

## Степень реализации диаграммы деформирования бетона во внецентренно сжатых стойках

В.А. Мурадян

Была поставлена задача на основании опытных данных о сопротивлении железобетонных колонн внецентренному сжатию получить аналитическую зависимость предельной сжимаемости бетона от варьируемых факторов: относительного эксцентриситета внешней силы  $e_o/h$  и процента армирования  $\mu$ . К анализу кроме опытных данных автора были привлечены и данные РГСУ [1, 9].

Эта задача была разбита на две подзадачи:

– нахождение функциональной зависимости  $\varepsilon_{bu}$  от относительного эксцентриситета приложения внешней силы  $e_o/h$ ;

– нахождение функциональной зависимости  $\varepsilon_{bu}$  от  $e_o/h$  и от процента армирования  $\mu$

На первом этапе необходимо было определить структуру эмпирических формул, заданных в следующем виде:

$$\varepsilon_{bu} = f(e_o/h, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k) \quad (1)$$

$$\beta_i = g_i(\mu, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k), \quad i=0, 1, 2, \dots, k \quad (2)$$

$$\alpha_i = h_i(\bar{R}, \gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_k), \quad i=0, 1, 2, \dots, k \quad (3)$$

где  $\alpha_i$ ,  $\beta_i$  и  $\gamma_i$  – параметры получаемых формул.

Подставляя последовательно выражение (3) в (2) в (1) получаем искомую функциональную зависимость:

$$\varepsilon_{bu} = F(e_o/h, \mu, \bar{R}, \gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_k) \quad (4)$$

Практическое осуществление вышесказанного осуществлялось следующим образом. Рассмотрим формулу (1). Так как экспериментальные зависимости  $\varepsilon_{bu}$  от  $e_o/h$  имеют некоторый разброс, то система уравнений:



экспериментальным данным. Параметры этой формулы  $a$ ,  $b$ ,  $c$  найдены решением системы(8).

Для полученных параметров формулы (9)  $a$ ,  $b$ ,  $c$  найдены аналогичным образом следующие функциональные зависимости от процента армирования  $\mu$ :

$$\begin{cases} a = \alpha_1 + \alpha_2 \sqrt{\mu} \\ b = \alpha_3 + \frac{\mu}{\alpha_4 \mu + \alpha_5} \\ c = \alpha_6 + \frac{\mu}{\alpha_7 \mu + \alpha_8} \end{cases} \quad (10)$$

Подставив эти выражения параметров в формулу (7), получим функциональную зависимость  $\varepsilon_{bu}$  бетона от эксцентриситета приложения внешней силы  $e_o/h$  и процента армирования  $\mu$ , в виде

$$\varepsilon_{bu} \cdot 10^3 = \alpha_1 + \alpha_2 \sqrt{\mu} - \frac{\alpha_3 + \frac{\mu}{\alpha_4 \mu + \alpha_5}}{e_o/h + \alpha_6 + \frac{\mu}{\alpha_7 \mu + \alpha_8}} \quad (11)$$

Зависимость (11) получена для образцов с прочностью бетона  $\bar{R} = 25-30$  МПа, т.е. параметры  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_8$  в (10) вычислены для определенной прочности бетона (табл. 1).

По табл. 1 можно находить значения коэффициентов  $\alpha_i$  для дальнейшего определения  $\varepsilon_{bu}$ .

Таблица 1

Значение параметров  $\alpha_i$  формулы (11) для прочности бетона 25-30 МПа

П а р а м е т р ы							
$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$
3,375	0,564	0,069	1,758	7,946	0,092	0,178	1,679

Формула (11) справедлива для ненапряженных в нецентренно сжатых элементов из тяжелого бетона при  $\bar{R} = 25-30$  МПа. С математической точки зрения при  $\mu=0$  или  $e_o/h=0$  происходит деление

на ноль, что приводит к неопределенности. Поэтому в этих случаях, т.е. когда  $\mu=0$  или  $e_o/h=0$  будем считать значения последних бесконечно малыми величинами.

Отклонения опытных данных  $\varepsilon_{bu}$  от вычисленных по предлагаемым формулам (11) невелики, они не превышают 4,2%.

### Литература:

1. Бойцов В.Н., Маилян Д.Р. Рекомендации по расчету внецентренно сжатых предварительно напряженных железобетонных элементов геометрической гибкостью 10-60 из тяжелого бетона и высокопрочной арматуры. - Ростов-на-Дону: Ростовский ПромстройНИИпроект, 1984.-22с.
2. Гуца Ю.П. Об учете неупругих деформаций бетона и арматуры в расчете железобетонных конструкций по первой и второй группам предельных состояний// Совершенствование конструктивных форм, методов расчета и проектирования железобетонных конструкций. Сборник научных трудов. –М.: НИИИЖБ, 1983.- С.11-18.
3. Дмитриев А.В. Динамический расчет изгибаемых железобетонных элементов при действии изгибающих моментов и продольных сил// Бетон и железобетон. – 1996. - №5. – с.16-19.
4. Мурадян В.А., Маилян Д.Р. К методике расчета железобетонных внецентренно сжатых колонн // «Инженерный вестник Дона», 2012, №4. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1333> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.
5. Карпенко Н.И., Мухамедиев Т.А. К расчету прочности нормальных сечений изгибаемых элементов // Бетон и железобетон. – 1983. - №4. – С.11.

6. Лемыш Л.Л. Провести исследование несущей способности элементов типовых каркасных промзданий с более полным учетом особенностей работы бетона и разработать рекомендации по их расчету. Отчет ЦНИИ-промзданий. –М.,1982. – С.47-49.
7. Маилян Д.Р., Несветаев Г.В. Зависимость относительной несущей способности колонн от относительного эксцентриситета// «Инженерный вестник Дона». - 2012. – №4-2. -183с. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1334> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.
8. Mkrtchyan A., Akcenov V., Mailyan. Experimental study of the structural properties of high-strength concrete // 5th International Scientific Conference “European Applied Sciences: modern approaches in scientific researches”:Papers of the 5th International Scientific Conference. August 26–27. - Stuttgart, Germany. – 2013. - 164 p.
9. Маилян Д.Р. Расчет преднапряженных гибких железобетонных колонн по деформированной схеме// Вопросы прочности, деформативности и трещиностойкости железобетона, вып. 8. – Ростов-на-Дону,1980. – С.32-35.
10. Mkrtchyan A., Akcenov V., Mailyan. Experimental study of reinforced concrete columns of high-strength concrete // “Applied Sciences and technologies in the United States and Europe: common challenges and scientific findings”: Papers of the 2nd International Scientific Conference (September 9–10, 2013). Cibunet Publishing. - New York, USA. - 2013. - 242 p.