

О КАЧЕСТВЕ ФОРМИРОВАНИЯ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ДЛЯ РАСЧЕТА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

**Никулина О.В., канд. техн. наук, доцент
Оренбургский государственный университет**

Основными нормативными документами, используемыми для расчета строительных конструкций в настоящее время на территории Российской Федерации, являются своды правил (СП), представляющие собой актуализированные редакции ранее действующих СНИП. Одной из основных целей перехода от СНИП к СП являлась гармонизация нормативной документации, действующей на территории РФ, с нормативными документами, применяемыми в странах ближнего и дальнего зарубежья, к которым, в частности, относятся Еврокоды.

Замена СНИПов на своды правил происходила достаточно быстро, с жестким соблюдением установленного временного интервала, что неизбежно отразилось на качестве изданных нормативных документов. Безусловно, приведенные ниже технические неточности и ошибки могли бы быть отнесены к простым опечаткам, если бы информация о таковых была бы своевременно доведена до проектировщиков и других специалистов, использующих эти нормативные документы при выполнении расчетов строительных конструкций.

Ошибки и неточности в сводах правил могут быть довольно легко замечены и самостоятельно устранены опытными пользователями, хорошо знающими действующие ранее СНИПы и применяемые в настоящее время Еврокоды. Но, когда с ними сталкивается новичок в области проектирования строительных конструкций, это может существенно отразиться не только на скорости выполнения поставленных перед ним задач, но и на качестве их решения.

В качестве примеров для иллюстрации фактов некорректного отношения к формированию нормативных документов рассмотрены: СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» [1], СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» [2], СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции» [3] и СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции» [4].

Рассмотрим СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия». Первая таблица этого нормативного документа под номером 7.1 устанавливает численные значения коэффициентов надежности по нагрузке γ_f (Рисунок 1). Самыми первыми конструкциями в этой таблице, для которых установлено значение этого коэффициента, являются металлические конструкции. Основное значение γ_f для них рекомендуется принимать равным 1,05. Исключением являются конструкции, оговоренные, согласно приведенной ссылке, в пункте 7.3. Как видно из рисунка 1, в указанном пункте нет никаких оговорок для особых случаев металлических конструкций, для которых следует применять другое значение коэффициента надежности по нагрузке. Дальнейшие поиски этих исключений в данном нормативном документе не увенчаются успехом. Для сравнения приве-

дем указанную таблицу из предыдущей редакции СП 20.13330.2011 (Рисунок 2). Надо сказать, что и в последнем случае не обошлось без досадной опечатки: вместо ссылки на пункт 7.3 в таблице 7.1 сделана ссылка на пункт 2.3 (благо пункт 7.3 расположен сразу после таблицы и эту опечатку легко заметить). В СП 20.13330.2016 эту опечатку исправили, но одновременно с этим удалили вообще из документа нужный пункт. В этой ситуации даже у опытного проектировщика возникнут сомнения: вдруг в новой редакции предполагалось изменить численное значение коэффициента надежности по нагрузке по сравнению с предыдущим изданием.

Таблица 7.1

Конструкции сооружений и вид грунтов	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f
Конструкции	
Металлические, за исключением случаев, указанных в 7.3	1,05
Бетонные (со средней плотностью свыше 1600 кг/м ³), железобетонные, каменные, армокаменные, деревянные	1,1
Бетонные (со средней плотностью 1600 кг/м ³ и менее), изоляционные, выравнивающие и отделочные слои (плиты, материалы в рулонах, засыпки, стяжки и т.п.), выполняемые:	
в заводских условиях	1,2
на строительной площадке	1,3
Грунты	
В природном залегании	1,1
На строительной площадке	1,15
Примечание – При определении нагрузок от грунта следует учитывать нагрузки от складываемых материалов, оборудования и транспортных средств, передаваемые на грунт.	

7.3 При проверке конструкций на устойчивость положения против опрокидывания, а также в других случаях, когда уменьшение веса конструкций и грунтов может ухудшить условия работы конструкций, следует произвести расчет, принимая для веса конструкции или ее части коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f = 0,9$, если иное значение не указано в нормах проектирования этих конструкций.

При этом следует учесть также случай пониженных значений кратковременных нагрузок.

Рисунок 1 – Таблица 7.1 и пункт ссылки 7.3 в СП 20.13330.2016

Таблица 7.1

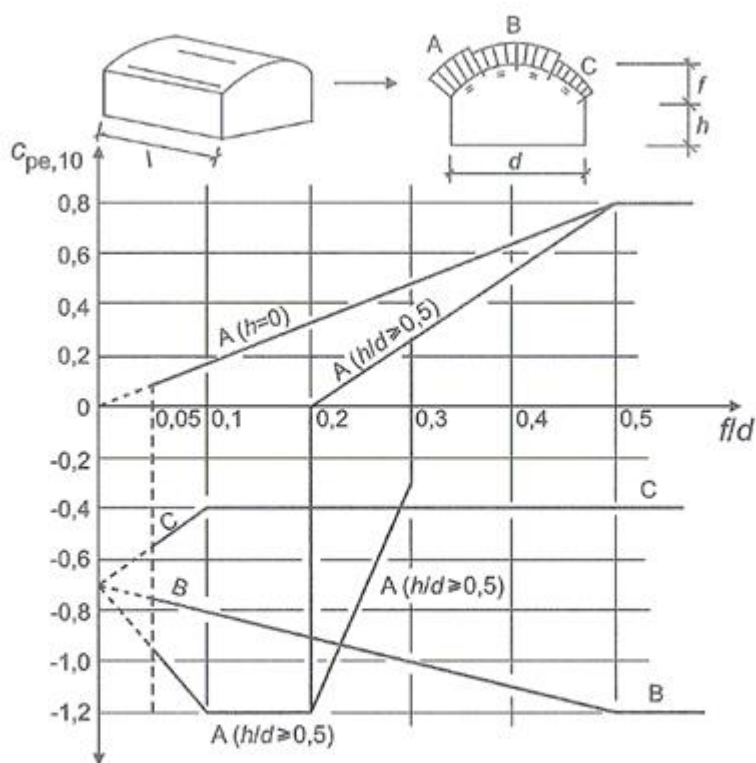
Конструкции сооружений и вид грунтов	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f
Конструкции	
Металлические, за исключением случаев, указанных в 2.3	1,05
Бетонные (со средней плотностью свыше 1600 кг/м ³), железобетонные, каменные, армокаменные, деревянные	1,1
Бетонные (со средней плотностью 1600 кг/м ³ и менее), изоляционные, выравнивающие и отделочные слои (плиты, материалы в рулонах, засыпки, стяжки и т.п.), выполняемые:	
в заводских условиях	1,2
на строительной площадке	1,3
Грунты	
В природном залегании	1,1
На строительной площадке	1,15
Примечание – При определении нагрузок от грунта следует учитывать нагрузки от складываемых материалов, оборудования и транспортных средств, передаваемые на грунт.	

7.3 Для металлических конструкций, в которых усилия от собственного веса превышают 50 % общих усилий, следует принимать $\gamma_f = 1,1$.

Рисунок 2 - Таблица 7.1 и пункт ссылки 7.3 в СП 20.13330.2011

Еще один пример, также связанный с численным значением коэффициента надежности по нагрузке. В редакции СП 20.13330.2016 в пункте 12.5 для гололедной нагрузки установлено численное значение $\gamma_f = 1,8$, в то время как в предыдущей редакции СП 20.13330.2011 это значение составляло 1,3. Возможно, действительно так принципиально изменился этот коэффициент, а может быть это просто опечатка, допущенная при наборе. Ответственность за окончательное решение в этой ситуации ложится на плечи проектировщика, с учетом того обстоятельства, что остальные пункты раздела 12 остались без изменений.

Следующий пример может быть охарактеризован, как неаккуратное заимствование из нормативного документа, законодательно не установленного для использования на территории Российской Федерации – Еврокода EN 1991-1-1-4-2009 «Общие воздействия. Ветровые воздействия». На рисунке 3 показаны графики и иллюстрации для определения коэффициентов внешнего ветрового давления для сводчатых покрытий прямоугольных в плане зданий, приведенные в Еврокоде.



При $0 < h/d < 0,5$ значения $C_{p,10}$ определяют линейной интерполяцией, при $0,2 < h/d < 0,3$ и $h/d \geq 0,5$ учитывают два значения $C_{p,10}$.

Диаграмма не распространяется на плоские покрытия.

Рисунок 7.11 — Рекомендуемые значения коэффициентов внешнего ветрового давления $C_{pe,10}$ для сводчатых покрытий прямоугольных в плане зданий

Рисунок 3 - Графики и иллюстрации для определения коэффициентов внешнего

ветрового давления для сводчатых покрытий прямоугольных в плане зданий, приведенные в Еврокоде EN 1991-1-1-4-2009

Информация об аэродинамических коэффициентах для прямоугольных в плане зданий со сводчатыми и близкими к ним по очертанию покрытиями, приведённая на схеме В.1.3 Приложения В СП 20.13330.2016, показана на рисунке 4.

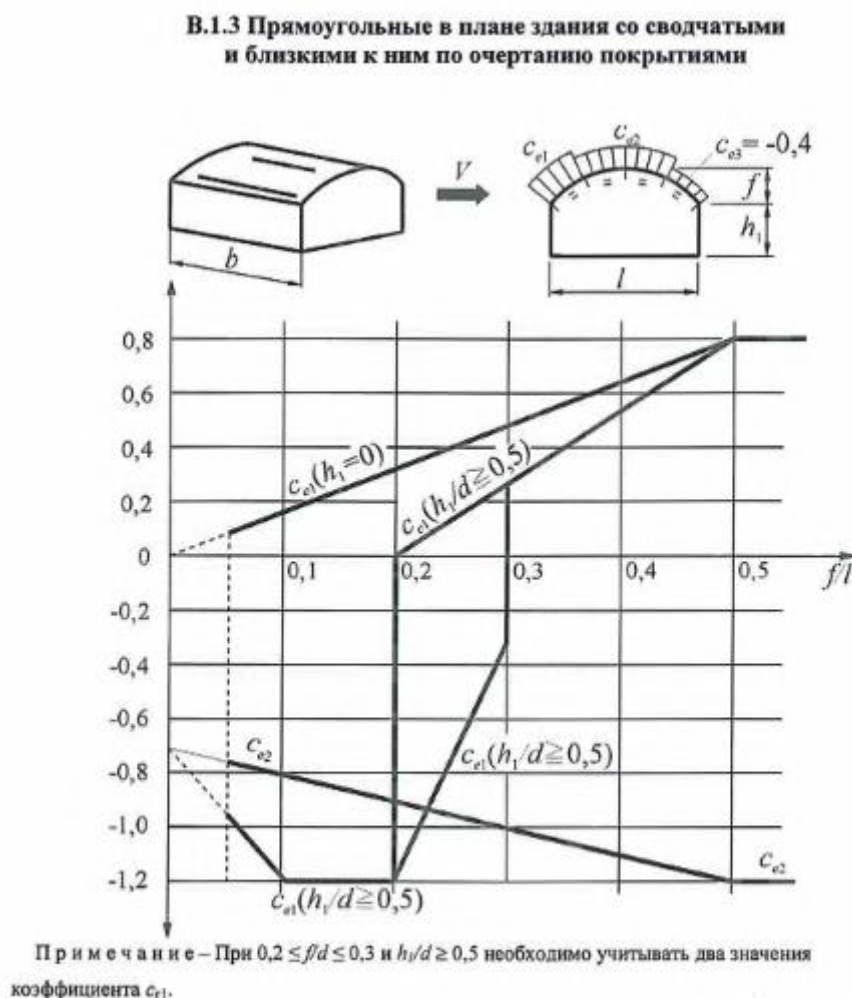


Рисунок В.5

Рисунок 4 – Графики и иллюстрации к определению аэродинамических коэффициентов для прямоугольных в плане зданий со сводчатыми и близкими к ним по очертанию покрытиями, приведенные в СП 20.13330.2016

Сравнив рисунки 3 и 4, нетрудно сделать вывод о том, что они практически одинаковые, за исключением следующего: на рисунке, приведенном в СП длина свода обозначена латинской буквой «b», а на рисунке в Еврокоде – буквой «l», пролет свода на рисунке в СП обозначен буквой «l», а в Еврокоде – буквой «d», в то время как на графиках обоих рисунков и в примечании к рисунку В.5 для определения аэродинамических коэффициентов по СП или коэффициентов внешнего ветрового давления по Еврокоду используется параметр, обозначен-

ный буквой «д». Так что же нужно принимать проектировщику при определении аэродинамических коэффициентов по СП 20.13330.2016: отношение высоты вертикального участка стены к пролету или длине свода? Где можно найти ответ на этот вопрос? Учитывая тот факт, что Еврокод был издан значительно раньше свода правил, а все приведенные графики на обоих рисунках абсолютно идентичны, остается предположить, что определять аэродинамические коэффициенты следует в зависимости от отношения высоты стены к пролету свода. Но как к такому выводу может прийти проектировщик, который не знаком с Еврокодом? Ситуация усугубляется еще и тем обстоятельством, что данная ошибка была перенесена из предыдущей редакции СП 2011 года.

Аналогичная ситуация возникала и со схемами для определения аэродинамических коэффициентов для круглых в плане зданий с купольными покрытиями в СП 20.13330.2011 и Еврокоде EN 1991-1-4-2009, но надо отдать должное составителям последней редакции СП 20.13330.2016: в этой версии нормативного документа все ошибки были исправлены.

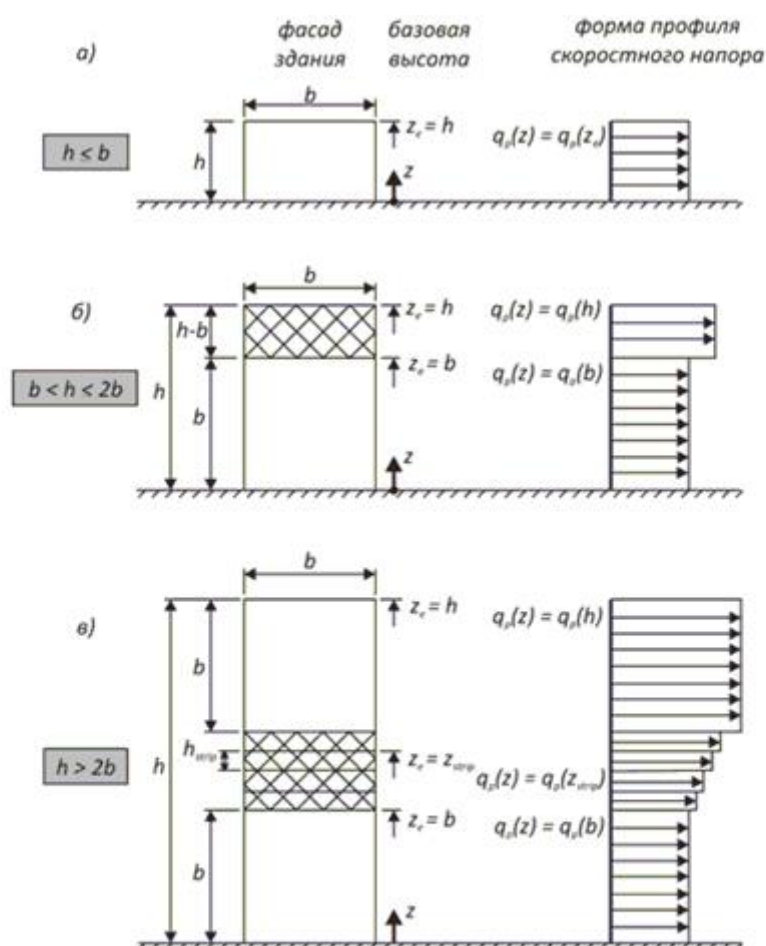
И еще один пример неточности в части определения эквивалентной высоты зданий при их расчете на ветровую нагрузку. В СП 20.13330.2011 и СП 20.13330.2016 эквивалентную высоту зданий и сооружений определяют в соответствии с рекомендациями пункта 11.1.5 (Рисунок 5).

- 11.1.5 Эквивалентная высота z_e определяется следующим образом.
- 1 Для башенных сооружений, мачт, труб, решетчатых конструкций и т.п. сооружений $z_e = z$.
 - 2 Для зданий:
 - а) при $h \leq d \rightarrow z_e = h$;
 - б) при $d < h \leq 2d$:
 - для $z \geq h - d \rightarrow z_e = h$;
 - для $0 < z < h - d \rightarrow z_e = d$;
 - в) при $h > 2d$:
 - для $z \geq h - d \rightarrow z_e = h$;
 - для $d < z < h - d \rightarrow z_e = z$;
 - для $0 < z \leq d \rightarrow z_e = d$.
- Здесь z – высота от поверхности земли;
 d – размер здания (без учета его стилобатной части) в направлении, перпендикулярном расчетному направлению ветра (поперечный размер);
 h – высота здания.

Рисунок 5 – Определение эквивалентной высоты по СП 20.13330.2016

Ошибка в приведенном пункте свода правил допущена в граничных условиях подпункта «б» для зданий: вместо условия $z \geq h - d$ следовало написать $z \geq d$, для которого $z_e = h$; и вместо условия $0 \leq z \leq h - d$ следовало написать $0 \leq z \leq d$, для которого $z_e = d$.

В Еврокоде 1993-1-4-2009 при определении аналогичной характеристики (базовой высоты) используют поясняющие иллюстрации (Рисунок 6), которые исключают возможность появления ошибки, аналогичной допущенной в СП 20.13330.2011 и сохраненной в СП 20.13330.2016.



Примечание — Скоростной напор следует принимать равномерно распределенным для каждой горизонтальной полосы.

Рисунок 7.4 — Базовая высота z_b в зависимости от h и b и профиля скоростного напора

Рисунок 6 – Определение базовой высоты по Еврокоду EN 1993-1-4:2009

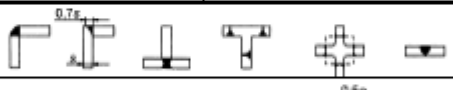
Далее рассмотрим несколько примеров из нормативных документов по проектированию стальных конструкций. В СНиП II-23-81 «Стальные конструкции. Нормы проектирования», действовавшем на территории Российской Федерации с 1981 по 2011 годы, к основным расчетным сопротивлениям стали было отнесено расчетное сопротивление растяжению в направлении толщины проката (R_{th}), которое использовалось проектировщиками для расчета фланцевых соединений. Методика расчета таких соединений приводится в «Рекомендациях по расчету, проектированию, изготовлению и монтажу фланцевых соединений стальных конструкций», разработанных ЦНИИПроектстальконструкция и ВНИПИ Промстальконструкция в 1988 году. Указанные Рекомендации до настоящего времени не переиздавались и являются действующим документом. В СП 16.13330.2011 и СП 16.13330.2016 указанное расчетное сопротивление отсутствует, и нет никакой информации о том, где можно взять численное значение этой характеристики и как поступить в случае ее отмены. Такие изменения в основном нормативном документе по проектированию стальных кон-

струкций неизбежно поставят в тупик любого специалиста, перед которым ставится задача расчета фланцевого соединения.

С выходом в свет сводов правил по проектированию стальных конструкций произошли существенные изменения в расчете элементов стальных конструкций на прочность с учетом хрупкого разрушения. Появился принципиально новый раздел 13 «Проектирование стальных конструкций с учетом предотвращения хрупкого разрушения». Содержание этого раздела и таблиц очевидно является результатом стремления к гармонизации сводов правил и еврокодов. На рисунке 7 приведена таблица из Еврокода EN 1993-1-10:2009, а на рисунке 8 – таблица из СП 16.13330.2011.

ТКП EN 1993-1-10:2009

Таблица 3.2 — Критерии, влияющие на расчетное значение Z_{d0}

a)	Высота сварного шва, содержащая расстояние от усадки металла	Эффективная высота шва a_{eff} (см. рисунок 3.2) равна толщине шва a угловых швов		Z_d
		$a_{eff} \leq 7$ мм	$a = 5$ мм	$Z_d = 0$
		$7 < a_{eff} \leq 10$ мм	$a = 7$ мм	$Z_d = 3$
		$10 < a_{eff} \leq 20$ мм	$a = 14$ мм	$Z_d = 6$
		$20 < a_{eff} \leq 30$ мм	$a = 21$ мм	$Z_d = 9$
		$30 < a_{eff} \leq 40$ мм	$a = 28$ мм	$Z_d = 12$
		$40 < a_{eff} \leq 50$ мм	$a = 35$ мм	$Z_d = 15$
		$50 < a_{eff}$	$a > 35$ мм	$Z_d = 15$
b)	Форма и положение сварных швов в Т-образных, крестообразных и угловых соединениях			$Z_d = -25$
		Угловые соединения		$Z_d = -10$
		Однослойные угловые швы $Z_d = 0$ или угловые швы с $Z_d > 1$ с наплавленным металлом низкой прочности		$Z_d = -5$
		Многослойные угловые швы		$Z_d = 0$
		При оптимальной последовательности сварки, чтобы уменьшить воздействие усадки		
		Швы с частичным и полным проплавлением		$Z_d = 3$
		Швы с частичным и полным проплавлением		$Z_d = 5$
c)	Влияние толщины материала s на сдерживание усадки	$s \leq 10$ мм		$Z_d = 2^*$
		$10 < s \leq 20$ мм		$Z_d = 4^*$
		$20 < s \leq 30$ мм		$Z_d = 6^*$
		$30 < s \leq 40$ мм		$Z_d = 8^*$
		$40 < s \leq 50$ мм		$Z_d = 10^*$
		$50 < s \leq 60$ мм		$Z_d = 12^*$
		$60 < s \leq 70$ мм		$Z_d = 15^*$
		$70 < s$		$Z_d = 15^*$
d)	Отделенное сдерживание усадки другими частями конструкции после сварки	Никакое сдерживание: свободная усадка возможна (например Т-соединения)		$Z_d = 0$
		Среднее сдерживание: свободная усадка ограничена (например диафрагмы в коробчатых сечениях)		$Z_d = 3$
		Высокое сдерживание: свободная усадка невозможна (например продольные балки в ортотропных плитах)		$Z_d = 5$
e)	Влияние предварительного нагрева	без нагрева		$Z_d = 0$
		предварительный нагрев ≥ 100 °C		$Z_d = -8$

* Может быть уменьшено на 50 % для нагретого материала, в направлении толщины проката скатом из-за

Рисунок 7 – Таблица 3.2 из Еврокода 1993-1-10:2009

Таблица 37

Характеристики сварных соединений		Факторы риска
Форма соединения и расположение сварного шва, $\psi_{\text{ш}}$		
Соединение без напряжений в направлении Z		$\psi_{\text{ш}} = -25$
Угловое соединение с симметрично расположенным швом		$\psi_{\text{ш}} = -10$
Соединение с промежуточным выпуклым швом		$\psi_{\text{ш}} = -5$
Обычное тавровое соединение с угловым швом		$\psi_{\text{ш}} = 0$
Тавровое соединение с угловым швом с полным или частичным прозором		$\psi_{\text{ш}} = +3$
Соединение с угловым швом, расположенным вблизи свободного торца листа		$\psi_{\text{ш}} = +5$
Угловые соединения с полным прозором		$\psi_{\text{ш}} = +8$
Толщина листа S, мм, работающего в Z направлении, $\psi_{\text{л}}$		$\psi_{\text{л}} = 0,2S$
Высота катета углового шва a, мм, $\psi_{\text{ш}}$		$\psi_{\text{ш}} = 0,3a$
Степень жесткости соединения $\psi_{\text{ж}}$		
Низкая – возможна свободная усадка		$\psi_{\text{ж}} = 0$
Средняя – частично возможная усадка шва и деформация конструкции		$\psi_{\text{ж}} = +3$
Высокая – жесткое закрепление без усадки шва		$\psi_{\text{ж}} = +5$
Технология сварки $\psi_{\text{т}}$		
Количество проходов	Один	$\psi_{\text{т}} = 0$
	Несколько	$\psi_{\text{т}} = -2$
Последовательность наложения швов	Поперемени с одной и с другой стороны соединения	$\psi_{\text{т}} = -2$
	Вначале с одной, затем с другой стороны соединения	$\psi_{\text{т}} = 0$
Подогрев	Без подогрева	$\psi_{\text{т}} = 0$
	С подогревом	$\psi_{\text{т}} = -8$

Рисунок 8 – Таблица 37 СП 16.13330.2011.

Сходство этих таблиц очевидно. При этом хотелось бы отметить, что в таблице 37 свода правил отсутствуют необходимые комментарии к рисункам и пояснения к определениям. В частности, при работе с СП 16.13330.2011 решение о степени жесткости соединения проектировщик должен принимать самостоятельно, без каких-либо рекомендаций. В то же время, работая с Еврокодом EN 1993-1-10-2009, специалист видит приведенный пример степени сдерживания усадки и с большой вероятностью сможет принять правильное решение.

Кроме того в таблице 37 СП 16.13330.2011 обращает на себя внимание возможная техническая опечатка в первой строке рисунков для углового соединения без напряжений вдоль Z. Вместо толщины сварного шва $0,7S$, как это указано в таблице 3.2 Еврокода EN 1993-1-10-2009, приведена толщина $0,1S$ при одинаковом значении фактора риска - минус 25.

И еще одна проблема, появившаяся с выходом в свет СП 16.13330.2017. Из текста предыдущего нормативного документа по проектированию стальных конструкций (СП 16.13330.2011) без каких-либо комментариев были удалены два приложения: приложение Л «Узлы ферм с непосредственным прикреплением решетки к поясам» и приложение М «Методика подбора минимальных се-

чений изгибаемых элементов». Информация для раздела Л в СП 16.13330.2011 с некоторыми существенными изменениями была взята из Пособия по проектированию стальных конструкций к СНиП II-23-81, изданного в 1988 году и не переизданного до настоящего времени. Можно было бы предположить, что теперь опять можно пользоваться указанным пособием, если бы не ряд существенных отличий в текстах этого документа и приложения Л СП 16.13330.2011. В приложении М СП 16.13330.2011 приводились рекомендации по расчету балок с гибкой стенкой и перфорированной стенкой. К слову сказать, в СНиП II-23-81 существовали специальные разделы, посвященные расчету этих конструкций. Что делать специалистам, перед которыми встала задача расчета балок с гибкой стенкой и балок с перфорированной стенкой? Ответ на этот вопрос СП 16.13330.2016 не дает. Опытные проектировщики, безусловно, знают о существовании, например, другого документа, изданного в 1978 году, в котором даются рекомендации по расчету балок с перфорированной стенкой: «Руководство по проектированию балок с перфорированной стенкой». Но в то время основным нормативным документом по проектированию стальных конструкций являлся СНиП II-B.3-72, принципиально отличающийся от СП 16.13330.2017.

Приведенные в статье примеры неточностей, ошибок и недомолвок, допускаемых при формировании нормативных документов, применяемых при проектировании строительных конструкций на территории Российской Федерации, возможно, и не характеризуют общую тенденцию в качестве подготовки нормативных документов по строительству в целом, но в отмеченных случаях могут привести не только к ошибкам в разрабатываемой проектной документации, но и, безусловно, к снижению качества подготовки студентов строительных специальностей различных уровней образования.

Список литературы

1. СП 20-13330-2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*[Электронный ресурс]. Москва, 2011.- Режим доступа: <https://dwg.ru/dnl/10316> (дата обращения 22.12.2017 г.)
2. СП 20-13330-2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*[Электронный ресурс]. Москва, 2016.- Режим доступа: <https://dwg.ru/dnl/14126> (дата обращения 22.12.2017 г.)
3. СП 16-13330-2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*[Электронный ресурс]. Москва, 2011.- Режим доступа: <https://dwg.ru/dnl/13659> (дата обращения 22.12.2017 г.)
4. СП 16-13330-2017 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*[Электронный ресурс]. Москва, 2017.- Режим доступа: <https://dwg.ru/dnl/14257> (дата обращения 22.12.2017 г.)