

УДК 624.012

К РАСЧЕТУ АНКЕРОВКИ АРМАТУРЫ В ИЗГИБАЕМЫХ  
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Е. М. БАБИЧ, В. Е. БАБИЧ, Е. Е. ПОЛЯНОВСКАЯ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ  
Ровно, Украина

В украинском стандарте [1] и Еврокоде-2 [2] расчетная длина анкеровки арматуры  $l_{bd}$  определяется по формуле

$$l_{bd} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 l_{b,rqd} \geq l_{b,min}, \quad (1)$$

где  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$  и  $\alpha_5$  – коэффициенты, которые учитывают соответственно форму стержней, минимальную толщину защитного слоя бетона, сдерживающее влияние поперечной арматуры, влияние приваренных поперечных стержней и влияние поперечного давления на площадь раскалывания (определяются по табл. [1, 2, 3]);  $l_{b,rqd}$  – базовая длина анкеровки, которая в общем случае определяется по формуле

$$l_{b,rqd} = (d/4)(f_{yd}/f_{bd}), \quad (2)$$

где  $f_{bd}$  – предельное напряжение сцепления по контакту арматуры с бетоном; остальные обозначения согласно [3].

Значение  $f_{bd}$  рекомендуется в нормах определять по выражению:

$$f_{bd} = \eta_1 \eta_2 \eta_3 f_{ctd}, \quad (3)$$

где  $\eta_1, \eta_2, \eta_3$  – коэффициенты, которые учитывают условия сцепления и положение стержней при бетонировании, диаметр арматуры, профиль арматурных стержней (определяются по [1, 2, 3]);  $f_{ctd}$  – расчетное сопротивление бетона растяжению.

В нормах Беларуси [3] в формуле (1) отсутствует коэффициент  $\alpha_5$ , но введен множитель  $A_{s,red}/A_{s,prov}$  ( $A_{s,red}$  – площадь продольной арматуры, требуемая по расчету;  $A_{s,prov}$  – принята площадь продольной арматуры).

В результате анализа методик расчета анкеровки арматуры можно отметить, что формула (1) наиболее совершенна, поскольку в ней используются предельные напряжения сцепления арматуры с бетоном и учитываются влияющие факторы. Однако ей присущи следующие недостатки:

– определение предельных напряжений сцепления  $f_{bd}$  по формуле (3) осуществляется приближенно в зависимости от расчетной прочности бетона на растяжение  $f_{ctd}$ , которая в таблицах [1, 2] не представлена. В формуле (3) в большинстве случаев коэффициенты  $\eta_1$  и  $\eta_2$  равны единице, тогда для стержней периодического профиля  $f_{bd} = 2,25 f_{ctd}$ , что не соответствует экспериментальным данным, поскольку напряжения сцепления зависят не

только от сопротивления бетона срезу, а и от его сопротивления смятию ребрами стержней;

– не все коэффициенты формул (1–3) экспериментально подтверждены (считается, что на предельные напряжения сцепления не влияет диаметр арматуры, и это не отвечает экспериментальным данным);

– требует уточнения влияние толщины защитного слоя бетона.

Для устранения отмеченных недостатков на основании обширных экспериментальных исследований, выполненных авторами [4] предлагается:

1) средние и характеристические значения напряжений сцепления арматуры с бетоном принимать в соответствии с табл. 1.

Табл. 1. Средние  $f_{bm}$  и характеристические  $f_{bk}$  значения напряжений сцепления арматуры с бетоном (МПа)

Класс бетона	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/35	C32/40
$f_{bm}$	1,76	3,07	4,27	5,45	6,55	7,59
$f_{bk}$	1,37	2,39	3,32	4,24	5,11	5,91

Расчетные значения напряжений сцепления арматуры с бетоном  $f_{bd}$  определяются по формуле

$$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_{ct}, \quad (4)$$

где  $\gamma_{ct}$  – коэффициент надежности по материалу при растяжении для предельных состояний первой группы принимается для выборки 0,05 равным 1,5; для выборки 0,95–1,3).

2) в формулу (1) дополнительно ввести коэффициент  $\alpha_6$ , который учитывает влияние диаметра арматуры, и на основании экспериментальных данных находится по формуле

$$\alpha_6 = 1 / (0,26\phi - 0,008\phi^2 - 1,1). \quad (5)$$

3) коэффициент  $\alpha_7$ , который содержится в формуле (1) и учитывает толщину защитного слоя бетона  $c_d$ , определять по зависимости

$$\alpha_7 = 1 + 0,3 (c_d - 3\phi) / 3\phi. \quad (6)$$

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ДСТУ Б В.2.6-156: 2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011.
2. EN 1992-1-1: Eurocode 2: Design of Concrete Structures. Part 1: General rules and Rules for Buildings. Final draft. [Text] December, 2004.
3. СНБ 5.03.01-02. Бетонные и железобетонные конструкции. – Минск : М-во архит.и строит. Респ. Беларусь, 2003.
4. **Бабич, С. М.** Удосконалена методика розрахунку анкерування арматури в згинальних залізобетонних елементах / С. М. Бабич, В. Є. Бабич, О. Є. Поляновська. – Рівне : НУВГП, 2015. – 104 с.