

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*МАЛИНОВСКИЙ М. И., ШЕВКО В. В.*

ОАО «Институт Белгоспроект», Белорусский национальный  
технический университет

**Введение.** В развитии строительной нормативной базы РБ в части проектирования железобетонных конструкций можно выделить 3 этапа со следующими наборами ТНПА:

Этап 1 (1997–2009 гг.):

– СНБ 5.03.01-02. Бетонные и железобетонные конструкции;

– СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия.

Этап 2 (2009–2019 гг.):

– ТКП EN 1990-2011. Еврокод. Основы проектирования строительных конструкций и группа взаимосвязанных ТКП EN, взаимосвязанные с техническим регламентом.

Этап 3 (2019 г. – настоящее время) [1]:

– СН 2.01.01-2019. Основы проектирования строительных конструкций;

– СП 5.03.01-2020. Бетонные и железобетонные конструкции

– СН 2.01.02-2019. Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Объемный вес, собственный вес, функциональные нагрузки для зданий;

– СН 2.01.04-2019. Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Снеговые нагрузки;

– СН 2.01.05-2019. Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Ветровые воздействия.

**Постановка задачи.** Целью данной работы является определение зависимости расхода арматурной стали и бетона необходимых для возведения железобетонного несущего каркаса для ранее запроектированных и построенных зданий по разным по разным блокам ТНПА.

Для анализа были выбраны здания административного назначения (таблица 1) с одинаковыми конструктивными системами – рамно-связевый железобетонный монолитный каркас, со схожими технико-экономическими показателями.

Объемы бетона, арматуры были выбраны из сметной документации (ведомости объемов) по проектам объектов, хранящихся в архиве ОАО «Институт Белгоспроект».

Принятые в работе объекты:

Объект 1. 2009 г. «Здание Партизанского РУВД г. Минска»:

- СНБ 5.03.01-02. «Бетонные и железобетонные конструкции»;
- СНиП 2.01.07-85. «Нагрузки и воздействия».

Объект 2. 2017 г. «Строительство административного здания по ул. Чайковского со сносом склада»:

– ТКП EN 1992-1-1-2009 «Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий»;

– ТКП EN 1991-1-6-2009 «Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-6. Общие воздействия. Воздействия при производстве строительных работ».

Объект 3. 2020 г. «Административно-хозяйственное здание в г. Минске на земельном участке в границах улиц Притыцкого – Домбровской»:

– СН 2.01.02-2019. «Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Объемный вес, собственный вес, функциональные нагрузки для зданий»;

– СП 5.03.01-2020. «Бетонные и железобетонные конструкции»;

– СН 2.01.01-2019. «Основы проектирования строительных конструкций».

Таблица 1

Технико-экономические показатели объектов

Наименование показателя, ед.изм	Объект 1	Объект 2	Объект 3
Год проектирования	2009	2017	2021
Функциональное назначение	адм	адм	адм
Конструктивная схема	р/с	р/с	р/с
Фундаменты	м	м	м
Плиты перекрытия и покрытия	м	м	м

Окончание таблицы 1

Наименование показателя, ед.изм	Объект 1	Объект 2	Объект 3
Наружные стены	н/п	н/п	н/п
Общая площадь	7678	1293	6382
В том числе подвал	1533	244,7	1068
Расчетная площадь	4059	636,8	5066
Строительный объем	24097	5284,4	31517
В том числе подвал	4607	968,3	3966

Условные обозначения:

адм – административное;

р/с – монолитный железобетонный рамно – связевый каркас;

м – монолитные железобетонные;

н/п – несущие, поэтажного опирания, из керамзитобетонных блоков.

**Результаты.** Полученные результаты (таблица 2) можно интерпретировать следующим образом:

– отмечается рост расхода бетона, арматуры на  $1\text{ м}^2$  общей площади Объекта 3 по сравнению с Объектом 1;

– также отмечен рост расхода арматуры на  $1\text{ м}^3$  бетона несущих конструкций;

– данный рост объясняется учетом новых значительных требований к проектированию, так конструктивные схемы и ТЭПы Объектов 1 и 3 практически идентичны;

– результаты исследования Объекта 2 нельзя признать значимыми из-за сильно отличающихся ТЭПов здания при сохранении аналогичной в принципе конструктивной схемы. Малая общая площадь и этажность обуславливают усиление влияния на общий результат факта наличия массивных (250 мм) монолитных стен подземной части с малым процентом армирования (увеличенный расход бетона, приемлемый расход арматуры, уменьшенный расход арматуры на  $1\text{ м}^3$  бетона несущих конструкций).

Таблица 2

## Сводные результаты расхода материалов по объектам

Показатель	Объект 1	Объект 1	Объект 1
Общая площадь, м <sup>2</sup>	7678	1293	6382
Строительный объем, м <sup>3</sup>	24097	5284	31516
Общий расход:			
Бетона, м <sup>3</sup>	2 982	638	2 665
Цементы, кг	74 104	16 614	60 156
Арматуры, кг	349 776	63 973	328 587
Расход на 1 м <sup>2</sup> общей площади:			
Бетона, м <sup>3</sup>	0,39	0,49	0,42
Цементы, кг	9,65	12,85	9,43
Арматуры, кг	45,56	49,48	51,49
Расход на 1 м <sup>3</sup> строительного объема:			
Бетона, м <sup>3</sup>	1,61E – 05	9,34E – 05	1,32E – 05
Цементы, кг	4,01E – 04	2,43E – 03	2,99E – 04
Арматуры, кг	1,89E – 03	9,36E – 03	1,63E – 03
Расход арматуры на объем бетона, кг/м <sup>3</sup>	117,28	100,30	123,30

**Выводы.** 1. Введение указанных выше этапов можно расценивать как поступательное развитие нормативной базы в сторону унификации с нормами ЕС, а также в сторону усложнения, ужесточения и введения новых требований. Вкратце, каждый из этапов можно характеризовать следующим образом:

Этап 1. Первая попытка приближения к нормам ЕС. Введение по-настоящему революционного СНБ 5.03.01-02, который по факту является немного адаптированным Еврокодом. Полностью переработаны подходы к расчету, понятийный аппарат, введены новые классы бетона, арматуры, сочетания нагрузок, коэффициенты безопасности по нагрузкам и материалам значительно увеличены. При этом был сохранен СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия.

Этап 2. Попытка полной унификации с нормами ЕС с введением технического регламента. Были введены Еврокоды (ТКП EN) с локальными приложениями, в том числе в части нагрузок и воздействий.

Этап 3. Процесс полной унификации переосмыслен и отменен. Приняты обязательные СН в части общих требований к проектированию, а также нагрузок и воздействий, и необязательный СП 5.03.01-2020. Бетонные и железобетонные конструкции. Разработанные документы почти повторяют Еврокоды, однако не полностью идентичны им, и считаются отдельными независимыми нормами.

2. Анализ требований к проектированию монолитных железобетонных конструкций Этапов 1 и 3 показал, что при множественных изменениях и введении новых подходов, можно выделить следующие значимые изменения, оказывающие в итоге наибольшее влияние на материалоемкость разрабатываемых зданий:

2.1 Нагрузки и воздействия. Значительно переработаны, детализированы и дополнены. Характеризуется:

– функциональные нагрузки. Упорядочены зоны и помещения. Введены диапазоны нагрузок, в которых нижний порог, в большинстве, соответствует СНиП, верхний увеличен. Исходя из практики, проектировщики предпочитают принимать повышенное значение функциональной нагрузки. Также введены зоны, ранее не регламентированные (гаражи, проезды, склады). Данный пункт оказывает самое значительное влияние в сторону увеличения;

– горизонтальные нагрузки. Переработаны. В общем, увеличены;

– снеговые нагрузки. Увеличены;

– ветровые нагрузки. Полностью переработан подход.

2.2 Прогобы и перемещения. Впервые представлены в удобном и понятном виде. Во многом ужесточают требования.

2.3 Прогрессирующее обрушение. Ранее не представлялось. Увеличивает материалоемкость за счет расчетных и конструктивных требований.

3. Применение новых ТНПА с учетом всех изменений и требований, в том числе указанных в п.2 по результатам исследований, привело к увеличению:

– расхода бетона на  $1\text{ м}^2$  общей площади на 9,3 %;

– расхода арматуры на  $1\text{ м}^2$  общей площади на 11,3 %;

– средней интенсивности армирования на 1,05 %.

4. Полученные результаты показывают, что развитие строительных норм проектирования движется в сторону ужесточения в части требований безопасности и эксплуатационной пригодности. Учет данных требований, соответственно, ведет к повышению материалоемкости, и, следственно стоимости строительства.

#### Список использованных источников:

1. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 07.08.2019 № 517 (ред. от 30.09.2020) «О реализации Указа Президента Республики Беларусь от 5 июня 2019 г. № 217» (вместе с «Правилами разработки строительных норм и правил, их утверждения и применения», «Положением о Межведомственном совете по вопросам архитектуры, градостроительства и строительства»)// ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.