



УДК 624.07.012.45

С.В. Прохоров – кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КазГАСУ)

ОПТИМИЗАЦИЯ АРМАТУРЫ СИЛЬНО НАГРУЖЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН СО СЛУЧАЙНЫМИ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТАМИ

АННОТАЦИЯ

Работа посвящена сравнительно мало распространенному виду железобетонных конструкций, воспринимающих большие продольные усилия. Сюда относятся, например, колонны нижних этажей зданий, имеющих этажность 20 и более этажей. В таких колоннах используются продольные стержни из высокопрочных сталей А-IV и выше. Чтобы повысить прочность сжатого бетона, кроме продольных стержней, вводится косвенная арматура в виде часто расположенных сеток или спиралей, создающих эффект обоймы. Параметры косвенного армирования в данной работе выбираются из условия, когда продольные стержни могут достигать величины приведенного сопротивления сжатию, равному численно расчетному сопротивлению рассчитываемого напряжения.

S.V. Prokhorov – candidate of technical sciences, associate professor

Kazan State University of Architecture and Engineering (KSUAE)

OPTIMIZATION OF ARMATURE POWERFULLY LOADED PILLARS WITH CASUAL ECCENTRICITY

ABSTRACT

The research is dedicated to relatively not well-spread type of ferro-concrete constructions, perceiving the great longitudinal efforts. Here pertain, for instance, pillars of the ground floors in the buildings with more than 20 floors. Longitudinal pivots in such pillars are made of high-durable steel (A-IV and above). To raise toughness of the compressed concrete except longitudinal pivots the indirect armature consisting of nets or spirals of high density is included. The last ones similar to the cartridge clip. Indirect armored parameters are chosen in relation to condition, when longitudinal pivots can reach the resistance compression values, equal to numerically accounted resistance of calculating voltage.

Колонны такого типа при величине продольной сжимающей силы от расчетной нагрузки свыше 3000 кН целесообразно снабжать смешанной арматурой, состоящей из двух компонентов: 1) продольных стержней из высокопрочной стали (класс не ниже А-IV) и 2) косвенной арматуры в виде часто расположенных сварных сеток или спиралей, создающих эффект обоймы, т.е. обеспечивающих работу бетона в условиях трехосного сжатия.

В данной статье рассматриваются элементы с косвенной арматурой в виде сварных сеток. Сечение колонны принято квадратным, а её гибкость весьма

малой (не более $\frac{l_0}{i} \leq 20$), где l_0 – расчетная длина элемента, i – радиус инерции её поперечного сечения.

Для расчета по несущей способности может быть использовано следующее выражение

$$Nj^* = R_{b,red} A_{ef} + R_{sc,red} A_{s,tot} \quad (1)$$

Здесь $R_{b,red}$ и $R_{sc,red}$ – приведенные величины расчетных сопротивлений сжатию бетона и сжатой арматуры, A_{ef} – площадь ядра сечения, заключенного внутри контура сеток, $A_{s,tot}$ – суммарная площадь сечений продольных стержней, $j \approx 1$ – коэффициент продольного изгиба колонны, который можно принять равным единице.

Равенства для вычисления $R_{b,red}$ и $R_{sc,red}$ при армировании колонн с одинаковыми параметрами стержней двух направлений могут быть представлены в следующем виде:

$$R_{b,red} = R_b + j m_{net} R_{sc,net}, \quad (2)$$

$$R_{sc,red} = R_{sc} \frac{1 + d(x^2 - 1)}{1 + d(x - 1)} \leq R_s, \quad (3)$$



$$d = \frac{8,5E_s y q}{R_s 10^3}, \quad (4)$$

$$x = \frac{R_s}{R_{sc}}, \quad (5)$$

$$j = \frac{1}{0,23 + y}, \quad (6)$$

$$y = \frac{m_{net} R_{s,tot}}{R_b + 10}, \quad (7)$$

$$m_{net} = 2 \frac{n_{net} A_{s,net}}{A_{ef} S}, \quad (8)$$

Размерность $R_{s,net}$, R_b - в МПа, j - коэффициент эффективности косвенного армирования, m_{net} - объемный коэффициент косвенного армирования (при квадратных ячейках сеток), S - расстояние между сетками по длине колонны.

Значение параметра q вычисляются по формуле:

$$q = \left[0,8 + h \frac{A_{s,tot}}{A_{ef}} \left(1 - \frac{R_s}{100} \right) \right] \leq 1,6, \quad (9)$$

где $h = 25$ для арматуры класса А-IV и выше.

Обращаясь к равенству (2), примем $R_{sc,red} = R_s$ с целью наиболее полного использования прочностных возможностей высокопрочной стали. При этом условии равенство (4) дает $d = 1$, что позволяет найти величину j , а затем соответствующее значение m_{net}

$$m_{net} = \frac{(R_b + 10)}{R_{s,net}} y. \quad (10)$$

Принимая различные значения параметров стержней сварных сеток, формируем массив величин S . Теперь строим алгоритм оптимизации смешанной арматуры колонн.

Объем продольных стержней на длине S составит

$$V_s = A_{s,tot} S \quad (11)$$

Объем стержней одной сетки на том же участке

$$V_{net} = m_{net} A_{ef} S \quad (12)$$

Стоимость на условную единицу объема колонн

$$C = C_s V_s + C_{net} V_{net}, \quad (13)$$

где C_s и C_{net} - условные удельные стоимости арматуры.

При варьировании величины q в пределах от 1,0 до 1,6 можно получить массив $\bar{m} = (m_{net})$ и соответственно массив $m^*(A_{s,tot})$, полученный из выражения

$$A_{s,tot} = \frac{N - R_{b,red} A_{ef}}{R_s}. \quad (14)$$

Примечание. Программа для выполнения расчета по заданному алгоритму может принять «телескопический» вид. При отсутствии сетчатой арматуры следует принять $R_{s,net} = 0$.

Литература

1. СНиП 2.03-81* Бетонные и железобетонные конструкции. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1987. - 85 с.