

**НОВОЕ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
КОНСТРУКЦИЙ (К ВОПРОСУ ПОСТРОЕНИЯ
СП 5.03.01-2020 «БЕТОННЫЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ
КОНСТРУКЦИИ»)**

ПЕЦОЛЬД Т. М.¹, ТУР В. В.², РАК Н. А.³

¹ГП «НИПТИС им. Атаева С. С.»

Минск, Беларусь

²УО «Брестский государственный технический университет»

Брест, Беларусь

³Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Рассмотрено основное содержание СП 5.03.01-2020 «Бетонные и железобетонные конструкции». Данная статья начинает цикл публикаций, комментирующих новые положения и методы проверок предельных состояний, включенные в новый нормативный документ по проектированию конструкций из бетона и железобетона.

Краткая историческая справка. Начиная с 2003 года, с введением первых национальных норм СНБ 5.03.01-02 [1], проектирование железобетонных конструкций из тяжелого бетона в Республике Беларусь выполняется в полном соответствии с концепцией надежности, принятой в европейских нормативных документах. При этом гармонизированные нормы проектирования наряду с методами расчета, регламентированными Еврокодом EN 1992-1-1:2004 [2], в [1] содержатся и другие методы расчета железобетонных конструкций, применение которых позволяет обеспечить надежность конструкций, установленную EN 1990:2002 для класса надежности RC2 [3].

Начиная с 2010 года общие проблемы перехода Республики Беларусь на европейские нормы проектирования строительных конструкций, в том числе проблемы методики преподавания, обсуждаются в рамках семинаров, симпозиумов и конференций. В научно-технических журналах, издаваемых в Республике Беларусь, опубликован ряд статей, касающихся этих вопросов.

При всех преимуществах и недостатках Еврокодов, они представляют собой систему взаимосвязанных документов, основанных на общей концепции надежности, изложенной в ISO 2394 и EN 1990, содержащих нормируемые значения вероятности отказа и индекса надежности. В связи этим в СНБ 5.03.01-02 [1] было включено специальное приложение, определяющее, например, правила составления сочетаний для характеристических и репрезентативных значений воздействий в рамках метода частных коэффициентов. Среди введенных с января 2010 года в действие в Республике Беларусь европейских норм по проектированию особое положение занимает ТКП EN 1992-1-1-2009 [4, 5]. Это с одной стороны обусловлено масштабами строительства в Республике Беларусь зданий и сооружений из железобетона. С другой стороны это обусловлено тем, что действующие отечественные нормы по проектированию железобетонных конструкций [1] были разработаны в 1998–2002 годах с максимальным учетом основных положений разрабатываемых одновременно редакций европейского стандарта EN 1992-1-1. Окончательный вариант европейского стандарта EN 1992-1-1:2004 [2] был принят в 2004 году уже после издания СНБ 5.03.01-02 и по некоторым положениям отличался от тех редакций, которые учитывались при его разработке. В дальнейшем (в 2004–2008 годах) большинство этих отличий были учтены при внесении в него изменений.

Новым шагом по внедрению в практику проектирования Европейских норм проектирования явилось принятие Минстройархитектуры приказа № 340 от 10.12.2014 «О переходе на Еврокоды». Его целью является массовое внедрение в практику проектирования на возведение зданий и сооружений европейских стандартов по расчету строительных конструкций (Еврокодов).

Согласно п. 1 этого приказа с 1 января 2015 года проектирование монолитных конструкций на возведение зданий и сооружений следует выполнять по ТКП EN 1992 «Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций», разработанному на основе европейского стандарта.

Кроме того, согласно п. 2. этого приказа с 1 июля 2015 года проектирование на возведение зданий и сооружений следует осуществлять по ТКП EN, разработанным на основе европейских стандартов (Еврокодов):

– ТКП EN 1990 «Еврокод. Основы проектирования несущих конструкций»;

– ТКП EN 1991 «Еврокод 1. Воздействия на конструкции».

При этом согласно приказу с 1 июля 2015 года для вновь начинаемых объектов запрещается применение ряда действующих в настоящее время нормативных документов, в том числе СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия». Следует отметить, что процесс внедрения Еврокодов в практику проектирования строительных конструкций происходил в непростых экономических условиях и был сопряжен с наличием ряда усложняющих факторов – как внешних, так и внутренних.

К числу внешних усложняющих факторов следует отнести:

– непрерывность и незавершенность процесса создания евро-норм;

– неопределенность прогнозирования дальнейшего развития строительных норм в рамках МНТКС СНГ, ЕЭП, ЕврАЗЭС и т. д.;

– появление новых международных нормативных документов.

К числу внутренних усложняющих факторов относятся:

– многоступенчатость и отсутствие комплексности во внедрении европейских стандартов в Республике Беларусь;

– непоследовательность государственных органов при формировании структуры ТНПА в области строительства.

Следует отметить, что представленные выше перечни не исчерпывают полностью все реально имеющиеся усложняющие факторы. Кроме того, из сопоставления перечней неизбежно вытекает вывод о большой взаимосвязи внешних и внутренних факторов друг с другом.

Достаточно подробный анализ перечисленных выше и некоторых других факторов был представлен в более ранних публикациях по этому вопросу [6, 7].

Согласно информации CEN, начиная с 2013 года техническим комитетом TC 250 «Строительные Еврокоды» начата разработка проектов европейских стандартов второго поколения. Планировалось, что до конца 2018 года будут разработаны новые редакции уже существующих стандартов. Однако, реалии таковы, что второе поколение Еврокодов не будет введено и до 2025 года. В качестве основы для разработки Еврокода prEN1992 второго поколения для проектирования железобетонных конструкций предполагалось при-

нять *fib*Model Code 2010 [8], однако и эта декларация выполняется очень ограничено.

Согласно сложившейся практике разработки и принятия европейских нормативных документов в этом процессе участие могут принимать только страны члены ЕС. В таких условиях другие страны могут только выражать свой собственный взгляд и понимание принципов и правил проектирования исключительно при разработке своих отечественных нормативных документов. Таким образом, вопрос сохранения и постоянного совершенствования своей национальной нормативной системы, построенной на принципах общей концепции надежности [3], приобретает принципиальное значение.

По своему содержанию EN 1992-1-1:2004 [2] не является документом прямого действия, а устанавливает только основные требования по проектированию. В связи с этим в ряде европейских стран разработаны или разрабатываются дополнительные документы (пособия, руководства, рекомендации, учебники, программное обеспечение и т. п.), в которых содержатся, в том числе, и альтернативные расчетные модели, применение которых обеспечивает устанавливаемую ТКП EN 1990-2011 [9] надежность железобетонных конструкций, но учитывающие отечественные инженерные традиции.

Как отмечалось ранее в статьях [10, 11] начиная с 2015 г. Министерством архитектуры и строительства было принято направление реорганизации системы ТНПА в направлении разделения ТНПА на документы обязательного применения, обеспечивающие выполнение требований технического регламента [12] и документы добровольного применения, обеспечивающие выполнение других требований, не содержащихся в указанном техническом регламенте.

В процессе этой реорганизации предлагалось, что все ТНПА (обычно в виде СНБ и ТКП) добровольного применения будут переработаны в различного рода методические рекомендации с последующей отменой этих СНБ и ТКП. При этом правовой статус «Методических рекомендаций» является неопределенным. В ныне действующей системе ТНПА таких документов не предусмотрено. Есть просто «Рекомендации», которые разрабатываются отдельными организациями, регистрируются на 5-летний период, применяются при сопровождении разработчика. По истечении 5 лет применения «Рекомендации» либо перерабатываются в ТКП, либо отменяются за ненадобностью. Таким образом, в существующей системе

«Рекомендации» являлись первым необходимым этапом разработки соответствующего ТКП, т. е. документом более низкого уровня.

В связи с этим в статьях [11, 2] было высказано опасение, что замена действующих ТНПА (в виде СНБ и ТКП) неопределенного статуса «Методическими рекомендациями» понизит статус документов, что неизбежно скажется на тщательности выполнения требований регламента [12].

В особенной степени это касается ТНПА, регламентирующих проектирование несущих конструкций зданий, реорганизация предлагаемого вида, фактически заключающаяся в понижении статуса этих ТНПА, категорически недопустима. Неукоснительное применение положений этих ТНПА непосредственно обеспечивает выполнение требований статьи 5 «Существенные требования безопасности» технического регламента [12], касающиеся механической прочности и устойчивости.

Результатом поиска рационального направления реформирования системы ТНПА в строительстве явился Указ Президента Республики Беларусь 5 июня 2019 г. № 217 «О строительных нормах и правилах», в котором ТНПА, касающиеся проектирования строительных конструкций, разделены на два вида:

- строительные нормы (СН), устанавливаются обязательные для соблюдения требования при проектировании и строительстве зданий и сооружений в целях обеспечения механической прочности и устойчивости зданий и сооружений;

- строительные правила (СП), в которых установлены добровольные для применения правила в области архитектурной, градостроительной и строительной деятельности, выполнение которых обеспечивает механическую прочность и устойчивость зданий и сооружений.

Цель и задачи разработки СП 5.03.01-2020. Целью явилось реформирование Национального комплекса технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства с целью оптимизации технических нормативных правовых актов, содержащих нормы проектирования бетонных и железобетонных конструкций, взаимосвязанных с Техническим регламентом [12].

Задачей явилась установление правил проверок предельных состояний при проектировании бетонных и железобетонных конструкций для обеспечения требуемого уровня надежности со-

гласно СН 2.01.01-2019 «Основы проектирования строительных конструкций» [13] и гармонизированных с основными положениями ТКП EN 1992-1-1 [4, 5] по проектированию зданий и инженерных сооружений гражданского назначения с применением бетона нормального веса (средняя плотность в сухом состоянии от 2000 до 2600 кг/м³) и легкого бетона (средняя плотность в сухом состоянии от 1000 до 2000 кг/м³), а также устанавливающего требования к несущей способности, эксплуатационной пригодности и долговечности бетонных и железобетонных конструкций.

Объектом нормирования являются правила проектирования конструкций зданий и инженерных сооружений с применением бетона нормального веса (средняя плотность в сухом состоянии от 2000 до 2600 кг/м³) и легкого бетона (средняя плотность в сухом состоянии от 1000 до 2000 кг/м³).

Разработанный взамен СНБ 5.03.01-02 [1] и СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции» СП 5.03.01-2020 устанавливает правила проверок предельных состояний несущей способности, эксплуатационной пригодности и долговечности бетонных и железобетонных конструкций.

При разработке СП 5.03.01-2020 «Бетонные и железобетонные конструкции» так же как и при разработке ранее СНБ 5.03.01-02 [1] разработчики руководствовались принципами преемственности и дополненности, когда прошедшие проверку практикой проектирования положения и методики расчета существующих норм дополняются новыми положениями и методиками расчета, обеспечивающими выполнение базовых требований к зданиям и сооружениям в соответствии с требованиями СН 2.01.01-2019 «Основы проектирования строительных конструкций».

Настоящие строительные правила имеют значительные отличия от СНБ 5.03.01-02 [1]:

1. Распространение норм на проектирование конструкций из легкого бетона (средняя плотность в сухом состоянии от 1000 до 2000 кг/м³).

2. Структура и содержание настоящего технического кодекса существенно переработаны по сравнению СНБ 5.03.01-02.

3. Часть методов расчета конструкций по СНБ 5.03.01-02 были заменены методами, гармонизированными с требованиями ТКП EN 1992-1-1 и *fib Model Code 2010*.

Строительные правила СП 5.03.01-2020 включают следующие **новые** (по сравнению с СНБ 5.03.01-02) разделы и приложения:

Раздел 7. Характеристики сцепления;

Раздел 10. Проверка живучести конструктивных систем в особых расчётных ситуациях;

Раздел 12. Требования к проверкам предельных состояний при оценивании надежности существующих конструкций;

Приложение А (обязательное). Формат безопасности при выполнении нелинейного анализа;

Приложение Г (справочное). Таблицы для расчета сопротивления сечений, нормальных к продольной оси железобетонных элементов прямоугольного сечения;

Приложение Д (справочное). Особенности проектирования post-напряженных плоских плит;

Приложение Е (справочное). Правила трассировки напрягающих элементов;

Приложение Ж (справочное). Расчет вторичных эффектов post-напряжения при использовании эквивалентных нагрузок;

Приложение К (справочное). Особенности проектирования конструктивных систем из железобетона в особых расчётных ситуациях;

Приложение Л (справочное). Определение моментов инерции для сечений железобетонных элементов.

Краткая характеристика содержания документа. Ниже последовательно дана краткая характеристика содержания разделов и приложений. В характеристиках перечисленных выше новых разделов даны более подробные пояснения.

Раздел 1. Область применения

Настоящие строительные правила содержат основные положения по проектированию, в том числе методы проверки предельных состояний и правила конструирования бетонных, железобетонных и предварительно напряженных конструкций, применяемых в промышленном и гражданском строительстве при возведении зданий, инженерных сооружений и мостов, изготавливаемых из бетонов со средней плотностью от 1000 до 2600 кг/м³, эксплуатирующихся при воздействии температур не выше 100 °С и не ниже минус 40 °С.

Настоящие строительные правила не распространяются на проектирование конструкций, изготавливаемых из легкого бетона со средней плотностью менее 1000 кг/м³, ячеистого и поризованного

бетонов, бетонополимеров и полимербетонов, бетонов на известковых, шлаковых и смешанных вяжущих, на гипсовом и специальных вяжущих, бетонов на специальных и органических заполнителях, бетонов крупнопористой структуры, фибробетонов, получаемых с применением различных видов фибры из полимерных, минеральных и стальных волокон.

Настоящие строительные правила не распространяются на проектирование конструкций, армированных гладкой стержневой рабочей арматурой, устанавливаемой по расчету.

В отличие от СНБ 5.03.01 и СНиП 2.03.01 настоящие строительные правила допускается применять при проектировании бетонных и железобетонных конструкций, применяемых в транспортном, гидротехническом и других отраслях строительства, при наличии указаний в соответствующих технических нормативных правовых актах (далее – ТНПА).

Раздел 2. Нормативные ссылки

В этом разделе приведен список ТНПА, на которые даны ссылки, включая строительные нормы (СН), технические кодексы установившейся практики (ТКП и ТКП EN) и стандарты (СТБ, СТБ EN, СТБ ISO, ГОСТ).

Раздел 3. Термины и определения и обозначения

В этом разделе приведены термины и определения, относящихся к области применения СП, а также обозначения геометрических, физических и относительных параметров, используемых в проектировании в настоящем СП.

Раздел 4. Основы проектирования

В этом разделе приведены основные требования к проектированию конструкций, включая расчетные ситуации, воздействия, предельные состояния конструкций, значения частных коэффициентов, применяемых в расчетных моделях сопротивления для проверки предельных состояний.

Раздел 5. Статический анализ конструкций

В этом разделе дано описание случаев нагружения и сочетаний воздействий, учета эффектов второго порядка, учета геометрических несовершенств, идеализации конструкций, методов статического анализа и расчетных моделей сопротивлений, а также основных требований по проектированию конструкций из бетона с напрягаемой арматурой.

Раздел 6. Материалы и критерии обеспечения долговечности

В этом разделе приведены требования к бетону, включая классы бетона по прочности на сжатие, соответствующие им характеристические и расчетные значения прочности, упругие деформации бетона, ползучесть и усадка бетона, диаграммы деформирования бетона при одноосном напряженном состоянии и диаграммы деформирования (состояния) для железобетонного элемента с диагональными (наклонными) трещинами.

Далее в этом разделе приведены требования к арматуре, включая свойства арматуры, арматуру для предварительно напряженных конструкций (напрягающие элементы), напрягающие элементы в оболочках и системы предварительного напряжения.

Рассмотрены вопросы обеспечения долговечности и защитного слоя для арматуры, включая условия окружающей среды, требования к долговечности и методах ее проверки.

Раздел 7. Характеристики сцепления

В данном разделе представлены аналитические описания диаграмм «напряжения-перемещения» для контактов арматурного стержня и окружающего бетона, значения параметрических точек диаграмм. Диаграммы сцепления по контакту применяют при разработке как блочных моделей сопротивления железобетонных элементов, так и при выполнении расчетов с использованием конечно-элементных моделей. Приведены зависимости, позволяющие выполнять проверку сопротивления срезу стыковых соединений сборно-монолитных конструкций.

Раздел 8. Проектирование по предельным состояниям несущей способности (ULS) при статических и квазистатических воздействиях

В начале раздела приведены правила проверки предельных состояний несущей способности при действии изгибающих моментов и продольных сил с использованием деформационной расчетной модели сопротивления для сечений (общий случай), с использованием параболически-линейной диаграммы деформирования бетона, с использованием модели сопротивления сечения, основанной на прямоугольной эпюре напряжений, а также рассмотрены особенности проверки предельных состояний несущей способности предварительно-напряженных элементов (упрощенная модель).

Описаны правила учет влияния продольного изгиба при проверке предельных состояний несущей способности сжатых элементов.

Затем рассмотрены правила проверки предельных состояний несущей способности железобетонных элементов при действии поперечных сил для элементов без поперечного армирования и железобетонных элементов при совместном действии изгибающих моментов, продольных и поперечных сил на основе стержневой модели, а также общий метод расчета железобетонных элементов при совместном действии изгибающих моментов, продольных и поперечных сил.

В разделе содержатся правила проверки предельных состояний несущей способности железобетонных элементов при действии крутящих моментов, включая расчет на основе модели пространственного сечения и расчет на основе модели пространственной фермы.

Описаны правила проверки предельных состояний несущей способности железобетонных элементов при действии местных нагрузок включая проверку сопротивления железобетонных элементов при местном сжатии (смятии), при местном растяжении (отрыве), проверке сопротивления железобетонных элементов при продавливании (местном срезе) по методам критического периметра и критической трещины.

Завершается раздел изложением правил проверки сопротивления конструкций, подверженных воздействию многократно повторяющихся нагрузок, сопротивления слабоармированных конструкций, конструкций из легкого бетона, сборных и сборно-монолитных конструкций, включая проверку сопротивления закладных изделий, сварных соединений арматуры и закладных изделий, стыков элементов сборных конструкций.

Раздел 9. Проверки предельных состояний эксплуатационной пригодности (SLS)

В разделе содержатся правила проверки предельных состояний эксплуатационной пригодности, включая ограничение ширины раскрытия трещин, ограничение напряжений и расчет железобетонных конструкций по деформациям.

Раздел 10. Проверка живучести конструктивных систем в особых расчетных ситуациях

В данном разделе рассмотрены основные правила проектирования модифицированных конструктивных систем в особых расчетных ситуациях. Данные правила расширены и детализированы в

Приложении К настоящего документа. Рассмотрены основные трагедии и меры по контролю рисков, направленные на предотвращение непропорционального обрушения модифицированной конструктивной системы при реализации особых событий и связанных с ними угроз.

Раздел 11. Требования к конструированию

В начале раздела содержатся правила конструирования бетонных конструкции и железобетонных конструкций с ненапрягаемой арматурой, ограничения по площади сечения арматуры, минимальные размеры поперечного сечения, размещение арматуры в сечении, анкеровку продольной арматуры (предельные напряжения сцепления, базовая и расчетные длины анкеровки), соединение стержней арматуры и арматурных изделий без сварки (внахлест), сварные соединения арматуры и закладных изделий.

Далее содержатся правила конструирования предварительно напряженных железобетонных конструкций, включая размещение напрягаемой арматуры в сечении, анкеровку напрягаемой арматуры и анкеровку напрягающих элементов, натягиваемых на упоры.

Раздел завершается правилами конструирования монолитных и сборных плит, сжатых элементов, фундаментов, а также правилами конструирования армирования (размещение продольной арматуры, поперечное армирование, армирование коротких консолей, стен, армирование сжатых элементов поперечными сетками, рекомендуемые диаметры арматурных стержней, требование по анкеровке стержней арматуры арматурных изделий).

Раздел 12. Требования к проверкам предельных состояний при оценивании существующих конструкций

В раздел включены базовые требования и правила проверок предельных состояний при оценивании существующих конструкций в соответствии с требованиями ISO13822. При этом показано, что фактические показатели надежности существующей конструктивной системы могут быть оценены с использованием существующих форматов безопасности: (1) формат частных коэффициентов или глобального сопротивления; (2) вероятностного формата; (3) анализа рисков. Приведены методы калибровки модифицированной системы коэффициентов глобального сопротивления, применяемой при проверках предельных состояний существующих конструкций.

Приложение А (обязательное). Формат безопасности при выполнении нелинейного анализа

В Приложении содержатся правила проверок предельных состояний конструкций с применением нелинейных расчетов. Приведены методы калибровок коэффициентов глобального сопротивления.

Приложение Б (обязательное). Расчет параметров ползучести и усадки бетона

Приведены правила расчета параметров ползучести и усадки бетона

Приложение В (обязательное). Минимальные классы бетона по прочности на сжатие для обеспечения долговечности конструкции

Приведены правила назначения минимальных классов бетона по прочности на сжатие.

Приложение Г (справочное). Таблицы для расчета сопротивления сечений, нормальных к продольной оси железобетонных элементов прямоугольного сечения

Приведены таблицы, предназначенные для определения параметров для расчета сопротивления сечений железобетонных элементов прямоугольного сечения при использовании параболически-линейной диаграммы деформирования бетона

Приложение Д (справочное). Особенности проектирования пост-напряженных плоских плит

Рассмотрены правила проектирования наиболее часто применяемого класса конструкций пост-напряженных плоских плит. Содержатся требования по назначению расчетных сочетаний нагрузок, правила проверок предельных состояний. Приведены правила компоновки конструктивной системы с пост-напряженными плоскими плитами, определения эффектов воздействий с применением МКЭ и упрощенный метод, правила трассировки напрягающих элементов и вычисления эквивалентных нагрузок.

Приложение Е (справочное). Правила трассировки напрягающих элементов

Детально изложены правила трассировки напрягающих элементов для различных конструктивных решений плитных и балочных элементов.

Приложение Ж (справочное). Методы расчета вторичных эффектов пост-напряжения при использовании эквивалентных нагрузок

Приведены правила расчета вторичных эффектов от пост-напряжения для статически неопределимых конструктивных систем при использовании метода эквивалентных нагрузок.

Приложение К (справочное). Особенности проектирования конструктивных систем из железобетона в особых расчетных ситуациях

Раздел содержит классификацию конструктивных систем по последствиям наступления прогрессирующего разрушения, рекомендуемые сочетания воздействий и эффектов воздействий, методы проверок живучести модифицированной конструктивной системы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНБ 5.03.01-02 Бетонные и железобетонные конструкции. – 2003. – 139 с.
2. EN 1992-1-1:2004. Design of concrete structures. Part 1: General rules and rules for buildings. – CEN, Brussels, 2004. – 225 p.
3. EN 1990:2002. Basis of Structural Design. – CEN, Brussels, 2002. – 87 p.
4. ТКП EN 1992-1-1-2009 Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1–1. Общие правила и правила для зданий. – Минск, МАиС РБ, 2010. – 191 с.
5. ТКП EN 1992-1-1-2009* Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1–1. Общие правила и правила для зданий. – Минск, МАиС РБ, 2015. – 207 с.
6. Пецольд, Т. М. Опыт внедрения в Республике Беларусь европейских нормативных документов по проектированию железобетонных конструкций / Т. М. Пецольд, Н. А. Рак, В. В. Тур // Строительная наука и техника. – 2012. – № 2. – С. 94–96.
7. Пецольд, Т. М. Особенности перехода в Республике Беларусь на проектирование железобетонных конструкций по европейским нормативным документам / Т. М. Пецольд, Н. А. Рак, В. В. Тур // Материалы Международной научно-практической конференции «Техническое регулирование в строительной отрасли в современных условиях» (Минск, 21 мая 2015 г.) – Минск, СтройМедиаПроект, 2015. – С. 18–25.
8. fib Model Code for Concrete Structures 2010. – Berlin, Ernst&Sohn, 2013. – 434 p.

9. ТКП EN 1990-2011* Еврокод. Основы проектирования строительных конструкций. – Минск, МАиС РБ, 2015. – 94 с.

10. Рак, Н. А. Актуальные задачи нормирования при переходе на проектирование железобетонных конструкций по европейским стандартам / Н. А. Рак // Инновации в бетоноведении, строительном производстве и подготовке инженерных кадров. Сборник статей Международной научно-технической конференции. В 2 ч. Часть 2 / БНТУ. – Минск: БНТУ, 2016. – С. 224–230.

11. Рак, Н. А. Проектирование конструкций из бетона: еврокоды и национальные нормы / Н. А. Рак, В. В. Тур, Т. М. Пецольд // «Лейтовские чтения-150» Современные методы расчета железобетонных и каменных конструкций по предельным состояниям / Сборник докладов Международной научно-практической конференции. – Москва: МГСУ, 2018. – С. 367–377.

12. Технический регламент Республики Беларусь «Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность» (ТР 2009/013/ВУ). – Минск: Госстандарт РБ, 2012. – 26 с.

УДК 624.012.4

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ РАСЧЕТНОЙ ПРОЧНОСТИ ЛЕГКОГО БЕТОНА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

РАК Н. А.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Действующий в настоящее время в Республике Беларусь СНБ 5.03.01-02 «Бетонные и железобетонные конструкции» [1] распространяется на проектирование конструкций, изготавливаемых из тяжелого, напрягающего и мелкозернистого бетонов средней плотности не менее 2000 и не более 2800 кг/м³.

Разработанные взамен него строительные правила СП 5.03.01.02-2020 «Бетонные и железобетонные конструкции» [2] распространяются на проектирование конструкций, изготавливаемых из бетонов со средней плотностью от 1000 до 2600 кг/м³.