

7. Травуш В., Шахворостов А., Бойков А. [и др.] Бетонирование нижней плиты коробчатого фундамента башни комплекса «Лахта-Центр» // Высотное строительство. 2015. №1. С. 92-101

8. Cussigh Francois, Sonebi Mohammed, De Schutter Geert. Project testing SCC segregation test methods / Proc. of the 3rd Int. Symp. on Self-Compacting Concrete, 17-20 August 2003, Reykjavik, Iceland, Pp. 311- 322.

9. Каприелов С.С., Шейнфельд А.В., Аль-Омаис Д., Зайцев А.С. Опыт производства и контроля качества высокопрочных бетонов на строительстве высотного комплекса «ОКО» в ММДЦ «Москва-Сити» // Промышленное и гражданское строительство. 2018. №1. С. 18-24.

10. Хлопук В.Л., Бейлина М.И., Титов М.Ю. Определение реологических характеристик самоуплотняющихся бетонов в российских и зарубежных нормативных документах // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 2. С. 39-45.

Информация об авторах/Information about authors

Лариса Анатольевна ТИТОВА, канд. техн. наук, заместитель заведующего лабораторией самонапряженных конструкций и напрягающих бетонов НИИЖБ им. А.А. Гвоздева, АО «НИЦ «Строительство», Москва.

Larisa TITOVA, Ph. D. (Engineering), Deputy Head of the Laboratory of self-stressing designs and self-stressing concretes of NIIZHB named after A.A. Gvozdev JSC Research Center of Construction, Moscow

e-mail: niizhb-7@yandex.ru

тел.: +7 (499) 174-71-80

Майя Исааковна БЕЙЛИНА, старший научный сотрудник лаборатории самонапряженных конструкций и напрягающих бетонов НИИЖБ им. А.А. Гвоздева, АО «НИЦ «Строительство», Москва.

Maya BEYLINA, Senior Researcher of the Laboratory of self-stressing designs and self-stressing concretes of NIIZHB named after A.A. Gvozdev JSC Research Center of Construction, Moscow

e-mail: niizhb-7@yandex.ru

тел.: +7 (499) 174-71-81

Владимир Леонидович ХЛОПУК, начальник сметно-аналитического управления АО «Управление экспериментальной застройки микрорайонов», Москва.

Vladimir KHLOPUK, Head of the Estimate and Analytical Department of JSC 'Management of Experimental development of Microdistricts', Moscow

Владимир Александрович ШАБАЛИН, ведущий инженер лаборатории самонапряженных конструкций и напрягающих бетонов НИИЖБ им. А.А. Гвоздева, АО «НИЦ «Строительство», Москва/

Vladimir SHABALIN, Lead Engineer of the Laboratory of self-stressing designs and self-stressing concretes of NIIZHB named after A.A. Gvozdev JSC Research Center of Construction, Moscow

e-mail: niizhb-7@yandex.ru

тел.: +7 (499) 174-71-81

УДК 624

[https://doi.org/10.37538/2224-9494-2021-3\(30\)-117-123](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2021-3(30)-117-123)

ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЕВРОКОДОВ В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ В РФ

APPLICATION ISSUES OF EUROCODES IN BUILDING DESIGN IN THE RUSSIAN FEDERATION

В. И. ТРАВУШ, д-р техн. наук, проф.

Ю. С. ВОЛКОВ, канд. техн. наук

В статье рассмотрены вопросы применения Европейских норм на проектирование железобетонных конструкций Еврокода-2 в отечественной практике. Для Еврокода-2 число национально определяемых численных характеристик составляет более сотни. Это, главным образом, параметры усадки, ползучести бетона, толщина защитных слоев бетона относительно стальной арматуры в зависимости от вида, среды эксплуатации и др. Отличаются в отечественных нормах на проектирование конструкций и Еврокодах размеры и формы испытываемых образцов для определения прочностных (нормативных) характеристик строительных материалов путем испытаний, что исключает прямое применение многих расчетных формул европейских норм. Адекватное разрешение этих вопросов представляет емкую работу. Только для получения статистически достоверных связующих коэффициентов для прочностных характеристик материалов, используемых в строительных нормах (СНиП – СН) и Еврокодах, потребуется испытать не одну сотню опытных образцов.

With the development and simplification of The article describes the application of European norms in the domestic practice for the design of reinforced concrete structures using European norms Eurocode-2. For Eurocode-2, the number of nationally defined parameters is more than a hundred. These are different coefficients, shrinkage, creep of concrete, thickness of protective layers of concrete for steel fittings depending on the type, environment of operation, etc. Differ in the SNIP on the design of designs and individual Eurocodes, the size and shape of the samples tested to determine the strength (regulatory) characteristics of building materials, making it impossible to apply many of the calculation formulas directly. Addressing these issues is a rather capacious task. Many series of prototypes will be required only to determine statistically reliable transitional coefficients for the strength of the materials used in SNIP and Eurocodes.

Ключевые слова:

Еврокод-2, национально определяемые параметры, переходные коэффициенты, СНиП

Keywords:

Eurocode-2, nationally defined parameters, transition ratios, SNiP

После образования в Европе единого экономического пространства, примерно с 1975 г. было принято решение о разработке единых нормативных документов, в том числе – и в строительной сфере, с целью постепенно заменить национальные стандарты стран – членов ЕС. Нормы на строительное проектирование получили название Еврокодов. Весь пакет Еврокодов состоит из 58 частей, которые *структурированы* по видам используемых материалов и областям применения (сталь, железобетон, каменная кладка, фундаменты, сейсмостойкое строительство и т. д.) – см. табл. 1. Общий объем всего пакета *Еврокодов* насчитывает почти пять тысяч страниц, в том числе более 220 страниц составляет только часть Еврокода, касающаяся правил расчета железобетонных конструкций зданий – «Железобетонные конструкции. Общие правила и правила для зданий» EN 1992-1-1 или Еврокод-2.

В Еврокоде-2 (EN 1992-1-1) даны ссылки на несколько других Еврокодов (нагрузки, общие требования по проектированию и т.д.), на десятки стандартов, определяющих требования к материалам, и такое же число стандартов на методы их испытаний. Поэтому полноценное применение вообще Еврокодов и в данном случае указанной части Еврокода-2 (EN 1992-1-1) возможно лишь совместно с массивом поддерживающих (ссылочных) документов. Прежде всего это стандарты на материалы (бетон, арматура и т. д.) и стандарты на методы их испытаний и т. д.

Таблица сопоставления Еврокодов и отечественных норм на проектирование строительных конструкций

Таблица 1

Шифр Еврокода	Наименование Еврокода	ГОСТ, СНиП, СП (примерные аналоги)
EN 1990	Основы расчета и проектирования	ГОСТ 27751
EN 1991	Нагрузки и воздействия	СНиП 2.01.07-85*
EN 1992	Железобетонные конструкции	СНиП 52-01-2003
EN 1993	Стальные конструкции	СНиП II-23-81*
EN 1994	Сталежелезобетонные конструкции	СП 52-101-2003
EN 1995	Деревянные конструкции	СНиП II-25-80
EN 1996	Каменные конструкции	СНиП II-22-81*
EN 1997	Основания и фундаменты	СНиП 2.02.01-83*, СНиП 2.02.03-85
EN 1998	Сейсмостойкие конструкции	СНиП II-7-81*
EN 1999	Алюминиевые конструкции	СНиП 2.03.06-85

Еврокоды в Европе разрабатывались более 30 лет. Наиболее активная фаза их разработки пришлась на период 2000–2010 гг. В настоящий момент многие страны Евросоюза приняли Еврокоды в качестве национальных стандартов. Их примеру последовали Украина, Белоруссия, Казахстан. Практика применения Еврокодов, в частности, Еврокода-2 (железо-

бетонные конструкции), выявила необходимость их дальнейшей доработки. В частности, в действующей редакции Еврокод-2 использованы нормативные характеристики для бетонов, полученные на основании опытов, проведенных 40-50 лет тому назад. Это касается величин модуля упругости (выяснилось, что его значение зависит не только от величины прочности), деформаций усадки, ползучести и т. д. В настоящее время применяются бетоны со значительно меньшими величинами водоцементного отношения, широкой номенклатуры химических и минеральных добавок, существенно расширилась виды и классы применяемых цементов и т. д.

Проблемы применения в нашей стране европейских норм на проектирование строительных конструкций (Еврокодов) продолжают привлекать внимание отдельных специалистов. Переход на Еврокоды как эффективный способ ускорения темпов и качества строительства, инициируется в настоящее время рядом российских общественных организаций.

Первоочередной задачей, которая была поставлена в свое время в Европе перед разработчиками евростандартов, в том числе стандартов на проектирование (Еврокодов), являлась подготовка документов, устраняющих, прежде всего, барьеры в торговле между странами – членами Евросоюза. Поэтому они проходили длительное согласование между странами – членами ЕС. По отдельным документам было подготовлено более 40 редакций. И это совсем не означает, что были подготовлены технически безупречные документы.

Известно, что в Евросоюзе действует специально финансируемая программа по применению Еврокодов в практике проектирования стран – не-членов ЕС, проводятся обучающие семинары для специалистов (с выдачей квалификационных аттестатов).

Проблема применения Еврокодов в отечественной проектной практике не нова. Еще в 2012 г. в МГСУ по инициативе ряда Российских организаций – Торгово-промышленной палаты, НОПРИЗ, НОСтроя и др. – состоялась весьма представительная международная научная конференция «Актуальные проблемы применения Еврокодов и национальных стандартов в строительстве на территории РФ и стран ЕС». НОСтрой выступил основным спонсором по оплате переводов европейских документов на русский язык.

На упомянутой конференции выступили как российские специалисты, так и члены европейского Комитета по стандартизации CEN 250 – разработчика Еврокодов. В конференции приняло участие более 200 ведущих специалистов – проектировщиков, членов технических комитетов и разработчиков нормативной документации из России (16 городов) и других стран: Украины, Белоруссии, Казахстана, Армении, Нидерландов, Великобритании, Чешской республики, Бельгии (всего более 60 организаций).

По результатам обсуждения была намечена под эгидой НИУ МГСУ обширная программа внедрения Еврокодов, включавшая перевод документов на русский язык, разработку национальных приложений к Еврокодам, обучение специалистов и т. д. Последующий анализ с течением времени показал, что никаких преимуществ Еврокоды по сравнению с российскими аналогами не имеют. Программа была свернута, и о ней сейчас вспоминают лишь отдельные специалисты, имевшие в то время к ней отношение.

В России работает большое число специалистов-проектировщиков, получивших профессиональную подготовку на отечественных нормах. Обучение студентов архитектурно-строительных специальностей, переподготовка специалистов ведется по учебной и методической литературе, подготовленной на базе разработанного и регулярно обновляемого массива сводов правил (строительных норм и правил) – СН (СНиП).

Большинство СП-СНиП, определяющих правила расчета на различные нагрузки и воздействия, включены в перечень документов, в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается выполнение требований Технического регламента «О безопасности зданий и сооружений».

Возможность применения в отечественном строительстве иностранных стандартов предусматривает Закон «О техническом регулировании». Но не так все просто применительно к Еврокодам. Необходимо провести значительный объем работы по проверке эмпирических зависимостей, приведенных в Еврокодах, применительно к материалам и методам испытаний, принятым в России. Еврокоды как стандарты на проектирование содержат ссылки на значительное число поддерживающих их стандартов, таких как стандарты на материалы (сталь, бетон, каменные материалы и т. д.), стандарты на методы испытаний, производство работ, а также на другие Еврокоды.

Насколько тесно связаны Еврокоды и евростандарты, можно видеть на примере евростандарта EN13670 «Возведение железобетонных зданий» в соотношении с Еврокодом-2. В предисловии к этому стандарту прямо прописано, что «поскольку существует тесная связь между правилами при проектировании и технологией строительства из железобетонных конструкций, данный стандарт разрабатывался техническим комитетом TC 104 в сотрудничестве с Комитетом CEN/TC 250/SC2 – разработчиком Еврокода-2».

Стандарт EN 13670 дополняет целый ряд требований, указанных как в EN1992-1 (Еврокод-2): «Проектирование железобетонных конструкций», так и в основном стандарте на бетон EN 206 «Бетон. Общие технические требования, производство, эксплуатация и контроль соответствия».

Стандарт EN 13670 определяет требуемый уровень качества по выполнению работ на строительной площадке при возведении конструкций из монолитного бетона, их армированию, а также монтажу сборных конструкций заводского производства и т. д. с целью обеспечения проектных показателей по механической прочности и надежности здания в процессе эксплуатации.

Стандарт EN 13670 должен, отметим особо, помочь проектировщикам, т. е. пользователям Еврокода-2, сформулировать требования к конструкции для разработки технологии строительства и указаний производителю работ, связывая все переделы в единый процесс – от проектирования до возведения и приемки готового объекта, а также служить в качестве ориентира для проектировщика, с тем, чтобы в проекте были указаны все технические требования, необходимые для возведения конструкций.

Все строительные конструкции в нашей стране рассчитывают и проектируют по российской системе нормативных документов (СП-СНиП), в основу которой положен метод расчета конструкций по предельным состояниям, причем этот метод был принят в отечественных нормах еще до того, как он был включен в Еврокоды. Определение нормативных показателей прочности и деформативности строительных материалов в России выполняется на основе требований, заданных для них в национальных стандартах (ГОСТах), с применением которых заводы выпускают строительные материалы. Строительные нормы на проектирование конструкций и изделий из этих материалов (железобетон, сталь, каменная кладка, дерево и др.) определяют для них различные коэффициенты надежности. Эти коэффициенты отличаются от принятых в Еврокодах. Так, в СНиП II-23-81* «Стальные конструкции» заданы более высокие требования по ударной вязкости

для стальных конструкций, что вызвано российскими климатическими особенностями. В СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия» более развернуто даны расчетные нагрузки на перекрытия. К некоторым зданиям требования по огнестойкости конструкций в России выше, чем в Еврокодах. В то же время коэффициент перехода от нормативной прочности бетона на сжатие к расчетной в СНиП 52.01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции» равен 1,3, а в Еврокоде-2 «Железобетонные конструкции зданий» – 1,5. Следует также учесть, что при назначении нормативной величины прочности в российских нормах среднее значение прочности уменьшается на величину 1,64 стандарта отклонения, а в евро нормах – два стандарта (табл. 2), причем величина стандарта отклонения принята для всех прочностей одинаковой и равна 4 МПа. Благодаря этим запасам прочности, которые в евро нормах закладываются на стадии задания расчетных величин прочности бетона, железобетонные конструкции при одинаковой несущей способности, спроектированные по Еврокоду-2, будут примерно на 10-15% дороже, чем спроектированные по СНиП 52.01-2003 – СП.63.13330.2018 «Свод правил. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения».

Таблица 2

EN 1992-1 Классы бетона по прочности на сжатие

f_{ck} , МПа	20	30	50	70	90	Цилиндрическая прочность. Нормативная
f_{ck} , кубы	25	37	60	85	105	Кубиковая прочность. Нормативная
f_{cm} , МПа средняя цилиндры	28	38	58	78	98	Цилиндрическая прочность. Средняя $f_{cm} = f_{ck} + 8$

Еврокоды составлены как общетехнические документы в предположении, что характеристики, необходимые для конкретного численного расчета, определяются в каждой стране самостоятельно. Эти характеристики, как уже упоминалось, указываются в национальных приложениях. Так, для упомянутого Еврокода-2 число таких параметров составляет более сотни. Это различные коэффициенты, величины усадки, ползучести бетона, толщина защитных слоев бетона для стальной арматуры в зависимости от вида среды эксплуатации и т. д. Существенно отличаются в СНиП на проектирование конструкций и в отдельных Еврокодах размеры и форма испытываемых образцов для определения прочностных (нормативных) характеристик строительных материалов, что делает невозможным прямое применение многих расчетных формул. Решение этих вопросов представляет собой достаточно емкую работу. Только для определения статистически достоверных переходных коэффициентов для прочностных характеристик материалов, используемых в СНиПах и в Еврокодах, потребуется испытать многие серии опытных образцов.

Всякое нормирование и стандартизация предполагают единство измерений. Введение Еврокодов потребует обновления измерительной и испытательной техники в научных, учебных и производственных лабораториях страны, перестройки учебного процесса в строительных вузах, переквалификации существующих инженерных кадров и ничем не оправданных материальных затрат.

В строительстве используется несколько тысяч нормативных и рекомендательных документов, в том числе и межотраслевого характера. Отечественная нормативная база по широте охвата различных вопросов проектирования, изысканий, технологии и органи-

зации строительства, монтажа оборудования, пожарных требований, правил эксплуатации, санитарии более совершенна, чем международная.

Показательно, что в комплексе «Москва-Сити» был ряд иностранных проектов, и несущие конструкции многих зданий были рассчитаны по зарубежным нормам, в том числе по Еврокодам, но до того как было дано разрешение на их возведение, все они были проверены расчетом на соответствие требований отечественных СНиП.

Существующие отечественные нормы позволяют успешно решать все технические проблемы проектирования и строительства.

Кроме того, введение Еврокодов в практику российского проектирования может создать конкурентные преимущества не только европейским проектным организациям и фирмам, но и производителям строительных материалов.

Федеральным Центром нормирования в строительстве Минстроя РФ – ФАУ ФЦС (www.faufcc.ru) – был проведен концептуальный анализ возможности применения Еврокодов в отечественной практике. Было показано, что еще в 2014 г. Минстроем России (ФАУ «ФЦС») были выполнены разработка и утверждение необходимых для применения Еврокодов 56 национальных (российских) приложений к переводам соответствующих европейских стандартов (Еврокодов), которые были зарегистрированы в установленном порядке в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов. Технический комитет ТК 465 разработал и утвердил 95 ссылочных стандартов EN (идентичных европейским), из которых 67 стандартов были утверждены, действовали, но были приостановлены до 01.01.2022 решением Комиссии по апелляции Росстандарта, как противоречащие положениям отечественных стандартов.

Каково состояние применения Еврокодов в странах СНГ?

В Белоруссии Еврокоды введены в действие с 1 января 2010 г., что, однако не означает обязательного их применения и, более того, не отменяет действие национальных стандартов.

Аналогично, на Украине принята схема одновременного действия Еврокодов и существующих норм. Это дает возможность проектировщику и заказчику сопоставить результаты расчета конкретных конструкций и выбрать из них желаемый. Следует заметить, что параллельное использование Еврокодов и национальных документов возможно, если и те, и другие являются документами добровольного применения.

В России же картина несколько иная, поскольку существуют перечни документов обязательного применения, а это, главным образом, как раз стандарты на проектирование – СНиПы, соответствующие аналоги Еврокодов. Несколько лет назад были приняты поправки в Закон РФ «О техническом регулировании», которые вменили в обязанность техническим комитетам Росстандарта (в строительстве это ТК 465) выдачу рекомендаций о возможности включения иностранных стандартов, в том числе и Еврокодов, в перечень документов, в результате применения которых обеспечивается выполнение требований технических регламентов, в нашем случае – технического регламента «О безопасности зданий и сооружений».

Актуализация отечественных норм проектирования должна вестись не путем замещения их европейскими аналогами, а на базе результатов новейших научных исследований. Но, к сожалению, финансирование строительной науки как со стороны государства, так и бизнеса оставляет желать лучшего, особенно в области теории сооружений и, соответственно, разработки норм и строительном материаловедении.

Список литературы

1. Eurocode 2: Design of Concrete Structures – Part 1: General Rules and Rules for Buildings, CEN.
2. EN 13670:2006 Execution of Concrete Structures, CEN.
3. Федеральный закон №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
4. Федеральный закон № 184-ФЗ «О техническом регулировании».
5. Перечень национальных стандартов и сводов правил по строительству, утвержден Постановлением Правительства РФ от 04.07.2020, №985.
6. СП 63.13330.2018 «СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения».
7. Колмогоров А.Г., Плевков В.С. Расчет железобетонных конструкций по российским и зарубежным нормам. – М.: Изд. АСВ, 2012. 496 с.

Информация об авторах/Information about authors

Владимир Ильич ТРАВУШ, д-р техн. наук, профессор, вице-президент РААСН, зам. генерального директора ЗАО «Горпроект», Москва

Vladimir TRAVUSH, Dr. Sci. (Engineering), Full Professor, Vice-President of RAASN, Deputy General Director of CJSC Gorproekt, Moscow

e-mail: info@gorproject.ru

тел.: +7 (499) 909-39-39

Юрий Сергеевич ВОЛКОВ, канд. техн. наук, почетный член РААСН, ученый секретарь НИИЖБ им. А. А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», Москва

Yuri VOLKOV, Ph. D. (Engineering), honorary member of RAASN, Scientific Secretary of NIIZB named after A. A. Gvozdev JSC Research Center of Construction, Moscow

e-mail: volkov@cstroy.ru

тел.: +7 (499) 174-76-77