

Работа представлена на III научную международную конференцию «Актуальные проблемы науки и образования», ВАРДЕРО (Куба), 19-29 марта 2008г. Поступила в редакцию 25.02.2008г.

**АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЧИСЛЕННОГО
ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ОЦЕНКЕ НАПРЯЖЕННО-
ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК СО
СМЕШАННЫМ АРМИРОВАНИЕМ**

Меньщикова Н.С., Коваленко Г.В.

Братский государственный университет

Братск, Россия

В развитии и совершенствовании современных строительных технологий большое значение имеет проблема уменьшения материалоемкости строительных конструкций. Основной акцент при этом делается на оптимальное соотношение экономичности и безопасности конструкций при эксплуатации. Последнее особенно актуально в связи с участвовавшими аварийными ситуациями на строительных объектах. В решении данной проблемы, одним из перспективных направлений является развитие и внедрение в широкую практику строительства конструкций со смешанным армированием.

В железобетоне зависимость между напряжениями и деформациями носит нелинейный характер. Это свойство должно определять выбор расчетной модели. Проблему учета физических особенностей мате-

риалов решает методика на основе дискретной модели фактического сечения конструкции.

При смешанном армировании предварительно напряженных элементов часть продольной арматуры применяется без предварительного напряжения и обрывается в пролете, обрыв арматуры приходится на те сечения, где одновременно действуют изгибающий момент и поперечная сила. Расчет таких конструкций целесообразно выполнять с учетом совместного действия изгибающего момента и поперечной силы, в частности, на приопорных участках, ослабленных обрывом продольных стержней арматуры. Поэтому расчетная модель должна основываться на реальных физических особенностях деформирования конструкций и совместном учете всех действующих усилий в сечении.

Анализ подходов к исследованию напряженно-деформированного состояния (НДС) конструкций со смешанным армированием позволил предложить методику, основанную на применении дискретной модели сечения, что позволяет получить достаточно полную картину НДС в любом сечении по длине элемента и в любой момент его загрузки.

При расчете по данной модели учет физической нелинейности материалов производится с помощью математического описания диаграмм деформирования бетона и арматуры [1] и применения шагово-итерационного метода, реализующего способ упругих решений. Решение нелинейной задачи получается в виде последовательности решений линейных задач, сходящихся к результату. Условия равновесия внешних и внутренних сил записывается в виде:

$$\begin{Bmatrix} M_y \\ N_z \\ Q_y \end{Bmatrix} = \begin{vmatrix} R_{11} & R_{12} & 0 \\ R_{21} & R_{22} & 0 \\ 0 & 0 & R_{33} \end{vmatrix} \times \begin{Bmatrix} k_y \\ e_z \\ g_{xy} \end{Bmatrix}, \quad (1)$$

где e_z - деформации вдоль продольной координатной оси элемента Z ; k_y - кривизна элемента в плоскости XOY ; γ_{xy} - деформация сдвига в плоскости XOY ; R_{11} - изгибная жесткость; $R_{12}=R_{21}$ - изгибно-осевая жесткость; R_{22} - осевая жесткость; R_{33} - сдвиговая жесткость.

В данной постановке задачи, традиционно определяемые основные перемещения (от действия момента и продольной силы) отделяются от дополнительных перемещений, вызванных действием поперечной силы, поскольку в этом случае не требуется задавать начального соотношения между перемещениями от изгиба и сдвига [2].

Система (1) выражает условие равновесия внешних и внутренних сил в нормальном сечении конструкции для любого уровня загрузки вплоть до разрушения. Если прочность по нормальному сечению обеспечена, то заданным внешним силам и принятым размерам сечения отвечает вполне определенный вектор деформаций, т.е. k_y , e_z , g_{xy} .

Если прочность по нормальному сечению не обеспечена, то заданные внешние силы вызывают неограниченный рост деформаций, т.е. разрушение.

Авторами статьи предложена комплексная численная методика по расчету балок со смешанным армированием «CombiFix V.1.0» [3], позволяющая оценить характер напряженно-деформированного состояния конструкций на всех этапах кратковременного нагружения. Адекватность принятой расчетной модели установлена на основании сопоставления результатов численного моделирования и экспериментальных данных, полученных на комбинате «Братскжелезобетон» при испытании балки покрытия марки 2БСП12-3К7.

Сочетание совмещенного армирования и характер расположения напрягаемой и ненапрягаемой арматуры по высоте растянутой зоны элемента выбирались таким образом, чтобы обеспечить одинаковую несущую способность всех исследуемых балок и аналога – балки 2БСП12-3К7.

Для каждой моделируемой балки определялся коэффициент частичного преднапряжения:

$$K_p = \frac{A_{sp}}{\sum A_s} \quad (2)$$

Для полностью напрягаемой балки коэффициент преднапряжения равен единице. Чем больше доля ненапрягаемой арматуры по отношению к напрягаемой, тем меньше коэффициент частичного преднапряжения.

Анализ полученных результатов показал, что за счет снижения величины предварительного обжатия в конструкциях со смешанным армированием снижается момент трещинообразования, и как следствие увеличиваются прогибы конструкции.

Следует заметить, что конструкции с большим содержанием ненапрягаемой арматуры (соотношение между напрягаемой и ненапрягаемой арматурой $K_p < 0.5$) с точки зрения жесткости неэффективны и по своим деформационным свойствам приближаются к ненапрягаемым элементам. Однако конструкции со средним содержанием ненапрягаемой арматуры ($K_p \approx 0.67$) имеют более низкую деформативность и по характеру работы приближаются к полностью напряженным элементам.

На снижение жесткости влияет не только уменьшение количества напрягаемой арматуры, но и собственно наличие ненапрягаемой арматуры, и характер ее расположения по высоте растянутой зоны элемента.

Вывод о пригодности конструкции к нормальной эксплуатации делается исходя из конструктивных показателей, т.е. трещиностойкость и жесткость балок обеспечивается за счет назначения контрольных прогибов и ширины раскрытия трещин. Конструкция тогда удовлетворяет требованиям жесткости и трещиностойкости, когда при заданной эксплуатационной нагрузке прогибы и трещины не превышают предельных значений, определяемых из условия пригодности конструкции к нормальной эксплуатации в заданных условиях.

Литература:

1. Н.И. Карпенко, Т.А. Мухамедиев, М.А. Сапожников. К построению методики расчета стержневых элементов на основе диаграмм деформирования материалов // Совершенствование методов расчета статически неопределимых железобетонных конструкций. – М.: НИИЖБ, 1987. – С.4-24.

2. СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции.

3. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2005612294 // Оценка напряженно-деформированного состояния балок покрытия со смешанным армированием (CombiFix v.1.0). Авторы: Коваленко Г.В., Меньшикова Н.С.

Работа представлена на III научную международную конференцию «Фундаментальные исследова-

ния», Доминиканская республика, 10-20 апреля 2008г. Поступила в редакцию 07.03.2008г.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ НА ЛУНЕ

Силаев И. В., Радченко Т. И.*

Северо-Осетинский государственный университет

имени К.Л. Хетагурова,

**МОУ СОШ №26, Владикавказ*

Перед человечеством стоит новая глобальная проблема – предстоящая нехватка ресурсов. И на этот раз придётся осваивать не новые земли, а новые планеты.

Цель данного исследования – предложить одно из решений проблемы получения энергии для работы лунных баз. Анализ теоретического материала и результатов экспериментов с элементами Зеебека позволяют говорить о перспективности использования термогенераторов, ввиду большого перепада температур в течение лунных суток: отсутствие атмосферы и продолжительность дня и ночи примерно по две земные недели создают особый температурный режим: от +130 °С (400 К) до -170 °С (100 К). Теплопроводность покрывающего лунную поверхность реголита примерно в 10 раз меньше чем у окружающего нас воздуха. На глубине нескольких десятков сантиметров колебания температуры практически отсутствуют. Под реголитом лежит слой пород, выброшенных при образовании кратеров. То есть, при создании установки необходимо учитывать условия теплопередачи в поверхностном слое, когда теплопроводность затруднена, конвекция отсутствует и значительный вклад приходится на излучение.

Основа конструкции – элемент Зеебека. Такие полупроводниковые элементы в виде квадратных пластинок соединяются и последовательно, и параллельно. На верхних спаях элементов должен быть чёрный игольчатый радиатор, тогда как нижние – находятся на термоаккумуляторе с хорошей теплопроводностью, заглублённом в «вечную мерзлоту» лунного грунта. Рабочее вещество термоаккумулятора должно быть с достаточной большой теплоемкостью (например, вода) и возможно испытывать фазовые переходы. Чтобы ёмкость аккумулятора не получила повреждений, при использовании воды, сечение резервуара – треугольник. В этом случае лёд будет подниматься вверх, не утыкаясь в нижние радиаторы, находящиеся в резервуаре. Таким образом, одна поверхность элемента Зеебека будет нагреваться, а другая соприкасаться с термоакку-