

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ ПОДКОМИТЕТА №5 ТК71 ИСО «ПРАВИЛА УПРОЩЕННОГО РАСЧЕТА БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ»

FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF INTERNATIONAL STANDARDS OF SUBCOMMITTEE NO.5 OF ISO/TC71 «SIMPLIFIED DESIGN STANDARD FOR CONCRETE STRUCTURES»

П. Д. АРЛЕНИНОВ, канд. техн. наук

В подкомитет ИСО/ТК71/ПК 5 «Правила упрощенного расчета железобетонных конструкций» с секретариатом, находящимся в Колумбии, входят 18 стран – полноправных членов и 20 стран в статусе наблюдателей. Основным направлением деятельности подкомитета является разработка стандартов по упрощенным методам расчета конструкций. В настоящий момент разработано 4 стандарта и 3 находятся в разработке. В российской нормативной деятельности аналогов данного подкомитета нет, и в принципе отсутствует понятие «упрощенные методики расчета», поскольку существующие документы практически полностью закрывают потребность в нормативном обосновании конструкций любой сложности. В результате мониторинга стандартов данного подкомитета были обнаружены интересные решения, которые рекомендуется использовать при актуализации отечественных нормативных документов.

The ISO/TC71/SC5 subcommittee “Simplified design standard for concrete structures” with a secretariat based in Colombia includes 18 countries - full members and 20 countries with observer status. The main focus of the subcommittee is the development of standards for simplified methods of structural analysis. Currently, 4 standards have been developed and 3 are in development. There are no analogues of this subcommittee in the Russian normative document, and there is no concept of simplified calculation methods, since existing documents almost completely cover the need for normative justification of structures of any complexity. As a result of monitoring the standards of this subcommittee, interesting solutions were found that are recommended for use in updating domestic normative document.

Ключевые слова:

Бетон и железобетон, ИСО, международная стандартизация, нормативный документ, стандарт, методики расчета, расчетная модель

Key words:

Concrete and reinforced concrete, ISO, international standardization, normative document, standard, calculation methods, calculation model

Основной целью создания подкомитета №5 «Правила упрощенного расчета бетонных конструкций» было представление нормативной базы для развивающихся стран, которые не имеют собственной системы стандартов. Это соответствует позиции специального комитета ISO DEVCO (Committee to support developing countries) в глобальной директории ИСО, который изучает запросы развивающихся стран в области стандартизации и разрабатывает рекомендации по содействию этим странам в данной области. По информации разработчиков, использование таких стандартов может приводить к созданию более материалоёмких конструкций за счет применения менее трудоемких методов расчетной оценки. Для развитых стран наличие таких стандартов не имеет целью заменить национальную нормативную базу, а наоборот, дополнить ее и расширить.

Подкомитет ПК5 ТК71 ИСО был образован в 1995 г. и возглавляет его Carlos Palomino (Колумбия), Секретарем является Julian Hurtado (Колумбия). Всего в рамках Комитета ведется работа над семью стандартами различной тематики, 4 из них на данный момент времени выпущено, и 3 находятся в разработке (рис. 1).

Standard and/or project under the direct responsibility of ISO/TC 71/SC 5 Secretariat (7)
<p>ISO 15673:2016 Guidelines for the simplified design of structural reinforced concrete for buildings</p>
<p>ISO 18407:2018 Simplified design of prestressed concrete tanks for potable water</p>
<p>ISO/PRF 18408 [Under development] Concrete -- Reinforced concrete and pre-stressed concrete -- Simplified structural design guidelines for reinforced concrete wall buildings</p>
<p>ISO/DIS 20987 [Under development] Simplified design guidelines for mechanical connections between precast concrete structural elements in buildings</p>
<p>ISO/CD 22502 [Under development] Simplified design guidelines of mechanical connections of nonstructural elements attached to structural concrete</p>
<p>ISO 28841:2013 Guidelines for simplified seismic assessment and rehabilitation of concrete buildings</p>
<p>ISO 28842:2013 Guidelines for simplified design of reinforced concrete bridges</p>

Рис.1. Перечень стандартов ИСО/ТК/71/ПК5

Необходимо отметить, что все документы Подкомитета являются самодостаточными, то есть в каждом стандарте в виде подразделов присутствуют все требования, с которыми может столкнуться проектировщик при выполнении работ. Это в корне противоречит документам отечественной нормативной базы, в которой при проектировании или проведении расчетов используется одновременно целый ряд нормативных документов. Так, например, при проектировании или выполнении расчетов здания или сооружения, расположенного в районе Дальнего Востока, необходим следующий минимальный перечень нормативных документов:

- СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции».
- СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия».
- СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений».
- СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах».

Другой особенностью стандартов подкомитета №5 являются ограничения использования. Так, например, для стандарта ИСО 28842 (Руководство по упрощенному проектированию железобетонных мостов) ограничивается целый ряд параметров моста. Для мостов над поверхностью воды предусматривается не более одного пролета, для дорожного теппровода — не более трех пролетов. Максимальная допустимая длина пролета не должна превышать 30 м. Также регламентируется разница в длине пролетов. Максимальная разница длин в двух последовательных пролетах не должна превышать 20%, для трех последовательных пролетов их длина не должна превышать 10%. Для стандарта ИСО 18408 (Руководство по упрощенному расчету железобетонных элементов зданий стеновой конструктивной системы) ограничения уже другие, в частности, ограничивается максимальная нагрузка на перекрытие не более $1,2 \text{ т/м}^2$, а также основные параметры здания, такие как высота – до 5 этажей, высота этажа – до 3 м, общая высота здания – до 16 м и т.д. Цель указанных ограничений – не допустить использование стандарта для каких-либо более сложных объектов строительства, для которых сами принципы упрощенных методик расчета не подходят, а требуется индивидуальный расчет по действующим нормативным документам.

В каждом стандарте ИСО рассматриваемого подкомитета имеется раздел с описанием алгоритма расчета в виде блок-схемы с четким указанием, в каком порядке выполнять расчеты. Несколько блок-схем приведено на рис. 2. В отечественной нормативной практике аналогичных указаний нет. В действующих сводах правил приведены все возможные варианты расчетов, а уже какие из них проводить, остается выбирать проектировщикам. Это иногда приводит к тому, что часть расчетов либо просто не выполняются, либо расчеты выполняются не до конца (итерационные расчеты и т. д.). Поэтому применение таких блок-схем целесообразно и в будущих редакциях отечественных нормативных документов.

Заслуживает отдельного внимания графическое разъяснение расчетной модели, которое встречается практически в каждом стандарте. Оно выполнено в виде нескольких рисунков, с фактической конструкцией и ее рекомендуемой расчетной моделью, причем достаточно подробной – с указанием типов конечных элементов, их разбивки и граничных условий. Это чрезвычайно важно, поскольку момент трансформации реальной конструкции в расчетную модель — это тот краеугольный камень, на который опираются уже все расчетные операции. В отечественных нормативах разделов со схожим функционалом нет, и поэтому

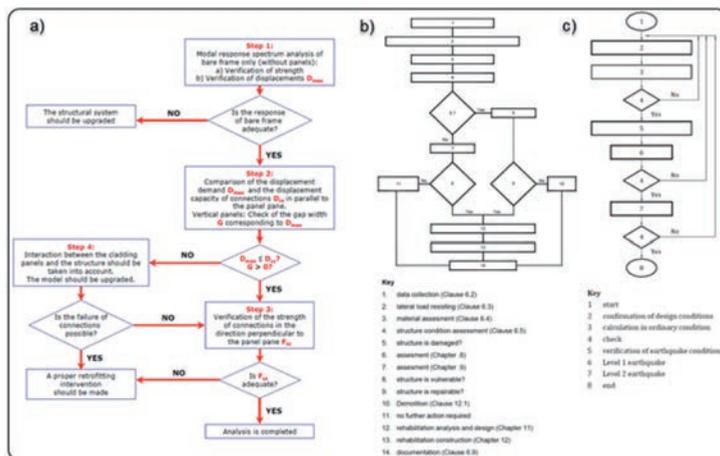


Рис.2. Различные блок схемы алгоритмов расчета для стандартов ИСО:
 a — 22502; b — 28841; c — 18407

расчетную модель проектировщик или расчетчик формирует только на основании пособий к программным расчетным комплексам и собственного опыта. А учитывая, что такие пособия содержат только общие рекомендации и обычно 10-15 примеров наиболее типовых случаев, часто бывает, что даже в рамках одной организации специалисты разных отделов создают расчетную модель по-разному, что, несомненно, ведет, как минимум, к погрешностям в расчетах. На рис. 3-4 показано, как это решено в нескольких стандартах ИСО. Для примера взят стандарт ИСО 18407 по резервуарам для питьевой воды (на рисунке показано даже несколько вариантов создания расчетной схемы – поэлементно и целиком), а также предварительный проект нового стандарта ИСО 21725-2 по мостам с пролетами коробчатого сечения.

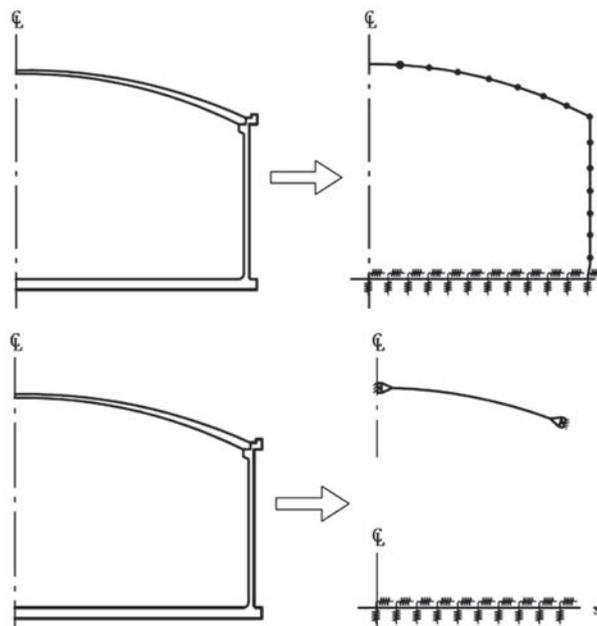


Рис.3. Графические рекомендации для создания расчетной модели резервуара стандарта ИСО 18407

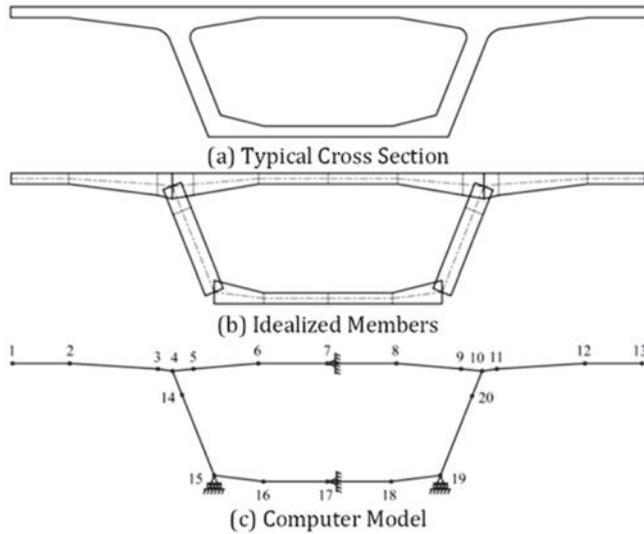


Рис.4. Графические рекомендации для создания расчетной модели поперечного сечения моста стандарта ИСО 21752-2

Продолжая тему графики в стандартах ИСО подкомитета №5, очень интересен стандарт ИСО 28841 (Руководство по упрощенной оценке сейсмостойкости и восстановлению зданий с бетонными и железобетонными конструкциями). Большой вклад в разработку этого стандарта внесли японские специалисты, имеющие уникальный опыт анализа последствий землетрясений на реальных примерах. В специальном разделе рассматриваемого стандарта приведено нормативное графическое описание возможных дефектов и повреждений при сейсмическом воздействии. В нашей стране схожие данные можно получить только из научной литературы или из статей, не прошедших достаточное число проверок и апробаций, которые проходит нормативная литература, и использовать их можно только с рядом ограничений. На рис. 5. приведена выкопировка из таблицы соответствующего раздела, которая описывает трещинообразование в узле колонна/балка при сейсмическом воздействии, причем приводится описание типов дефектов при различной степени сейсмического воздействия.

Table 6 — Classification for damage at ends of concrete beams and columns

DAMAGE LEVELS	DAMAGE DESCRIPTION	TYPICAL APPEARANCE
INSIGNIFICANT	Imperceptible cracking Parallel flexure cracks at opposite sides close to joint Spalling at opposite sides close to joint	
SLIGHT	Cracks width between 0,2 mm and 1 mm Similar to previous classification but with wider cracks	
MODERATE	Cracks width between 1 mm and 2 mm Similar to previous but with wider cracks	
SERIOUS	Cracks width between 2 mm and 6 mm Similar to previous classification but with wider cracks	
SEVERE	Cracks width bigger than 6 mm Spalling Possible buckling of longitudinal reinforcement	

Рис.5. Классификация степени повреждения узла колонна/балка

Для наглядности структуры стандартов ИСО подкомитета №5 на примере стандарта 28842 (Руководство по упрощенному проектированию железобетонных мостов) приведено краткое описание его подразделов, ограничения этого стандарта уже приведены ранее по тексту.

Стандарт содержит 187 страниц. Цель разработки стандарта состоит в создании норм для проектирования и строительства относительно небольших железобетонных мостов. Этот международный стандарт является самодостаточным и позволяет проводить по упрощенной схеме расчет, проектирование и строительство мостов.

В стандарте оговорены характеристики мостов и область применения стандарта (раздел 1). Ссылки на нормативные документы (раздел 2), которые приведены в стандарте, представлены документами ИСО.

В разделе 3 стандарта приведены термины и обозначения, а также описание основных понятий, используемых в этом стандарте. Далее в разделе 4 идет подробное описание символов. Раздел 5 представляет собой алгоритм расчета в виде блок-схемы с описанием каждого шага расчета. Раздел 6 более подробно описывает ограничения на габариты моста – высоту, число пролетов. Также в этом разделе присутствуют подразделы, касающиеся предельных состояний и предельных критериев (максимальные напряжения, деформации и т. д.) по которым проводятся расчеты. Раздел 7 описывает конструктивные элементы моста (опоры, пролеты, балки диафрагмы жесткости и т. п.), места приложения нагрузок, типы нагрузок, конструктивные особенности элементов конструкций моста.

Раздел 8 посвящен заданию нагрузок – ветровых, снеговых, собственного веса, сейсмических и т. д. Необходимо отметить, что в каждом подразделе этого раздела помещены простейшие формулы, позволяющие выполнить упрощенный сбор нагрузок. В эти формулы введены коэффициенты надежности по нагрузкам, но в скрытом виде (без объяснений и расшифровок – только число). Далее по разделу приведены таблицы с плотностью материалов, различными коэффициентами для грунтов, а также с картами интенсивности сейсмических воздействий по регионам. Карты эти очень мелкого масштаба, и позволяют они получить только общее представление о том, как меняется сейсмическая нагрузка от материка к материка.

Раздел 9 содержит ссылки на стандарты, регламентирующие требования к элементу, арматуре, бетону. Также в этом разделе в табличном виде приводятся конструктивные требования по армированию элементов моста, даны подробные чертежи армирования конструкций (диаметр и класс арматуры, величины защитных слоев бетона, расстояние между стержнями арматуры и т. д.). Один из подразделов посвящен документам, нормирующим конструкционный железобетон.

Раздел 10 посвящен непосредственно расчету пролетных элементов моста (superstructure) и содержит несколько простейших формул для определения основных расчетных показателей (набор усилий, перемещения, углы поворота) и описание нескольких наиболее распространенных расчетных случаев. Методика раз-

работана для расчета балок прямоугольного и таврового сечений, плоских плит, многопролетных рам. В разделе приводятся подробные схемы армирования железобетонные конструкции. Графически подробно дан перечень конструктивных требований по армированию элементов конструкции. Приводятся формулы по расчету прочности элементов конструкций моста и его ограждений.

Раздел 11 посвящен расчету поддерживающих конструкций (substructure) и представляет собой описание каркаса моста и роль его элементов в обеспечении конструкционной прочности сооружения. Приводятся расчетные формулы, позволяющие вычислять усилия в элементах конструкций.

Проектированию фундаментов с учетом геологических условий посвящен раздел 12. В этом разделе приводятся требования по разработке программы испытаний грунтов, проектированию плитных, свайных фундаментов, подпорных стен. Раздел 13 посвящен учету боковых нагрузок на мосты, вызванных ветровой нагрузкой, а также бокового давления почвы и сейсмических нагрузок. Целый раздел (раздел 14) посвящен конструированию и расчету шарнирных стыков между мостом и опорой моста. В приложении «А» приводятся данные по оценке экономической эффективности применения упрощенного метода расчета и строительства мостов.

Что касается упрощенных расчетов в нашей стране, то наиболее близки по тематике подкомитету №5 (по упрощенным методам расчета) в первую очередь разнообразные справочники проектировщика, но они не являются официальными изданиями. В отечественной нормативной документации в принципе отсутствует понятие «упрощенные методики расчета», поскольку существующие документы практически полностью закрывают потребность в нормативном обосновании конструкций любой сложности, причем без упрощения. Существует и определенная критика стандартов подкомитета №5 даже среди его участников. Большей частью это связано с объемом стандартов. Так рассмотренный стандарт ИСО 28842 по мостам содержит почти две сотни страниц, зачастую это больше, чем нормативный документ отдельной страны по неупрощенным расчетам схожей тематики. Также из-за самодостаточности стандартов в них много повторений. Но оставлять без внимания подобные документы нельзя, необходимо воспринимать лучшие идеи и использовать их при актуализации отечественных норм, поскольку базой каждого стандарта ИСО являются национальные европейские, американские, японские стандарты, основанные на огромном опыте и мощной научной базе.

Библиографический список

1. Международная организация по стандартизации. Разработчик и издатель международных стандартов <http://www.iso.org>.
2. ISO/CD 18408 Simplified structural design guidelines for reinforced concrete wall building.

3. ISO 28841:2013 (ED. 1) Guidelines for simplified seismic assessment and rehabilitation of concrete buildings.

4. ISO/DIS 18407 Guidelines for the simplified design of prestressed concrete tanks for potable water.

5. ISO 28842:2013 (ED. 1) Guidelines for simplified design of reinforced concrete bridges.

6. ISO/PWI 21725-1 Guidelines for the simplified design of prestressed concrete I-girder bridges.

7. ISO/PWI 21725-2 Guidelines for the simplified design of prestressed concrete box-girder bridges.

8. ISO/CD 20987 Mechanical connections precast concrete structural elements.

9. ISO/CD 20987 Simplified guidelines for the design of connections of claddings to structural concrete.

10. Федеральный закон от 29 декабря 2004 г. №190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации».

11. Федеральный закон от 30 декабря 2009г. №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

12. СП.63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения.

13. СП.52-103-2007. Железобетонные монолитные конструкции зданий.

14. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия».

15. СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений».

16. СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах».

17. *Михеев Д.В., Зейслер Г., Елишина Л.И.* Об активации работы зеркальных комитетов ИСО в России // Стандарты и Качество. – 2016. – №9. – С. 43-47.

18. *Иванов С.И., Болгов А.Н., Кузеванов Д.В.* Развитие нормативной базы в области анкерных креплений в России. Аспекты импортозамещения // Строительная Орбита.– 2016. – № 4 –С. 44-45.

19. *Ведяков И.И., Конин Д.В., Еремеев П.Г.* Разработка нового стандарта (Гост Р) для выпуска двутавров с широкими полками // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. — 2017. — №3-4 (218-219). – С. 40-43.

20. *Тамразян А.Г.* Железобетонные и каменные конструкции. Специальный курс. / Учебное пособие – М.: МГСУ, 2017.

Автор

Петр Дмитриевич АРЛЕНИНОВ, канд. техн. наук, заместитель заведующего лабораторией механики железобетона, НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», Москва

Peter ARLENINOV, Ph.D. (Engineering), Deputy head of the laboratory of reinforced concrete mechanics of NIIZHB named after A.A. Gvozdev JSC Research Center of Construction, Moscow

e-mail: arleninoff@gmail.com

тел.: +7 (499) 174-74-07