

3. ТКП EN 1992-1-1-2009* (02250). Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий. – Введ. 2009-12-10. – Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2015. – 205 с.

4. ТКП 45-5.01-67-2007. Фундаменты плитные. Правила проектирования. – Введ. 2007-04-02. – Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2008. – 136 с.

5. Пособие к выполнению 2-го курсового проекта и раздела дипломного проекта по курсу «Железобетонные конструкции» 2-ое изд. Брест 2014 г.

6. Włodzimierz Starosulskk. Konstrukcje żelbetowe według Eurokodu 2 i norm związanych. Wydawnictwo naukowe PWN. Warszawa 2012.

7. RF-/FUND Pro. Bemessung von Einzelfundamenten nach EN 1992-1-1 und EN 1997-1. Programmbeschreibung. Dlubal Software GmbH 2016. Am Zellweg 2 D-93464 Tiefenbach Deutschland. www.dlubal.de

УДК 624.072.33.04 (083.75)

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО КОРРЕКТИРОВКЕ ТКП EN 1990 «ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ»

ДАВЫДОВ Е. Ю.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

ТКП EN 1990 является основным европейским документом по проектированию строительных конструкций. В этом документе приведены основополагающие принципы и правила по расчету конструкций, по определению расчетных характеристик материалов, расчетных значений нагрузок, приведены также требования к составлению сочетаний нагрузок и показатели надежности конструкций, вычисляемые вероятностными методами теории надежности. Исходя из сказанного следует, что изложенные в ТКП EN 1990 положения не должны допускать каких-либо двусмысленных толко-

ваний, содержать неопределенности в формулировках, а также не должны снижать уровень надежности конструкций и, соответственно, зданий и сооружений. Целью данной статьи является обратить внимание специалистов на некоторые несоответствия, имеющие место в анализируемом документе.

Прежде всего, следует обратить внимание на некоторые, не совсем привычные с точки зрения нашего инженера, формулировки. В тексте документа довольно часто используются названия групп предельных состояний в виде: «предельные состояния несущей способности» или «предельные состояния эксплуатационной пригодности». «Предельное состояние» и «несущая способность» это применительно к строительным конструкциям одно и то же и поэтому такая формулировка уже логически неверна. Кроме того, в указанной формулировке «предельное состояние» является определением к «несущей способности», что также является неправильным, так как должно быть наоборот. Аналогичные замечания имеются и по второй формулировке. Поэтому предлагается вернуться к прежним формулировкам: «предельное состояние по несущей способности» и «предельное состояние по эксплуатационной пригодности».

В существующем издании ТКП EN 1990 используется определение (название), которое совершенно не соответствует определениям, используемым в нашей учебной, справочной и нормативной литературе. Например, слово «конструкция» по ТКП EN 1990 это «организованная совокупность соединенных между собой частей здания»; «элемент конструкции» по ТКП EN 1990 это «физически различимая составная часть конструкции, например, колонна, балка, плита, свая», и т.д. Во всякой дополнительной (новой) технической литературе следует для лучшего понимания применять устоявшиеся термины и определения. При этом, следует учитывать, что дословный перевод – это не всегда правильный перевод.

В нормативных документах все приведенные правила и указания не должны допускать каких либо субъективных толкований и не должны быть неконкретными. В ТКП EN 1990 имеется множество таких правил и указаний. Примеры некоторых таких неопределенностей:

- п.4.1.2 (2) Р «если изменчивость величины «G» может рассматриваться как *малая*»;
- п.4.1.2(3) «если величина «G» *существенно* не изменяется»;

– п.4.1.2(4) «если конструкция **чувствительна** к изменению величины «G»;

– п.5.1.2(3) Р «если они **существенно** повышают эффекты воздействий»;

– п.6.3.3(1) «любые другие **значимые** параметры» и т.д. Очевидно, что все эпитеты «малая», «существенно», «чувствительная», «значимые» должны иметь конкретное числовое сопровождение.

Таблица А1.1, приведенная в Приложении А1 (обязательное Приложение) нуждается в существенной корректировке. Приведенная в данной статье таблица является копией таблицы, приведенной в Национальном приложении. Цифры в скобках добавлены автором.

Таблица 1.

Рекомендуемые значения коэффициентов Ψ для зданий

Воздействие	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Равномерно распределённая нагрузка в зданиях в зависимости от категории (см. EN 1991-1-1)			
Категория А: жилые помещения	0,7 (0,9)	0,5	0,3 (0,35)
Категория В: офисные помещения	0,7 (0,9)	0,5	0,3 (0,35)
Категория С: залы для собраний	0,7 (0,9)	0,7	0,6 (0,35)
Категория D: торговые площади	0,7 (0,9)	0,7	0,6 (0,35)
Категория Е: складские площади	1,0	0,9	0,8
Категория F: проезжая часть для транспортных средств весом менее 30 кН	0,7 (0,9)	0,7 (0,5)	0,6 (0,35)
Категория G: проезжая часть для транспортных средств весом от 30 до 160 кН	0,7 (0,9)	0,5	0,3
Категория Н: покрытия	0,0 (0,9)	0,0 (0,5)	0,0 (0,35)
Снеговые нагрузки на здания (см. EN 1991-1-3)	0,7 (0,9)	0,5	0,35
Ветровые нагрузки на здания (см. EN 1991-1-4)	0,6 (0,9)	0,2 (0,5)	0,0
Температурные нагрузки (исключая пожары) на здания	0,6 (0,9)	0,5	0,0

Неприемлемым здесь является то, что при расчете покрытий коэффициенты Ψ_0 Ψ_1 Ψ_2 приняты равными 0. Ниже приведена формула по составлению сочетаний нагрузок в случае постоянных или переходных расчётных ситуаций (основные сочетания). Приведен-

ная формула является копией формулы 6.10 приведенной в ТКП EN 1990.

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} \text{“+”} \gamma_P P \text{“+”} \gamma_{Q,1} Q_{k,1} \text{“+”} \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (1)$$

Исходя из формулы (1) следует, что при расчете покрытий может быть учтена только одна временная нагрузка, например, снеговая, как доминирующая временная нагрузка. Все остальные временные нагрузки уже не могут быть учтены т.к. коэффициенты сочетаний при этих нагрузках равны 0. Как правило, на покрытие действуют не только постоянная и снеговая нагрузки, но также могут иметь место нагрузки от оборудования, подвесных грузоподъемных механизмов, нагрузки при ремонте и т.д., которые также должны входить в расчетное сочетание нагрузок. Исходя из этого, коэффициенты Ψ_0 Ψ_1 Ψ_2 не могут быть приняты равными 0. В таблице (1) в скобках указаны значения коэффициентов Ψ_0 Ψ_1 Ψ_2 принятые в Российской Федерации. При этом, по российским правилам для второй и последующих по степени влияния временных нагрузок коэффициенты Ψ_0 Ψ_1 Ψ_2 могут быть уменьшены на 20%.

В Национальном приложении проекта Изменения N2 ТКП EN 1990 указывается: «для дифференциации надежности объектов следует руководствоваться Приложением В». В этом Приложении дифференциация надежности представлена индексами надежности и вероятностью отказа (см. таблицу 2).

Таблица 2

Соответствия между вероятностью отказа
и индексами надёжности

P_f -вероятность отказа	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}
β - индекс надёжности	1,28	2,32	3,09	3,72	4,27	4,75	5,20

Нужно отметить, что значения параметров, приведенных в данной таблице, получены еще Ржаницыным А.Р. 70 лет тому назад. При этом, Ржаницын А.Р. предполагал, что все задействованные величины подчиняются только нормальному закону, что является, конечно, большой натяжкой. Авторы еврокода использовали другие законы распределения: логарифмически нормальные распределения

или распределения Вейбула для характеристики свойств материалов, нормальные распределения для собственного веса конструктивных элементов и для переменных воздействий. Но результаты получились точно такими же. Здесь следует проявить некоторый скептицизм к полученным результатам вероятностных расчетов применительно к области строительных конструкций. Для этого имеются следующие основания:

1. Согласно теории вероятностей изучаемые случайные события должны иметь массовый характер, допускающий многократную их реализацию в практически однородных условиях. Последнее требование, как правило, практически никогда не выполняется;

2. Не учитывается сложность взаимодействия строительных конструкций с окружающей средой. Например, снеговые и ветровые нагрузки зависят не только от района и высоты зданий и сооружений, но и от расположения других объектов, окружающих исследуемое здание, от форм покрытия, от оборудования, которое может располагаться на покрытии. Все эти факторы, которые к тому же могут быть непостоянными, учесть при вычислении вероятности отказа невозможно;

3. Большинство нагрузок и воздействий не имеют статистических данных и назначены на основании инженерного опыта, также как и частные коэффициенты, используемые при расчете конструкций. Использование вероятностных методов для обработки параметров, не имеющих статистических данных, является не корректным;

4. Если на какие то величины имеются статистические данные, но при их использовании в расчетах конструкций они умножаются на частные коэффициенты, то в этом случае также использование вероятностных методов становится не корректным;

5. Применять одну и ту же методику для определения вероятности отказа для совершенно разных конструктивных форм например, для башни и каркаса здания, для статически определимой и статически неопределимой конструкции, представляется совершенно неприемлемым.

Для того, чтобы спрогнозировать наступление предельных состояний (вероятности отказа) нужно, как минимум, исключить из рассмотрения человеческий фактор и природные катаклизмы. Именно эти факторы на 95% являются причиной наступления отказов. Понятно, что исключение указанных факторов не представля-

ется возможным. Поэтому вероятности и отказов и значения индексов надежности приведенные в ТКП EN 1990 не представляет практической ценности, что признается и авторами европейских норм (см. п.С.4(3) Примечание, п.С.5 (3), п.С. 6(2)). Тем более малодостоверными являются так называемые «целевые значения индексов надежности» (см. таблицу N3), которые, по замыслу авторов европейских норм должны представлять результаты оптимизации индексов надежности.

Таблица 3

Целевые значения индекса надёжности
для класса надёжности RC 2

Предельное состояние	Контрольное значение индекса надёжности	
	1 год	50 лет
Несущая способность	4,7	3,8
Усталость		1,5 – 3,8
Эксплуатационная пригодность (необратима)	2,9	1,5

Выводы:

1. В переводных технических документах, в том числе и в европейских нормах, необходимо в меньшей степени вводить какие-либо новые определения или названия, но в большей степени использовать определения и названия устоявшиеся в нашей технической литературе;

2. Значения коэффициентов сочетаний, принятые ТКП EN 1990, т. А1.1, следует скорректировать по примеру Российской Федерации;

3. Индексы надёжности и вероятности отказов, приведенные в ТКП EN 1990, в таблицах С1 и С2, Приложения С, не представляют никакого практического значения и делать ссылки на них в Национальном приложении представляется неуместным.