

Благодаря наличию распределительной плиты между 1 и 2 этажами, удаление колонн первого этажа имеет незначительное влияние на вышележащие этажи.

Выводы

1. При проектировании здания учтены ограничения, предъявляемые к объемно-планировочным и конструктивным решениям с учетом требований предъявляемые в [2].

2. Произведена проверка и получен положительный результат сопротивляемости каркаса здания прогрессирующему обрушению.

СПИСОК ИСНОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Высотные здания. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-3.02-108–2008. – М-во архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск, 2008. – 158 с.

2. Строительство в сейсмических районах: СП 14.13330.2011. – Минрегион России. – Москва, 2011.

3. Еврокод 8. Проектирование сейсмостойких конструкций: ТКП EN 1998-1–2011.

4. www.migua.ru.

УДК 624. 012. 45

Особенности определения геометрических несовершенств и необходимость учета эффектов второго порядка по ТКП EN 1992-1-1-2009*

Рымша О. А.

Научный руководитель Шилов А. Е.

Белоруссий национальный технический университет
Минск, Беларусь

Согласно приказу № 340 от 10.12.2014 Министерства Архитектуры и строительства Республики Беларусь с 1 января 2015 г. Проектирование монолитных конструкций на возведение зданий и сооружений необходимо выполнять по ТКП EN 1992 «Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций.», разработанному на основе Европейского стандарта.

Многие положения Еврокод 2 по расчету имеют свои особенности и различия по сравнению с нормами Республики Беларусь, в частности по учету геометрических несовершенств и эффектов второго порядка при расчете сжатых железобетонных элементов, которые требуют особой проработки и анализа для обеспечения и повышения надежности проектируемых зданий.

В данной работе сделана попытка анализ:

1) Влияние высоты колонны L и m – количество вертикальных конструктивных элементов на угол θ для определения геометрических несовершенств.

2) Определения критической гибкости для определения необходимости учета эффектов второго порядка.

3) Предварительному назначению армированию колонны по графикам.

Ниже последовательно приведены результаты работы.

Согласно п. 5.2 Геометрические несовершенства могут быть представлены углом наклона θ , который определяется по формуле:

$$\theta_i = \theta_o \alpha_h \alpha_m$$

где θ_o – основное базовое значение;

α_h – понижающий коэффициент для длины или высоты; определяется по формуле

$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{l}},$$

$$2/3 \leq \alpha_h \leq 1$$

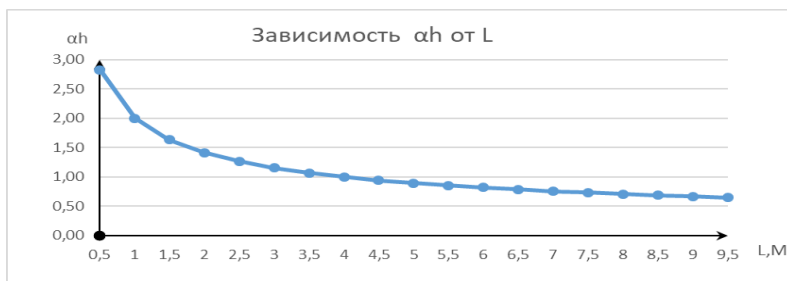
α_m – понижающий коэффициент для количества элементов m ; определяется по формуле

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \cdot \left(1 + \frac{l}{m}\right)},$$

где l – длина или высота, м;

m – количество вертикальных конструктивных элементов, вносящих вклад в общий эффект.

В данной работе мы определим промежуток значений l , при которых величина α_h не принимает критические значения. Построим график зависимости данных величин.



Из графика видно, что при значении величины l в промежутке от 4 до 9 м, значение величины α_h отличное от крайних значений.

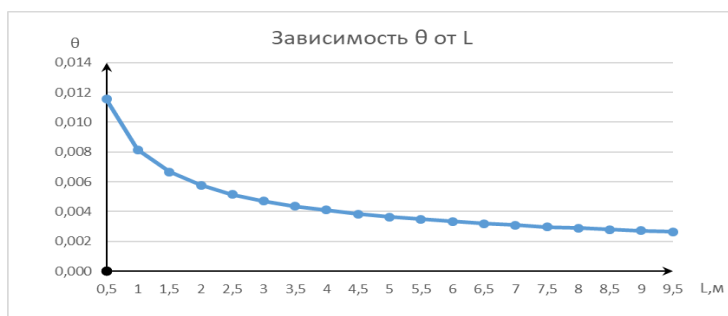
Следовательно, существует три варианта расчета α_h :

1. Если величина $l \leq 4$ м, то величину α_h принимай равной 1;

2. Если величина $4 \text{ м} < l < 9 \text{ м}$, то величина $\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{l}}$;
 $2/3 < \alpha_h < 1$

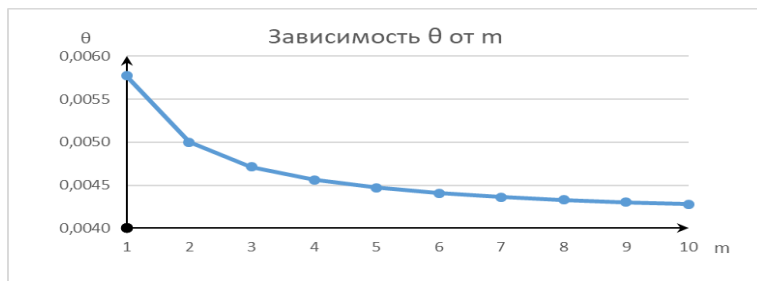
3. Если величина $l \geq 9$ м, то величину α_h принимай равной $2/3$.

Построим график зависимости данных величин θ и l . Для расчета примем что величина $m = 3$, $\theta_o = 1/200$. Для данных параметров построим график.



Из графика видно, что при увеличении величины l , угол наклона θ уменьшается.

Построим график зависимости данных величин θ и m . Для расчета примем что величина $L = 3$, $\theta_o = 1/200$. Для данных параметров построим график:



Из графика видно, что при увеличении величины m , угол наклона θ уменьшается.

В результате анализа влияния изменения L (высоты колонны) установлено, что в промежутке значения L от 4 до 9 м, величина α_n не принимает критических значений. А также выявлено, что при увеличении величин l и m , угол наклона θ уменьшается.

По п. 5.8.3.1 эффекты второго порядка могут не учитываться, если гибкость λ меньше определенного значения λ_{lim} :

$$\lambda_{lim} = \frac{20ABC}{\sqrt{n}}$$

Для расчета принимаем следующие исходные данные:

$l_0 = 7,34$ м, $f_{yd} = 435$ МПа, $f_{cd} = 20$ МПа, $A_c = 0,152$ м²,
 $h = 0,38$ м, $b = 0,4$ м, $N_{Ed} = 329,64$ кН,

$$\lambda = \frac{l_0 \cdot \sqrt{12}}{h} = \frac{7,34 \cdot \sqrt{12}}{0,38} = 66,91.$$

$$A = \frac{1}{1 + 0,2\varphi e f}, \text{ принимаем } A = 0,7;$$

где φ_{ef} – эффективный коэффициент ползучести;

$$B = \sqrt{1 + 2\omega},$$

где ω – механический коэффициент армирования;

$$\omega = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}}$$

$$C = 1,7 - r_m,$$

где r_m – отношение моментов;

$$r_m = \frac{M_{01}}{M_{02}} = \frac{24,34}{170,38} = 0,143,$$

$$C = 1,7 - r_m = 1,7 - 0,143 = 1,557.$$

$$n = \frac{N_{ED}}{A_c \cdot f_{CD}},$$

где n - относительное продольное усилие.

$$n = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{329,64 \cdot 10^{-3}}{0,4 \cdot 0,38 \cdot 20} = 0,108.$$

Величина λ_{lim} зависит от коэффициента В, который в свою очередь имеет линейную зависимость от величины A_s . Нормы не включают в себя расчетных формул по определению площади арматуры и оставляют проектировщику свободу выбора методики. Необходимо определить, существует ли такая величина продольной арматуры, при которой $\lambda > \lambda_{lim}$. Следовательно, будет необходим учет влияния эффектов второго порядка.

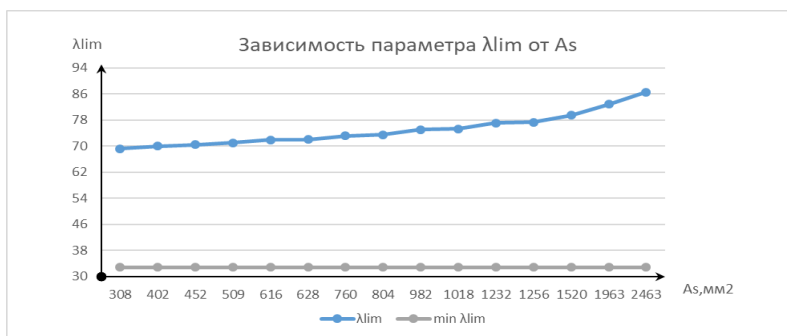
Минимальная площадь продольной арматуры, установленная нормами, равна:

$$A_{s,\min} \geq \max \begin{cases} \frac{0,1 \cdot N_{Ed}}{f_{yd}} \\ 0,002A_c \end{cases},$$

$$A_{s,\min} = 304 \text{ мм.}$$

Построим график зависимости предельной гибкости от площади продольной арматуры. При $A = 0,7$, $B = 1,1$, $C = 0,7$.

$$\min \lambda_{lim} = \frac{20ABC}{\sqrt{n}} = 32.81$$

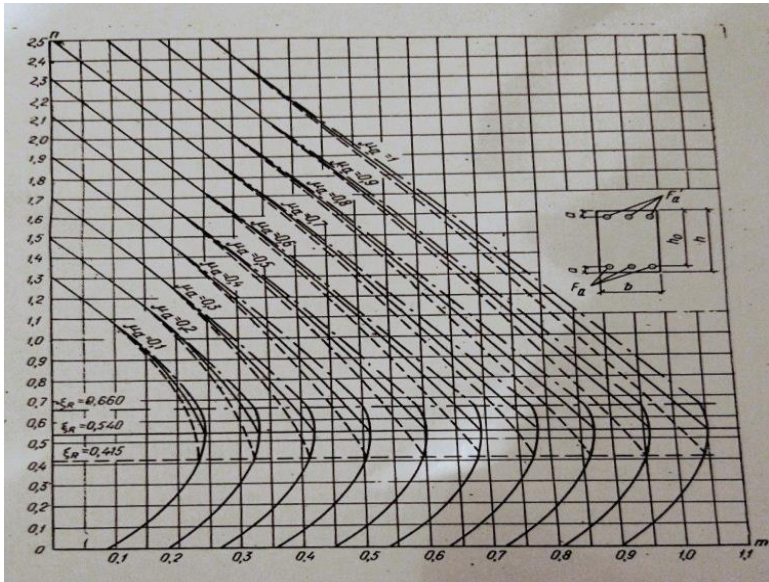


В результате анализа возможных вариантов определения и изменения параметров A , B , C – установлено, что даже при минимальной площади арматуры предельная гибкость всегда больше гибкости элемента. Поэтому учет влияния эффектов второго порядка не требуется. Однако, если принять значение коэффициентов $A = 0,7$, $B = 1,1$, $C = 0,7$, предлагаемые Еврокодом 2, $\min \lambda_{lim}$ существенно отличается от расчетного. Что вызывает вопросы и дальнейшие проработки.

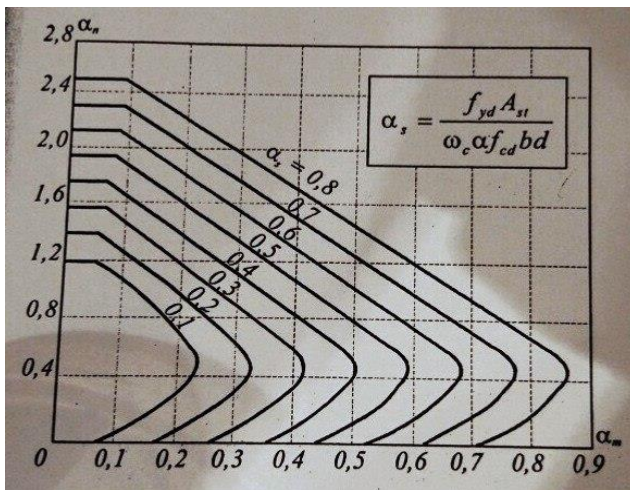
Практически на первых шагах выполнения расчета сжатых колонн необходимо предварительно задаваться их армированием. Наиболее целесообразным вариантом является использование графиков, предлагаемыми различными источниками.

В данной работе сделана упрощенная попытка определения площади арматуры внецентренно-сжатых элементов с симметричным армированием по следующим источникам.

1. А. Н. Кувалдин, Г. С. Стрельцова «Пример расчета железобетонных конструкций зданий». – Москва: Стройиздат, 1976 г.



2. Lapko, A. Projectowanie konstrukcji żelbetonowych wg Wurocodu 2 i PN-B-03264:1999. – Arkady: Warszawa, 2000 – 547 s.



Для расчета принимаем следующие исходные данные:

$$l_0 = 7,34 \text{ м}, f_{yd} = 435 \text{ МПа}, f_{cd} = 20 \text{ МПа}, A_c = 0,152 \text{ м}^2, \\ h = 0,38 \text{ м}, b = 0,4 \text{ м}, N_{Ed} = 329,64 \text{ кН},$$

$$M_{RD} = 216,57 \text{ кНм}.$$

$$\alpha_m = \frac{M_{RD}}{w_c \alpha f_{CD} b d^2} = 0,305; \alpha_n = \frac{N_{SD}}{w_c \alpha f_{CD} b d} = 0,154.$$

По графику определяем, что $\alpha_s = 0,2$;

$$\alpha_s = \frac{f_{yd} A_{st}}{w_c \alpha f_{CD} b d}.$$

$$\text{Следовательно } A_s = \frac{w_c \alpha f_{CD} b d}{f_{yd}} = 982 \text{ мм}^2$$

$$m = \frac{N \cdot e_o}{R_{HP} \cdot b \cdot h_0^2} = 0,248; n = \frac{N}{R_{HP} b h_0} = 0,125$$

По графику определяем, что $\mu_s = 0,2$.

$$\text{Следовательно } F_A = \frac{R_{np} b h_0}{R_a} = 1213,792 \text{ мм}^2$$

В результате анализа использования вышеперечисленных графических зависимостей установлено, что существует разница между площадью арматуры. Нормы не включают в себя расчетные формулы по определению площади арматуры и оставляют проектировщику свободу выбора методики. Следовательно, не существует единого подхода.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций: ТКП ЕН 1992-1-1-2009*ю
2. А. Н. Кувалдин, Г.С. Стрельцова Пример расчета железобетонных конструкций зданий. – Москва: Стройиздат, 1976.
3. Lapko, A. Projectowanie konstruk zelbetowych wg Wurocodu 2 i PN-B-03264:1999. – Arkady: Warszawa, 20000 – 547 s.