

УДК 624.012

## **Основные этапы развития и применения преднапряженных железобетонных конструкций в РБ**

Девятедь А.В., Шамко Е.В.

(Научный руководитель – Шилов А.Е.)

Белорусский национальный технический университет,  
Минск, Беларусь

Актуальность настоящей работы обусловлена большим интересом к возможности применения преднапряженных железобетонных конструкций в строительной индустрии Республики Беларусь.

Целью работы является изучение темы с точки зрения новейших отечественных и зарубежных исследований по сходной проблематике.

В рамках достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить теоретические аспекты изготовления преднапряженных железобетонных конструкций, использования предварительно напряженных арматурных элементов, преднапрягаемых в построечных условиях.
2. Отметить актуальность проблемы в современных условиях.
3. Обозначить тенденции развития тематики.

Источниками информации для написания работы послужили базовая учебная литература, результаты практических исследований видных отечественных и зарубежных авторов, статьи и обзоры в специализированных и периодических изданиях, посвященных тематике, прочие актуальные источники информации.

Создание и внедрение в практику строительства предварительно напряженных конструкций явилось вторым рождением железобетона на качественно более высоком уровне. Предварительное напряжение позволило повысить трещиностойкость, жесткость и значительно уменьшить собственный вес конструкций, сделав их не только конкурентоспособными с металлическими конструкциями, но и более экономичными при изготовлении и эксплуатации.

Интенсивное развитие монолитного строительства поставило на повестку дня вопросы, связанные с ускорением темпов строительства, уменьшением расхода материалов, удешевлением строитель-

но-монтажных работ. Многие из недостатков монолитного строительства представляется возможным устранить за счёт применения прогрессивных строительных технологий и современных конструктивных схем возведения зданий, предполагающих использование предварительно напряженных арматурных элементов, преднапрягаемых в построечных условиях.

В Республике Беларусь метод предварительного напряжения бетона применялся лишь при изготовлении сборных конструкций на заводах ЖБИ. Сегодня ситуация меняется коренным образом.

В заводских условиях можно относительно просто и с высоким качеством изготавливать предварительно напряженные конструкции различного назначения. А они, при прочих равных условиях, требуют в 2-3 раза меньше арматурной стали в сравнении с обычными, не преднапряженными, конструкциями. И еще один немаловажный момент – сборный железобетон массового изготовления дешевле металлических конструкций.

Заслуживает внимание сборно-монолитный каркас системы АРКОС, конструкция которого разработана белорусским Институтом БелНИИС и реализована в типовой серии зданий Б1.020.1-7.

Сборно-монолитный каркас имеет плоские диски перекрытий, образованные традиционными многопустотными плитами толщиной 22 см и монолитными железобетонными ригелями, скрытыми в их плоскостях. Сборные плиты по концам оперты на монолитные железобетонные ригели посредством бетонных шпонок, размещенных в открытых по торцам полостях плит и выполненных заодно с несущим ригелем.

Здания системы АРКОС получили достаточно широкое применение в Беларуси и Российской Федерации и успешно конкурируют, например, со зданиями системы «КУБ» в различных модификациях, системы «Сорет» (Чебоксары, Казань) и др. По сравнению со всеми известными сборными и сборно-монолитными системами здания системы АРКОС предоставляют наибольшие возможности по архитектурным решениям, позволяют широко использовать как существующую местную базу стройиндустрии, так и новые изделия, получаемые по прогрессивным технологиям (плиты безопалубочного формования и др.).

Каркасы зданий системы АРКОС могут применяться при высоте зданий до 18 этажей и выше. Данная конструкция каркаса всецело проверена в результате многочисленных экспериментальных исследований, проведенных, в том числе, в натуральных условиях при строительстве зданий.

В связи с таким большим количеством положительных качеств и наличием богатого опыта зарубежных строителей родилась идея создания отечественной технологии выполнения монолитных облегченных железобетонных конструкций перекрытий с предварительным напряжением арматуры в построечных условиях.

### **Предварительное напряжение в построечных условиях.**

Идея заключается в следующем — за основу было взято кессонное перекрытие с системой главных и второстепенных балок, расположенных с равным шагом в сетке колонн  $6 \times 6$  м, одинаковых по высоте. Данное перекрытие обладает большей несущей способностью и жесткостью в сравнении с обычными монолитными перекрытиями толщиной 200 мм.

Трудность технологии при выполнении данного перекрытия заключается в трудоемкости выполнения опалубочных работ. Выходом из ситуации служит решение использования для заполнения пустот между главными и второстепенными балками газосиликатных вкладышей. Шаг главных и второстепенных балок кессонного перекрытия привязывается к типоразмерам газосиликатного заполнения.

Детальная разработка технологии устройства облегченных монолитных перекрытий с применением предварительного напряжения арматуры в построечных условиях, выполняемая на кафедре «Технология строительного производства» и в научно-исследовательской лаборатории «Промышленное и гражданское строительство» Белорусского национального технического университета, позволяет снизить стоимость, расход арматуры и объем бетона, увеличить пролет перекрытия, его жесткость, устойчивость и сейсмостойкость

При возведении зданий в Беларуси размер ячейки каркаса, как правило, не превышает размера  $6 \times 6$  метров, а расход арматурной стали при этом достигает  $25-30$  кг/м<sup>2</sup>. В странах Европы и Северной Америки уже давно возводятся многоэтажные каркасные здания с

большим размером ячейки, но в перекрытиях таких домов сделано предварительное напряжение.

На практике применяются две системы предварительного напряжения в построечных условиях: со сцеплением с бетоном и без сцеплением с бетоном.

Области применения:

- мостостроение – продольное преднапряжение монолитных пролетных строений;

- преднапряжение мостовых балок;

- гражданское строительство – преднапряжение массивных конструкций перекрытий и балок (целесообразно при толщине от 500 мм), преднапряжение фундаментных плит;

- промышленное строительство – преднапряжение силосных корпусов, резервуаров, фундаментов под оборудование.

Как показывает практика, современные требования к архитектурно-планировочным решениям торгово-развлекательных центров, паркингов, многофункциональных комплексов, а зачастую и жилых зданий, предусматривают необходимость реализации сетки колонн большого шага, и соответственно перекрытий и покрытий большого пролета, а также консолей большого вылета. Одним из эффективных способов снижения габаритов, материалоемкости и стоимости, а также повышения эксплуатационных характеристик монолитных перекрытий зданий является использование в них предварительно напряженной канатной арматуры без сцепления с бетоном.

Данная технология осваивается ведущими строительномонтажными организациями республики, среди которых акционерные общества «Минскпромстрой», «Стройтрест № 1», «Стройтрест № 4». Так введен в эксплуатацию автовокзал "Центральный", при строительстве которого применена технология предварительного напряжения монолитных железобетонных конструкций французской фирмы "Фресине". Работники Минскпромстроя прошли обучение и получили сертификат на право выполнения данного вида работы. Также будет сдан в эксплуатацию первый пусковой комплекс завода "Кристалл" в Колядичах, который по функциональности представляет собой логистический центр с производственными цехами.

Преднапряженные конструкции оказываются экономичными для зданий и сооружений с такими пролетами, нагрузками и условиями работы, при которых применение железобетонных конструкций без предварительного напряжения технически невозможно, или вызывает чрезмерно большой перерасход бетона и стали для обеспечения требуемой жесткости и несущей способности конструкций.

Предварительное напряжение, увеличивающее жесткость и сопротивление конструкций образованию трещин, повышает их выносливость при работе на воздействие многократно повторяющейся нагрузки. Правильно запроектированные преднапряженные конструкции и здания безопасны в эксплуатации и более надежны, особенно в сейсмических зонах.

Особое значение имеет расширение области применения предварительного напряжения. Например, его можно широко и эффективно использовать в гражданском и жилищном строительстве. Несущий каркас такого здания представляет собой стержневую систему, выполняемую в монолите или из отдельных элементов, с натяжением арматуры непосредственно в процессе строительства.

При сооружении зданий по предлагаемой технологии используются новые приемы возведения преднапряженного каркаса. Кроме прочего, такие здания обладают высокой сейсмостойкостью, надежностью и долговечностью, а после истечения срока службы могут быть легко разобраны, чего не скажешь о зданиях со сварными соединениями в каркасе.

На базе этой технологии может быть сделан существенный шаг вперед в области высотного строительства, где основная проблема связана с тем, что верхние этажи чрезвычайно нагружают нижние. В предлагаемом варианте этажность здания может быть увеличена без повышения нагрузки на нижний этаж и основание.

Существующий опыт показывает высокую эффективность применения предварительного напряжения в монолитных плитных фундаментах большой протяженности, в монолитных безбалочных перекрытиях, в опорных устройствах и постаментах под тяжелое оборудование, в несущих монолитных конструкциях подземных сооружений, в том числе многоэтажных. Широко используется данная технология и в конструкциях полов. Имеются интересные

примеры предварительного напряжения при реставрации памятников старины.

Имеет смысл большее внимание уделить разработке различных предсамонапряженных железобетонных конструкций, в которых комплексно используются механическое натяжение высокопрочной арматуры и преимущества напрягающего бетона.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кондратчик Н.И., Тур В.В., Кондратчик А.А. Железобетонные конструкции из напрягающего бетона с арматурой, преднапряженной механическим способом//Перспективы развития новых технологий в строительстве и подбор инженерных кадров Республики Беларусь: сб. науч. труд. — Брестский политехнический институт, 1997.
2. Латыш В. В., Леонович С. Н. технология предварительного напряжения монолитных железобетонных конструкций в построечных условиях// Учебное пособие для студентов специальности 1 70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство». Минск, 2006.
3. Лешкевич О.Н., Чубрик А.И. Современная практика возведения монолитных конструкций с преднапряжением в построечных условиях// Мастерская, №1 – 2 (34 – 35), 2007.
4. Потерщук В.А., Пецольд Т.М., Пастушков Г.П., Тур В.В. Конструктивная система многоэтажного каркасного здания с плоскими сборно-монолитными перекрытиями//Перспективы развития новых технологий в строительстве и подбор инженерных кадров Республики Беларусь: сб. науч. труд. — Брестский политехнический институт, 1997.
5. Семенов А.И. Предварительно напряженный железобетон с витой проволоочной арматурой. — М.: Стройиздат, 1976.
6. Сахновский К.В. Железобетонные конструкции: Учеб. для взов. — 8-е изд., пререраб. - М., Госстройиздат, 1961.
7. Материалы сайтов: <http://www.stroi.ru/>,
8. <http://proxima.com.ua/>
9. <http://savelaleksandr.narod.ru/>
10. <http://www.nestor.minsk.by/>
11. <http://www.windowmedia.com/>