

УДК 69.07

О НЕОБХОДИМОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДНАПРЯЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Оралбек Алмас Жантасулы, Нухаева Бахытнур Ондурсевна

oralbeek97@mail.ru, 01160593@mail.ru

Магистрант и к.т.н., доцент кафедры «Проектирование зданий и сооружений»,
Архитектурно-строительный факультет
ЕНУ имени Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Введение. В современных рыночных условиях развития экономики Казахстана необходимо и целесообразно внедрение в практику строительства прогрессивных строительных технологических решений посредством снижения их материалоемкости, трудоемкости и продолжительности выполнения строительно-монтажных работ.

К таким технологиям можно отнести технологию предварительного напряжения железобетона, реализуемую в проектах с использованием прогрессивных конструктивно-технологических схем, что очевидно, при монолитном строительстве объектов жилья, здравоохранения, образования, торговли и других значимых сооружений на примере г. Нур-Султана.

Темпы возведения зданий и сооружений в городе являются одними из наиболее высоких в Республики Казахстан. Это достигается за счет повышения профессиональной компетенции строителей и внедрения высоких технологий в производство, обеспечивающих долговечность и надежность, выполнение требований по тепло и энергоэффективности, а также архитектурной выразительности сооружаемых зданий и сооружений, снижения эксплуатационных затрат на всех этапах жизненного цикла строительной продукции.

Монолитное строительство позволяет увеличить величину пролетов между несущими колоннами до 18м, получать консоли с вылетом практически до 6 метров, создавать свободную планировку без каких-либо ограничений по форме периметра здания выполняя перекрытия на несущих колоннах.

В жилых домах, построенных по такому принципу, может вообще не быть одинаковых квартир, а на нижних этажах проще создавать магазины, рестораны и прочие коммерческие помещения. Получаемые конструкции не имеют стыков и выдерживают значительную нагрузку.

Технология монолитного строительства заключается в применении опалубки, арматуры и бетона. Так как бетон обладает слабыми растягивающими свойствами, арматура, установленная в растянутой зоне, позволяет обеспечить требуемую прочность данной зоны и максимально эффективную работу конструкций.

Для совершенствования технологии предварительного напряжения железобетона, необходимо изучение отечественного и мирового опыта.

Цели и задачи

Целью данной работы является совершенствование технологии создания преднапряженного железобетона, их оценка и разработка практических рекомендаций по внедрению их в практику возведения зданий и сооружений в нашей стране.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить сбор и анализ имеющихся материалов по технологии преднапряженного железобетона с описанием их способов создания.

Для устранения основного недостатка железобетона, его низкой прочности при растяжении, в процессе изготовления искусственно создается напряжение путем натяжения части или всей рабочей арматуры, т.е. обжатия части или всего бетона.

Учеными и специалистами строительной отрасли разных стран были разработаны значительные объемы нормативно-технической литературы по расчету, проектированию и технологии изготовления предварительно напряженных железобетонных конструкций.

Технологии предварительно напряженного железобетона применяются в зарубежных странах и в странах СНГ. Среди стран СНГ наибольшее распространение представлено в Российской Федерации и Республике Беларусь.

Основателем международной федерации и теории преднапряженного железобетона по праву можно считать французского ученого Фрейссине который заложил основы проектирования железобетонных конструкций с применением предварительного напряжения.

Фрейссине провел ряд экспериментальных работ по:

- изучению влияния ползучести бетона на потери предварительного напряжения на примере испытания преднапряженной железобетонной балки в условиях различных показателей влажности среды;

- выполнению натяжения с исследованием эффекта проскальзывания в анкерных устройствах при натяжении с введением значения потерь предварительного напряжения ΔP_{si} .

- взаиморасположению каналообразователей, с учетом влияния расстояния между ними на несущую способность, местное разрушение на локальных участках между бетоном и каналообразователем с введением минимально допустимых расстояний между натягаемыми канатами.

По результатам экспериментальных исследования было установлено:

- значительное влияние влажности на потери предварительного напряжения с введением коэффициента ползучести бетона $\varphi(t, t_0)$;

- устройство каналообразователей с более толстой стенкой несколько увеличивает стоимость таких проектов, однако при их дальнейшей эксплуатации значительно уменьшаются затраты на ремонтные работы в сравнении с каналообразователем с минимальной толщиной стенки.

Фрейссине разработал методику расчета несущей способности, обеспечивающую надежность любой системы преднапряжения железобетона в зависимости от типа анкеровки, вида каналообразователя, типа каната и других показателей. Данная методика включена в действующие «Eurocode 2» нормы [1].

Морис П.Б. провел экспериментальные исследования многопролетных железобетонных балок с расположением в них канатов, повторяющих контуры эпюр изгибающих моментов и изучил влияния потерь предварительного напряжения от трения с учетом криволинейной геометрии с введением коэффициента трения μ для систем со сцеплением с бетоном и без сцепления с бетоном. Снижение потерь предварительного напряжения от трения в случае применения канатов без сцепления с бетоном с каналообразователями типа HDPE (полиэтилен высокой плотности) составило до 45% [2].

Анализ экспериментальных исследований по технологии преднапряжения железобетона [3], проведенных российским ученым Чхумом А. показал, что:

- применение высокоэкономичной стержневой арматуры повышенной прочности и высокопрочной проволочной арматуры уменьшает расхода стали до 50%; стальных стабилизированных семипроволочных канатов в сравнении с традиционной арматурой повышает несущую способность железобетона до 20%;

- предварительное обжатие растянутых зон бетона существенно отодвигает момент образования трещин в данных местах, ограничивает ширину раскрытия трещин, а также повышает жесткость элементов, с минимальным влиянием на их прочность;

- эффективность применения предварительно напряженного железобетона возрастает при увеличении пролетов здания, снижает себестоимость строительных работ до 30%;

- оптимизация конструктивных решений проектов жилого здания, бизнес центра и торгово-развлекательного центра позволила добиться снижения общего веса конструкций до 40% с существенным снижением материалоемкости (за счет снижения расхода бетона и арматуры) с сохранением высоких показателей надежности конструкций.

На основе проведенного анализа научных работ ученых следует отметить о достоинствах преднапряженного железобетона: высокую прочность на растяжение и трещиностойкость, возможность увеличить пролеты в зданиях и сооружениях, быстрое и надежное строительство.

В Республике Казахстан использование преднапряженного железобетона в монолитном строительстве востребовано и актуально.

В данной статье рассмотрена технология создания преднапряженного железобетона с системой постнапряжения со сцеплением с бетоном в монолитном строительстве объектов жилья в г. Нур-Султане.

В качестве напрягаемого элемента используют стабилизированные семипроволочные стальные канаты в оболочке выполненные по ГОСТ 13840 производства ООО «Мегапром» (Россия) с соответствующими сертификатами от производителя. Канаты изготовлены из углеродистой стали методом правой свивки с линейным касанием проволок. Суммарные диаметры арматурных канатов составляют 6, 9, 12 и 15 мм. Условный предел текучести от 1410 МПа до 1500 МПа. [4]

При создании системы постнапряжения со сцеплением с бетоном в процессе арматурных работ в конструкции укладывается каналообразователь из гофрированной стали толщиной 0,2 – 0,3 мм, диаметром необходимым для размещения требуемого количества канатов, как правило от 1 до 31 штук.

Каналообразователи создают в бетоне пустоты т.е. каналы в которые свободно перемещаются канаты в процессе натяжения. При необходимости отрезки каналообразователя фиксируются при помощи соединительных муфт. В точках перегиба каналообразователей устанавливаются клапаны с выходом на поверхность бетона для последующего инъектирования. После установки каналообразователей в проектном положении производится проталкивание в них канатной арматуры - «набивки». Набивка может производиться как до, так и после заливки бетона. После набора бетоном достаточной прочности производится натяжения канатной арматуры и инъектирование – заполнение каналов цементным раствором под давлением до 8 атмосфер. Проталкивание канатов в каналообразователи, натяжение канатной арматуры и инъектирование производятся с помощью специального оборудования. [5].

Достоинством применения данной технологии является высокая надежность в связи с распределением сил трения вдоль напрягаемых канатов, что обеспечивает сохранение натяжения в случае разрушения анкерных устройств.

Однако при создании системы преднапряжения канатной арматуры со сцеплением с бетоном требуется довольно высокая квалификации и соответствующий уровень инженеров контроля и рабочих-монолитчиков.

Более того, необходимо при инъецировании обеспечить соответствующее качество исключая попадание влаги и воздуха, обеспечивая тем самым защиту канатов от коррозии. Замена некачественно выполненной напрягаемой арматуры невозможно без полной разборки конструкции в целом.

Также при строительстве жилого комплекса «Avenue 5», при возведении монолитного одноэтажного железобетонного паркинга с эксплуатируемой кровлей (рис.1) была принята технология создания постнапряжения железобетона с оптимизацией его конструктивного решения, с внесением изменений в ранее разработанный проект с заменой монолитного каркаса без предварительного напряжения железобетона на монолитный каркас с предварительно напряженными железобетонными балками прямоугольного сечения с системой постнапряжения со сцепления с бетоном с использованием стальных арматурных семипроволочных стабилизированных канатов.

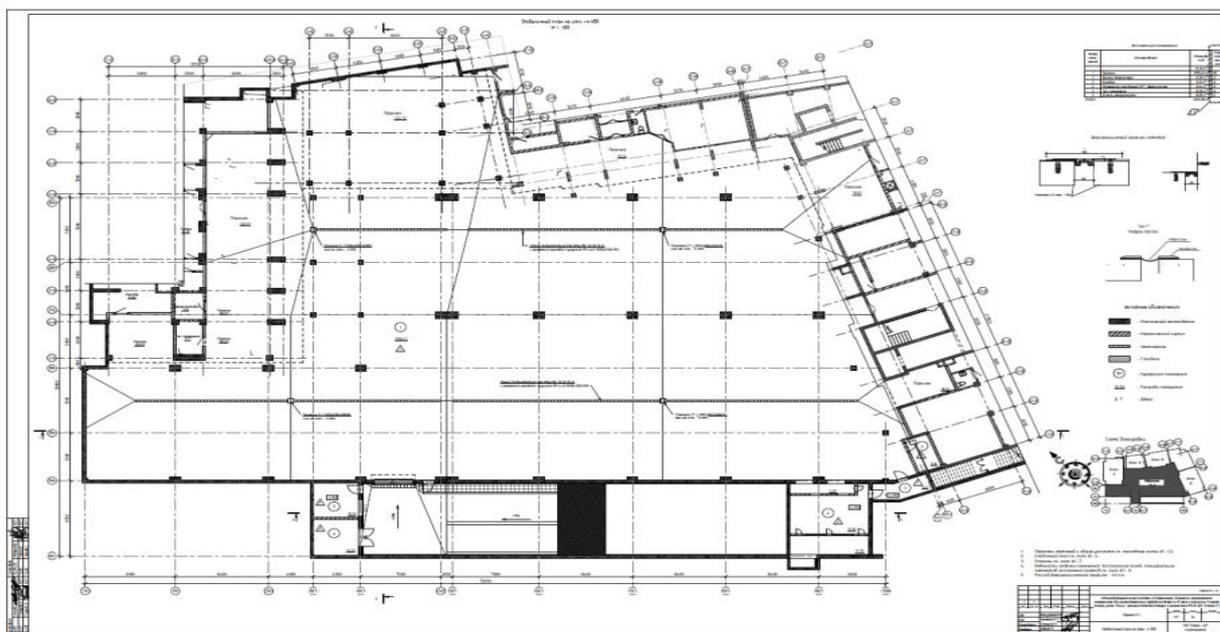


Рис. 1 - План паркинга

Конструктивная схема здания – балочный железобетонный каркас с плитами балочного перекрытия толщиной 250 мм, с шагом несущих конструкций 18 метров (рис. 2).



Рис. 2 - Фактическое выполнение преднапряжения перекрытия паркинга

Такая оптимизация, проведенная по желанию Заказчика, позволило уменьшить количество колонн, фундаментов, увеличить количество парковочных мест и улучшила работу предварительно напряженных конструкций по второй группе предельных состояний по прогибам и трещиностойкости.

Хотя примененная технология предварительного напряжения железобетона привела к удорожанию строительства, связанную со стоимостью приобретаемых канатов, каналообразователей, применения специализированного оборудования. Несколько усложнилась и технология производства строительных работ в связи с тем, что она недостаточно применяется в строительной отрасли.

Выводы. На основании выполненного анализа экспериментальных исследований ученых отрасли строительства в области предварительного напряжения железобетонных конструкций установлена актуальность его применения в Республики Казахстан.

Переход от традиционного монолита на преднапряженный железобетон с натяжением на бетон (post-tensioning) должен быть заложен на стадии проектирования с учетом действующих норм строительства, в том числе Еврокодов.

Эффективность применения преднапряженного железобетона с системой постнапряжения в сравнении с традиционным железобетоном должна быть основана на технико-экономической оценке выполненной на примере строительства паркинга в ЖК «Avenue 5». Для успешного и широкомасштабного применения технологии преднапряжения железобетона с системой постнапряжения в Казахстане необходимо повышение квалификации рабочих-монолитчиков и инженеров контроля. Это позволит обеспечить соответствующее качество выполнения работ по инъецированию, исключая работы по разборке созданных конструкций.

Список использованных источников

1. Фрейссинг Э. «Origins and Solutions in Prestressed Concrete»
2. Моррис П. «The analysis of prestressed concrete structures and the application of recent research. structural paper no 51»
3. Чхум А. Эффективность строительства с применением технологии преднапряжения железобетона.
4. НТП РК 02-01-1.2-2011 Проектирование бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых бетонов с предварительным напряжением арматуры.
5. Charles W. Dolan Prestressed Concrete. Building, design and construction
6. Raymond Ian Gilbert. Design of Prestressed Concrete to Eurocode 2.