

Виктор Тур

Брестский политехни-  
ческий институт

Некоторые особенности расчета сборно-  
монолитных конструкций с набетонкой из напрягаю-  
щего бетона.

Как показали обширные исследования /1/ на рабсту традиционных сборно-монолитных конструкций в эксплуатационной стадии существенное влияние оказывает напряженно-деформированное состояние от усадки и ползучести бетонов. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что в ряде случаев напряжения и деформации от усадки приводят к снижению трещиностойкости и возрастанию прогибов конструкций.

При изготовлении монолитной части сборно-монолитной конструкции из напрягающего бетона становится возможным не только избежать неблагоприятного воздействия усадки, но и в ряде случаев получить в построечных условиях предварительно-напряженную конструкцию.

Исследования, выполненные автором /2/ показали, что в сборно-монолитных сечениях, где набетонка расположена поверх сборного элемента на стадии расширения имеет место напряженно-деформированное состояние, показанное на рис.1. При этом, в сечении развиваются значительные по величине внутренние усилия, способные оказать существенное влияние на работу конструкции под нагрузкой.

В настоящей статье приведен краткий анализ влияния дополнительного напряженно-деформированного состояния от расширения в нормальном сечении на различных стадиях работы его под нагрузкой. Анализ выполнен на основании экспериментальных данных, полученных при испытаниях 30-ти сборно-монолитных балок с набетонкой из напрягающего бетона /2/ и теоретического расчета по программе "RREL" в основу которой положена методика /3/. При расчетах использовали исходное деформированное состояние в сборно-монолитном сечении и фактические диаграммы деформирования материалов, полученные при испытаниях натуральных балок.

Коротко рассмотрим основные стадии напряженно-деформированного состояния нормального сечения и их отличие от традиционных.

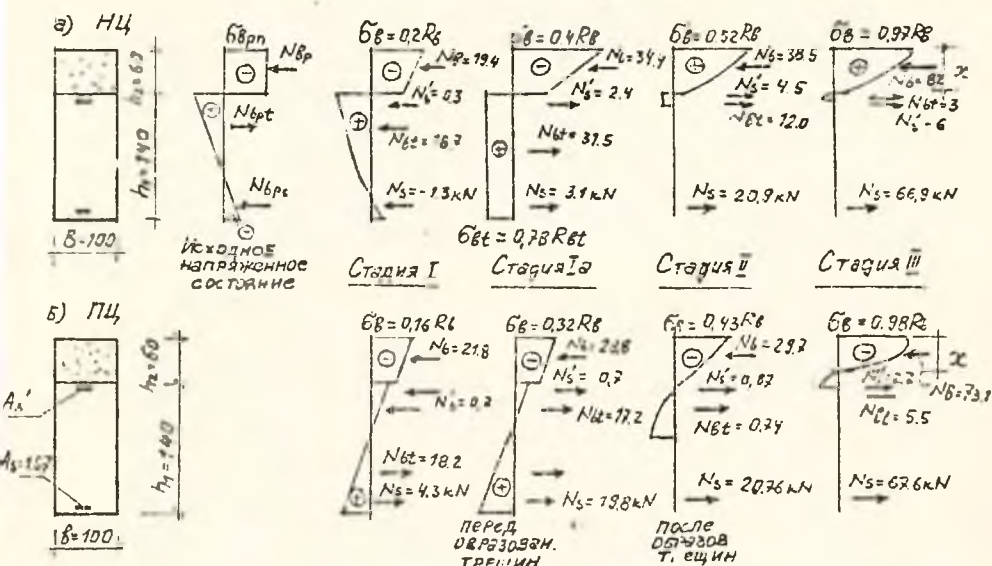


Рис. 1

Стадия I. На ранних этапах нагружения происходит постепенное погашение сжимающих напряжений на нижней грани сборного элемента и прирост растягивающих напряжений на его верхней грани (рис. 1а). При компоновке сечения, когда нейтральная ось располагается в непосредственной близости к границе контакта прирост растягивающих напряжений незначителен. Отличительной особенностью этой стадии является то, что сборно-монолитное сечение имеет две сжатые зоны: в нижней части сборного элемента и в монолитном бетоне.

Стадия Ia. По мере возрастания нагрузки происходит полное погашение сжимающих напряжений в сборном элементе и все его сечение оказывается растянутым. При этом происходит выравнивание растягивающих напряжений по высоте сечение сборной части и к моменту образования трещины все сборное сечение имеет напряжения, приближающиеся к  $R_{Bt,ser}$ , нейтральная ось проходит по контакту. Это и является отличительной особенностью этой стадии (рис. 1а).

Стадия II. При образовании трещины, последняя пересекает сразу практически все сечение, доходя до контакта. Ширина раскрытия трещины при этом примерно одинакова по всей ее длине. Это сопровождается мгновенным возрастанием прогиба и напряжений в арматуре по сравнению с аналогом. Однако, при дальнейшем приложении нагрузки развитие трещины в монолитный бетон тормозится за счет имеющегося в нем самонапряжения. При этом, увеличивается количество трещин по длине балки. Несмотря на то, что суммарная ширина раскрытия трещин в самонапряженной балке и аналоге примерно одинакова, максимальная ее ширина в самонапряженной балке меньше.

Стадия III. В предельном состоянии работа самонапряженной балки и аналога практически не отличаются. Это и понятно, ибо положение нейтральной оси при текучести арматуры определяется только из условий равновесия, без использования условий деформаций. Так как равнодействующая внутренних сил, вызванных усадкой, равна нулю, уравнения равновесия не претерпевают никаких изменений. Этого нельзя отметить при расчете конструкции по второй группе предельных состояний. Так, учитывая распределение напряжений по стадиям Iа и II, при расчете трещиностойкости нормального сечения предложено  $M_{кр}$  определять из условия:

$$M_{кр} = R_{ст,сер} W_{PL} + N_{сп} (\epsilon_{св} - \epsilon_y) \frac{\epsilon_y A_{свд}}{W_{I0}} + P_{02} (\epsilon_{оп} + \epsilon_y) \quad (1)$$

где:  $N_{сп}$  - усилие от самонапряжения в монолитном нагружаемом бетоне с учетом потерь от усадки и ползучести;

$$W_{PL} = [b h_1^2 (0,5 + \frac{2h_2}{3h_1}) + (2\alpha - \frac{\sigma_{б20}}{R_{ст,сер}}) A_s h_1 (1 - \frac{a}{h_1} - \frac{2h_2}{3h_1}) + 2\alpha A_s^2] \quad (2)$$

При расчете прогибов самонапряженных балок предложено учитывать дополнительный выгиб от расширения по формуле:

$$\frac{1}{f_{сп}} = \frac{M_{сп}}{k B_{02}}$$

где:  $M_{\beta p}$  - момент усилия самонапряжения сжатия в монолитном слое, определяемый  $M_{\beta p} = N_{\beta p} \cdot e_{0M}$ ;

$B_{02}$  - фактическая изгибная жесткость сборной части сечения при расширении.

Сопоставление опытных значений с теоретическими по формулам (1)-(3) показали хорошее совпадение (5...7%).

Таким образом, при проектировании сборно-монолитных конструкций с набетонкой из напрягающего бетона при расчете по второй группе предельных состояний необходимо учитывать напряженно-деформированное состояние от расширения.

#### Список литературы:

1. Расчет сборно-монолитных конструкций с учетом фактора времени. Под ред. А.Б. Гольшева, К., Еудивельник, 1987.
2. Еудюк В.Д., Тур В.В.. Самонапряженные сборно-монолитные конструкции: Бетон и железобетон, - № I - 1992, стр.7 - 9.
3. Байков В.Н. и др. Расчет сечений железобетонных элементов; Бетон и железобетон., № 5 - 1997, стр.17 - 19.
4. Михайлов В.В., Литвер С.Л. Расширяющиеся и напрягающие цементы и самонапряженные конструкции. - М.: Стройиздат. 1974 - 307 с.
5. Пособие по проектированию самонапряженных железобетонных конструкций (к СНиП 2.01.03-84). - М.: ЦИТП. 1986 - 32 с.