

Особенности проектирования и расчета междуэтажного перекрытия с предварительно напряженной арматурой в построечных условиях

Латыш А.В.

(Научный руководитель – Зверев В.Ф.)

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Поиск эффективных способов увеличения сопротивления конструкций из бетона действию растягивающих усилий привел к созданию предварительного напряжения. Идея использования предварительного напряжения конструкций начала формироваться во второй половине XIX в. Большой вклад в развитие этого направления внес французский инженер Э. Фрейсине. Согласно определению, предложенному им, подвергнуть предварительному напряжению какую-либо конструкцию, это значит вызвать в ней искусственным путем до приложения внешних нагрузок или одновременно с ними некоторые постоянные напряжения. При этом созданные искусственным путем начальные напряжения в сочетании с напряжениями, вызванными внешними нагрузками, должны во всех точках конструкции оставаться в пределах тех напряжений, которые материал может выдержать неограниченно долго.

Создание предварительного обжатия бетона в растянутых частях конструкций дало возможность одновременно и полно решить три основные проблемы железобетонного строительства: снизить расход стали и бетона за счет использования арматуры и бетона высокой прочности; значительно уменьшить собственный вес конструкций, особенно при больших пролетах; создать повышенную трещиностойкость и жесткость конструкций. Предварительное напряжение применяется преимущественно в тех элементах железобетонных конструкций, в бетоне которых при нагрузках возникают значительные растягивающие напряжения, что ведет к появлению трещин. Способом преднапряжения возводятся, прежде всего, большепролетные сооружения, жилые здания, плотины, энергетические комплексы, телебашни и многое другое. Монолитный предварительно напряженный железобетон нашел широкое применение

для корпусов реакторов и защитных оболочек атомных электростанций. Традиционно массовой областью применения предварительно напряженного железобетона в мире стало и мостостроение.

Предварительное напряжение конструкций с использованием арматурных элементов может быть выполнено, главным образом, тремя основными методами:

- при предварительном напряжении арматуры на упоры;
- при натяжении арматуры на затвердевший бетон.

Посредством физико-химического натяжения (самонапряжения) при связанном расширении специальных (напрягающих) бетонов.

В данной публикации описывается способ натяжения арматуры на бетон. При таком способе предварительно изготавливают армированный или бетонный элемент (рис. 1, *а*). Далее размещают арматуру в каналах или пазах, оставленных при бетонировании элемента. Диаметр канала или паза в бетоне должен превышать диаметр арматуры на 5...15 мм. Устанавливают анкеры, а затем, выполняют натяжение арматуры при помощи домкрата двойного действия после достижения бетоном требуемой передаточной прочности 70–75 % (рис. 1, *б*, *в*). Сцепление арматуры с бетоном создают при последующем инъецировании каналов. Однако инъецирование каналов может не выполняться. В этом случае имеют место предварительно напряженные конструкции без сцепления арматуры с бетоном. Особенность заключается в том, что высокопрочный стабилизированный канат помещается в пластиковую оболочку, заполненную антикоррозионной смазкой (смазочным жиром), что позволяет канату свободно перемещаться внутри оболочки и минимизирует потери преднапряжения от трения каната, а также защищает его от коррозии. Такой арматурный элемент называется моностренд.

Большим преимуществом использования преднапряжения плиты перекрытия – ее хорошая сопротивляемость аварийным воздействиям. Применение предварительного напряжения в плоских плитах перекрытия наряду с простотой его выполнения и высокой надежностью позволяет снижать расход арматурной стали в 1,7 раза, а расход бетона – на 20–30 % по сравнению с перекрытиями, выполненными из обычного железобетона. Также этот способ существенно уменьшает трудозатраты и затраты денежных средств. Преимуществом данной технологии является полное использование высо-

ких прочностных свойств напрягаемой арматуры. Такие системы повсеместно применяются в Европе и Америке уже более 40 лет.

В дипломном проекте используется монолитная плита перекрытия под залом совещаний. Плита размером $9 \times 8,7$ м. Полезная нагрузка составляет 4 кН/м^2 . В результате прогиб в плите приблизился к предельному. Его величина составила $25,7$ мм. Для увеличения жесткости было решено использовать преднапряжение в построчных условиях

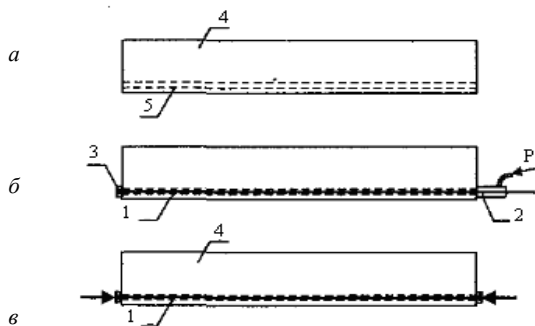


Рис. 1. Последовательность технологических операций при предварительном напряжении арматуры на бетон:

1 – напрягаемая арматура; 2 – гидравлический домкрат двойного действия; 3 – анкер; 4 – бетонный элемент; 5 – канал или паз

В качестве каналов используются металлические гафрированные трубки. Эти элементы устанавливаются прямолинейно, т.к. толщина плиты перекрытия менее 450 мм. В каналобразователи заводятся семипроволочные канаты диаметром 12 мм. Помимо канатов в плите использована стержневая ненапрягаемая арматура (в верхней и нижней частях плиты S 400 диаметром 3 мм). После набора бетоном требуемой передаточной прочности производят распалубку. Далее производится монтаж неактивного анкера с прямоугольной опорной плитой (для предотвращения местного смятия бетона конструкции). После этого монтируют активный ан-

кер. С помощью домкрата двойного действия «Freyssinet», выполняется натяжение канатов. Натяжение канатной арматуры и передача усилий натяжения на плиту осуществляется в два этапа. На первом этапе – усилие на плиту передается в поперечном – коротком направлении. Натяжение канатов следует начинать со средних (центральных) участков плиты попеременно в одну, а затем в другую сторону. На втором этапе натяжения, усилие на плиту передается в продольном – длинном направлении. При натяжении использованы клиновидные анкеры (с пассивной и активной сторон) с захватами. Усилие натяжения контролируется с помощью специального измерителя усилий. После этого активный конец каната заклинивается в анкерном устройстве. В последнюю очередь выполняется инъецирование каналов специальным раствором.

Расчет плиты производился по второй группе предельных состояний. Условно вырезалась полоса шириной 1 м. Сечение плиты принималось прямоугольным с толщиной 160 мм. Шаг напрягаемых канатов был принят 300 мм, а шаг ненапрягаемой стержневой арматуры – 100 мм (в верхней и в нижней частях сечения). В результате расчета максимальный прогиб в плите составил 13,7 мм.

Такой же способ создания преднапряжения использовался при строительстве автовокзала «Центральный» в г. Минске.

В настоящее время в нашей стране строятся и проектируются еще несколько объектов с применением создания преднапряжения на бетон.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нагрузки и воздействия: СНиП 2.01.07-85 / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 36 с. – С изм. №1 РБ.
2. Бетонные и железобетонные конструкции: СНБ 5.03.01-02. – С изм. № 1, 2, 3, 4.
3. Байков, В. Н. Железобетонные конструкции / В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов. – М: Стройиздат, 1985.
4. Пецольд, Т.М. Железобетонные конструкции / Т.М. Пецольд, В.В. Тур. – Брест: БГТУ, 2003. – 380 с.