

Безригельный предварительно напряженный каркас с плоским перекрытием

Магистр И.О. Погребной,
профессор В.Д. Кузнецов,*

ГОУ Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Строительная индустрия России, а в прошлом СССР, относилась к инновационно малоразвитым отраслям экономики. Но, несмотря на инертность и консерватизм строительной сферы, внедрение инноваций способно обеспечить динамичное развитие отрасли. Инновации обуславливают прогрессивные изменения, в первую очередь, за счёт снижения стоимости и сроков строительства, повышения качества возводимых объектов, комфортности проживания и эксплуатации.

В настоящее время усиливается тенденция повышения доли монолитных конструкций в общем объеме строительных работ. Мировая практика строительства показывает, что на сегодняшний день из существующих технологий возведения зданий и сооружений наиболее перспективным является именно монолитное строительство.

Однако наряду с этим в монолитном строительстве наблюдается рост себестоимости из-за перерасхода материальных ресурсов, повышение трудоёмкости процессов и спад темпов строительства. Эти негативные факторы являются следствием применения необоснованных, зачастую морально устаревших технологических способов возведения зданий, неудачных конструктивных решений, отсутствия точности в проектировании, грамотной организации производственного цикла и необходимой подготовки строителей.

Многие из перечисленных недостатков монолитного строительства представляется возможным устранить за счёт применения прогрессивных технологий и современных конструктивных схем возведения зданий, предполагающих использование предварительно напряженных арматурных элементов.

Под предварительно напряженными понимают железобетонные конструкции, напряжение в которых искусственно создаётся во время изготовления путём натяжения части или всей рабочей арматуры (обжатия части или всего бетона).

При проектировании подобных конструкций основополагающим является определение усилий отпора каната (эффект вывешивания) в зависимости от пролета, величины усилия натяжения в канате и формы раскладки каната. В дальнейшем отпор каната прикладывается к конструкции как внешняя нагрузка.

Расчет может производиться при помощи специализированного программного обеспечения, а также при помощи традиционных программных средств путем приложения к расчетной схеме внешней нагрузки [1, 2].

Прочность преднапряженных железобетонных конструкций не зависит от величин предварительного напряжения арматуры. Вот почему расчет на прочность любых предварительно напряженных конструкций ничем не отличается от расчета на прочность железобетонных конструкций без предварительного напряжения (расчет по I предельному состоянию). А при проверке трещиностойкости (расчет по II предельному состоянию) силы обжатия являются внешними силами наряду с внешней полезной нагрузкой [3, 4].

Новые технологии в строительстве позволяют осуществлять обжатие бетона в преднапряженных конструкциях на заданную величину посредством натяжения арматурных элементов, стремящихся после их фиксации и отпуска натяжных устройств возвратиться в первоначальное состояние. При этом проскальзывание арматуры в бетоне исключается их взаимным естественным сцеплением, или без сцепления арматуры с бетоном [5] – специальной искусственной анкерровкой торцов арматуры в бетоне.

Вследствие этого трещиностойкость преднапряженных конструкций в 2–3 раза больше трещиностойкости железобетонных конструкций без предварительного напряжения. Это обусловлено тем, что предварительное обжатие арматурой бетона, значительно превосходит предельную деформацию натяжения бетона.

Анализ имеющихся статей и публикаций по этой теме показывает, что результатов по исследованию преднапряженных монолитных каркасов недостаточно. При этом отсутствуют расчеты данных задач при использовании ПК с применением метода конечных элементов.

Таким образом, научная проблема заключается в создании принципиальных схем безригельных каркасов, предполагающих применение технологии предварительного натяжения арматурных элементов и получение зависимостей толщины перекрытия, расхода бетона и арматуры от величины пролета при применении напрягаемой арматуры и без таковой.

В результате работы предлагается использовать разработанную конструктивно-технологическую схему возведения зданий, подразумевающую применение технологии натяжения арматуры в построечных условиях. Этой конструктивно-технологической схемой является безригельный преднапряженный каркас (БПК) с плоским перекрытием (рис. 1).

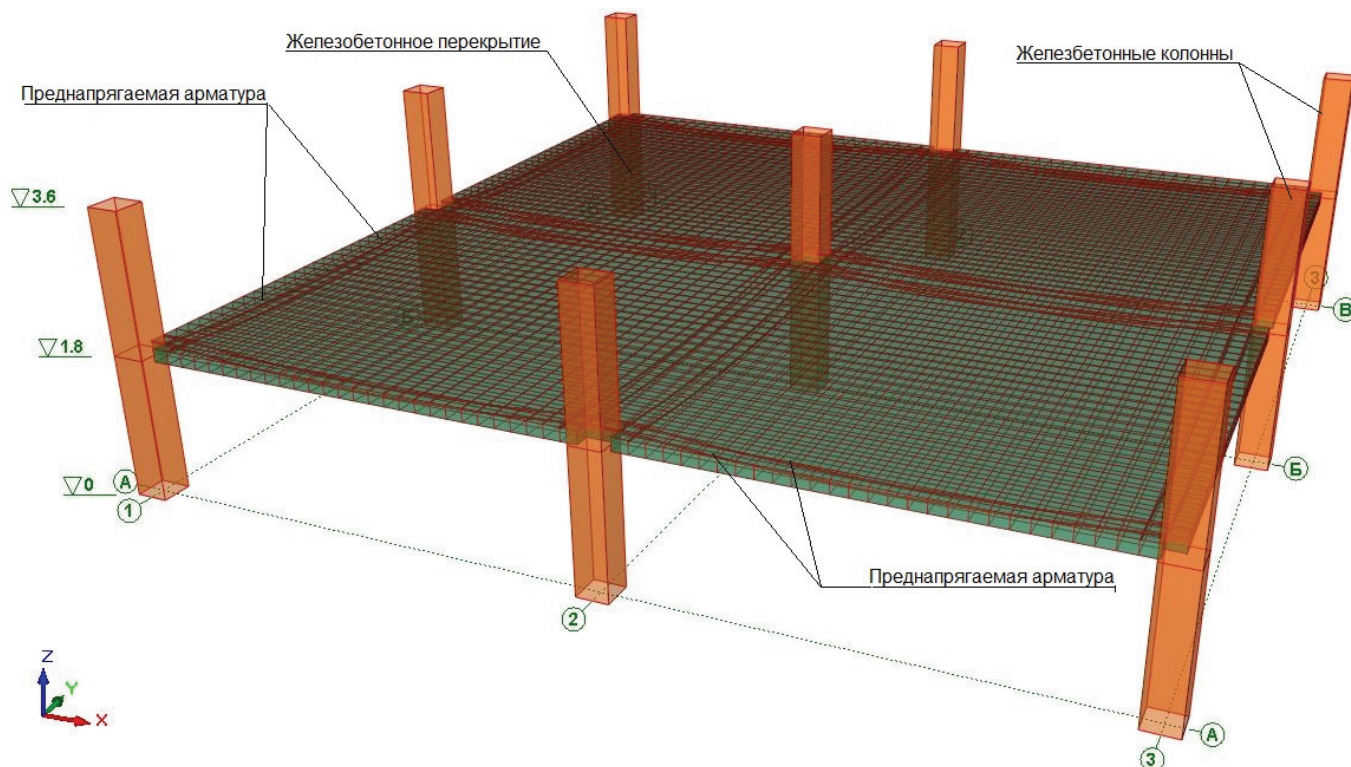


Рисунок 1. Фрагмент безригельного преднапряженного каркаса с плоским перекрытием

Возведение зданий и сооружений на базе БПК с плоским перекрытием определило в процессе нашего исследования основные преимущества этих проектов относительно стандартных конструктивно-технологических схем монолитного строительства (рис. 2, 3, 4). Отношение пролета здания к толщине перекрытия из преднапряженного бетона более чем в 1,2 раза больше, чем у зданий из обычного бетона (рис. 2). Это значит, что при толщине плиты перекрытия 24 см длина пролета в здании с преднапряженным бетоном составляет 9 м, тогда как при той же толщине плиты перекрытия пролеты здания в традиционном исполнении едва ли достигнут 7 м.

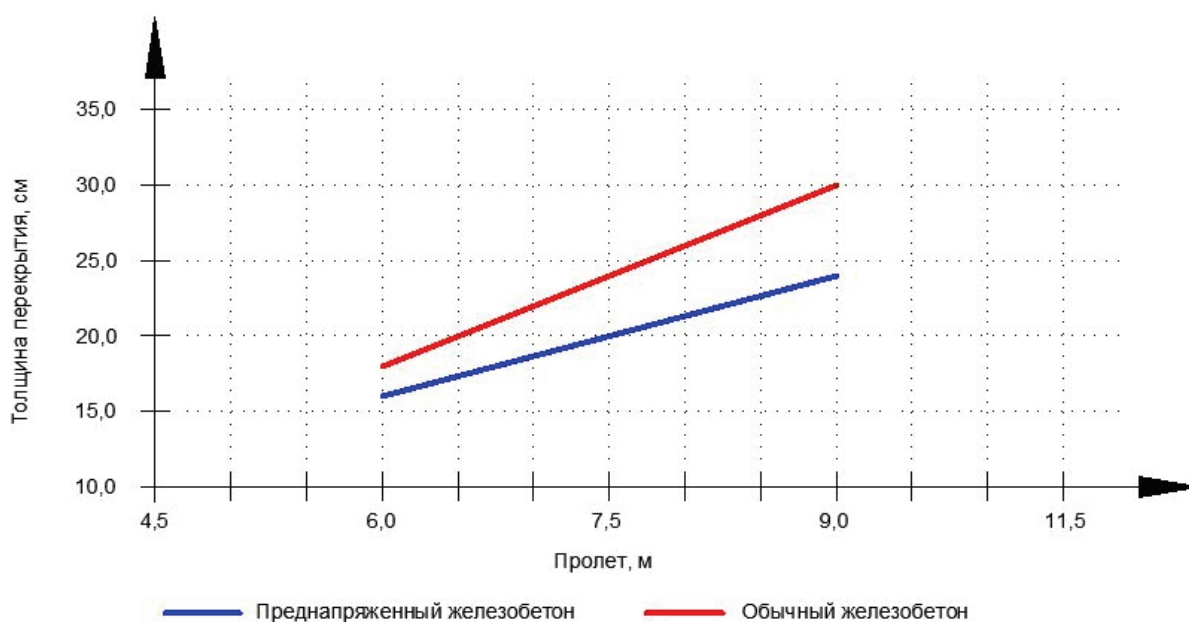


Рисунок 2. Соотношение длины пролёта и толщины перекрытия в зданиях с применением обычного и преднапряженного железобетона

Как показывают проделанные в процессе работы исследования, эффективность применения преднапряженного бетона ещё более возрастает с увеличением пролетов здания. Об этом свидетельствует усиливающееся расхождение графиков преднапряженного и обычного бетона (рис. 2) по мере движения по оси абсцисс в сторону увеличения размера пролетов (слева направо).

В монолитном строительстве, особенно в каркасном, расход товарного бетона во многом зависит от толщины перекрытия. Поэтому изменения показателей расхода бетона (рис. 3) и толщины перекрытия (рис. 2) в зависимости от длины пролета получают аналогичными. Строительство с применением преднапряженного каркаса позволяет сокращать расход бетона по сравнению со строительством на базе традиционного монолитного каркаса. Причём экономия в расходе бетона возрастает с увеличением пролетов здания (рис. 3).

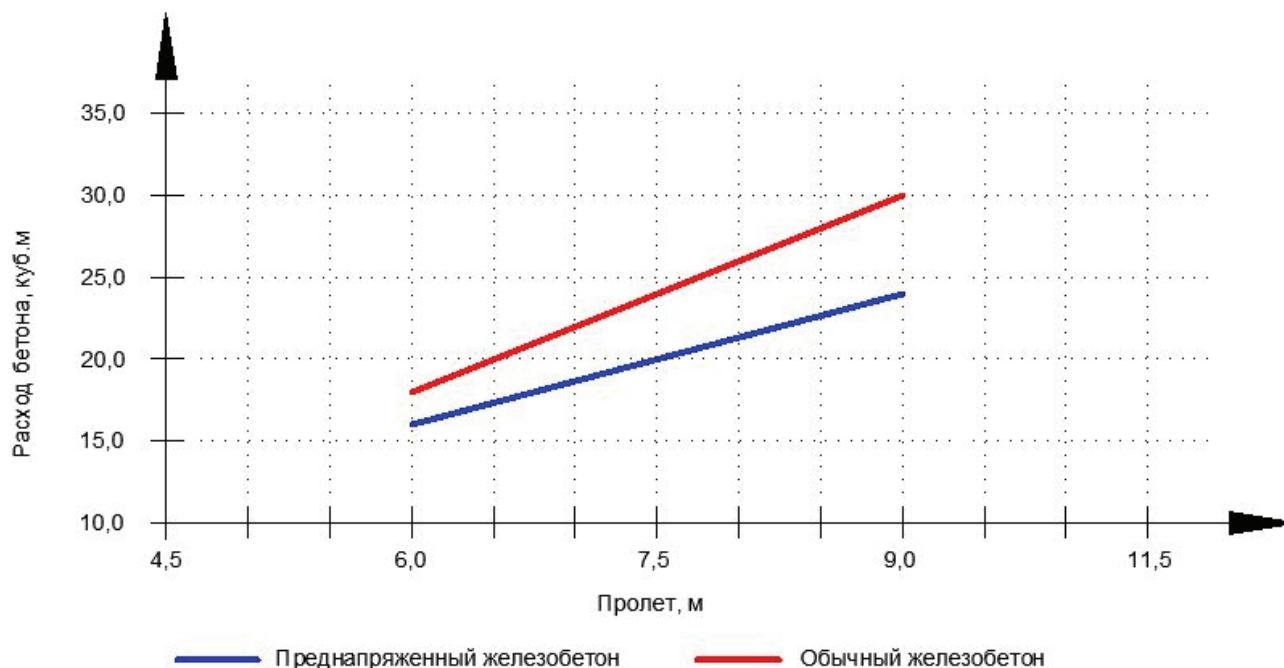


Рисунок 3. Расход бетона в каркасе здания в зависимости от длины пролета при применении обычного и преднапряженного железобетона

Что касается второго по значимости показателя материалоемкости – расхода арматурной стали [6], – то здесь наблюдается кардинальное улучшение положения. Как видно из графика (рис. 4), при 6-метровом шаге колонн расход стали в каркасе для обычного и преднапряженного бетонов составляет около 17 и 12 кг соответственно. При увеличении пролетов до 9 м расход стали для обычного бетона возрастает до 37 кг, а для преднапряженного он не превышает отметку в 25 кг, что в очередной раз подтверждает существенное преимущество преднапряженного бетона.

Также необходимо отметить, что область применения проектов БПК с плоским перекрытием достаточно широка. В первую очередь, это строительство жилых зданий и объектов общественного назначения различной этажности: жилых домов, многоэтажных паркингов, коттеджей, таунхаусов, объектов инфраструктуры, пристроек к существующим зданиям.

Использование проекта БПК с плоским перекрытием при возведении зданий и сооружений позволяет при меньшей себестоимости строительства на выходе получить объект более высокого класса по своим архитектурным, конструктивным и планировочным показателям. Конструктивная схема БПК с плоским перекрытием позволяет возводить здания с пролётами до 9 м без балок и капителей по всей площади перекрытий.

В заключение стоит отметить, что технология предварительного напряжения железобетона – новая веха в истории развития монолитного строительства [7]. Она определяет перспективу развития железобетона в качестве основного материала для возведения современных зданий и сооружений как в России, так и в других странах мира.

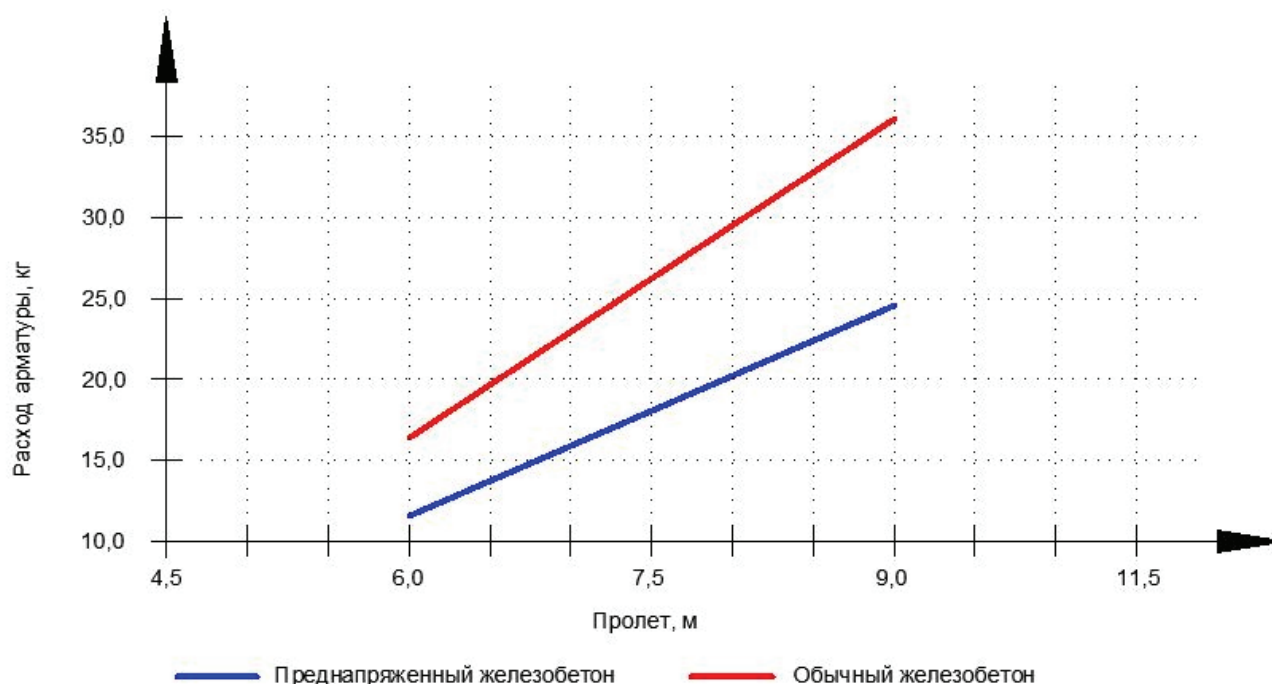


Рисунок 4. Расход арматуры в каркасе здания в зависимости от длины пролета при применении обычного и преднапряженного железобетона

Литература

1. Дзюба И.С., Ватин Н.И., Кузнецов В.Д. Монолитное большепролетное ребристое перекрытие с постнапряжением. Технология и конструкции. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2008. 67 с.
2. Дзюба И.С., Ватин Н.И., Кузнецов В.Д. Монолитное большепролетное ребристое перекрытие с постнапряжением // Инженерно-строительный журнал, №1, 2008. С. 5-12.
3. Голышев А.В., Бачинский В.Я., Полищук В.П. и др. Проектирование железобетонных конструкций. Справочное пособие. Киев.: Изд-во Будівельник, 1990. 544 с.
4. СП 52-102-2004. Предварительно напряженные железобетонные конструкции / НИИЖБ Госстроя России. М.: Изд-во Стройиздат, 2004. 300 с.
5. Черныгов Е.А. Исследование эффективности применения технологии натяжения арматуры на бетон без сцепления // Научные труды ОАО ЦНИИС (Молодые ученые в транспортной науке). М., 2005. С. 87-95.
6. Тихонов И.Н. Армирование элементов монолитных железобетонных зданий. М.: НИЦ Строительство, 2007. 80 с.
7. Ситников С.Л. Технологии преднапряженного монолитного железобетона // http://www.sts-hydro.ru/about/publications/publications_14.html.

** Игорь Олегович Погребной, Санкт-Петербург
Тел. моб.: +7(951)687-51-93; эл. почта: i.pogrebnoy@gmail.com*