

Научно-теоретический журнал

Вестник

Белгородского государственного технологического
университета им. В.Г. Шухова

ISSN 2071-7318

11

2019

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. В.Г. ШУХОВА

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
ВЕСТНИК
БГТУ им. В.Г. ШУХОВА

№ 11, 2019 год

Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова

научно-теоретический журнал

К рассмотрению и публикации в НТЖ «Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова» принимаются научные статьи и обзоры по фундаментальным и прикладным вопросам в области строительства, архитектуры, производства строительных материалов и композитов специального назначения, химических технологий, машиностроения и машиноведения, освещающие актуальные проблемы отраслей знания, имеющие теоретическую или практическую значимость, а также направленные на внедрение результатов научных исследований в образовательную деятельность.

Журнал включен в утвержденный ВАК Минобрнауки России Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, по научным специальностям и соответствующим им отраслям науки:

- 05.23.01** – Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки)
- 05.23.03** – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение (технические науки)
- 05.23.05** – Строительные материалы и изделия (технические науки)
- 05.23.20** – Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия (архитектура)
- 05.23.21** – Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности (архитектура)
- 05.23.22** – Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов (технические науки)
- 05.23.22** – Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов (архитектура)
- 05.17.06** – Технология и переработка полимеров и композитов (технические науки)
- 05.17.11** – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов (технические науки)
- 05.02.05** – Роботы, мехатроника и робототехнические системы (технические науки)
- 05.02.07** – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки)
- 05.02.08** – Технология машиностроения (технические науки)
- 05.02.13** – Машины, агрегаты и процессы (по отраслям) (технические науки)

Все поступающие материалы проходят научное рецензирование (двойное слепое). Рецензирование статей осуществляется членами редакционной коллегии, ведущими учеными БГТУ им. В.Г. Шухова, а также приглашенными рецензентами – признанными специалистами в соответствующей отрасли знания. Копии рецензий или мотивированный отказ в публикации предоставляются авторам и в Минобрнауки России (по запросу). Рецензии хранятся в редакции в течение 5 лет.

Редакционная политика журнала базируется на основных положениях действующего российского законодательства в отношении авторского права, плагиата и клеветы, и этических принципах, поддерживаемых международным сообществом ведущих издателей научной периодики и изложенных в рекомендациях Комитета по этике научных публикаций (COPE).

Официальный сайт журнала: <https://bulletinbstu.editorum.ru>

Тел: +7 (4722) 30-99-77. E-mail: VESTNIK@intbel.ru.

Подписной индекс в объединенном каталоге «Пресса России» – 44446.

Online подписка: <http://www.akc.ru/itm/255810462/>

Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov scientific and theoretical journal

Scientific articles and reviews on fundamental and applied questions in the field of construction, architecture, productions of construction materials and composites of a special purpose, chemical technologies, machine building and engineering science covering the current problems of branches of knowledge having the theoretical or practical importance and also directed to introduction of research results in educational activity are accepted to be considered and published in the journal.

The journal is included in the list for peer-reviewed scientific publications approved by the Higher Attestation Commission under the Ministry of Science and Education of the Russian Federation, which should publish the main scientific results of dissertations for the degree of candidate of Sciences, for the degree of Doctor of Sciences, for scientific specialties and relevant branches of science:

- 05.23.01** – Building structures, constructions and facilities (technical sciences)
- 05.23.03** – Heat supply, ventilation, air conditioning, gas supply and lighting (technical sciences)
- 05.23.05** – Building materials and products (technical sciences)
- 05.23.20** – Theory and history of architecture, restoration and reconstruction of historical and architectural heritage (architecture)
- 05.23.21** – Architecture of buildings and structures. Creative concepts of architectural activity (architecture)
- 05.23.22** – Urban planning, rural settlement planning (technical sciences)

- 05.23.22** – Urban planning, rural settlement planning (architecture)
- 05.17.06** – Technology and processing of polymers and composites (technical sciences)
- 05.17.11** – Technology of silicate and refractory nonmetallic materials (technical sciences)
- 05.02.05** – Robots, mechatronics and robotic systems (technical sciences)
- 05.02.07** – Technology and equipment of mechanical and physical-technical processing (technical sciences)
- 05.02.08** – Engineering technology (technical sciences)
- 05.02.13** – Machines, units and processes (branch-wise) (technical sciences)

All arriving materials undergo scientific reviewing (double blind). Reviewing of articles is carried out by the members of editorial board, the leading scientists of BSTU named after V.G. Shukhov and by invited reviewers – recognized experts in the relevant branch of knowledge. Copies of reviews or motivated refusal in the publication are provided to the authors and to the Ministry of Science and Education of the Russian Federation (on request). Reviews are stored in the editorial office for 5 years.

The editorial policy of the journal is based on the general provisions of the existing Russian legislation concerning copyright, plagiarism and slander, and the ethical principles maintained by the international community of the leading publishers of the scientific periodical press and stated in the recommendations of the Committee on Publication Ethics (COPE).

Official website of the journal: <https://bulletinbstu.editorum.ru>
Tel.: +7 (4722) 30-99-77. E-mail: VESTNIK@intbel.ru
Subscription index in the united catalogue of "Press of Russia" – 44446.
Online subscription: <http://www.akc.ru/itm/255810462/>

Главный редактор

Евтушенко Евгений Иванович, д-р техн. наук, проф., первый проректор, заведующий кафедрой технологии стекла и керамики Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Заместитель главного редактора

Уваров Валерий Анатольевич, д-р техн. наук, проф., директор инженерно-строительного института, заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Члены редакционной коллегии

Айзенштадт Аркадий Михайлович, д-р хим. наук, проф., заведующий кафедрой композиционных материалов и строительной экологии Высшей инженерной школы, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова (РФ, г. Архангельск).
Ахмедова Елена Александровна, член-корр. РААСН, д-р арх., проф., заведующий кафедрой градостроительства Самарского государственного технического университета, Архитектурно-строительной академии (РФ, г. Самара).

Баженов Юрий Михайлович, академик РААСН наук, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой технологии вяжущих веществ и бетона НИУ Московского государственного строительного университета (РФ, г. Москва).

Благоевич Деян, PhD, проф. Высшей технической школы по профессиональному образованию в Нише (Республика Сербия, г. Ниш).

Богданов Василий Степанович, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой механического оборудования Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Борисов Иван Николаевич, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой технологии цемента и композиционных материалов Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Братан Сергей Михайлович, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой технологии машиностроения Севастопольского государственного университета (РФ, г. Севастополь).

Везенцев Александр Иванович, д-р техн. наук, проф., зав. каф. общей химии Белгородского государственного национального исследовательского университета (РФ, г. Белгород).

Глаголев Сергей Николаевич, д-р экон. наук, ректор Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Грабовый Петр Григорьевич, д-р экон. наук, проф., заведующий кафедрой организации строительства и управления недвижимостью, НИУ Московского государственного строительного университета (РФ, г. Москва).

Гридчин Анатолий Митрофанович, д-р техн. наук, проф., Президент Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Давидюк Алексей Николаевич, д-р техн. наук, директор НИИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство» (РФ, г. Москва).

Дулюн Татьяна Александровна, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой технологии машиностроения Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Ерофеев Владимир Трофимович, академик РААСН, д-р техн. наук, проф., декан архитектурно-строительного факультета, заведующий кафедрой строительных материалов и технологий, директор НИИ «Материаловедение» Национального исследовательского Мордовского государственного университета имени Н.П. Огарёва (РФ, Республика Мордовия, г. Саранск).

Зайцев Олег Николаевич, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции Академии строительства и архитектуры – структурное подразделение Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского (РФ, г. Симферополь).

Ильвицкая Светлана Валерьевна, д-р арх., проф., заведующий кафедрой архитектуры Государственного университета по землеустройству (РФ, г. Москва).

Козлов Александр Михайлович, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой технологии машиностроения Липецкого государственного технического университета (РФ, г. Липецк).

Леонович Сергей Николаевич, иностранный член академик РААСН, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой технологии строительного производства Белорусского национального технического университета (Республика Беларусь, г. Минск).

Лесовик Валерий Станиславович, чл.-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой строительного материаловедения изделий и конструкций Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Логачев Константин Иванович, д-р техн. наук, проф. кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Мешерин Виктор Сергеевич, PhD, проф., директор института строительных материалов и заведующий кафедрой строительных материалов Дрезденского Технического Университета (Германия, г. Дрезден).

Меркулов Сергей Иванович, чл.-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой промышленности и гражданского строительства Курского государственного университета (РФ, г. Курск).

Павленко Вячеслав Иванович, д-р техн. наук, проф., директор института химических технологий, заведующий кафедрой теоретической и прикладной химии Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Павлович Ненад, PhD, проректор по научной работе и издательской деятельности, проф. Машиностроительного факультета Государственного Нишского университета (Республика Сербия, г. Ниш).

Пивинский Юрий Ефимович, д-р техн. наук, проф., научный руководитель ООО «Научно-внедренческая фирма «КЕРАМБЕТ-ОГ-НЕУПОР» (РФ, г. Санкт-Петербург).

Потапов Евгений Эдуардович, д-р хим. наук, проф. МИРЭА – Российского технологического университета (РФ, г. Москва).

Рыбак Лариса Александровна, д-р техн. наук, проф. кафедры технологии машиностроения Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Савин Леонид Алексеевич, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой мехатроники, механики и робототехники Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева (РФ, г. Орел).

Семенов Сергей Владимирович, д-р арх., проф., заведующий кафедрой архитектурного и градостроительного наследия Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета (РФ, г. Санкт-Петербург).

Сиваченко Леонид Александрович, д-р техн. наук, проф., кафедры транспортных и технологических машин Белорусского-Российского университета (Республика Беларусь, г. Могилев).

Соболев Константин Геннадьевич, PhD, проф. Университета Висконсин-Милуоки (штат Висконсин, Милуоки, США).

Смоляго Геннадий Алексеевич, д-р техн. наук, проф. кафедры строительства и городского хозяйства Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Строкова Валерия Валерьевна, проф. РАН, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой материаловедения и технологии материалов Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Финнер Ханс-Бертрам, Dr.-Ing., Ваймар (Германия, г. Веймар).

Ханин Сергей Иванович, д-р техн. наук, проф. кафедры механического оборудования Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Шаповалов Николай Афанасьевич, д-р техн. наук, проф. Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Шубенков Михаил Валерьевич, академик РААСН, д-р арх., проф., заведующий кафедрой градостроительства, проректор по образованию в области градостроительства и урбанистики Московского архитектурного института (государственная академия) (РФ, г. Москва).

Юрьев Александр Гаврилович, д-р техн. наук, проф., кафедры теоретической механики и сопротивления материалов Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород).

Яцун Сергей Федорович, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой механики, мехатроники и робототехники Юго-Западного государственного университета (РФ, г. Курск).

CHIEF EDITOR

Evgeniy I. Evtushenko, Doctor of Technical Sciences, Professor; First Vice-Rector, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

DEPUTY OF CHIEF EDITOR

Valery A. Uvarov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

MEMBER OF EDITORIAL BOARD

Arkadiy M. Ayzenshtadt, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Russian Federation, Arkhangelsk).

Elena A. Akhmedova, Corresponding member of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Doctor of Architecture, Professor, Samara State Technical University, Academy of Construction and Architecture (Russian Federation, Samara).

Yuriy M. Bazhenov, Academician of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (Russian Federation, Moscow).

Deyan Blagoevich, PhD, Professor, Higher Technical School of Professional Education in Nish (Republic of Serbia, Nish).

Aleksandr I. Vezentsev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod National Research University (Russian Federation, Belgorod).

Vasily S. Bogdanov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Ivan N. Borisov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Sergey M. Bratan, Doctor of Technical Sciences, Professor, Sevastopol State University (Russian Federation, Sevastopol).

Sergey N. Glagolev, Doctor of Economic Sciences, Professor, Rector, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Petr G. Graboviy, Doctor of Economic Sciences, Professor, Moscow State University of Civil Engineering (National research University) (Russian Federation, Moscow).

Anatoliy M. Gridchin, Doctor of Technical Sciences, Professor, President, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Aleksey N. Davidyuk, Doctor of Technical Science, Director NIIZHB named after A.A. Gvozdeva AO «NIC «Stroitel'stvo» (Russian Federation, Moscow).

Tatyana A. Duyun, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Vladimir T. Erofeev, Academician of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of the Institute "Materials Science", National Research Mordovian State University named after N.P. Ogarev (Russian Federation, Republic of Mordovia, Saransk).

Oleg N. Zaytsev, Doctor of Technical Sciences, Professor, V.I. Vernadsky Crimean Federal University (Russian Federation, Simferopol).

Svetlana V. Il'vitskaya, Doctor of Architecture, Professor, State University of Land Use Planning (Russian Federation, Moscow).

Aleksandr M. Kozlov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Lipetsk State Technical University (Russian Federation, Lipetsk).

Valery S. Lesovik, Corresponding member of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Sergey N. Leonovich, Foreign member of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belarusian National Technical University (Republic of Belarus, Minsk).

Konstantin I. Logachev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Victor S. Meshcherin, Doctor of Technical Sciences, Professor, Technical University of Dresden (TU Dresden), Director of the Institute of Building Materials and head of the department of building materials (Germany, Dresden).

Sergei I. Merkulov, Corresponding member of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kursk State University (Russian Federation, Kursk).

Vyacheslav I. Pavlenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Nenad Pavlovich, PhD, Vice-rector for Scientific Work and Publishing Activities, Professor, Mechanical Engineering Faculty State University of Nish (Republic of Serbia, Nish).

Yuriy E. Pivinski, Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of the "Research and development company" KERAM-BET-OGNEUPOR" (Russian Federation, Saint Petersburg).

Evgeniy E. Potapov, Doctor of Chemical Sciences, Professor, MIREA - Russian Technological University (Russian Federation, Moscow).

Larisa A. Rybak, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Leonid A. Savin, Doctor of Technical Sciences, Professor, Orel State University named after I.S. Turgenev (Russian Federation, Orel).

Sergey V. Sementsov, Doctor of Architecture, Professor, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (Russian Federation, Saint Petersburg).

Leonid A. Sivachenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belarusian-Russian University (Republic of Belarus, Mogilev).

Konstantin G. Sobolev, PhD, Professor, University of Wisconsin-Milwaukee (USA).

Gennadiy A. Smolyago, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Valeriya V. Strokovaya, Professor of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Hans Bertram Fischer, Dr.-Ing., Deputy Head of the Construction Materials Department, Bauhaus-University of Weimar (Bauhaus-Universität Weimar) (Germany, Weimar).

Sergey I. Khanin, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Nikolai A. Shapovalov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Mikhail V. Spubenkov, Academician of the Russian Academy of Architecture and Construction, Doctor of Architecture, Professor, Moscow Institute of Architecture (State Academy) (Russian Federation, Moscow).

Aleksandr G. Yur'yev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (Russian Federation, Belgorod).

Sergey F. Yatsun, Doctor of Technical Sciences, Professor, Southwest State University (Russian Federation, Kursk).

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Шахова Л.Д., Черноситова Е.С., Щелокова Л.С., Денисова Ю.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ТЕКУЧЕСТЬ ЦЕМЕНТОВ	8
Ву Ким Зиен, Танг Ван Лам, Баженова С.И., Нгуен Зуен Фонг ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОМЕННЫХ ШЛАКОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ БЕТОНОВ И РАСТВОРОВ ВО ВЬЕТНАМЕ	17
Володченко А.А. СТЕНОВЫЕ СИЛИКАТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НЕАВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ КРЕМНЕЗЕМИСТОГО СЫРЬЯ И АЛЮМОСИЛИКАТНОГО ВЯЖУЩЕГО НА ОСНОВЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ГЛИНИСТЫХ ПОРОД	25
Смоляго Г.А., Дрокин С.В., Дронов А.В., Белоусов А.П., Пушкин С.А., Смоляго Е.Г. ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СБОРНЫХ БАЛОЧНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КЕРАМЗИТОБЕТОННЫХ МНОГОПУСТОТНЫХ ПЛИТ	35
Николюкин А.Н., Ярцев В.П., Мамонтов С.А., Коломникова И.И., Аль Вард А.М. АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ БЕТОНА И АРМАТУРЫ В ОБЛАСТИ ИХ ЗАЦЕПЛЕНИЯ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSYS	43
Блажнов А.А. ПОЛИКАРБОНАТНЫЕ ТЕПЛИЦЫ С ТРАНСФОРМИРУЕМОЙ КРОВЛЕЙ	53
Иванова О.Н., Горожанкин В.К. СУБСТАНЦИИ КОМПОЗИТНОЙ ФОРМЫ	59
Кочеткова Т.В., Алейникова Н.В. КОМФОРТНОСТЬ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ	66
Соина Н.С. ИСТОРИОГРАФИЯ ГЕНУЭЗСКИХ СРЕДНЕВЕКОВЫХ ОБОРОНИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА	73

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Бондаренко Н.И., Бондаренко Д.О., Бондаренко М.А., Дороганов Е.А. ОБЛИЦОВОЧНЫЕ И ДЕКОРАТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ СТЕКЛЯННЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ	79
Трубицын М.А., Хоанг Вьет Хунг, Фурда Л.В., Ле Ван Тхуан СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОРАЗМЕРНОГО ГИДРОКСИАПАТИТА, ДОПИРОВАННОГО КАРБОНАТ- И СИЛИКАТ-АНИОНАМИ	86
Бородулин А.С., Калинин А.Н., Терешков А.Г., Музыка С.С. ПОЛИЭФИРИМИДЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТЕПЛОСТОЙКИХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ВЫСОКИМИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ	94
Кочергин Ю.С., Золотарева В.В. СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СМЕСЕЙ ЭПОКСИДНЫХ ПОЛИМЕРОВ И ОЛИГОСУЛЬФОНОВ. ЧАСТЬ 3. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА	101

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

Никитина И.П., Поляков А.Н. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ И ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВУСТОРОННЕГО ТОРЦЕШЛИФОВАЛЬНОГО СТАНКА	112
Кхалифа М., Дуюн Т.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТНОГО ПАКЕТА ANSYSWorkbench	121
Данилов А.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ ИСПЫТАНИЯ МЕТОДА «КОНЕЧНОГО ПОВОРОТА И СМЕЩЕНИЯ» НА ПРОХОЖДЕНИЕ МАНИПУЛЯЦИОННЫМ РОБОТОМ EUROPEAN ROBOTIC ARM СИНГУЛЯРНЫХ ТОЧЕК	128

CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

Shakhova L.D., Chernositova E.S., Schelokova L.S., Denisova J.V.	8
A STUDY OF FACTORS AFFECTING THE FLUIDITY OF CEMENT	
Vu Kim Dien, Tang Van Lam, Bazhenova S.II., Nguyen Duyen Phong	17
POSSIBILITY OF USING BLAST FURNACE SLAG IN CONCRETE AND MORTAR PRODUCTION IN VIETNAM	
Volodchenko A.A.	25
WALL SILICATE MATERIALS OF NON-AUTOCLAVE HARDENING WITH THE USE OF SILICA RAW MATERIALS AND ALUMINOSILICATE BINDING BASED ON NON-CONVENTIONAL CLAY ROCKS	
Smolyago G.A., Drokin S.V., Dronov A.V., Belousov A.P., Pushkin S.A., Smolyago E.G.	35
TECHNICAL CONDITION OF PRECAST BEAMS WITH THE USE OF EXPANDED LIGHTWEIGHT CONCRETE HOLLOW-CORE SLABS	
Nikolyukin A.N., Yartsev V.P., Mamontov S.A., Kolomnikova I.I., Al Ward A.M.	43
ANALYSIS OF THE STRESS - STRAIN CONDITION OF CONCRETE AND REINFORCEMENT IN THE AREA OF THEIR ENGAGEMENT IN THE ANSYS SOFTWARE PACKAGE	
Blazhnov A.A.	53
POLYCARBONATE GREENHOUSES WITH CONVERTIBLE ROOF	
Ivanova O.N., Gorozhankin V.K.	59
SUBSTANTIES OF COMPOSITE FORM	
Kochetkova T.V., Aleinikova N.V.	66
COMFORT OF THE URBAN ENVIRONMENT	
Soina N.S.	73
HISTORIOGRAPHY OF GENOESE MEDIEVAL FORTIFICATIONS OF THE AZOV-BLACK SEA BASIN	

CHEMICAL TECHNOLOGY

Bondarenko N.I., Bondarenko D.O., Bondarenko M.A., Doroganov E.A.	79
FACING AND DECORATIVE MATERIALS BASED ON GLASS DOMESTIC WASTE	
Troubitsin M.A., Hoang Viet Hung, Furda L.V., Le Van Thuan	86
SYNTHESIS AND INVESTIGATION THE PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF NANOSIZED HYDROXYAPATITE DOPED BY CARBONATE- AND SILICATE-ANIONS	
Borodulin A.S., Kalinnikov A.N., Tereshko A.G., Music S.S.	94
POLYETHERIMIDE FOR CREATION OF HEAT-RESISTANT POLYMERIC COMPOSITE MATERIALS WITH HIGH PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES	
Kochergin Y.S., Zolotareva V.V.	101
PROPERTIES OF COMPOSITIONAL MATERIALS BASED ON THE MIXTURES OF EPOXY POLYMERS AND OLIGOSULFONES. PART 3. PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES	

MACHINE BUILDING AND ENGINEERING SCIENCE

Nikitina I.P., Polyakov A.N.	112
EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE TEMPERATURE AND ACCURACY CHARACTERISTICS OF DOUBLE-SIDED FACE GRINDING MACHINE	
Khalifa M., Dujun T.A.	121
FINITE ELEMENT MODELING OF THE CUTTING PROCESS DURING MACHINING OF STRUCTURAL STEEL USING ANSYS WORKBENCH	
Danilov A.V.	128
TEST SIMULATION OF «FINITE ROTATION AND DISPLACEMENT» METHOD BY THE EUROPEAN ROBOTIC ARM PASSING THROUGH THE SINGULAR POINTS	

DOI:10.34031/2071-7318-2019-4-11-17-24

¹Ву Ким Зуен, ¹Танг Ван Лам, ^{1,*}Баженова С.И., ²Нгуен Зуен Фонг¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

²Ханойский горно-геологический университет

Дык Тхань Уорд, Северо-Ты Лиём района, Ханой, Вьетнам.

*E-mail: sofia.bazhenova@gmail.com

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОМЕННЫХ ШЛАКОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ БЕТОНОВ И РАСТВОРОВ ВО ВЬЕТНАМЕ

Аннотация. Доменные шлаки – отходы металлургической промышленности, которые при определенной подготовке можно использовать в технологии производства строительных растворов и бетонов. Целесообразное использование доменного шлака, как компонента для новых строительных материалов позволит улучшить экологическую обстановку и увеличит экономическую эффективность их производства.

Была рассмотрена технология переработки доменного шлака завода «Хоа Фат» (Вьетнам) и «Тхаи Нгуен» (Вьетнам) в тонкомолотую активную минеральную добавку. В результате проведенных исследований были получены химико-минералогический состав шлаков, рассмотрены и определены их физико-механические характеристики: удельная поверхность, плотность, водопотребность и другие.

Рассмотрена возможность применения данных гранулированных доменных шлаков в качестве активной минеральной добавки для замещения части вяжущего, для этого рассчитан индекс активности шлака согласно нормативным документам Вьетнама и России. Выявлены зависимости влияния прочности цементно-песчаного раствора на комплексном вяжущем от его плотности, (где Вяжущее вещество = Портландцемент + Гранулированный доменный шлак). Построена диаграмма сравнения Индекса активности IR (%) гранулированного доменного шлака по прочности на сжатия.

В работе использован Вьетнамский стандарт TCVN 11586:2016 для анализа возможности использования доменного шлака (Вьетнам) в технологии бетона и раствора в строительстве.

Ключевые слова: Гранулированный доменный шлак, цемент, отходы промышленности, комплексное вяжущее, активная минеральная добавка, индекс активности шлака.

Введение. Промышленные отходы, в том числе топливные, являются очень серьезной причиной возникновения проблем экологического характера, вызывающих загрязнение почвы, воды и воздуха во всех провинциях Вьетнама [1]. При этом, уровень повторного использования техногенных отходов весьма ограничен и составляет всего 2...5 % от общего количества вырабатываемых промышленных отходов [2, 3]. Согласно [4], на вторичном сырье при соблюдении определенных условий можно получить бетоны с высокими эксплуатационными характеристиками.

В технологии современных бетонов Вьетнама многие отходы промышленности (золы, шлаки и т.д.) используются как добавки в бетонные смеси для уменьшения расхода вяжущего и решения экологических проблем [2].

Во Вьетнаме по данным [5] каждый год, производство шлака от металлургической промышленности составляет 45÷55 миллионов тонн в год. Доменный шлак (ДШ) после определенной переработки используют для изготовления черепицы, кирпича, в качестве наполнителя для бетонной смеси, и как активную минеральную добавку, в том числе и для вяжущих – цементов.

Каждый год, мировое производство цемента около 3 млрд. т/год [6], в то время, как во Вьетнаме эта цифра составляет 99 млн. т/год [7]. Изготовление цемента – процесс не только дорогостоящий, но и энергоемкий, что влечет к климатическим изменениям на территории Вьетнама – способствует возникновению парникового эффекта. При соблюдении всех нормативных требований к вяжущему веществу в технологии производства бетона часть цемента можно заменить подходящим по составу специально переработанным шлаком. Та как рассматриваемые нами шлаки по своему химико-минералогическому составу (соотношением SiO_2 , Al_2O_3 и CaO) имеют реакционную способность, то замена ими части клинкера, позволит снизить стоимость вяжущего, уменьшить потребление электроэнергии и выделяемого тепла при производстве композиционного вяжущего вещества.

По данным исследования [8, 9] использование промышленных отходов в производстве бетонов может решить следующие актуальные вопросы:

1. Уменьшить стоимость готовой строительной продукции из вторичного сырья на композиционном вяжущем.

2. Расширить материально-сырьевую базу для производства строительных материалов.
3. Уменьшить потребность в первичных сырьевых ресурсах.
4. Снизить капитальные затраты на организацию хранения отходов.
5. Создать высокотехнологичные производства и обеспечить местное население новыми рабочими местами.
6. Утилизировать существующие свалки промышленных отходов.
7. Улучшить экологическую обстановку в промышленных зонах, где складировались отходы.
8. Улучшить условия жизни населения и животных.

На данный момент во Вьетнаме доменные шлаки применяют как добавку для бетонов и строительных растворов, однако исследований по доменным шлакам «Хоа Фат» и «Тхай Нгуен» немного [1, 10].

По данным исследования [11] доменным шлаком можно заменить 5...30 % от части цемента. В данной работе авторами предложено возможность использования доменных шлаков в качестве активной минеральной добавки в количестве 10... 30 % от массы портландцемента.

Материалы:

– портландцемент (Ц) ЦЕМ I 42,5 Н производства завода «Там Диеп» (Вьетнам), истинной плотностью 3,14 г/см³, химико-минералогический состав приведен в табл. 1, соответствовал требованиям ГОСТ 30515-2013 и TCVN 2682:2009;

– кварцевый песок (П) реки Ло (Вьетнам) с модулем крупности $M_k = 3,0$ истинной плотностью 2,66 г/см³ и средней насыпной плотностью (в уплотненном состоянии) 1650 кг/м³. Песок I класса в соответствии с ГОСТ 8736-2014 и TCVN 7570:2006;

– Гранулированный доменный шлак (ГДШ) «Хоа Фат» и ГДШ «Тхай Нгуен» представлены в табл. 2 и 3, соответствуют требованиям ГОСТ 3476-74;

– вода (В) затворения соответствующая требованиям ГОСТ 23732-2011 и TCVN 4506:2012.

Методология. Возможность использования шлака оценивалась по требованиям стандарта TCVN 11586:2016 «Доменный шлак мелкий для бетона и раствора»;

– индекс активности шлака в растворных смесях определяли в соответствии с требованиями стандарта TCVN 11586:2016;

– прочность бетонов на сжатие определяли в соответствии с требованиями ГОСТ 10180-2012 и TCVN 10303:2014;

– определение влажности доменного шлака проводили по ГОСТ 13586.5-2015 и TCVN 7572-7:2006;

Основная часть. Исследовались свойства доменного шлака (ДШ) полученного при выплавке чугуна, так как в исходной железной руде содержатся глинистые примеси, а в коксе – зола. В рамках проведенного исследования, для удаления примесей из исходного сырья, в доменную шихту вводили флюсы - карбонаты кальция и магния.



Доменный шлак с заводов «Хоа Фат» и «Тхай Нгуен»

Сушка, $T=100 \pm 10^\circ\text{C}$, $t=4$ час

вибрационная мельница измельчение в течение 2 часа (Модель SM500X500, Китай)

Гранулированный доменный шлак в виде тонкого порошка

Рис. 1. Технологическая схема получения ГДШ

Использованный в работе ДШ был получен с завода, технологическая схема производства приведена на рис. 1. ДШ сушился в лабораторной печи при $T = 100 \pm 10^\circ\text{C}$ в течении 4 ч., после в вибрационной мельнице (Модель SM500x500, Китай) в течение 2 ч. материал помоли для получения гранулированного доменного шлака (ГДШ) в виде тонкого порошка (рис. 1 и табл. 2).

Химическо-минералогический состав и физико-механические характеристики портландцемента и полученного ГДШ приведены в табл. 1 и 2.

Согласно TCVN 11586:2016 «Требования технические гранулированного доменного шлаков для бетона и раствора», приведены в табл. 3.

Таблица 1

Химический состав портландцемента «Там Диеп» и ГДШ «Хоа Фат» и «Тхай Нгуен»

Вид материала	Средний химический состав, % масс.											
	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	Cl ⁻	S ²⁻	п.п.п.*
Портландцемент «Там Диеп»	19,5	58,73	4,76	5,27	2,34	3,62	0,51	1,53	—	—	—	3,74
ГДШ «Хоа Фат»	36,12	37,65	12,74	2,36	8,769	0,26	0,92	0,16	0,3	0,001	0,72	—
ГДШ «Тхай Нгуен»	31,54	44,95	10,95	0,72	8,819	0,14	0,67	0,28	0,32	0,001	0,62	0,99

Таблица 2

Физические характеристики портландцемента «Там Диеп» и ГДШ «Хоа Фат» и «Тхай Нгуен»

Свойства	Единицы измерения	Портландцемент «Там Диеп»	ГДШ «Хоа Фат»	ГДШ «Тхай Нгуен»
Истинная плотность	г/см ³	3,15	2,558	2,297
Удельная поверхность	см ² /г	3660	5710	4565
Влажность	%	0	0,001	0,001

Таблица 3

Технические требования ГДШ для бетонов и растворов по TCVN 11586:2016 и по ТУ 0799-001-99126491-2013

п/п	Свойства	Единица	По ТУ 0799-001-99126491-2013	По TCVN 11586:2016			
				C60	C75	C95	C105
1	Истинная плотность (не более)	г/см ³	—	2,8			
2	Удельная поверхность (не менее)	см ² /г	4500	2750	3500	5000	7000
3	Индекса активности прочности (не менее) в возрастах: + 7 суток. + 28 суток. + 91 суток.	%	—	—	55	75	95
			—	60	75	95	105
			—	80	95	—	—
4	Влажность (не более)	%	0,3	1,0			
5	Содержание MgO (не более)	%	15	10			
6	Содержание SO ₃ (не более)	%	—	4,0			
7	Содержание Cl ⁻ (не более)	%	—	0,02			
8	Потери при прокаливании (не более)	%	0,95–1,10	3,0			

Примечание: C60, C75, C95, C105 - индекса активности шлака (I_R, %) в возрасте 28 суток.

Из приведённых в табл. 1–3 экспериментальных результатов следует, что по химическому составу и физико-механическим свойствам ГДШ «Хоа Фат» и ГДШ «Тхай Нгуен» удовлетворяют требованиям стандарта TCVN 11586:2016 и ТУ 0799-001-99126491-2013.

Индекс активности гранулированного доменного шлака (I_R, %) представляет собой отношение прочности на сжатие образца из цементно-песчаного раствора, где часть вяжущего, цемента, заменена ГДШ (R₂), к прочности на сжатие контрольного, без добавочного цементно-песчаного раствора (R₁). Индекс активности доменного шлака рассчитывали по формуле (1), приведённой в стандарте TCVN 11586:2016.

$$I_R = \frac{R_2}{R_1} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где I_R – индекс активности доменного шлака, %; R₁ – прочность на сжатие контрольных образцов

выполненных на бедобавочном цементно-песчаном составе в возрасте 28 суток, МПа; R₂ – прочность на сжатие образцов из цементно-песчаных растворов, где часть вяжущего заменена на ГДШ, в возрасте 28 суток, МПа.

Экспериментальные образцы изготавливали на цементно-шлаково-песчаных растворах при соотношениях Вяж : П = 1:3 (где Вяж – вяжущее вещество, Вяж = Ц + ГДШ (процентное соотношение цемента к доменному шлаку в вяжущем приведены в таб. 4). Контрольный состав – цементно-песчаный раствор, без каких-либо добавок и примесей. В соответствии с требованиями стандарта ГОСТ 30744-2001 и TCVN 2682:2009 и исследований [1, 9, 11] принимали ГДШ/Ц = 1/10 ÷ 3/10. На каждом составе формовали по 3 балочки 40×40×160 мм, которые после твердения в нормальных условиях, испытывали на прочность на сжатие (рис. 2 и 3).

Результаты проведенных прочностных испытаний сведены в табл. 5, где отражено как количество

вводимых доменных шлаков влияет на прочность двух типов, плотность смеси и индекс активности полученного состава бетона.

Полученные результаты испытаний использовали для расчёта индексов активности I_R , % (табл. 5 и рис. 4 и 5).



Рис. 2. Определение прочности образцов на сжатие



Рис. 3. Экспериментальные образцы из цементно-шлаково-песчаных растворов

Таблица 4

Рецептура

Состав	ГДШ/Ц	Расход сырьевых компонентов для 1 м ³ бетона, кг/м ³				
		Ц	П	ГДШ«Хоа Фат»	ГДШ«Тхаи Нгуен»	В
№-1	0 (Контрольный)	514	1541	0	0	257
№-2	1/10	465	1533	–	46	256
№-3	2/10	424	1526	–	85	254
№-4	3/10	390	1520	–	117	253
№-5	1/10	466	1536	47	–	256
№-6	2/10	426	1532	85	–	255
№-7	3/10	392	1528	118	–	255

Таблица 5

Прочность на сжатие, прочность на растяжение при изгибе и индекс активности ГДШ «Хоа Фат» и «Тхаи Нгуен» в возрасте 28 суток

Состав	ГДШ/Ц	Прочность на растяжение при изгибе, МПа		Прочность на сжатие, МПа		Индекс активности по прочности на сжатие, %		Плотность, кг/м ³	
		Хоа Фат	Тхаи Нгуен	Хоа Фат	Тхаи Нгуен	Хоа Фат	Тхаи Нгуен	Хоа Фат	Тхаи Нгуен
№-1	0 (Контрольный)	8,2		42,61		100		2202	
№-2	1/10	7,63	–	40,69	–	95,49	–	2193	–
№-3	2/10	7,46	–	39,19	–	91,97	–	2184	–
№-4	3/10	6,72	–	35,71	–	83,8	–	2175	–
№-5	1/10	–	7,21	–	37,46	–	87,92	–	2188
№-6	2/10	–	6,85	–	35,59	–	83,53	–	2174
№-7	3/10	–	6,34	–	32,94	–	77,31	–	2161

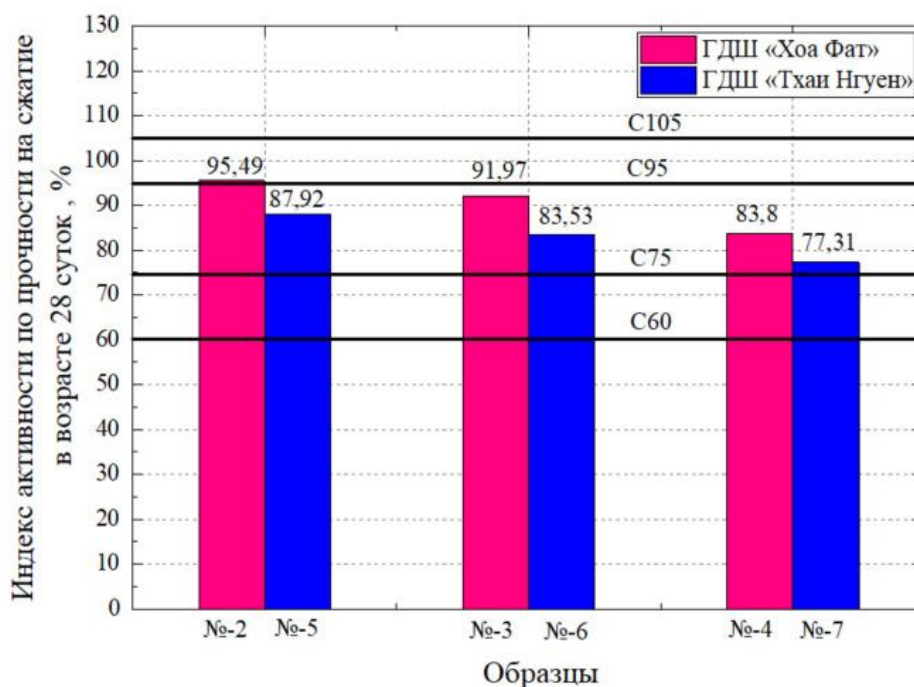
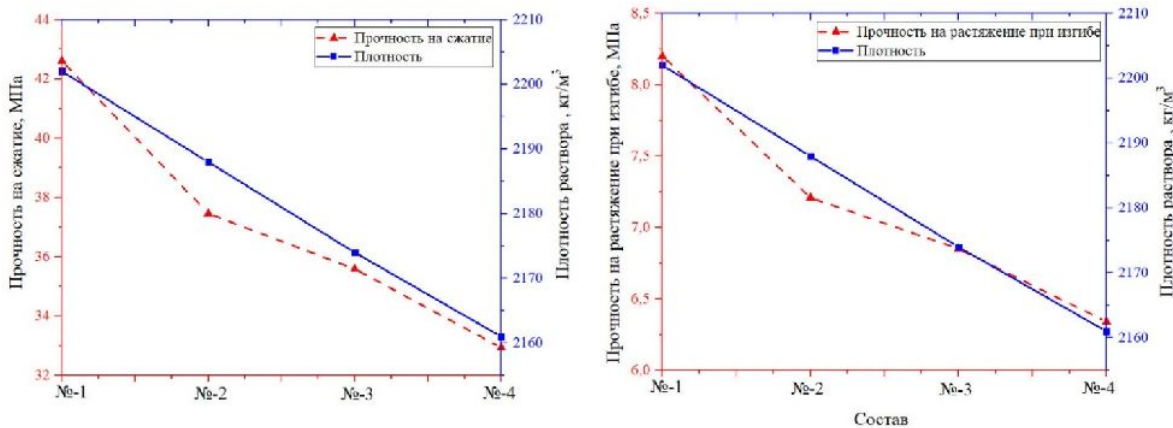
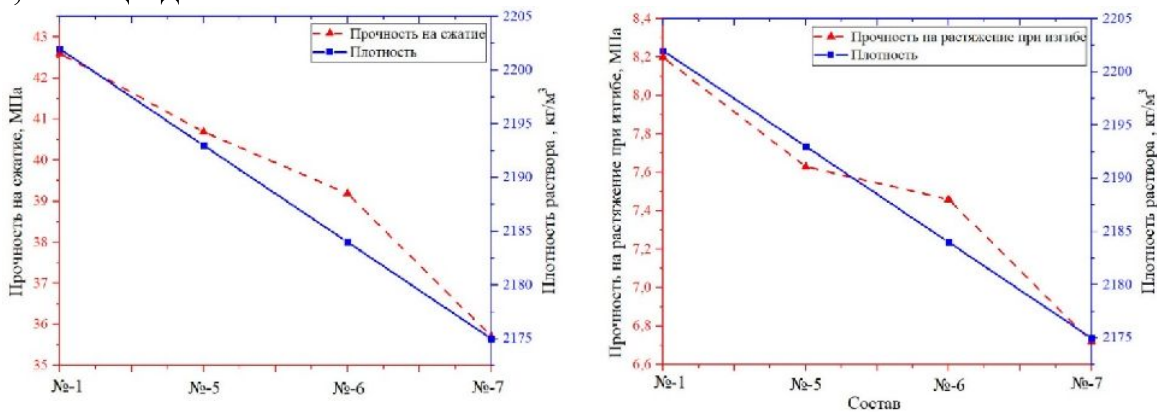


Рис. 4. Диаграмма сравнения Индекс активности ГДШ по прочности на сжатие



а) Вяж = Ц+ГДШ «Хоа Фат»



б) Вяж = Ц+ГДШ «Тхай Нгуен»

Рис. 5. Зависимость прочности цементно-песчаного раствора на комплексном вяжущем от плотности

Из рис. 4 и 5 видно, что:

1. При замене части цемента 1/10 ГДШ «Хоа Фат» можно получить вяжущее с I_R соответствующем С60, С75, С95, а на ГДШ «Тхай Нгуен» - С60, С75.

2. Если соотношение ГДШ увеличить 2/10 ÷ 3/10 Вяж, можно получить ГДШ = 2/10 и 3/10 I_R соответствующем С60, С75 на шлаке обоих образцов.

3. Индекс активности по прочности на сжатие ГДШ «Хоа Фат» всегда выше ГДШ «Тхай Нгуен». Это можно объяснить тем, что в ГДШ «Хоа Фат» содержится больше аморфного кремнезёма, 36,12 %, который способен связать свободный гидроксид кальция (СН) в меньше растворимые низкоосновные гидросиликаты кальция (CSH). Данный процесс повышает водонепроницающую способность бетонной смеси и ведет к уплотнению структуры тела бетона, что, в свою очередь, влияет на увеличение прочности на сжатие.

Выводы. Помимо вышесказанного, можно сказать, что рассмотренные доменные шлаки могут применяться в производстве строительных материалов в качестве тонкомолотых активных минеральных добавок, заменяющих часть цемента (до 30 %), в технологии бетонов и строительных растворов.

Кроме того, ГДШ можно заменить ввозимые в страну активные минеральные добавки, используемые в настоящее время во Вьетнаме для получения строительных растворов и бетонов, что позволит снизить их стоимость и способствовать улучшению экологической ситуации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Nguyen Thanh Sang, Le Thi Trang. Designing cement concrete composition using high-strength blast furnace slag in bridge construction // Journal Bridges and Roads of Vietnam. №1+2. 2012. Pp. 62–65.
2. Pham Chi Cuong. Utilization of metallurgical industry wastes in Vietnam // Vietnam Science Journal. №6 (10). 2012. Pp. 52–54.
3. Government Office. Conclusions of the Prime Minister on the implementation of the production program for the disposal of unburned materials and the use of ash, slag and gypsum - waste of thermal power plants and chemical plants. Announcement № 218/ТВ-ВРСР, Ha Noi, 17/06/2013, 3 p.

Информация об авторах

Ву Ким Зиен, аспирант кафедры технологии вяжущих веществ и бетонов. E-mail: kimdienxdtb@gmail.com. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26.

4. Баженова С.И., Алимов Л.А. Высококачественные бетоны с использованием отходов промышленности // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2010. №1. С. 226–230.

5. Lam Tang Van, Tho Vu Dinh, Dien Vu Kim, Boris Bulgakov, Olga Aleksandrova and Sophia Bazhenova. Combined Effects of Bottom Ash and Expanded Polystyrene on Light-weight Concrete Properties // MATEC Web of Conferences. 2018. 251. 01007. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201825101007>.

6. Yu Lei, Qiang Zhang, Chris Nielsen, Kebin He. An inventory of primary air pollutants and CO2 emissions from cement production in China, 1990–2020 // Atmospheric Environment. 2011. Vol. 45. Pp. 147–154. DOI:10.1016/j.atmosenv.2010.09.034.

7. Chau An. Dự báo sản lượng tiêu thụ xi măng năm 2019 “Прогноз потребления цемента в 2019 году” [Электронный ресурс]. <https://cafeland.vn/tin-tuc/nam-2019-san-luong-tieu-thu-xi-man-g-se-dat-95-trieu-tan-77913.html>. (дата: 16.01.2019).

8. Танг Ван Лам, Нго Суан Хунг, Булгаков Б. И., Александрова О.В., Ларсен О.А., Орехова А.Ю., Тюрина А.А. Использование золошлаковых отходов в качестве дополнительного цементующего материала // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. №8. С. 19–27. DOI:10.12737/article_5b6d58455b5832.12667511.

9. Танг Ван Лам, Булгаков Б.И., Александрова О.В., Ларсен О.А. Возможность использования золыных остатков для производства материалов строительного назначения во Вьетнаме // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. №6. С. 06–12. DOI:10.12737/article_5926a059214ca0.89600468.

10. Ngo Van Toan. Research on the production of high-strength concrete using fine sand and mineral additives mixed with activated blast-furnace slag and rice husk ash // Magazine Building Materials – Environment. 2012. №4. Pp. 36–45.

11. Isa Yu`ksel, Turhan Bilir, O`mer O`zkan. Durability of concrete incorporating non-ground blast furnace slag and bottom ash as fine aggregate // Building and environment, 2007(42) 2651–2659. DOI:10.1016/j.buildenv.2006.07.003.

12. Nour T.A., Hamdy A.E., Amel A.E. Utilization of by-pass cement kiln dust and air-cooled blast-furnace steel slag in the production of some “green” cement products // HBRC Journal, 2018 (14), pp 408–414. DOI:10.1016/j.hbrj.2017.11.001.

Танг Ван Лам, аспирант кафедры технологии вяжущих веществ и бетонов. E-mail: lamvantang@gmail.com. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26.

Баженова Софья Ильдаровна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии вяжущих веществ и бетонов. E-mail: sofia.bazhenova@gmail.com. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26.

Нгуен Зуен Фонг, кандидат технических наук, преподаватель кафедры «Факультет гражданского строительства». E-mail: nguenduyenphong@gmail.com. Ханойский университет горного дела и геологии. Дык Тхань Уорд, Северо-Ты Лиен района, Ханой, Вьетнам.

Поступила в мае 2019 г.

© Ву Ким Зиен, Танг Ван Лам, Баженова С.И., Нгуен Зуен Фонг, 2019

¹*Vu Kim Dien*, ¹*Tang Van Lam*, ^{1,*}*Bazhenova S.I.*, ²*Nguyen Duyen Phong*

¹*National Research Moscow State University of Civil Engineering
Russia, 129337, Moscow, st. Yaroslavskoe Shosse, 26*

²*Hanoi University of Mining and Geology
No 18, Pho Vien, Duc Thang Ward, Bac Tu Liem District-Hanoi*

**E-mail: sofia.bazhenova@gmail.com*

POSSIBILITY OF USING BLAST FURNACE SLAG IN CONCRETE AND MORTAR PRODUCTION IN VIETNAM

Abstract. Blast furnace slag is a waste of metallurgical industry which can be used in production technology of concretes and mortars. The expedient use of blast furnace slag as a component for new building materials will improve the environmental situation and increase the economic efficiency of production. The authors reaserch blast furnace slag processing technology of factories "Hoa Phat" (Vietnam) and "Thai Nguyen" (Vietnam) to produce mineral additives. As a result of the conducted researches the chemical and mineralogical composition of slags are received, their physical and mechanical characteristics are considered and defined: specific surface area, density, water demand, and others.

According to standard of Vietnam and Russia, slag activity index is calculated when considering the possibility of using blast furnace slags to replace part of the binder. The relationship between the strength of the cement-sand mortar and density affected by the binder are reveald (where; binder = Portland cement + Granulated blast furnace slag). Comparison chart of slag activity index I_R (%) has been shown.

The paper uses the Vietnamese standard TCVN 11586: 2016 to analyze the possibility of using blast furnace slag (Vietnam) in the technology of concrete and mortar construction.

Keywords: granulated blast furnace slag, cement, industrial waste, complex binder, active mineral additive, slag activity index.

REFERENCES

1. Nguyen Thanh Sang, Le Thi Trang. Designing cement concrete composition using high-strength blast furnace slag in bridge construction. Journal Bridges and Roads of Vietnam. 2012. No. 1+2. Pp. 62–65.

2. Pham Chi Cuong. Utilization of metallurgical industry wastes in Vietnam. Vietnam Science Journal. 2012. No. 6(10). Pp. 52–54.

3. Government Office. Conclusions of the Prime Minister on the implementation of the production program for the disposal of unburned materials and the use of ash, slag and gypsum - waste of thermal power plants and chemical plants. Announcement No. 218/TB-VPCP, Ha Noi, 17/06/2013, 3 p.

4. Bazhenova S.I., Alimov L.A. High-quality

concretes using industrial waste [Vysokokachestvennyye betony s ispol'zovaniyem otkhodov promyshlennosti]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2010. No. 1. Pp. 226–230. (rus)

5. Lam Tang Van, Tho Vu Dinh, Dien Vu Kim, Boris Bulgakov, Olga Aleksandrova and Sophia Bazhenova. Combined Effects of Bottom Ash and Expanded Polystyrene on Light-weight Concrete Properties. MATEC Web of Conferences. 2018. 251, 01007. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201825101007>.

6. Yu Lei, Qiang Zhang, Chris Nielsen, Kebin He. An inventory of primary air pollutants and CO₂ emissions from cement production in China, 1990–2020. Atmospheric Environment. 2011. Vol. 45. Pp. 147–154. DOI:10.1016/j.atmosenv.2010.09.034.

7. Chau An. Dự báo sản lượng tiêu thụ xi măng năm 2019 “Cement Consumption Forecast for 2019” [Electronic resource]. <https://cafeland.vn/tin-tuc/nam-2019-san-luong-tieu-thu-xi-mang-se-dat-95-trieu-tan-77913.html>. (date: 16.01.2019).

8. Tang V. L., Ngo X. H., Bulgakov B. I., Aleksandrova O.V., Larsen O.A., Orekhova A.Yu., Tyurina A.A. Use of ash and slag waste as a supplementary cementing material [Ispol'zovaniye zoloshlakovykh otkhodov v kachestve dopolnitel'nogo tsementiruyushchego materiala]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2018. No. 8. Pp. 19–27. (rus). https://doi.org/10.12737/article_5b6d58455b5832.12667511.

9. Tang V.L., Bulgakov B.I., Aleksandrova O.V., Larsen O.A. The possibility of using ash residues for the production of building materials in Vietnam [Vozmozhnost' ispol'zovaniya zol'nykh ostatkov dlya proizvodstva materialov stroitel'nogo naznacheniya vo V'yetname]. Bulletin of BSTU

named after V.G. Shukhov. 2017. No. 6. Pp. 06–12. (rus) https://doi.org/10.12737/article_5926a059214ca0.89600468

10. Ngo Van Toan. Research on the production of high-strength concrete using fine sand and mineral additives mixed with activated blast-furnace slag and rice husk ash. Magazine Building Materials – Environment. 2012. No. 4. Pp. 36–45.

11. Isa Yu'ksel, Turhan Bilir, O'mer O'zkan. Durability of concrete incorporating non-ground blast furnace slag and bottom ash as fine aggregate. Building and environment, 2007(42) 2651–2659. DOI:10.1016/j.buildenv.2006.07.003.

12. Nour T.A., Hamdy A.E., Amel A.E. Utilization of by-pass cement kiln dust and air-cooled blast-furnace steel slag in the production of some “green” cement products. HBRC Journal, 2018 (14), pp 408–414. DOI:10.1016/j.hbrj.2017.11.001.

Information about the authors

Vu Kim Dien, Postgraduate student. E-mail: kimdienxdb@gmail.com. National Research Moscow State University of Civil Engineering. Russia, 129337, Moscow, st. Yaroslavskoe Shosse, 26.

Tang Van Lam, Postgraduate student. E-mail: lamvantang@gmail.com. National Research Moscow State University of Civil Engineering. Russia, 129337, Moscow, st. Yaroslavskoe Shosse, 26.

Bazhenova, Sofya I. PhD, Associate Professor. E-mail: sofia.bazhenova@gmail.com. National Research Moscow State University of Civil Engineering. Russia, 129337, Moscow, st. Yaroslavskoe Shosse, 26.

Nguyen Duyen Phong, PhD. E-mail: nguyenduyenphong@gmail.com. Hanoi University of Mining and Geology. No. 18, Pho Vien, Duc Thang Ward, Bac Tu Liem District-Hanoi.

Received in May 2019

Для цитирования:

Ву Ким Зиен, Танг Ван Лам, Баженова С.И., Нгуен Зуен Фонг. Возможность использования доменных шлаков в производстве бетонов и растворов во Вьетнаме // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. № 11. С. 17–24. DOI:10.34031/2071-7318-2019-4-11-17-24

For citation:

Vu Kim Dien, Tang Van Lam, Bazhenova S.I., Nguyen Duyen Phong. Possibility of using blast furnace slag in concrete and mortar production in Vietnam. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2019. No. 11. Pp. 17–24. DOI:10.34031/2071-7318-2019-4-11-17-24