

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.

В связи с этим при разработке СП [2] был проведен анализ посвященных проектированию конструкций из легких бетонов разделов действующего в Беларуси ТКП EN 1992-1-1-2009* [3], действующего в Российской Федерации СП 63.13330.2018 [4], а также проекта Еврокода нового поколения prEN 1992-1-1:2018 (D3) [5].

Согласно ТКП EN 1992-1-1-2009 [3] национальному приложению к нему при определении расчетной прочности легкого бетона на сжатие значение коэффициента α_{cc} , учитывающего влияние на прочность длительных эффектов и неблагоприятного способа приложения нагрузки, рекомендуется принимать равным 0,85. Для бетона нормального веса рекомендуется значение этого коэффициента принимать равным 1. Таким образом, при одинаковой характеристической прочности на сжатие расчетная прочность легкого бетона на 15 % ниже, чем для бетона нормального веса.

Согласно СП 63.13330.2018 [4] при определении расчетной прочности легкого бетона на сжатие значение коэффициента γ_{b1} , (аналога коэффициента α_{cc}) принимается одинаковым $\gamma_{b1} = 0,9$ для легкого бетона и бетона нормального веса.

Расчетная прочность бетона нормального веса при расчете по [3] на 4 % ниже, чем по [4], что обусловлено различными значениями частных коэффициентов по бетону ($\gamma_c = 1,5$ для [3] и $\gamma_b = 1,3$ для [4]). В тоже время для легкого бетона расчетная прочность легкого бетона по [3] меньше на 18 % чем по [4].

Столь значительное снижение расчетной прочности легкого бетона по сравнению с бетоном нормального веса резко отражается на эффективности применения легких бетонов при изготовлении несущих конструкций зданий и сооружений, запроектированных по действующему ТКП [3].

Следует отметить, что в стандарте на изготовление и проектирование конструкций из ячеистых бетонов [6] значение коэффициента α , учитывающего влияние на прочность длительных эффектов и неблагоприятного способа приложения нагрузки, рекомендуется принимать равным 0,85. При этом значение коэффициента не зависит от средней плотности ячеистого бетона в сухом состоянии (изменяется от 300 до 1000 кг/м³).

В проекте Еврокода нового поколения [5] рабочей группой CEN/TC250 была предпринята попытка связать значение коэффициента k_{ltc} со значением средней плотности легкого бетона в сухом

состоянии. К сожалению, в проекте отсутствует обоснование приведенным формулам и получаемые по ним результаты вызывают определенные сомнения.

При разработке СП5.03.01.02-2020 [2] принято решение значение коэффициент k_{lrc} (аналог коэффициента α_{cc} по [3]) для конструкций из легкого бетона связать с его средней плотностью ρ (в кг/м^3), выполняя два граничных условия. Согласно первому условию для класса по плотности D1.2 (диапазон изменения плотности от 1001 до 1200 кг/м^3) значение коэффициента k_{lrc} должно быть около 0,85. Согласно второму условию для легкого бетона средней плотности 2200 кг/м^3 значение коэффициента k_{lrc} должно быть равно 1,0.

Этим условиям отвечает следующая зависимость:

$$k_{lrc} = \left(\frac{\rho}{2200}\right)^{0,25} \leq 1,0,$$

где ρ (в кг/м^3) верхнее значение диапазона плотности.

Получаемые по этой зависимости значения коэффициента k_{lrc} для легких бетонов различных классов по плотности, а также отношение этих значений к принятому в ТКП [3] значению этого коэффициента, равному 0,85 приведены в табл.

Таблица

Характеристики	Класс по плотности				
	D1.2	D1.4	D1.6	D1.8	D2.0
Диапазон плотности, кг/м^3	1001–1200	1201–1400	1401–1600	1601–1800	1801–2000
k_{lrc}	0,859	0,893	0,923	0,951	0,976
$k_{lrc}/0,85$	1,010	1,050	1,086	1,119	1,148

Использование в разработанном СП предложенной зависимости для определения коэффициента k_{lrc} позволило значительно (на 9–15 %) повысить расчетную прочность легкого бетона классов по плотности D1.6, D1.8 и D2.0, создало предпосылки для повышения эффективности применения несущих конструкций зданий и сооружений из легких бетонов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНБ 5.03.01–02. Бетонные и железобетонные конструкции. – 2003. – 139 с.
2. СП 5.03.01.02-2020. Бетонные и железобетонные конструкции. – 2020. – 245 с.
3. ТКП ЕН 1992-1-1-2009* Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1–1. Общие правила и правила для зданий. – Минск, МАиС РБ, 2015. – 207 с.
4. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. – Москва, Минстрой России, 2019. – 123 с.
5. prEN 1992-1-1:2018 (D3) Eurocode 2: Design of concrete structures part 1-1: General rules, rules for buildings, bridges and civil engineering structures. – CEN/TC250, 2018 – 293 p.

УДК 624.04

ОСОБЕННОСТИ КОЛЕБАНИЙ И УСТОЙЧИВОСТИ ГИБКИХ НЕЛИНЕЙНО ДЕФОРМИРУЕМЫХ СИСТЕМ

СИДОРОВИЧ Е. М.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Введение. Необозримое множество самых разнообразных по назначению и конструкции плоских и пространственных вантовых, висячих, арочных, комбинированных и иных систем возможно и необходимо рассчитывать с учетом присущих им нелинейных эффектов. Современные компьютеры и существующее программное обеспечение, в основном, позволяют делать это.

Успешный анализ любой нелинейно деформируемой системы предъявляет следующие основные требования к её расчётной модели: параметры одной из конфигураций расчётной модели деформируемой системы должна быть полностью определены; статические, геометрические и физические уравнения в этой исходной (актуальной) конфигурации должны удовлетворяться тождественно; и это исходное состояние равновесия должно быть устойчивым. При вы-