

УДК 624.042.7

## АНАЛИЗ МЕТОДИКИ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ШИРИНЫ РАСКРЫТИЯ ТРЕЩИН В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Б.П. Хозяинов, И.М. Маликов

Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева  
г. Кемерово

При эксплуатации железобетонных конструкций очень важно чтобы они удовлетворяли не только требованиям первой группы предельных состояний, но и удовлетворяли требованиям второй группы предельных состояний. В частности по ширине раскрытия трещи, если они возникают. Это отражается не только на эстетическом виде железобетонных конструкций, но и на долговечность конструкций.

В нормативных документах [1] предусмотрены расчеты по образованию и раскрытию трещин. В большинстве случаев нормативные документы допускают образования трещин в эксплуатационный период, однако раскрытие трещин не должно превышать допускаемую ширину раскрытия трещин.

В нормативных документах [1] дана формула

$$a_{\text{крс}} = \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \varphi_3 \cdot \psi_s \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot l_s \quad (1)$$

Анализ формулы показывает, что большое влияние на ширину раскрытия трещин влияет величина напряжения в рабочей растянутой арматуре.

В нормативных документах [1] в пункте 4.11 дается формула для определения  $\sigma_s$ .

$$\sigma_s = \frac{M(h_0 - x)}{I_{\text{ред}}} \cdot \alpha_{s1} \quad (2)$$

Как видно из формулы для вычисления потребуется определить момент инерции приведенного сечения железобетонной конструкции, отношение модулей упругости металлической арматуры ( $\alpha_{s1} = E_s / E_{b, \text{ред}}$ ), где  $E_{b, \text{ред}} = R_{b, \text{сер}} / \epsilon_{b1, \text{ред}}$ . Известно, что для сжатого бетона  $\epsilon_{b1, \text{ред}} = 15 \cdot 10^{-4}$ . Кроме того, предлагается определять  $\alpha_{s1}$  по формуле  $\alpha_{s1} = 300 / R_{b, \text{сер}}$ . Формула (2) принята такой же, как в методе расчета по допускаемым напряжениям, отличие заключается только в вычислении величины  $\alpha_{s1}$  вместо  $\alpha = E_s / E_b$ . Причем нет пояснений, в каких случаях необходимо пользоваться той или другой формулой. В этих же документах для прямоугольных, тавровых и двутавровых сечений предлагается  $\sigma_s$  определять по формуле

$$\sigma_s = M/z_s \cdot A_s, \quad (3)$$

где  $z_s = \zeta \cdot h_0$  и значение  $\zeta$  предлагается определять по графику (черт. 4.2) [1]. Подобное определение этого коэффициента достаточно сложно (вследствие малых размеров графика) и не информативно. На наш взгляд проще предварительно задаться площадью сечения продольной растянутой арматуры  $A_s = \mu_{\min} \cdot b \cdot h_0$  определить  $x = R_s \cdot A_s / R_b \cdot b$ , а затем вычислить плечо внутренней пары сил  $z = (h_0 - 0,5x)$ . По умолчанию предполагается, что формула (2) должна использоваться для расчета конструкции любой формы сечения. Так как большинство конструкций имеет прямоугольную, тавровую или двутавровую форму сечения, то проектировщик всегда будет пользоваться упрощенной формулой. Для готовой железобетонной конструкции, как это принято в студенческих лабораторных работах с готовой экспериментальной балкой и известной площадью продольной растянутой арматуры или с заменой одной конструкции на другую подобную на производстве, значение плеча внутренней пары сил ( $z$ ) по формуле (3) определить проще.

Для сравнения работы формул (2) и (3) были проведены вычисления для экспериментальной балки. Результаты вычисления напряжений ( $\sigma_s$ ) занесены в таблицу 1.

Как показали результаты вычислений напряжений ( $\sigma_s$ ) показали существенную разницу.

**Таблица 1**

Класс бетона	$\sigma_{s1}$ , МПа	$\sigma_{s2}$ , МПа	$\alpha$	$a_{crс1}$ , мм	$a_{crс2}$ , мм
В15	290,929	360,583	8,333	0,503	0,624
В20	238,714	346,724	7,273	0,452	0,656
В25	205,974	339,084	6,667	0,409	0,674
В30	179,877	334,924	6,154	0,367	0,684
В35	159,465	331,896	5,797	0,332	0,691

Таким образом, значения напряжений в продольной рабочей арматуре ( $\sigma_s$ ), вычисленные по формуле (3) оказались существенно больше, что влечет за собой увеличение ширины раскрытия трещин. Тем самым эти увеличенные показатели предупреждают проектировщика и заставляют его принимать меры по уменьшению вычисленной величины  $a_{crс}$ ,

### Выводы

Анализ формул для вычисления ширины раскрытия трещин в железобетонных конструкциях показал:

1. Использование формулы (3), обозначенной в табл. 1 под символом  $\sigma_{s2}$  дает результаты превышающие значения вычисленные по формуле (2) обозначенной в табл. 1 под символом  $\sigma_{s1}$ .

2. Повышенные значения напряжений  $\sigma_{s2}$  способствуют увеличению раскрытия трещин.
3. Повышенная ширина раскрытия трещин заставляет проектировщика находить решения по уменьшению ширины раскрытия трещин.
4. Выбранные решения проектировщика по уменьшению раскрытия трещин способствуют более благоприятным условиям эксплуатации железобетонных конструкций и продлевает срок их эксплуатации.

#### **Список литературы:**

1. СП 52-101-2003. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного напряжения арматуры. – М.: Стройиздат, 2005. – 155 с.