

УДК 625.874.07-413:006.354

[https://doi.org/10.37538/2224-9494-2023-4\(39\)-132-142](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2023-4(39)-132-142)

EDN: ZOSAEQ

О ПЕРЕСМОТРЕ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО СТАНДАРТА «ПЛИТЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ДЛЯ ПОКРЫТИЯ ГОРОДСКИХ ДОРОГ»

Б.С. СОКОЛОВ¹, канд. техн. наук

В.А. ТИТАЕВ^{1,2,✉}, канд. техн. наук

В.А. НЕЩАДИМОВ², канд. техн. наук

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

Аннотация

Введение. За 38 лет с момента ввода ГОСТ 21924.X-84 существенно скорректирована и дополнена нормативная база по проектированию и производству железобетонных изделий. В связи с этим авторами статьи разработан актуализированный межгосударственный стандарт на железобетонные плиты для покрытия городских дорог, учитывающий изменения в нормативной литературе.

Цель. Обоснование актуализации ГОСТ 21924.X-84 и ознакомление специалистов по проектированию городских дорог и производству железобетонных плит для покрытия городских дорог с актуализированным ГОСТ 21924-2023.

Материалы и методы. Выполнен анализ действующих нормативных документов и материалов современных научных исследований в области материаловедения и конструирования дорожных плит. Изложены сведения об актуализированном межгосударственном стандарте ГОСТ 21924-2023 «Плиты железобетонные для покрытия городских дорог. Технические условия», в котором указаны правила и требования по конструированию, испытаниям и технологии изготовления железобетонных плит для покрытия городских автомобильных дорог.

Результаты. В результате пересмотра межгосударственного стандарта установлены обоснованные более строгие требования к бетону, расширен выбор арматурной стали для армирования дорожных плит в соответствии с ГОСТ 34028, а нагрузки для плит покрытия дорог приведены в соответствии с действующим ГОСТ 32960. Все четыре выпуска ГОСТ объединены в один документ. Изъяты из прежней редакции материалы по армированию, спецификации арматуры, а также указания по конструированию арматурных изделий. Расчет и конструирование арматурных элементов передается в проектные организации, которые будут разрабатывать решения по армированию плит на основании актуальных межгосударственных и национальных нормативных документов.

Выводы. Актуализированный стандарт конкретизирует технические требования и методы испытаний, правила приемки и методы контроля, что позволяет повысить качество заводского изготовления сборных железобетонных плит покрытия городских дорог и существенно увеличивает ресурс их долговечности.

Ключевые слова: железобетон, морозостойкость, водонепроницаемость, конструирование, испытание, приемка, методы контроля, плиты покрытия дорог

Для цитирования: Соколов Б.С., Титаев В.А., Нещадимов В.А. О пересмотре межгосударственного стандарта «Плиты железобетонные для покрытия городских дорог». Вестник НИЦ «Строительство». 2023;39(4): 132–142. [https://doi.org/10.37538/2224-9494-2023-4\(39\)-132-142](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2023-4(39)-132-142)

Благодарности

Авторы выражают благодарность ведущему инженеру центра научно-технического сопровождения технически сложных объектов строительства НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство» М.В. Глушковой за помощь в решении вопросов, касающихся технологии бетонов и технологии изготовления железобетонных плит.

Вклад авторов

Соколов Б.С., Титаев В.А. – руководство работой, анализ современных методов по проектированию и заводскому производству железобетонных плит для покрытия городских дорог, подготовка рукописи статьи. Нещадимов В.А. – систематизация материалов исследования и оформление текста статьи.

Финансирование

Исследование выполнено в рамках договорных работ между АО «НИЦ «Строительство» и ФАУ «ФЦС».

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 20.09.2023

Поступила после рецензирования 10.10.2023

Принята к публикации 23.11.2023

ON THE REVISION OF THE “REINFORCED CONCRETE SLABS FOR PAVEMENTS OF CITY ROADS” INTERSTATE STANDARD

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

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

V.A. NESHCHADIMOV², Cand. Sci. (Engineering)

¹ Research Institute of Concrete and Reinforced Concrete named after A.A. Gvozdev, JSC Research Center of Construction, 2nd Institutskaya str., 6, bld. 5, Moscow, 109428, Russian Federation

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

Abstract

Introduction. For 38 years since the introduction of State Standard 21924.X-84, the regulatory framework for the design and manufacturing of reinforced concrete products has been significantly adjusted and supplemented. In this regard, the authors of the present article have developed an updated interstate standard for reinforced concrete slabs of city road pavements, taking into account amendments in the regulatory literature.

Aim. To justify State Standard 21924.X-84 updating and present the updated State Standard 21924-2023 to specialists in the design of city roads and production of reinforced concrete slabs for city roads.

Materials and methods. The analysis of existing regulatory documents and materials of contemporary studies in the field of materials science and road slab design was carried out. The authors provided the information on the updated interstate standard State Standard 21924-2023 “Reinforced concrete slabs for pavements of city roads. Specifications”, which specifies the rules and requirements for the design, testing and manufacturing technology of reinforced concrete slabs for city road pavements.

Results. The performed revision toughen the requirements for concrete, expanded the range of selecting the steel for the road slab reinforcement in accordance with State Standard 34028, and brought the road slab loads in line with the current State Standard 32960. All four State Standards editions are combined into one document. Reinforcing materials, reinforcement specifications, as well as instructions for the design of reinforcement products were removed from the previous edition. The calculation and design of reinforcement

elements is delegated to design organizations, which will develop solutions for the slab reinforcement based on relevant interstate and national regulatory documents.

Conclusion. The updated standard specifies the technical requirements and test methods, acceptance rules and monitoring methods, which improves the quality of precast reinforced concrete slabs for city road pavements and significantly increases their durability.

Keywords: reinforced concrete, frost resistance, water resistance, design, testing, acceptance, monitoring methods, road pavement slabs

For citation: Sokolov B.S., Titaev V.A., Neshchadimov V.A. On the revision of the “Reinforced concrete slabs for pavements of city roads” interstate standard. *Vestnik NIC Stroitel'stvo = Bulletin of Science and Research Center of Construction* 2023;39(4):132–142. [In Russian]. [https://doi.org/10.37538/2224-9494-2023-4\(39\)-132-142](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2023-4(39)-132-142)

Acknowledgments

The authors express their gratitude to the leading engineer of the Center for Scientific and Technical Support of Technically Complex Construction Facilities of the Research Institute of Concrete and Reinforced Concrete named after A.A. Gvozdev, JSC Research Center of Construction, M.V. Glushkova for assistance in solving issues, related to the technologies of concrete and reinforced concrete slab production.

Author contribution statements

Sokolov B.S., Titaev V.A. – work management, analysis of contemporary methods for the design and factory production of reinforced concrete slabs for city road pavements, manuscript preparation.

Neshchadimov V.A. – systematization of research materials and manuscript design.

Funding

The study was carried out within the framework of contractual works of JSC Research Center of Construction and Federal Center for Regulation, Standardization and Technical Assessment in Construction (FAU “FCC”).

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 20.09.2023

Revised 10.10.2023

Accepted 23.11.2023

Коллективом сотрудников НИИЖБ им. А. А. Гвоздева выполнена работа по актуализации ГОСТ 21924 «Плиты железобетонные для покрытий городских дорог. Технические условия».

Структура нормативного документа актуализированной редакции составлена на основании требований ГОСТ 1.5-2001 [1].

Актуализированный межгосударственный стандарт содержит 9 разделов и 4 приложения. Согласно первому разделу – «Область применения» – стандарт распространяется на железобетонные предварительно напряженные плиты и плиты с ненапрягаемой арматурой, изготавливаемые из тяжелого бетона и предназначенные для устройства сборных покрытий постоянных и временных городских дорог под автомобильную нагрузку АК-11,5 и АК-10, и устанавливает требования к их изготовлению. Стандарт не распространяется на железобетонные плиты для внутренних автомобильных дорог промышленных предприятий, для внутрихозяйственных автомобильных дорог, а также на плиты многоразового использования для временных дорог на строительных площадках.

Стандарт пересмотрен в обеспечение требований ГОСТ 13015 [2], ГОСТ 26633 [3], ГОСТ 31384 [4].

Межгосударственный стандарт ГОСТ 21924 разработан с учетом требований Федерального закона от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [5], распространяется на железобетонные плиты покрытия городских дорог, 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 городских дорог.

Целью пересмотра ГОСТ 21924.0-84 [6], ГОСТ 21924.1-84 [7], ГОСТ 21924.2-84 [8], ГОСТ 21924.3-84 [9] является актуализация их положений в части технических условий на изготовление железобетонных плит для покрытия городских дорог в связи с обновлением нормативной базы по производству железобетонных конструкций.

При пересмотре ГОСТ [6–9] решены следующие задачи:

- откорректирована структура и положения стандарта в связи изменениями требований основополагающих стандартов ГОСТ 1.5 [1];

- 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.

Назначением класса бетона по прочности на сжатие обеспечивается только прочность плит в зависимости от автомобильной нагрузки, что недостаточно при применении плит в сухих и водонасыщенных грунтах, при расчетной температуре наружного воздуха (средней температуре воздуха наиболее холодной пятидневки района строительства согласно СП 131.13330.2020 [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 [6–9] является также установление актуальных технических требований в связи с применением новых классов арматуры для армирования плит.

В разработанной редакции стандарта пересмотрена его структура. Ряд пунктов прежней редакции стандарта исключен.

В разделе 1 «Область применения» уточнено, что плиты для покрытия городских дорог являются сборными изделиями. Плиты проектируют и изготавливают под автомобильную нагрузку АК-11,5 и АК-10 по ГОСТ 32960 [12].

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

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

Раздел 4 «Условные обозначения» поясняет структуру маркировки плит.

Положения разделов «Технические условия» ГОСТ [6–9] 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.

Таблица

Основные параметры бетона плит

Table

Basic parameters of slab concrete

Параметр	Минимальное значение
Класс бетона по прочности на сжатие	B30
Класс бетона по прочности на растяжение при изгибе	B _т 4,0
Марка бетона по морозостойкости	F ₂ 200
Марка по водонепроницаемости	W8

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

Note: Frost resistance of slabs, operated at an air temperature of the most cold five-day period below the range of (–20) – (–40)°C, should be taken as F₂300.

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 в соответствии с требованием ГОСТ 31384 [4].

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 [4].

Раздел 7 «Правила приемки» переработан в соответствии с ГОСТ 13015 [2].

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 Приложениях Б и В (обязательных) представлены требования по испытанию плит, указаны контрольные нагрузки при испытании плит на прочность и трещиностойкость. Кроме того, приведены схемы армирования предварительно напряженных плит и плит без предварительного напряжения.

В Приложении Г (обязательном) приведены схемы монтажно-стыковых изделий.

В текст Приложений Б, В и Г спецификации и выборки арматурной стали по ГОСТ [7–9] не включены. Процесс проектирования арматурных элементов: каркасов, сеток и отдельных арматурных элементов железобетонных плит – передан в проектные организации. В актуализированном ГОСТ нет жесткой привязки между маркой плиты и расходом, а также диаметрами арматурной стали.

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 в основном предложения редакционного характера, которые в большинстве были частично или полностью учтены.

Наибольшее количество предложений поступило от Федерального дорожного агентства (РОСАВТОДОР). Основной блок предложений о внесении изменений в актуализированный

ГОСТ 21924 касался замены стандартов ГОСТ 8267 [13] на ГОСТ 32703 [14]; ГОСТ 8736 [15] на ГОСТ 32824 [16] и ГОСТ 32730 [17]. Данные предложения были отклонены в связи с тем, что в стандартах [14, 16, 17] отсутствует ряд требований к материалам, гарантирующим обеспечение долговечности бетонных изделий, отвечающей требованиям ГОСТ 27751 [18].

Железобетонные изделия, в частности плиты железобетонные для покрытий городских дорог, в процессе эксплуатации подвергаются воздействию различных как внешних (истирание поверхности бетона плит от автомобильных колес, омывание и насыщение водными растворами антиобледенителей при попеременном замораживании и оттаивании в холодное время года), так и внутренних факторов: состав бетона и качество составляющих материалов, определяющее эксплуатационные свойства бетона (морозостойкость, водонепроницаемость), химический состав цемента (в частности, содержание C_3A , определяющее вероятность возникновения сульфатоалюминатной коррозии при контакте с сульфатами; содержание щелочей и т. д.), содержание аморфного кремнезема в заполнителях, которые оказывают значительное влияние на их долговечность. При этом даже небольшие отклонения от нормируемых допусков в технологии производства железобетонных изделий, изменение химико-минералогического состава используемых материалов, а также ухудшение условий эксплуатации могут привести к значительному снижению долговечности.

Наблюдения за состоянием изделий позволили выявить, что разрушения могут вызываться процессами, возникающими внутри тела бетона при взаимодействии щелочей цемента с аморфным кремнеземом, содержащимся в заполнителе. Скорость процессов внутренней коррозии и вызываемых ею изменений структуры бетона может быть различной и зависит от ряда факторов: содержание щелочей в цементе, вид реакционноспособных составляющих в заполнителях, температурно-влажностные условия их твердения и эксплуатации.

В статье [19] представлено описание процесса внутренней коррозии бетона, возникающей при взаимодействии компонентов бетона без обменных реакций с внешней средой. Наиболее распространенным процессом внутренней коррозии является взаимодействие щелочей цемента и химических добавок с диоксидом кремния из состава заполнителей реакции щелочей с кремнеземом.

В п. 4.22 ГОСТ 8269.0-97 [20] определены последовательные этапы по определению реакционной способности горной породы и щебня (гравия): «Реакционную способность (РС) горной породы, щебня (гравия) характеризуют наличием минералов, содержащих растворимый в щелочах кремнезем. Реакционную способность (РС) определяют *методами: минералого-петрографическим* – на стадии разведки месторождения и для оценки горных пород и щебня для использования их в качестве сырья для производства заполнителей бетонов, при этом определяют наличие потенциально реакционноспособных пород и минералов (ПРС); *химическими* – в случае обнаружения наличия ПРС пород и минералов для оценки количественного содержания в них растворимого в щелочах кремнезема; *ускоренным с измерением деформаций бетонов* – для определения возможности проявления щелочной коррозии бетонов в случае, когда количественное содержание растворимого в щелочах кремнезема превышает установленные нормативные значения; *непосредственным испытанием образцов бетонов* – для определения возможности проявления щелочной коррозии бетона в случае, когда относительные деформации расширения образцов бетона, определенные ускоренным методом, превышают установленные значения».

Требования к горным породам отражены в п. 4.8.2 ГОСТ 8267 [13]: «Щебень и гравий должны быть стойкими к воздействию окружающей среды. Щебень и гравий, предназначенные для применения в качестве заполнителей для бетонов, должны обладать стойкостью к химическому воздействию щелочей цемента. Стойкость щебня и гравия определяют по минералого-петрографическому составу исходной горной породы и содержанию вредных компонентов и примесей, снижающих долговечность бетона и вызывающих коррозию арматуры железобетонных изделий и конструкций».

В стандарте ГОСТ 32703 [14] присутствуют ссылки на ГОСТ 33031-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и гравий из горных пород. Определение минералого-петрографического состава» [21] и ГОСТ 33050-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и гравий из горных пород. Определение реакционной способности горной породы и щебня (гравия)» [22], в которых представлены указания в виде выборочных цитирований из ГОСТ 8269.0-97 [20], не раскрывающих полноту исследований в области оценки реакционной способности горной породы и щебня.

Аналогичное указание есть в стандарте на песок ГОСТ 8736 [15] п. 4.2.14 «Песок, обогащенный песок и фракционированный песок, предназначенные для применения в качестве заполнителей для бетонов, должны обладать стойкостью к химическому воздействию щелочей цемента». В ГОСТ 32730 [17] и ГОСТ 32824 [16] данные требования отсутствуют.

Кроме того, требования ГОСТ 26633 [3] к материалам для бетонов, в частности указанные для щебня по ГОСТ 8267 [13] и песка по ГОСТ 8736 [15], должны выполняться и для бетона дорожных изделий, поэтому исключить из актуализированного ГОСТ 21924 стандарты ГОСТ 8267 [13] и ГОСТ 8736 [15] при действующей нормативной базе не представляется возможным.

В НИИЖБ им. А. А. Гвоздева проведены исследования с целью оценки возможности использования щебня по ГОСТ 32703 [14] для производства бетонов общегражданского строительства [23]. Авторы отмечают, что «Потенциальной проблемой может быть использование в составах бетонных смесей щебня по ГОСТ 32703 с избыточным содержанием зерен фракции < 5 мм совместно с крупными песками и песками повышенной крупности, однако подобный риск существует и при использовании щебня по ГОСТ 8267. Необходимо подчеркнуть, что результаты настоящей работы получены при сравнении между собой бетонов, изготовленных с использованием щебней с примерно равным содержанием зерен пластинчатой и игловатой формы. Контроль этого показателя при использовании щебня по ГОСТ 32703 должен осуществляться с повышенным вниманием, с учетом рисков недооценки показателя при использовании метода рассева на щелевидных ситах, особенно фракций с малым размером зерен».

Вопросу влияния крупного заполнителя на модуль упругости бетона уделено внимание в работе И. П. Павловой [24]. Экспериментальным исследованиям закономерностей влияния размерно-геометрических параметров щебня на потенциал сопротивления бетонов разрушению посвящена работа А. И. Макеева и Е. М. Чернышова [25].

Статья С. А. Зенина, К. Л. Кудякова и О. В. Кудинова [26] посвящена экспериментальным исследованиям оценки влияния крупного заполнителя по ГОСТ 32703 [14] на прочностные и деформативные свойства железобетонных конструкций в сравнении с железобетонными конструкциями, выполненными из бетона на крупном заполнителе по ГОСТ 8267 [13]. Авторы пришли к выводу, что замена крупного заполнителя, изготовленного по ГОСТ 8267,

на заполнитель, изготовленный по ГОСТ 32703, в изгибаемых железобетонных конструкциях практически не оказывает влияния на прочность нормальных и наклонных сечений. Экспериментальные значения прогибов при нагрузках, приближенных к разрушающим, имеют расхождение 13–23 %, при этом прогибы образцов со щебнем по ГОСТ 32703 не превышают аналогичных значений у образцов со щебнем по ГОСТ 8267.

Авторы приведенных статей едины в том, что исследования в области прочности и деформативности бетона при различных подходах к нормированию инертных заполнителей следует продолжить. Ввиду многофакторности в решении поставленной задачи, а именно в оценке влияния инертных заполнителей бетона на его прочность и деформативные свойства, следует выполнить ряд НИОКР, охватывающих всю гамму проблем для применения щебня и гравия по ГОСТ 8267 [13] или ГОСТ 32703 [14], песка по ГОСТ 8736 [15] или ГОСТ 32730 [17]. Исследования должны поставить точку в этом вопросе: либо объединить область их применения (и ряд стандартов упразднить), либо дать четкие границы применимости каждого.

Представляется, что актуализированный ГОСТ 21924 будет способствовать более качественному проектированию и изготовлению железобетонных плит для покрытия городских дорог.

Список литературы

1. ГОСТ 1.5-2001. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению. Москва: Стандартинформ; 2010.
2. ГОСТ 13015-2012. Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования. Правила приемки, маркировки, транспортирования и хранения. Москва: Стандартинформ; 2018.
3. ГОСТ 26633-2015. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия. Москва: Стандартинформ; 2019.
4. ГОСТ 31384-2017. Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования. Москва: Стандартинформ; 2018.
5. Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 23 декабря 2009 года № 384-ФЗ [интернет]. Консультант Плюс. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720
6. ГОСТ 21924.0-84. Плиты железобетонные для покрытий городских дорог. Технические условия [интернет]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/901707157>
7. ГОСТ 21924.1-84. Плиты железобетонные предварительно-напряженные для покрытий городских дорог. Конструкция и размеры [интернет]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/901707158>
8. ГОСТ 21924.2-84. Плиты железобетонные с ненапрягаемой арматурой для покрытий городских дорог. Конструкция и размеры [интернет]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/901707159>
9. ГОСТ 21924.3-84. Плиты железобетонные для покрытий городских дорог. Арматурные и монтажно-стыковые изделия. Конструкция и размеры [интернет]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/901707160>
10. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» от 26 июня 2008 года № 102-ФЗ [интернет]. Консультант Плюс. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77
11. СП 131.13330.2020. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* [интернет]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573659358>
12. ГОСТ 32960-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения. Москва: Стандартинформ; 2019.
13. ГОСТ 8267-93. Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия. Москва: Стандартинформ; 2018.

14. ГОСТ 32703-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и гравий из горных пород. Технические требования. Москва: Стандартинформ; 2019.
15. ГОСТ 8736-2014. Песок для строительных работ. Технические условия. Москва: Стандартинформ; 2019.
16. ГОСТ 32824-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Песок природный. Технические требования. Москва: Стандартинформ; 2019.
17. ГОСТ 32730-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Песок дробленый. Технические требования. Москва: Стандартинформ; 2019.
18. ГОСТ 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения. Москва: Стандартинформ; 2019.
19. Розенталь Н.К., Любарская Г.В. Коррозия бетона при взаимодействии щелочей с диоксидом кремния заполнителя. Бетон и железобетон. 2012;(1):50–60.
20. ГОСТ 8269.0-97. Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний. Москва: Стандартинформ; 2018.
21. ГОСТ 33031-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и гравий из горных пород. Определение минералого-петрографического состава. Москва: Стандартинформ; 2015.
22. ГОСТ 33050-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и гравий из горных пород. Определение реакционной способности горной породы и щебня (гравия). Москва: Стандартинформ; 2019.
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. 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: БрГТУ; 2000, с. 164–170.
25. 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.
26. 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>

References

1. 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).
2. 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).
3. State Standard 26633-2015. Normal-weight and sand concretes. Specifications. Moscow: Standartinform Publ.; 2019. (In Russian).
4. State Standard 31384-2017. Protection of concrete and reinforced concrete structures against corrosion. General technical requirements. Moscow: Standartinform Publ.; 2018. (In Russian).
5. Federal Law "Technical Regulations on the safety of buildings and structures" dated December 23, 2009 No. 384-FZ [internet]. Consultant Plus. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720 (in Russian).
6. State Standard 21924.0-84. Reinforced concrete slabs for pavements of city roads. Specifications [internet]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/901707157> (in Russian).
7. State Standard 21924.1-84. Reinforced concrete prestressed slabs for pavements of city roads. Structure and dimensions [internet]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/901707158> (in Russian).
8. State Standard 21924.2-84. Reinforced concrete slabs of unstressed fittings for pavements of city roads. Structure and dimensions [internet]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/901707159> (in Russian).
9. State Standard 21924.3-84. Reinforced concrete slabs for pavements of city roads. Structure fittings products. Structure and dimensions [internet]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/901707160> (in Russian).

10. Federal Law "On Ensuring the Uniformity of Measurements" dated June 26, 2008 No. 102-FZ [internet]. Consultant Plus. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77 (in Russian).
11. SP 131.13330.2020. Building climatology. Updated version of SNiP 23-01-99* [internet]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/573659358> (in Russian).
12. State Standard 32960-2014. Automobile roads of general use. Traffic load models, application of the load models. Moscow: Standartinform Publ.; 2019. (In Russian).
13. State Standard 8267-93. Crushed stone and gravel of solid rocks for construction works. Specifications. Moscow: Standartinform Publ.; 2018. (In Russian).
14. State Standard 32703-2014. Automobile roads of general use. Crushed stone and gravel from rocks. Technical requirements. Moscow: Standartinform Publ.; 2019. (In Russian).
15. State Standard 8736-2014. Sand for construction works. Specifications. Moscow: Standartinform Publ.; 2019. (In Russian).
16. State Standard 32824-2014. Automobile roads of general use. Natural sand. Specifications. Moscow: Standartinform Publ.; 2019. (In Russian).
17. State Standard 32730-2014. Automobile roads of general use. Crushed sand. Specifications. Moscow: Standartinform Publ.; 2019. (In Russian).
18. State Standard 27751-2014. Reliability for constructions and foundations. General principles. Moscow: Standartinform Publ.; 2019. (In Russian).
19. *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).
20. State Standard 8269.0-97. Mountainous rock road-metal and gravel, industrial waste products for construction works methods of physical and mechanical tests. Moscow: Standartinform Publ.; 2018. (In Russian).
21. State Standard 33031-2014. Automobile roads of general use. Crushed stone and gravel from rocks. Determination of the mineralogical-petrographic composition. Moscow: Standartinform Publ.; 2015. (In Russian).
22. State Standard 33050-2014. Automobile roads of general use. Crushed stone and gravel from rocks. Determination of reactivity of rock and aggregates (gravel). Moscow: Standartinform Publ.; 2019. (In Russian).
23. *Falikman V.R., Sirotin P.N.* Prospects of using crushed stone in accordance with GOST 32703 to produce concrete for general 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. *Pavlova I.P.* On the influence of aggregates on the modulus of elasticity of concrete. In: *Tensioning cements, concretes and self-stressed structures: proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Brest, December 18-20, 2000*. Brest: Brest State Technical University; 2000, pp. 164–170. (In Russian).
25. *Makeev A.I., Chernyshov E.M.* Experimental investigations of the regularities of influence of dimensional-geometric parameters of the crusher and the potential of concrete resistance to destruction. *Stroitel'stvo i rekonstruktsiya = Building and Reconstruction*. 2018;(2):122–132. (In Russian).
26. *Zenin S.A., Kudiyakov K.L., Kudinov O.V.* Evaluation of the influence of concretes 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;609(1):10–16. (In Russian). <https://doi.org/10.31659/0005-9889-2022-609-1-10-16>

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), Laboratory Head, Laboratory for Thin-Walled and Spatial Structures, Research Institute of Concrete and Reinforced Concrete 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: titaev@bk.ru

тел.: +7 (499) 174-74-92

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

e-mail: titaev@bk.ru

tel.: +7 (499) 174-74-92

Виктор Александрович Нещадимов, канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры железобетонных и каменных конструкций НИУ МГСУ, Москва

e-mail: NeschadimovVA@gic.mgsu.ru

тел.: +7 (969) 100-47-97

Victor A. Neshchadimov, Cand. Sci. (Engineering), Senior Lecturer, Department of Reinforced Concrete and Stone Structures, Moscow State University of Civil Engineering, Moscow

e-mail: NeschadimovVA@gic.mgsu.ru

tel.: +7 (969) 100-47-97

✉ Автор, ответственный за переписку / Corresponding author