

Инновационные методы снижения стоимости устройства подкрановых балок

О.А. Побегайлов, А. А. Деланьян, И.В. Власенко
Донской государственной технической университет

Аннотация: Рассматривается вопрос о совершенствовании снижения стоимости подкрановых конструкций. Приводятся результаты экспериментального опыта устройства балок нового типа. Предлагаются методы экономии материалов при производстве балок.

Ключевые слова: организация строительства; экономика строительства, устройство кранов и крановых путей

Выпуск железобетонных подкрановых балок, несмотря на их сравнительно высокую стоимость, продолжает увеличиваться и составляет примерно 150 тыс. шт. в год. Поэтому возникла необходимость поиска путей снижения стоимости таких балок. НИИ «СтройМашТех» совместно с Донским государственным техническим университетом были изучены возможности изготовления в производственных условиях опытных предварительно напряженные подкрановых балок пролетом 6 м, с арматурой АТ-V. Это позволило снизить расход стали на 22—27% без увеличения трудоемкости изготовления балок.

Исследования лаборатории арматуры и технологии армирования показали возможность и выгодность применения термоупрочненной арматуры при коэффициенте асимметрии цикла $p = 0,7$, как в подкрановых балках.

Согласно действующим нормативам допускается при соответствующем экспериментальном обосновании применение термоупрочненной арматуры в конструкциях с коэффициентом динамичности до 1,3.

Подкрановые балки данного типа предназначены для промышленных зданий пролетом 18—30 с мостовыми кранами грузоподъемностью до 30 т среднего режима работы и имеют коэффициент динамичности 1,2.

Опытные балки изготовляли в металлических силовых формах. Поперечная арматура была оставлена по проекту. Рабочие стержни диаметром 32—36 мм были заменены арматурой класса АТ-V диаметром 20—22 мм, заготовленной на установке для электротермического упрочнения. Для анкеровки арматуры в упорах формы на «сырых» концах стержней диаметром 20 мм высаживали в горячем состоянии головки.

Для армирования балок применяли арматурные элементы из двух стержней диаметром 22 мм, объединенных общим анкером в виде приваренных коротышей диаметром 36 мм, длиной 100 мм. Спаренный арматурный элемент заготавливали на специальном кондукторе. Стержни обвязывали проволочными скрутками диаметром 1 мм с шагом 1 м для удобства укладки в формы [1-3]. Как известно, спаренные стержни периодического профиля обладают лучшим сцеплением с бетоном, чем одиночные, площадь которых равна площади двух спаренных.

Опытные балки были изготовлены из бетона марки 300 при расходе цемента 460 кг/м³.

Кубиковая прочность бетона в момент отпуска натяжения арматуры составляла в среднем 280 и 415 кгс/см². Термоупрочненная арматура балок по прочностным характеристикам соответствовала классу АТ-V. Арматуру напрягали электротермическим методом. Величина напряжений, задаваемая по удлинению и диаграмме «нагрузка — удлинение», составила 6000 кгс/см. Разупрочнение термообработанной арматуры в месте армирования промежуточного шва не отражается на несущей способности балки [4].

При обжатии бетона термообработанную арматуру вязали с помощью дуги электросварки. У части стержней отпуск напряжения происходил мгновенно, что приводило к некоторому нарушению сцепления арматуры с бетоном в зоне анкеровки и снижению несущей способности конструкции.

Данные исследований, а же опыт эксплуатации показывают, что предварительно напряженные железобетонные и крановые балки в тех случаях; когда они обладают требуемой статической прочностью и трещиностойкости являются достаточно надежными при воздействиях многоповторной эксплуатационной нагрузки. Поэтому опытные подкрановые балки испытывали статической нагрузкой в сочетании с приложением 100 - 150 циклов нормативной нагрузки о двух сближенных кранов.

Испытания балок производили в вертикальном положении. Их бетонировали так же, как фундаменты под каркасы, с помощью бадей и крановых механизмов. Арматуру пилонов установили в виде жестких пространственных каркасов, изготовленных на полигоне. Это позволило ускорить армирование в 3 раза [5-7].

Балки испытывали при симметричном расположении вертикальной нагрузки, соответствующей положению двух кранов при их максимальном сближении. Такая схема отвечала наиболее тяжелым условиям работы балки по изгибающему моменту. Следует отметить, что такое сочетание изгибающего момента и поперечной силы является весьма неблагоприятным воздействием и в условиях эксплуатации не встречается [8-10].

В процессе испытаний замеряли прогибы (в середине пролета и в местах приложения сил), осадку опор, фиксировали моменты образования нормальных и косых трещин, ширину их раскрытия и начало проскальзывания арматуры.

Для фиксирования начала проскальзывания арматуры в торцах балок использовали индикаторы ценой деления 0,01 мм. Прогибы балок в середине пролета и в местах приложения сил измеряли с помощью прогибомеров. Момент появления первых трещин определяли визуально и по диаграмме нагрузка — прогиб. Ширину раскрытия трещин определяли капилляроскопом с ценой деления 0,05 мм.

Нагрузку на балки прикладывали ступенчатым методом. Перед снятием отсчетов по приборам балку выдерживали под нагрузкой 5—8 мин. За два этапа до предполагаемого появления трещин ступени уменьшали.

Испытание балок проводили в три стадии. На первой стадии нагрузку доводили до нормативной. После двухчасовой выдержки балку ступенями разгружали [11-12]. На второй стадии к балке прикладывали 100—150 циклов повторно-переменной нагрузки. Третья стадия испытаний предполагала определение критических зон появления дефектов балок.

По итогам испытаний выяснилось, что балки предлагаемой конструкции соответствуют требованиям и нормативам и могут быть применены в промышленном производстве. Таким образом, существует возможность уменьшения металлоемкости промышленного производства балок и снижения их стоимости.

Литература

1. Бердичевский Г.И., Светов А.А., Курбатов Л.Г., Шикунов Г.А. Сталефибробетонные ребристые плиты размером 6 х 3 м для покрытий. Бетон и железобетон. 1984, № 4. с. 33-34.
2. Вальт А.Б., Кучин В.Н. Прочность бетонов на растяжение. М., "Бетон и железобетон", 1993. № 4. с.4.
3. Долголаптев В.М. Напряженно-деформированное состояние изгибаемых бетонных элементов, армированных стеклянными стержнями. Автореф. дисс. канд. техн. наук, Киев, 1991, с.36.
4. Колбаско Э.Б., Кусов Д.А., Гребенщиков О.В. Надежность и долговечность железобетонных конструкций, армированных базальтовым волокном. В сб. "Реализация научно-технических достижений – основа совершенствования сельского строительства". Ростов-на-Дону, СвквквНИПИагропром, 1986, с. 79.
5. Литвинов Р.Г. Стабилизация развития трещины в изгибаемых

железобетонных элементах. М., "Бетон и Железобетон", 1993, № 6, с.27.

6. Михайлов В.В. Расчет прочности нормальных сечений изгибаемых элементов с учетом полной диаграммы деформирования бетона. М., "Бетон и железобетон", 1993, № 3, с.26.

7. Маилян Р.Л., Маилян Л.Р., Шилов А.В., Абдал-лах М.Т. Изгибаемые элементы из керамзитобетона с высокопрочной арматурой без преднапряжения и при частичном преднапряжении. Известия высших учебных заведений "Строительство". Изд-во Новосибирской академии строительства, 1995, №12 с. 19.

8. Маилян Л.Р., Шилов А.В., Абдал-лах М.Т. Работа конструктивного керамзитобетона и балок с преднапряженной и ненапрягаемой арматурой. В кн. эффективные технологии и материалы для стеновых и ограждающих конструкций (Материалы международной научно-технической конференции 12-15 декабря РГАС), Ростов-на-Дону, 1994, с.172.

9. Новикова В.Н., Николаева О.М. К вопросу о продолжительности функционирования строительной организации. Динамический аспект // Инженерный вестник Дона, 2015, №3. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/ivd_57_Novikova.pdf_0def28790e.pdf.

10. Белоусов И.В., Шилов А.В., Меретуков З.А., Маилян Л.Д. Применение фибробетона в железобетонных конструкциях // Инженерный вестник Дона, 2017, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4421.

11. Di-Hua Tong, Xue-Ren Wu, Analysis of crack opening stresses for center and edge crack tension specimens, Chinese Journal of Aeronautics, 2014, № 27, pp.291-298.

12. C. Fischer, C. Schweizer, T. Seifert, A crack opening stress equation for in phase and out-of-phase thermo mechanical fatigue loading. International Journal of Fatigue, 2016, № 88, pp.178-184.

References



1. Berdichevskij G.I., Svetov A.A., Kurbatov L.G., Shikunov G.A. Beton i zhelezobeton. 1984, № 4. pp. 33-34.
 2. Val't A.B., Kuchin V.N. M., "Beton i zhelezobeton", 1993. № 4. p.4.
 3. Dolgolaptev V.M. Naprjazhenno-deformirovannoe sostojanie izgibaemyh betonnyh jelementov, armirovannyh stekljannymi sterzhnjami. [Stress-strain state of bent concrete elements reinforced with glass rods]. Avtoref.diss. kand.tehn.nauk, Kiev, 1991, p.36.
 4. Kolbasko Je.B., Kusov D.A., Grebenshnikov O.V. V sb. "Realizacija nauchno-tehnicheskikh dostizhenij – osnova sovershenstvovanija sel'skogo stroitel'stva". Rostov-na-Donu, SkvkavNIPIagroprom, 1986, p. 79.
 5. Litvinov R.G. M., "Beton i Zhelezobeton", 1993, № 6, p.27.
 6. Mihajlov V.V. M., "Beton i zhelezobeton", 1993, № 3, p.26.
 7. Mailjan R.L., Mailjan L.R., Shilov A.V., Abdal-lah M.T. Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij "Stroitel'stvo". Izd-vo Novosibirskoj akademii stroitel'stva, 1995, №12, p. 19.
 8. Mailjan L.R., Shilov A.V., Abdal-lah M.T. V kn. jeffektivnye tehnologii i materialy dlja stenovyh i ograzhdajushhih konstrukcij (Materialy mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii 12-15 dekabrja RGAS), Rostov-na-Donu, 1994, p.172.
 9. Novikova V.N., Nikolaeva O.M. Inženernyj vestnik Dona (Rus). 2015, №3. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/ivd_57_Novikova.pdf_0def28790e.pdf.
 10. Belousov I.V., Shilov A.V., Meretukov Z.A., Mailjan L.D. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2017, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4421.
 11. Di-Hua Tong, Xue-Ren Wu. Chinese Journal of Aeronautics, 2014, № 27, pp.291-298.
 12. C. Fischer, C. Schweizer, T. Seifert, International Journal of Fatigue, 2016, №88, pp.178-184.
-