

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЦЕНТРА ИЗГИБА В НЕОДНОРОДНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Касьянова И.Б. (Одесса)

Исследовано изменение центра изгиба в изгибаемых элементах строительных конструкций при жестком воздействии окружающей среды, вызывающей неоднородность материала.

В строительных изгибаемых конструкциях, обладающих неоднородностью, возникает задача определения центра изгиба [1]. Будем учитывать конструктивную и наследственную неоднородность [2]. Если зоны неоднородности не нарушают симметрии сечения, то центр изгиба не будет смещаться относительно центра тяжести. Рассмотрим призматический изгибаемый однородный изотропный стержень прямоугольного сечения, у которого появляется зоны наследственной неоднородности со стороны нижней и верхней граней. Координата центра изгиба определяется следующим образом

$$y_c = \frac{h^2 + h_1^2(\alpha_1 - 1) + h_2(\alpha_2 - 1)(2h - h_2)}{2(h + h_1(\alpha_1 - 1) + h_2(\alpha_2 - 1))}, \quad (1)$$

где $\alpha_1 = E_{1b}/E_e$, $\alpha_2 = E_{2b}/E_e$.

h – высота сечения,

h_1 и h_2 – глубина проникновения фронтов воздействия соответственно в верхней и нижней грани.

Если $\alpha_2=1$, то есть воздействие только с одной стороны (рис. 1)

$$y_c = \frac{1}{2} (h + h_1 \sqrt{1 - \alpha_1}) \quad (2)$$

Наибольшее смещение нейтральной оси следует ожидать при разном характере воздействий (агрессивное и благоприятное), например, когда $\alpha_1 > 1$, $\alpha_2 < 1$

Если фронты 1 и 2 проникают на $h_1 = h/2$ и $h_2 = h/2$ соответственно,

$$y_c = \frac{h}{4} \cdot \frac{\alpha_1 + 3\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} \quad (3)$$

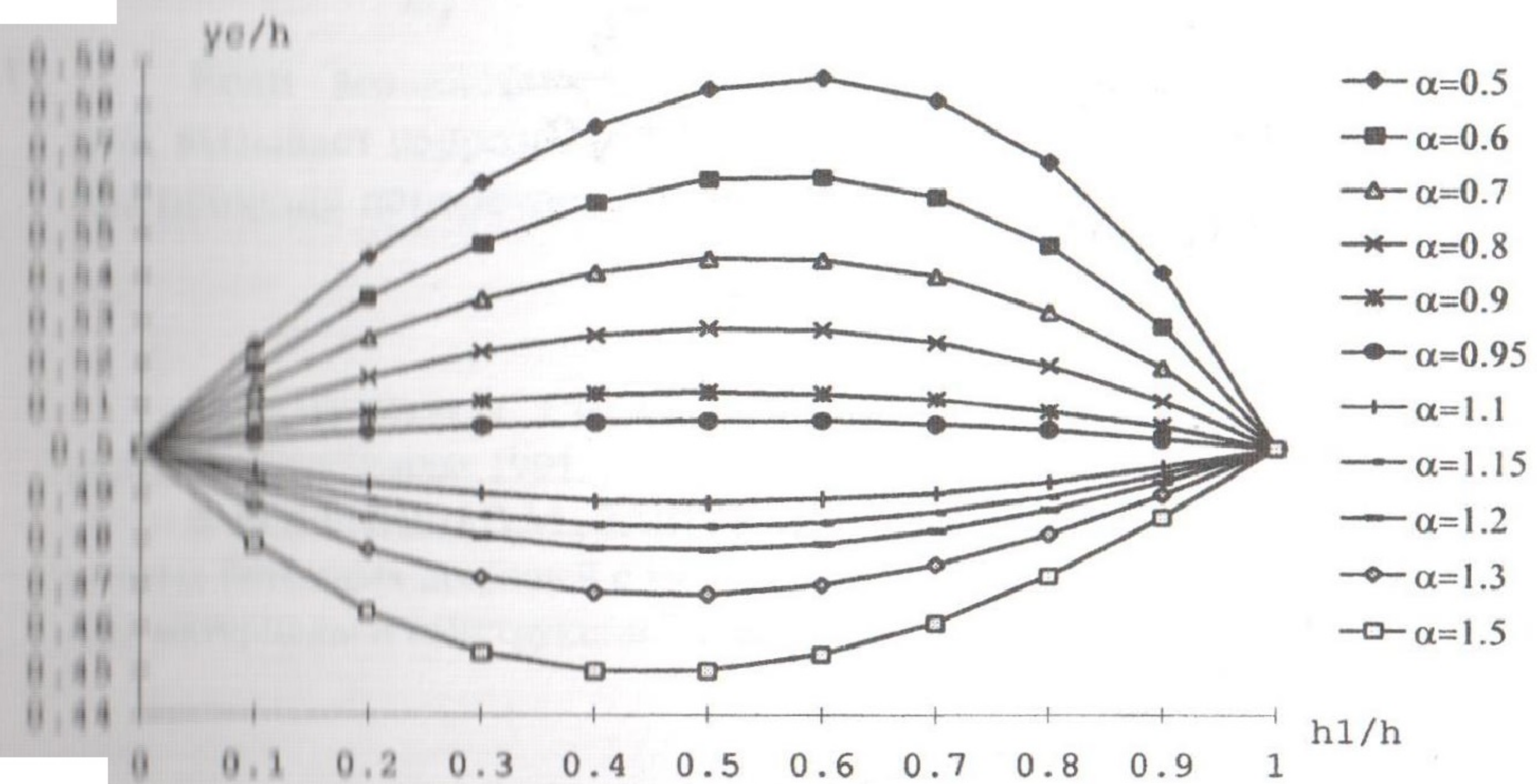


Рис. 1 - График зависимости координаты центра изгиба y_c от глубины проникновения h_1 воздействия внешней среды.

При каком значении h_1 y_c достигнет максимума в случае (3). Это можно определить при условии

$$dy_c/dh_1 = 0, \quad (4)$$

откуда получим квадратное уравнение

$$h_1^2 + 2 \frac{hh_1}{\alpha_1 - 1} - \frac{h^2}{\alpha_1 - 1} = 0. \quad (5)$$

Решение (5) имеет два корня. Из физического смысла (рис.2)

$$h_1 = h / (1 + \sqrt{\alpha_1}). \quad (6)$$

Интересно выяснить при каком значении h_1 будет выполняться условие $h_1 = y_c$. Для этого правую часть (2) приравняем к h_1 . При этом получается уравнение (5), решение которого (6). Продвижение фронта воздействия сопровождается миграцией нейтральной оси. Анализ (2) даёт следующее

$$h_1 = 0, y_c = h/2;$$

$$h_1 = h/2, y_c = \frac{h}{4} \cdot \frac{3 + \alpha_1}{\alpha_1 + 1};$$

$$h_1 = \frac{h}{1 + \sqrt{\alpha_1}}, y_c = h_1 = y_c^{\max} = \frac{h}{1 + \sqrt{\alpha_1}}; \quad (7)$$

$$h_1 = h, y_c = h/2.$$

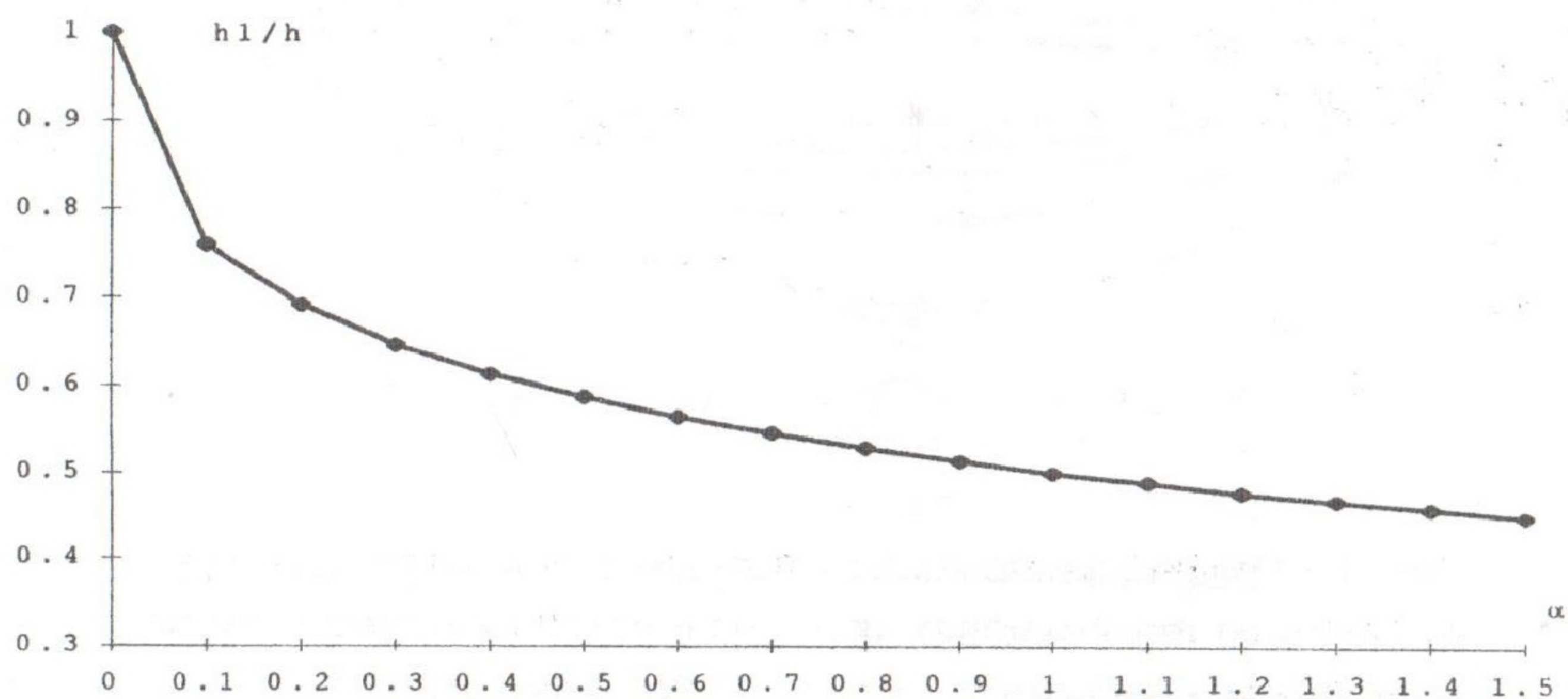


Рис. 2 - График зависимости глубины проникновения фронта воздействия h_1 от характера воздействия.

Первый случай соответствует отсутствию воздействия. Четвёртый

-когда воздействие прошло через всё сечение и материал балки снова стал однородным и нейтральная ось возвращается в исходное положение. А максимальное удаление нейтральной оси произойдет в том случае, когда глубина фронта воздействия h_1 достигнет величины, определяемой по (6), и в этом случае она совпадет с расстоянием до нейтральной оси y_c .

Рассмотрим железобетонные элементы прямоугольного профиля с одиночным и двойным расположением арматуры. Положение нейтральной оси определяется следующим образом

$$y_c = \frac{h + \frac{h_1^2}{h}(\alpha_1 - 1) + h_2 \left(2 - \frac{h_2}{h}\right)(\alpha_2 - 1) + \alpha_s(\mu'_s a'_s + \mu_s(2h - a_s))}{2 \left[1 + \frac{h_1}{h}(\alpha_1 - 1) + \frac{h_2}{h}(\alpha_2 - 1) + \alpha_s(\mu'_s + \mu_s)\right]} \quad (8)$$

$$\text{где } \alpha_1 = \frac{E_1}{E_e}; \alpha_2 = \frac{E_2}{E_e}; \alpha_s = \frac{E_s}{E_e}; \mu'_s = \frac{A'_s}{hb}; \mu_s = \frac{A_s}{hb}$$

Если воздействие среды оказывает влияние на арматуру, например, вызывает коррозию арматуры, то необходимо учитывать уменьшение площади поперечного сечения арматуры во времени.

Литература

1. БАЙКОВ В.Н., СИГАЛОВ Э.Е. Железобетонные конструкции. Общий курс.-М.: Стройиздат, 1991.
2. КОБРИНЕЦ В.М., ЗАВОЛОКА Ю.В., АЛИ АДЕЛЬ. Расчёт центрально сжатых бетонных стержней с учётом воздействия внешней среды. "Строительные материалы и конструкции."-Киев, 1991, вып.4.-36с.