- ПЗ-2000 к СНиП 3.03.01-87. Проектирование и устройство тепловой изоляции ограждающих конструкций жилых зданий. – Мн.: МАиС, 2000. – 86 с.
- П5-02 к СНиП 3.03.01-87. Проектирование и устройство тепловой изоляции ограждающих конструкций зданий и сооружений. Система "Радекс". – Мн.: МАиС, 2002. – 130 с.
- Пб-03 к СНиП 3.03.01-87. Устройство полистиролбетонной теплоизоляции ограждающих конструкций зданий методом торкретирования. – Мн.: МАиС, 2003. – 24 с.

УДК 624.012.3

Щербач А.В.

- Монастырев П.В. Технология устройства дополнительной теплозащиты стен жилых зданий. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 160 с.
- Потерщук В.А. Пути дальнейшего энергосбережения в жилых зданиях. Белорусский строительный рынок. – 1998.
 – №5. С. 2...3.

К УЧЕТУ ПОДАТЛИВОСТИ СТЫКОВОГО СОЕДИНЕНИЯ ПРИ РАСЧЕТЕ ЕПРОЧНОСТИ НАКЛОННЫХ СЕЧЕНИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ДВУЗНАЧНОЙ ЭПЮРОЙ ИЗГИБАЮЩИХ МОМЕНТОВ

Важным элементом, влияющим как на характер трещинообразования, так и на величину предельной поперечной силы, воспринимаемой критическим наклонным сечением сборномонолитной балки является деформативность стыкового соединения. Появление деформативности в стыковом соединении приводит как к изменениям в распределении продольных деформаций по высоте сечения, так и в положении наиболее опасных (критических) сечений по которым происходит разрушение неразрезной балки в приопорной зоне.

Тем не менее, согласно ряду европейских [1, 2, 3] и американо-канадских [4, 5] норм при проектировании сборномонолитных конструкций необходимо выполнять лишь дополнительную проверку прочности стыкового соединения, заключающуюся в определении предельных напряжений, действующих в стыковом соединении. Иными словами, при расчете стыка рассматривают диаграмму жесткопластического тела в осях «t-ð».

Эти касательные напряжения, действующие в плоскости стыка, определяют методами теории упругости в предположении упругой работы материалов, т.е. без учета податливости связей сдвига. Между тем известно, что даже учет линейной податливости этих связей приводит к существенному перераспределению как сдвигающих усилий по длине поверхности контакта, так и их первообразных.



Рис. 1. К определению положения сечений, наклонных к продольной оси элемента при проверке прочности на действие перерезывающих сил: а) положение расчетных наклонных трещин при загружении сосредоточенными силами; б) приопорный блок, выделенный наклонными трещинами;

Шербач Александр Валерьевич, кандидат технических наук, ассистент каф. технологии бетона и строительных материалов Брестского государственного технического университета. Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Строительство и архитектура

Ниже предлагается упрощенный метод расчета прочности наклонных сечений с учетом податливости связей сдвига, пригодный для использования в практических расчетах.

Расчет выполняют в следующем порядке.

В соответствии с методикой определения положения критических наклонных трещин, подробно описанной в нашей работе [6], определяют положение критических наклонных трещин – крайней опорной и крайней пролетной (см. рисунок 1) и вычисляют величину расчетного участка сдвига l_{sd} :

$$\boldsymbol{l}_{sd} = \boldsymbol{l}_1 - \boldsymbol{l}_2 - \boldsymbol{cot} \,\boldsymbol{\theta}_{sp} \cdot \left(\boldsymbol{h}_m - \boldsymbol{x}_{p(sp)}\right) - \boldsymbol{cot} \,\boldsymbol{\theta}_{sup} \cdot \left(\boldsymbol{h}_p - \boldsymbol{x}_{p(sup)}\right)$$
(1)

Затем, рассматривая приопорный блок, выделенный двумя критическими наклонными трещинами (рис. 1), определяют величину сдвигающего усилия в стыке F_{sd} на участке сдвига l_{sd} , воспользовавшись зависимостью:

$$\boldsymbol{F}_{sd} = \boldsymbol{F}_{st,sup} + \boldsymbol{F}_{cc} , \qquad (2)$$

Следующим шагом расчета внутренних усилий с учетом податливости стыкового соединения является определение средних сдвигающих напряжений τ_{sd} , действующих на участ-ке сдвига l_{sd} по зависимости:

$$\tau_{sd} = \frac{F_{sd}}{b_j \cdot l_{sd}}, \qquad (3)$$

где l_{sd} – длина участка сдвига (рис. 1);

 F_{sd} – сдвигающее усилие в стыке, определяемое с учетом податливости стыкового соединения;

 b_i – расчетная ширина поверхности сдвига.

В соответствии с принятой диаграммой деформирования стыкового соединения (рис. 2) и установленным значением сдвигающих напряжений определяют средние абсолютные деформации сдвига δ (мм) монолитной части относительно сборной на рассматриваемом участке сдвига l_{sd} (рис. 1).

Тогда относительная деформация сдвига на уровне стыка Δε_i может быть рассчитана по формуле:

$$\Delta \varepsilon_j = \frac{\delta}{l_{sd}} \,. \tag{4}$$



Рис. 2. Диаграмма деформирования τ_{sd} - δ .

При установленном значении $\Delta \varepsilon_j$ следует выполнить перерасчет напряженно-деформированного состояния нормального сечения (рис. 3), проходящего через вершину крайней пролетной наклонной трещины в пролете по условиям равновесия, откорректированным с учетом деформации сдвига $\Delta \varepsilon_j$ в соответствии с алгоритмом представленном на рис. 4.

В результате перерасчета напряженно-деформированного состояния нормального сечения, проходящего через вершину наклонной трещины с учетом предполагаемого сдвига частей сечения друг относительно друга на некоторую величину $\Delta \varepsilon$, параметры сжатой зоны бетона над вершиной наклонной пролетной трещины приобретут новые значения. Соответственно изменится и значение сдвигающего усилия F_{sd} в стыковом соединении.

На новой итерации определяют величину сдвигающих напряжений в стыковом соединении τ_{sd} , и далее по диаграмме деформирования τ_{sd} - δ соответствующее им значение относительной деформации $\Delta \varepsilon_i$.

Значения $\Delta \varepsilon_{j}$, полученные на предыдущей и последующей итерациях, сравнивают. Отличие между полученными величинами деформаций не должно превышать принятую невязку.

В случае, если это условие не выполняется, производят новую итерацию.

В итоге, установив окончательное значение $\Delta \varepsilon_j$ при данном уровне нагружения, сравнивают значение равнодействующей в



Рис. 3. К расчету прочности наклонных сечений с учетом податливости стыкового соединения 1- эпюра деформаций нормального сечения с абсолютно жестким стыком;

2 - эпюра деформаций нормального сечения с податливостью в стыковом соединении.

Вестник Брестского государственного технического университета. 2006. №1



Рис. 4. Алгоритм расчета нормального сечения составного изгибаемого элемента с учетом податливости стыкового соединения.

Строительство и архитектура

Вестник Брестского государственного технического университета. 2006. №1

Таблица 1. Сравнение опытных и расчетных значений предельных нагрузок для сборно-монолитных балок											
		Процент попереч- ного армиро- вания, р _w	Предельная нагрузка, кН								
	Обоз- на- чение балок		Опыт- ная	Среднее по серии	Метод фер- менной ана- логии*	Расчетная Модель наклонных сечений по	Предлагаемый метод расчета	<u>п.3</u> п.4	<u>п.3</u> п.5	<u>п.3</u> п.6	
	1		3		[1]	пособию [8]	7	6	0	10	
F		0,11	3	173.3	50	304	135	o 3,47	9 0,57	1,28	
	Б-I-1 Б-I-2 Б-I-3 Б-II-1 Б-II-2 Б-II-2 Б-II-3		160								
			180								
			180								
		0,21	240	226.6	98	412	210	2,31	0,55	1,08	
			240								
			200								
	Б-III-1 Б-III-2 Б-III-3	0,35	280	270	160	485	273	1,69	0,56	0,99	
			280								
			250								
	Примеча	Тримечание: * - метод ферменной аналогии реализован для приведенного сечения									

сжатой зоне над вершиной наклонной трещины F_{cc} , полученное на последней итерации и значение F_{cc} – из расчета положения критической наклонной трещины. В случае значительного отличия последних производят перерасчет положения наклонной трещины исходя из нового значения равнодействующей F_{cc} в сжатой зоне над вершиной наклонной трещины.

Дальнейший расчет прочности наклонных сечений предлагается производить в соответствии с положениями модифицированной полей сжатия с учетом угла наклона трещины θ и относительной продольной деформации ε_x .

С использованием сформулированных предложений был выполнен расчет сборно-монолитных неразрезных балок с монолитной частью из напрягающего бетона. Конструкция и результаты испытаний опытных балок подробно представлены в работе [7].

Результаты расчета, выполненного в соответствии с предложенными положениями, были сопоставлены с результатами расчета по различным методикам (таблица 1).

Как видно из представленного сравнения, предложенная методика определения прочности наклонных сечений с учетом податливости стыкового соединения в сборномонолитных элементах дает хорошее совпадение с опытными данными.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

 EN 1992-2-1, Eurocode 2 «Design of concrete structures. Part 1: General Rules and Rules for Building». - Commition of European Communities, Dec 1991. p.253.

УДК 624.012.46

Драган А.В.

- DIN 1045-1 (Entwurf) Tragewerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton. Teil 1: Bemessung und Konstruktion/ [1]/S. 513-614.
- СНБ 5.03.01. Бетонные и железобетонные конструкции -Мн.: Стройтехнорм, 2003 г. – 139 с.
- 4. ACI (American Concrete Institute) (1995): "ACI Building Code Requirements for Reinforced Concrete". ACI 318-95 and Commentary (318-95R), American Concrete Institute, Farmington Hills, Mich., 369 PP.
- CSA (Canadian Standards Association) (1994):" Design of Concrete Structures." CSA A23.3-94, Dec. 1994, 200 pp.
- 6. Тур В.В., Щербач А.В. К определению угла наклона диагональных трещин при расчете прочности железобетонных сборно-монолитных элементов на совместное действие изгибающих моментов и поперечных сил// Приложение к Вестнику БГТУ. Строительство и архитектура (Материалы XI Международного научно-методического межвузовского семинара "Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь"). Часть 1. – Брест, 2004. – с. 179 -184.
- Щербач А.В. Экспериментальное определение прочности наклонных сечений самонапряженных сборномонолитных балок со знакопеременной эпюрой изгибающих моментов// Вестник БГТУ. – 2003. - №1: Строительство и архитектура. – с. 160 – 164.
- Пособие по проектированию сборно-монолитных конструкций. Госстрой СССР.— М.: Стройиздат, 1989. – 73 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АНКЕРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ НЕНАПРЯГАЕМОЙ АРМАТУРЫ СЕРПОВИДНОГО ПРОФИЛЯ ПРИ СТАТИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ

Введение

Решающим фактором, обеспечивающим совместную работу бетона и арматуры в конструкции и позволяющим рассматривать железобетон как конструкционный материал, является надежное сцепление арматуры с бетоном. Сцепление обуславливает перераспределение усилий между арматурой и бетоном на всем интервале нагружения конструкции вплоть до разрушения.

Драган Алексей Вячеславович, аспирант кафедры технологии бетона и строительных материалов Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.