Еврокоды

Выполнили студенты ИГЭСм-1-15:

Заводова Алина Алексеевна

Колпаков Андрей Александрович

НИУ МГСУ 2020

► ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- **Еврокоды (Eurocodes)** –
- европейские стандарты в области
- проектирования и строительства.

- **1975 г.** – Комиссия Европейских сообществ (ЕК) приняла решение о разработке европейских строительных стандартов (Еврокодов).
- **1975-1989 гг.** – разработана 1-я программа – альтернатива национальным стандартам.
- Первые Еврокоды были опубликованы в **1984** году.
- **1989 г.** - по решению ЕК права на разработку строительных стандартов переданы Европейскому комитету по стандартизации - CEN*.
- **1992-1998 гг.** – разработана 2-я программа, включающая 62 предстандарта + национальные дополнения.
- **1998-2010 гг.** - разработана 3-я программа, включающая 58 европейских стандартов (EN) +
- Национальные Приложения, - для полной замены национальных стандартов.
- **2013-2018 гг.** – планируется разработать 4-ю программу, в которой должны быть удалены национально определяемые параметры.

- **CEN - Comité Européen de Normalisation - **основан в** 1961 г. с целью разработки Европейских стандартов и объединения национальных европейских институтов стандартов. CEN координирует работу более 600 технических комитетов, подкомиссий, рабочих групп. Его штаб расположен в Брюсселе. Секретариат функционирует на базе Британского института стандартов.*

СТРАНЫ, ВХОДЯЩИЕ В СОСТАВ ЕВРОПЕЙСКОГО КОМИТЕТА ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ (CEN)

31 страна – член CEN	Голоса
Германия, Великобритания, Франция, Италия	29 (x4)
Испания, Польша	27 (x2)
Румыния	14 (x1)
Нидерланды	13 (x1)
Бельгия, Чешская Республика, Греция, Венгрия, Португалия,	12 (x5)
Австрия, Болгария, Швеция, Швейцария (EFTA*)	10 (x4)
Хорватия, Дания, Финляндия, Ирландия, Литва, Норвегия (EFTA), Словакия,	7 (x7)
Кипр, Эстония, Латвия, Люксембург, Словения	4 (x5)
Исландия (EFTA), Мальта	3 (x2)
Всего:	372

CEN/TC 250 сотрудничает с международными организациями:

ISO - Международная организация по стандартизации

IABSE - Ассоциация по мостам и мостостроению

CIB - Комитет по исследованиям и документации в области строительства

RILEM - Союз по испытаниям и лабораторным исследованиям материалов и конструкций

CEB -Европейский комитет по бетону

FIP - Федерация по предварительно напряженному железобетону

ECCS - Европейское сообщество по стальным конструкциям

JCSS -Объединенный комитет по безопасности в строительстве

ISSMFE - Международное общество по механике грунтов и фундаментостроению

► ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ - РУКОВОДСТВО ИСО/МЭК 2:2004 (ISO/IEC)

Стандарт*	Документ, разработанный на основе консенсуса и утвержденный признанным органом, в котором устанавливаются для всеобщего и многократного использования правила, общие принципы или характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результатов, и который направлен на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области	п. 3.2
Международный стандарт	Стандарт, принятый международной организацией по стандартизации и доступный широкому кругу потребителей	п. 3.2.1.1
Региональный стандарт	Стандарт, принятый региональной организацией по стандартизации и доступный широкому кругу потребителей	п. 3.2.1.2
Национальный стандарт	Стандарт, принятый национальным органом по стандартизации и доступный широкому кругу потребителей	п. 3.2.1.3

* **Стандарт** – документ, в котором в целях *добровольного* многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг. Стандарт также может содержать требования к терминологии, символике, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения (*ФЗ «О техническом регулировании»*)

ISO – International Organization for Standardization (Международная организация по стандартизации)
IEC – International Electrotechnical Commission (Международная электротехническая комиссия)

ЧТО ЖЕ ТАКОЕ ЕВРОКОДЫ?

►**Европейские строительные стандарты** – документы, позволяющие осуществлять унифицированный подход к проектированию и строительству объектов, независимо от их географического местоположения.

►Климатические и прочие особенности при этом учитываются в специально разраба-тываемых национальных приложениях.

►**Национальные приложения** – документы, которые содержат:

- конкретные величины, если в Еврокодах допускаются альтернативы или даны только условные обозначения;
- специфические данные для страны: например, карты снеговых и ветровых нагрузок;
- конкретные процедуры, если Еврокодами предусмотрены альтернативные проце- дуры;
- решения по применению информационных приложений;
- ссылки на дополнительную информацию, непротиворечащую Еврокодам.

►В настоящее время применительно к Еврокодам для стран-членов ЕС зарегистриро-вано более **1500** параметров, определяемых на национальном уровне.

СВЯЗЬ ЕВРОКОДОВ

- обеспечение общих критериев и методов проектирования, необходимым отвечающих требованиям механического сопротивления, устойчивости и огнестойкости, включая аспекты долговечности и экономии;
- обеспечение единого понимания при проектировании конструкций между проектировщиками, эксплуатационными службами, подрядчиками и поставщиками строительных материалов;
- облегчение обмена услугами в области строительства между государствами-участниками;
- облегчение маркетинга и использования строительных материалов и сопутствующей продукции, характеристики которых используются в расчетах по проектированию;
- создание единой основы для исследований и разработок в строительной индустрии;
- обеспечение подготовки общих пособий для проектирования и программного обеспечения;
- повышение конкурентоспособности европейских строительных фирм, подрядчиков, проектировщиков и производителей конструкций и материалов на мировом рынке.

ПЕРЕЧЕНЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ ЕВРОКОДОВ

EN 1990 Еврокод 0: Основы строительного проектирования

EN 1991 Еврокод 1: Воздействия на сооружения

EN 1992 Еврокод 2: Проектирование бетонных и железобетонных конструкций

EN 1993 Еврокод 3: Проектирование стальных конструкций

EN 1994 Еврокод 4: Проектирование сталежелезобетонных конструкций
EN 1995 Еврокод 5: Проектирование деревянных конструкций

EN 1996 Еврокод 6: Проектирование каменных конструкций

EN 1997 Еврокод 7: Геотехническое проектирование

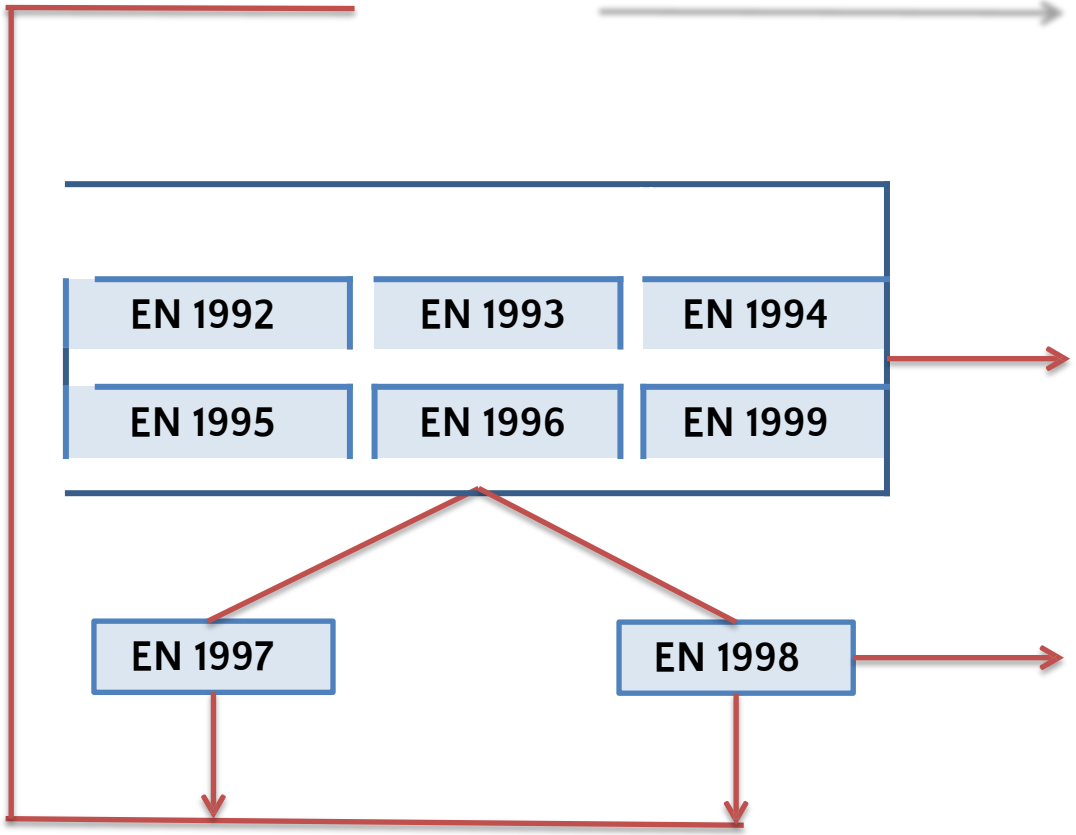
EN 1998 Еврокод 8: Проектирование сейсмостойких конструкций

EN 1999 Еврокод 9: Проектирование алюминиевых конструкций

Всего Еврокоды содержат **58** разделов. Общий объем составляет около **5000** страниц.

Разделы поддерживаются стандартами на материалы, правила производства работ и методы испытаний. Общее количество таких стандартов составляет более **1500** документов.

СВЯЗЬ ЕВРОКОДОВ



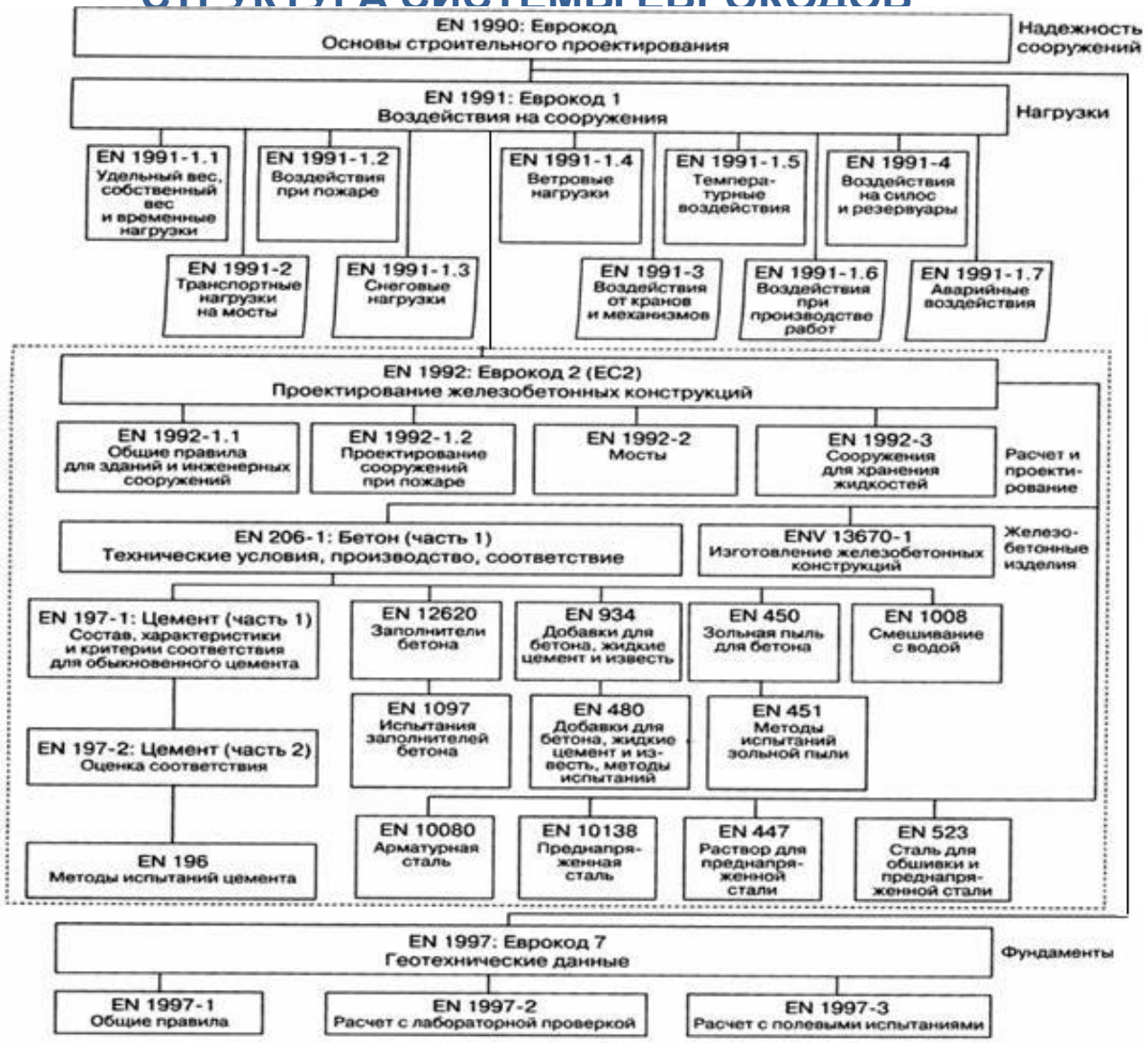
Надежность конструкции, эксплуатационная пригодность и долговечность

Воздействия на конструкции

Проектирование и конструирование

Геотехника и проектирование сейсмостойких конструкций

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ЕВРОКОДОВ



СТРУКТУРА ЕВРОКОДА

Разделы Еврокода разделяются на **Принципы** и **Правила применения**.

Принципы – общие положения и определения, которые *не допускают альтернативы*. Они содержат в своем номере букву «**P**».

Правила применения – общепринятые методы, которые соответствуют принципам и отвечают их требованиям. В этом случае *допускается использование альтернативных методик проектирования*. Они обозначаются номером в круглых скобках.

Например,

(1)P Расчет по предельному состоянию должен основываться на использовании расчетных моделей нагружения, соответствующих данному предельному состоянию.

(4)Трещины могут быть допущены без какого-либо контроля их раскрытия, если они не приносят вреда эксплуатационным свойствам конструкции.

ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ ЕВРОКОДОВ И УЧЕТ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ

Европейский комитет по стандартизации CEN

Разработка стандарта:

1 этап – ENV (проект европейского стандарта, готовый к обсуждению)
2 этап – prEN (предварительный проект Евростандарта)
3 этап – EN (официально принятый Европейский стандарт)
4 этап – DAV (Date of Availability – дата вступления стандарта в законную силу)

Европейский стандарт EN

Основ – ной текст	Нормативные приложения	Информационные приложения	Ссылки на различные документы

Открытая выборка национально определяемых параметров NDPs
(Комплект рекомендованных величин)

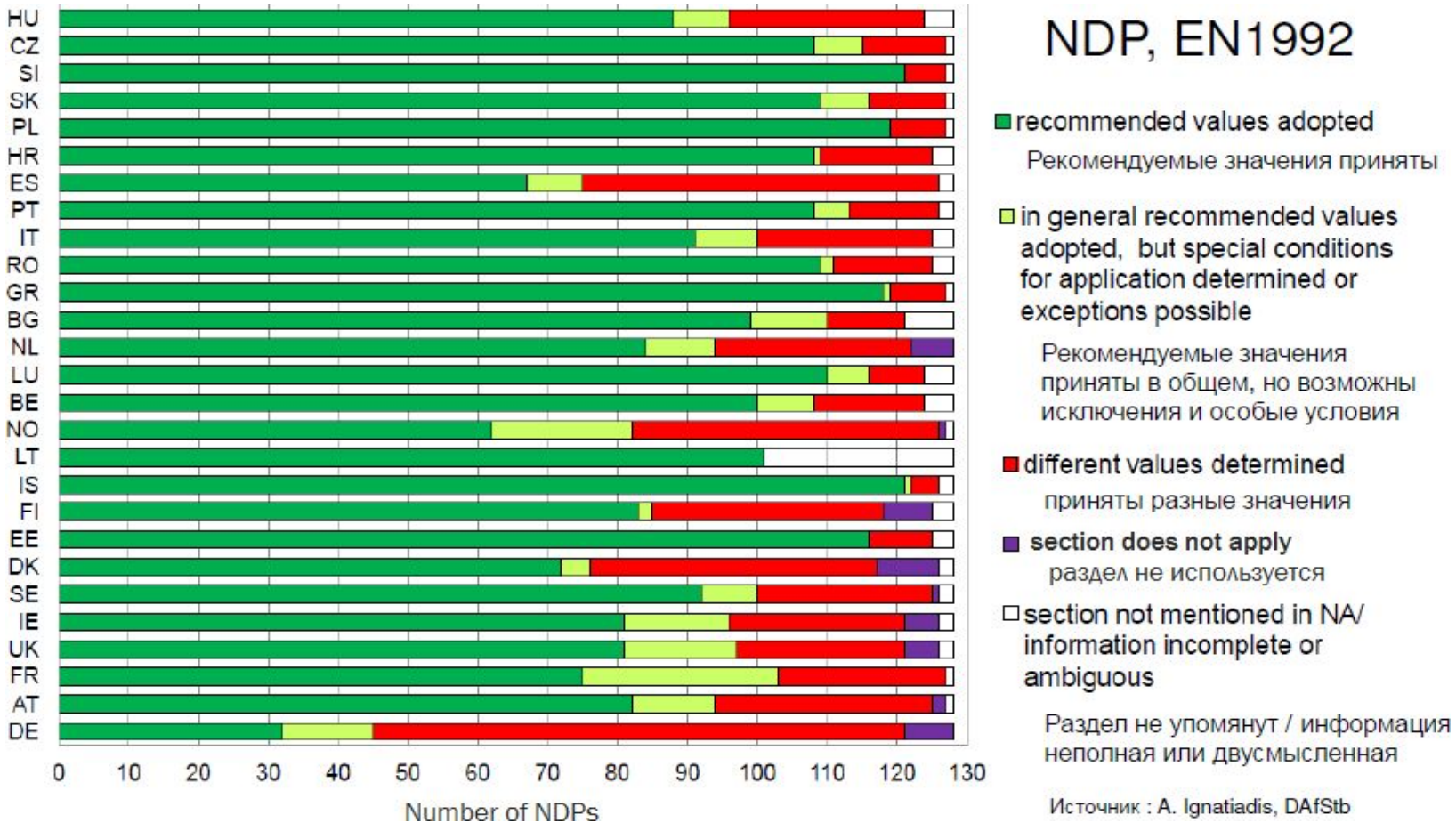
Национальное ведомство по стандартизации NSB страны-члена ЕС (National Standards Body)

Европейский стандарт с национальной системой обозначения
Например, в Германии– DIN EN 1990-1-1:2002,
в Великобритании – BS EN 1990-1-1:2002.

+

Национальное приложение NA
(National Annex)

ГАРМОНИЗАЦИЯ НАЦИОНАЛЬНО ОПРЕДЕЛЯЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ПРИМЕРЕ EN 1992-1-1 (анализ 27 стран)



РАЗРАБОТКА НАЦИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ

Госстандарт СССР

Институты Госстандарта

Министерства СССР

Отраслевые институты Министерств

Предприятия

Росстандарт

Министерства РФ

Технические комитеты по стандартизации

Отраслевые институты

Предприятия

ПЕРЕСМОТР РОССИЙСКОЙ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ

В **2002 г.** был принят Федеральный закон № 184 «**О техническом регулировании**», который оставил в сфере нормирования и стандартизации три вида нормативных документов:

технический регламент,

национальный

стандарт, стандарт

организации.

В **2009 г.** Федеральный закон № 384 «**Технический регламент о безопасности зданий и сооружений**» установил *обязательные требования* в сфере проектирования и включил СНиПы в общенациональную систему стандартизации, придав им статус сводов правил.

Тогда же началась актуализация норм и правил, а затем – гармонизация с Еврокодами.

ВВЕДЕНИЕ ЕВРОКОДОВ В НОРМАТИВНУЮ БАЗУ РФ

В апреле **2011 г**. Министерство регионального развития РФ разработало

«Программу гармонизации российской и европейской систем нормативных документов в строительстве»

В соответствии с программой после разработки документов потребуется провести:

- практическую апробацию национальных приложений к Еврокодам,
- дооснащение испытательных лабораторий,
- отработку программного обеспечения, применяемого при проведении изыскательских и проектных работ,
- обучение работников государственной и негосударственной экспертизы, органов надзора, персонала изыскательских, проектных и строительных организаций.

В марте **2014 г.** Премьер-министр РФ дал поручение Минстрою, Минпромторгу и Росстандарту до **17 декабря 2014 г.** обеспечить гармонизацию российских и европейских стандартов в области строительства (Еврокодов).

Еврокоды должны стать частью российской системы строительных норм в **2015 г**.

ПРОЦЕДУРА ПРИНЯТИЯ ГАРМОНИЗИРОВАННОГО СТАНДАРТА

- Перевод на национальный язык.
- Анализ стандарта и подготовка заключения о возможности его применения.
- Уточнение параметров на национальном уровне.
- Подготовка Национального приложения.
- Публикация национальной версии стандарта.
- Переходный период, установление взаимосвязи с другими стандартами.
- Принятие решение о регистрации.

В Европе этот процесс занимает не менее 60 месяцев.

ГЛАВНОЕ РАЗЛИЧИЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ И РОССИЙСКОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ

- В основу европейской стандартизации положен ***параметрический метод норми-рования***, предусматривающий нормирование только конечных потребительских свойств.

  Еврокоды (EN) – общетехнические документы, в которых *не прописаны конкретные технологические приемы и решения*, а представлены унифицированные расчетные модели и перечни нормируемых параметров.

  Эти параметры определяются в каждой стране самостоятельно в виде национальных приложений.

- Российское законодательство основано на ***предписывающем методе нормирова- ния***, устанавливающим требования к процессам проектирования, изыскания, строительства, монтажа и т.д.

  Строительные нормы и правила (СНиП) – документы, в которых *прописаны строительные технологии*. Они содержат прямые рекомендуемые параметры и инженерные способы их достижения, обеспечивающие весь комплекс требований.

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ОТЛИЧИЯ РОССИЙСКИХ И ЕВРОПЕЙСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ НОРМ

- Существуют принципиальные различия в определении ***пульсационной составляющей ветровой нагрузки***: по-разному определяются динамические и корреляционные коэффициенты.

- ***Сейсмическая нагрузка***. 40 % территории России является сейсмоопасной зоной. Расчетные сейсмические нагрузки при расчёте по Еврокоду 1998 в **1,4** раза выше по сравнению с расчетами по СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах», при тех же параметрах.

  В результате увеличение в стоимости объектов при расчетах по EN 1998 и СНиП II-7-81* может достигать **20-40 %** (в зависимости от условий строительства и типов конструкций, интенсивности сейсмических воздействий).

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ОТЛИЧИЯ РОССИЙСКИХ И ЕВРОПЕЙСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ НОРМ

- Вследствие значительной ***разницы зимних температур***, по сравнению с европейскими, здания в России подвержены большим температурным перепадам по толщине конструкций.

- Более 2/3 России расположены ***в зоне вечной мерзлоты*** – требуются специальные проектные и конструктивные решения. В Европе не строят многоэтажных зданий в таких зонах. Глубина промерзания грунта в России больше.

- Вследствие различной ***эксплуатационной температуры зданий*** теплопроводность в России соответствует температуре 0°С, в Европе – 10° С.

- По российским климатическим условиям невозможно применять ***конструкции окон, стен, вентиляции***, указанные в европейских нормах, так как будет происходить промерзание и разрушение конструкций.

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ОТЛИЧИЯ РОССИЙСКИХ И ЕВРОПЕЙСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ НОРМ

- В европейских нормах отсутствуют ***расчеты воздухопроницаемости*** ограждающих конструкций и теплоизоляционных материалов, применяемых в распространенных в России многоэтажных домах с каменными стенами.

- Более 75% строительных конструкций в России эксплуатируется в ***агрессивных средах***. В России установлена принципиально другая классификация сред эксплуатации, что приводит к необходимости применения при проектировании и строительстве дополнительных мер защиты, которые не предусмотрены (или отличны) в Еврокодах.

Анализ сравнительного расчета железобетонных элементов каркаса жилого здания, выполненных по единым нормам Евросоюза — Eurocode 2 и актуальным нормам РФ — СП 63.13330.

За расчетный элемент принят сборный железобетонный ригель 300х400, Рассчитанный на прочность и эксплуатационную жесткой по вышеобозначенным нормам. Рассматривается не сам расчет, а его результаты.

- 1. Математическое сравнение норм проектирования

Если более подробно рассматривать нормы, то первым отличием является различные коэффициенты запаса по материалу и прочности, принятые в нормах: Eurocode предлагает застраховать упрощение математических моделей реальных конструкций, путем введения дополнительных коэффициентов запаса «по неточности модели» yt. СП же предлагает рассматривать запас конструкций с учётом нормального распределения Гаусса, и вводит коэффициенты запаса, ограничивающие возможность большого отклонения от проектных значений нагрузок и сопротивления материалов внешнему воздействию. Этот пункт будет рассмотрен в работе ниже. Так же отличительной особенностью Eurocode является нестандартные модели расчета на поперечную силу и прогиб, которые, в отличие от СП, имеют сильнейшее расхождение с реальным поведением конструкций в каждом из рассчитываемых прочностных характеристик сечения.

2. Описание рассчитываемого элемента

	Изгибающий момент всередине пролета	Поперечная сила	Ширина раскрытия трещин		Прогиб ригеля
			Продолжит.	Непродолжит.	
Ригель **СП 63.13330**	M = 334,71кНм	Q = 228 кН	a_{crc}= 0,200 мм < [0,3] мм	a_{crc1}= 0,228 мм < [0,4] мм	f = 15,493 мм < [30] мм
Ригель **Eurocode 2**	M_{Ed} = 431,71 кНм	V_{Ed} = 287,95 кН	w_k = 0,16 мм < w_{max} = 0,4 мм		a = 23 мм < L/250 = 24 мм

3. Анализ и сравнение расчета по разным нормам проектирования

Внешние воздействия ижесткостные характеристики ригеля

	Рабочая высота сечения	Площадь продольной растянутой арматуры	Площадь продольной сжатой арматуры	Площадь поперечной арматуры	Арматура на подрезках
Ригель СП 63.13330	350 мм	As = 3217мм^2 (4⌀32)	A'_s = 157 мм^2 (2⌀10)	A_{sw} = 20,1 мм^2 (4⌀8)S_w =100	A_s=1232 мм^2 (2⌀28)
Ригель Eurocode 2	342 мм	As = 4021 мм^2 (4⌀36)	As^1 = 402 мм^2 (2⌀16)	4⌀14 A_{sw} = 61,6 мм^2 S_w = 150	2⌀32 A_s=1608 мм^2

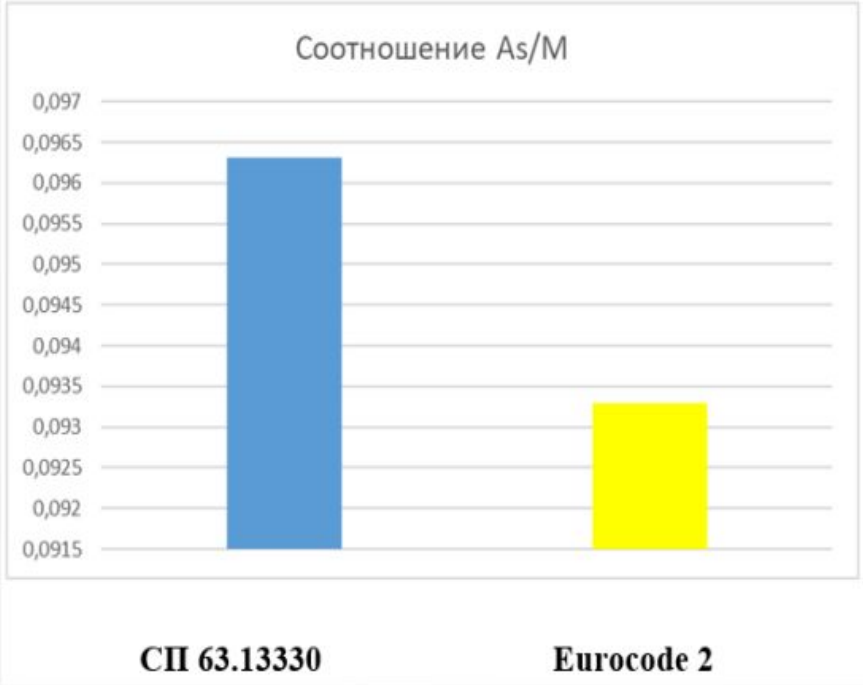

Соотношение As/M
0,097
0,0965
0,096
0,0955
0,095
0,0945
0,094
0,0935
0,093
0,0925
0,092
0,0915
СП 63.13330
Eurocode 2

Рис. 1

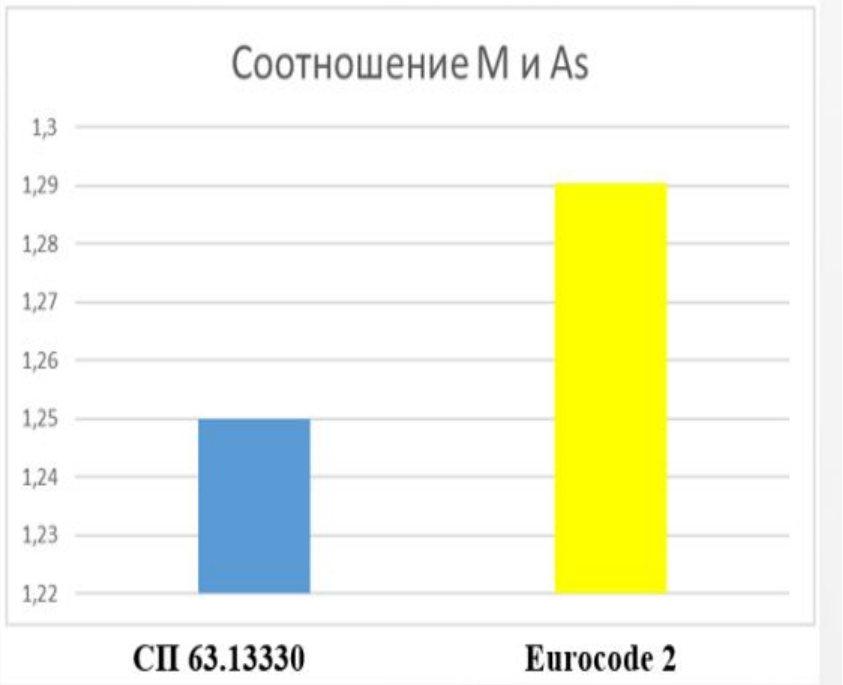

Соотношение M и As
1,3
1,29
1,28
1,27
1,26
1,25
1,24
1,23
1,22
СП 63.13330
Eurocode 2

Рис. 2

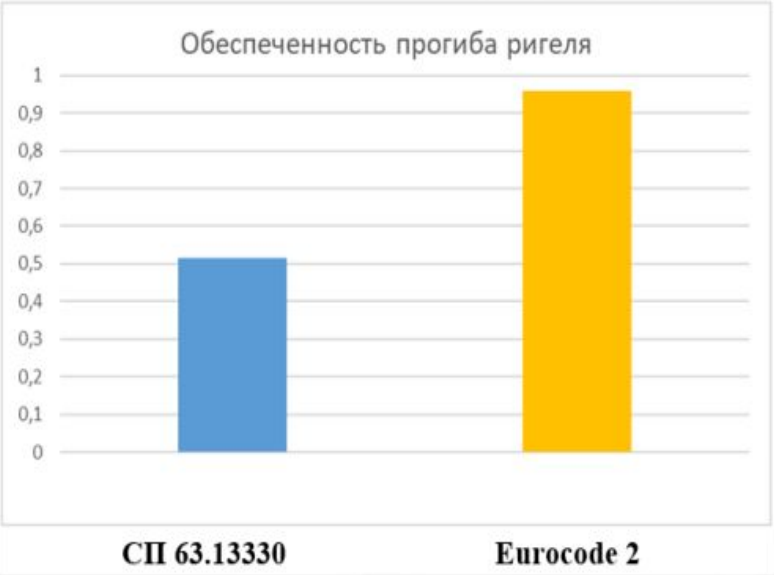


Рис. 3

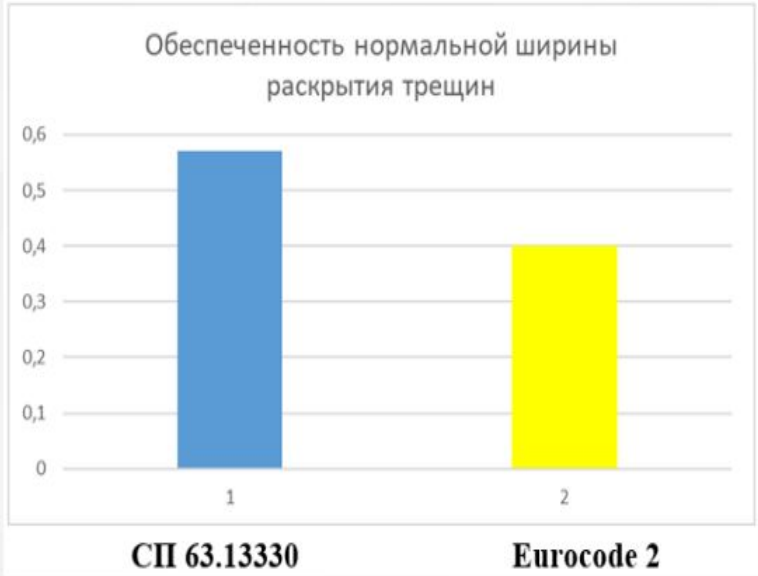


Рис. 4

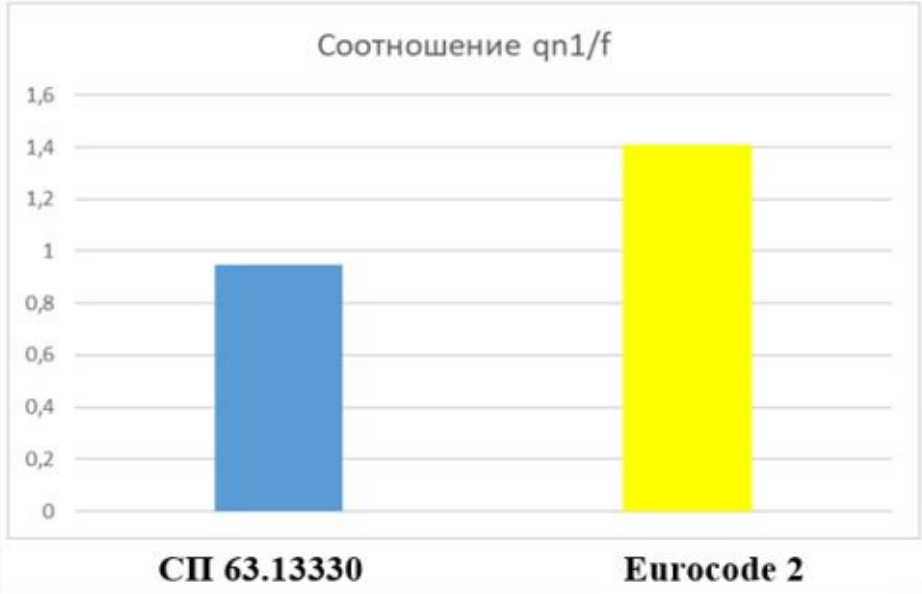


Рис. 5

4. Основные выводы

- Из-за несовершенства математической модели, далекой от реального поведения строительного материала, при расчетах по Еврокоду 2 мы сталкиваемся с большим количеством проблем: Перерасход материала. Речь идет не об увеличении материалоемкости, т. к. превышение расчетных усилий над аналогичными, им рассчитанными по нормам СП, исчисляется процентами и составляет 10–25 % относительно аналогичных по СП [п. 2.3]. В то время, как увеличение необходимого армирования превосходит рассчитанное по нормам сп уже в порядковом значении. Разница в 1 диаметр на каждом из этапов расчета является превышением второго порядка, исходя из простейшей геометрии. Несоответствие деформаций, рассчитанных с применением математических моделей из еврокодов, реальным деформациям. Это проистекает из-за введения дополнительных коэффициентов запаса, которые, как и в случае с расчетом на прочность появляются из-за несовершенства модели. В то время, как вторая группа предельных состояний по современным российским нормам основывается интеграле мора, являясь его упрощенной моделью, расчет прогиба по еврокодам происходит из малоизученного момента появления первой стохастической трещины и дальнейшим ее поведении. В итоге математическая модель расчета по эксплуатационным характеристикам построена на базе эмпирических наблюдений и нуждается в введении повышенных коэффициентов запаса, что на фоне увеличенных внутренних усилий и показывает чрезмерные деформации, несоответствующие реальным.

Сравнение требований по расположению арматуры стен в СП 63.13330 и в Code of Practice for Structural Use of Concrete 2013 (КНР, Гонконг)

- Конструированию монолитных железобетонных стен в наших нормативных документах (в отличии от зарубежных) уделено совсем немного внимания. В большей степени это связано с тем, что массовое монолитное строительство появилось относительно недавно, а в советском союзе большая часть массово строящихся зданий были панельными и малоэтажными. Кроме того, расцвет монолитного строительства совпал с развалом в научно-исследовательских институтах, что не могло способствовать появлению передовых идей в области монолитного строительства. В панельных зданиях типовых серий со стеновой конструктивной системой вертикальные усилия в стенах небольшие, а панели соединяются шарнирно с помощью закладных деталей, т. е. моменты с плит, практически, не передаются на стены, что делает возможным армировать панели конструктивно, сетками, с некоторым учащением возле проемов и торцов стен, но особых требований к расположению арматуры в них не предъявляется.

Определение соответствия класса и характеристик бетона по российским и европейским нормам

- Если известен класс бетона по европейскому стандарту, например, C20/25, и нужно определить аналог по российскому стандарту, то нужно посмотреть на число в знаменателе обозначения «C20/25». В числителе указывается призменная прочность, а в знаменателе кубиковая прочность, которую используют в России. Если полного аналога нет (например, для бетона C30/37), то берут ближайший больший (бетон B40).
- Например, для тяжелого бетона класса B30 (по СП 63.13330) аналогом будет европейский бетон C25/30 (EN 206-1:2013). Чтобы определить расчетное значение прочности этого бетона при сжатии нужно воспользоваться формулой 3.15 из ТКП EN 1992-1-1-2009:

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_C}$$

- αcc — коэффициент, учитывающий влияние длительных эффектов на прочность и неблагоприятных эффектов в результате неблагоприятного способа приложения нагрузки. Принимают значение от 0,8 до 1. Рекомендуемое значение равно 1.
- γc — частный коэффициент безопасности для бетона, см. таблицу 2.
- Таким образом, для бетона B30, коэффициент fcd будет равен (1x25)/1.5 = 16 МПа. Нужно обращать внимание на то, что по СП 63.13330, значение расчетного сопротивления бетона при сжатии (по таблице 6.8 этого СП) равно 17 МПа, поэтому, если рассчитываемая конструкция будет находиться в Европе и проектироваться из бетона C25/30, то, при расчете по СП 63, значение Rb (для бетона B30) должно приниматься не более 16 МПа.

Сравнение общих положений расчета стальных конструкций по Еврокоду 3 EN 1993-1-1 и СП 16.13330.2017

Согласно «Применение Еврокодов в строительстве» Пугачева С. В. при сопоставительном расчете металлоконструкций многопролетного одноэтажного здания выяснилось, что по расходу стали на прогоны, балки и колонны разница варьируется от 12 % до 16 % с перерасходом по Еврокоду. При проведении сопоставительного расчета стальных конструкций каркаса двухпролетного одноэтажного здания с мостовыми кранами показатели перерасхода стали составили 13–30 % по сравнению с расчетами по российским нормам. Это объясняется тем, что снеговые и ветровые нагрузки по Еврокоду значительно превышают нагрузки, рассчитанные по нормам СП.

По снегу превышение составляет почти двукратное, по ветру — более 30 %. При сопоставительном расчете стальных вертикальных цилиндрических резервуаров объемом 50 000 м3 со стальной стационарной сферической крышей выяснилось, что в списке возможных национально определяемых параметров в Еврокоду 3 EN 1993–1-1–2009 отсутствует снеговая нагрузка на сферические купольные покрытия. При этом в Еврокодах запрещается менять (дополнять, изменять) список национально определяемых параметров. Следовательно, проектирование резервуаров с применением Еврокода невозможно.

Если более подробно рассматривать подход к расчету элементов, единственный раздел СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции», где прослеживается разница в расчете элементов с сечениями разных классов — это расчет изгибаемых элементов. Фундаментальный подход один и тот же, вытекающий из сопротивления материалов — необходимо найти максимальное напряжение в сечении и сравнить его с пределом текучести. Однако, прослеживаются некоторые различия в деталях: В проверке по напряжениям при сложном напряженном состоянии СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции» допускает 15 % превышение Ry, а Еврокод 3 EN 1993–1-1–2009 нет. В Еврокоду 3 EN 1993–1-1–2009 есть указания по расчету на кручение, в частности, о возможности пренебречь свободным кручением при расчете сечений открытого профиля. Относительно пластичности все наоборот. Методики расчета абсолютно различные, но в Еврокод 3 она значительно проще, охватывает больше сечений и, кроме того, учитывает еще и кручение. При проверке в пластике используется пластический момент сопротивления Wpl, который соответствует образованию пластического шарнира, т. е. исчерпанию несущей способности сечения. В российских нормах же используется коэффициент «с», соответствующий максимальной остаточной деформации после разгрузки 3Ry/E. Если Wpl можно для любого профиля взять из набора его геометрических характеристик (он равен удвоенному статическому моменту, который фигурирует в формуле Журавского), то алгоритм получения «с» требует длительных операций, интерполяции и прочего. При этом добавочная величина от 3Ry/E по сравнению с Wpl составляет последнее слагаемое в числителе. Максимальное различие составляет около 2 %, поэтому все сложности математических раскладок теряют актуальность и расчет по Еврокод 3 более оптимален при расчете на изгиб.

Помимо этого, среди различий, в СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции» в отличии от Еврокода учитывается бимомент. В Еврокод 3 упоминание о нем есть и даже в разделе «Обозначения» есть символы для него и напряжений от него. Есть также указание, что нормальные напряжения от бимомента существуют, и что в пластической стадии нужно учитывать составляющую от бимомента, полученную из упругого расчета, но без упоминания конкретных формул. В СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции» для сечений 1-го класса формула содержит бимомент, а для 2-го и 3-го — нет. Что не совсем логично, так как только одна часть сечений, и соответственно, элементов, рассчитывается с учетом бимомента. Поэтому влияние бимомента на прочность элементов ставиться под вопрос, как и необходимость его расчета. Таким образом, расчет по СП 16.13330.2017 Стальные конструкции и Еврокоду 3 EN 1993–1-1–2009 обладает как различиями, так и сходствами, и для дальнейшего согласования требует доработки на уровне разработчиков норм как с одной, так и с другой стороны.

Сравнительный анализ методов расчета длины анкеровки арматуры

Таблица 1 отражает все учтенные характеристики, необходимые для расчета.

Таблица 1

Наименование учитываемого значения	СНиП 2.03.01-84*	СП 63.13330.2012	ТКП EN 1992-1-1-2009
Диаметр стержня, d	+	+	+
Класс арматуры	+	+	+
Класс прочности бетона	+	+	+
Заделка арматуры (растянутой в растянутом бетоне / сжатой или растянутой в сжатом бетоне	+		
Напряженное состояние бетона в зоне анкеровки	+	+	
Профиль арматурного стержня		+	+
Конструктивное решение элемента в зоне анкеровки		+	+
Требуемая по расчету арматура		+	
Влияние длительных эффектов на прочность бетона			+
Качество условий сцепления и положение стержней во время бетонирования			+
Толщина защитного слоя бетона			+

- Напряженное состояние бетона взоне анкеровки учитывается одновременно в СНиП 2.03.01–84* и в СП 63.13330.2012. Немаловажным, при расчете длин анкеровки арматуры является учет напряженного состояния бетона, так как это играет значительную роль при получении числового значения длины анкеровки.
- Профиль арматурного стержня учитывается в СП 63.13330.2012 и в ТКП EN 1992–1–1–2009. Упускать из внимания вид профиля стержней было бы нежелательно, при чем, использование арматуры периодического профиля позволяет уменьшить длину анкеровки.
- Конструктивное решение элемента взоне анкеровки учитывается в СП 63.13330.2012 и в ТКП EN 1992–1–1–2009. Под конструктивным решением элемента подразумевается наличие или отсутствие поперечной арматуры, положение стержней в сечении элемента и др. Это условие необходимо при определении длины анкеровки, но не играет значительной роли и уменьшает длину анкеровки на небольшое число.

- Заделка арматуры (растянутой врастянутом бетоне / сжатой или растянутой всжатом бетоне) учитывается в СНиП 2.03.01–84*. По СНиП 2.03.01–84* заделка арматуры в сжатом бетоне будет сопровождаться использованием меньшей длины анкеровки. Это обусловлено тем, что в сжатой зоне арматура ставится для повышения сопротивляемости бетона сжатию, но не имеет первостепенного значения, как в растянутой зоне. Но даже в этом случае длина анкеровки арматурных стержней уменьшится совсем незначительно, таким образом, данное условие можно не считать основным расчета длины анкеровки.
- Требуемая по расчету арматура учитывается в СП 63.13330.2012. Площадь поперечного сечения арматуры, которая требуется исходя из расчета, учитывается при определении требуемой расчетной длины анкеровки. Исходя из формулы (4) по СП 63.13330.2012, чем сильнее площадь фактически установленной арматуры будет превосходить требуемую по расчету площадь, тем меньше будет требуемая расчетная длина анкеровки. Но, как показывает практика, из соображений экономии материала или во избежание допущения переармирования элемента, конструкторы стараются расположить в сечении арматуру площади максимально близкой к требуемой по расчету. Таким образом чаще всего требуемая по расчету площадь арматуры не будет играть роли при расчете длины анкеровки арматурных стержней и практически не уменьшит длину анкеровки.

- Влияние длительных эффектов на прочность бетона учитывается только в ТКП EN 1992–1–1–2009. Рекомендуемое значение коэффициента равно 1,0. Данный коэффициент не влияет на расчет длины анкеровки, и может быть не учтенным при выполнении расчетов.
- Качество условий сцепления иположение стержней во время бетонирования учитывается в ТКП EN 1992–1–1–2009. Данное значение влияет на расчет значения предельного напряжения сцепления для стержней периодического профиля. Если достигаются хорошие условия сцепления, коэффициент принимается равным 1,0, для всех других случаев данный коэффициент равен 0,7. Данный показатель играет немаловажную роль в определении длины анкеровки арматурных стержней, хоть и не учитывается ни в одном из отечественных документов.

- Толщина защитного слоя бетона учитывается только в ТКП EN 1992–1–1–2009. Данный фактор влияния зависит от расположения стержней относительно края конструкции и шага стержней. В наилучшем случае данный показатель может существенно уменьшить длину анкеровки арматурных стержней. Но возможно, что такой вид конструкции будет противоречить максимальным значениям расстояния между стержнями в рассматриваемом элементе. Таким образом, данный фактор, скорее всего, не будет решающим в уменьшении длины анкеровки.
- Можно сделать вывод о том, что каждый из трех вариантов имеет свои плюсы и минусы. В каждом из расчетов предусмотрены факторы, оказывающие весомое влияние на расчет, и факторы, которые незначительно изменяют длину анкеровки. В случае с СНиП 2.03.01–84* и СП 63.13330.2012 эти факторы практически не влияют на расчет, а в случае с ТКП EN 1992–1–1–2009 наличие множества коэффициентов, которые немного уменьшают расчетную величину, в сумме дает нам наименьший результат. Это было бы весомым аргументом в пользу выполнения расчета по европейским стандартам, если бы не два минуса. Во-первых, большое количество коэффициентов усложняет и замедляет процесс определения искомой величины, и увеличивает шанс на ошибку при невнимательном изучении метода определения того или иного значения. Во-вторых, часть коэффициентов попросту равняется единице (1,0) для общих случаев расчета, а значит и не несет никакого влияния на расчет. Помимо этого, нельзя упускать из внимания то, что численные значения длины анкеровки, рассчитанные по СНиП 2.03.01–8* и ТКП EN 1992–1–1–2009 приблизительно равны, хоть в них и учитываются различные факторы влияния. А вот расчет по СП 63.13330.2012 оказался более чем в два раза выше, чем два других варианта расчета. Это говорит о том, что расчет выполняется с достаточно большим, запасом.

Соответствие европейских и российских марок бетона

Соответствие европейских и российских марок представлено в таблице:

Марка по EN 206-1	Марка по ГОСТ 7473-2010	Класс по ГОСТ 7473-2010
C8/10	M150	B10
C12/15	M200	B15
C16/20	M250	B20
C18/22	M300	B22.5
C20/25	M350	B25
C25/30	M400	B30
C30/37	M450	B35
C32/40	M550	B40
C35/45	M600	B45

ПОСЛЕДСТВИЯ ПРЯМОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЕВРОКОДОВ

Аварии сооружений с металлическими каркасами, запроектированных зарубежными проектировщиками по Евронормам:

- полное обрушение металлоконструкций складского высотного(36 м) комплекса в

Домодедово (Московская область);

- обрушение покрытия резервуаров для хранения нефти в Киришах после обильного снегопада (вблизи Санкт-Петербурга),
- обрушение несущих стоек на крытой автостоянки у гипермаркета МЕТРО в Москве (на Дмитровском шоссе) – крыша рухнула прямо на автомобили

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГАРМОНИЗАЦИИ

- Применение стандарта возможно только при условии любого применения комплекса взаимоувязанных с ним нормативных документов.
- Все переводы стандартов на русский язык должны быть согласованы с CEN (это займет 5-6 лет).
- В настоящее время в фонде Росстандарта отсутствуют тексты всех необходимых
- нормативных документов CEN даже на языке издателя.
- Трудности с профессиональным переводом имеющихся в наличие документов.
- Различия в терминах, определениях, обозначениях.
- Различия в методологических подходах к расчетам и испытаниям.
- Различия в метрологической базе.
- Различия в системе построения стандартов: национальные документы носят процедурный характер и нацелены на пользователя; европейские стандарты содержат много разъяснений и умозаключений, в том числе библиографических ссылок.