

И.С. КУЗНЕЦОВА, канд. техн. наук, почетный строитель Москвы (1747139@mail.ru),
В.Г. РЯБЧЕНКОВА, инженер, Ю.С. РЯНЗИНА, инженер

Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона –
НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство» (109428, Москва, ул. 2-я Институтская, 6)

Новый государственный стандарт на методы испытаний бетонов при температурных воздействиях

В 2022 г. подготовлен к изданию новый стандарт ГОСТ Р «Бетоны. Методы определения механических, деформативных характеристик и выносливости при температурных воздействиях». Стандарт распространяется на лабораторные испытания изменчивости свойств бетонов при температурных воздействиях, устанавливает методы определения прочностных и деформативных характеристик при нагреве и в охлажденном состоянии после нагрева, а также характеристик выносливости при нагреве.

Ключевые слова: бетон, испытания, температура, кубиковая прочность, призмочная прочность, модуль упругости, коэффициент Пуассона, выносливость.

Для цитирования: Кузнецова И.С., Рябченкова В.Г., Рянзина Ю.С. Новый государственный стандарт на методы испытаний бетонов при температурных воздействиях // Бетон и железобетон. 2022. № 6 (614). С. 8–11. DOI: <https://doi.org/10.31659/0005-9889-2022-614-6-8-11>

I.S. KUZNETSOVA, Candidate of Sciences (Engineering), Honorary Builder of Moscow, (1747139@mail.ru),
V.G. RYABCHENKOVA, Engineer, Yu.S. RYANZINA, Engineer
Research Institute of Concrete and Reinforced Concrete (NIIZhB) named after A.A. Gvozdev JSC «Research Center «Construction»
(6, bul. 5, 2-nd Institutskaya Street, Moscow, 109428, Russian Federation)

New State Standard for Concrete Testing Methods Under Temperature Effects

In 2022, a new GOST R standard "Concrete. Methods for determining mechanical, deformative characteristics and endurance under temperature effects" was prepared. The standard applies to laboratory tests of the variability of the properties of concrete under temperature effects, establishes methods for determining the strength and deformation characteristics when heated and in a cooled state after heating, as well as endurance characteristics when heated.

Keywords: concrete, tests, temperature, cube strength, prismatic strength, modulus of elasticity, Poisson's ratio, endurance.

For citation: Kuznetsova I.S., Ryabchenkova V.G., Ryznina Yu.S. New state standard for concrete testing methods under temperature effects. *Beton i Zhelezobeton* [Concrete and Reinforced Concrete]. 2022. No. 6 (614), pp. 8–11. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0005-9889-2022-614-6-8-11>

В настоящее время разработан и подготовлен к изданию новый национальный стандарт Российской Федерации – ГОСТ Р «Бетоны. Методы определения механических, деформативных характеристик и выносливости при температурных воздействиях». Стандарт разработан по приоритетным направлениям единства измерений и обеспечения достоверных справочных данных.

Изучение влияния воздействий температуры на изменение прочностных и деформативных свойств бетонов необходимо для решения задач проектирования строительных конструкций, испытывающих температурные воздействия разного рода.

Изучение изменчивости физико-механических свойств бетонов при высокотемпературных воздействиях необходимо для проектирования железобетонных конструкций с обеспечением требуемых

пределов огнестойкости [1]. При расчетной оценке огнестойкости железобетонных конструкций важно знать, как изменяются свойства тех или иных видов бетонов при кратковременных температурных воздействиях [2]. При проектировании железобетонных конструкций с позиций обеспечения огнесохранности необходимы данные об изменениях свойств бетонов в охлажденном состоянии после высокотемпературного нагрева [3]. В расчетах огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций используются коэффициенты условий работы бетонов, характеризующие изменение прочности и модуля упругости бетона при кратковременном нагреве.

Поверочные расчеты несущей способности железобетонных конструкций, подвергавшихся воздействию пожара, также выполняются с учетом изменчивости свойств бетонов после пожара с использованием ко-

эффициентов условий работы бетона в охлажденном состоянии после кратковременного нагрева.

Проектирование специфических конструкций из жаростойких бетонов для тепловых агрегатов также требует исследований физико-механических свойств этих бетонов в условиях кратковременного и длительного нагрева при заданных эксплуатационных температурах [4].

Испытания на выносливость железобетонных конструкций при нагреве довольно специфичны, и потребность в них в строительной практике возникает довольно редко, но тем не менее этот вид испытаний может быть востребован для создания железобетонных конструкций под определенный вид технологических процессов.

Широкая номенклатура современных видов бетонов и процессы создания новых видов жаростойких бетонов требуют проведения исследований изменчивости их свойств в условиях различного рода температурных воздействий по единым методикам.

В новом стандарте приведены методы испытания бетонов при нагреве до заданной температуры и в охлажденном состоянии после нагрева с определением следующих прочностных и деформативных характеристик бетонов: кубиковой прочности, призмочной прочности, модуля упругости, коэффициента Пуассона, а также характеристик выносливости.

Идея разработки этого государственного стандарта была основана на стремлении собрать в единый документ методы и методики испытаний физико-механических свойств бетонов при температурных воздействиях.

Большинство методов испытаний механических и деформативных свойств бетонов в условиях температурных воздействий, приведенные в новом стандарте, по сути, не являются новыми, они давно апробированы и применяются в практике исследований [5–8].

До разработки нового стандарта некоторые методы испытаний бетонов на температурные воздействия были приведены в виде частных приложений в разных государственных стандартах, что вызывало неудобство для пользователей.

Так, например, до разработки нового стандарта методы определения призмочной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона ранее были приведены в Приложении 2 «Дополнительные требования к методам определения призмочной прочности и модуля упругости бетона при нагреве» ГОСТ 24452–80 «Бетоны. Методы определения призмочной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона». При актуализации ГОСТ 24452–80 Приложение 2 с методикой испытаний упомянутых характеристик бетонов при температурных воздействиях было исключено из содержания документа.

Аналогичная ситуация сложилась с методом испытаний бетонов на выносливость при температурных воздействиях, который ранее был приведен в Приложении 1 «Дополнительные требования к методике испытаний бетона на выносливость при нагреве» ГОСТ 24545–81 «Бетоны. Методы испытаний на выносливость». После актуализации этого стандарта Приложение 1, содержащее методику испытаний бетонов при температурных воздействиях на выносливость, было также исключено из документа.

Метод определения кубиковой прочности бетона при нагреве и в охлажденном состоянии после нагрева отсутствовал в нормативной базе.

В указанных стандартах отсутствовали методики испытаний характеристик бетонов в охлажденном состоянии после нагрева.

Кроме того, в нормативной базе отсутствовал метод экспериментального построения диаграмм «напряжение–деформация» бетона при температурных воздействиях [5].

Новый стандарт на методы испытаний физико-механических свойств бетонов при температурных воздействиях разработан с учетом потребностей и уровня развития отечественной научно-исследовательской базы, широко применяющейся в практике исследований.

Разработчиком нового стандарта является коллектив специалистов лаборатории «Температуростойкости и диагностики бетона и железобетонных конструкций» (№ 6) НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство». Тематическая деятельность лаборатории непосредственно связана с исследованиями физико-механических свойств разных видов бетонов при нагреве.

Методики определения механических и деформативных свойств бетонов с установлением коэффициентов условий работы при нагреве и в охлажденном состоянии после нагрева применялись в научных исследованиях НИИЖБ и ВНИИПО с 1970-х гг. и используются исследователями при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (далее – НИОКР) по настоящее время. Результаты НИОКР (Отчет по научно-исследовательской и опытно-конструкторской работе «Исследование бетонных конструкций, армированных фиброй композитной полимерной и арматурой композитной полимерной (АКП), на воздействие пожара»: В 2 т. Т. 1. УДК 691.3. ОКПД 2 М 71.2. М.: АО «НИЦ «Строительство», 2019. 127 с.) и установленные коэффициенты условий работы для новых видов бетонов вводятся в тематические своды правил [5–7].

Разработка нового стандарта позволяет урегулировать и обеспечить единую методологическую базу испытаний физико-механических свойств бетонов при специфических температурных воздействиях.



Рис. 1. Вид образца бетона с установленными выносными удлинителями, подготовленного для испытания на осевое сжатие с построением диаграмм деформирования « σ – ε » при нагреве

Fig. 1. View of a concrete sample with external extensions installed, prepared for axial compression testing with the construction of deformation diagrams « σ – ε » during heating

Структура нового стандарта включает 8 разделов и 3 приложения и отвечает требованиям ГОСТ 1.5–2001 «Межгосударственная система стандартизации (МГСС). Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению (с Изменением № 1)».

В разделе 1 стандарта обозначена область применения нового стандарта.

Разделы 2 и 3 содержат ссылки на нормативные документы, а также специфические термины и определения, примененные по тексту документа.

Раздел 4 стандарта содержит основные положения, регулирующие организационные процессы испытаний.

Раздел 5 стандарта регламентирует процессы изготовления или отбора бетонных образцов, подготовки к испытаниям, определяет требуемые параметры образцов, их количество, форму и размеры в зависи-



Рис. 2. Вид установки для испытаний бетонного образца-призмы на осевое сжатие с построением диаграммы деформирования « σ – ε » при нагреве

Fig. 2. View of the installation for testing a concrete sample-prism for axial compression with the construction of the diagram of deformation « σ – ε » during heating

мости от вида испытаний и измеряемых показателей, а также видов бетона (обычный тяжелый, легкий и мелкозернистый, в том числе жаростойкий, напрягающий и ячеистый).

Раздел 6 содержит методику определения призмочной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона бетона при температурных воздействиях, включая описание испытательного оборудования и измерительных средств, необходимых для проведения испытаний, требования к оборудованию и средствам измерений, методики подготовки к испытаниям, проведения испытаний при нагреве и в охлажденном состоянии после нагрева, а также порядок обработки результатов испытаний. В разделе также содержатся указания по построению диаграмм деформирования бетона при нагреве (рис. 1, 2).

В разделе 7 приведена методика определения кубиковой прочности бетона при температурных воздействиях, включая описание испытательного оборудования, а также методики подготовки к испытаниям, проведения испытаний и обработки результатов.

Раздел 8 стандарта содержит методику испытания на выносливость бетона при нагреве, включая описание необходимого испытательного оборудования, методики подготовки, проведения и обработки результатов испытаний.

В приложении А к стандарту приведены схемы установки камерной электрической печи для испытаний образцов-призм и образцов-цилиндров при нагреве по показателям призмочной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона.

В приложениях Б и В к стандарту приведены формы журналов испытаний, которые должны оформ-

ляться при испытаниях призмочной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона бетона при нагреве, в охлажденном состоянии после нагрева и при определении характеристик выносливости бетона.

В новом стандарте впервые приведена методика испытаний кубиковой прочности бетона при нагреве и в охлажденном состоянии после нагрева.

Новизной стандарта являются методики испытаний характеристик бетонов в охлажденном состоянии после нагрева и метод экспериментального построения диаграмм «напряжение–деформация» бетона при температурных воздействиях (рис. 1, 2).

Следует обратить внимание пользователей стандарта на продолжительность времени изотермической выдержки при испытаниях на температурные воздействия. При определении кубиковой прочности бетона, а также призмочной прочности и модуля упругости бетона изотермическая выдержка осуществляется в течение 60 мин. В некоторых научных трудах [9] приведены результаты исследований призмочной прочности бетона при кратковременном нагреве, полученные при изотермической выдержке образцов в течение 4 ч. Такая длительная четырехчасовая изотермическая выдержка характерна для испытаний жаростойких бетонов на длительный нагрев по ГОСТ 20910–2019 «Бетоны жаростойкие. Технические условия», но не соответствует изменчивости свойств бетонов при кратковременном нагреве.

Новый стандарт ГОСТ Р «Бетоны. Методы определения механических, деформативных характеристик

и выносливости при температурных воздействиях» базируется на основных положениях Федерального закона № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и учитывает требования Федерального закона № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

Стандарт тематически взаимосвязан со сводами правил: СП 468.13250800.2019 «Бетонные и железобетонные конструкции. Правила обеспечения огнестойкости и огнесохранности», СП 27.13330.2017 «Бетонные и железобетонные конструкции, предназначенные для работы в условиях воздействия повышенных и высоких температур» и СП 329.1325800.2017 «Здания и сооружения. Правила обследования после пожара».

Разработанный стандарт позволяет упорядочить и дополнить существующую методологическую базу испытаний свойств бетонов при специфических температурных воздействиях. Надеемся, что этот документ будет полезен широкому кругу исследователей бетонов, позволит обеспечить единство системы измерений и избежать методических ошибок.

В дальнейшем целесообразно дополнить стандарт методиками испытаний расширенного спектра свойств бетонов при температурных воздействиях (например, методиками определения теплотехнических характеристик бетонов) для обеспечения удобства пользователей единым методическим документом на методы испытаний бетонов в условиях разного рода температурных воздействий.

References

Список литературы

1. Милованов А.Ф. Огнестойкость железобетонных конструкций. М.: Стройиздат, 1986. 225 с.
2. Милованов А.Ф. Стойкость железобетонных конструкций при пожаре. М.: Стройиздат, 1998. 304 с.
3. Милованов А.Ф. Железобетонные температуростойкие конструкции. М., 2005. 234 с.
4. Некрасов К.Д., Тарасова А.П. Жаростойкий бетон на портландцементе. М.: Стройиздат, 1969. 192 с.
5. Кузнецова И.С. Диаграммы состояния бетона и арматуры после пожара. Доклады конференции молодых ученых и специалистов. М.: Стройиздат, 1998. С. 186–192.
6. Русанов В.Е. Определение прочностных и деформативных свойств сталефибробетона для расчета тоннельных обделок // *Вестник МГСУ*. 2010. № 2. С. 189–197.
7. Новиков Н.Н. Огнестойкость конструкций из фибробетона для автодорожных тоннелей и метрополитена: Дис. ... канд. техн. наук. М., 2019. 167 с.
1. Milovanov A.F. Ognestoykost' zhelezobetonnykh konstruktсий [Fire resistance of reinforced concrete structures] Moscow: Stroyizdat. 1986. 225 p.
2. Milovanov A.F. Stoykost' zhelezobetonnykh konstruktсий pri pozhare [Resistance of reinforced concrete structures in case of fire]. Moscow: Stroyizdat. 1998. 304 p.
3. Milovanov A.F. Zhelezobetonnyye temperaturostoykiye konstruktсий [Reinforced concrete temperature-resistant structures]. Moscow. 2005. 234 p.
4. Nekrasov K.D., Tarasova A.P. Zharostoykiy beton na portlandtsemente [Heat-resistant concrete on Portlandcement]. Moscow: Stroyizdat. 1969. 192 p.
5. Kuznetsova I.S. Diagrams of the state of concrete and reinforcement after a fire. M.: Stroyizdat. 1998, pp. 186–192.
6. Rusanov V.Ye. Determination of the strength and deformation properties of steel fiber concrete for the calculation of tunnel linings // *Vestnik MGSU*. 2010. No. 2, pp. 189–197. (In Russian).
7. Novikov N.N. Fire resistance of fiber-reinforced concrete structures for road tunnels and subways. Cand. Diss. (Engineering). Moscow. 2019. 167 p. (In Russian).