

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2022, №2, Том 14 / 2022, No 2, Vol 14 <https://esj.today/issue-2-2022.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/05SAVN222.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Ласман, И. А. Теплоизоляционный шлакощелочной газобетон неавтоклавного твердения с улучшенными эксплуатационными характеристиками / И. А. Ласман, З. А. Мевлидинов, Т. И. Левкович, Н. И. Токар, В. С. Ласман // Вестник евразийской науки. — 2022. — Т. 14. — № 2. — URL: <https://esj.today/PDF/05SAVN222.pdf>

For citation:

Lasman I.A., Mevlidinov Z.A., Levkovich T.I., Tokar N.I., Lasman V.S. Heat-insulating slag-alkaline aerated concrete of non-autoclave hardening with improved performance characteristics. *The Eurasian Scientific Journal*, 14(2): 05SAVN222. Available at: <https://esj.today/PDF/05SAVN222.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 666.973.6:691.004.8

ГРНТИ 67.09.33

Ласман Ирина Александровна

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия
Доцент
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: i.Lasman@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2865-7496>

Мевлидинов Зельгедин Алаудинович

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия
Доцент
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: zelgedinnm@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7071-8339>

Левкович Татьяна Ивановна

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия
Доцент
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: tilevkovich@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8372-8114>

Токар Николай Иванович

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия
Доцент
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: nikolay_tokar@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8263-6111>

Ласман Виталия Станиславовна

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия
Студент 2 курса магистратуры
E-mail: vitaliyalasman@mail.ru

**Теплоизоляционный шлакощелочной
газобетон неавтоклавного твердения с улучшенными
эксплуатационными характеристиками**

Аннотация. Приоритетным направлением в развитии строительной индустрии является внедрение энергоэффективных материалов и технологий, повышающих тепловую защиту зданий и сооружений. Одним из таких строительных материалов и является ячеистый бетон.

Многолетняя практика производства и применения ячеистых бетонов показывает, что между технологическими параметрами производства и эксплуатационными показателями материала существует неразрывная связь. Улучшение эксплуатационных характеристик изделий из ячеистого бетона должно основываться на оптимизации основных технологических параметров производства с учётом характеристик применяемого сырья, номенклатуры продукции и условий эксплуатации изделий.

Поэтому авторами статьи было предложено для производства теплоизоляционного шлакощелочного газобетона неавтоклавного твердения, использовать ресурсосберегающую технологию с применением отходов промышленности — доменного гранулированного шлака в качестве кремнезёмистого компонента и микрокремнезёма, как высокоактивной минеральной полифункциональной добавки.

Методом математического планирования эксперимента разработан и установлен наиболее рациональный состав для получения теплоизоляционного шлакощелочного газобетона неавтоклавного твердения.

Рассмотрена возможность упрочнения структуры и повышения эксплуатационных характеристик теплоизоляционного шлакощелочного газобетона неавтоклавного твердения за счёт применения комплексного дисперсного армирования неметаллическими волокнами и высокоактивной минеральной полифункциональной добавкой.

Использование доступных промышленных отходов в качестве сырьевых материалов (шлака доменного гранулированного и микрокремнезёма), а также применение комплексного дисперсного армирования совместно с неметаллическими волокнами (щелочестойкой стеклянной фибры) при производстве теплоизоляционного шлакощелочного газобетона неавтоклавного твердения позволяет:

- снизить плотность на 12,3 %;
- повысить прочность на сжатие до 29,5 %;
- понизить теплопроводность на 4,9 %;
- расширить сырьевую базу и номенклатуру выпускаемых изделий;
- снизить себестоимость продукции;
- уменьшить экологическую напряженность в регионах.

Ключевые слова: ячеистый бетон; ресурсосберегающая технология; доменный гранулированный шлак; микрокремнезём; щелочестойкая стеклянная фибра; комплексное дисперсное армирование; теплоизоляционный шлакощелочной газобетон неавтоклавного твердения; физико-механические свойства; эксплуатационные характеристики

Введение

Одним из основных критериев выбора системы утепления является создание комфортных условий проживания и работы. Температура внутренних поверхностей стен напрямую зависит от термического сопротивления ограждающих конструкций. Поэтому рациональная система утепления становится неотъемлемой составляющей комфортности жилья.

Повышение теплозащитных качеств ограждающих конструкций зданий и сооружений различного функционального назначения требует постоянного расширения номенклатуры теплоизоляционных материалов повышенного качества, создания новых технологий производства высокоэффективных теплоизоляционных материалов для устройства многослойных систем отопления.

К таким материалам относится и теплоизоляционный ячеистый бетон. Теплоизоляционный ячеистый бетон обладает уникальным сочетанием физико-технических свойств — низкая теплопроводность, высокая паропроницаемость, стойкость при пожаре, сравнительно низкая себестоимость и высокие санитарно-гигиенические свойства стенового ограждения. Поэтому его успешно применяют в малоэтажном строительстве — для теплоизоляции строений или возведения несущих ограждающих конструкций и в многоэтажном и промышленном строительстве — для теплоизоляции зданий и сооружений, а также для тепловой изоляции трубопроводов и поверхностей технологического оборудования при температуре до 400°C.

Для утепления используют изделия из теплоизоляционного ячеистого бетона в виде стеновых блоков, панелей наружных стен и перекрытий, которые адаптированы к сложным климатическим и экономическим условиям. Применение изделия из теплоизоляционного ячеистого бетона позволяет в короткие сроки без больших капиталовложений произвести качественную теплоизоляцию требуемых помещений.

Постановка цели и определение задач

Целью данного исследования является получение теплоизоляционных стеновых изделий из шлакощелочного газобетона неавтоклавного твердения с улучшенными эксплуатационными характеристиками по ресурсосберегающей технологии.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи исследования:

- изучение и выбор эффективных сырьевых материалов для производства теплоизоляционного шлакощелочного газобетона неавтоклавного твердения по ресурсосберегающей технологии;
- разработка и оптимизация составов сырьевых композиций для получения теплоизоляционного шлакощелочного газобетона неавтоклавного твердения по ресурсосберегающей технологии;
- установление зависимости, связывающей составы и технологические параметры, физико-механическими и эксплуатационными свойствами полученных материалов;
- определение наиболее рациональных составов теплоизоляционного шлакощелочного газобетона неавтоклавного твердения;
- изучение основных физико-механических свойств и оценка эксплуатационной стойкости изделий из теплоизоляционного шлакощелочного газобетона неавтоклавного твердения.

Результаты исследования

Новые экономические условия в стране определяют новый подход к выбору эффективных материалов, применяемых в строительстве [1–6]. Ячеистый бетон является одним из таких материалов [7], который уже давно зарекомендовал себя на рынке строительных

материалов. Но в связи с постоянным повышением цен на сырьевые компоненты для его производства, заводам становится не выгодно производить этот материал.

Альтернативным вариантом по замене сырьевых материалов для производства ячеистого бетона являются отходы промышленных предприятий — золы и шлаки, которые являются ценным продуктом, а их использование значительно дешевле, чем разработка и освоение природных ресурсов. Поэтому авторами было предложено применение ресурсосберегающей технологии для производства теплоизоляционных стеновых изделий из шлакощелочного газобетона неавтоклавного твердения с использованием отходов промышленности — доменного гранулированного шлака и микрокремнезема.

Микрокремнезём является эффективной структурообразующей добавкой, которая обладает наиболее ценными и полезными свойствами:

- высокая удельная поверхность;
- образование химических соединений, полученных при обычной температуре при взаимодействии с гидроксидом кальция и обладающая пуццолановой активностью;
- уменьшение капиллярной пористости и упрочнение структуры бетона¹.

Шлак доменный гранулированный используется как кремнезёмистый компонент.

Для повышения эксплуатационных характеристик теплоизоляционных стеновых изделий из шлакощелочного газобетона неавтоклавного твердения необходимо использовать армирующие компоненты. Выбирая армирующие компоненты и их соотношения по объему, можно целенаправленно регулировать свойства материала — повышать его трещиностойкость, коррозионную стойкость, атмосферостойкость, стойкость к переменному увлажнению — высушиванию, замораживанию — оттаиванию и другим циклическим процессам [8; 9].

Авторами статьи было предложено в качестве комплексного дисперсного армирования использование микрокремнезёма и неметаллического компонента — щелочестойкой стеклянной фибры. Применение комплексного армирования позволит дополнительно увеличить прочностные характеристики изделий [9; 10].

При проведении исследования были применены следующие материалы в качестве:

- вяжущего (В) — низко модульное стекло натриевое жидкое, соответствующее требованиям ГОСТ 13078²;
- кремнезёмистого компонента (КК) — шлак доменный гранулированный соответствующий требованиям ГОСТ 3476³;
- щелочного активатора (ЩА) — сода кальцинированная техническая, соответствующая требованиям ГОСТ 5100⁴;

¹ Быков А.С. Ультрадисперсные кремнезёмы в технологии бетонов: учеб. пособие СПб.: Изд-во СПбГТИ (ТУ), 2009. — 127 с.

² ГОСТ 13078-2021. Стекло натриевое жидкое. Технические условия. Взамен ГОСТ 13078-78; введ. 05.01.2022 г. — М.: Стандартинформ, 2022. — 24 с.

³ ГОСТ 3476-2019. Шлаки доменные и электротермофосфорные гранулированные для производства цементов. Взамен ГОСТ 3476-74; введ. 05.06.2020 г. — М.: Стандартинформ, 2019. — 4 с.

⁴ ГОСТ 5100-85. Сода кальцинированная техническая. Технические условия. Взамен ГОСТ 5100-73; введ. 01.01.1986 г. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002. — 24 с.

- порообразователя (ПО) — алюминиевая паста «Газобетолойт, соответствующая требованиям Стандарта организации 75754739-002-2012⁵;
- армирующего неметаллического компонента (АНК) — щелочестойкая стеклянная фибра Anticrack ARC;
- высокоактивной минеральной полифункциональной добавки — микрокремнезём МК-85 (МК), соответствующий требованиям ГОСТ Р 58890-2020⁶.

Авторами разработаны составы сырьевых композиций для получения теплоизоляционного шлакощелочного газобетона неавтоклавного твердения по ресурсосберегающей технологии.

Для установления зависимости, связывающей составы и технологические параметры с физико-механическими и эксплуатационными свойствами полученного материала, изготовлены базовые образцы из шлакощелочной газобетонной смеси неавтоклавного твердения.

Технология приготовления ячеистобетонной смеси состоит из следующих операций:

- подготовка сырьевых материалов:
 - а) сушка и помол доменного гранулированного шлака до удельной поверхности 370 до 390 м²/кг;
 - б) нагрев жидкого стекла до температуры от 25 до 30°C;
 - в) приготовление алюминиевой суспензии;
- дозирование сырьевых материалов;
- приготовление ячеистобетонной смеси.

Сырьевые материалы дозировались и подавались в смеситель в следующей последовательности: низко модульное жидкое стекло, сода кальцинированная техническая, молотый доменный шлак, микрокремнезём и щелочестойкая стеклянная фибра Anticrack ARC.

При приготовлении ячеистобетонной смеси очень большое значение имеет тщательное перемешивание сырьевых компонентов, а именно:

- при недостаточном смешивании газобетон может иметь неодинаковую по величине и неравномерно распределенную пористость, что приводит к снижению его прочности и ухудшает теплоизоляционные свойства;
- слишком долгое перемешивание суспензии алюминиевой пудры с растворной смесью может привести к газовыделению уже в смесителе⁷.

Поэтому смесь приготавливалась в смесителе в течение 1,5 минуты, затем добавлялась алюминиевая суспензия, и полученная масса дополнительно перемешивалась в течение 2 минут.

⁵ Рекомендации по применению. Алюминиевая паста для производства газобетона «Газобетолойт». Стандарт организации 75754739-002-2012. Введено 15.06.2009 г. Разработчик ООО «НСК-ТЕК» г. Екатеринбург.

⁶ ГОСТ Р 58890-2020. Микрокремнезем конденсированный для бетонов и строительных растворов. Технические условия. Введён 01.01.2021 г. — М.: Стандартинформ, 2020. — 14 с.

⁷ Шлакощелочной ячеистый бетон: пат. 2123484 Рос. Федерация: МПК 37 С04В35/10 / Ж.С. Белякова, Е.Г. Величко, В.М. Зубенко, В.А. Рохманов, Д.Ф. Толорая; заявитель и патентообладатель Москва, ФГБОУ ВПО «ВНИИжелезобетон» — заявл. 13.03.1995; опубл. 18.07.1996. Бюл. № 3 — 7 с.

Подготовленные формы заполнялись шлакощелочной газобетонной смесью, и подвергались виброуплотнению в течение 1 минуты.

Создание оптимальных условий для процессов газообразования и газодержания в смеси является важнейшим технологическим фактором для получения ячеистого бетона с высокой пористостью и достаточной прочностью. Для этого необходимо обеспечить соответствие между скоростью реакции газовыделения и скоростью нарастания вязкости вяжущего раствора [9; 10]. Выделение газа должно заканчиваться к началу твердения раствора, когда он теряет свою подвижность. После вспучивания масса должна затвердеть.

Поэтому для набора структурной прочности и стабилизации строения шлакощелочного газобетона формы выдерживались в камере «созревания» течение 2 ч при температуре 20°C. Затем они подвергались тепловлажностной обработке в течение 6 ч при температуре от 80 до 85°C.

Из форм извлекались образцы и после остывания их подвергали испытанию по ГОСТ 12852.0-2020⁸; ГОСТ 27005-2014⁹; ГОСТ 10180-2012¹⁰; ГОСТ 7076-99¹¹; ГОСТ 12730.2-2020¹²; ГОСТ 12852.5-2020¹³.

По результатам расчётных данных исследований с помощью программы SigmaPlot проведено математическое моделирование методом трёхфакторного планирования эксперимента.

Выбор факторов и интервалов варьирования осуществляется исходя из технико-экономической целесообразности и выявления рациональных значений, обеспечивающих оптимальный производственный состав теплоизоляционного шлакощелочного газобетона неавтоклавного твердения по эффективному расходу сырьевых материалов на приготовление 1 м³ газобетонной смеси.

Зависимость физико-механических показателей образцов из теплоизоляционного шлакощелочного газобетона неавтоклавного твердения: y_1 — прочность, МПа; y_2 — плотность, кг/м³; y_3 — теплопроводность, Вт/м·°C; от влияющих факторов, устанавливалась в соответствии с матрицей планирования: x_1 — количества молотого доменного шлака от 82 до 94 %; x_2 — количества щелочного компонента (сода кальцинированная техническая и жидкое стекло) от 3,5 до 7,5 %; x_3 — количества микрокремнезёма от 2 до 8 %.

Построенные номограммы (рис. 1) отражают качественную зависимость показателей образцов исследуемого ячеистого бетона от влияющих факторов.

⁸ ГОСТ 12852.0-2020. Бетон ячеистый. Общие требования к методам испытания. Взамен ГОСТ 12852.0-77; введ. 01.09.2021 г. — М.: РИС, 2021. — 4 с.

⁹ ГОСТ 27005-2014. Бетоны легкие и ячеистые. Правила контроля средней плотности. Взамен ГОСТ 27005-86; введ. 01.07.2015 г. — М.: Стандартинформ, 2021. — 8 с.

¹⁰ ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. Взамен ГОСТ 10180 — 86; введ. 01.07.2013 г. — М.: Стандартинформ, 2018. — 32 с.

¹¹ ГОСТ 7076-99. Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме. Взамен ГОСТ 7076-87; введ. 01.04.2000 г. — М.: ГУП ЦПП, 2000. — 22 с.

¹² ГОСТ 12730.2-2020. Бетоны. Метод определения влажности. Взамен ГОСТ 12730.2-78; введ. 01.09.2021 г. — М.: Стандартинформ, 2021. — 4 с.

¹³ ГОСТ 12852.5-2020. Бетон ячеистый. Метод определения сорбционной влажности. Взамен ГОСТ 10180-77; введ. 01.09.2021 г. — М.: РИС, 2021. — 4 с.

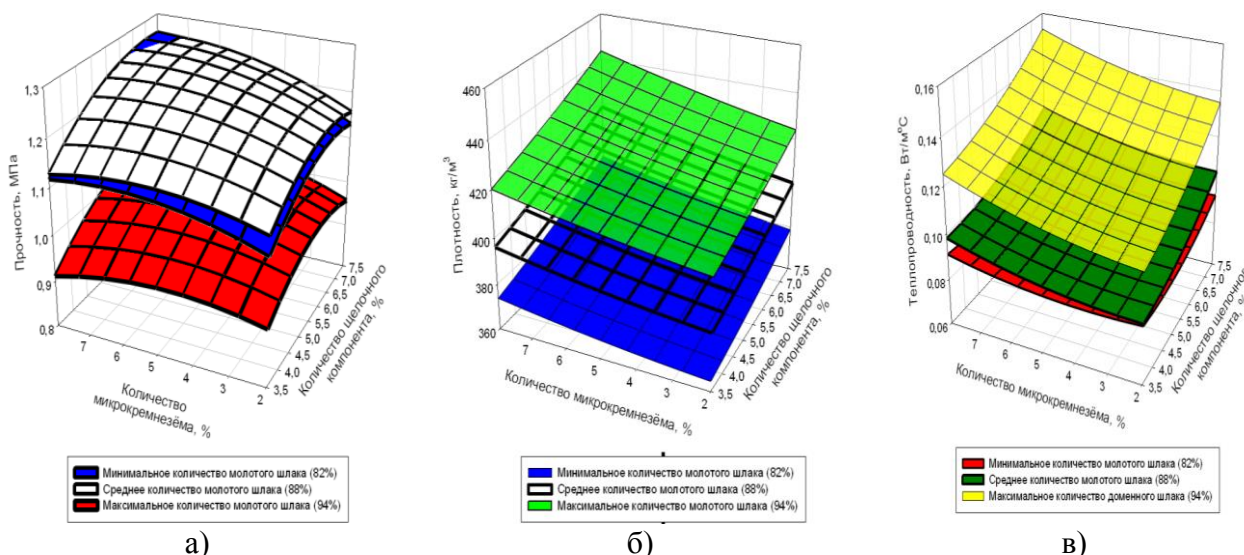


Рисунок 1. Номограммы зависимости а) прочности бетона; б) плотности бетона; в) теплопроводности бетона от соотношения компонентов в смеси (сделано авторами)

Методом математического планирования эксперимента установлено, что для получения теплоизоляционного шлакощелочного газобетона неавтоклавного твердения наиболее оптимальным, с точки зрения экономии сырьевых материалов, является состав смеси, включающий 84 % молотого доменного шлака, 7,5 % щелочного активатора и 8,5 % микрокремнезёма.

Полученные результаты исследований позволяют установить, что с увеличением количества в смеси молотого доменного шлака, при постоянном количестве микрокремнезёма и щелочного компонента, прочность изделий снижается.

Наиболее лучшими прочностными показателями обладает состав с минимальным количеством молотого доменного шлака и максимальным количеством микрокремнезёма и щелочного компонента.

Введение в состав газобетонной смеси микрокремнезёма в количестве 8 %, и увеличение доли щелочного компонента (активатора) до 7,5 % позволяет повысить прочность газобетона на 18 %. При изменении количества молотого доменного шлака повышается плотность и теплопроводность образцов, что негативно скажется на конкурентоспособности изделий, изготавливаемых из теплоизоляционного шлакощелочного газобетона неавтоклавного твердения.

Проведено исследование влияния на физико-механические и эксплуатационные показатели газобетона комплексного дисперсного армирования при совместном применении микрокремнезёма и щелочестойкой стеклянной фибры с разной длиной отрезков (табл. 1 и 2).

Таблица 1

Влияние сырьевых композиций на физико-механические свойства теплоизоляционного шлакощелочного газобетона неавтоклавного твердения

Состав	Наименование компонентов сырьевой композиции	Плотность, кг/м ³	Марка по плотности	Прочность на сжатие, МПа	Класс по прочности
Контрольный	В:КК:ЩА:МК:ПО	415	D400	1,32	B 0,75
1 (ЩСФ 10–12 мм)	В:КК:ЩА:МК:ПО:АНК	388	D400	1,46	B 1
2 (ЩСФ 12–18 мм)	В:КК:ЩА:МК:ПО:АНК	364	D400	1,71	B 1

Составлено авторами

Таблица 2

Влияние сырьевых композиций на эксплуатационные свойства теплоизоляционного шлакощелочного газобетона неавтоклавного твердения

Состав	Наименование компонентов сырьевой композиции	Теплопроводность, Вт/м·°С	Сорбционная влажность бетона, %, при относительной влажности воздуха		Отпускная влажность, %	Марка по М морозостойкости	Наличие трещин
			75 %	97 %			
Контрольный	В:КК:ЩА:МК:ПО	0,103	10,1	14,7	19,6	Не нормируется	не выявлено
1 (ЩСФ 10–12 мм)	В:КК:ЩА:МК:ПО:АНК	0,101	8,3	10,6	16,3		не выявлено
2 (ЩСФ 12–18 мм)	В:КК:ЩА:МК:ПО:АНК	0,098	6,7	7,9	11,8		не выявлено

Составлено авторами

Исследование влияния комплексного дисперсного армирования микрокремнезёма и щелочестойкой стеклянной фибры с разной длиной отрезков в количестве 6 % от массы сырьевых компонентов показало, что при длине отрезка:

- от 10 до 12 мм способствовало снижению плотности шлакощелочного газобетона неавтоклавного твердения на 6,8 % и повышению его прочности на сжатие до 11,2 %;
- от 12 до 18 мм способствовало снижению плотности шлакощелочного газобетона неавтоклавного твердения на 12,3 %, повышению его прочности на сжатие до 29,5 %.

Заключение

Авторами разработаны сырьевые композиции и определён наиболее рациональный состав смеси для производства теплоизоляционного шлакощелочного газобетона неавтоклавного твердения по ресурсосберегающей технологии.

Проведены исследования и представлены результаты влияния сырьевых компонентов на физико-механические и эксплуатационные характеристики теплоизоляционного шлакощелочного газобетона неавтоклавного твердения.

Выявлен характер влияния составов и технологических параметров на физико-механические и эксплуатационные свойства полученных материалов.

На основании выполненных исследований установлена возможность получения стеновых изделий из теплоизоляционного шлакощелочного газобетона неавтоклавного твердения по ресурсосберегающей технологии с улучшенными эксплуатационными характеристиками за счёт использования:

- доступных промышленных отходов в качестве сырья — микрокремнезёма и шлака доменного молотого;
- комплексного дисперсного армирования.

Совместное использование дисперсно-армирующих компонентов (щелочестойкой стеклянной фибры) и высокоактивной минеральной полифункциональной добавки (микрокремнезёма) позволяет:

- упрочнить структуру газобетона;

- снизить концентрацию напряжений, предотвратить процесс образования и развития встречных трещин;
- улучшить физико-механические и эксплуатационные характеристики теплоизоляционного шлакощелочного газобетона неавтоклавного твердения.

Установлено, что комплексное использование дисперсно-армирующих компонентов (щелочестойкой стеклянной фибры) и высокоактивной минеральной полифункциональной добавки (микрокремнезёма) при производстве теплоизоляционного шлакощелочного газобетона неавтоклавного твердения приводит к снижению плотности на 12,3 %, повышению прочности на сжатие на 29,5 % и понижению теплопроводности на 4,9 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Езерский В.А. Перспективы применения наномодифицированного бетона / В.А. Езерский, П.В. Монастырев, Н.В. Кузнецова, И.И. Стерхов // Строительные материалы. Наука. — 2011. — № 9. — С. 70–71.
2. Петухов В.В., Ласман В.С., Пыкина Ю.С., Ласман И.А. Повышение качества ячеистого бетона полидисперсными наполнителями на основе отходов промышленности / В.В. Петухов, В.С. Ласман, Ю.С. Пыкина, И.А. Ласман // Молодые ученые — развитию текстильно-промышленного кластера (ПОИСК — 2017): сб. материалов межвуз. науч.-техн. конф. аспирантов и студентов (с междунар. участием). Ч. 2. — Иваново: ИВГПУ, 2017. — С. 443–445.
3. Пыкин А.А., Лукутцова Н.П., Головин С.Н., Моськина И.В. Дисперсно-армированный бетон // Вестник ГГНТУ. Технические науки. 2019. Т. 15. № 1(15). С. 68–76.
4. Гирштель Г.Б. Строительные материалы, модифицированные наночастицами / Г.Б. Гирштель, С.В. Глазкова, А.В. Левицкий // Технологии бетонов. — 2013. — № 6(83) — С. 48–51.
5. Lukuttsova N.P., Pykin A.A., Golovin S.N., Artamonova E.G. Properties and Microstructure of Gypsum Stone with Synthetic and Protein Foaming Agents // Lecture Notes in Civil Engineering. 2021. Vol. 95. Pp. 313–317.
6. Pykin A.A., Lukuttsova N.P., Golovin S.N. Disperse-Reinforced Polystyrene Concrete Modified by Silica-Containing Additive // Materials Science Forum. 2020. Vol. 992. Pp. 20–25.
7. Сулейманова Л.А. Алгоритм получения энергоэффективного газобетона с улучшенными показателями качества / Л.А. Сулейманова // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. — 2011. — № 4. — С. 59–61.
8. Демьянова В.С., Ильина И.Е., Куликов И.М. Повышение эксплуатационных свойств бетона комплексными добавками // Композиционные строительные материалы. Теория и практика / Международная научно-техническая конференция. — Пенза: ПГУАС, 2005. С. 38–43 с.
9. Баженов Ю.М. Структура и свойства бетонов с наномодификаторами на основе техногенных отходов. Монография / Ю.М. Баженов, Л.А. Алимов, В.В. Воронин. — М.: МГСУ, 2013. — 204 с.
10. Глуховский В.Д., Производство бетонов и конструкций на основе шлакощелочных вяжущих / В.Д. Глуховский, П.В. Кривенко, Г.В. Румына — Киев. — Будивельник, 1988. — 144 с.

Lasman Irina Aleksandrovna

Bryansk State Engineering-Technological University, Bryansk, Russia
E-mail: i.Lasman@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2865-7496>

Mevlidinov Zelgedin Alaudinovich

Bryansk State Engineering-Technological University, Bryansk, Russia
E-mail: zelgedinm@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7071-8339>

Levkovich Tatiana Ivanovna

Bryansk State Engineering-Technological University, Bryansk, Russia
E-mail: tilevkovich@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8372-8114>

Tokar Nikolai Ivanovich

Bryansk State Engineering-Technological University, Bryansk, Russia
E-mail: nikolay_tokar@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8263-6111>

Lasman Vitaliya Stanislavovna

Bryansk State Engineering-Technological University, Bryansk, Russia
E-mail: vitaliyalasman@mail.ru

Heat-insulating slag-alkaline aerated concrete of non-autoclave hardening with improved performance characteristics

Abstract. The priority direction in the development of the construction industry is the introduction of energy-efficient materials and technologies that increase the thermal protection of buildings and structures. Cellular concrete is one of such building materials.

The long-term practice of production and application of cellular concrete shows that there is an inextricable link between the technological parameters of production and the performance of the material. The improvement of the performance characteristics of cellular concrete products should be based on the optimization of the main technological parameters of production, taking into account the characteristics of the raw materials used, the product range and the operating conditions of the products.

Therefore, the authors of the article proposed to use resource-saving technology for the production of heat-insulating slag-alkaline aerated concrete of non-autoclave hardening with the use of industrial waste — blast furnace granular slag as a silica component and microsilicon as a highly active mineral multifunctional additive.

By the method of mathematical planning of the experiment, the most rational composition for obtaining heat-insulating slag-alkaline aerated concrete of non-autoclave hardening has been developed and established.

The possibility of strengthening the structure and improving the performance characteristics of heat-insulating slag-alkali aerated concrete of non-autoclave hardening due to the use of complex dispersed reinforcement with non-metallic fibers and a highly active mineral multifunctional additive is considered.

The use of available industrial waste as raw materials (granulated blast furnace slag and microsilicon), as well as the use of complex dispersed reinforcement together with non-metallic fibers (alkali-resistant glass fiber) in the production of heat-insulating slag-alkaline aerated concrete of non-autoclave hardening allows:

- reduce the density by 12,3 %;
- increase the compressive strength to 29,5 %;
- lower the thermal conductivity by 4,9 %;
- expand the raw material base and the range of manufactured products;
- reduce the cost of production;
- reduce environmental tensions in the regions.

Keywords: cellular concrete; resource-saving technology; blast-furnace granular slag; silica; alkali-resistant glass fiber; complex dispersed reinforcement; heat-insulating slag-alkaline aerated concrete of non-autoclave hardening; physical and mechanical properties; operational characteristics