

**Определение опытного и теоретического значений
коэффициента влияния продольного изгиба при испытании
внецентренно сжатого элемента**

Процко Д.Ю., Липлянская В.В.

Научные руководители – Шилов А.Е., Даниленко И.В.

Белорусский национальный технический университет

При проведении лабораторных работ по железобетонным конструкциям студенты специальности «Промышленное и гражданское строительство» испытывают внецентренно сжатую железобетонную колонну с разрушением по случаю больших эксцентриситетов (вторая область деформирования).

В ходе проведения испытаний колонны определяется опытным путем прочность бетона на сжатие, прогиб колонны при максимальной нагрузке, фактическую величину защитного слоя бетона, диаметр продольной арматуры, размеры сечения и длину колонны, эксцентриситет приложения нагрузки e_0 . С помощью двух индикаторов часового типа определяют линейные деформации растяжения и сжатия на гранях колонны в плоскости действия момента и с помощью прогибомера измеряем максимальный прогиб колонны. Схема испытания колонны и размещение приборов приведены на рис. 1.

В ходе испытаний колонны сечением $b \times h = 133 \times 160$ мм и геометрической длиной $L = 1000$ мм ($L_0 = 1030$ мм) получены следующие данные:

- максимальная продольная сила $F = N_{Ed} = 102$ кН;
- эксцентриситет приложения нагрузки $e_0 = 65$ мм;
- прогиб колонны при нагрузке $F = 102$ кН составил $a = 3,71$ мм;
- при раскрытии трещин в растянутой определили величину защитного слоя бетона $c_{nom} = 20$ мм; диаметр продольной арматуры 6 мм.

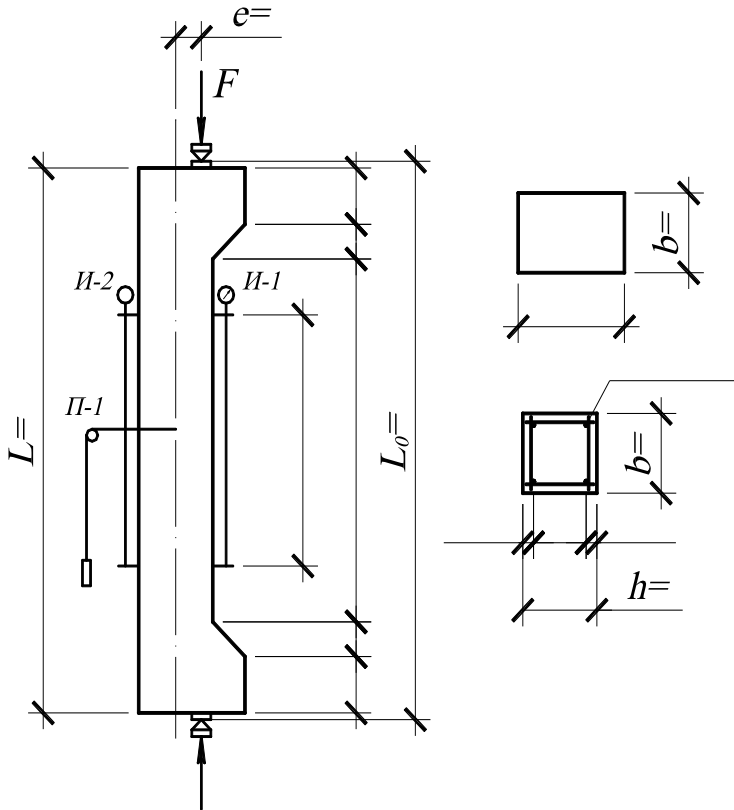


Рис. 1 - Схема испытания колонны и размещение приборов

При расчете внецентренно сжатых элементов учитывают прогиб (продольный изгиб) конструкции, который приводит к увеличению эксцентриситета приложения продольной силы. При этом возрастает изгибающий момент в колонне, что необходимо учитывать в расчетах. Для определения полного эксцентриситета с учетом прогиба конструкции вводят коэффициент η_a , учитывающий влияние продольного изгиба на несущую способность внецентренно сжатого элемента.

Используя результаты испытаний рассчитывают и сопоставляют теоретическое значение коэффициента η_a и значение, полученное опытным путем.

1. Опытное значение:

$$\eta_a^{оп} = \frac{a + e_0}{e_0} = \frac{3,71 + 65}{65} = 1,057$$

2. Теоретическое значение:

Расчет выполнен по п. 8.1.6 СП 5.03.01-2020 «Бетонные и железобетонные конструкции»

$$\eta_a^r = \frac{1}{1 - N_{Ed}/N_{crit}}$$

$$N_{crit} = \frac{\pi^2 \cdot B_{nom}}{l_0^2}$$

B_{nom} – номинальная жесткость элемента.

$$B_{nom} = k_c \cdot E_{cd} \cdot I_c + k_s \cdot E_s \cdot I_s$$

k_c – коэффициент, учитывающий наличие трещин и влияние ползучести, (условный коэффициент $k_c = 0,1$);

k_s – коэффициент, учитывающий влияние арматуры, $k_s = 1$;

E_{cd} – расчетное значение модуля упругости бетона, определяется по формуле: $E_{cd} = \frac{E_{cm}}{1,2} = \frac{37000}{1,2} = 30833,3$ МПа

E_s – расчетное значение модуля упругости арматуры $E_s = 2 \cdot 10^5$ МПа;

I_c – момент инерции бетонного сечения;

I_s – момент инерции арматуры относительно центра тяжести поперечного сечения бетона.

$$I_c = \frac{bh^3}{12} = \frac{133 \cdot 160^3}{12} = 45,4 \cdot 10^6 \text{ мм}^4$$

$$I_s = 2 \frac{\pi d^4}{64} \cdot \left(\frac{h}{2} - c\right)^2 = 2 \frac{3,14 \cdot 6^4}{64} \cdot \left(\frac{160}{2} - 23\right)^2 = 0,41 \cdot 10^6 \text{ мм}^4$$

$$c = c_{nom} + \frac{\varnothing}{2} = 20 + \frac{6}{2} = 23 \text{ мм}$$

$$B_{nom} = 0,1 \cdot 30,8 \cdot 10^3 \cdot 45,4 \cdot 10^6 + 1 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,41 \cdot 10^6$$

$$= 222 \cdot 10^9$$

$$N_{crit} = \frac{3,14^2 \cdot 222 \cdot 10^9}{1030^2} = 2,06 \cdot 10^6 H = 2060 \text{ кН}$$

$$\eta_a^T = \frac{1}{1 - 102/2060} = 1,053$$

Разница между опытным и теоретическим значениями составляет 0,38%, что позволяет сделать вывод о приемлемой сопоставимости опытных результатов с результатами расчета.