

С. С. ДЖАНАЗЯН

НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СТЕНДОВОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДО ОБЖАТИЯ БЕТОНА

Работа посвящена исследованию напряженного состояния железобетонных изделий стендового изготовления. Экспериментальная часть данной работы проводилась в НИИЖБ в лаборатории, руководимой проф. А. А. Глюзеным. Эксперимент проводился на стенде, оборудованном пропарочной камерой длиной 7,4 м (рис. 1).

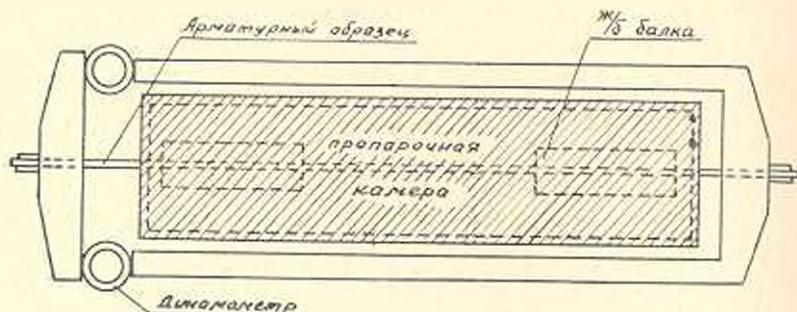


Рис. 1.

Упоры, воспринимающие усилие натяжения арматуры, были осуществлены из двутавров и находились на некотором расстоянии от пропарочной камеры, поэтому в процессе эксперимента температура упоров практически не менялась. Натяжение арматуры производилось гидравлическим домкратом, а усилие контролировалось динамометрами, установленными между неподвижными упорами и подвижной траверсой. В пропарочной камере одновременно изготавливались три балки таврового сечения длиной по 210 см каждая. Для приготовления бетона балок применялся портландцемент Белгородского завода активностью 600 кг/см^3 . В качестве заполнителей использовались речной песок средней крупности и гранитный щебень крупностью 10–25 мм. Прочность бетона к моменту спуска натяжения определялась по испытаниям трех бетонных кубков, изготовленных одновременно с балками. В качестве напрягаемой арматуры служил один стержень диаметром 14 мм из горячекатаной стали класса А—IV марки 20Х12Ф, с временным сопротивлением разрыву $\sigma_0 = 99,7 \text{ кг/мм}^2$ и условным пределом текучести $\sigma_{0,2} = 65,0 \text{ кг/мм}^2$. Процент армирования балок $\mu = 0,53\%$. Контролируемое натяжение арматуры 60 кг/мм^2 .

Эксперимент проводился в следующей последовательности: натягивался арматурный образец до контролируемого напряжения при температуре 20°C, а затем пропаривался. В процессе пропарки напряжения в арматуре снижались как за счет температурного перепада, так и вследствие процесса релаксации. После многократных подтяжек, пропарок и длительной выдержки арматурного образца под напряжением удалось практически ликвидировать потери напряжений от релаксации. Затем устанавливались арматурные каркасы, опалубка балок и производилось бетонирование. Тепловой обработке балки подвергались спустя 0,5-2 часа после бетонирования. Пропарка производилась по режиму 4+4+4 часа при максимальной температуре 80°C. В процессе всего эксперимента замерялись температура в камере и напряжения в свободных от бетона участках напряженной арматуры.

После остывания балок кольцевые динамометры, установленные на стенде, показали, что начальное напряжение σ_0 в арматуре несколько увеличилось и оказалось равным

$$\sigma_0 + \Delta\sigma,$$

где $\Delta\sigma$ — увеличение напряжения в свободных от бетона участках арматуры за счет укорочения железобетонного элемента вследствие объемного деформирования бетона.

После спуска натяжения в свободных от бетона участках арматуры натяжения будут равны нулю, а железобетонное сечение должно быть сжато усилием

$$N_1 = F_n (\sigma_0 + \Delta\sigma).$$

С другой стороны, напряжение в бетонированной арматуре после пропарки при температурном перепаде Δt ,

$$\sigma_0 - 20 \Delta t \frac{L_n}{L_y}.$$

где L_n — нагретый участок напрягаемой арматуры; L_y — вся длина напрягаемой арматуры.

Усилие обжатия будет

$$N_2 = F_n \left(\sigma_0 - 20 \Delta t \frac{L_n}{L_y} \right).$$

Таким образом разница

$$N_1 - N_2 = F_n \left(20 \Delta t \frac{L_n}{L_y} + \Delta\sigma \right)$$

представляет из себя растягивающее усилие, действующее в железобетонном элементе после его остывания на стенде до спуска натяжения. Отсюда для элементов с симметричной напрягаемой арматурой растягивающие напряжения в бетоне будут равны:

$$\sigma_{\text{бет}} = \frac{F_n \left(20 \Delta t \frac{L_n}{L_y} + \Delta\sigma \right)}{F_{\text{бет}}}.$$

а для элементов с несимметричной арматурой

$$\sigma_0 = F_n \left(20\Delta t \frac{L_n}{L_y} + \Delta \sigma \right) \left(\frac{l_0 J}{J_n} + \frac{1}{F_n} \right).$$

В результате предельных автором экспериментов было установлено, что

$$N_1 - N_2 = 2000 - 2100 \text{ кг}.$$

Предварительно напряженные элементы стендового изготовления, подвергавшиеся пропарке (спустя 0,5—2 часа после бетонирования) после их остывания на стенде (до спуска натяжения) оказываются растянутыми с усилием примерно равным $20\Delta t \frac{L_n}{L_y} F_n$ без учета влияния объемных деформаций бетона в процессе пропаривания изделия. Поэтому при большом проценте армирования и отношении $\frac{L_n}{L_y}$ близким к единице могут наблюдаться случаи растрескивания бетона, а при малом проценте армирования возможен обрыв арматуры в свободных от бетона участках. Учет растягивающего усилия позволяет достаточно точно вычислить напряжения в бетоне после его обжатия.

Ереванский политехнический институт
им. К. Маркса

Поступило 14.IV.1966