

**ВОПРОСЫ ПЕРЕХОДА НА ЕВРОПЕЙСКИЕ НОРМЫ  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

(г. Минск, СФ БНТУ — 30.11.2010)

УДК 624.014

***РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ  
БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ  
ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ***

*ПЕЦОЛЬД Т.М.*

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

Рекомендации разработаны на основании решения межведомственного технического Совета при Министерстве архитектуры и строительства (протокол № 06-1 от 25.03.2010).

Рекомендации разработаны в развитие европейских норм и распространяются на расчёт и проектирование бетонных, железобетонных и предварительно напряженных железобетонных конструкций жилых зданий, изготавливаемых на предприятиях сборного железобетона и крупнопанельного домостроения Республики Беларусь из тяжелого и мелкозернистого бетонов средней плотностью не менее 2000 и не более 2500 кг/м<sup>3</sup>, при изготовлении которых действует система контроля качества.

Рекомендации предназначены для проектировщиков и лиц, осуществляющих контроль проектирования.

В рекомендациях использованы ссылки на следующие нормативные правовые акты (далее — ТИПА) в области технического нормирования и стандартизации:

ТКП EN 1992-1-1-2009 Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий.

СТБ EN 1990-2007 Еврокод. Основы проектирования несущих конструкций.

СТБ EN 1991-1-1-2007 Еврокод 1. Воздействия на несущие конструкции. Часть 1-1. Удельный вес, постоянные и временные нагрузки на здания.

СТБ ISO 2394-2007 Надёжность строительных конструкций. Общие принципы.

СНБ 5.03.01–2002 Бетонные и железобетонные конструкции.

СНиП 2.01.07–85 Нагрузки и воздействия.

При проектировании железобетонных конструкций заводского изготовления частный коэффициент по бетону  $\gamma_c$  рекомендуется принимать равным 1,3 в соответствии с ТКП EN 1992-1-1 (Приложение А).

При проектировании предварительно-напряжённых железобетонных конструкций заводского изготовления частный коэффициент по арматуре  $\gamma_s$  рекомендуется принимать равным 1,2 в соответствии с ТКП EN 1992-1-1.

При проектировании предварительно-напряжённых железобетонных конструкций заводского изготовления степень предварительного напряжения арматуры рекомендуется назначать от характеристического временного сопротивления арматуры. Степень начального максимального напряжения арматуры следует устанавливать в соответствии с указаниями СНБ 5.03.01 или ТКП EN 1992-1-1.

Метод частных коэффициентов следует использовать для подтверждения того, что во всех значимых расчётных ситуациях ни одно из предельных состояний не будет превышено при использовании в расчётных моделях расчётных значений воздействий или эффектов воздействий и сопротивлений.

Расчет конструкций заводского изготовления, как правило, необходимо производить для всех расчётных ситуаций, включая переходные (стадии изготовления, транспортирования, монтажа и т.д.). При этом расчётные схемы должны отвечать принятым кон-

структивным решениям и технологии изготовления, способам транспортирования, подъёма, монтажа и т.д.

Характеристические значения нагрузок и воздействий следует принимать в соответствии с требованиями СТБ ЕН 1991-1-1 и СНИП 2.01.07. Расчётные значения нагрузок и воздействий следует определять умножением характеристических значений на соответствующие частные коэффициенты.

При расчёте конструкций заводского изготовления по предельным состояниям первой группы (предельным состояниям несущей способности) для постоянных и переходных расчётных ситуаций рекомендуется в соответствии с СТБ ЕН 1990 (6.4.3.2).

Значения частных коэффициентов в общем случае следует принимать в соответствии с требованиями Национального приложения к СТБ ЕН 1990 и таблицы 1 настоящих рекомендаций.

Таблица 1 — Значения частных коэффициентов для воздействий

Влияние воздействия	Значения частных коэффициентов для нагрузок		
	постоянных, $\gamma_G$	переменных, $\gamma_Q$	особых, $\gamma_A$
Неблагоприятное	1,35	1,5	Для соответствующих расчётных ситуаций
Благоприятное	1.0	0	

При расчёте конструкций заводского изготовления, применяемых в жилых зданиях, допускается принимать пониженное значение частного коэффициента для постоянных нагрузок от собственного веса  $\gamma_G$ , принимая равным 1,15 при условии выполнения следующих требований:

— на заводе организована система контроля качества изготовления конструкций, включающая слежение за обеспечением точности геометрических параметров и контроль отклонений удельного веса материалов;

— коэффициент вариации собственного веса изготовленных железобетонных изделий и конструкций не должен превышать 0,05;

— отношение характеристических (нормативных) значений суммарной переменной (полезной) нагрузки к полной нагрузке на рассчитываемый конструктивный элемент, включая нагрузку от собственного веса изделий, находится в пределах, определяемых формулой (1):

$$\frac{\sum_{i \geq 1} Q_{k,i}}{\sum_{j > 1} G_{k,j} + \sum_{i > 1} Q_{k,i}} \leq 0,4 ;$$

— обеспечено выполнение требований СТБ ЕН 1990 по контролю при проектировании и изготовлении несущих конструкций (контроль третьей стороной, организационно не зависящей от проектирующей организации или завода-изготовителя).

*Примечание.* В период внедрения рекомендаций, разработчик выполняет научно-техническое сопровождение, осуществляет контроль проектной документации и контроль изготовления конструкций на соответствие настоящим рекомендациям.

Пониженное значение частного коэффициента  $\gamma_G$  допускается принимать только для собственного веса железобетонных изделий и конструкций заводского изготовления. Для постоянных нагрузок от веса других строительных материалов (стяжки, подсыпки, утеплители и т.д.) следует принимать полное значение  $\gamma_G$  равным 1,35.

Пониженное значение коэффициента  $\gamma_G$  получено путём калибровки вероятностными методами, с учётом заданного уровня надёжности конструкций и выполненной в соответствии с рекомендациями СТБ ЕН 1990 и СТБ ISO 2394.

Для оценки уровня надёжности конструкций, обеспечиваемого системой частных коэффициентов, применена процедура, основанная на положениях и методах теории надёжности 1-го порядка (FORM) и методе наискорейшего спуска (для анализа вероятностной функции состояния конструкции и оценки значений индекса надёжности), методе Ferry Borges-Castanheta и правиле Turkstra (для вероятностного моделирования воздействий и их сочетаний).

Целевое значение индекса надёжности конструкций  $\beta$  принято равным 3,8 для базового периода  $T$  равного 50 лет в соответствии с требованиями СТБ ЕН 1990. Для моделирования постоянных воз-

действий применено нормальное распределение, для переменных воздействий — распределение Гумбеля, для погрешностей определения эффектов воздействий — нормальное распределение, для прочности конструкций — логнормальное распределение.

Числовые значения коэффициентов сочетаний  $\psi_0$  для воздействий следует принимать в соответствии с требованиями Национального приложения к СТБ ЕН 1990 (см. таблицу 2 настоящих рекомендаций).

Таблица 2 — Значения коэффициентов сочетаний для эффектов воздействий при расчёте конструкций жилых зданий

Вид нагрузки	$\psi_0$
Полезные нагрузки	0,7
Снеговые нагрузки	0,5
Ветровые нагрузки	0,6
Температурные нагрузки (исключая пожары)	0,6

При расчёте балок, ригелей, плит, колонн и фундаментов, воспринимающих нагрузки от одного перекрытия, а также при определении продольных усилий для расчёта колонн, стен и фундаментов, воспринимающих нагрузки от двух перекрытий и более, полные нормативные значения переменных нагрузок  $Q_k$  рекомендуется снижать в соответствии с требованиями СНИП 2.01.07 (3.8, 3.9).

Изделия заводского изготовления при их распалубке и подъёме со стенда, испытывают различные силовые воздействия и имеют расчётные схемы, отличающиеся от проектных. При этом монтажные усилия могут отличаться от усилий при работе конструкций в проектном положении, как по величине, так и по знаку.

При расчёте изделий заводского изготовления на усилия, возникающие при распалубке, подъёме со стенда (кроме расчёта монтажных петель) собственный вес конструкций рекомендуется вводить в расчёт с коэффициентом динамичности равным 1,4. При этом част-

ный коэффициент для нагрузок от собственного веса изделия рекомендуется принимать равным 1. На каждом заводе коэффициент динамичности допускается уточнять опытным путём с учётом технологии изготовления изделий, но не ниже 1,25.

При проектировании изделий заводского изготовления места захвата при подъёме и транспортировании рекомендуется располагать таким образом, чтобы для восприятия монтажных усилий не требовалось постановка дополнительного армирования.

При проектировании зданий, возводимых с применением несущих железобетонных конструкций заводского изготовления, следует руководствоваться требованиями СНБ 5.03.01, СТБ ЕН 1990, СТБ ЕН 1991-1-1, СТБ ISO 2394 и настоящими рекомендациями в части оговоренных значений системы частных коэффициентов.

Минимальные значения процентов армирования железобетонных конструкций заводского изготовления следует принимать в соответствии с требованиями СНБ 5.03.01. При меньшем проценте армирования конструкции следует относить к бетонным и предусматривать конструктивное армирование (за исключением блоков стен подвалов).

Конструктивное армирование бетонных панелей внутренних стен рекомендуется принимать двусторонним из плоских или гнутых вертикальных и горизонтальных каркасов и отдельных стержней, объединённых в единый арматурный каркас. Расстояние между вертикальными каркасами рекомендуется принимать не более 0,9 м. Горизонтальные каркасы рекомендуется, как минимум, располагать по верху и низу панели. Площадь сечения вертикальной и горизонтальной арматуры, устанавливаемой у каждой из сторон панели, рекомендуется принимать не менее  $0,2 \text{ см}^2/\text{м}$ , при минимальном проценте армирования — 0,025 %.

Бетонные панели внутренних стен, изготавливаемые в горизонтальном положении, при необходимости рекомендуется армировать дополнительной сеткой, расположенной у грани панели, обращенной к поддону формы.

В панелях внутренних стен с проёмами рекомендуется устанавливать в плоскости перемычек парные вертикальные каркасы, продольные стержни которых рекомендуется заводить за грань проёма не менее чем на 500 мм. По низу проёма рекомендуется предусматривать железобетонную перемычку или арматурный каркас.

Простенки шириной 600 мм и менее рекомендуется армировать не менее чем двумя каркасами, соединёнными между собой с двух сторон горизонтальными стержнями с шагом не более шага поперечных стержней каркаса.

Диаметр продольных стержней каркасов рекомендуется принимать не менее 5 мм, диаметр поперечных стержней — не менее 4 мм.

Железобетонные панели внутренних стен рекомендуется армировать поперечными вертикальными каркасами, расположенными с шагом не более 400 мм и объединёнными в арматурный блок горизонтальными каркасами сверху и внизу панели и отдельными стержнями по высоте панели с шагом 500-600 мм. Площадь сечения вертикальной арматуры устанавливается по расчёту, при этом процент армирования должен быть не менее 0,13 %.

Диаметр вертикальных стержней рекомендуется принимать не менее 8 мм. Поперечные стержни каркасов рекомендуется располагать с шагом не превышающим двадцати диаметров продольных стержней каркаса.

Железобетонные панели внутренних стен допускается армировать двумя сетками с шагом вертикальных стержней не более 400 мм, объединёнными в арматурный блок вертикальными и горизонтальными каркасами.

Панели наружных стен рекомендуется армировать пространственными арматурными блоками, собираемыми из вертикальных и горизонтальных каркасов, сеток, отдельных арматурных стержней и изделий (закладных деталей, подъёмных петель и др.).

Для трёхслойных панелей с гибкими связями рекомендуется принимать следующую схему армирования:

— двустороннее армирование внутреннего несущего слоя вертикальными и горизонтальными каркасами, расположенными перпендикулярно плоскости стены и объединёнными в единый арматурный блок совместно с каркасами перемычек. Каркасы рекомендуется располагать по периметру панели, по контуру проёмов, а также в простенках с шагом не более 900 мм;

— армирование сеткой из стержней диаметром не менее 4 мм наружного бетонного слоя.

Для соединения наружного и внутреннего слоев панели рекомендуется предусматривать гибкие связи. Подъемные петли рекомендуется размещать во внутреннем и наружном слоях панели.

Плиты, опёртые по контуру, рассчитываются с учётом их работы в двух направлениях. Армирование плит принимается по результатам расчётов с минимально допустимым процентом армирования в коротком направлении плиты равном 0,1 %. При этом диаметр арматуры должен быть не менее 6 мм.

В длинном направлении плиты минимальный процент армирования рекомендуется принимать не менее 0,05 %.

Допускается по короткому пролёту плиты перекрытия не доводить до опоры рабочую арматуру (через один стержень) на величину, определяемую формулой:

$$a = 0,14 \cdot l - 20 \cdot d,$$

где  $l$  — расчётная длина плиты. При этом расстояние между короткими стержнями должно быть не более 400 мм.

При электротермическом способе натяжения арматуры потери от деформации анкеров в расчёте рекомендуется не учитывать, так как они учтены при определении полного удлинения арматуры.

Рекомендации Р.5.03.065.10 разработаны специалистами института НИПТИС им. С.С. Атаева, Брестского государственного технического университета и Белорусского национального технического университета (регистрационный номер «Стройтехнорм» 065 от 25.05.2010).