

ЛИТЕРАТУРА

1. Рочняк О.А., Образцов В.В., Рабинович Р.И. Железобетонные решетчатые ригели для этажерок нефтехимических комбинатов. — В кн.: Тез. докл. респ. науч.-техн. конф. "Проблемы создания новых строит. конструкций и технологии их пр-ва". Минск: ИСИА Госстроя БССР, 1982, с. 148—149. 2. СНиП II-21-75. Нормы проектирования. — М.: Стройиздат, 1976. — 89 с.

УДК 624.012.36:624.072.22

Л.В.ОБРАЗЦОВ, канд.техн.наук
(БИСИ)

К ОЦЕНКЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ БЕЗ ПОПЕРЕЧНОГО АРМИРОВАНИЯ ПО НАКЛОННЫМ СЕЧЕНИЯМ ПРИ ОТСУТСТВИИ СЦЕПЛЕНИЯ РАБОЧЕЙ АРМАТУРЫ С БЕТОНОМ*

В основу принятой нормами оценки несущей способности [1] железобетонных элементов без поперечного армирования по наклонным сечениям положены исходные предпосылки, согласно которым при больших пролетах среза происходит внезапное хрупкое разрушение по косому сечению сразу же после образования критической наклонной трещины, при небольших же пролетах среза разница между усилиями появления критической трещины и разрушением элемента весьма мала. К факторам, снижающим усилие образования наклонных трещин и следовательно прочность элемента, отнесены неупругие деформации сжатого бетона, наличие нормальных трещин, работа растянутого бетона над трещинами, нарушение передачи усилий с бетона на арматуру, что в формуле $Q \leq k_1 R_p b h_0$ учитывается коэффициентом k_1 .

Определенная возможность повышения гарантии обеспечения прочности элементов без поперечной арматуры заключается прежде всего в однозначной оценке роли сцепления арматуры с бетоном.

Результаты экспериментальных исследований, выполненных в последнее время, свидетельствуют об увеличении сопротивления приопорных зон обычных и предварительно напряженных балок с однозначной эпюрой изгибающих моментов действию изгиба с поперечной силой при полном устранении сил сцепления (арматура расположена в каналах) или значительном их снижении (конструкции с гладкой арматурой большого диаметра) [2—4] .

Балка в этих случаях при пролетах среза $a/h_0 > 1$ после образования нормальных трещин превращается в систему блоков, соединенных между собой в сжатой зоне и передающих распор через крайние блоки на продольную арматуру. Усилие в продольной ар-

* Работа выполнена под руководством доц., канд.техн.наук О.А.Рочняка.

матуре выравнивается по длине балки, а равнодействующая сил в сжатой зоне бетона направлена по касательной к кривой давления. Разрушение такой системы происходит вследствие достижения предела текучести в продольной арматуре либо раздавливания сжатой зоны бетона в местах контакта блоков. Там, где кривая давления параллельна сжатой грани, разрушение может иметь вид откола сжатой зоны вследствие действия растягивающих напряжений σ_y по горизонтальным площадкам.

Наличие предварительного напряжения в продольной рабочей арматуре при ослабленном сцеплении или его отсутствии определенным образом влияет на разрушающий момент и приводит, в частности, к исчерпанию несущей способности зоны чистого изгиба из-за потери устойчивости сжатого слоя бетона, отделенного горизонтальной трещиной [5]. Приопорная же зона, как показывают исследования, не подвергается разрушению, исключение составляют случаи небольших пролетов среза $a/h_0 \leq 1$ при значительных условиях предварительного обжатия $\sigma_0/\sigma_{0,2} \geq 0,6$, когда элемент разрушается по диагонали приопорного блока. Фактическая несущая способность балок по поперечной силе оказывается выше расчетной по нормам [1] более чем в 2 раза.

Объяснить повышение сопротивления приопорной зоны действию изгиба с поперечной силой при отсутствии сцепления или значительном его снижении можно тем, что в этом случае передача сдвигающих усилий с арматуры на сжатую зону не происходит, и по этой причине значительно снижаются растягивающие напряжения по наклонным площадкам. Это подтверждают результаты численного анализа по МКЭ напряженного состояния приопорного блока, принятая модель которого в общем виде представлена на рис. 1. Анализ выполнен при относительном пролете среза a/h_0 , равным 1; 1,5; 2. Глубина проникновения вертикальной трещины перед разрушением принята равной $S/h_0 = 0,7$ ($\xi = 0,3$), промежуточное значение $S/h_0 = 0,5$ ($\xi = 0,5$). Значения величин D и N_a определялись из условия равновесия для каждого из соотношений a/h_0 и ξ .

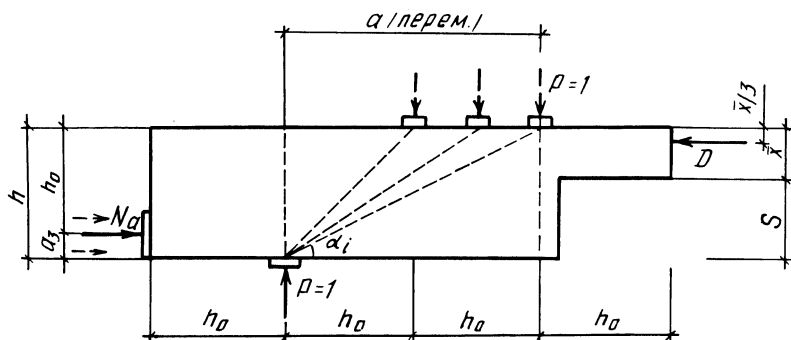


Рис. 1. Модель приопорного блока при анализе напряженно-деформированного состояния по МКЭ.

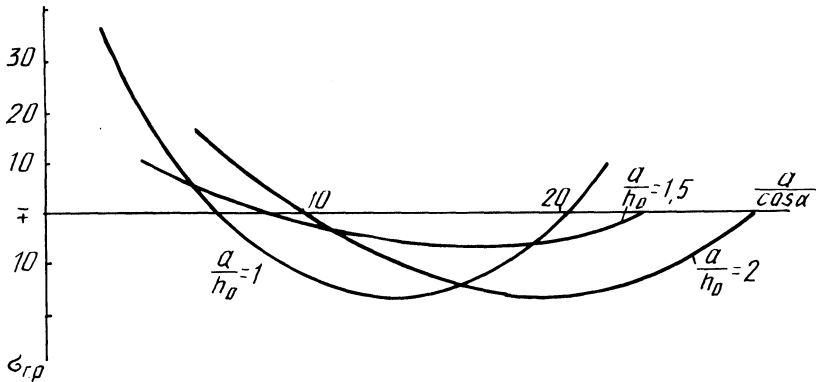


Рис. 2. Значения главных растягивающих напряжений в средней зоне приопорного блока (результаты анализа по МКЭ).

Из результатов полученных решений для балок без сцепления арматуры с бетоном следует, что в средней зоне приопорного блока главные растягивающие напряжения $\sigma_{Г.р.}$ имеют наибольшее значение при $a/h_0 = 1$ и $x = 0,3h_0$, но оно в 1,7–2 раза меньше, чем в аналогичных балках со сцеплением арматуры с бетоном (рис. 2).

В этих условиях в балках без сцепления наклонные трещины в зоне действия поперечных сил не образуются, а механизм разрушения приопорного блока можно представить таким образом.

После разделения балки нормальными трещинами на систему блоков крайний приопорный блок оказывается загруженным по диагонали равнодействующими; от реакции опоры и усилия в арматуре (внизу) от внешней силы и усилия в сжатой зоне (вверху). Характер разрушения приопорной зоны в этом случае аналогичен разрушению при раскалывании; напряженное состояние "сжатие—растяжение" приводит к образованию неустойчивой трещины нормального отрыва, которая, возникая в средней части, интенсивно распространяется по диагонали приопорного блока.

Условие необходимости постановки поперечной арматуры может быть в этом случае представлено в виде $\sigma_{Г.р.} > R_p$, что свидетельствует о возможности возникновения наклонной критической трещины до образования нормальных трещин. Таким образом, поперечные стержни, площадь которых должна определяться в соответствии с $\sigma_{Г.р.}$, целесообразно устанавливать перпендикулярно диагонали приопорного блока.

Значения $\sigma_{Г.р.}$ в приопорном блоке можно определять, предполагая наличие нормальных трещин, по зависимости [6]

$$\sigma_{Г.р.} = kQ/bh_0, \quad (1)$$

где k — опытный коэффициент, равный 0,65–0,7.

ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП II-21-75. Бетонные и железобетонные конструкции: Нормы проектирования. — М.: Стройиздат, 1976, с. 44—47.
2. П и р а д о в А.Б. Влияние многократно-повторного нагружения на несущую способность легкожелезобетонных балок по наклонному сечению. — В кн.: Исследования в области бетона и железобетона: Материалы конф. ГрузНИИГС. Тбилиси: ГрузНИИГС, 1977, с. 90—102.
3. С п р ы г и н Г.М. Исследование предварительно напряженных конструкций при частном или полном отсутствии сцепления арматуры с бетоном. — В кн.: Материалы VIII международного конгресса ФИП. Москва—Лондон: ФИП, 1978. — 24 с.
4. Р о ч н я к О.А., Я р о м и ч Н.Н. К вопросу влияния сил сцепления между продольной рабочей арматурой и бетоном на характер разрушения и несущую способность железобетонных изгибаемых элементов. — В кн.: Тез. докл. IX конф. молодых ученых и специалистов Прибалтики и Белоруссии по проблемам строит. материалов и конструкций. Минск: ИСиА Госстроя БССР, 1977, с. 79—80.
5. В а с и л ь е в П.И., Р о ч н я к О.А., О б р а з ц о в Л.В. Исследование предварительно напряженных балок без сцепления арматуры с бетоном. — Стр-во и архитектура Белоруссии, 1981, № 2, с. 35—36.
6. О б р а з ц о в Л.В. Исследование железобетонных предварительно напряженных балок без сцепления арматуры с бетоном на действие изгибающего момента и поперечной силы: Автореф. дис. ... канд.техн.наук. — Л.: Ленингр. политехн. ин-т, 1980. — 15 с.

УДК 624.011.1.04:539.4

Р.Б.ОРЛОВИЧ, канд.техн.наук,
Г.Г.ЕЗЕПОВ, А.Я.НАЙЧУК (БИСИ)

К ОЦЕНКЕ НЕКОТОРЫХ КРИТЕРИЕВ ПРОЧНОСТИ АНИЗОТРОПНЫХ ТЕЛ ПРИ ПЛОСКОМ НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ

Применение в строительных конструкциях древесины, пластиков и других анизотропных материалов, работающих в условиях плоского напряженного состояния, требует совершенствования их расчетов на прочность [1, 2]. Использование с этой целью известных критериев [2, 3] сдерживается из-за недостатка экспериментальных данных, подтверждающих их пригодность для конкретного материала и вида напряженного состояния [2]. Учитывая сложность такой задачи, ограничимся ее постановкой для некоторых частных случаев. В качестве примера рассмотрим древесину, специфика механических свойств которой наиболее полно отражена в критериях прочности Е.К.Ашкенази [3] и Г.А.Гениева [2], записываемых для главных осей анизотропии ox и oy в виде

$$\left[\frac{\sigma_x^2}{R_x^{\pm}} + \frac{\sigma_y^2}{R_y^{\pm}} + \frac{\tau_{xy}^2}{R_{xy}^{\pm}} + \sigma_x \sigma_y S_{xy} \right]^2 = \sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_x \sigma_y + \tau_{xy}^2 ; \quad (1)$$