

Stroitel'nye Materialy [Construction Materials]

ISSN 0585-430X (Print)
ISSN 2658-6991 (Online)

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ®

№ 11



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1955 г.

WWW.RIFSM.RU WWW.JOURNAL-CM.RU НОЯБРЬ 2024 г. (830)



КОМПЛЕКСНЫЕ ПОСТАВКИ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА:



Сухих строительных смесей на основе цемента и гипса



Гипсокартонных плит



Ремонтных растворов и гидроизоляционных систем



Архитектурных и специальных бетонов

Собственный научно-технический
центр, полномасштабная техническая
поддержка и индивидуальные решения!



+7 (812) 389 55 55

№ 21

рейтинг ICIS
в Европе

№ 49

рейтинг ICIS
в мире

www.utsrus.com

Учредитель: ООО РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ»,
Адрес: 125319, г. Москва, ул. Черняховского,
д. 9, корп. 1, кв. 1

Издатель: ООО РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ»
Адрес: 125319, г. Москва, ул. Черняховского,
д. 9, корп. 1, кв. 1

Свид. о регистрации ПИ № 77-1989
ISSN 0585-430X (Print) ISSN 2658-6991 (Online)

Входит в Перечень ВАК, РИНЦ,
Russian Science Citation Index

Адрес редакции: Россия, 127434, г. Москва,
Дмитровское ш., д. 9, стр. 3

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ®

№ 11

Основан в 1955 г.

(830) Ноябрь 2024 г.

Тел.: (499) 390-87-17

mail@rifsm.ru; www.rifsm.ru; www.journal-cm.ru

Сухие строительные смеси

С.В. АРАСПАНКИН, А.Ф. БУРЬЯНОВ

Ускоренное определение паропроницаемости и сопротивления паропроницанию

штукатурных и шпатлевочных материалов 4

Baltimix-2024 – возможно все! (Информация) 9

КНАУФ в Поволжье: успешное развитие производства

и импортозамещение продукции (Информация) 15

А.О. АДАМЦЕВИЧ, А.П. ПУСТОВГАР, Л.А. АДАМЦЕВИЧ

Исследование российского рынка материалов для аддитивного строительного производства 18

К.С. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ, Т.Б. НОВИЧЕНКОВА, В.Б. ПЕТРОПАВЛОВСКАЯ, М. АЛЬ-СВЕЙТИ

Перспективы применения переработанных топливных золошлаковых отходов гидроудаления

в сухих строительных смесях. Часть 2 25

Современные бетоны

Д.Н. КОРОТКИХ, В.А. ДОРФ, Д.Е. КАПУСТИН, Л.З. ЗЕЙД КИЛАНИ

Контроль качества укладки монолитного бетона в конструкции

с несъемной сталефибробетонной опалубкой 31

П.А. ФЕДОРОВ

Особенности ускоренной карбонизации бетонов на основе щелочно-щелочноземельных вяжущих 40

Технологии и оборудование

Р.Я. АХТЯМОВ

Разработки института УралНИИстром в области технологий и оборудования

для обогащения вермикулитовых руд и производства вспученного вермикулита 48

Результаты научных исследований

В.Г. ХОЗИН, Л.А. АБДРАХМАНОВА, Р.К. НИЗАМОВ

Разработка строительных материалов на основе поливинилхлорида и эпоксидных полимеров 55

ХАМЗА АБДУЛМАЛЕК КАЙС, Н.Н. МОРОЗОВА, О.В. ХОХРЯКОВ

Влияние гидрофобных и гидрофобно-кристаллических добавок на свойства комплексного

гипсоцементно-пуццоланового вяжущего 63

А.Ф. ГАЛКИН, В.Ю. ПАНКОВ, А.А. АДАМОВ

Сравнительный анализ формул для определения плотности снежного покрова 73

ТАНГ ВАН ЛАМ, ФАМ ДЫК ЛЫОНГ, ВО ДИНЬ ТРОНГ, Б.И. БУЛГАКОВ, С.И. БАЖЕНОВА

Ячеистый бетон переменной плотности из сырьевых материалов Вьетнама 79

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за достоверность приведенных сведений, точность данных по цитируемой литературе и за использование в статьях данных, не подлежащих открытой публикации. Редакция может опубликовать статьи в порядке обсуждения, не разделяя точку зрения автора. Перепечатка и воспроизведение статей, рекламных и иллюстративных материалов возможны лишь с письменного разрешения главного редактора. Редакция не несет ответственности за содержание рекламы и объявлений.

Founder of the journal: «STROYMATERIALY»
Address: 1, 9 Bldg. 1, Chernyakhovskogo Street,
 Moscow, 125319, Russian Federation
Publisher: «STROYMATERIALY»
 Advertising-Publishing Firm, OOO
Address: 1, 9 Bldg. 1, Chernyakhovskogo Street,
 Moscow, 125319, Russian Federation
 Registration certificate PI № 77–1989
ISSN 0585-430X (Print) ISSN 2658-6991 (Online)
 Included in the list of journals of the Higher
 Attestation Commission (Russia),
 Russian Science Citation Index
Editorial address: 9/3 Dmitrovskoye Highway,
 127434, Moscow, Russian Federation

Monthly scientific-technical and industrial journal
STROITEL'NYYE
MATERIALY® № 11
 Founded in 1955 (830) November 2024

Tel.: (499) 390-87-17 mail@rifsm.ru; www.rifsm.ru; www.journal-cm.ru

Dry building mixes

S.V. ARASLANKIN, A.F. BURYANOV

**Quick Determination of Water Vapor Permeability and Water Vapor Resistance
 of Plasters and Putties** 4

Baltimix-2024 – Anything is Possible! (Information) 9

**KNAUF in the Volga Region: Successful Development of Production
 and Import Substitution of Products (Information)** 15

A.O. ADAMTSEVICH, A.P. PUSTOVGAR, L.A. ADAMTSEVICH

Research of the Russian Market of Materials for Additive Manufacturing in Construction 18

K.S. PETROPAVLOVSKII, T.B. NOVICHENKOVA, V.B. PETROPAVLOVSKAYA, M. AL-SWEITY

Prospects for the Bottom Ash from Hydraulic Removal use if in Dry Building Mixtures. Part 2 25

Modern concretes

D.N. KOROTKIKH, V.A. DORF, D.E. KAPUSTIN, L.Z. ZEID KILANI

**Quality Control of Monolithic Concrete Placement in a Structure
 with a Non-Removable Steel-Fiber Concrete Formwork** 31

P.A. FEDOROV

Features of Accelerated Carbonization of Concrete Based on Alkaline-Alkaline Earth Binders 40

Technologies and equipment

R.Ya. AKHTYAMOV

**Developments of the UralNIIStrom Institute in the Field of Technologies and Equipment
 for Enrichment of Vermiculite Ores and Production of Expanded Vermiculite** 48

Results of scientific research

V.G. KHOZIN, L.A. ABDRAKHMANOVA, R.K. NIZAMOV

Development of Building Materials Based on Polyvinyl Chloride and Epoxy Polymers 55

H.A. QAIS, N.N. MOROZOVA, O.V. KHOKHRYAKOV

**Influence of Hydrophobic and Crystalline Additives on the Properties
 of Complex Gypsum-Cement-Pozzolanic Binder** 63

A.F. GALKIN¹, V.Yu. PANKOV, A.A. ADAMOV

Analysis of Formulas for Determination of Snow Cover Density 73

TANG VAN LAM, PHAM DUC LUONG, VO DINH TRONG, B.I. BULGAKOV, S.I. BAZHENOVA

Cellular Concrete with Variable Density from Vietnam Raw Materials 79

The authors of published materials are responsible for the accuracy of the submitted information, the accuracy of the data from the cited literature and for using in articles data which are not open to the public. The Editorial Staff can publish the articles as a matter for discussion, not sharing the point of view of the author. Reprinting and reproduction of articles, promotional and illustrative materials are possible only with the written permission of the editor-in-chief. The Editorial Staff is not responsible for the content of advertisements and announcements.

Главный редактор:

ЮМАШЕВА Е.И.,

инженер-химик-технолог, почетный строитель России

Председатель редакционного совета:

РЕСИН В.И.,

д-р экон. наук, профессор, академик РААСН (Москва)

АЙЗЕНШТАДТ А.М.,

д-р хим. наук, профессор (Архангельск)

БУРЬЯНОВ А.Ф.,

д-р техн. наук, директор Российской
гипсовой ассоциации (Москва)

ВЕРЕЩАГИН В.И.,

д-р техн. наук, профессор (Томск)

ГОРИН В.М.,

канд. техн. наук, президент Союза производителей керамзита
и керамзитобетона (Самара)

ЕРОФЕЕВ В.Т.,

д-р техн. наук, профессор, академик РААСН (Москва)

КОРОЛЕВ Е.В.,

д-р техн. наук, профессор (Санкт-Петербург)

КОТЛЯР В.Д.,

д-р техн. наук, профессор (Ростов-на-Дону)

ЛЕОНОВИЧ С.Н.,

д-р техн. наук, профессор (Беларусь)

ЛЕСОВИК В.С.,

д-р техн. наук, профессор, член-корреспондент РААСН (Белгород)

МУРТАЗАЕВ С.-А.Ю.,

д-р техн. наук, профессор (Грозный)

НЕДОСЕКО И.В.,

д-р техн. наук (Уфа)

ПИЧУГИН А.П.,

д-р техн. наук, профессор (Новосибирск)

ПУХАРЕНКО Ю.В.,

д-р техн. наук, профессор,
член-корреспондент РААСН (Санкт-Петербург)

РУДАКОВ О.Б.,

д-р хим. наук, профессор (Воронеж)

СТРОКОВА В.В.,

д-р техн. наук, советник РААСН (Белгород)

ТРАВУШ В.И.,

д-р техн. наук, академик РААСН (Москва)

ФЕДОСОВ С.В.,

д-р техн. наук, профессор, академик РААСН (Москва)

ФИШЕР Х.-Б.,

доктор-инженер (Германия)

ХОЗИН В.Г.,

д-р техн. наук, профессор (Казань)

ШЕБЛ С.М.,

д-р наук, профессор (Египет)

ШТАКЕЛЬБЕРГ Д.И.,

д-р техн. наук, профессор (Израиль)

ЯКОВЛЕВ Г.И.,

д-р техн. наук, профессор (Ижевск)

Editor-in-chief

YUMASHEVA E.,

engineer-chemist-technologist, Honorary Builder of Russia

Chairman of Editorial Board

RESIN V.,

Doctor of Science (Economy), Professor (Moscow)

AYZENSHTADT A.,

Doctor of Sciences (Chemistry), Professor (Arkhangelsk)

BURYANOV A.,

Doctor of Science (Engineering), Director of the Russian Association
of gypsum (Moscow)

EROFEEV V.,

Doctor of Science (Engineering), Professor, Academician of RAACS
(Moscow)

FEDOSOV S.,

Doctor of Science (Engineering), Professor, Academician of RAACS
(Moscow)

FISHER H.-B.,

Doctor-Engineer (Germany, Weimar)

GORIN V.,

Candidate of Science (Engineering), President of the Union of Haydite
and Haydite Concrete Producers (Samara)

KHOZIN V.,

Doctor of Science (Engineering), Professor (Kazan)

KOROLEV E.,

Doctor of Science (Engineering), Professor (St. Petersburg)

KOTLYAR V.,

Doctor of Science (Engineering), Professor (Rostov-on-Don)

LEONOVICH S.,

Doctor of Science (Engineering), Professor (Belarus, Minsk)

LESOVIK V.,

Doctor of Science (Engineering), Corresponding Member of RAACS
(Belgorod)

MURTAZAEV S.-A.,

Doctor of Science (Engineering), Professor (Grozniy)

NEDOSEKO I.,

Doctor of Science (Engineering) (Ufa, Bashkortostan)

PICHUGIN A.,

Doctor of Science (Engineering), Professor, Member of the Russian
Academy of Natural Science (Novosibirsk)

PUKHARENKO Yu.,

Doctor of Science (Engineering), Professor (St. Petersburg)

RUDAKOV O.B.,

Doctor of Sciences (Chemistry), professor (Voronezh)

SHEBL S.M.,

Doctor of Science, Professor (Egypt)

SHTACKELBERG D.,

Doctor of Science (Engineering), Professor (Israel)

STROKOVA V.

Doctor of Science (Engineering), Advisor of RAACS (Belgorod)

TRAVUSH V.,

Doctor of Science (Engineering), academician of RAACS (Moscow)

VERESHCHAGIN V.,

Doctor of Science (Engineering), Professor (Tomsk)

YAKOVLEV G.,

Doctor of Science (Engineering), Professor (Izhevsk)

УДК 666.973.6

DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2024-830-11-79-86>

ТАНГ ВАН ЛАМ¹, канд. техн. наук, преподаватель-исследователь (tangvanlam@humg.edu.vn),
ФАМ ДЫК ЛЫОНГ¹, магистр (luong100x@gmail.com),
ВО ДИНЬ ТРОНГ¹, студент (vodinhtrong2611@gmail.com);
Б.И. БУЛГАКОВ², канд. техн. наук, доцент (BulgakovBI@mgsu.ru);
С.И. БАЖЕНОВА², канд. техн. наук, доцент (BazhenovaSI@mgsu.ru)

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

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

Ячеистый бетон переменной плотности из сырьевых материалов Вьетнама

Проанализированы существующие способы получения ячеистых бетонных изделий с вариатропной структурой. Выявлено, что каждому из них присущи свои достоинства и недостатки. Разработана новая технология получения ячеистых бетонов переменной плотности, позволяющая изготавливать во Вьетнаме из местных сырьевых материалов строительные изделия, обладающие высокими эксплуатационными характеристиками и отвечающие современным требованиям по энергоэффективности и долговечности. По результатам испытаний установлено, что в возрасте твердения 28 сут средняя плотность в сухом состоянии и в состоянии нормальной влажности находится в пределах соответственно 1085–1608 и 960–1517 кг/м³. Прочностные испытания показали, что разработанный бетон достигает на 28-е сут твердения среднего значения прочности при сжатии 13,5–25,4 МПа. Можно заключить, что использованное в рецептуре сочетание пено- и газообразующих компонентов позволило получить ячеистый бетон с анизотропной структурой, обладающий требуемыми показателями по прочности при сжатии и средней плотности во влажном состоянии, который будет востребован во Вьетнаме при строительстве объектов различного назначения.

Ключевые слова: ячеистый бетон, пенобетонная масса, переменная плотность, пеногазотехнология, перфорированная форма.

Работа выполнялась при поддержке гранта потенциальным студенческим научно-исследовательским проектам Ханойского горно-геологического университета № ТН2024-02 (Вьетнам).

Для цитирования: Танг Ван Лам, Фам Дык Лыонг, Во Динь Тронг, Булгаков Б.И., Баженова С.И.

Ячеистый бетон переменной плотности из сырьевых материалов Вьетнама // *Строительные материалы*. 2024. № 11. С. 79–86.

DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2024-830-11-79-86>

TANG VAN LAM¹, Candidate of Sciences (Engineering), Lecturer-Researcher (tangvanlam@humg.edu.vn),

PHAM DUC LUONG¹, Master (luong100x@gmail.com),

VO DINH TRONG¹, Student (vodinhtrong2611@gmail.com);

B.I. BULGAKOV², Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor (BulgakovBI@mgsu.ru),

S.I. BAZHENOVA², Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor (BazhenovaSI@mgsu.ru)

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

² National Research Moscow State University of Civil Engineering (26, Yaroslavskoe Highway, Moscow, 129337, Russian Federation)

Cellular Concrete with Variable Density from Vietnam Raw Materials

The existing methods of obtaining cellular concrete products with a variatropic structure are analyzed. It is revealed that each of them has its own advantages and disadvantages. A new technology for the production of cellular concretes of variable density has been developed, which makes it possible to manufacture construction products in Vietnam from local raw materials with high performance characteristics and meeting modern requirements for energy efficiency and durability. According to the test results, it was found that at the hardening age of 28 days, the average density in the dry state and in the state of normal humidity is in the range of 1085–1608 and 960–1517 kg/m³, respectively. Strength tests have shown that the developed concrete reaches an average compressive strength of 13.5–25.4 MPa on the 28th day of hardening. It can be concluded that the combination of foam and gas-forming components used in the formulation made it possible to obtain cellular concrete with an anisotropic structure, having the required indicators of compressive strength and average density in a wet state, which will be in demand in Vietnam during the construction of facilities for various purposes.

Keywords: cellular concrete, foam concrete mass, variable density, foam gas technology, perforated form.

The work was carried out with the support of a grant to potential student research projects of Hanoi Mining and Geological University No. TN2024-02 (Vietnam).

For citation: Tang Van Lam, Pham Duc Luong, Vo Dinh Trong, Bulgakov B.I., Bazhenova S.I. Cellular concrete with variable density from Vietnam raw materials. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2024. No. 11, pp. 79–86. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2024-830-11-79-86>

Легкий бетон широко используется в строительстве во многих странах мира [1, 2]. Ячеистые бетоны конструкционно-теплоизоляционного назначения получили широкое распространение для производства строительных изделий, используемых в качестве несущих элементов малоэтажных зданий, а также для

устройства ограждающих конструкций и перегородок в многоэтажных гражданских и промышленных зданиях и высотных сооружениях [2, 3].

В настоящее время важной задачей является получение изделий из легких бетонов, обладающих требуемыми и стабильными эксплуатационными по-

казателями и высокими теплоизоляционными свойствами. Для достижения этой цели необходимы новые технологические приемы, в том числе позволяющие получать изделия с вариатропной по плотности структурой [4].

Ячеистый бетон является экономичным и экологически чистым конструкционным материалом, который способен обеспечить хорошую тепло- и звукоизоляцию строительных конструкций, а также их огнестойкость и устойчивость к воздействию насекомых, что очень актуально в условиях влажного и жаркого климата Вьетнама [3, 4].

В настоящее время существует несколько технологий получения ячеистого бетона с переменной по плотности структурой (рис. 1). Однако все они не гарантируют удаления лишней воды при формировании ячеистой структуры [3].

В статье рассмотрены некоторые технологии производства вариатропных ячеистых бетонов и предложен новый одностадийный способ получения изделий из подобных бетонов переменной плотности, позволяющий решить проблему удаления избытка воды в процессе формирования ячеистой структуры и заключающийся в перемешивании сырьевых компонентов до получения однородной газобетонной массы, ее заливке в перфорированную форму, внутреннего перемешивания которой предварительно застелена нетканым материалом, закрытии формы крышкой, с последующим твердением массива и распалубкой формы.

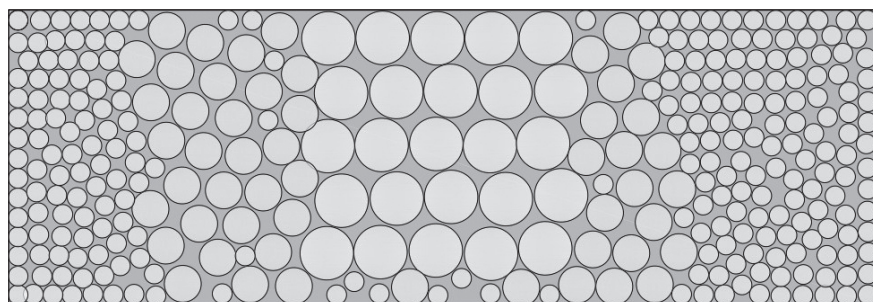


Рис. 1. Вариатропная структура ячеистого бетона
Fig. 1. Variotropic structure of cellular concrete



Рис. 2. Выход уложенной пенобетонной смеси за границы форм в результате продолжающегося роста объема пеномассы, приводящего к снижению качества пенобетона
Fig. 2. Exit of the laid foam concrete mixture beyond the boundaries of the molds as a result of the continuing increase in the volume of foam mass, leading to a decrease in the quality of the foam concrete



Некоторые технологии получения вариатропных ячеистых бетонов

Авторы патента RU 2243190 предложили способ получения ячеистых бетонных изделий с вариатропной структурой по следующей методике: сначала пенобетонную смесь заливают в форму до 90% ее высоты. Затем в поверхностный слой пенобетонной смеси на глубину до 50% его высоты добавляют еще пену и перемешивают полученную массу, постепенно добавляя в ее поверхностный слой цемент, благодаря чему достигается большая плотность поверхностного слоя по сравнению с внутренней областью пенобетонного массива. В результате после затвердевания можно получить пенобетон вариатропной структуры со средней плотностью от 500 до 600 кг/м³ и прочностью при сжатии от 1,5 до 5 МПа [2].

Недостатком этого метода является то, что заливка ингредиентов сырьевой композиции в форму осуществляется в два этапа [5]. Кроме того, процесс механического перемешивания пенобетонной смеси требует увеличенного водоцементного отношения, что снижает свойства получаемого пенобетона (рис. 2).

Также еще используется следующий способ получения вариатропного ячеистого бетона, заключающийся в формировании изделия переменной по плотности структуры в закрытой форме с перфорированными поверхностями. Перед заливкой формовочной смеси поддон, борта и крышку формы с большим индексом перфорации выстилают

полиэтиленовой пленкой. После заполнения формы сырьевой композицией при необходимости ее подвергают вибрационному воздействию [6–8].

К недостаткам этого метода можно отнести то, что выстилающий форму материал является одноразовым, это увеличивает финансовые затраты на получение изделий из ячеистого бетона вариатропной структуры.

Предлагаемая технология получения ячеистого бетона переменной плотности

Для получения ячеистых бетонов была разработана пеногазотехнология с использованием формовочной смеси, состоящей из минерального вяжущего, мелкого заполнителя, воды, пенообразователя и газообразователя и регуляторов процессов газообразования. Технология получения образцов заключалась в следующем: формовочная смесь, состоящая из вышеперечисленных компонентов, приготавливалась в быстроходном

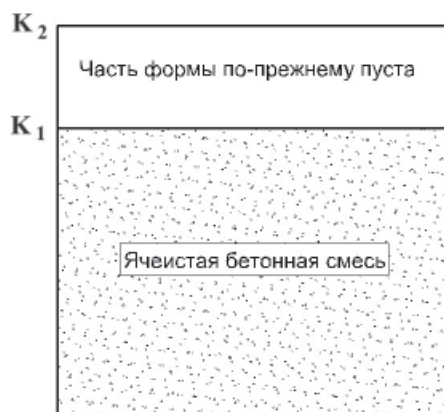


Рис. 3. Коэффициент заполнения формы – K_f
Fig. 3. The mold-filling coefficient – K_f

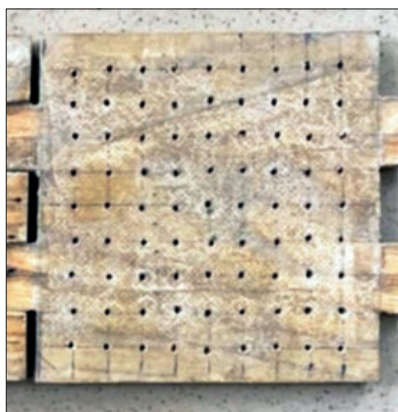


Рис. 4. Перфорированная форма для получения ячеистого бетона переменной плотности
Fig. 4. Perforated form for obtaining cellular concrete with variable density



Рис. 5. Образцы-кубы размером 150×150×150 мм из ячеистого бетона и их внутренняя структура переменной плотности, видимая на поперечном распиле
Fig. 5. Cube samples 150×150×150 mm in size from cellular concrete and their internal structure of variable density, which is visible on the cross-section

смесителе, после чего загружалась в перфорированную форму с различным коэффициентом заполнения: $K_3 = K_1/K_2$, где K_1 – объем формовочной массы; K_2 – общий объем формы (рис. 3) [5, 6, 9].

Для получения образцов с целью оценки характера пористости ячеистых бетонов использовались кубические формы с внутренними размерами 150×150×150 мм и с перфорированными стенками (рис. 4), обладающие различным индексом перфорации и размером отверстий. За индекс перфорации принималось отношение суммарной площади отверстий перфорированной поверхности формы к общей площади поверхности формы [7, 8, 10].

Формирование ячеистой структуры бетона протекает в изобарно-изохорных условиях. В начальный период при неполном заполнении формы подвспененной формовочной смесью происходит дополнительное увеличение ее объема за счет выделения водорода – продукта взаимодействия алюминиевой пудры и цемента в присутствии регулятора газообразования – гидроксида натрия. До момента полного заполнения объема формы процесс образования ячеистой структуры бетона протекает в изобарном режиме. При этом через отверстия в стенках формы последовательно удаляются газовая и жидкая фазы с дальнейшей коагуляцией мелким заполнителей отверстий перфорации в стенках формы, что приводит к повышению давления внутри

твердеющего ячеистого бетона и уплотнению его внешних слоев.

К достоинству предложенного способа следует отнести удаление значительной части избыточной формовочной воды до начала активного протекания гидратационных процессов, что обеспечивает уплотнение внешних слоев и формирование более плотной структуры минеральной матрицы (рис. 5).

Кроме того, предлагаемая технология получения ячеистых бетонов переменной плотности позволяет существенно снизить время предварительной выдержки и, как следствие, ускорить процесс получения готовых изделий.

Материалы

Для получения ячеистого бетона переменной плотности использовались следующие сырьевые материалы:

– портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н производства завода «Хоанг Тхач» (Ц), соответствующий требованиям ГОСТ 31108–2020 «Цементы общестроительные. Технические условия», с истинной плотностью 3,15 г/см³, нормальной густотой цементного теста 29,5% и пределом прочности при сжатии в возрасте 3 сут – 27,2 МПа и в возрасте 28 сут – 46,1 МПа;

– низкокальциевая зола-уноса ТЭС «Вунг Анг» (ЗУ) класса F (рис. 6, а), которая соответствовала требованиям ГОСТ 25818–2017 «Золы-уноса тепло-

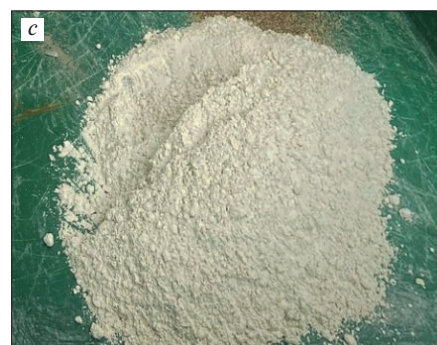
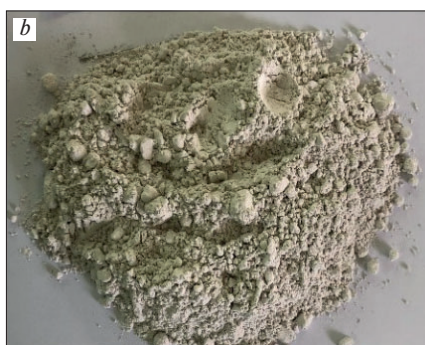


Рис. 6. Зола-уноса ТЭС «Вунг Анг» (а); тонкомолотый доменный шлак металлургического завода «Хоа Фат» (b) и керамический порошок «ТОТО» (с)
Fig. 6. Fly ash from the Vung Ang thermal power plant (a); blast furnace slag from the Hoa Phat metallurgical plant (b) and TOTO ceramic powder (c)

вых электростанций для бетонов. Технические условия»;

– тонкомолотый доменный шлак (ДШ) металлургического завода «Хоа Фат» (рис. 6, b);

– керамический порошок «ТОТО» (КП) с размером частиц 0,1–0,5 мм (рис. 6, c), который образуется в результате дробления брака при производстве сантехнических керамических изделий, таких как умывальники, ванны и унитазы на заводе «ТОТО» (Донг Ань – Ханой);

– кварцевый речной песок реки Ло (П) в качестве мелкого заполнителя с истинной плотностью 2,65 г/см³ и размером частиц от 0,14 мм до 1,25 мм. Гранулометрический состав использованного песка приведен в табл. 1;

– поликарбоксилатный суперпластификатор SR 5000F (SR5000) производства фирмы «Silk Road» (Вьетнам) с плотностью водного раствора 1,1 г/см³ при температуре 20±5°C. Это суперпластификатор типа G, который соответствует требованиям вьетнамского стандарта TCVN 8826:2011;

– вода (В), использованная для приготовления ячеистой бетонной смеси и активирующего щелочного раствора, соответствующая требованиям ГОСТ 23732–2011 «Вода для бетонов и строительных растворов. Технические условия» и TCVN 4506:2012 и имела pH=7,5;

– раствор гидроксида (NaOH), соответствующего ГОСТ 4328–77 «Реактивы. Натрия гидроокись. Технические условия», с плотностью 1,45±0,01 г/см³ и концентрацией 5 моль/л;

– алюминиевая пудра (АП) по ГОСТ 5494–95 «Пудра алюминиевая. Технические условия» (рис. 7);

– пенообразователь EABASSOC (Пе) в виде водного раствора плотностью 1,02 г/см³ (рис. 8). Стабильность образующейся пены оценивали по результатам



Рис. 7. Алюминиевая пудра
Fig. 7. Aluminum powder

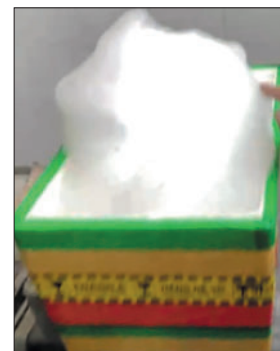


Рис. 8. Пенообразователь EABASSOC
Fig. 8. Foaming agent EABASSOC

Таблица 1
Table 1

Гранулометрический состав песка
The particle size distribution of sand

Размеры отверстий контрольных сит, мм	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14
Частные остатки на контрольных ситах, %	0	0	0,83	14,23	73,2	6,28
Полные остатки на контрольных ситах, %	0	0	0,83	15,06	88,26	94,54

проведения следующих испытаний: 2,5%-й водный раствор пенообразователя объемом 100 мл помещали в чашку из нержавеющей стали объемом 300 мл и перемешивали высокоскоростной лопастной мешалкой в течение 10 мин при 10000 об/мин. Затем образовавшуюся пену переносили в мерную колбу объемом 200 мл и сразу измеряли ее объем, после чего последовательно измеряли объем пены спустя 1, 2 и 3 ч после ее получения [11, 12]. Согласно [13, 14] стабильность пены рассчитывали по формуле:

$$\text{Стабильность пены} = \frac{\text{объем пены, мл}}{100, \text{ мл}} \cdot 100\%. \quad (1)$$

Методы

Состав ячеистой бетонной смеси рассчитывали методом абсолютных объемов с последующей корректировкой по результатам экспериментальных испытаний.

Показатели внутреннего и наружного слоев полученного ячеистого бетона определяли на образцах-кубах размером 70×70×70 мм, которые выпиливали из образцов-кубов размером 150×150×150 мм, полученных по разработанной технологии, описанной выше (рис. 9).

Нормальную влажность в возрасте твердения 28 сут определяли в соответствии с вьетнамским стандартом TCVN 9030:2017.

Среднюю плотность в сухом состоянии и в состоянии нормальной влажности, в возрасте твердения 28 сут определяли в соответствии с ГОСТ 12730.1–2020 «Бетоны. Методы определения плотности».

Прочность при сжатии внутреннего и наружного слоев в возрасте твердения 7, 14 и 28 сут определяли по ГОСТ 10180–2012 «Методы определения прочности по контрольным образцам». Испытания проводили с помощью универсальной испытательной установки «ADVANTEST 9» фирмы CONTROLS (Италия). Скорость нагружения составляла 500 Н/с.

Приготовление ячеистой бетонной смеси

Требовалось рассчитать состав сырьевой смеси, позволяющей получить ячеистый бетон, обладающий прочностью при сжатии в возрасте твердения 28 сут от 10 до 25 МПа и средней плотностью в состоянии нормальной влажности в пределах 1600 кг/м³.

Требуемую массу алюминиевой пудры ($m_{ап}$) рассчитывали по формуле [15, 16]:

$$m_{ап} = \frac{\text{объем выделяющегося газа, л}}{1050}, \text{ кг.} \quad (2)$$

На основании проведенных расчетов и используя предварительные экспериментальные результаты, был установлен оптимальный состав сырьевой сме-



Рис. 9. Образцы-кубы размером 70×70×70 мм, выпиленные из наружного и внутреннего слоев образцов-кубов ячеистого бетона размером 150×150×150 мм

Fig. 9. Cube samples with a size of 70×70×70 mm, sawn from the outer and inner layers of cellular concrete cube samples with a size of 150×150×150 mm

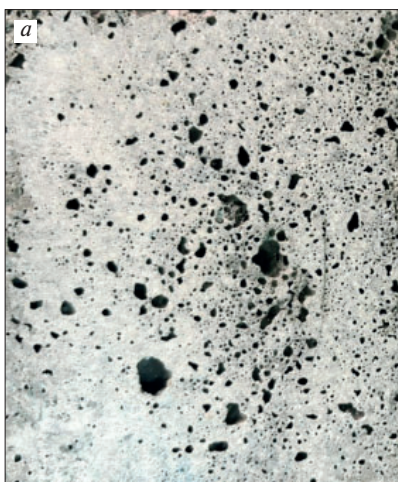
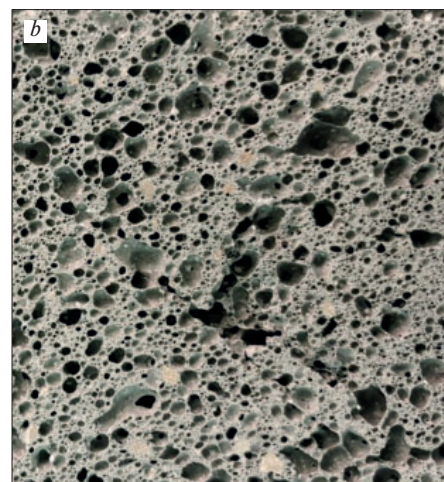


Рис. 10. Поверхности образцов ячеистых бетонов, разрушенных в результате прочностных испытаний: а – поверхность разрушенного образца ячеистого бетона; б – поверхность разрушенного образца газобетона на портландцементе

Fig. 10. Surfaces of cellular concrete samples destroyed as a result of strength tests: а – surface of the destroyed sample of cellular concrete; б – surface of the destroyed sample of aerated concrete on Portland cement



си для получения ячеистого бетона, который приведен в табл. 2.

Результаты

Полученные экспериментальные результаты испытаний образцов ячеистого бетона разработанного состава, полученного из сырьевых материалов Вьетнама, приведены в табл. 3.

Результаты испытаний, представленные в табл. 3, показали, что у полученного ячеистого бетона из сырьевых материалов Вьетнама в возрасте твердения 28 сут показатели средней плотности в сухом

Таблица 2
Table 2

Состав сырьевой смеси для получения ячеистого бетона
The composition of the raw material mixture for the production of cellular concrete

Содержание сырьевых компонентов, кг, в 1 м ³ бетонной смеси										Расчетная средняя плотность бетонной смеси, кг/м ³
Ц	ЗУ	ДШ	КП	П	SR5000	В	Раствор NaOH	АП	Пе	
474	95	47	47	640	6,64	265	10	0,5	9,7	1594,84

Таблица 3
Table 3Результаты испытаний образцов ячеистого бетона
The test results of samples of cellular concrete

Показатели	Ячеистый бетон			
	В наружном слое		Во внутреннем слое	
	Среднее значение	Стандартное отклонение	Среднее значение	Стандартное отклонение
Средняя плотность в состоянии нормальной влажности в возрасте твердения 28 сут, кг/м ³	1517	4,5	1085	5,5
Средняя плотность в сухом состоянии в возрасте твердения 28 сут, кг/м ³	1281	3,5	960	4
Прочность при сжатии, МПа:				
7 сут	16,8	2	7,2	1,4
14 сут	20,4	2,1	9	1,2
28 сут	25,4	2,3	13,5	1,1

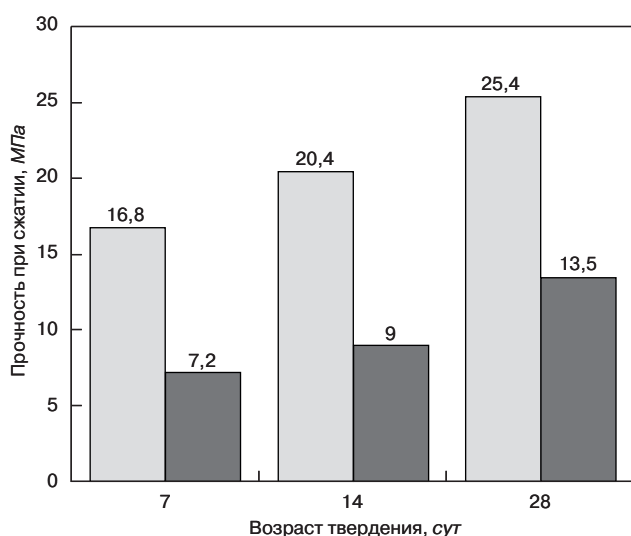


Рис. 11. Зависимость прочности при сжатии образцов ячеистого бетона от времени твердения: □ – в наружном слое; ■ – во внутреннем слое
Fig. 11. Dependence of compressive strength of cellular concrete samples on hardening time: □ – in the outer layer; ■ – in the inner layer

состоянии и в состоянии нормальной влажности находятся в пределах соответственно 1085–1608 и 960–1517 кг/м³, и в соответствии с вьетнамским стандартом TCVN 9029:2017 [17] он относится к легким бетонам со средней плотностью от 800 до 1800 кг/м³.

Фотографии поверхности ячеистых бетонных образцов, разрушенных в результате прочностных испытаний, представлены на рис. 10. На них видно, что у ячеистых бетонных образцов (рис. 10, а) по сравнению с газобетоном на портландцементе (рис. 10, б) при сопоставимом расходе алюминиевой пудры наблюдаются неравномерно распределенные поры и более крупные в средней части, что можно объяснить большим газообразованием в результате удаления значительной части избыточной формовочной воды до начала активного протекания гидратационных процессов, это обеспечивает уплотнение внешних слоев и формирование более плотной структуры их минеральной матрицы [15, 18].

Результаты прочностных испытаний, представленные в табл. 3, свидетельствуют, что разработанный ячеистый бетон из сырьевых материалов Вьетнама достиг на 28-е сут твердения среднего значения прочности при сжатии в диапазоне 13,5–25,4 МПа, это соответствует заданному значению показателя от 10 до 25 МПа.

Из результатов эксперимента видно, что наружные слои образцов ячеистого бетона имеют более плотную структуру и меньшее количество сотовых пустот, поэтому их прочность при сжатии в указанные сроки твердения бетона значительно выше, чем во внутреннем слое. Например, в возрасте 28 сут твердения прочность при сжатии бетона внешнего слоя составляет 25,4 МПа, в то время как у бетона внутреннего слоя лишь 13,5 МПа (рис. 11). Поэтому можно считать, что использованное сочетание пено- и газообразующих компонентов позволило получить ячеистый бетон с анизотропной структурой, обладающий требуемыми показателями по прочности при сжатии и средней плотности во влажном состоянии [19].

Анализируя данные рис. 11, можно заключить, что прочность в возрасте 7 и 14 сут составляет соответственно примерно 66 и 80% от 28-сут показателей для внешнего слоя образцов и соответственно 53 и 67% для внутреннего слоя образцов ячеистого бетона.

Выводы

В настоящее время существует несколько способов получения ячеистых бетонов анизотропной структуры, каждому из которых присущи свои достоинства и недостатки.

У ячеистого бетона разработанного состава, полученного из сырьевых материалов Вьетнама, в возрасте твердения 28 сут средняя плотность в сухом состоянии и в состоянии нормальной влажности находилась в пределах соответственно 1085–1608 и 960–1517 кг/м³.

Прочность при сжатии внешнего слоя образцов разработанного ячеистого бетона с анизотропной

структурой во все исследованные сроки его твердения значительно выше, чем в их внутреннем слое, и в 28-сут возрасте составляет 25,4 МПа, в то время как у бетона внутреннего слоя лишь 13,5 МПа.

Прочность при сжатии в возрасте твердения 7 и 14 сут составляет соответственно примерно 66 и 80% от 28-сут прочности для внешнего слоя и соответственно 53 и 67% для внутреннего слоя образцов разобранного ячеистого бетона.

Поэтому можно считать, что использованное сочетание пено- и газообразующих компонентов позволило получить ячеистый бетон с анизотропной структурой, обладающий требуемыми показателями по прочности при сжатии и средней плотности во влажном состоянии, который будет востребован во Вьетнаме при строительстве объектов различного назначения.

Список литературы / References

1. Большаков В.И., Мартыненко В.А. Технологические аспекты производства мелкоштучных ячеисто-бетонных изделий из ячеистого бетона неавтоклавного твердения. Киев: НИИСМИ. Строительные материалы и изделия, 2002. С. 13–15.
1. Bolshakov V.I., Martynenko V.A. Tekhnologicheskie aspekty proizvodstva melkoshtuchnykh yacheistobetonnykh izdelii iz yacheistogo betona neavtoklavogo tverdeniya [Technological aspects of the production of small-piece cellular concrete products from non-autoclaved cellular concrete]. Kyiv. NIISMI. Construction materials and products. 2002, pp. 13–15. (In Russian).
2. Патент RU 2243190. Способ изготовления вариатропных ячеисто-бетонных изделий / Королев А.С., Волошин Е.А., Трофимов Б.Я., Шаимов М.Х., Кузьменко С.А. Заявл. 02.06.2003. Оpubл. 27.12.2004.
2. Patent RU 2243190. Sposob izgotovleniya variatropnykh yacheistobetonnykh izdelii [Method of manufacturing variotropic cellular concrete products]. Korolev A.S., Voloshin E.A., Trofimov B.Ya., Shaimov M.H., Kuzmenko S.A. Applied 06.02.2003. Published 12.27.2004. (In Russian).
3. Tăng Văn Lâm, Nguyễn Đình Trinh, Vũ Kim Diên, Nguyễn Bá Bình (2023), Bê tông bọt-khí dị hướng, Hội Nghị khoa học thường niên năm 2023 – Trường Đại học Thủy lợi, Hà Nội, tháng 11 năm 2023. Tr. 99–101. (Foam concrete-anisotropic gas, Annual Scientific Conference 2023. Thuy Lê University, Ha Noi, November 2023, pp. 99–101). (In Vietnamese).
4. Ву Ким Зиен. Ячеистые бетоны с использованием плазмомодифицированного доменного шлака: Дис. ... канд. техн. наук. М., 2023. 168 с.
4. Wu Kim Zien. Cellular concrete using plasma-modified blast furnace slag. Dis. Candidate of Sciences (Engineering). Moscow. 2023. 168 p. (In Russian).
5. Ткаченко Т.Ф., Перцев В.Т. Совершенствование технологии неавтоклавных пенобетонов. *Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура*. 2011. № 4. С. 243–250.
6. Tkachenko T.F., Pertsev V.T. Improving the technology of non-autoclaved foam concrete. *Nauchnyi vestnik of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture*. 2011. No. 4, pp. 243–250. (In Russian).
6. Miryuk O. Formation of structure magnesium foamed concrete. *International Journal of Civil Engineering*. 2017. Vol. 6. Iss. 2, pp. 1–10.
7. Чернов А.Н. Ячеистый бетон переменной плотности. М.: Стройиздат, 1972. 128 с.
7. Chernov A.N. Yacheisty beton peremennoi plotnosti [Cellular concrete of variable density]. Moscow: Stroyizdat. 1972. 128 p.
8. Кара К.А., Шорстов Р.А. Приемы создания газобетона с вариатропной структурой. *Сб. докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2019. Белгород. С. 23–28.
8. Kara K.A., Shorstov R.A. Techniques for creating aerated concrete with a variable structure. *Collection reports of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 65th anniversary of BSTU named after V.G. Shukhov*. Belgorod. 2019, pp. 23–28. (In Russian).
9. Баженова С.И., Ву Ким Зиен, Во Фу Тоан. Способы производства вариатропных ячеистых бетонов. *Сб. докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов Института строительства и архитектуры НИУ МГСУ*. М., 2022. С. 545–549.
9. Bazhenova S.I., Vu Kim Zien, Vo Phu Toan. Methods for the production of variable cellular concrete. *Collection reports of a scientific and technical conference on the results of research work of students of the Institute of Construction and Architecture of the National Research Moscow State University of Civil Engineering*. Moscow. 2022, pp. 545–549. (In Russian).
10. Патент RU2626092C1. Способ изготовления вариатропного ячеистого бетона / Бруяко М.Г., Ушков В.А., Торосян Д.В., Григорьева А.И., Волон А.Д., Ергенян А.М., Творогова Е.А.. Заявл. 14.04.2016. Оpubл. 21.07.2017.
10. Patent RU2626092C1 *Method for producing variable cellular concrete*. Bruyako M.G., Ushkov V.A., Torosyan D.V., Grigoryeva A.I., Volon A.D., Ergenyan A.M., Tvorogova E.A. Declared 04/14/2016. Published 07/21/2017. (In Russian).
11. Đào Văn Đông. Giáo trình công nghệ vật liệu mới trong xây dựng (Textbook on the technology of new materials in construction). Nhà xuất bản xây dựng. 2021. (In Vietnamese).
12. Танг Ван Лам, Фам Дык Лыонг, Нгуен Ба Бинь, Булгаков Б.И., Баженова С.И. Газобетоны на геополлимерном вяжущем из техногенных отходов // *Строительные материалы*. 2023. № 11. С. 63–69. <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2023-819-11-63-69>

12. Tang Van Lam, Pham Duc Luong, Nguyen Ba Binh, Bulgakov B.I., Bazhenova S.I. Aerated concrete with geopolymer binder from technogenic waste. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2023. No. 11, pp. 63–69. (In Russian).
<https://doi.org/10.31659/0585-430X-2023-819-11-63-69>
13. Nguyễn Duy Hiếu. Công nghệ bê tông nhẹ cốt liệu rỗng chất lượng cao. Nhà xuất bản xây dựng. 2016. (Technology for the production of high-quality lightweight concrete with hollow aggregate) (In Vietnamese).
14. Vilches, J. The development of novel infill materials for composite structural assemblies. Doctoral dissertation. Auckland University of Technology. 2014. 122 p.
15. Lâm N., Hanh P. Research to improve the quality of autoclaved aerated concrete used for super high-rise building in Vietnam. *Tạp Chí Khoa Học Công Nghệ Xây Dựng (TCKHCN XD)*. ĐHXDHN, 8 (4), 75–80. (Research on improving the quality of autoclaved aerated concrete used for super-tall buildings in Vietnam. *Journal of Construction Sciences and Technologies*. 2014. Vol. 8. No. 4, pp. 75–80). (In Vietnamese).
16. Tang Van Lam, Dien Vu Kim, Hung Ngo Xuan, Tho Vu Dinh, Boris Bulgakov, and Sophia Bazhenova. Effect of aluminium powder on light-weight aerated concrete properties. *E3S Web of Conferences*. Vol. 97. 2019. 02005. XXII International Scientific Conference “Construction the Formation of Living Environment” (FORM-2019).
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199702005>
17. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 9029:2017 - Bê tông nhẹ - Sản phẩm bê tông bọt và bê tông khí không chưng áp – Yêu cầu kỹ thuật. (Vietnam National Standard TCVN 9029:2017 – Lightweight concrete. Products made of non-autoclaved foam and aerated concrete. Technical requirements). (In Vietnamese).
18. Tăng Văn Lâm, Võ Đình Trọng, Vũ Kim Diên, Nguyễn Bá Bình (2023), Nghiên cứu khả năng chế tạo bê tông nhẹ tạo khí từ bột nhôm, phụ gia khoáng và chất kết dính không xi măng, Hội Nghị khoa học quốc tế Kỷ niệm 60 năm thành lập Viện KHCN Xây dựng, tháng 11 năm 2023 (Study of the possibility of producing lightweight foam concrete from aluminum powder, mineral additives and cementless binders. In the collection of reports of the National Scientific Conference dedicated to the 60th anniversary of the establishment of the Institute of Construction Sciences and Technologies, November 2023). (In Vietnamese).
19. Kim D.V., Cong L.N., Van L.T., Bazhenova S.I. Foamed concrete containing various amounts of organic-mineral additives. *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1425. Modelling and Methods of Structural Analysis 13–15 November 2019. Moscow, Russian Federation.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1425/1/012199>

Требования к статьям, направляемым для публикации в журнал «Строительные материалы»®

Уважаемые авторы!

Приступая к оформлению статьи для журнала внимательно ознакомьтесь с правилами и рекомендациями, размещенными на сайте: <https://journal-cm.ru/index.php/ru/avtoram>

Статьи, направляемые для опубликования, должны оформляться в соответствии с техническими требованиями издания:

- текст статьи должен быть набран в редакторе Microsoft Word и сохранен в формате *.doc, *.docx или *.rtf;
- графический материал (графики, схемы, чертежи, диаграммы, логотипы и т. п.) должен быть выполнен в графических редакторах: CorelDraw, Adobe Illustrator и сохранен в форматах *.cdr, *.ai, *.eps. Сканирование графического материала и импортирование его в перечисленные выше редакторы недопустимо;
- иллюстративный материал (фотографии, коллажи и т. п.) необходимо сохранять в формате *.tif, *.psd, *.jpg (качество «8 – максимальное») с разрешением не менее 300 dpi, размером не менее 115 мм по ширине, цветовая модель CMYK или Grayscale.
- формулы должны быть подготовлены в формульном редакторе, иметь сквозную нумерацию и расшифровку используемых обозначений. Не следует формулы «кривить», т. е. превращать в графический файл, и вставлять его в текст.
- таблицы и рисунки должны иметь сквозную нумерацию и название на русском и английском языке, на них обязательно должны быть отсылки в тексте статьи.

Материал, передаваемый в редакцию в электронном виде, должен сопровождаться:

- рекомендательным письмом руководителя предприятия (института);
- подписанным лицензионным договором о передаче права на публикацию;
- распечаткой, лично подписанной ВСЕМИ авторами;
- рефератом объемом не менее 150 слов на русском и английском языках;
- подтверждением, что статья предназначена для публикации в журнале «Строительные материалы»®, ранее нигде не публиковалась и в настоящее время не передана в другие издания;

– сведениями об авторах с указанием полностью фамилии, имени, отчества, ученой степени, должности, контактных телефонов, почтового и электронного адресов (заполненная информационная карта).

Особое внимание библиографическим спискам!

НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ:

1. Включать ссылки на федеральные законы, подзаконные акты, ГОСТы, СНиПы и др. нормативную литературу. Упоминание нормативных документов, на которые опирается автор в испытаниях, расчетах или аргументации, лучше делать непосредственно по тексту статьи.
2. Ссылаться на учебные и учебно-методические пособия; статьи в материалах конференций и сборниках трудов, которым не присвоен ISBN и которые не попадают в ведущие библиотеки страны и не индексируются в соответствующих базах.
3. Ссылаться на диссертации и авторефераты диссертаций.
4. Чрезмерное самоцитирование, т. е. ссылки только на собственные публикации автора. Такая практика не только нарушает этические нормы, но и приводит к снижению количественных публикационных показателей автора.

ОБЯЗАТЕЛЬНО следует:

1. Ссылаться на статьи, опубликованные за последние 2–3 года в ведущих отраслевых научно-технических и научных изданиях, на которые опирается автор в построении аргументации или постановке задачи исследования.
2. Ссылаться на монографии, опубликованные за последние 5 лет.
3. Ссылаться на иностранные источники. Это покажет, что автор учел не только отечественный, но и мировой опыт в рассматриваемом вопросе.

Следуйте рекомендациям и публикация не заставит себя долго ждать!

!!! Не забудьте подписаться !!!
на журналы издательства

СТРОЙМАТЕРИАЛЫ



www.journal-cm.ru

ISSN 0585-430X (Print)

ISSN 2658-6991 (Online)

Индекс **70886***



www.journal-hc.ru

ISSN 0044-4472

Индекс **70283***

На электронную версию можно подписаться

• на сайтах журналов

<https://journal-cm.ru/index.php/ru/podpiska-2025>

<https://journal-hc.ru/index.php/ru/podpiska-2025>

Стоимость электронной подписки на 2025 г.

«Строительные материалы»® 20 400 руб.

«Жилищное строительство» 19 200 руб.

• на сайтах наших партнеров

elibrary.ru

delpress.ru

www.ivis.ru

www.rucont.ru

journals.eco-vector.com

Оформить подписку в редакции можно с любого месяца на любой период

Необходимо составить заявку в произвольной форме с указанием названия организации, юридического и почтового адреса и отправить на e-mail: mail@rifsm.ru или rifsm@mail.ru

Оставайтесь с нами!

* Индексы по объединенному каталогу «Пресса России» <https://www.pressa-rf.ru>

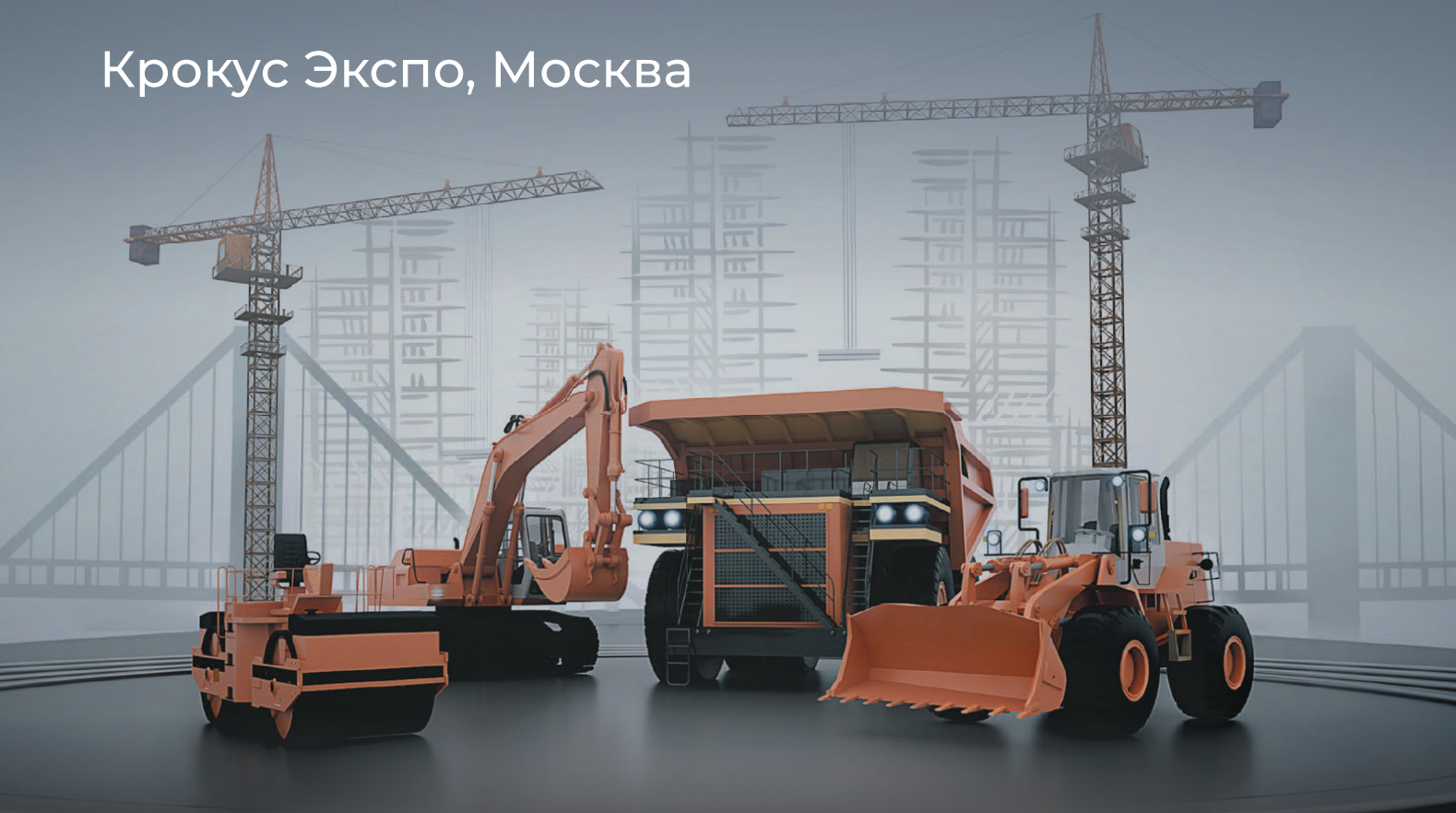
25^{ЛЕТ} СТТ ЭХРО

ОСНОВА ВАШЕГО УСПЕХА

Главная выставка строительной
техники и технологий в России

27–30 мая 2025

Крокус Экспо, Москва



Разделы выставки:

- Строительная техника и транспорт
- Производство строительных материалов
- Добыча, обогащение и транспортировка полезных ископаемых
- Запчасти и комплектующие для машин и механизмов. Смазочные материалы

Организатор



При поддержке



ctt-expo.ru