

УДК 691.328–41:006.354

[https://doi.org/10.37538/2224-9494-2023-2\(37\)-116-124](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2023-2(37)-116-124)

EDN: SYGJCS

АКТУАЛИЗАЦИЯ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО СТАНДАРТА «ПЛИТЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ДЛЯ ПОКРЫТИЯ ТРАМВАЙНЫХ ПУТЕЙ»

Б.С. СОКОЛОВ¹, канд. техн. наук
В.А. ТИТАЕВ^{1,2,✉}, канд. техн. наук
И.А. ЧЕРНЫЙ^{1,2}

¹ Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона (НИИЖБ) им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», 2-я Институтская ул., д. 6, к. 5, г. Москва, 109428, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), Ярославское шоссе, д. 26, г. Москва, 129337, Российская Федерация

Аннотация

Введение. Развитие городских сетей общественного транспорта в крупных городах России не обходится без модернизации и совершенствования рельсового транспорта, увеличивая его комфортабельность, провозную способность и надежность. Трамвайный транспорт экологичен, обладает высокой пассажироживместимостью. Совмещение, а также пересечение рельсового и пневмоколесного транспорта в городской среде является насущной современной задачей. В связи с этим возникла потребность пересмотра и актуализации ГОСТ 19231 «Плиты железобетонные для покрытия трамвайных путей. Технические условия», обусловленная изменением требований к бетону и выпуском новых классов стальной арматуры.

Цель. Актуализация ГОСТ 19231 позволит с учетом современных требований привести изделия для трамвайной инфраструктуры к должным нормативным и технологическим параметрам.

Материалы и методы. В рамках работы произведен анализ действующих нормативных документов в области железобетонных материалов и изделий; изучены и учтены научно-исследовательские работы, а также экспертное мнение производителей данных изделий.

Результаты. Результатом работ по модернизации стандарта явилось установление технических условий, соответствующих нынешнему запросу как в части нормативных документов, так и в части научных исследований.

Выводы. Актуализированный межгосударственный ГОСТ 19231 будет способствовать более качественному проектированию и изготовлению железобетонных плит для покрытия трамвайных путей, что неизбежно приведет к повышению их надежности и долговечности.

Ключевые слова: железобетон, конструирование, испытание, приемка, метод контроля, плита покрытия трамвайных путей, фибробетон, дисперсно-армированный бетон, выносливость

Для цитирования: Соколов Б.С., Титаев В.А., Черный И.А. Актуализация межгосударственного стандарта «Плиты железобетонные для покрытия трамвайных путей». *Вестник НИЦ «Строительство»*. 2023;37(2):116–124. [https://doi.org/10.37538/2224-9494-2023-2\(37\)-116-124](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2023-2(37)-116-124)

Вклад авторов

Все авторы внесли равноценный вклад в подготовку публикации.

Финансирование

Исследование проводилось при финансовой поддержке ФАУ «ФЦС».

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 05.04.2023

Поступила после рецензирования 18.04.2023

Принята к публикации 25.04.2023

UPDATING OF THE INTERSTATE STANDARD “REINFORCED CONCRETE SLABS FOR TRAMWAY TRACK PAVEMENTS”

B.S. SOKOLOV¹, Cand. Sci. (Engineering)

V.A. TITAEV^{1,2,✉}, Cand. Sci. (Engineering)

I.A. CHERNY^{1,2}

¹ Research Institute of Concrete and Reinforced Concrete (NIIZHB) named after A.A. Gvozdev, JSC Research Center of Construction, 2nd Institut'skaya str., 6, bld. 5, Moscow, 109428, Russian Federation

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

Abstract

Introduction. Development of urban public transport networks in Russian cities involves modernization and improvement of rail transport to increase its traveling comfort, carrying capacity and reliability. Tram transport is environmentally friendly and has a high passenger capacity. The combination as well as the intersection of rail and pneumatic transport in the urban environment is considered to be an urgent issue. In this regard, State Standard 19231 “Reinforced concrete slabs for tramway track pavements. Specifications” is needed to be revised and updated due to changes in the requirements for concrete and emergence of new classes of steel reinforcement.

Aim. To update State Standard 19231 in order to bring products for tram infrastructure to the proper regulatory and technological parameters in compliance with current requirements.

Materials and methods. The present study involves an analysis of existing regulatory documents in the field of reinforced concrete materials and products, as well as a bibliographical research of works and expert opinions.

Results. Updating the standard resulted in the establishment of specifications that meet the current demand, both in terms of regulations and scientific research.

Conclusions. The updated interstate State Standard 19231 will contribute to a higher quality design and production of reinforced concrete slabs for tramway pavements, which will surely enhance their reliability and durability.

Keywords: reinforced concrete, design, testing, acceptance, inspection method, tramway pavement slab, fibre concrete, fiber-reinforced concrete, endurance

For citation: Sokolov B.S., Titayev V.A., Cherny I.A. Update of the interstate standard “Reinforced concrete slabs for tramway track pavements”. *Vestnik NIC Stroitel'stvo = Bulletin of Science and Research Center of Construction*. 2023;37(2):116–124. [In Russian]. [https://doi.org/10.37538/2224-9494-2023-2\(37\)-116-124](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2023-2(37)-116-124)

Author contribution statements

All authors made equal contributions to the study and the publication.

Funding

The study was carried out with the financial support of FAU “FCC”.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 05.04.2023

Revised 18.04.2023

Accepted 25.04.2023

Коллективом сотрудников НИИЖБ им. А. А. Гвоздева (инж. М. В. Глушкова, канд. техн. наук Б. С. Соколов, канд. техн. наук В. А. Титаев) выполнена работа по актуализации ГОСТ 19231 «Плиты железобетонные для покрытия трамвайных путей. Технические условия».

Данный стандарт распространяется на железобетонные плиты, изготавливаемые из тяжелого бетона и предназначенные для устройства покрытий трамвайных путей колеи 1524 мм, строящихся и эксплуатируемых в районах со среднемесячной температурой наиболее холодного месяца до минус 20 °С включительно, и устанавливает требования к их изготовлению.

Плиты предназначены для укладки:

- на прямых участках пути и кривых радиусом 20 м и более с рельсами желобчатого и железнодорожного типов;
- в колее и на обочинах, а также в междупутьях шириной 3200, 3424, 3550, 3758 мм;
- на необособленном, обособленном и самостоятельном земляном полотне.

Стандарт пересмотрен в обеспечение требований ГОСТ 13015 [1], ГОСТ 26633 [2], ГОСТ 31384 [3].

Пересмотр межгосударственных стандартов ГОСТ 19231.0-83 [5] и ГОСТ 19231.1-83 [6] выполнен с учетом требований Федерального закона от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [4].

Стандарт распространяется на железобетонные плиты покрытия трамвайных путей, предназначенные для применения в сухих и водонасыщенных грунтах, и устанавливает технические требования к бетону изделий и арматуре, к изготовлению, маркировке, приемке, транспортированию и хранению железобетонных плит для покрытия трамвайных путей.

Целью пересмотра ГОСТ 19231.0 [5] и ГОСТ 19231.1 [6] является актуализация их положений в части технических условий на изготовление железобетонных плит покрытия трамвайных путей в связи с обновлением нормативной базы по производству железобетонных конструкций.

При разработке актуализированной версии ГОСТ 19231 использованы материалы исследований:

- НИР № регистрации АААА-А19-119070890044-9, дата регистрации 08/07/2019 «Выполнение научно-исследовательских работ по анализу отечественных нормативных документов и европейских стандартов, содержащих технические требования и эксплуатационные характеристики бетонов, правила их изготовления и оценки соответствия, для определения возможности прямого применения европейских стандартов в отечественной строительной индустрии» [7];

- НИОКР Рег. № НИОКТР 121061600046-3 «Отчет о научно-исследовательской работе оценка влияния бетонов на заполнителях по ГОСТ 32703 на сцепления бетона и арматуры, деформативные и прочностные свойства железобетонных конструкций» [8].

При пересмотре ГОСТ 19231.0 [5] и ГОСТ 19231.1 [6] решены следующие задачи:

- откорректирована структура и положения стандарта в связи изменениями требований основополагающих стандартов ГОСТ 1.5 [9];
- уточнены требования к правилам обеспечения единства измерений в Российской Федерации, установленным Федеральным законом от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» [10] и документами уполномоченных федеральных органов исполнительной власти.

В ГОСТ 19231.0 [5] и ГОСТ 19231.1 [6] указаны марки изделий в зависимости от ширины, длины и дополнительных конструктивных характеристик. Прочность и класс бетона по прочности назначается только по несущей способности В30, плиты предлагается применять в сухих и водонасыщенных грунтах, при расчетной температуре наружного воздуха (средней температуре воздуха наиболее холодной пятидневки района строительства согласно СП 131.13330.2012 [11]) до минус 40 °С включительно, в грунтах и грунтовых водах с неагрессивной степенью воздействия на железобетонные изделия.

Для этого установлены требования по водонепроницаемости и морозостойкости, которые опосредованно защищают бетон от коррозии. Поэтому при пересмотре стандарта назначен определенный уровень по морозостойкости и водонепроницаемости, назначен класс бетона по прочности, гарантирующий обеспечение заданных морозостойкости и водонепроницаемости.

Кроме этого, одной из задач пересмотра межгосударственных стандартов ГОСТ 19231.0 [5] и ГОСТ 19231.1 [6] является также установление актуальных технических требований в связи с применением новых классов арматуры для армирования плит.

В разработанной редакции стандарта пересмотрена его структура на основании требований ГОСТ 1.5 [9]. Актуализированный межгосударственный стандарт содержит 9 разделов и 2 приложения. Ряд пунктов прежней редакции стандарта исключены.

В разделе 1 «Область применения» уточнено, что плиты для покрытия трамвайных путей являются сборными изделиями.

В разделе 2 «Нормативные ссылки» уточнен и расширен перечень используемых стандартов.

В раздел 3 «Термины, определения» внесен ряд редакционных изменений.

Раздел 4 «Условные обозначения» поясняет структуру маркировки плит.

Положения разделов «Технические условия» ГОСТ 19231.0 [5] и ГОСТ 19231.1 [6] сведены в один документ с образованием двух разделов: раздел 5 «Форма и основные размеры» и раздел 6 «Технические требования»; текст существенно сокращен с внесением ряда изменений.

Раздел 5 «Форма и основные размеры» содержит требования к основным геометрическим параметрам плит и монтажных приспособлений.

Раздел 6 «Технические требования» содержит перечень конструктивных и технологических требований, предъявляемых стандартами и другими нормативными документами, к плитам, а также к материалам и арматурным изделиям, используемым для плит.

Уточнены требования для достижения заданных морозостойкости и водонепроницаемости бетона плит.

Основные параметры бетона, представленные в таблице, назначены на основании требований к бетону изделий по прочности, морозостойкости и водонепроницаемости с учетом класса среды эксплуатации в соответствии с требованиями ГОСТ 31384 [3].

Раздел 7 «Правила приемки» переработан в соответствии с ГОСТ 13015 [1].

В раздел 8 «Методы контроля» внесен ряд редакционных изменений.

Раздел 9 «Маркировка, транспортирование и хранение» реструктурирован и сокращен.

В Приложении А (обязательном) в графической и табличной формах представлены типы и основные геометрические размеры плит.

В Приложении Б (обязательном) представлены схемы армирования плит.

Таблица

Основные требования к бетону плит

Table

Basic requirements for slab concrete

Тип плит	Класс по прочности на сжатие не менее	Марка по морозостойкости не менее	Марка по водонепроницаемости	Марка по истираемости
1П, 2П, 3П	B30	F ₂ 200	W8	G1

Примечание: Морозостойкость плит, эксплуатируемых при температурах наиболее холодной пятидневки наружного воздуха от –20 до –40 °С, следует принимать F₂300

В период действия стандарта процесс совершенствования смежных направлений норм, а также методик расчета и проектирования является непрерывным. Поэтому для реализации возможностей использования современных норм и правил проектирования трамвайных железобетонных плит в текст Приложения Б спецификации и выборки арматурной стали не включены. Расчет и проектирование арматурных элементов: каркасов, сеток и отдельных арматурных элементов железобетонных плит – переданы в проектные организации. По этой же причине в актуализированном стандарте нет жесткой привязки между маркой плиты и расходом, а также диаметрами арматурной стали.

В качестве примера по учету одного из важных требований применительно к расчету трамвайных плит можно привести работу [12], в которой обосновываются и описываются методы расчета железобетонных конструкций для предельного состояния по усталости. Требования по выносливости присутствуют в современной редакции свода правил [13].

Совершенствованию расчетов трамвайных плит, в частности расчету на выносливость, посвящены работы [14, 15].

В прежней редакции ГОСТ 19231.0 [5] и ГОСТ 19231.1 [6], в силу жесткой привязки марки плиты и армирования, подобные расчеты находились за рамками жестких требований стандарта.

Работы [16, 17] посвящены исследованию внедрения для трамвайных плит фибробетона и дисперсно-армированных бетонов. Исследователи однозначны в своих выводах о необходимости дальнейших исследований в области расчетов, испытания и применения современных строительных конструкций для подрельсовых оснований городского рельсового транспорта. Необходимы масштабные НИР и НИОКР, позволяющие внедрять передовые идеи в практику проектирования современных железобетонных конструкций для гражданского и транспортного строительства.

Актуализированная редакция ГОСТ одобрена и рекомендована к утверждению на заседании научно-технического совета НИИЖБ им. А. А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство».

В ходе состоявшегося публичного обсуждения актуализированного ГОСТ получены предложения, которые были частично или полностью учтены в новой редакции стандарта.

В частности, предлагалось рассмотреть вопрос о внесении в актуализированный ГОСТ 19231 изменений, касающихся использования крупного заполнителя для бетона, щебня, щебня из гравия и гравия из плотных горных пород по ГОСТ 32703 [18] равнозначно с ГОСТ 8267 [19]. Данное предложение было отклонено в связи с тем, что в стандарте ГОСТ 32703 [18] отсутствует ряд требований к материалам, гарантирующим обеспечение долговечности бетонных изделий, отвечающей требованиям ГОСТ 27751 [20].

Авторы статей [21–23] отмечают, что исследования в области прочности и деформативности бетона при различных подходах к нормированию инертных заполнителей следует продолжить и расширить.

Актуализированный межгосударственный ГОСТ 19231 будет способствовать более качественному проектированию и изготовлению железобетонных плит для покрытия трамвайных путей, что неизбежно приведет к повышению их надежности и долговечности, а также повысит безопасность городского рельсового транспорта.

Список литературы

1. ГОСТ 13015-2012. Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования. Правила приемки, маркировки, транспортирования и хранения. Москва: Стандартинформ; 2018.
2. ГОСТ 26633-2015. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия. Москва: Стандартинформ; 2019.
3. ГОСТ 31384-2017. Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования. Москва: Стандартинформ; 2018.
4. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: Федеральный закон, 30 дек. 2009 г., № 384-ФЗ [интернет]. Режим доступа: <https://legalacts.ru/doc/federalnyi-zakon-ot-30122009-n-384-fz-tekhnicheskii/>
5. ГОСТ 19231.0-83. Плиты железобетонные для покрытий трамвайных путей. Технические условия. Москва: Издательство стандартов; 1984.
6. ГОСТ 19231.1-83. Плиты железобетонные для покрытий трамвайных путей. Конструкция и размеры. Москва: Издательство стандартов; 1983.
7. Выполнение научно-исследовательских работ по анализу отечественных нормативных документов и европейских стандартов, содержащих технические требования и эксплуатационные характеристики бетонов, правила их изготовления и оценки соответствия, для определения возможности прямого применения европейских стандартов в отечественной строительной индустрии. Москва: АО «НИЦ «Строительство». НИР Рег. № АААА-А19-119070890044-9; 2019.
8. Отчет о научно-исследовательской работе оценка влияния бетонов на заполнителях по ГОСТ 32703 на сцепления бетона и арматуры, деформативные и прочностные свойства железобетонных конструкций. Москва: АО «НИЦ «Строительство». НИОКР Рег. № 121061600046-3; 2021.
9. ГОСТ 1.5-2001. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению. Москва: Стандартинформ; 2010.
10. Об обеспечении единства измерений: Федеральный закон, 26 июня 2008, № 102-ФЗ [интернет]. Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=398044>
11. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. Москва: Минстрой России; 2020.
12. Шарипов Р.Ш., Зенин С.А., Крылов С.Б., Волков Ю.С. Оценка методов расчета железобетонных конструкций для предельных состояний по усталости. Вестник НИЦ «Строительство». 2020;27(4):148–159. [https://doi.org/10.37538/2224-9494-2020-4\(27\)-148-159](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2020-4(27)-148-159)
13. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Москва: Стандартинформ; 2019.
14. Захаров В.Б. Разработка и исследование работоспособности конструкции железобетонного под-рельсового основания для пути городского наземного рельсового транспорта [диссертация]. Санкт-Петербург; 2002.
15. Султанов Н.Н. Техничко-экономическое обоснование перспективных конструкций трамвайных путей [диссертация]. Санкт-Петербург; 2015.
16. Деревянко В.Н., Саламаха Л.В., Кулачко Е.А., Гопайца В.А. Разработка и исследование дисперсно-армированных бетонов для производства трамвайных плит. Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. 2011;[9]:4–8.

17. Дудкин Е.П., Параскевопуло Ю.Г., Султанов Н.Н. Использование фибробетона в конструкции трамвайных путей. Транспортное строительство. 2012;(3–4):77–79.
18. ГОСТ 32703-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и гравий из горных пород. Технические требования. Москва: Стандартинформ; 2019.
19. ГОСТ 8267-93. Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия. Москва: Стандартинформ; 2018.
20. ГОСТ 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения. Москва: Стандартинформ; 2019.
21. Павлова И.П. О влиянии заполнителей на модуль упругости бетона. В: Напрягающие цементы, бетоны и самонапряженные конструкции: сборник трудов Международной научно-практической конференции, Брест, 18–20 декабря 2000 г. Брест: БГТУ; 2000, с. 164–170.
22. Розенталь Н.К., Любарская Г.В. Коррозия бетона при взаимодействии щелочей с диоксидом кремния заполнителя. Бетон и железобетон. 2012;(1):50–60.
23. Фаликман В.Р., Сиротин П.Н. Оценка возможности использования щебня по ГОСТ 32703 для производства бетонов общегражданского строительства. Вестник НИЦ «Строительство». 2022;33(2):194–212. [https://doi.org/10.37538/2224-9494-2022-2\(33\)-194-212](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2022-2(33)-194-212)
24. ГОСТ 32730-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Песок дробленый. Технические требования. Москва: Стандартинформ; 2019.
25. ГОСТ 32824-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Песок природный. Технические требования. Москва: Стандартинформ; 2019.
26. ГОСТ 8736-2014. Песок для строительных работ. Технические условия. Москва: Стандартинформ; 2019.
27. Зенин С.А., Кудяков К.Л., Кудинов О.В. Оценка влияния бетонов на заполнителях по ГОСТ 32703-2014 на прочностные и деформативные свойства изгибаемых железобетонных конструкций. Бетон и железобетон. 2022;(1):10–16. <https://doi.org/10.31659/0005-9889-2022-609-1-10-16>
28. Макеев А.И., Чернышов Е.М. Экспериментальные исследования закономерностей влияния размерно-геометрических параметров щебня на потенциал сопротивления бетонов разрушению. Строительство и реконструкция. 2018;(2):122–132.

References

1. State Standard 13015-2012. Concrete and reinforced concrete products for construction. General technical requirements. Rules for acceptance, marking, transportation and storage. Moscow: Standartinform Publ.; 2018. (In Russian).
2. State Standard 26633-2015. Heavy-weight and sand concretes. Specifications. Moscow: Standartinform Publ.; 2019. (In Russian).
3. State Standard 31384-2017. Protection of concrete and reinforced concrete structures against corrosion. General technical requirements. Moscow: Standartinform Publ.; 2018. (In Russian).
4. Technical Regulations on the safety of buildings and structures: Federal Law, 30 december 2009, No. 384-FZ [internet]. Available at: <https://legalacts.ru/doc/federalnyi-zakon-ot-30122009-n-384-fz-tekhnicheskii/> (In Russian).
5. State Standard 19231.0-83. Reinforced concrete slabs for tramway track pavements. Specifications. Moscow: Publishing House of Standards; 1984. (In Russian).
6. State Standard 19231.1-83. Reinforced concrete slabs for tramway track pavements. Structure and dimensions. Moscow: Publishing House of Standards; 1983. (In Russian).
7. Performing research work on the analysis of domestic regulatory documents and European standards containing technical requirements and performance characteristics of concrete, rules for their manufacture and conformity assessment, to determine the possibility of direct application of European standards in the domestic construction industry. Moscow: JSC Research Center of Construction. Research and Development registration No. AAAA-A19-119070890044-9; 2019. (In Russian).
8. Report on research work evaluation of the influence of concrete on aggregates according to GOST 32703 on the adhesion of concrete and reinforcement, deformative and strength properties of reinforced concrete structures. Moscow: JSC Research Center of Construction. Research and Development registration No. 121061600046-3; 2021. (In Russian).

9. State Standard 1.5-2001. Interstate System for Standardization. Interstate standards, rules and recommendations on interstate standardization. General requirements for structure, drafting, presentation, content and indication. Moscow: Standartinform Publ.; 2010. (In Russian).
10. On ensuring the uniformity of measurements: Federal Law, 26 June 2008, No. 102 [internet]. Available at: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=398044>. (In Russian).
11. SP 131.13330.2012. Building climatology. Moscow: Ministry of Construction of Russia; 2020. (In Russian).
12. Sharipov R.Sh., Zenin S.A., Krylov S.B., Volkov Yu.S. Evaluation of methods for calculating reinforced concrete structures for extreme fatigue conditions. Vestnik NIC Stroitel'stvo = Bulletin of Science and Research Center of Construction. 2020;27(4):148–159. (In Russian). [https://doi.org/10.37538/2224-9494-2020-4\(27\)-148-159](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2020-4(27)-148-159)
13. SP 63.13330.2018. Concrete and reinforced concrete structures. General provisions. Moscow: Standartinform Publ.; 2019. (In Russian).
14. Zakharov V.B. Development and research of the operability of the reinforced concrete sub-rail base structure for urban ground rail transport [dissertation]. Saint Petersburg; 2002. (In Russian).
15. Sultanov N.N. Feasibility study of promising designs of tram tracks. Dis. ... Candidate of Technical Sciences [dissertation]. Saint Petersburg; 2015. (In Russian).
16. Derevyanko V.N., Salamakha L.V., Kulachko E.A., Gopaytsa V.A. Development and research of dispersed reinforced concrete for the production of tram plates. Visnik Prydniprov's'koï derzhavnoï akademiiï budivnitstva ta arkhitekturi = Bulletin of Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture. 2011;(9):4–8. (In Russian).
17. Dudkin E.P., Paraskevopulo Yu.G., Sultanov N.N. The use of fibroconcrete in the construction of tram tracks. Transportnoe stroitel'stvo = Transport construction. 2012;(3-4):77–79. (In Russian).
18. State Standard 32703-2014. Automobile roads of general use. Crushed stone and gravel from rocks. Technical requirements. Moscow: Standartinform Publ.; 2019. (In Russian).
19. State Standard 8267-93. Crushed stone and gravel of solid rocks for construction works. Specifications. Moscow: Standartinform Publ.; 2018. (In Russian).
20. State Standard 27751-2014. Reliability for constructions and foundations. General principles. Moscow: Standartinform Publ.; 2019. (In Russian).
21. Pavlova I.P. On the influence of aggregates on the modulus of elasticity of concrete. In: Straining cements, concretes and self-stressed structures: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Brest, December 18-20, 2000; Brest: BSTU; 2000, pp. 164–170. (In Russian).
22. Rosenthal N.K., Lyubarskaya G.V. Corrosion of concrete in the interaction of alkalis with silica filler. Beton i zhelezobeton = Concrete and reinforced concrete. 2012;(1):50–60. (In Russian).
23. Falikman V.R., Sirotnin P.N. Assessment of the possibility of using crushed stone according to GOST 32703 for the production of concretes of civil construction. Vestnik NIC Stroitel'stvo = Bulletin of Science and Research Center of Construction. 2022;33(2):194–212. (In Russian). [https://doi.org/10.37538/2224-9494-2022-2\(33\)-194-212](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2022-2(33)-194-212)
24. State Standard 32730-2014. Automobile roads of general use. Crushed sand. Specifications. Moscow: Standartinform Publ.; 2019. (In Russian).
25. State Standard 32824-2014. Automobile roads of general use. Natural sand. Technical requirements. Moscow: Standartinform Publ.; 2019. (In Russian).
26. State Standard 8736-2014. Sand for construction works. Specifications. Moscow: Standartinform Publ.; 2019. (In Russian).
27. Zenin S.A., Kudiyakov K.L., Kudinov O.V. Assessment of the influence of concrete on aggregates according to GOST 32703-2014 on the strength and deformative properties of bent reinforced concrete structures. Beton i zhelezobeton = Concrete and reinforced concrete. 2022;(1):10–16. (In Russian). <https://doi.org/10.31659/0005-9889-2022-609-1-10-16>
28. Makeev A.I., Chernyshov E.M. Experimental studies of the regularities of the influence of dimensional and geometric parameters of crushed stone on the potential of concrete resistance to destruction. Stroitel'stvo i rekonstruktsiya = Building and Reconstruction. 2018;(2):122–132. (In Russian).

Информация об авторах / Information about the authors

Борис Сергеевич Соколов, канд. техн. наук, заведующий лабораторией тонкостенных и пространственных конструкций НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», Москва

e-mail: moo-shell@mail.ru

тел.: +7 (499) 174-74-80

Boris S. Sokolov, Cand. Sci. (Engineering), Head of Laboratory of Thin and Spatial Structures, Research Institute of Concrete and Reinforced Concrete (NIIZHB) named after A.A. Gvozdev, JSC Research Center of Construction, Moscow

e-mail: moo-shell@mail.ru

tel.: +7 (499) 174-74-80

Виталий Александрович Титаев[✉], канд. техн. наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории тонкостенных и пространственных конструкций НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», доцент кафедры железобетонных и каменных конструкций НИУ МГСУ, Москва

e-mail: titae@bk.ru

тел.: +7 (499) 174-74-92

Vitaly A. Titaev[✉], Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, Leading Researcher of Laboratory of Thin and Spatial Structures, Research Institute of Concrete and Reinforced Concrete (NIIZHB) named after A.A. Gvozdev, JSC Research Center of Construction, Associate Professor of Department of Reinforced Concrete and Stone Structures, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow

e-mail: titae@bk.ru

tel.: +7 (499) 174-74-00

Иван Александрович Черный, инженер лаборатории тонкостенных и пространственных конструкций НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», студент Института промышленного и гражданского строительства НИУ МГСУ, Москва

e-mail: kron_975@mail.ru

тел.: +7 (499) 174-74-00

Ivan A. Cherny, Engineer of Laboratory of Thin and Spatial Structures, Research Institute of Concrete and Reinforced Concrete (NIIZHB) named after A.A. Gvozdev, JSC Research Center of Construction, Student of Institute of Industrial and Civil Engineering, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow

e-mail: kron_975@mail.ru

tel.: +7 (499) 174-74-50

[✉] Автор, ответственный за переписку / Corresponding author