

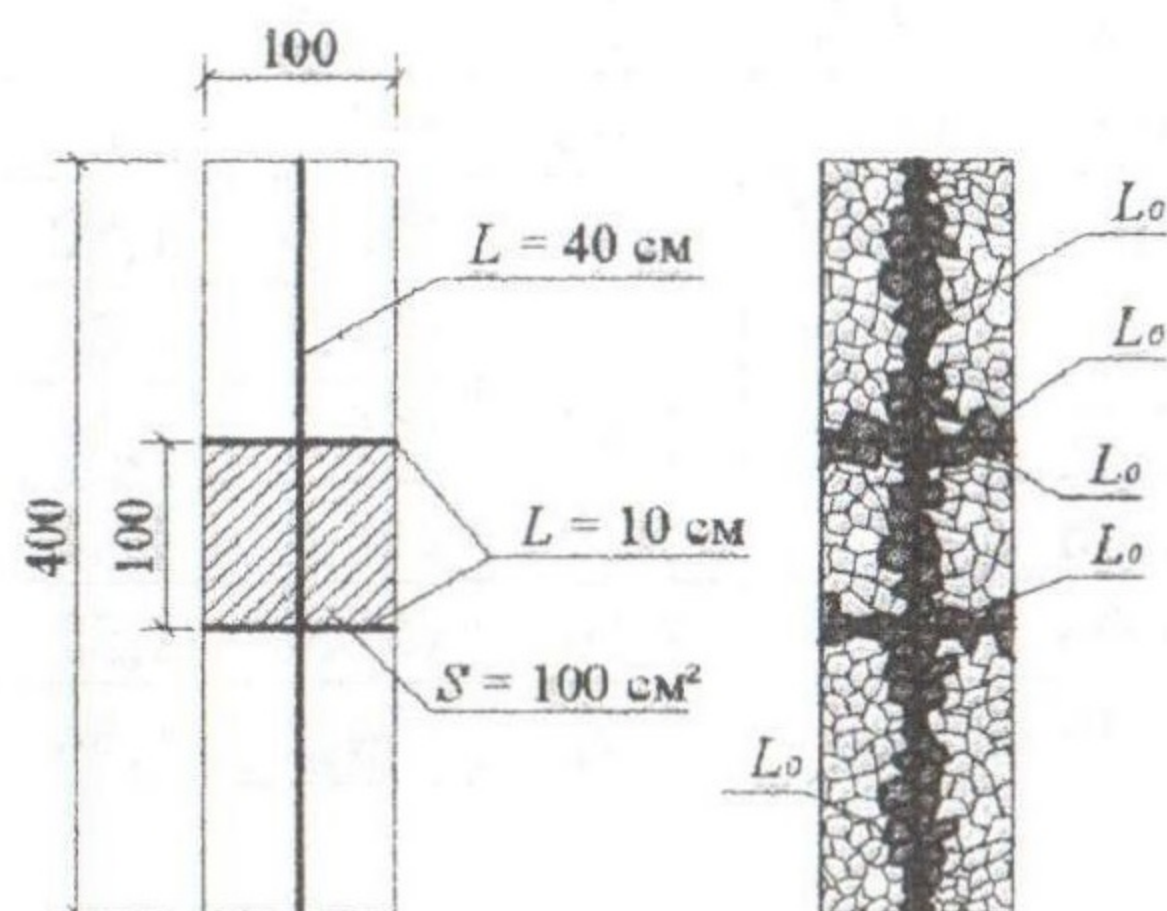
РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НАЧАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОВРЕЖДЕННОСТИ БЕТОНА ПРИЗМ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК ПО НАКЛОННЫМ СЕЧЕНИЯМ С УЧЕТОМ СИЛ ЗАЦЕПЛЕНИЯ

Шеховцов И.В., Бондаренко А.В., Безушко Д.И. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

В статье приведены результаты экспериментальных исследований начальной (технологической) поврежденности бетона призм при определении несущей способности железобетонных балок по наклонным сечениям с учетом сил зацепления.

Для определения коэффициентов технологической поврежденности использовались образцы призм и балки.

На призмах база измерения составляла: $L = 10, 40$ см – соответственно поперек и вдоль каждой из сторон призм; $S = 100$ см² (см. Рис. 1). Измерения проводились по двум сторонам призм. В результате измерений для каждой призм получались 4 измерения по базе $L = 40$ см, 8 измерений по базе $L = 10$ см и 2 измерения по базе $S = 100$ см².



Средние значения длин трещин и коэффициентов поврежденности для призм приведены в таблице 1

Рис 1. Опытный образец призм с нанесенными базовыми прямыми и площадью a) и призма с прорисованными технологическими трещинами по всей площади боковой поверхности б)

Анализ результатов экспериментальных исследований при определении технологической поврежденности призм

Необходимость данного анализа вызвана достаточно большим разбросом полученных экспериментальных данных при определении технологической поврежденности.

Для статистической оценки погрешности полученной при измерении трещин, используются следующие характеристики случайных величин:

- математическое ожидание случайной величины - теоретический средний уровень, вокруг которого располагаются все возможные значения случайной величины:

$$M(x) \approx X = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}; \quad (1)$$

Таблица 1

Средние значения длин технологических трещин и коэффициентов поврежденности для призм.

Точка плана	X1	X2	Продольная линия, L = 40 см		Поперечная линия, L = 10 см		Площадь, S = 100 см ²	
			L ₀	K _{nL}	L ₀	K _{nL}	L ₀	K _{nS}
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	+1(15)	+1(400)	70	1,75	17,97	1,79	131,2	1,31
2	0(10)	+1(400)	74,8	1,87	22,02	2,20	144,5	1,44
3	-1(5)	+1(400)	61,2	1,53	16,62	1,66	106,8	1,06
4	+1(15)	-1(250)	82	2,05	19,57	1,95	152,6	1,52
5	0(10)	-1(250)	91,6	2,29	23,43	2,34	164,3	1,64
6	-1(5)	-1(250)	86,8	2,17	18,31	1,83	156,2	1,56
7	+1(15)	0(325)	75,2	1,88	17,9	1,79	148,5	1,48
8	0(10)	0(325)	78,4	1,96	21,65	2,16	152,6	1,52
9	-1(5)	0(325)	70	1,75	20,1	2,01	154,2	1,54

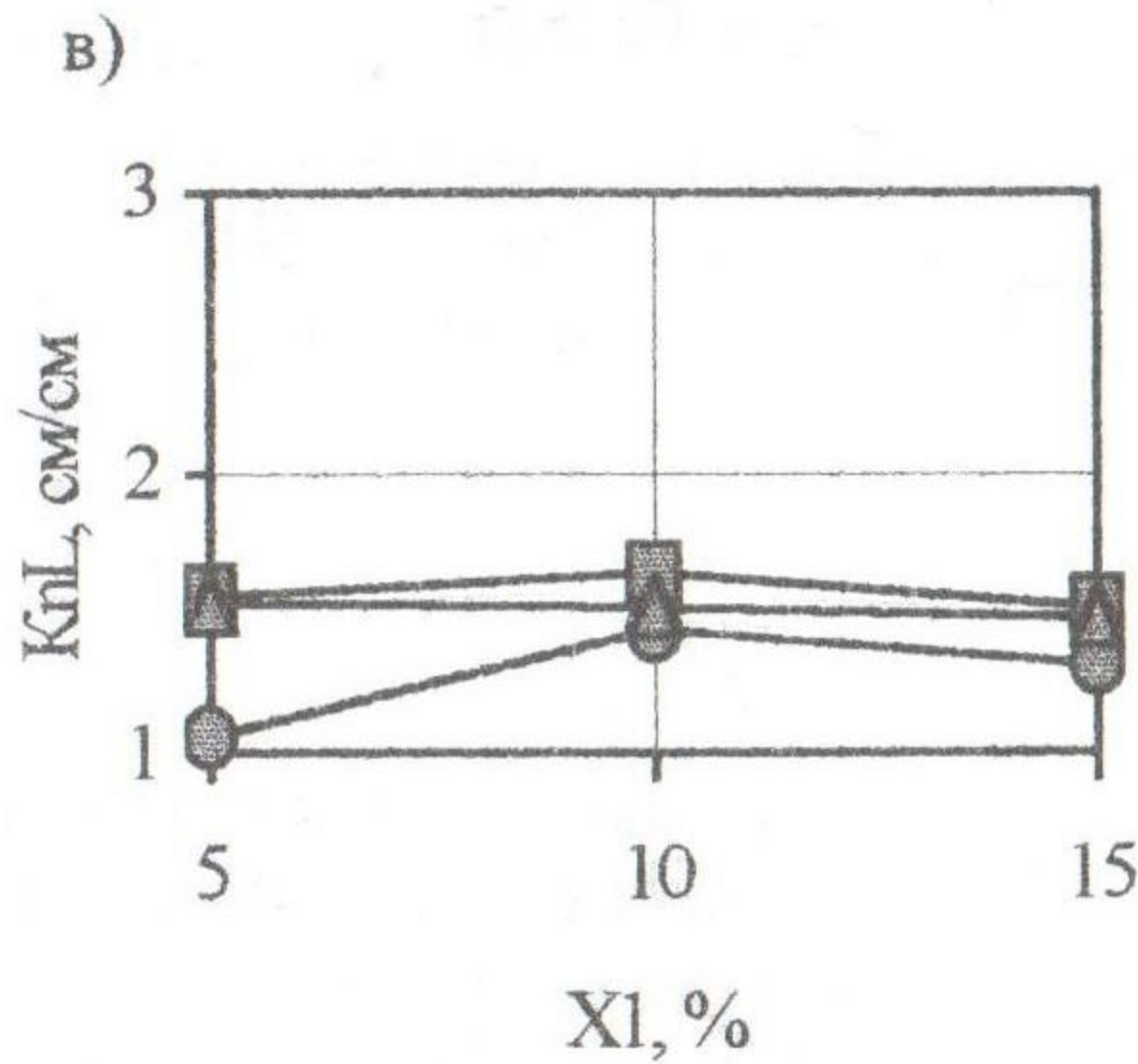
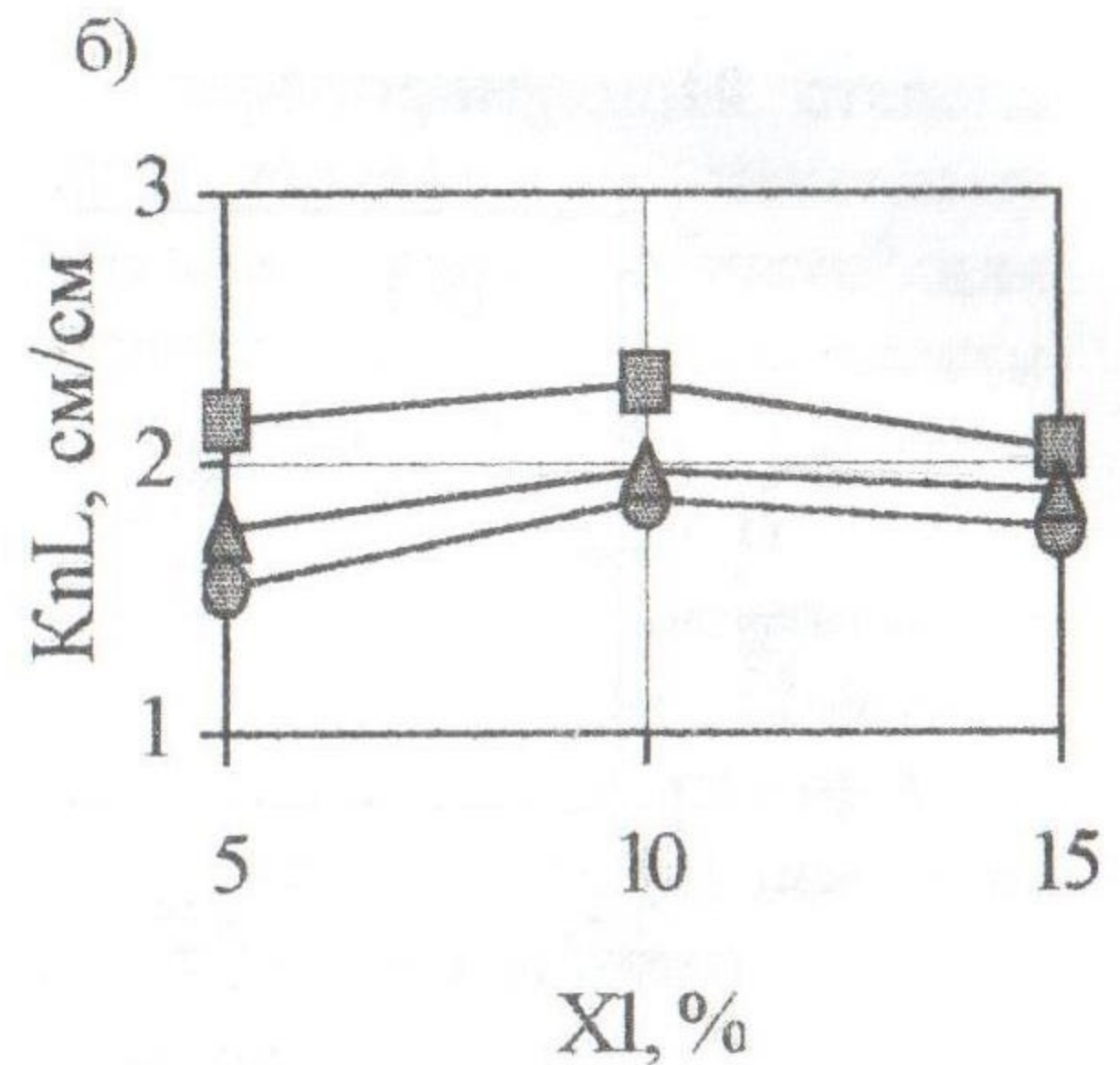
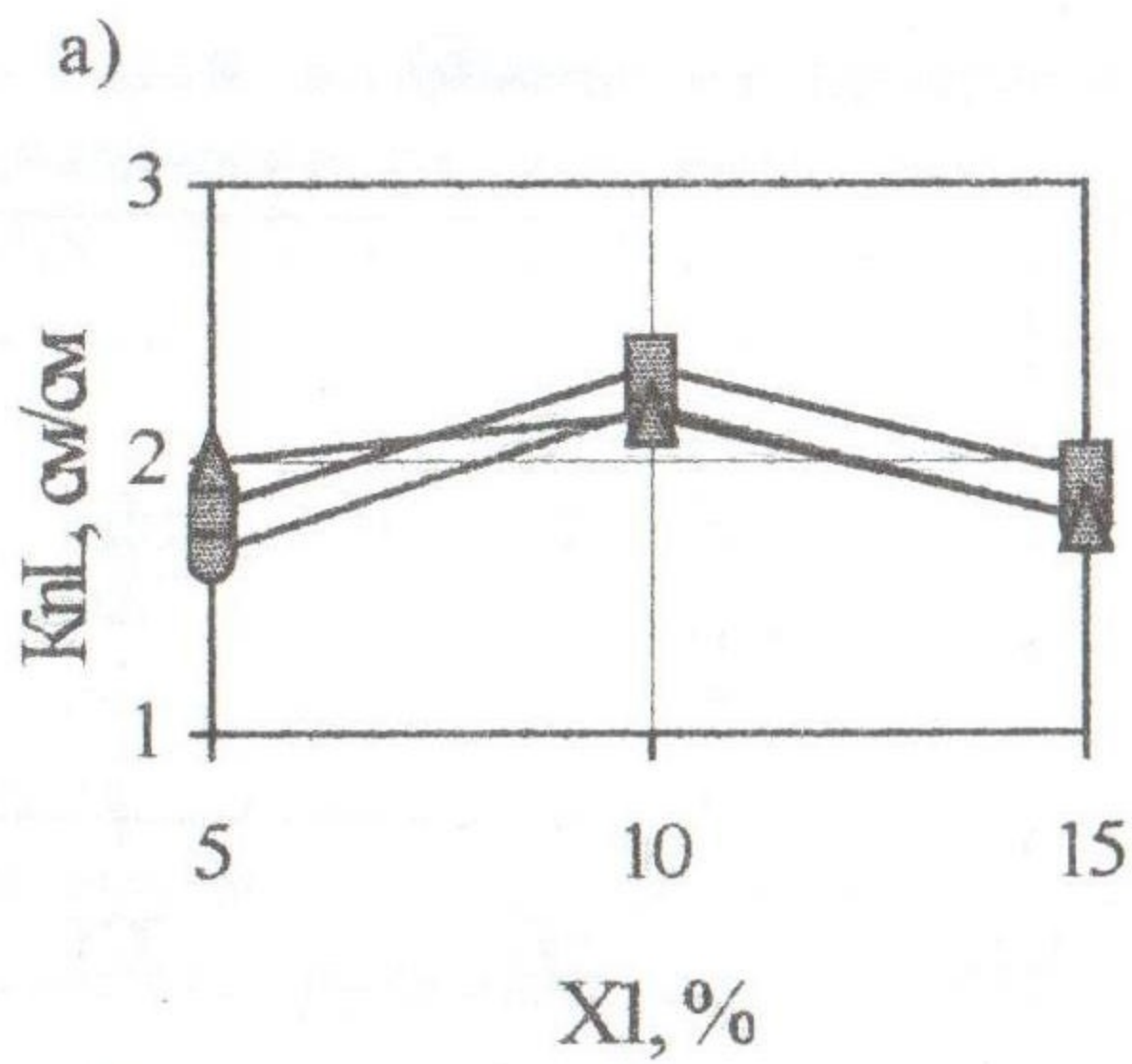


Рис. 2. Влияние дисперсности наполнителя на коэффициенты технологической поврежденности Kn_L и Kn_S определенных на образцах-призмах а) - $L_0 = 10$ см; б) - $L_0 = 40$ см; в) - $S = 100\text{см}^2$;

● - количество цемента 400 кг;
 ■ - количество цемента 250 кг;
 ▲ - количество цемента 325 кг.

- дисперсия – величина разброса совокупности результатов вокруг математического ожидания:

$$D(x) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}; \quad (2)$$

- среднеквадратическое отклонение (стандарт):

$$\sigma(x) = \sqrt{D(x)}; \quad (3)$$

- коэффициент вариации:

$$\varepsilon = \frac{\sigma(x)}{\bar{x}}; \quad (4)$$

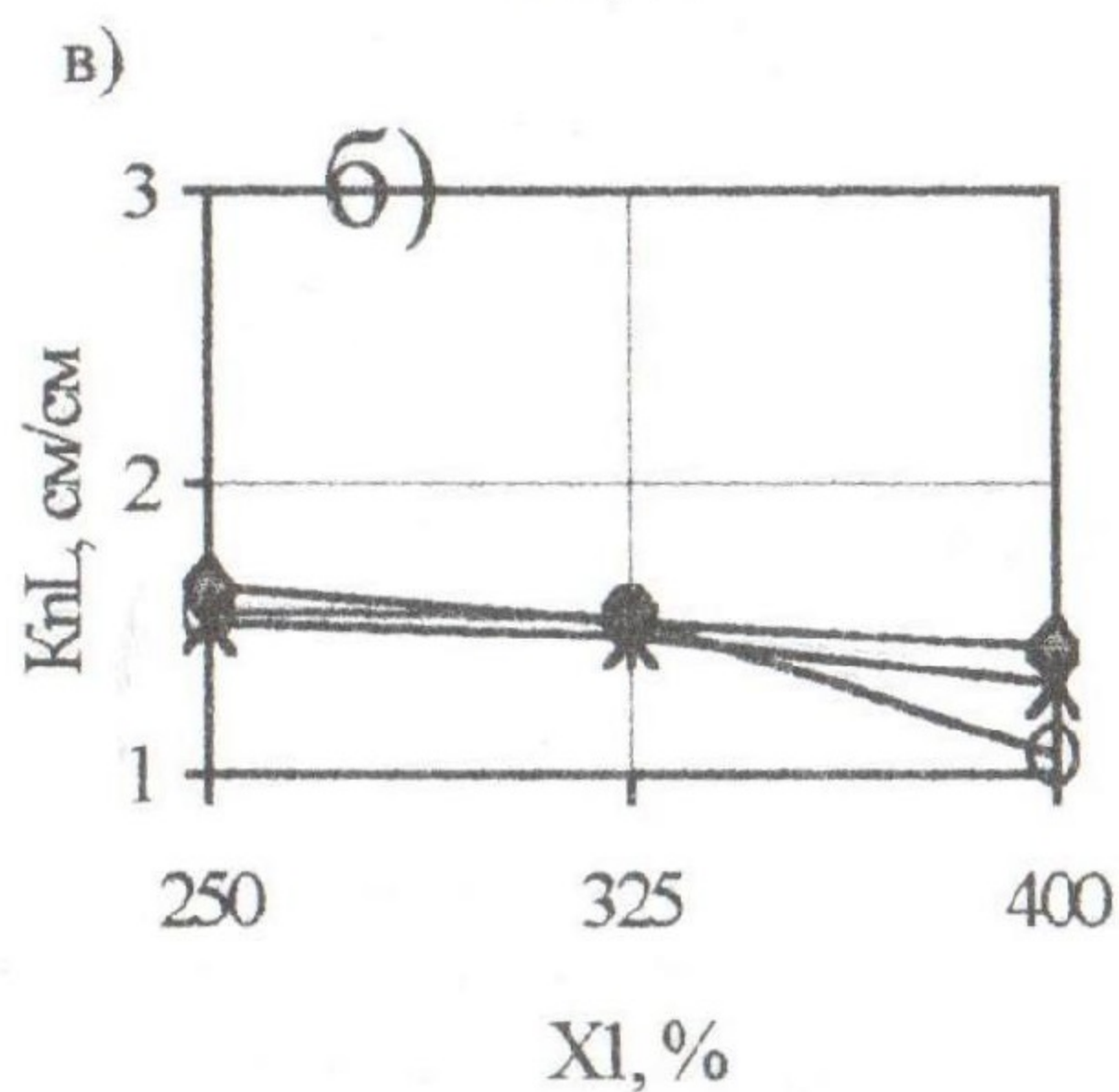
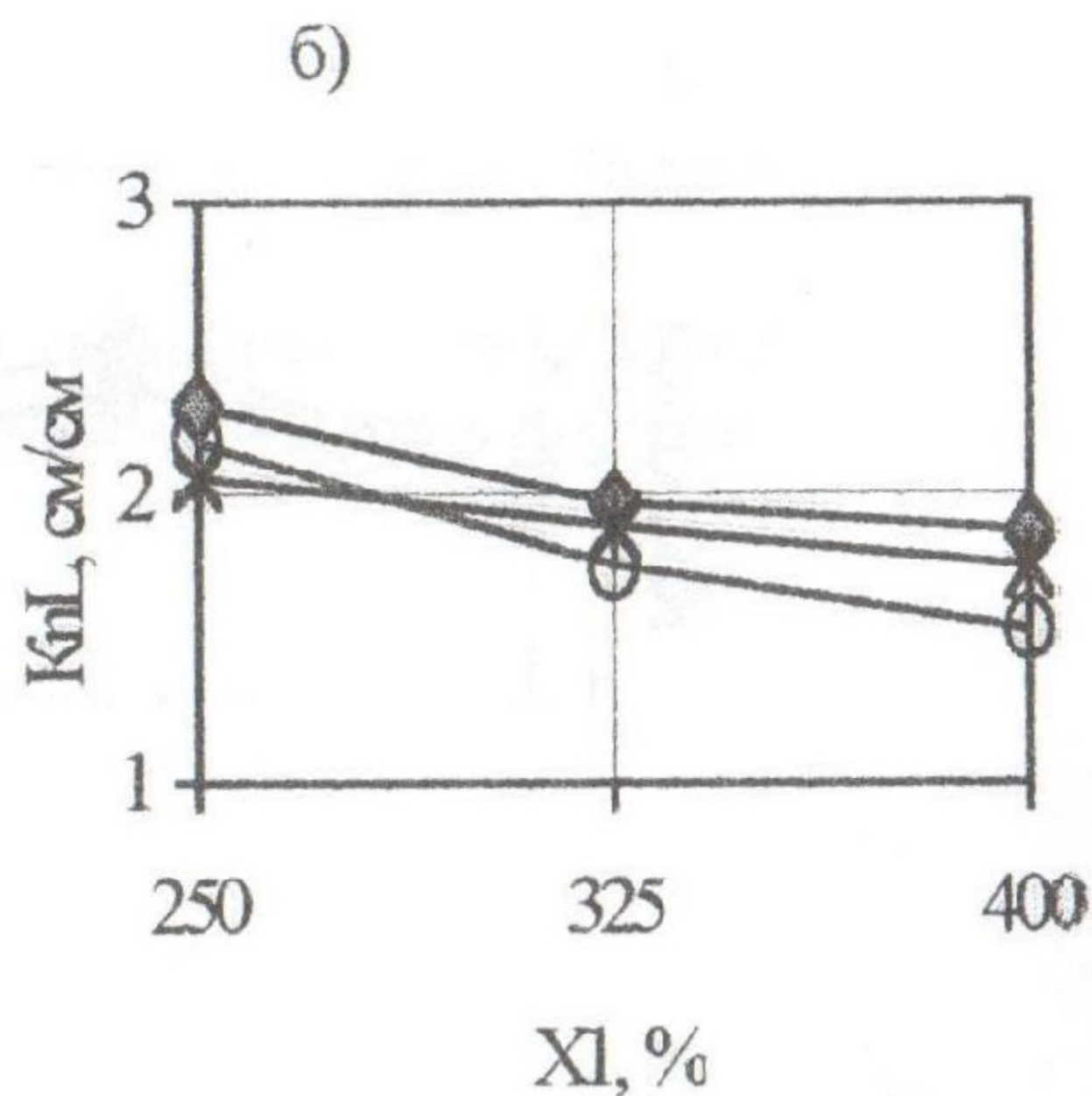
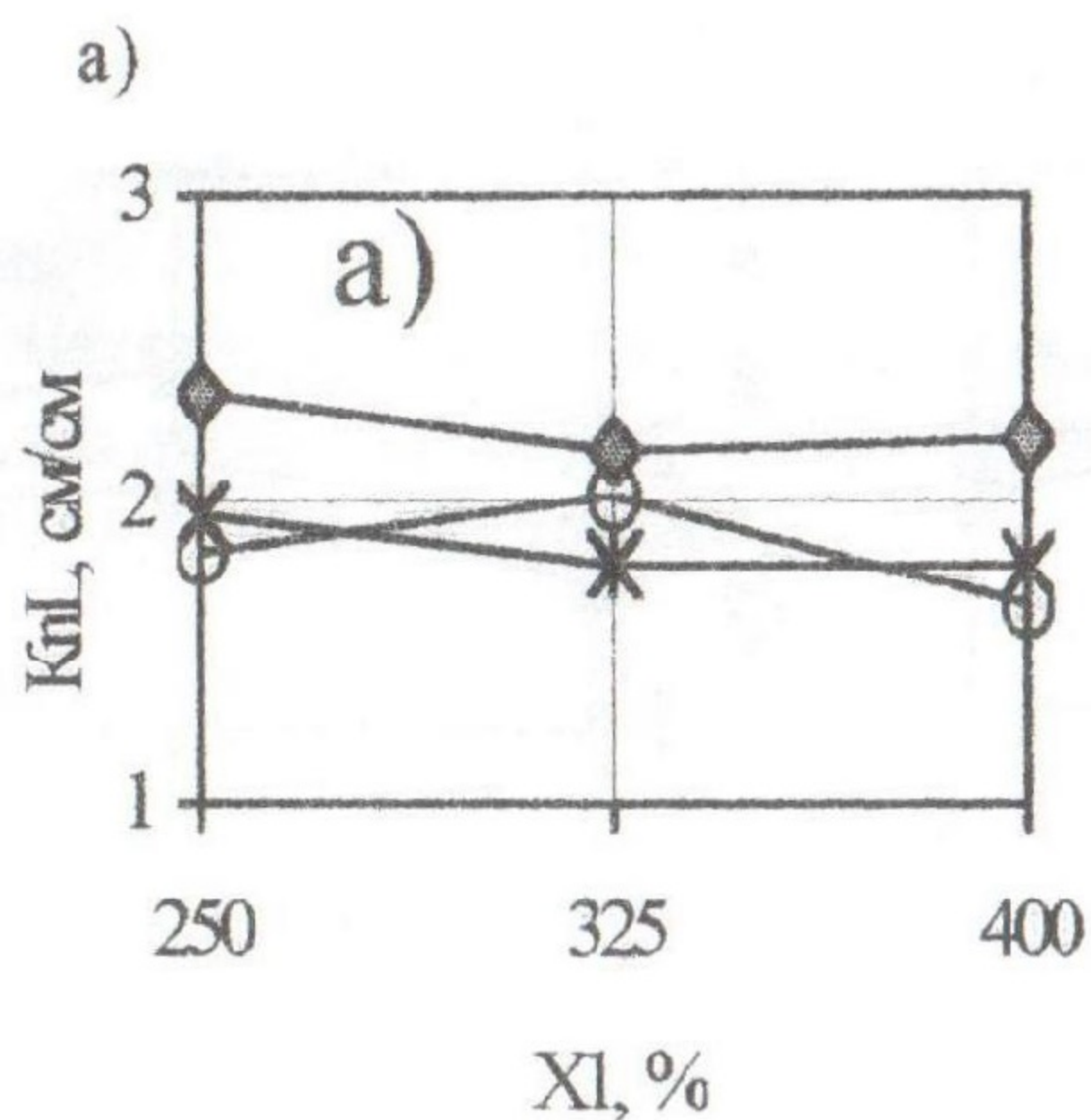


Рис. 3. Влияние количества цемента на коэффициенты технологической поврежденности Kn_L и Kn_S определенных на образцах-призмах а) - $L_0 = 10$ см; б) - $L_0 = 40$ см; в) - $S = 100$ см²;

○ - количество наполнителя 5 %;
 ◆ - количество наполнителя 10 %;

▲ - количество наполнителя 15 %;

Расчеты выполнены по каждой серии образцов, по каждой базе измерения. Средние значения длин поверхностных трещин по сериям и соответствующие коэффициенты вариации представлены в таблице 2.

Значения коэффициента вариации ε при определении длин технологических трещин на образцах – призмах

Точка плана	X1	X2	Продольная линия, L = 40 см		Поперечная линия, L = 10 см		Площадь, S=100 см ²	
			L ₀	ε	L ₀	ε	L ₀	ε
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	+1(15)	+1(400)	70,25	0,024	17,97	0,086	131,2	0,035
2	0(10)	+1(400)	82,41	0,029	22,02	0,087	144,5	0,044
3	-1(5)	+1(400)	61,41	0,037	16,62	0,065	106,8	0,027
4	+1(15)	-1(250)	78,75	0,0362	19,57	0,0806	152,6	0,0244
5	0(10)	-1(250)	91,96	0,0291	23,43	0,0733	164,3	0,0398
6	-1(5)	-1(250)	86,84	0,0301	18,31	0,084	156,2	0,0253
7	+1(15)	0(325)	75,48	0,0273	17,9	0,0657	148,5	0,0251
8	0(10)	0(325)	78,69	0,0213	21,65	0,0841	152,6	0,0341
9	-1(5)	0(325)	67,52	0,0402	20,1	0,0919	154,2	0,0136

Подобный расчет был выполнен и для образцов балок.

Так, рассматривая поврежденность призм, на базе $L_0 = 10$ см длина трещин меняется в интервале от 16,62 до 23,43 см. При этом коэффициент вариации меняется от 0,065 до 0,0919. На базе измерения $L_0 = 40$ см длина трещин меняется в интервале от 61,41 до 91,96 см. При этом коэффициент вариации меняется от 0,0213 до 0,0402. При рассмотрении базы измерения $S = 100$ см² длина трещин меняется в пределах от 106,8 до 164,3 см при этом коэффициент вариации меняется в пределах от 0,0136 до 0,044 см.

Рассматривая поврежденность балок на базе $L_0 = 15$ см длина трещин меняется в интервале от 24,66 до 39,25 см. При этом коэффициент вариации меняется от 0,059 до 0,083. На базе измерения $L_0 = 31$ см длина трещин меняется в интервале от 47,69 до 68,45 см. При этом коэффициент вариации меняется от 0,032 до 0,047. При рассмотрении базы измерения $S = 225$ см² длина трещин меняется в пределах от 247,96 до 360,86 см при этом коэффициент вариации меняется в пределах от 0,011 до 0,03 см.

На рис.4. представлен график зависимости между базой измерения и коэффициентом вариации длины поверхностных трещин. Анализируя график, учитывая при этом что доверительная вероятность

$\gamma = 0,95$ ($\varepsilon = 0,05$) можно заметить, что база измерений должна составлять не менее $L = 28$ см.

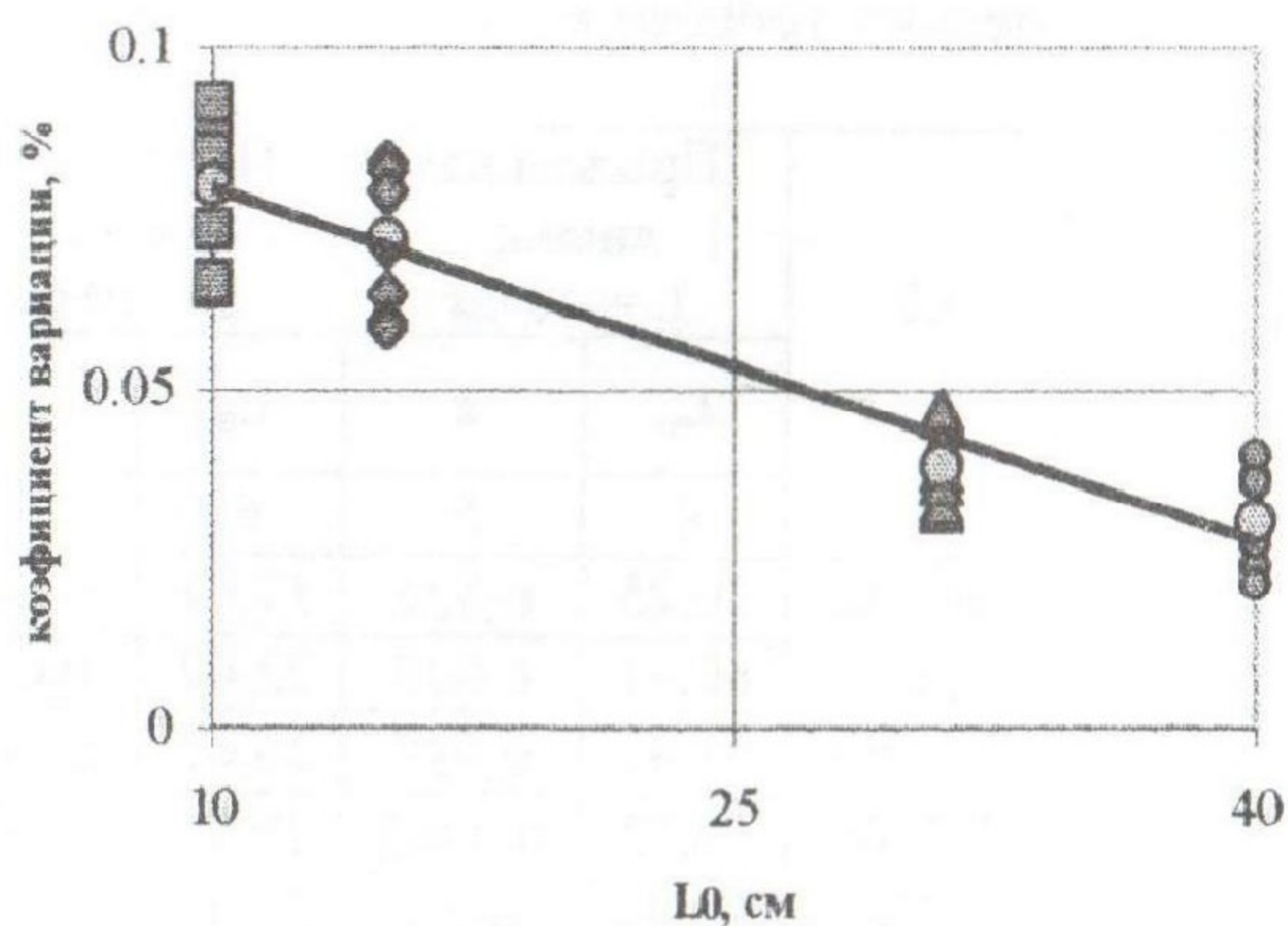


Рис 4. Зависимость между базой измерения и коэффициентом вариации длины поверхностных трещин

Таким образом при дальнейшем рассмотрении технологической поврежденности данные полученные при измерении длин трещин на базе измерения меньше $L = 28$ см из дальнейшего анализа исключены.

В работах В.Н. Вырового и В.С. Дорофеева был сделан вывод что, для одного и того же состава бетона, при одинаковых режимах формирования и твердения коэффициент поврежденности остается постоянным. Очевидно, что между коэффициентами поврежденности по длине и по площади существует определенная закономерность. На Рис. 5 и 6 показаны графики зависимости между коэффициентами Kn_L и Kn_S определенные на образцах призмах и балках.

Используя метод наименьших квадратов для графика изображенного на Рис. 5. получена зависимость $y = 0,393 + 0,5517x$.

Зависимость между коэффициентами Kn_L определенными на образцах призмах ($L = 40$ см) и балках ($L = 31$) представлена на Рис 6.

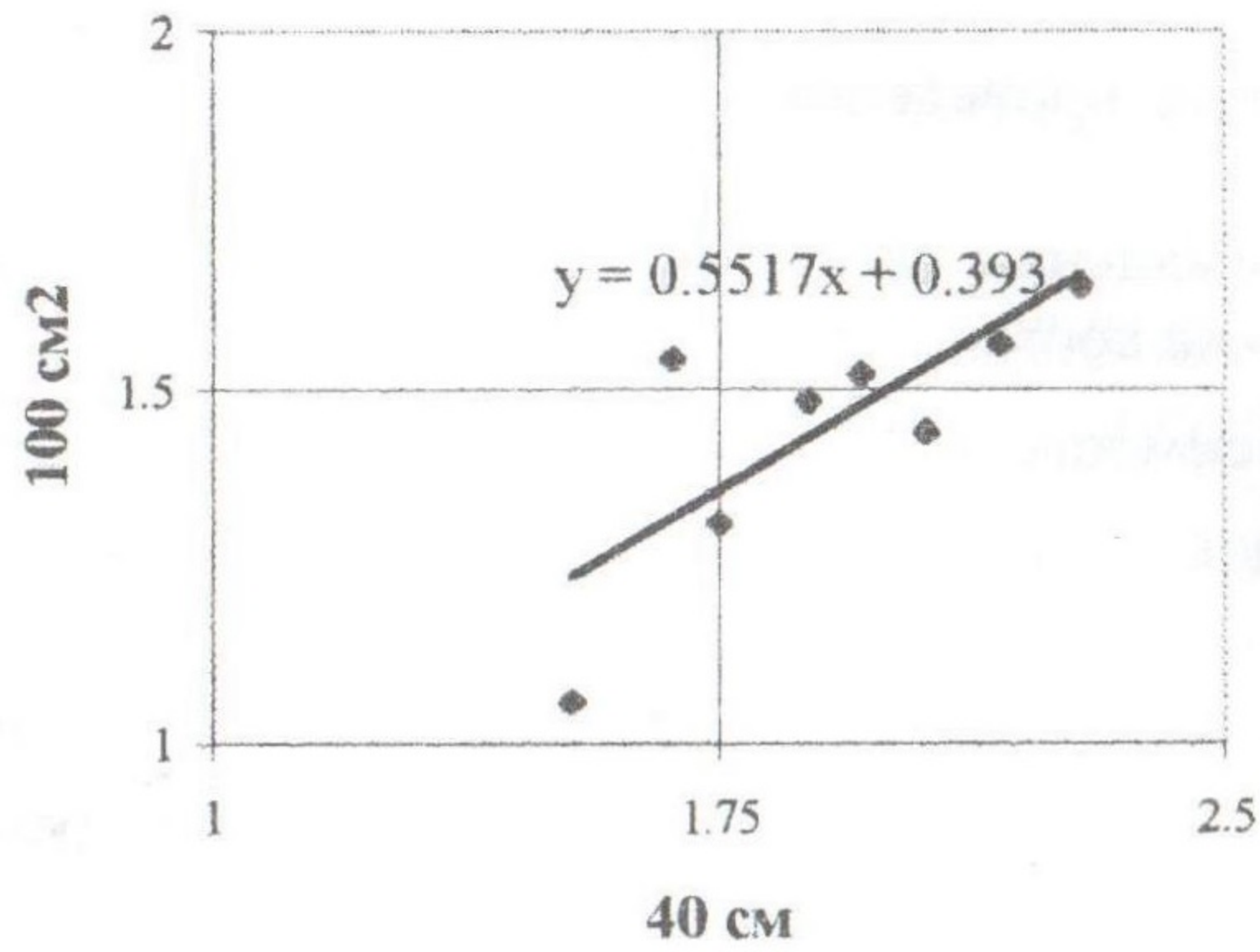


Рис 5. Зависимость между коэффициентами Kn_L и Kn_S для образцов призм

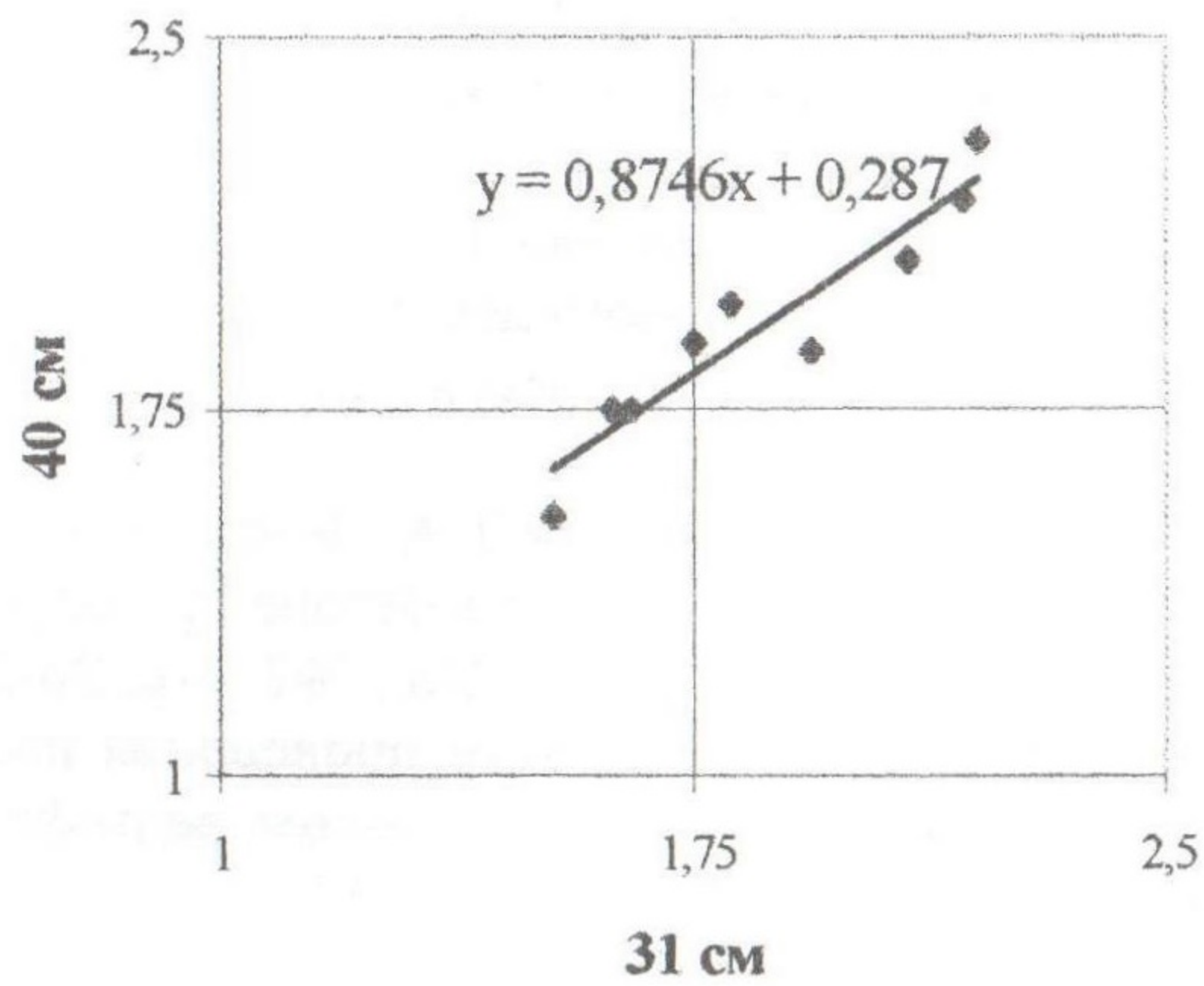


Рис 6. Зависимость между коэффициентами Kn_L , определенными на образцах призмах ($L = 40$ см) и балках ($L = 31$).

Выводы:

В результате проведенных экспериментальных исследований установлено:

- минимальная длина базы измерения поверхностных трещин должна составлять не менее 28 см;
- зависимость между коэффициентами Kn_L и Kn_S для образцов призм (в рамках данного эксперимента) $y = 0,393 + 0,5517x$;
- зависимость между коэффициентами Kn_L определенными на образцах призмах ($L = 40$ см) и балках ($L = 31$); $y = 0,287 + 0,08746x$;

Литература

1. Дорофеев В.С., Выровой В.Н. Технологическая поврежденность строительных материалов и конструкций.- Одесса: ИМК Город мастеров, 1998.- 168 с.
2. Шеховцов И.В., Сузанская Т.А., Бондаренко А.В. Влияние начальной технологической поврежденности на длину трещины при определении сил зацепления. – Одесса., Вісник ОДАБА 2000, №1, стр. 65-69 стр.
3. Шеховцов И.В., Сузанская Т.А., Бондаренко А.В. Моделирование рельефа поверхности трещины в бетоне при определении сил зацепления. – Одесса., Вісник ОДАБА 2000, №2, стр. 20-24.
4. Бондаренко А.В. К методике проведения исследований по определению сил зацепления при различном рельефе поверхности трещины. - Одесса., Вісник ОДАБА 2000, №5.