural Damage
Stepanov D. V., Makarov A. V., Molotov A. M., Obletov E. N. _____ **52**
- Stages of Stress-Strain State of Reinforced Concrete Beams With Normal Cracks Under Plane Bending
Pekin D. A. _____ **59**
- Design and Construction of a Foundation Plate With Composite Reinforcement for a Multi-Storey Building
Zastrelov A. N., Kakusha V. A., Kornev O. A., Kovalev M. G., Lapshinov A. E., Litvinov E. A. _____ **68**

SPONSORS and PARTNERS

Complex of Urban Development Policy and Construction of Moscow, RAACS, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Committee of the Chamber of Commerce and Industry of the Russian Federation for Entrepreneurship in the Sphere of Construction, TSNIIPromzdany, JSC Research Center of Construction, Research Institute of Building Constructions named after V. A. Koucherenko

УДК 666.97

doi: 10.33622/0869-7019.2024.09.28-33

Безобжиговый кирпич и стеновые блоки из легкого бетона для строительства во Вьетнаме

Танг Ван ЛАМ¹, кандидат технических наук, преподаватель-исследователь, lamvantang@gmail.com

Во Динь ЧОНГ¹, студент, vodinhtrong2611@gmail.com

Борис Игоревич БУЛГАКОВ², кандидат технических наук, доцент, bulgakovbi@mgsu.ru

Ольга Владимировна АЛЕКСАНДРОВА², кандидат технических наук, доцент, aleksandrovaov@mgsu.ru

¹ Ханойский горно-геологический университет, 18 Фо Виен, Дык Тханг, Бак Ту Лиём, Ханой, Вьетнам

² Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337 Москва, Ярославское ш., 26

Аннотация. Представлен краткий анализ современной ситуации в строительной отрасли Вьетнама с использованием безобжигового кирпича и стеновых блоков из легкого бетона в качестве строительных материалов для несущих стен и перегородок многоквартирных домов. Показаны дальнейшие перспективы роста производства и применения подобных энергосберегающих и экологически чистых строительных материалов. Приведены характеристики физико-механических свойств и эксплуатационных показателей безобжиговых кирпичей и стеновых блоков из пенобетона по сравнению с керамическими блоками и кирпичами, выпускаемыми в настоящее время во Вьетнаме местной промышленностью строительных материалов. Обоснована актуальность их использования как альтернативного материала для замены керамического кирпича и блоков при возведении наружных несущих и ненесущих стен зданий и сооружений различного назначения, в том числе и жилых многоэтажных. Производство и применение рассмотренных строительных материалов будет способствовать сокращению углеродного следа, экономии угольного топлива, снижению расходов на утилизацию строительных отходов и сохранению земель сельскохозяйственного назначения от загрязнения во Вьетнаме.

Ключевые слова: безобжиговый кирпич, керамический кирпич, легкий бетон, пенобетон, стеновые блоки, строительство во Вьетнаме

Для цитирования: Лам Т. В., Чонг В. Д., Булгаков Б. И., Александрова О. В. Безобжиговый кирпич и стеновые блоки из легкого бетона для строительства во Вьетнаме // Промышленное и гражданское строительство. 2024. № 9. С. 28 – 33. doi: 10.33622/0869-7019.2024.09.28-33

THE NON-BURNT BRICKS AND LIGHTWEIGHT CONCRETE WALL BLOCKS FOR CONSTRUCTION IN VIETNAM

Tang Van LAM¹, lamvantang@gmail.com

Vo Dinh TRONG¹, vodinhtrong2611@gmail.com

Boris I. BULGAKOV², bulgakovbi@mgsu.ru

Olga V. ALEKSANDROVA², aleksandrovaov@mgsu.ru

¹ Hanoi University of Mining and Geology, 18 Pho Vien, Duc Thang, Bac Tu Liem, Hanoi, Vietnam

² National Research Moscow State Civil Engineering University, Yaroslavskoye shosse, 26, Moscow 129337, Russian Federation

Abstract. A brief analysis of the current situation in the construction industry of Vietnam with the use of fire-free bricks and wall blocks made of lightweight concrete as building materials for load-bearing walls and partitions of apartment buildings is presented. Further prospects for the growth of production and application of such energy-saving and environmentally friendly building materials are shown. The characteristics of the physico-mechanical properties and performance indicators of non-fired bricks and foam concrete wall blocks in comparison with ceramic blocks and bricks currently produced in Vietnam by the local building materials industry are presented. The relevance of their use as an alternative material for replacing ceramic bricks and blocks in the construction of external load-bearing and curtain walls of buildings and structures for various purposes, including residential multi-storey ones, is substantiated. The production and application of the considered building materials will contribute to reducing the carbon footprint, saving coal fuel, reducing the cost of recycling construction waste and preserving agricultural land from pollution in Vietnam.

Keywords: fire-free brick, ceramic brick, lightweight concrete, foam concrete, wall blocks, construction in Vietnam

For citation: Lam T. V., Trong V. D., Bulgakov B. I., Aleksandrova O. V. The Non-Burnt Bricks and Lightweight Concrete Wall Blocks for Construction in Vietnam. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering], 2024, no. 9, pp. 28 – 33. (In Russ.). doi: 10.33622/0869-7019.2024.09.28-33

Введение

В настоящее время многие страны мира, включая Социалистическую Республику Вьетнам, сосредоточивают свои усилия на разработке эффективных, экологически чистых строительных материалов, получаемых по энергосберегающим технологиям.

На современном этапе развития для Вьетнама характерен быстрый рост темпов урбанизации и индустриализации, с каждым днем строится все больше и больше новых зданий и сооружений различного назначения. Отрицательное последствие этого — загрязнение окружающей среды строительными отходами, которые с трудом поддаются утилизации. В этой связи, чтобы свести к минимуму негативное влияние на окружающую среду, необходимо разрабатывать и использовать экологически чистые строительные материалы, в том числе безобжиговый кирпич и стеновые блоки из легкого бетона, производство которых не требует использования традиционного для Вьетнама угля или другого топлива для обжига. Это является современной тенденцией в области производства строительных материалов во Вьетнаме.

Согласно отчету Министерства строительства Вьетнама [1] в настоящее время в стране существуют 833 города и населенных пункта городского типа. При нынешнем темпе роста населения к 2025 г. их число достигнет 1000. Статистика Вьетнамского института строительных материалов [2, 3] свидетельствует, что доля строительной отрасли в общем промышленном потреблении имеющихся в стране ограниченных ресурсов весьма существенная и составляет около 17 % воды, 40 % энергии и 25 % древесины. Кроме того, строительство генерирует 33 % выбросов углекислого газа и образуется около 40 % твердых отходов. Таким



Рис. 1. Возведение кирпичных стен жилых зданий

образом, производство и применение экологически чистых строительных материалов, включая безобжиговый кирпич и стеновые блоки из легкого бетона, будут способствовать сокращению углеродного следа, экономии угольного топлива, снижению расходов на утилизацию строительных отходов и сохранению земель сельскохозяйственного назначения от загрязнения.

Цель работы — показать перспективы использования безобжигового кирпича и стеновых блоков из легкого бетона при строительстве во Вьетнаме.

Материалы и методы исследования

Несущие стены жилых зданий воспринимают нагрузки от балок, плит перекрытия, межкомнатных перегородок и балконов, тем самым обеспечивая целостность всего сооружения от крыши до фундамента (рис. 1).

Если неправильно провести перепланировку, снести или повредить несущую стену, то это будет чревато большими проблемами — начиная от появления трещин в конструкции и заканчивая ее обрушением.

Керамический кирпич весьма важен для строительной отрасли Вьетнама, но при большом коли-

честве положительных свойств он обладает рядом недостатков. Кроме того, работающие кирпичные заводы во Вьетнаме, которые для обжига используют угольное топливо, вызывают сильное загрязнение окружающей среды, что оказывает негативное влияние не только на здоровье населения страны, но и на сельское хозяйство, что в свою очередь отрицательно сказывается на состоянии продовольственной безопасности государства [2, 3].

В этой связи в настоящее время во Вьетнаме предпочтение отдается производству более экологических и эффективных строительных материалов из бетонов различного состава и назначения. Одной из разновидностей такого вида строительных материалов является легкий бетон.

Для получения легкого бетона во Вьетнаме используются следующие сырьевые компоненты:

- портландцемент типа СЕМ I 42.5 N производства завода «Бут Сон» (Вьетнам) с истинной плотностью $3,15 \text{ г/м}^3$, соответствующий требованиям TCVN 2682:2009¹;
- речной кварцевый песок плотностью $2,64 \text{ г/см}^3$ и размером частиц от 0,14 до 0,63 мм по стандарту TCVN 7570:2006²;
- воду затворения (соответству-

¹ TCVN 2682:2009 «Portland cements. Specifications» [Портландцементы. Технические характеристики] (In Viet).

² TCVN 7570:2006 «Aggregates for concrete and mortar. Specifications» [Заполнители для бетона и растворов. Технические характеристики] (In Viet).

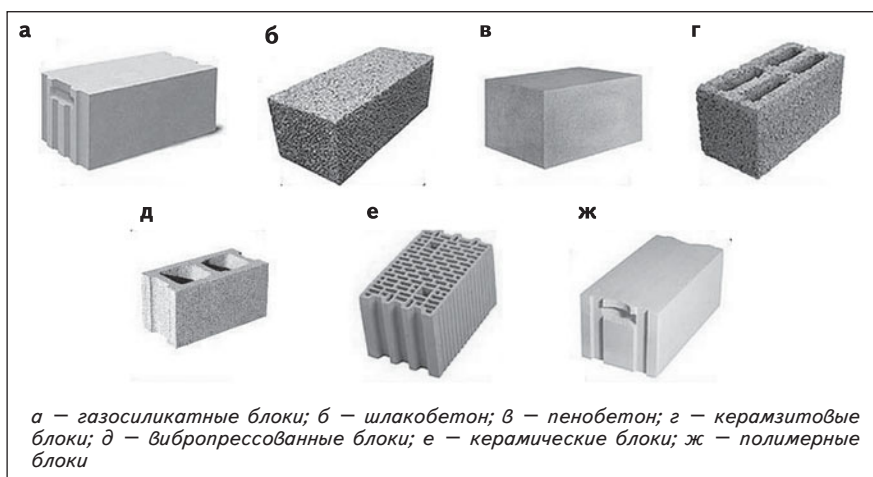


Рис. 2. Варианты блоков для жилищного строительства [3]

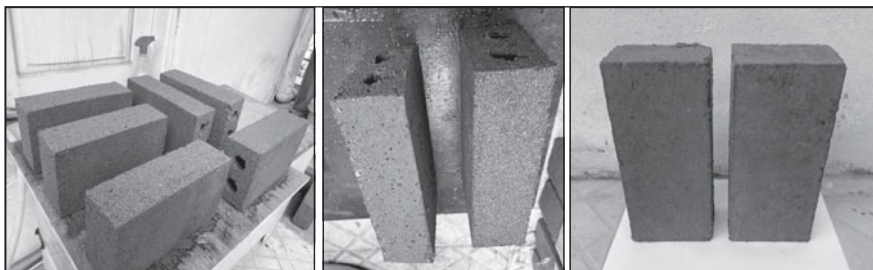


Рис. 3. Стеновые блоки и кирпичи из легкого бетона

ет нормативным требованиям TCVN 4506:2012³);

- пенообразователь EABASSOC плотностью $1,02 \text{ г/см}^3$, который разбавляли водой до 2,5 %-ной концентрации;
- тонкодисперсные активные минеральные добавки: низкокальциевую золу-уноса ТЭС «Хай Фонг» (Вьетнам) плотностью $2,34 \text{ г/см}^3$ и тонкомолотый доменный гранулированный шлак металлургического завода «Хоа Фат» (Вьетнам) плотностью $2,29 \text{ г/см}^3$ по требованиям TCVN 10302:2014⁴.

Методология работы включает в себя определение следующих показателей:

- состава легобетонных смесей (использован метод абсолютных объемов);
- средней плотности легкого бетона на образцах-кубах размером $100 \times 100 \times 100 \text{ мм}$ согласно TCVN 3115:2022⁵;
- водопоглощения образцов по TCVN 3113:2022⁶;
- прочности при сжатии (испытание образцов-кубов по TCVN 3118:2022⁷).

Кроме того, соответствие ли-

нейных размеров безобжигового кирпича и стеновых блоков из легкого бетона находят исходя из требований TCVN 9029:2017⁸.

Результаты исследования

В последние годы в целях содействия развитию производства и использования эффективных, экологически чистых и энергосберегающих строительных материалов правительством Вьетнама было предпринято большое количество шагов законодательного характера, из числа которых следует упомянуть закон об экономном и эффективном использовании энергии (2010 г.), постановление правительства о совершенствовании управления промышленностью строительных материалов, распоряжение премьер-министра правительства Вьетнама от 28 апреля 2010 г. об утверждении генерального плана развития производства строительных материалов во Вьетнаме до 2020 г., письмо Министерства строительства Вьетнама от 28 ноября 2012 г., предусматривающее обязательное использование безобжиговых материалов при строительстве зданий и сооружений, финансируемом государством [1, 4].

Легкий бетон в своем составе может содержать промышленные отходы различного происхождения и химико-минералогического состава (рис. 2, 3) [5, 6]. При этом кирпичи и стеновые блоки из легкого бетона имеют большое число положительных свойств: высокую прочность и требуемую плотность, хорошую тепло- и звукоизолирующую способность и др. Сравнение показателей керамических и пенобетонных блоков приведено в таблице [7].

Горная провинция Шонла является одной из первых во Вьетнаме, где началось производство безобжигового кирпича. С 2015 г. в ней успешно реализуется мас-

³ TCVN 4506:2012 «Water for mixing concrete and mortar. Technical requirements» [Вода для затворения бетона и раствора. Технические требования] (In Viet).

⁴ TCVN 10302:2014 «Activity admixture – Fly ash for concrete, mortar and cement» [Активная добавка – летучая зола для бетона, строительных растворов и цемента] (In Viet).

⁵ TCVN 3115:2022 «Hardened concrete. Test method for density» [Затвердевший бетон. Метод испытания на плотность] (In Viet).

⁶ TCVN 3113:2022 «Hardened concrete. Test method for water absorption» [Затвердевший бетон. Метод испытания на водопоглощение] (In Viet).

⁷ TCVN 3118:2022 «Hardened concrete. Test method for compressive strength» [Затвердевший бетон. Метод испытания на прочность при сжатии] (In Viet).

⁸ TCVN 9029:2017 «Lightweight concrete. Foam concrete and non. Autoclaved concrete products. Specification» [Легкий бетон. Пенобетон и неавтоклавные бетонные изделия. Технические условия] (In Viet).

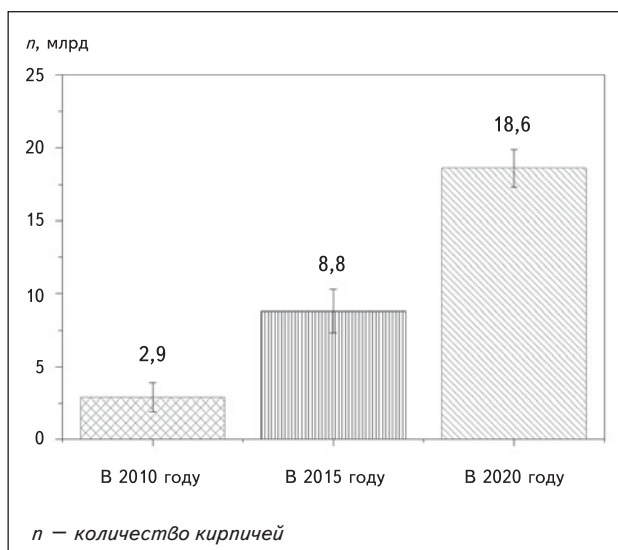


Рис. 4. Рост спроса на безобжиговый кирпич и стеновые блоки для жилищного строительства во Вьетнаме [1, 4]

штабный промышленный проект, направленный на отработку технологии производства безобжигового кирпича мощностью 15 млн условного кирпича в год [8].

Несмотря на положительные изменения, строительство с использованием «зеленых» технологий и экологически чистых строительных материалов все еще сталкивается со многими трудностями. Инвестиции в развитие производства некоторых видов материалов экономически невыгодны, так как масштабы их производства еще невелики [9].

В исследованиях [7, 10] изучался пенобетон, обладавший закрытой пористой структурой. В качестве сырьевых материалов для получения пенобетона, предназначенного для изготовления безобжигового кирпича, использовали цемент, мелкий заполнитель, активные минеральные добавки, воду и пенообразователь.

Как и в других странах, керамический кирпич, выпускаемый во Вьетнаме, имеет плотность в среднем порядка 1600 кг/м^3 , а кирпичи из пенобетона — не более 1000 кг/м^3 . Поэтому в зданиях из керамического кирпича давление стен на фундамент будет значи-

тельно выше, чем в случае использования для их сооружения более легкого пенобетона. Во Вьетнаме 28 апреля 2010 г. вышло решение правительства № 567/QĐ-ТТг, в котором говорится о том, что к 2020 г. кирпичи из легкого бетона должны будут заменить керамические кирпичи не менее, чем на 30–40 %, а в перспективе вообще отказаться от керамического кирпича при возведении стен и других элементов зданий и сооружений [4]. Согласно результатам проведенного анализа перспектив развития актуальных тенденций строительства во Вьетнаме на период с 2010 по 2020 гг. [1, 4], спрос на использование безобжигового кирпича и стеновых блоков из легких бетонов, в том числе и из пенобетона, с каждым годом характеризуется тенденцией к дальнейшему росту (рис. 4).

Кроме того, кирпичи и блоки из пенобетона имеют следующие преимущества [11, 12]:

- являются экологически чистыми, жаростойкими и долговечными;
- обладают высокой термостойкостью, незначитель-

ным водопоглощением и хорошими звукоизоляционными свойствами;

- существует возможность производства кирпичей и блоков разной геометрической формы с высокой точностью соблюдения размеров и ровности граней, благодаря чему получаются ровные стены, что ведет к снижению расходов на отделочные работы;
- упрощают строительство зданий и ввод их в эксплуатацию, удобно транспортировать.
- являются экономически выгодными.

Согласно вьетнамскому стандарту TCVN 1450:2009⁹ керамические кирпичи, используемые в несущих конструкциях, должны обладать прочностью при сжатии не менее 7,5 МПа и средней плотностью больше 1600 кг/м^3 .

В настоящее время кирпич из пенобетона с прочностью при сжатии 2,5–4,5 МПа и средней плотностью $230–960 \text{ кг/м}^3$ можно использовать для возведения ненесущих стен и перегородок, что приведет к уменьшению общей нагрузки на основание и фундамент объекта строитель-

Сравнение керамических и пенобетонных блоков [7]

Показатель	Пенобетонные блоки	Керамические блоки
Сырьевые материалы	Цемент, песок, золы-уноса, доменный шлак, добавки, вода, пенообразователь	Глина
Размеры, м	0,05×0,11×0,22	0,1×0,2×0,4
Плотность, кг/м^3	400–900	1200–1800
Прочность при сжатии, МПа	2,5–4,5	3,5–12,5
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,151	0,814
Понижение уровня звука, дБ	+ 43	+ 28
Предел огнестойкости, ч	4	1–2
Стоимость 1 м^3 , р.	2570	2240
Тенденция дальнейшего применения	Все больше	Все меньше

⁹ TCVN 1450: 2009 «Hollow clay bricks» [Пустотелые глиняные кирпичи]. (In Viet).

ва [13, 14]. Однако авторами публикаций было отмечено, что не удалось обнаружить исследований, изучающих возможность использования пенобетонных кирпичей взамен керамических для возведения несущих стеновых конструкций в многоэтажных зданиях.

Следовательно, дальнейшее исследование возможности использования кирпича из пенобетона с прочностью при сжатии более 7,5 МПа и средней плотностью менее 1000 кг/м³, как строительного материала для возведения несущих стеновых конструкций различной протяженности и этажности, будет отвечать насущным потребностям строительной отрасли Вьетнама [15].

Выводы

1. В целях содействия устойчивому развитию производства и применения эффективных, экологически чистых и энергосберегающих строительных матери-

лов Министерство строительства Вьетнама разработало стратегию развития производства строительных материалов на период 2021–2030 гг. и с ориентацией на 2050 г. [16]. Эта стратегия является важным инструментом, который направляет исследования по разработке таких материалов на обеспечение социально-экономической эффективности, экономию ресурсов и защиту окружающей среды.

2. В целях стимулирования производства и использования экологически чистых и энергосберегающих строительных материалов, должны быть приняты соответствующие стандарты, правила и технико-экономические нормы, касающиеся в том числе безобжигового кирпича и стеновых блоков из легкого бетона.

3. Больше внимания должно уделяться подготовке специалистов по проектированию и строительству зданий и сооружений с

использованием новых материалов, широкому распространению информации о положительных практических результатах такого строительства.

4. Необходимо инвестировать в обновление технологий производства рассмотренных строительных материалов и постепенно ликвидировать производственные базы с устаревшими технологиями, вызывающими загрязнение окружающей среды и имеющими низкую экономическую эффективность. Следует располагать производственные предприятия вблизи источников сырья, чтобы снизить транспортные расходы и стоимость производства строительных материалов.

5. Совокупность указанных мер будет способствовать дальнейшему развитию устойчивого производства и применения современных строительных материалов во Вьетнаме.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Circular No. 09/2012/TT-BXD. Regulations on the use of unburnt building materials in construction projects [Министерство строительства Вьетнама. Циркуляр № 09/2012/TT-BXD. Правила применения безобжиговых строительных материалов на объектах строительства]. Hanoi, November 28, 2012. Available at: <https://vanban.chinhphu.vn/default.aspx?pageid=27160&docid=165522> (accessed 21.07.2024). (In Viet.).
2. Lin K. D. Using unburnt construction bricks helps reduce environmental pollution [Использование безобжигового строительного кирпича помогает снизить загрязнение окружающей среды]. *Journal of Science and Development Economics*, 2018, no. 1, pp. 119–130. (In Viet.).
3. Зиен В. К., Лам Т. В., Баженова С. И. Возможность использовать кирпич из пенобетона вместо керамического в несущих конструкциях во Вьетнаме // *Материалы X Всерос. науч.-практ. конф. «Результаты современных научных исследований и разработок»* (Пенза, 27 августа 2020 г.). Пенза, 2020. С. 27–30.
3. Zien V. K., Lam T. V., Bazhenova S. I. The possibility of using foam concrete bricks instead of ceramic in load-bearing structures in Vietnam. *Materialy X Vseros. nauch.-prakt. konf. "Rezultaty sovremennykh nauchnykh issledovaniy i razrabotok"* [Materials of the X All-Russian Scientific and Practical Conference "Results of modern scientific research and development" (Penza, August 27, 2020)]. Penza, 2020, pp. 27–30. (In Russ.).
4. Decision No. 567/QD-TTg. Approve the master plan for development of construction materials in Vietnam until 2020 [Решение премьер-министра правительства Вьетнама № 567/QD-TTg. Утверждение генерального плана развития производства строительных материалов во Вьетнаме до 2020 г.]. Hanoi, April 28, 2010. Available at: <https://chinhphu.vn/default.aspx?pageid=27160&docid=94317> (accessed 21.07.2024). (In Viet.).
5. Available at: <https://bibliostroy.ru/building-material/bloki-stroitelnye/> (accessed 25.08.2023). (In Russ.).
6. Легкий бетон. URL: <https://kladembeton.ru/vidy/drugie/legkij-beton.html> (дата обращения: 25.08.2023).
6. *Lightweight concrete*. Available at: <https://kladembeton.ru/vidy/drugie/legkij-beton.html> (accessed 08.25.2023). (In Russ.).
7. Kuang L. V. Research on manufacturing geopolymer unburned bricks from Tan Rai Lam Dong red mud [Исследования по производству необожженных геополлимерных строительных кирпичей из красной глины карьера Тан Рай Лам Донг].

- Available at: https://ibst.vn/upload/documents/file_upload/15716302701.-Luan-an-TS-Quang.pdf (in Viet.).
8. Nam K. K., Zuong H. A. Raw materials and technology for producing unburnt construction materials – some test results [Сырье и технология получения безобжиговых строительных материалов – некоторые результаты испытаний]. *Geological Journal. Series A*, 2010, pp. 54–65. (In Viet.).
 9. Pérez-Peca A. M. Interlocking stabilised soil blocks in appropriate earth technologies in Uganda [Сцепленные блоки стабилизированного грунта в соответствующих технологиях обработки грунта в Уганде]. *United Nations Human Settlements Programme. Sustainable Buildings, Uganda, UN-HABITAT*, 2009. 42 p.
 10. Ким З. В., Чонг В. Д., Бинь Н. Б., Лам Т. В. Преимущества и недостатки пенобетона и газобетона // *Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Качество жизни: архитектура, строительство, транспорт, образование»*. (Иваново, 30–31 марта 2023 г.). Иваново, 2023. С. 124–128.
 10. Kim Z. V., Chong V. D., Bin' N. B., Lam T. V. Advantages and disadvantages of foam concrete and aerated concrete. *Materialy Mezhdunarodnoj nauch.-prakt. konf. «Kachestvo zhizni: arhitektura, stroitel'stvo, transport, obrazovanie»* [Materials of the International Scientific and Practical Conference. "Quality of life: architecture, construction, transport, education". (Ivanovo, March 30–31, 2023)]. Ivanovo, 2023, pp. 124–128. (In Russ.).
 11. Шахова Л. Д. Технология пенобетона. Теория и практика. М.: АСВ, 2010. 248 с.
 11. Shahova L. D. *Tekhnologiya penobetona. Teoriya i praktika* [Foam concrete technology. Theory and practice]. Moscow, ASV Publ., 2010. 248 p. (In Russ.).
 12. Бронзова М. К., Ватин Н. И., Гарифуллин М. Р. Конструкция каркасных зданий с применением монолитного пенобетона // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. 2015. № 1(28). С. 74–90.
 12. Bronzova M. K., Vatin N. I., Garifullin M. R. Construction of frame buildings using monolithic foam concrete. *Stroitel'stvo unikal'nyh zdaniy i sooruzhenij*, 2015, no. 1(28), pp. 74–90. (In Russ.).
 13. Zien V. K., Bazhenova S. I., Lam T. V. Overview of properties and foam concrete applications [Обзор свойств и применения пенобетона]. *National Conference on Earth Sciences and Resources with Sustainable Development (ERSD 2020)*. Hanoi, November 2020, pp. 81–90. (In Viet.).
 14. Применение легкого пенобетона в строительстве. URL: <https://sanbetong.vn/be-tong-bot-nhe-va-ung-dung/> (дата обращения: 25.08.2023).
 14. The use of lightweight foam concrete in construction. Available at: <https://sanbetong.vn/be-tong-bot-nhe-va-ung-dung/> (accessed 08.25.2023). (In Russ.).
 15. Dyk V. M. *Using waste in ceramic technology* [Использование отходов в керамической технологии]. Hanoi, 2010. 45 p. (In Viet.).
 16. Decision No. 1266/QĐ-TTg. Approving the Strategy for development of Vietnam's construction materials for the period 2021–2030, with a vision to 2050 [Решение премьер-министра правительства Вьетнама № 1266/QĐ-TTg. Утверждение Стратегии развития строительных материалов Вьетнама на период 2021–2030 гг. с перспективой до 2050 г.]. Hanoi, 2020.
Available at: <https://datafiles.chinhphu.vn/cpp/files/vbpq/2024/01/1266-ttg.pdf> (accessed 21.07.2024). (In Viet.).



«УРАЛ-ПРЕСС» – КОРПОРАТИВНАЯ ПОДПИСКА СО ВСЕМИ УДОБСТВАМИ

**Подписаться на журнал «Промышленное и гражданское строительство»
стало проще и удобнее:**

1. Скачайте подписной каталог на сайте www.ural-press.ru, в котором 20 000 российских и зарубежных изданий.
2. Отправьте заявку на подписку по факсу или электронной почте в ваше региональное подразделение «Урал-Пресс».
3. Все документы и выписанные издания курьер доставит вам в офис.

Подписка с «Урал-Пресс» – это:

- персональный менеджер
- доставка в первой половине дня лично в руки
- полный пакет отчетных документов ежемесячно
- подписка с любого месяца
- восстановление вышедших ранее изданий

Подробную информацию и контакты всех представительств «Урал-Пресс»
смотрите на сайте www.ural-press.ru.