НИИЖБ ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ОЦЕНКЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СЖАТЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ДОЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ТРЕЩИНАМИ

МОСКВА–1986

gost.e-ecolog.ru

Госстрой СССР

Ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт
бетона и железобетона
НИИЖБ

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОЦЕНКЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СЖАТЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ДОЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ТРЕЩИНАМИ

Утверждены
директором НИИЖБ
11 мая 1986 г.

Москва 1986

УДК 624.012.45.044:539.375

Печатаются по решению секции бетонных и железобетонных конструкций НТС НИИЖБ Госстроя СССР от 21 марта 1986 г.

Рекомендации по оценке несущей способности сжатых железобетонных элементов с доэксплуатационными трещинами.- М.: НИИЖБ Госстроя СССР, 1986, с.17.

Рекомендации содержат основные положения по оценке фактической несущей способности сжатых железобетонных элементов и конструкций, имеющих доэксплуатационные трещины.

Рекомендации предназначены для научных и инженерно-технических работников проектных, исследовательских и производственных организаций.

Табл.3, илл.4.

© Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт бетона и железобетона Госстроя СССР, 1986

ПРЕДИСЛОВИЕ

В железобетонных конструкциях и элементах наиболее распространенным дефектом являются трещины. Они могут повлиять на прочностные и деформационные характеристики конструкций и сооружений в целом, снизить коррозионную стойкость и т.д. Довольно часто трещины появляются в конструкциях и элементах, работающих на сжатие как в доэксплуатационный период, так и в процессе их эксплуатации.

Настоящие Рекомендации составлены с целью применения при оценке фактической несущей способности сжатых железобетонных элементов и конструкций, которые имеют доэксплуатационные трещины, образующиеся при изготовлении, транспортировании, складировании и монтаже конструкции.

Рекомендации разработаны НИИЖБ Госстроя СССР (д-р техн.наук, проф. Н.А.Маркаров, инж. О.В.Хромых).

Замечания и предложения по содержанию Рекомендаций просим направлять в НИИЖБ Госстроя СССР по адресу: 109389, Москва, 2-я Институтская ул., д.6.

Дирекция НИИЖБ

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящие Рекомендации распространяются на сжатые железобетонные элементы и конструкции, запроектированные согласно нормативным документам.

I.2. Требования настоящих Рекомендаций распространяются на элементы без предварительного напряжения, запроектированные при условии $f > f_R$ и имеющие:

а) квадратное или прямоугольное поперечное сечение;

б) нормальные или наклонные, или нормальные и наклонные трещины в сжатой зоне;

в) общее количество трещин не более I0 при $a_r \leq 0{,}5$ мм;

г) наклонные трещины с углом наклона к продольной оси элемента не менее 45^0;

д) гибкость не более $l_0 / h = I5$.

I.3. Доэксплуатационные трещины в конструкциях и элементах появляются при следующих операциях:

изготовлении;

распалубке;

кантовании;

подъеме и опускании;

транспортировании;

складировании;

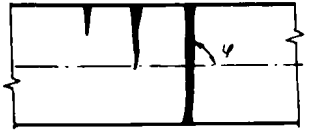
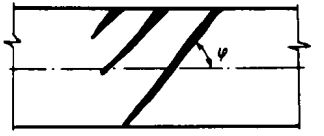
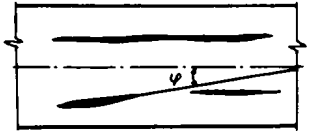
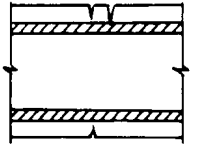
монтаже.

I.4. Группы трещин, классифицированных по виду и характеру распространения, приведены в табл.I.

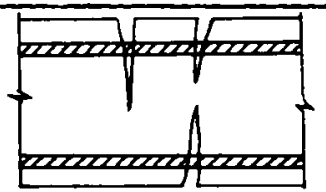
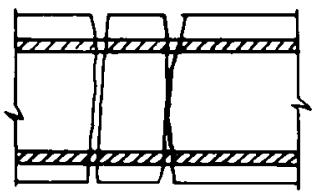
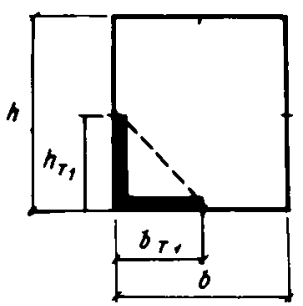
I.5. Виды трещин, различающихся по характеру развития в сжатых элементах, представлены в табл.2.

I.6. В разделе 4 настоящих Рекомендаций даны предложения по методам заделки трещин с целью восстановления несущей способности сжатых железобетонных элементов.

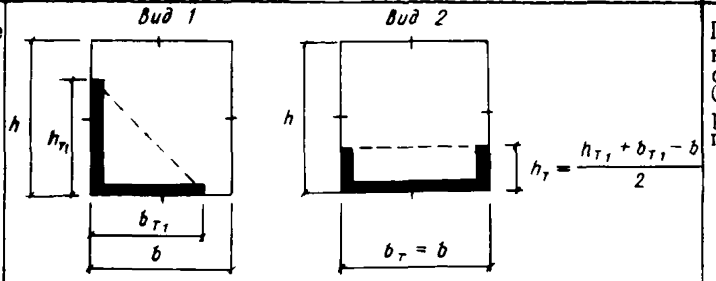
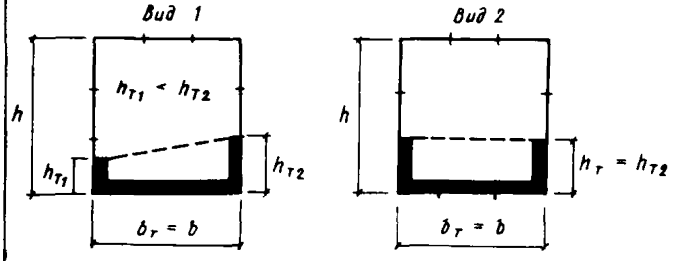
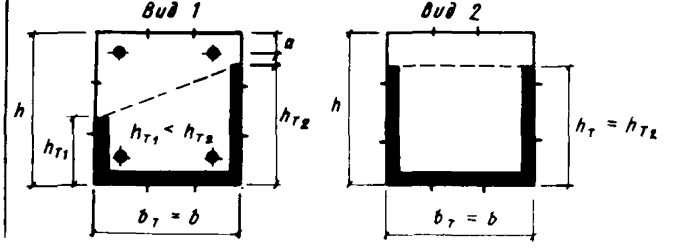
Таблица I

Наименование группы трещин	Эскиз	Характеристика трещин
I	2	3
I. По направлению к оси элемента		
а) нормальные		$75^0 < \varphi \leq 90^0$
б) наклонные		$15^0 \leq \varphi \leq 75^0$
в) продольные		$0 \leq \varphi < 15^0$
2. По глубине проникания в тело бетона		
а) поверхностные		На глубину не более толщины защитного слоя арматуры

Продолжение табл.1

1	2	3
б) несквозные		Не полностью пересекают сечение элемента
в) сквозные		Полностью пересекают сечение элемента
3. По длине распространения на поверхности элемента		
а) угловые короткие		Проходят по двум смежным сторонам на расстоянии не более 0,5 *h* и 0,5 *b*

Продолжение табл.I

I	2	3
б) угловые длинные		Проходят по двум смежным сторонам на расстоянии более $0,5h$ и $0,5b$ (вид 1). Для расчета такие трещины приводят к виду 2
в) трехсторонние короткие		Проходят по одной стороне и продолжаются на двух боковых смежных поверхностях не более чем на 1/3 их высоты (вид I). Для расчета такие трещины приводят к виду 2
г) трехсторонние длинные		Проходят по одной стороне и продолжаются на двух боковых смежных поверхностях более чем на 1/3 их высоты, но не более величины h_T, $h_T < h - a$ (вид I). Для расчета такие трещины приводят к виду 2

Продолжение табл.I

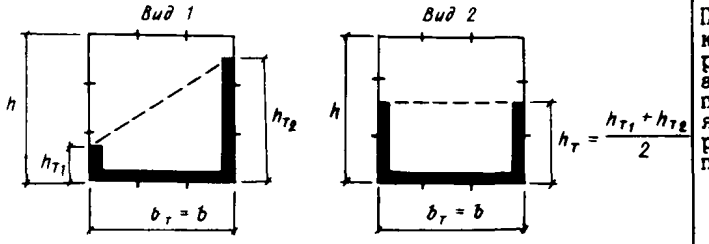
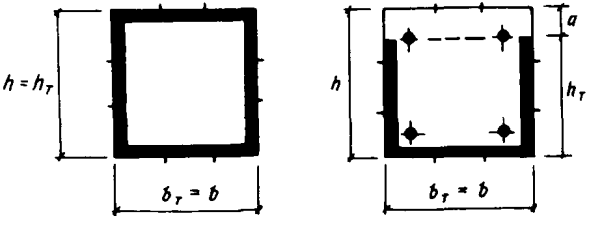
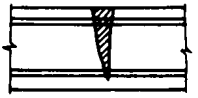
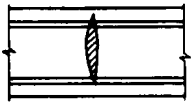
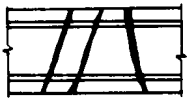
1	2	3
д) трехсторонние		Проходят по одной боковой поверхности на расстоянии менее $1/3h$ а по другой боковой поверхности на расстоянии более $2/3h$. Для расчета такие трещины приводят к виду 2
е) четырехсторонние (замкнутые)		Охватывают все боковые поверхности. К замкнутым относят трехсторонние длинные трещины при распространении их на боковых поверхностях на величину $h_T \geq h - a$
4. По ширине раскрытия		
а) волосные		$a_T \leq 0,1$ мм
б) мелкие		$a_T \leq 0,3$ мм
в) средние		$a_T \leq 0,3$–$0,5$ мм
г) большие		$a_T = 0,5$–$1,0$ мм
д) значительные		$a_T > 1,0$ мм

Таблица 2

Вид трещин	Схема трещин	Возможный характер развития трещин (№ поз. по табл.I)
С параллельными стенками		I, а,б 2, в 3, е 4
Клиновидная		I, а,б 2 3 4
Несколько клиновидных в одном сечении элемента		I, а,б 2, б,в 3, е 4
Клиновидные внахлестку		То же
Веретенообразная		I, а,в 2, а 4
Параллельные (непараллельные)		I, а,б 2, а,б,в 3 4
Пересекающиеся		I, а,б,в 2 3 4
В виде сетки трещин		I, а,б,в 2, а 4

2. ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СЖАТЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ЭЛЕМЕНТОВ С ДОЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ТРЕЩИНАМИ

2.I. Несущую способность элемента с трещинами $N_{тр}$ определяют по формуле

$$N_{тр} = N^{расч.} \cdot K_т ,$$

где $N^{расч.}$ – расчетная несущая способность сжатого элемента б е з трещин согласно нормативным документам; $K_т$ – коэффициент снижения прочности при наличии трещин.

Зависимость $K_т$ от вида трещин, ширины раскрытия трещин, относительно эксцентриситета сжимающей силы e_0 / h и отношения длины распространения трещин на поверхности к размеру сечения $h_т / h$ (или $b_т / b$) приведена на рис.3, 4 приложения настоящих Рекомендаций. Графики даны для $h_т / h \geq 0,I5$; при $h_т / h < 0,I5$ коэффициент $K_т$ следует принимать равным единице.

2.2. Основными характеристиками трещин являются: средняя ширина раскрытия трещин на поверхности бетона $a_т$; величина отношения приведенной длины распространения трещины по сечению к полному линейному размеру сечения ($h_т / h$ или $b_т / b$, см.табл.I,поз.3).

2.3. Величину средней ширины раскрытия трехсторонней трещины (см.табл.I, поз.3, б,в,г,д) определяют как среднее арифметическое трех измерений: максимальной ширины раскрытия трещины и ширины раскрытия трещины в местах расположения угловой продольной рабочей арматуры.

2.4. Величину средней ширины раскрытия четырехсторонней трещины (см.табл.I, поз.3, е) определяют как среднее арифметическое результатов измерений $a_т$ по четырем сторонам сечения элемента.

2.5. Ширину раскрытия трещин рекомендуется измерять при помощи трафаретов, измерительных луп, микроскопов с ценой делений 0,05 мм.

2.6. Длину трещины на поверхности $h_т$ (или $b_т$) измеряют от начала трещины до ее места с шириной раскрытия 0,05 мм.

2.7. Величину приведенной длины наклонной трещины по сечению определяют как проекцию ее на ось, перпендикулярную продольной оси элемента.

2.8. При наличии в элементе только нормальных трехсторонних трещин определяют следующие величины:

ширину раскрытия трещин $a_т$;

величину приведенной длины каждой трещины.

Расчет ведут по максимальной ширине раскрытия и по максимальной величине $h_т$, если она отличается от остальных более чем в два раза. В противном случае находят среднее значение по всем величинам приведенных длин. В том случае, если максимальные значения $a_т$ и $h_т$ принадлежат разным трещинам, необходимо определить значение коэффициента $K_т$ для этих случаев и принять меньшую величину.

2.9. При наличии в элементе только нормальных четырехсторонних трещин определяют:

ширину раскрытия трещин $a_т$ аналогично п.2.8 настоящих Рекомендаций;

величину отношения $h_т / h$ принимают равной единице.

2.10. При наличии в элементе наклонных и нормальных(трех- и четырехсторонних) или наклонных трещин расчет ведут только по наклонным трещинам. Определяют $h_т$ и $a_т$ аналогично пп. 2.7 и 2.8 настоящих Рекомендаций.

2.11. При наличии нормальных трех- и четырехсторонних трещин расчет ведут для последних в случае, если ширина их раскрытия и длина распространения превышают аналогичные величины трехсторонних трещин более чем в 2 раза. Расчет ведут по четырехсторонним трещинам и в том случае, если их число не менее двух.

2.12. Односторонние (нормальные, наклонные и продольные) поверхностные трещины, распространяющиеся в пределах толщины защитного слоя бетона, а также угловые короткие трещины (см.табл.1,поз. 3, а), независимо от их ширины раскрытия, не снижают несущую способность сжатых элементов и конструкций.

2.13. Примеры оценки несущей способности конструкций, имеющих трещины, даны в разделе 3 настоящих Рекомендаций.

3. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА

Пример 1. После изготовления в результате разности температурных деформаций формы и бетона, а также низкой температуры в цехе в колонне марки КФ-42-3У образовались технологические трещины (рис.1).

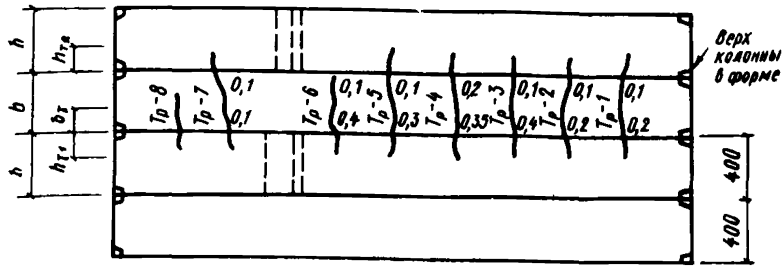


Рис.I. Схема трещин в колонне марки КФ-42-3У
(Пунктирной линией показаны места расположения консолей)

Длина колонные 4,2 м; сечение размером $h_т \times b$ = 40х40 см. Бетон марки М500, продольная арматура А-Ш 4Ø32. Количество трещин 8 шт. Ширина раскрытия трещин в мм показана на рис.I. Длина распространения трещин по боковым поверхностям колонны приведена в табл.3. $N^{расч}$ = 3635,6 кН ($\xi > \xi_R$).

Таблица 3

Номер трещины	$a_т^{max}$, мм	$h_{т1}$, см	$b_т$, см	$h_{т2}$, см	$h_т$, см	$h_т / h$
Тр-I	0,20	I6	40	I3	I6	0,40
Тр-2	0,20	I8	40	I8	I8	0,45
Тр-3	0,40	I9	40	II	I9	0,47
Тр-4	0,35	I8	40	I6	I8	0,45
Тр-5	0,30	I7,5	40	I5	I7,5	0,44
Тр-6	0,40	I7	36	-	-	-
Тр-7	0,I0	I8	40	I2	I8	0,45
Тр-8	0,05	I6,5	25	-	-	-

Решение

Рассмотрим трещины Тр-6 и Тр-8 (см.табл.I, поз.3, б)

$h_т^б = \frac{I7 + 36 - 40}{2} \simeq 6,5$ см; $h_т^в = \frac{I6,5 + 25 - 40}{2} \simeq 0,8$ см;

$\frac{h_т^б}{h} = \frac{6,5}{40} = 0,I0$, $\frac{h_т^в}{h} = \frac{0,8}{40} = 0,02$, что меньше $\frac{h_т}{h} = 0,I5$, со-

гласно п.2.I настоящих Рекомендаций в этом случае коэффициент $K_т$ = I. Следовательно, трещины Тр-6 и Тр-8 не снижают несущую способность и в дальнейшем расчете не участвуют.

По данным табл.3 находим $a_т^{max}$ = 0,40 мм и $\left(\frac{h_т}{h}\right)_{ср}$ = 0,443.

Колонна работает в проектном положении со случайным эксцентриситетом.

По графику рис.3,а (см.приложение настоящих Рекомендаций) определяем $K_т$ для оставшихся трещин. При $a_т$ = 0,40 мм и $\frac{h_т}{h}$ = 0,443 $K_т$ = 0,858.

Таким образом, несущая способность колонны с трещинами составляет

$$N_{тр} = 3635,6 \cdot 0,858 = 3119,3 \text{ кН}.$$

Пример 2. В результате резкого подъема колонны (отрыв колонны от формы) при распалубке в ней образовались трещины (рис.2).

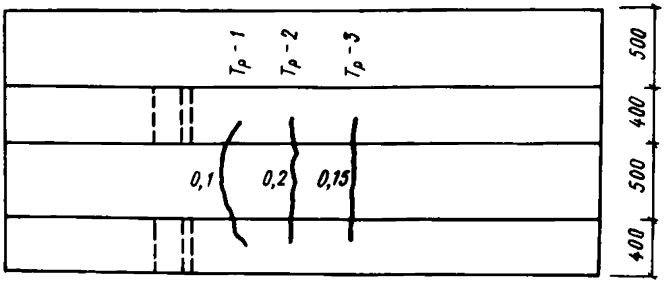


Рис.2. Схема трещин в колонне
(Пунктирной линией показаны места расположения консолей.
Цифры у трещин - значения $a_т$, мм)

Количество трещин 3 шт., одна из них (Тр-I) - наклонная. Угол наклона трещины Тр-I 55°. Длина колонны 4,2 м, сечение размером 50х40 см. Бетон марки М300, продольная арматура А-Ш 4Ø28. $M^{расч}_{внут\ усил}$ = = 457 кН.м; $M^{расч}_{внешн\ сил}$ = 403 кН.м ($f > f_R$). Колонна работает со случайным эксцентриситетом.

Решение

При действии постоянных и кратковременных нагрузок для колонны без трещин имеем

$$M^{расч.}_{внутр.\ усил.} = 457 \text{ кН.м} > M^{расч.}_{внеш.\ сил} = 403 \text{ кН.м}.$$

В данном примере: $\frac{l}{b} = \frac{420}{40} = 10{,}5 < 15$. Расчет ведем для наиболее опасной наклонной трещины Тр-I.

$\varphi_{тр-1} = 55^0$; $15^0 < \varphi_{тр-1} < 75^0$ (см.п.I.2 и табл.I,поз.I,б). Приведенную длину распространения трещины находим согласно п.2.7 настоящих Рекомендаций

$$b_{т1} = 290 \cdot \cos(90^0-55^0) = 290 \cdot 0{,}819 = 238 \text{ мм};$$

$$b_{т2} = 240 \cdot \cos(90^0-55^0) = 240 \cdot 0{,}819 = 197 \text{ мм};$$

$$b_т = \frac{238 + 197}{2} \simeq 218 \text{ мм}; \qquad \frac{b_т}{b} = \frac{218}{400} = 0{,}55.$$

Для наклонных трещин в случае приложения нагрузки со случайным эксцентриситетом по графику рис.4,а приложения настоящих Рекомендаций при $a_т = 0{,}1$ мм и $b_т / b = 0{,}55$ находим величину коэффициента $K_т = 0{,}94$.

Тогда $M^{расч}_{внутр.усил} \cdot K_т = 457 \cdot 0{,}94 = 430$ кН.м $> M^{расч.}_{внеш.сил} = 403$ кН.м.

Следовательно, несущая способность колонны с трещинами достаточна.

4. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО МЕТОДАМ ЗАДЕЛКИ ТРЕЩИН

4.I. Для сжатых железобетонных элементов с трещинами следует использовать специальные приемы восстановления несущей способности, например, неглубокие трещины до 5 см и шириной раскрытия б о л е е 0,3 мм можно инъецировать цементными растворами на расширяющемся цементе с предварительной расшивкой и промывкой трещин; трещины шириной раскрытия 0,1 мм и более - заполнять различными полимерсоставами.

4.2. Ремонт конструкции предусматривает также выполнение (в случае необходимости) работ по оштукатуриванию и окраске конструкций с целью придания им соответствующего эстетического вида с учетом их эксплуатационного назначения.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА $K_т$

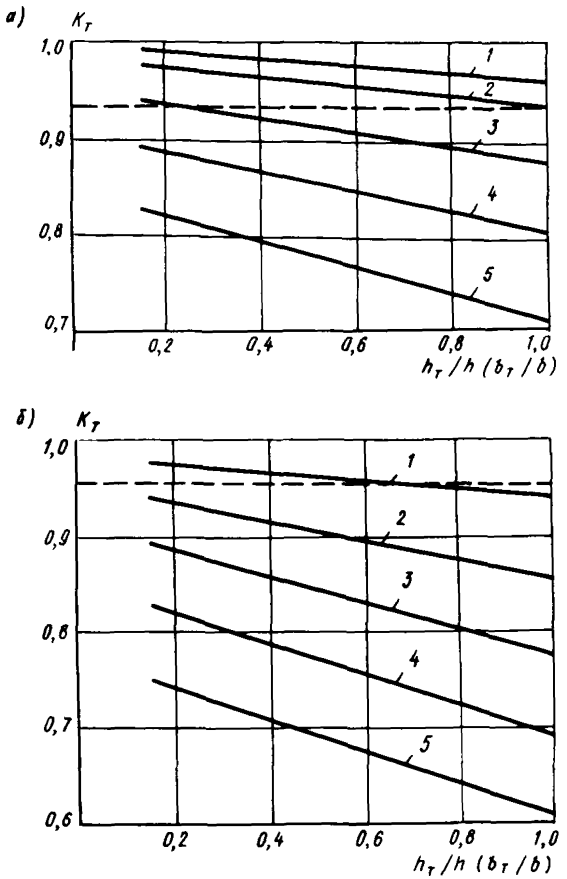


Рис.3. Зависимость $K_т$ сжатых элементов с нормальными трещинами от $h_т / h\ (b_т/b)$

а - e_o / h = 0-0,2; б - e_o / h = 0,2-0,5; I - $a_т$ = 0,I мм; 2 - $a_т$ = 0,2 мм; 3 - $a_т$ = 0,3 мм; 4 - $a_т$ = 0,4 мм; 5 - $a_т$ = = 0,5 мм

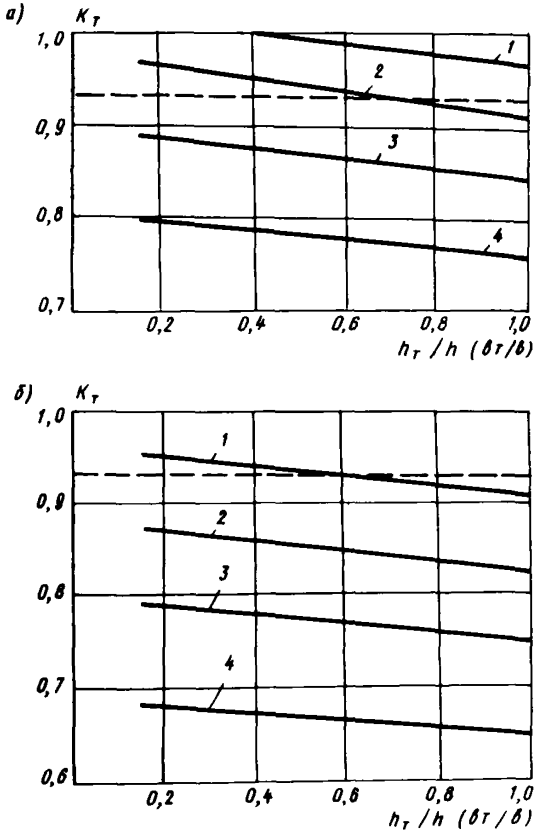


Рис.4. Зависимость $K_т$ сжатых элементов с наклонными трещинами от $h_т / h$ ($b_т / b$)

а – e_0 / h = 0–0,1; б – e_0 / h = 0,1–0,4;

1 – $a_т$ = 0,05 мм; 2 – $a_т$ = 0,1 мм; 3 – $a_т$ = 0,15 мм; 4 – $a_т$ = 0,2 мм

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
I. Общие положения	4
2. Оценка несущей способности сжатых железобетонных конструкций и элементов с доэксплуатационными трещинами	I0
3. Примеры расчета	II
4. Предложения по методам заделки трещин	I4
Приложение. Определение коэффициента $K_т$	I5

Рекомендации по оценке несущей способности сжатых железобетонных элементов с доэксплуатационными трещинами

Отдел научно-технической информации НИИЖБ
109389, Москва, 2-я Институтская ул., д.6

Редактор Н.А.Романова

Л - 92027 Подписано в печать 01.07.86 г. Заказ № 984
Формат 60х84/16. Ротапринт. Усл.кр.-отт.1,0. Уч.-изд.л.1,0.
Тираж 300 экз. Цена 15 коп.

Типография ПЭМ ВНИИИС Госстроя СССР
121471, Москва, Можайское шоссе, д.25

gost.e-ecolog.ru