

Зубкова Е.В.,

Студентка магистратуры

Курский государственный университет

Россия г. Курск

Стародубцев В.Г., к.т.н

Доцент кафедры промышленного и гражданского строительства

Курский государственный университет

Россия г. Курск

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Аннотация: рассмотрены вопросы особенностей проектирования предварительно напряженных железобетонных конструкций.

Ключевые слова: предварительно напряженные железобетонные конструкции, бетон, железобетон, арматура, исследования.

Abstract: Considered the issues of design features of prestressed reinforced concrete structures.

Key words: prestressed reinforced concrete structures, concrete, reinforced concrete, reinforcement, research.

В последние годы в Российской Федерации накоплен достаточно большой опыт по проектированию пространственных железобетонных конструкций с использованием в них предварительно напряженной арматуры. Предварительное напряжение - собственные напряжения, которые являются противоположными по знаку напряжениям от действующей нагрузки. В связи с этим под предварительным напряжением железобетонных конструкций понимают такие конструкции, в которых в процессе изготовления

искусственно созданы начальные напряжения в рабочей арматуре, после которых происходит обжатие бетона путем отпуска натяжных устройств. При этом натянутая арматура стремится возвратиться в первоначальное состояние.

Появление предварительно напряженных конструкций расширило зону использования железобетона для строительства зданий и сооружений. Применяя предварительное напряжение в конструкциях, проектировщики добиваются эффективности их использования. Это существенно экономит материалы для их изготовления, снижает массу конструкции.

В настоящее время применение предварительно напряженные широко используется в стропильных конструкциях для промышленных зданий таких как сборные железобетонные фермы, в которых предварительное напряжение создается в нижнем поясе, и в элементах решетки, в которых действуют большие растягивающие усилия. Опыт изготовления таких ферм показывает, что в фермах, армированных преднапряженной проволокой, сокращается расход стали в 2,5-4,4 раза.

Преднапряжение арматуры в железобетонных колоннах способно повысить их трещиностойкость, жесткость, прочность. Также, предварительно напряженными изготавливаются пространственные конструкции (своды, оболочки, панели покрытий). Преднапряжение может получать как конструкция целиком, так и отдельные ее элементы (ребра, диафрагмы, панели). Предварительно напряженные конструкции имеют в сопоставлении с ненапряжёнными значительно меньший прогиб, обладают повышенной плотностью бетона, снижают ширину раскрытия трещин в растянутой зоне стропильной конструкции, что позволяет перекрывать ими большие пролеты [1].

Изучением предварительного напряжения в железобетонных конструкциях занимались следующие авторы: В. Н. Байков, Э. Е. Силгалов, Н. П. Абовский, Г. Маньель, В. В. Михайлов, А. А. Гвоздев и другие. [4]

Исследования доказывают, что эффективность применения предварительно напряженного бетона возрастает с увеличением пролета здания (рис. 1, 2).

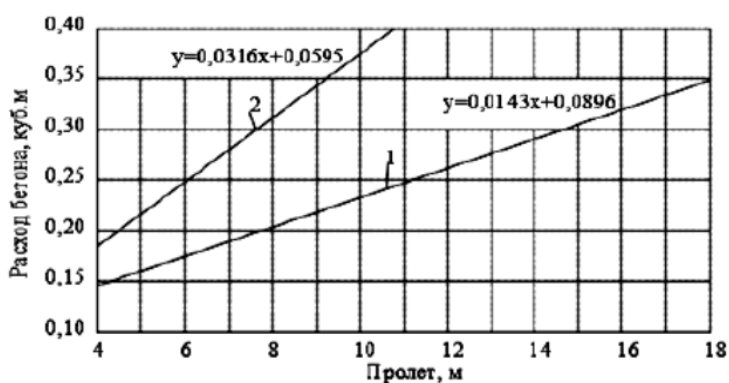


Рисунок 1 – Расход бетона в каркасе здания в зависимости от длины пролёта при применении обычного и предварительно напряженного железобетона



Рисунок 2 – Расход арматуры в каркасе здания в зависимости от длин пролёта при применении обычного и предварительно напряженного железобетона

В железобетонных конструкциях, его преднапряжение создается с помощью натяжения арматурных стержней, которые после отпуска с устройств, создающих их натяжение, стараются возвратиться в свое начальное положение, тем самым обжимают бетон. Но, со временем, преднапряжение в железобетоне ослабевает из-за его усадки и ползучести, а также из-за релаксации напряжений в арматурных стержнях, технологии изготовления и монтажа конструкций. [4]

Потери преднапряжения классифицируют по двум показателям: - потери, которые возникают во время производства конструкции и вследствие обжатия бетона; - потери, последовавшие после обжатия бетоном арматуры. Предварительное напряжение, вызванное натяжением арматуры, влечет за

собой появление растягивающих усилий, с помощью которых обжимается бетон до приложения внешней нагрузки на конструкцию. После того, как будет приложена внешняя нагрузка, она вызовет удлинение части конструкции. По этой причине, первоначальное обжатие бетона будет постепенно погашаться. По мере того, как приложенная нагрузка будет увеличиваться, обжатие бетона станет упругим. Как только значение приложенной внешней нагрузки станет равной усилию преднапряжения стальных элементов конструкции, обжатие бетона исчезнет. Если внешнюю нагрузку продолжать увеличивать, то в бетоне возникнут напряжения, которые могут повлечь за собой образование трещин.

В предварительно напряжённых конструкциях можно использовать высокоэкономичную стержневую арматуру повышенной прочности и высокопрочную проволочную арматуру, позволяющую сокращать расход дефицитной стали в среднем до 50 %. Опыт изготовления предварительно напряжённых ферм показывает, что расход стали в фермах сокращается в 2,5-4,4 раза. Также предварительное напряжение обжатых растянутых зон бетона значительно отодвигает момент образования трещин в этих местах, уменьшает ширину их раскрытия и повышает жесткость элементов, практически не влияя на их прочность.

В результате применения предварительно напряжённого железобетона в некоторых случаях удаётся уменьшить общую массу зданий до 40 % и существенно снизить материалоемкость (в первую очередь, расхода арматуры и бетона) при одновременном сохранении высокого уровня показателей надёжности конструкций. При этом себестоимость строительства зданий сокращается до 30 %. Наряду с экономическим эффектом технология предварительного напряжения арматурных элементов позволяет значительно расширить архитектурно-планировочные решения проектируемых зданий [2].

Исходя из вышперечисленного, использование прогрессивных конструктивно-технологических схем возведения зданий с применением

технологии предварительного напряжения железобетона позволяет преодолеть основные недостатки монолитного строительства: высокий уровень себестоимости, материалоемкости, трудоёмкости и продолжительности выполнения строительно-монтажных работ.

При проектировании предварительно напряженных конструкций необходимо учитывать изменения напряжений в бетоне и арматуре. Учитываются также потери, которые обусловлены принятым способом изготовления конструкции, её видом, свойствами примененных в данном случае материалов, температурой и влажностью окружающей среды.

В процессе проектирования предварительно напряженных конструкций необходимо оценивать влияние предварительного напряжения и внешней нагрузки на работу конструкции в различное время, начиная с момента её изготовления и до достижения ею расчётного предельного состояния. В частности, следует определить:

- наибольшее сжимающее напряжение в бетоне в стадии обжатия, чтобы предупредить повреждение или разрушение бетона;
- сжимающее напряжение в бетоне на уровне продольной арматуры для вычисления потерь от ползучести;
- контролируемое предварительное напряжение в арматуре при её натяжении на бетон и др.

Во всех подобных случаях напряжения определяют по правилам расчёта железобетонных строительных конструкций [3].

Библиографический список:

1. Меркулов С.И., Дворников В.М., Меркулов Д.С., Железобетонные конструкции производственных зданий: учеб. пособие; – Курск., 2012. – 40 с.
2. Меркулов С.И., Татаренков А.И., Стародубцев В.Г. Усиление железобетонных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений. Бюллетень строительной техники №4. – 2017.– 43 с.

3. СП 63.133330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. /Минрегион России. – М.: АО «НИЦ «Строительство», 2012. 164 с.

4. Байков, В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс: учебник для вузов / В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов. – Изд. 5-е, перераб. и доп. – Москва: Стройиздат, 1991. – 767 с.