

Компания SCAD Soft получает много писем и телефонных звонков с вопросами о сроках реализации требований ДБН В.2.6-98:2010 и ДСТУ В.2.6-156:2010, которые на Украине введены в действие с 1 июня 2011.

В связи с этим мы вынуждены сообщить следующее. Анализ этих документов позволяет утверждать, что программная реализация требований, которые там содержатся, **невозможна**. Ниже приведен очень короткий перечень проблем, которые возникают при попытке формализовать и алгоритмически реализовать эти нормы. Заметим, что при обсуждении этих вопросов с нашими пользователями, которые пытались применить ДБН В.2.6-98:2010 и ДСТУ В.2.6-156:2010 в практике проектирования, нам было указано на многочисленные другие вопросы и неясности (например, в части конструктивных требований). Но мы приводим в этом документе только те вопросы, которые возникают при программной реализации.

I. Общие определения.

Несмотря на то, что можно, формально, не обращать внимание на некорректность определения основных понятий, укажем на вопиющие несоответствия между общепринятыми определениями и формулировками норм. В некоторых случаях, использование "нестандартной" терминологии не позволяет понять и реализовать отдельные положения норм.

I.1)

п. 6.2.1 ...

Втрата стійкості: порушення рівноваги між внутрішніми зусиллями та зовнішніми впливами, спричинене нестабільністю якого-небудь елемента конструкції при дії тільки стиску і при відсутності поперечного навантаження.

В любом курсе механики четко пояснено, что эффект потери устойчивости не обязательно ведет к нарушению равновесия. Кстати, при диаграмме сжатия бетона с ниспадающей ветвью, использовать которую предписывают нормы, для силового нагружения в точке максимума нарушается равновесие между внешними и внутренними силами, т.е. по мнению авторов норм происходит потеря устойчивости.

I.2)

п. 4.1.1 ... – для розрахункового перерізу вважається справедливою гіпотеза про лінійний розподіл деформацій по його висоті;

Что такое высота в сечении вертикально расположенного элемента (колонны)? Даже в случае балки это определение не соответствует стандартной гипотезе плоских сечений. Например, для прямоугольного сечения каждая точка которого описывается координатами (x,y) (y соответствует высоте) можно рассмотреть распределение деформаций $D(x,y)$ вида

$$D(x,y)=x^2$$

Такая деформация удовлетворяет приведенной выше гипотезе, но не соответствует гипотезе плоских сечений и не позволяет утверждать, что существует единственное решение системы уравнений нелинейной деформационной модели.

Заметим, что в п. 6.2.21 СП 52-101-2003 использована аналогичная формулировка:

- распределение относительных деформаций бетона и арматуры по высоте сечения элемента принимают по линейному закону (гипотеза плоских сечений);

Здесь также использованы слова "по высоте сечения", но есть ссылка на гипотезу плоских сечений.

I.3)

п. 4.2.1 Напруження стиску у бетоні повинні обмежуватись для запобігання виникненню поздовжніх тріщин або високих рівнів повзучості. Поздовжні тріщини можуть виникати, якщо рівень напружень при нормативному сполученні навантажень перевищує критичну величину.

Понятие "нормативне сполучення навантажень" авторами ДСТУ В.2.6-156:2010 не определено и, кроме того, отсутствует в ДБН В.1.2-2:2006 "Навантаження і впливи".

I.4)

Примечание к Таблице 5.2. "2. При визначальному сполученні навантажень."

Поняття "визначальне сполучення навантажень" авторами ДСТУ В.2.6-156:2010 не определено. Как при этом использовать таблицу 5.2 неясно.

I.5)

5.3.3.1 Якщо на армовані звичайною або напруженою арматурою залізобетонні плити у будівлях діє згин без значного осьового розтягу, то можна не передбачати спеціальні заходи для обмеження тріщиноутворення за умови...

Поняття "значного осьового розтягу" нігде не определено.

II. Проблемы программной реализации

II.1) Диаграмма работы бетона по рис. 3.1 ДБН В.2.6-98:2010 немонотонна. Это означает, что даже в простейшем случае центрального сжатия или центрального растяжения система уравнений нелинейной деформационной модели может иметь два решения. Какое из них следует использовать ?

Отметим, что аналогичная диаграмма работы бетона приведена в Eurocode-2, но там сказано, что она предназначена для "structural analysis" (расчета конструкций), а для проверки прочности железобетонных элементов приводятся диаграммы, которые не имеют нисходящей ветви.

II.2)

4.1.1 ... За критерій вичерпання несучої здатності перерізу приймається:

...

– руйнування стиснутого бетону при досягненні фібровими деформаціями граничних значень ($\epsilon_{суб}$, $\epsilon_{суб3}$, див 3.1.5 та 3.1.7 ДБН В.2.6-98) або розрив усіх розтягнутих стрижнів арматури внаслідок досягнення в них граничних деформацій $\epsilon_{уд}$.

Обычно в нелинейной деформационной модели считается, что условие прочности выполнено, если деформации во всех арматурных стержнях не превышают предельного значения. В ДСТУ это заменено требованием того, что деформация хотя бы в одном растянутом стержне была меньше предельной. Это дает принципиально другой результат (причем не в запас надежности !).

II.3)

6.2.2.2.6 Критерій 6.2.2.1, для всіх інших випадків, окрім 6.2.2.2 і 6.2.2.3, наприклад, елементів зі змінною вертикальною силою і/або поперечним перерізом, повинні перевірятись за приведеною довжиною, що базується на критичній поздовжній силі (обчислений, наприклад, числовим методом):

$$l_0 = \pi \sqrt{EI / N_B} \quad (6.11)$$

де

EI - фактична згинальна жорсткість;

N_B - поздовжнє навантаження виражене через EI .

Что означают слова "поздовжнє навантаження виражене через EI " ? Что такое "вертикальная сила"?

II.4)

5.3.2.1. ... k - коефіцієнт, що враховує вплив нерівномірних само-врівноважених напружень, що спричиняють зменшення зусилля у з'єднаннях:

= 1,0 для стінок при $h \leq 300$ мм або полки при ширині менше ніж 300 мм;

= 0,65 для стінок при $h \geq 800$ мм або полки при ширині більше ніж 800 мм;

проміжні значення можуть визначатись інтерполяцією;

Это приводит к неоднозначности. Например, пусть $h = 200$ мм, а ширина полки равна 900 мм. Согласно написанному выше можно брать $k=1.0$ (так как $h \leq 300$ мм) и $k=0.65$ (так как ширина полки больше 800 мм).

II.5)

4.2.1 Відповідно до прийнятих передумов при використанні формули (3.5) ДБН 2.6-98 напружено-деформований стан довільного моносиметричного перерізу при позацентровому стиску і згині описується системою рівнянь

4.2.8 За результатами рішення систем рівнянь (3.5 - 3.6) і (3.7 - 3.8) будуються діаграми «момент – кривизна» для елементів що згинаються або «нормальна сила-деформації стиснутої грані» для позацентрово стиснутих елементів.

Означает ли это, что все вышесказанное неприменимо к растянутым и растянуто-изогнутым элементам ?

П.6)

4.2.7 Системи двох нелінійних алгебраїчних рівнянь (4.1 - 4.2) і (4.3 - 4.4) з двома невідомими розв'язуються підбором з контролем критеріїв вичерпання несучої здатності на кожному кроці розрахунків.

Означает ли это, что нельзя использовать другие методы решения ?

П.7)

4.7.2.3 Необхідна площа поперечного перерізу поздовжньої арматури при крученні ΣAsl визначається за виразом:

.....

Что это значит ? При наличии крутящего момента всегда добавлять площадь арматуры ? Если не добавлять, то что делать в том случае, когда несущая способность арматуры уже исчерпана изгибом или растяжением/сжатием ?

П.8)

4.7.2.4 Максимальний розрахунковий опір елемента на дію крутіння і зсуву обмежується несучою здатністю стиснутих бетонних умовних елементів.

Означает ли это, что несущая способность растянутого элемента, на действие крутящего момента равна нулю ?

III. Общие проблемы применимости.

III.1)

4.1.2 При розрахунках напружень і прогинів вважається, що поперечні перерізи працюють без тріщин при забезпеченні умови, що напруження розтягу в бетоні не повинні перевищувати f_{ctm} при умові, що розрахунок мінімального армування на розтяг також ґрунтується на тому ж значенні.

Как мне провести экспертизу существующей конструкции ? Как правило, мы не знаем как считалось минимальное армирование — есть только реальная конструкция и стоит задача проверить на соответствие нормам.

III.2)

5.3.2.1 Якщо за більш точними розрахунками не показано, що менша площа достатня, то мінімальну площу арматури обчислюють за нижченаведеним виразом. У профільованих перерізах, таких як «Т» - подібні і коробчасті балки, мінімальне армування необхідно визначати для окремих частин перерізу (стінки, полки)

Что делать с прямоугольным, кольцевым или круглым сечением ?

III.3) В п. 5.3.2.1 отсутствуют правила вычисления коэффициента k_c для круглых сечений.

III.4)

4.10.3 Величина F_{Rdu} повинна зменшуватись якщо навантаження нерівномірно розподілене на площі A_{c0} , або при наявності високої інтенсивності зусиль зсуву.

Поскольку не определено как " F_{Rdu} повинна зменшуватись", расчет в случае неравномерного распределения или высокой интенсивности сдвиговых усилий реализовать невозможно, не говоря уже о том, что не определено понятие высокой интенсивности.

III.5)

4.10.2

....

$$FR_{du} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{A_{c1} / A_{c0}} \leq 3,0 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0},$$

Как следует интерпретировать это неравенство ?

- Величина $F_{R_{du}}$ принимается не более, чем $3,0 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0}$
- Данная формула неприменима при $\sqrt{A_{c1} / A_{c0}} > 3,0$

IV) Опечатки

IV.1)

5.3.2.1

$h^* = h$ при $h < 1,0\text{м}$;

$h^* = 1,0\text{м}$ при $h \leq 1,0\text{м}$.

.....

Вероятно, во втором неравенстве должно быть \geq .