

РАЗДЕЛ II. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

УДК 69.07

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ В ПРАКТИКУ СТРОИТЕЛЬСТВА НОВЫХ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ И СТАНДАРТОВ ПО ВОЗВЕДЕНИЮ ЗДАНИЙ

БОНДАРЬ В. В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Введение. В соответствии с положениями ТКП 1990–2011* [1] надежность строительных конструкций зданий и сооружений должна обеспечиваться выполнением требований нормативных документов, действующих на всех этапах жизненного цикла строительного объекта: при проектировании, возведении и сопутствующем изготовлении элементов конструкций, вводе в эксплуатацию и непосредственно при эксплуатации введенного здания или сооружения по предусмотренному проектным решением функциональному назначению.

В последнее время в Республике Беларусь достаточно много внимания уделялось и уделяется переходу на международные нормы проектирования, общие для больших групп стран. В гораздо меньшей степени рассматривались проблемы и несоответствия, возникающие при попытках внедрения новых норм и стандартов на стадии возведения объекта строительства. Следует отметить, что схожие проблемы возникают не только при строительстве зданий из монолитного или сборного железобетона, но и при возведении каменных и армокаменных элементов конструкций, что было достаточно подробно описано в работе [2].

Действующая в Республике Беларусь система технических нормативных правовых актов в части возведения железобетонных конструкций. Следует констатировать тот факт, что в нас-

тоящее время в Республике Беларусь сложилась двойственная система нормативной документации, касающейся проектирования, возведения и изготовления элементов конструкций зданий и сооружений.

Так, с одной стороны продолжает действовать национальная система нормативной документации, частично уходящая своими корнями к нормам, действовавшим еще в СССР (СНиП 3.03.01-87 [3], СНиП 2.03.01-84* [4]). Для проектирования железобетонных конструкций зданий и сооружений при этом используется СНБ 5.03.01-02 [5] и СНиП 2.03.01-84* [4] (в части расчета конструкций из легких бетонов), а требования к возведению зданий и сооружений содержатся в относительно новых нормах ТКП 45-1.03-314-2018* [6], которые включают, кроме всего прочего, еще и требования к возведению металлических, деревянных и каменных конструкций.

С другой стороны, с 01 января 2010 года в Республике Беларусь, приказом Минстройархитектуры № 404 от 10.12.2009 была официально введена в действие альтернативная система нормативной документации – Европейские нормы (Еврокоды), которая во многом полностью отличается от продолжающей действовать национальной системы. Таким образом, начиная с 2010 года можно было пользоваться не только национальными нормами при проектировании, но и Европейскими, в частности, для железобетонных конструкций такими нормами был ТКП EN 1992-1-1-2009* [7]. Позднее, с 01 января 2013 года, к [7] добавился еще и документ (стандарт) с требованиями по возведению бетонных и железобетонных конструкций СТБ EN 13670-2012 [8].

С 05 июня 2019 года вступил в действие Указ Президента Республики Беларусь № 217 «О строительных нормах и правилах». Основной идеей введения этого документа является переработка, совершенствование, упорядочивание действующих национальных ТНПА в области строительства, а также, безусловно, разработка новых нормативных документов.

Следует обратить внимание на то, что разрабатываемые национальные нормы будут полностью гармонизированы с Еврокодами, но при этом дополнительно будут содержать различную информацию (методики расчета сопротивлений, правила конструирования и т. п.), связанную с применением новых строительных материалов,

оснастки и оборудования при производстве строительномонтажных работ и др. Поэтому разработка и совершенствование национальных норм, базирующихся на последних достижениях международной и отечественной строительной науки, является безусловно важной и актуальной задачей не только отдельной отрасли народного хозяйства, но и государства в целом.

Сопоставление и краткий сравнительный анализ контролируемых параметров при возведении бетонных и железобетонных конструкций зданий и сооружений. Частичное сопоставление национальных контролируемых параметров при возведении бетонных и железобетонных конструкций на фоне параметров системы нормативной документации, действующей в Российской Федерации, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование контролируемого параметра	Величина параметра в соответствии с EN 13670 [8]	Величина параметра в соответствии с ТКП 45-1.03-314 [6]	Величина параметра в соответствии с СП 70.13330 [9] (Россия)
1. Отклонение от вертикали плоскости щитов опалубки на всю высоту для:			
- на 1 м высоты	Не регламентир.	Не регламентир.	5 мм
- фундаментов	Не регламентир.	12 мм	20 мм
- стен и колонн (h – высота колонны или стены в свету)	Не регламентир.	10 мм	10 мм
2. Отклонение от горизонтали плоскостей опалубки перекрытий, балок на всю длину выверяемой опалубки			
	Не регламентир.	10 мм	Не регламентир.
3. Минимальная прочность бетона незагруженных монолитных конструкций при распалубке:			
- вертикальных	Не регламентир.	0,2–0,3 МПа	0,5 МПа
- горизонтальных и наклонных, при пролете, м:			
- до 2	Не регламентир.	50 % проектной	Не регламентир.
- до 6	Не регламентир.	70 % проектной	70 % проектной
- св. 6	Не регламентир.	80 % проектной	80 % проектной

Продолжение табл. 1

4. Отклонение расстояний между отдельно установленными рабочими стержнями для:				
- колонн и балок	Не регламентир.		±10 мм	Не регламентир.
- плит и стен фундаментов	Не регламентир.		±20 мм	Не регламентир.
- массивных конструкций	Не регламентир.		±30 мм	Не регламентир.
5. Отклонение расстояний между рядами арматуры для:				
- плит и балок толщиной до 1 м	Не регламентир.		±10 мм	±10 мм
- конструкций толщиной более 1 м	Не регламентир.		±20 мм	±20 мм
6. Отклонение толщины защитного слоя бетона от проектной не должно превышать:				
- при толщине защитного слоя до 15 м и линейных размерах поперечного сечения конструкции, мм:				
	Класс доп. 1	Класс доп. 2		
- до 100 включит.	±10	+5; -10	+4	+4
- от 101 до 200 включит.	±10	+5; -10	+5	+5
- при толщине защитного слоя от 16 до 20 мм включительно и линейных размерах поперечного сечения конструкций, мм				
- до 100 включит.	±10	+5; -10	+4; -3	+4; -3
- от 101 до 200 включит.	±10	+5; -10	+8; -3	+8; -3
- от 201 до 300 включит.	±10	+5; -10	+10; -3	+10; -3
- свыше 300	+15; -10	±10	+15; -5	+15; -5
- не менее 2500	+25; -10	+20; -10	Не регламентир.	Не регламентир.
- при толщине защитного слоя свыше 20 мм и линейных размерах поперечного сечения конструкций, мм				
- до 100 включит.	±10	+5; -10	+4; -5	
- от 101 до 200 включит.	±10	+5; -10	+8; -5	+8; -5
- от 201 до 300 включит.	±10	+5; -10	+10; -5	+10; -5
- свыше 300	+15; -10	±10	+15; -5	+15; -5
- не менее 2500	+25; -10	+20; -10	Не регламентир.	Не регламентир.

Окончание табл. 1

7. Отклонение линий пересечения плоскостей от вертикали или проектного наклона на всю высоту конструкций для:				
- фундаментов	Не регламентиру.		20 мм	20 мм
- стен и колонн, поддерживающих монолитные покрытия и перекрытия (h – высота колонны или стены в свету)	При $h \leq 10$ м, max {15, $h/400$; мм} При $h > 10$ м, max {25, $h/600$; мм}		15 мм	15 мм
- стен и колонн, поддерживающих сборные балочные конструкции	При $h \leq 10$ м, max {15, $h/400$; мм} При $h > 10$ м, max {25, $h/600$; мм}		10 мм;	10 мм;
- стен зданий и сооружений, возводимых в скользящей опалубке, при отсутствии промежуточных перекрытий	По проекту		1/500 высоты сооружения, но не более 100 мм	1/500 высоты сооружения, но не более 100 мм
- стен зданий и сооружений, возводимых в скользящей опалубке, при наличии промежуточных перекрытий	По проекту		1/1000 высоты сооружения, но не более 50 мм	1/1000 высоты сооружения, но не более 50 мм
8. Отклонение размера поперечного сечения элементов (для балок, плит и колонн)				
- при $l_i < 150$ мм	± 10 мм	± 5 мм	+10 мм; –3 мм	+6 мм; –3 мм
- при $l_i = 400$ мм	± 15 мм	± 10 мм	+10 мм; –3 мм	+11 мм; –9 мм
- при $l_i \geq 2500$ мм	± 30 мм	± 30 мм	+10 мм; –3 мм	+25 мм; –20 мм

Следует в первую очередь обратить внимание на то, что в табл. 1 представлены только наиболее часто применяемые в практике возведения зданий и сооружений геометрические допуски, а также параметры, в значениях которых имеется наиболее существенное количество различий в нормах разных стран. На самом деле геометрических допусков в перечисленных в табл. 1 нормах [6, 8, 9] гораздо больше, поэтому полное их сравнение не представляется возможным из-за заданного граничного объема публикации.

Тем не менее, из представленных в табл. 1 данных можно сделать вывод о том, что нормы по возведению зданий и сооружений в

Республике Беларусь (и в странах Евросоюза) и Российской Федерации предлагают не только геометрические допуски и параметры, разные по численному значению, но и совершенно разные технические подходы к их назначению. Так, например, нормы по возведению [8] при определении отклонения толщины защитного слоя бетона от проектной величины допускают применять два класса геометрических допусков: 1-й класс – базовый, а 2-й класс – с более жесткими по абсолютной величине допусками. Такой же подход предписан и в случае определения допустимого отклонения размеров поперечного сечения железобетонных элементов (плит, балок колонн и др.). Суть введения в документе по возведению железобетонных конструкций двух классов допусков заключается в возможности на стадии проектирования здания или сооружения применить при расчетах сопротивлений сечений отдельных элементов, модифицированные (в сторону снижения) частные коэффициенты для материалов (для арматуры и бетона). Такое, в соответствии с нормами [7], становится возможным в случае соблюдения условий, при которых неблагоприятные отклонения размеров поперечных сечений элементов в процессе возведения здания или сооружения находятся в пределах пониженных отклонений в соответствии с требованиями, изложенными в приложении А норм [7], а также требованиями норм [8] в части геометрических допусков по классу 2.

Требования национальных норм [6] и норм Российской Федерации [9], как видно из таблицы 1, во многом повторяют друг друга. Это и не удивительно, поскольку своими корнями оба представленных документа уходят к нормам СССР СНиП 3.03.01-87 [3]. Из преимуществ национальных норм [6] можно выделить высокую их скрупулёзность и подробность, большое количество разъясняющих иллюстраций и сопутствующей дополняющей информации, касающейся непосредственно требований к технологии производства работ.

Заключение. Анализ контролируемых параметров при возведении железобетонных конструкций зданий и сооружений с использованием требований национальных норм, норм Российской Федерации, Европейских норм, позволяет сделать следующие выводы:

1. Геометрические допуски, определённые по нормам разных стран, вполне сопоставимы, имеют один целочисленный порядок и в абсолютном выражении отличаются не столь значительно.

2. Нормы [8], несмотря на свою общую декларативность и отсутствие более строгих требований и алгоритмов по технологии производства строительно-монтажных работ, наиболее глубоко, в отличие от других, интегрированы в общую систему нормирования. Как было отмечено выше, имеется тесная взаимоувязка норм по проектированию [7] и норм по возведению [8] железобетонных конструкций.

3. Наиболее целесообразным подходом для Республики Беларусь следует считать разработку новых и модернизацию существующих норм по возведению железобетонных конструкций (вместо ТКП 45-1.03-314-2018* [6]), положения которых не входили бы в значительное противоречие с европейскими нормами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ТКП EN 1990-2011*. Еврокод. Основы проектирования строительных конструкций. – Введ. 01.07.2012. – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2015. – 70 с.

2. Неверович, И. И., Ловыгин, А. Н. Проблемные вопросы внедрения в практику строительства новых нормативных документов по каменным и армокаменным конструкциям / И. И. Неверович, А. Н. Ловыгин // Проблемы современного строительства: материалы Международной научно-технической конференции / БНТУ. – Минск: БНТУ, 2019. – С. 108–112.

3. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции. Нормы проектирования / Госстрой СССР. – М: АПП ЦИТП, 1991. – 192 с.

4. СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования / Госстрой СССР. – М: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 80 с.

5. СНБ 5.03.01 с изменениями № 1–5. Бетонные и железобетонные конструкции. – Введ. 01.07.03. – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2003. – 132 с.

6. ТКП 45-1.03-314-2018*. Возведение строительных конструкций зданий и сооружений. Основные требования. – Введ. 01.07.2018. – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2019. – 131 с.

7. ТКП EN 1992-1-1-2009*. Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий. – Введ. 01.01.2010. – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2015. – 205 с.

8. СТБ EN 13670-2012. Возведение бетонных и железобетонных конструкций. – Введ. 01.01.2013. – Минск: Госстандарт Республики Беларусь, 2013. – 61 с.

9. СП 70.13330-2012 с изм. № 1–3. Свод правил. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87. Институт ОАО НИЦ «Строительство». – М., 2013 – 243 с.

УДК 624.04

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ GAP-ЭЛЕМЕНТОВ
В ЗАДАЧАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ
«КАРКАС ЗДАНИЯ – СВАЙНЫЙ ФУНДАМЕНТ – ОСНОВАНИЕ»**

БОРИСЕВИЧ А. А., ЗВЕРЕВ В. Ф., ТРЕПАЧКО В. М., ЩЕРБАК С. Б.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Аннотация. Разработана конечно-элементная модель системы типа «Каркас здания – Свайный фундамент – Основание». Предложена модель взаимодействия свайного куста с грунтовым массивом.

В модели использованы: линейный элемент типа ROD, работающий на растяжение (сжатие), для описания арматуры в колоннах, ригелях и сваях; твердотельный 8-узловой конечный элемент типа SOLID для описания железобетонных элементов каркаса, свай и основания; специальный элемент GAP, предназначенный для моделирования зазоров или натягов в контактных задачах.

Выполненный анализ указанной многопараметрической системы позволил получить основные параметры, необходимые для оценки