

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ УСАДКИ КЕРАМЗИТОБЕТОНА

*Костюк А.И., Прокопова Ю.И. (Одесса)*

Приведены зависимости, которые позволяют прогнозировать усадочные деформации уже на стадии проектирования составов, а также могут быть использованы для нормирования промежуточных величин деформаций усадки керамзитобетона на карбонатном песке.

Развитие во времени процесса усадки керамзитобетона на карбонатном песке достаточно достоверно может быть аппроксимировано зависимостью [1, 2];

$$\varepsilon_{sc}(t, t_w) = \varepsilon_{sc}(\infty, t_w) \left[ 1 - e^{-\alpha_s(t-t_w)} \right] \quad (1)$$

где  $\alpha_s$  – параметр скорости нарастания усадки во времени.

Математико-статистическая обработка экспериментальных значений  $\varepsilon_{sc}(t, t_w)$ , позволила для каждого состава бетона установить значение параметра  $\alpha_s$  и его связь с исследуемыми факторами в виде полинома второй степени

$$\begin{aligned} \alpha_s = & 0,0123 - 0,031x_1 + 0,0043x_2 - \\ & - 0,0031x_1x_2 + 0,0002x_1^2 + 0,0006x_2^2 \end{aligned} \quad (2)$$

где  $x_1$  – расход цемента Ц,

$x_2$  – агрегатно-структурный фактор г.

Уравнение адекватно по F – критерию Фишера ( $F_{ад.} < F_{табл.}$ ) и имеет информационную ценность ( $F_{инф.} > F_{табл.}$ ).

Анализ этого уравнения и графиков на рис. 1 позволяет сделать следующие выводы: скорость нарастания деформаций усадки во времени зависит от обоих факторов, причем фактор  $x_2$  оказывает в 1,5 раз большее влияние, чем фактор  $x_1$ ; между параметром  $\alpha_s$  и рассматриваемыми факторами существует линейная зависимость при условии, когда один из них принимает фиксированные значения; уменьшение расхода цемента и увеличение содержания карбонатного песка в смеси заполнителей приводят к увеличению скорости нарастания деформаций усадки во времени.

Корреляционный и регрессионный анализы позволили установить наличие и вид зависимости между параметром скорости нарастания усад-

ки во времени  $\alpha_s$  и обобщенным фактором состава  $(B/C) + r$ :

$$\alpha_s = 0,0101 [(B/C) + r]. \quad (3)$$

Математико-статистические расчеты и статистические характеристики уравнения регрессии (3) приведены в табл. 1.

Таблица 1

Статистические характеристики уравнений регрессии  $\varepsilon_{sc}(t, 1)$  и  $\alpha_s$

№№ уравнений	Средние значения		Дисперсия		Коэффициенты корреляции		Мера индивидуального рассеяния $\delta_{\varepsilon_s}$	Критические значения выборочного коэффициента корреляции $ \gamma _{1-\alpha/2}$
	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$S_x^2$	$S_y^2$	$\gamma_{xy}$	$\rho_{xy}$ при $\alpha = 0,05$		
3	1,449	0,0127	0,173	0,0000221	0,91	$\neq 0$	0,002	0,602
4	1,449	138	0,173	4933	0,83	$\neq 0$	41,3	0,602

Графическая интерпретация зависимости параметра скорости нарастания усадки во времени  $\alpha_s$  от обобщенного фактора состава  $(B/C) + r$  в границах 95% доверительных интервалов представлена на рис. 2.

Последовательное применение дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов результатов экспериментальных исследований позволило установить структуру зависимости между  $\varepsilon_{sc}(\infty, 1)$  и факторами состава B, C, r, определить коэффициенты при членах регрессии и необходимые статические характеристики:

$$\varepsilon_{sc}(\infty, 1) \cdot 10^5 = 145,1 [(B/C) + r] - 72,8 \quad (4)$$

С учетом полученных уравнений (3) и (4) зависимость (1) можно представить в следующем виде

$$\varepsilon_{sc}(t, 1) = [145,1 (B/C + r) - 72,8] [1 - e^{-0,0101(B/C+r)(t-1)}] \quad (5)$$

Зависимость (5) удобна тем, что уже на стадии проектирования составов позволяет прогнозировать усадочные деформации керамзитобетона на карбонатном песке в любой момент времени  $t > 1$  сут. Эта зависимость может быть использована для нормирования промежуточных величин деформаций усадки керамзитобетона на карбонатном песке [3].

Зависимость коэффициента  $\alpha_s$  от расхода цемента и значений агрегатно-структурного фактора

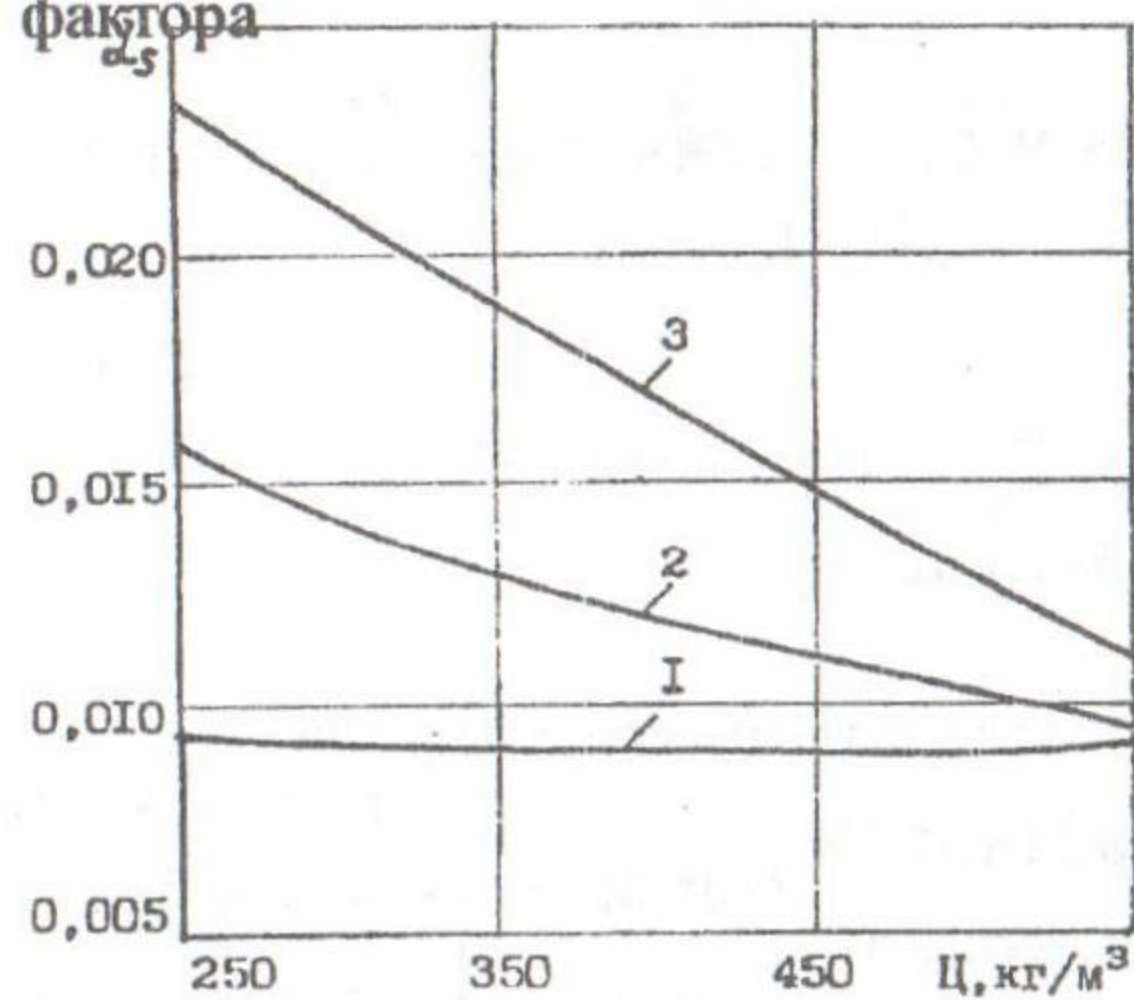


Рис. 1. 1; 2; 3; — при  $r = 0,25; 0,625; 1$

Зависимость коэффициента  $\alpha_s$  от обобщенного фактора состава

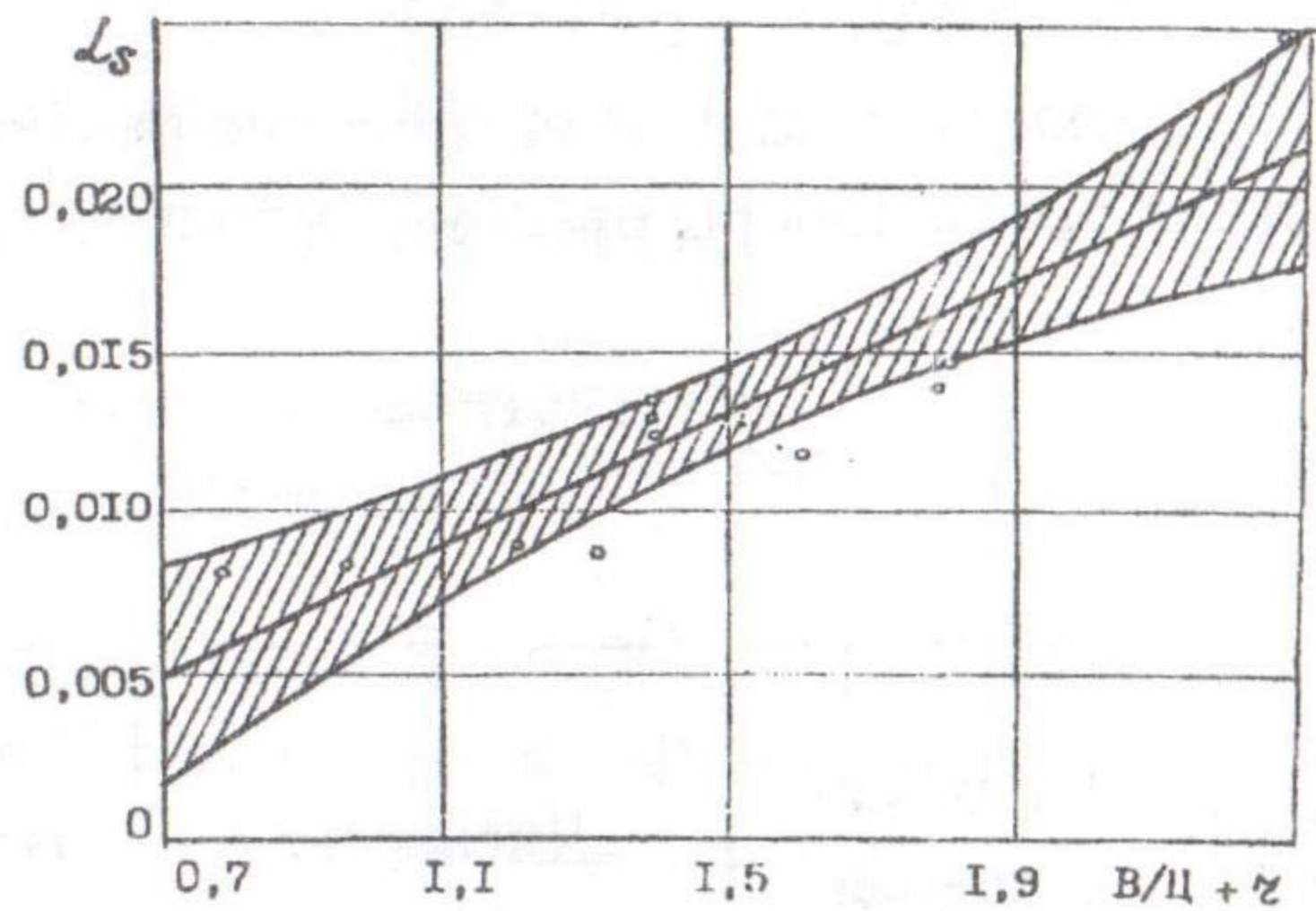


Рис. 2

Изменение во времени относительных деформаций усадки керамзитобетона на карбонатном песке

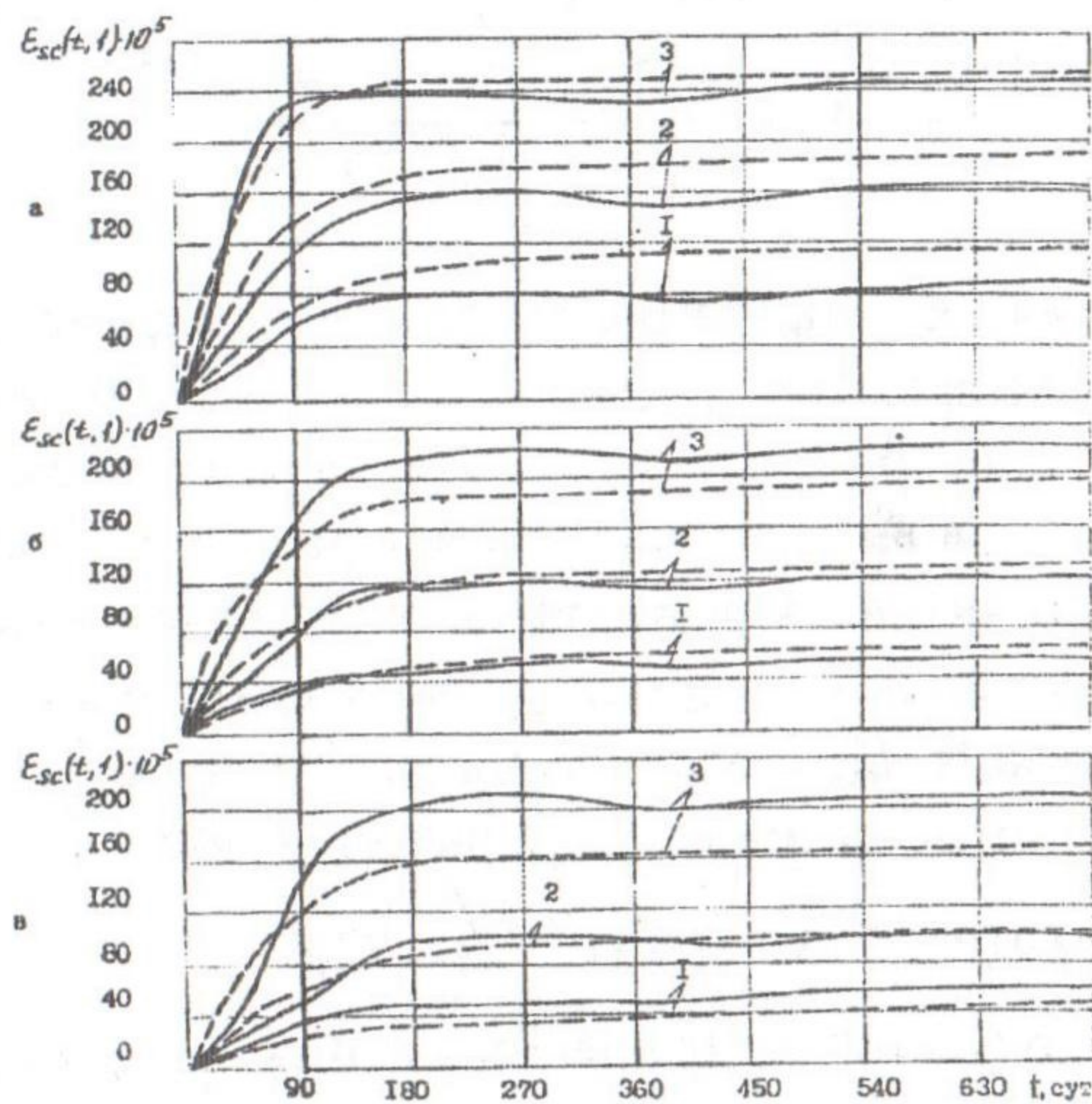


Рис. 3. а; б; в — расход цемента соответственно  $C = 250; 400; 550$  кг/см<sup>3</sup>  
 1; 2; 3 — агрегатно-структурный фактор соответственно  $r = 0,25; 0,625; 1$   
 ————— экспериментальные ———— по формуле 4.

На рис. 3 изображены экспериментальные и теоретические, построенные по формуле (4), кривые роста деформаций усадки во времени.

Их сопоставление показывает, что теоретические кривые с достаточной степенью точности аппроксимируют экспериментальные значения

$$\epsilon_{sc}(t, t_w).$$

### Выводы

1. Деформации усадки статически значимо зависят от рецептурных факторов и времени наблюдения.

2. Для прогнозирования деформаций усадки керамзитобетона на карбонатном песке при известных характеристиках состава бетона рекомендуется использовать зависимость (4). Предложенная зависимость с достаточной степенью точности аппроксимирует экспериментальные значения деформаций усадки.

### Литература

1. Мешкаускас Ю.И. Конструктивный керамзитобетон. – М.: Стройиздат, 1977. – 88 с.

2. Рекомендации по проектированию конструкций из керамзитобетона на карбонатном песке: НИЛЭП ОИСИ. – М., Стройиздат, 1990. – 88 с.

3. Столевич А.С., Костюк А.И., Светличная Е.В. Керамзитобетон на карбонатном песке в конструкциях жилых и общественных зданий / Обзорная информация: Сер. конструкции жилых и общественных зданий. Технология индустриального домостроения, вып. I. – М.: ВНИИТАГ Госкомархитектуры, 1990. – С. 56.