

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ СЕМИНАР

**ВОПРОСЫ ВНЕДРЕНИЯ НОРМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И
СТАНДАРТОВ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА
В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА**

(г. Минск, БНТУ — 22–23.05.2013)

УДК 378.14

**ПРОВЕДЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ИСПЫТАНИЮ
ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ
СПЕЦИАЛЬНОСТИ ПГС**

ДАНИЛЕНКО И.В., КОЛЕДА С.М., СМЕХ В.И.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Железобетонные конструкции, применяемые в современном строительстве, отличаются некоторыми недостатками. Одним из них является большой собственный вес железобетона, равный 2500кг/м^3 (в том числе 100 кг/м^3 составляет в среднем арматура). Особенно серьезно это отражается на конструкциях, работающих на изгиб — плитах, балках, ригелях и др. Поэтому в растянутой зоне сечения железобетонной конструкции приходится размещать большое количество арматуры, что увеличивает площадь сечения и вес конструкции.

Другим недостатком железобетонных конструкций является неполное использование свойств арматурной стали, в частности ее прочности на растяжение. При полном использовании прочности арматурных стержней бетон дает трещины в зоне растяжения конструкций, хотя напряжение в арматуре не превышает предела текучести. Это недопустимо при эксплуатации сооружений.

Упомянутые недостатки в значительной степени устраняются в предварительно напряженных железобетонных конструкциях.

Наличие предварительного напряжения позволяет увеличить предельно допустимую нагрузку на конструкцию по сравнению с конструкцией, армированной обычным способом, или при прежней величине нагрузки уменьшать размеры конструкции, т. е. экономить бетон и сталь.

Преимущества предварительно напряженных железобетонных конструкций перед обычными заключаются в следующем.

1. Способность бетона хорошо работать на сжатие полностью используется во всем сечении. Это позволяет уменьшить сечения, а следовательно, объем и вес предварительно напряженных элементов на 20—30% и сократить расход материалов, в частности цемента.

2. Благодаря лучшему использованию свойств арматурной стали в предварительно напряженных конструкциях по сравнению с обычными сокращается расход арматуры. Экономия арматуры, особенно эффективная и нужная при применении сталей с высоким пределом прочности, достигает 40%.

3. Конструкции с предварительно напряженной арматурой (напряженно–армированные) отличаются высокой трещиностойкостью, что предохраняет арматуру от коррозии. Это имеет большое значение для сооружений, находящихся под постоянным давлением воды или каких–либо других жидкостей и газа (трубы, плотины, резервуары и т. п.).

4. Вследствие уменьшения объема и веса напряженно–армированных железобетонных элементов облегчается применение сборных конструкций.

Примерами наиболее распространенных сборных предварительно напряженных конструкций являются плиты для покрытий промышленных зданий, подкрановые балки стропильные балки и др.

Использование предварительного напряжения эффективно не только в сборных, но и в монолитных и в сборно–монолитных железобетонных конструкциях.

В настоящее время в большинстве развитых стран мира из предварительно напряженного железобетона изготавливается основной объем конструктивных элементов одноэтажных и многоэтажных

производственных, жилых и общественных зданий, значительная часть изделий, используемых в инженерных сооружениях для всех отраслей строительства.

Из преднапряженного монолитного железобетона возводятся промышленные и жилые здания, объекты соцкультуры, плотины, энергетические комплексы, телебашни, инженерные сооружения. Самая высокая в мире телебашня построена из монолитного преднапряженного железобетона.

За последние годы в США было построено более 100 млн. м² монолитных перекрытий с натяжением арматуры на бетон. Значительный объем таких перекрытий возведен в Канаде и Европе.

В России и СНГ в последнее время начинает возрастать интерес к технологии преднапряженного монолитного железобетона в промышленно и гражданском строительстве. Основой развития этих технологий стало мостостроение, где за последние 15 лет отработывались и внедрялись материалы, оборудование и технологии преднапряжения отечественного производства.

С общим увеличением объемов железобетонных конструкций возрастает и доля сооружений из преднапряженного монолитного железобетона, особенно в жилищном строительстве, в связи с целым рядом преимуществ технологий преднапряжения монолитного железобетона, из которых в первую очередь необходимо отметить следующие:

- снятие ограничений по максимально возможному шагу колон. Все архитекторы принципиально меняют концепцию зданий и сооружений, как только применяют преднапряженный монолитный железобетон с шагом расположения колон до 20–24 метров и консолей до 10 метров.

- высокое качество преднапряженных железобетонных конструкций. Для преднапряжения применяется бетон класса не менее $C^{20}/_{25}$, в противном случае во время натяжения высокопрочных канатов некачественный бетон разрушится. Кроме требования обязательного применения качественного бетона преднапряженные конструкции имеют, как общеизвестно, высокие эксплуатационные свойства такие как, трещиностойкость, сейсмостойкость, исключение растягивающих напряжений в бетоне, стойкость к разрушению от взрывов и т.д.

- уменьшение толщины плит перекрытий и фундаментов, в зависимости от нагрузок и шага колон, до 50% по сравнению с не преднапряженными конструкциями. Нагрузки от веса перекрытий в конечном итоге уменьшают нагрузки на колонны и фундаменты, что существенно уменьшает общий расход бетона на перекрытия, колонны и фундамент.

Для широкого применения этих высокоэффективных технологий необходимо изучать и применять методы расчета преднапряженных конструкций

Увеличение в современном строительстве объемов производства и использования предварительно напряженных железобетонных конструкций требует более детальной проработки этих вопросов при обучении студентов специальности «Промышленное и гражданское строительство».

Будущие инженеры–строители должны хорошо разбираться в теории и практике технологии преднапряженного железобетона, иметь навыки решения конкретных практических задач при проектировании, реконструкции и эксплуатации предприятий сборного железобетона с учетом требований современного строительства и тенденций развития технологии преднапряженного железобетона в нашей стране и за рубежом.

Специалисты должны быть хорошо подготовлены в области создания, освоения и эксплуатации существующих и новых экологически чистых, безотходных и гибких технологий предварительно напряженных железобетонных изделий высокого качества и стойкости при максимальной экономии сырьевых, топливно–энергетических и трудовых ресурсов.

Для лучшего усвоения материала по разделу «Предварительно напряженные железобетонные конструкции» кафедра «Железобетонные и каменные конструкции» строительного факультета БНТУ с 2013/2014 учебного года будет проводить лабораторные работы по предмету «Железобетонные конструкции» с испытанием предварительно напряженной балки.

Цель работы – изучение жесткости и трещиностойкости балки при изгибе.

- В процессе работы выполняются следующие задачи:
- ознакомление с технологией натяжения арматуры на бетон;

- определение напряженного состояния балки в процессе натяжения арматуры на бетон;
- установление напряженно–деформированного состояния балки при загрузении.

При испытании железобетонной предварительно напряженной балки определяется ее жесткость и трещиностойкость при изгибе, а также производится расчет прогиба середины балки и момента трещинообразования и сравнение результатов расчета с опытными данными.

Испытываемая балка прямоугольного сечения и состоит из нескольких бетонных блоков, стянутых напрягаемыми арматурными стержнями, которые расположены в каналах.

Балка изготавливается из тяжелого бетона за один прием, а для образования отдельных блоков в опалубке устанавливаются разделительные пластины. Продольный канал для напрягаемой арматуры образуют с помощью каналообразователя.

Испытания начинаются с укрупнительной сборки балки и натяжения арматуры (на бетон). Отдельные блоки устанавливают на горизонтальную поверхность, в канал устанавливается стержень напрягаемой арматуры и производится его натяжение путем закручивания гаек на торцах конструкции. В арматурном стержне создается напряжение 50 МПа и бетонные блоки начинают работать как единая конструкция.

Готовая конструкция устанавливается на опоры стенда. Для определения деформаций и перемещения на конструкции устанавливаются тензометры и индикаторы часового типа.

С помощью ключа или гидравлического домкрата напряжения в арматуре доводится ступенями по 5 МПа до значения величины начального контролируемого напряжения в арматуре, после каждой ступени нагрузки предварительного напряжения показания приборов заносятся в ведомость.

После этого производится загрузка балки двумя сосредоточенными силами, приложенными на расстоянии $1/3$ от опор, нагрузка увеличивается также ступенями, после каждой ступени загрузки показания приборов заносятся в ведомость

Загрузки прекращаются, когда напряжения по нижней грани балки достигают нуля. Результаты испытаний обрабатываются, Определяются напряжения в арматуре и бетоне и прогиб конструк-

ции. По результатам испытаний строят эпюры напряжений в материалах и графики изменения прогибов конструкции при увеличении нагрузки. Значение прогиба в середине балки и момент образования трещин также определяются расчетом, и производится сравнение результатов расчетов с опытными данными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Производство бетонных и железобетонных конструкций: Справочник/ Под ред. Б.В.Гусева, А.И.Звездова, К.В.Королева – М.: Издательский центр «Новый век», 1998.–384 с.
2. Трофимов Б.Я. Технология бетона, строительных изделий и конструкций: Учебное пособие к практическим занятиям.– Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 1998.– 86 с.
3. Ю.М.Баженов, Л.А.Алимов, В.В.Воронин, У.Х.Магдеев Технология бетона, строительных изделий и конструкций. М.:Изд.АСВ, 2004.–256с.
4. Ю.М.Баженов, Л.А.Алимов, В.В.Воронин, В.В.Трескова Проектирование предприятий по производству строительных материалов и изделий. М.:Изд.АСВ, 2005.–472с.
5. Пособие по технологии изготовления предварительно напряженных железобетонных конструкций/ К.В.Михайлов, Г.И.Бердичевский, С.А.Мадатян и др./ – М.: Стройиздат, 1992.– 102с.
6. Трофимов Б.Я. Технология бетонных и железобетонных изделий: Учебное пособие к лабораторным работам для специальности 2906.–Челябинск: ЧГТУ, 1992.–113 с.
7. Борщевский А.А., Ильин А.С. Механическое оборудование для производства строительных материалов и изделий. – М.: Высш. шк., 1987.–368 с.
8. Плевков В.С., Мальганов А.И., Балдин И.В. Лабораторные работы по курсу «Железобетонные и каменные конструкции»: Учебное пособие. – М.: Изд. АСВ, 2010. – 189 с.