

ХАРЬКОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

На правах рукописи

ДОМБАЕВ ИСА АБУЗЕДОВИЧ

ОБЖАТИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ВНУТРЕННИМ  
ШПРЕНГЕЛЬНЫМ ПОДКРЕПЛЕНИЕМ С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМИ  
УЧАСТКАМИ

Специальность 05.23.01 - строительные конструкции,  
здания и сооружения

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата  
технических наук

Харьков-1997

АВ 38.455

Харьков - 1997

Диссертация является рукописью.

Работа выполнена на кафедре железобетонных и каменных конструкций Харьковского государственного технического университета строительства и архитектуры.

Научный руководитель - д.т.н., профессор Шагин А.Л.

Официальные оппоненты - д.т.н., профессор Стороженко Л.И.

к.т.н., доцент Борисова Л.И.

Ведущая организация - Харьковская государственная академия городского хозяйства

Защита состоится "2" октября 1997 г. в 13<sup>30</sup> часов

на заседании специализированного ученого совета Д 02.15.05

Харьковской государственной академии железнодорожного транспорта по адресу: 310050, г.Харьков, пл.Фейербаха, 7.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке академии.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенных печатью, просим посылать на имя ученого секретаря.

Автореферат разослан "29" августа 1997 г.

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00751089 (U)

Ученый секретарь  
специализированного ученого совета  
к.т.н., доцент

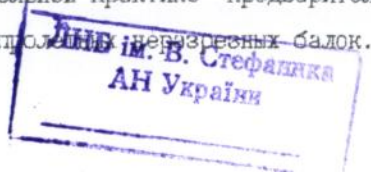
Ермак Е.М.

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы и степень исследованности тематики диссертации.

Требования повышения комфортности, снижения энергозатрат при возведении и эксплуатации зданий, изменение и расширение номенклатуры объектов, увеличение доли реконструкции в общем объеме строительно-монтажных работ обуславливают необходимость массового применения конструкций увеличенных пролетов, прежде всего статически определимых и неразрезных балок сборного, монолитного и сборно-монолитного исполнения. Решение данной задачи невозможно без использования предварительного напряжения. Однако предварительное напряжение сборных статически определимых конструкций в заводских условиях наиболее часто применяемым электротермическим способом натяжения на упоры требует повышенных затрат электроэнергии, весьма металлоемких форм, что существенно снижает их конкурентоспособность.

Предварительное напряжение неразрезных балок практически не применяется ввиду отсутствия эффективных способов обжатия одновременно пролетной нижней и опорной верхней зон элементов. Весьма сложную проблему представляет предварительное напряжение монолитных балок, требующее применения в построечных условиях мощных домкратов и специальной оснастки. Изложенное выше и высокая эффективность предварительно напряженных элементов диктуют необходимость проведения дальнейших исследований по совершенствованию способов обжатия и конструктивных решений в первую очередь наиболее широко применяемых в строительной практике предварительно напряженных однопролетных и многопролетных неразрезных балок.



Ц е л ь р а б о т ы - создание и внедрение способа обжатия конструкций внутренним шпренгельным подкреплением с горизонтальными участками без сцепления и предварительно напряженных статически определяемых и неразрезных изгибаемых железобетонных элементов на его основе.

О с н о в н ы е з а д а ч и и с с л е д о в а н и я :

1. Создать модификацию способа локального предварительного напряжения изгибаемых железобетонных элементов, позволяющую исключить появление трещин в их приопорных зонах.

2. Разработать методику расчетного определения параметров натяжения напрягаемой арматуры при наличии в приопорных зонах горизонтальных участков без сцепления.

3. Экспериментально исследовать и сопоставить характер напряженно-деформированного состояния балок, обжатых локально и предложенным в настоящей работе модифицированным способом.

4. Разработать эффективные конструкции предварительно напряженных неразрезных балок.

5. Сформировать на основе широко применяемых программных комплексов аппарат расчета неразрезных балок с учетом физической нелинейности и особенностей, обусловленных разработанным модифицированным способом локального предварительного напряжения.

6. Экспериментально изучить закономерности деформирования и разрушения неразрезных балок, обжатых разработанным способом.

7. Сопоставить данные, полученные в экспериментальных исследованиях, с результатами расчета по предложенной методике.

8. Разработать эффективные конструктивные схемы зданий для нового строительства и реконструкции с применением предложенных

предварительно напряженных изгибаемых элементов.

9. Внедрить результаты настоящей работы.

Объектом исследования являются статически определимые и неразрезные железобетонные изгибаемые элементы, обжатые внутренним шпренгельным подкреплением с горизонтальными участками без сцепления, закономерности их работы при однократном статическом нагружении.

Методы исследований: экспериментальное изучение напряженно-деформированного состояния изгибаемых элементов в процессе их обжатия внутренним шпренгельным подкреплением с горизонтальными участками без сцепления, а также закономерностей их деформирования и разрушения с использованием специально сконструированных стендов; стандартные испытания образцов применяемых в исследуемых конструкциях бетонов и арматурных сталей с статистической обработкой результатов; аналитическое построение аппарата определения параметров натяжения напрягаемой арматуры и оценки напряженно-деформированного состояния неразрезных балок с использованием ПЭВМ и соответствующего программного обеспечения; разработка и анализ конкретных конструктивных решений.

Лично полученные диссертантом результаты, которые выносятся на защиту:

- способ обжатия железобетонных изгибаемых элементов внутренним шпренгельным подкреплением с горизонтальными участками без сцепления;

- конструктивные решения однопролетных и неразрезных многопролетных балок, обжатых предложенным способом;

- методика расчета параметров натяжения арматуры для двухстороннего и одностороннего расположения участков без сцепления;

- установленные в экспериментах закономерности работы однопролетных и двухпролетных неразрезных балок в стадии обжатия и при статическом нагружении, влияния степени обжатия на характер перераспределения усилий;

- выполненное сопоставление результатов экспериментов и данных, полученных с использованием сформированного расчетного аппарата;

- предложенные конструктивные схемы зданий увеличенных пролетов для нового строительства и реконструкции с применением разработанных предварительно напряженных элементов.

Достоверность результатов подтверждается выполненными экспериментальными исследованиями с использованием стандартного и специально созданного оборудования, современной измерительной техники, статистической обработки данных, сопоставлением результатов расчета и экспериментов; использованием классических методов строительной механики и нелинейной теории железобетона, широко апробированных программных комплексов; опытом внедрения результатов работы.

Н а у ч н а я н о в и з н а определяется следующим:

- предложен новый принцип направленного формирования напряженно-деформированного состояния изгибаемых элементов - обжатие внутренним шпренгельным подкреплением с горизонтальными участками;

- разработана методика расчетного определения параметров натяжения арматуры, являющейся шпренгельным подкреплением, при

одностороннем и двухстороннем расположении участков без сцепления;  
- экспериментально установлены закономерности деформирования и истощения несущей способности однопролетных и многопролетных неразрезных балок, обжатых внутренним шпренгельным подкреплением с горизонтальными участками без сцепления.

Практическая значимость работы состоит в том, что созданный модифицированный способ предварительного напряжения и разработанные на его основе принципы конструирования и схемы зданий, построенный расчетный аппарат позволяют проектировать и применять предложенные эффективные несущие элементы для перекрытия увеличенных пролетов в новом строительстве и реконструкции при сниженных затратах энергетических и материальных ресурсов.

Уровень реализации, внедрение результатов работы. Монолитные перекрытия пролетами до 8,4м с предварительно напряженными разработанным способом главными балками внедрены АО "Строительный торговый дом" при реконструкции здания в г.Харькове по ул.Мироносицкой,44. Предложенный способ положен в основу производства предварительно напряженных балок пролетами до 12м в АО "Харьковский ДСК-1".

Апробация работы. Результаты работы представлялись и обсуждались на конференциях ХГТУСА, научных семинарах ХГАГХ и ХГАЖТ.

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в 6 печатных работах.

Объем работы. Диссертация включает введение, 5 глав, заключение, список использованных источников из 133 наименований, приложение. Она содержит 126 страниц машинописного текста, 5 таблиц, 53 рисунка.

#### ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе рассмотрены наиболее широко применяемые способы предварительного напряжения железобетонных элементов, в том числе конструкции со смешанным армированием. Их исследованию, разработке методов расчета, оценке потерь напряжений от ползучести, усадки бетона и других факторов посвящены работы Александровского С.В., Барашикова А.Я., Бердичевского Г.И., Буракаса А.И., Гвоздева А.А., Гольшева А.Б., Дмитриева С.В., Кривошеева П.И., Маиляна Р.Л., Михайлова В.В., Михайлова К.В., Щербакова Е.Н., Маньеля Г., Фрейсине Э. и др.

В условиях дефицита энергоресурсов такие традиционные способы обжатия, как электротермический, становятся неконкурентоспособными ввиду высокой энергоемкости. Более перспективны различные модификации способа обжатия поперечным оттягиванием арматуры, которые были предложены в исследованиях Михайлова В.В., Климова Н.И., Крамаря В.Г., Шагина А.Л., Динцингера Ф., Лаххама Х., Леонгардта Ф., Кани Г., Рифаи М., Финстервальдера У., Юбица Л. и др. В первую очередь это относится к способу локального предварительного напряжения поперечной нагрузкой, который позволяет осуществлять обжатие монолитных, неразрезных конструкций.

Предварительное напряжение неразрезных балок сопряжено с трудностями, обусловленными необходимостью создания обжатия в пролетах и на опорах. Решению данной проблемы посвящены исследования

Байкова В.Н., Бердичевского Г.И., Бодюка В.Д., Матвеева К.М., Фролова А.К., Гилона И., Лина Т., Маньеля Г.И. и др. Однако предложенные в указанных исследованиях способы достаточно сложны, требуют мощных домкратов, применения напрягающих цементов и др., что предопределяет необходимость проведения дальнейших исследований и разработок.

На основании проведенного анализа состояния вопроса сформулированы задачи настоящей работы.

Вторая глава посвящена разработанной модификации предложенного Шагиным А.Л. способа локального предварительного напряжения поперечной нагрузкой. В соответствии с указанным способом обжатие осуществляется оттягиванием вниз оголенного участка напрягаемой арматуры, которая располагается в пазе, оставленном при бетонировании конструкции (рис.1). Приложение поперечной оттягивающей нагрузки производится после набора бетоном передаточной прочности, обеспечивающей анкеровку концевых участков напрягаемой арматуры, которые расположены в бетоне сплошных приопорных зон конструкции. При оттягивании, например, двумя поперечными нагрузками  $F_p$ , приложенными в третях длины паза  $L_{\text{сп}}$ , в напрягаемой арматуре возникает усилие натяжения  $N_{\text{сп}}$  (рис.2), которое создает обжатие конструкции  $N_p$  в пределах длины паза. Ввиду малости угла  $\alpha$  можно принять  $N_p \approx N_{\text{сп}}$ . По этой же причине величина поперечной нагрузки  $F_p$  в 10...15 раз меньше значения создаваемого ею усилия натяжения  $N_{\text{сп}}$ . Данное обстоятельство позволяет осуществлять предварительное напряжение с помощью небольших ручных винтовых или гидравлических домкратов. Однако при локальном предварительном напряжении приопорные зоны останутся не обжатыми и в них трещины могут возникнуть раньше, чем в обжатой средней зоне конструкции, где величины изгибающих моментов существенно выше.

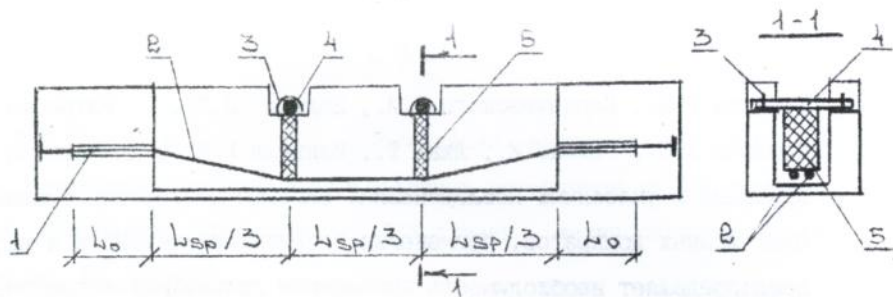


Рис. 1. Изгибаемый элемент, обжатый внутренним шпренгельным подкреплением с горизонтальными участками без сцепления  
 1 - участок напрягаемой арматуры без сцепления,  
 2 - напрягаемая арматура,  
 3 - петля, 4 - упорный стержень, 5 - упорный вкладыш

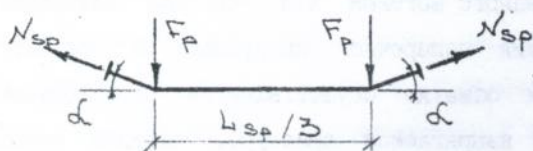


Рис. 2. Схема натяжения арматуры

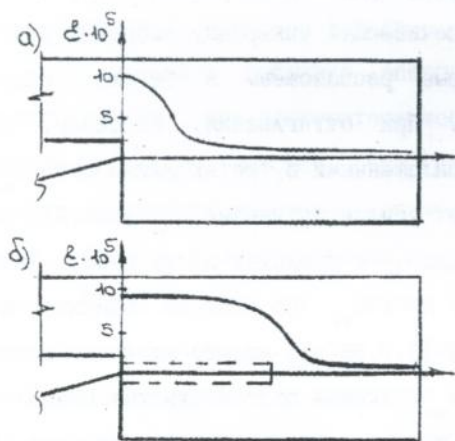


Рис. 3. Распределение деформаций обжатия бетона в пропорционной зоне  
 а - при отсутствии участка без сцепления,  
 б - при наличии участка без сцепления

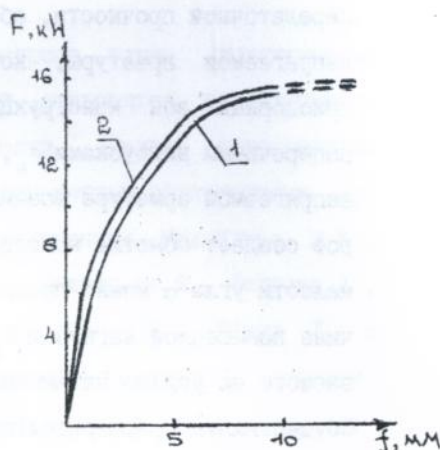


Рис. 4. Рост прогибов балок под нагрузкой  
 1 - серия I,  
 2 - серия II

Указанное, например, имеет место при схеме приложения эксплуатационной нагрузки вблизи приопорных зон. Поэтому с точки зрения трещиностойкости нормальных сечений целесообразно увеличение длины паза  $l_{\text{вп}}$ , однако такое решение приводит к снижению трещиностойкости и прочности по наклонным сечениям.

В целях преодоления данного противоречия в настоящей работе предложена модификация способа локального обжата, заключающаяся в том, что в сплошной приопорной зоне устраиваются горизонтальные участки, где исключается сцепление напрягаемой арматуры с бетоном. В этом случае участки передачи обжата смещаются к концам балки и вся конструкция, за исключением концевых участков, оказывается предварительно напряженной. При этом одновременно обеспечиваются трещиностойкость и прочность конструкции по наклонным сечениям. Предлагаемое решение имеет ряд преимуществ. Прежде всего основная часть длины приопорной зоны обжата, а не растянута, как в способе локального обжата. Указанное ведет к увеличению значения  $q_b$ , т.е. к повышению прочности по наклонному сечению. Прочность бетона сборной части выше, чем бетона замоноличивания паза в сборно-моноклитных перекрытиях, что также ведет к росту  $q_b$ .

Расширяются возможности унификации оснастки при одновременном обеспечении изготовления изделий различной длины в одной и той же опалубочной форме, что затруднительно, например, при способе натяжения на упоры. В частности, в настоящей работе предложено балки бетонировать в металлических формах с стационарными пазообразователями постоянной протяженности, соответствующей изделию минимальной длины, изготавливаемому в данной форме. При изготовлении в ней изделий большей длины требуемое наращивание пазообразователя компенсируется эквивалентным устройством предлагаемых горизонтальных участков без сцепления. В случае монолитного исполнения балки

удаляемый перед натяжением арматуры участок инвентарной опалубки, на который устанавливается пазообразователь, также имеет постоянную длину. При увеличенных длинах конструкций в них устраиваются соответствующие горизонтальные участки без сцепления, что позволяет использовать те же пазообразователь и удаляемую часть опалубки.

Разработана методика расчетного определения параметров натяжения арматуры. Она построена на рассмотрении условия равновесия в узлах, где к напрягаемой арматуре приложены поперечные нагрузки  $F_p$ , и учете ее деформированной схемы. Величина нагрузки  $F_p$ , требуемой для создания натяжения  $N_{sp}$  при представленной на рис.2 схеме, подсчитывается по полученной зависимости

$$F_p = \frac{N_{sp} \left[ \frac{L_{sp}}{3} (L_{sp} + 2L_o) + \frac{N_{sp}}{4E_{sp}A_{sp}} (L_{sp} + 2L_o)^2 \right]^2}{E_{sp}A_{sp} \left[ \frac{L_{sp}^2}{9} + \frac{L_{sp}}{3} \cdot \frac{N_{sp}}{E_{sp}A_{sp}} (L_{sp} + 2L_o) + \frac{1}{4} \cdot \frac{N_{sp}^2}{E_{sp}^2A_{sp}^2} (L_{sp} + 2L_o)^2 \right]} \quad (1)$$

Контроль натяжения арматуры целесообразно осуществлять путем измерения стрелки оттягивания, которая заранее подсчитывается по зависимости

$$y = \frac{L_{sp} N_{sp}}{3E_{sp}A_{sp}} (L_{sp} + 2L_o) + \frac{N_{sp}^2}{4E_{sp}A_{sp}} (L_{sp} + 2L_o)^2 \quad (2)$$

В целях проверки предлагаемой модификации способа локального обжатия были проведены экспериментальные исследования. Испытывались 2 серии балок сечением 80 x 140 мм, длиной 1200 мм по 3 образца в каждой серии с призмной прочностью  $R_b = 23,1$  МПа, модуль деформации  $E_b = 3,1 \cdot 10^4$  МПа. В балках устраивался паз шириной 30 мм, длиной 600мм, в котором размещался напрягаемый стержень  $\varnothing 8$ мм класса А-Шв.

Ненапрягаемая арматура 2ø5мм класса Вр-I размещалась в стенках паза в составе каркасов. В балках первой серии устраивались участки без сцепления длиной по 150 мм с каждой стороны паза путем обмазки напрягаемой арматуры цементно-песчаным раствором и обмотки 2 слоями полиэтиленовой пленки. В балках второй серии участки без сцепления не устраивались. В обеих сериях усилие обжатия было одинаковым, создавалось двумя нагрузками  $F_p = 2,0$  кН в третях длины паза  $L_{\text{зр}}$ . Испытание производилось по схеме однопролетной балки  $L = 1000$ мм, загруженной двумя силами в третях пролета. Проведенные испытания подтвердили, что процесс предварительного обжатия и в первой и во второй серии проходил в 2 стадии, деформации обжатия возрастали при приложении поперечных нагрузок  $F_p$  и при их снятии вследствие возникающего при этом выгиба. Величина деформации обжатия на второй стадии для балок серии I составила 40%, серии 2 - 37% от аналогичных результатов на первой стадии.

Главный результат, обосновывающий предложенную модификацию способа локального обжатия, представлен на рис.3, где показаны эпюры распределения деформаций в бетоне приопорных зон.

У балок серии 2 зона передачи обжатия находилась вблизи паза в начале приопорной зоны, у балок серии I указанная зона смещалась к концевому участку приопорной зоны, вследствие чего бетон большей части указанной зоны оказывался обжатым.

Несущая способность, трещиностойкость, деформативность балок обеих серий были близкими по величине (рис.4).

Сопоставление экспериментально полученных данных и результатов расчета по разработанной методике показало их приемлемое соответствие, расхождения от 3,8 до 5,83%.

В третьей главе изложены разработанные принципы формирования конструктивных решений неразрезных балок в зависимо-

сти от способов выполнения, длины элементов, высоты сечений, типа перекрытий, в состав которых они входят. В частности, сборные двухпролетные балки длиной до 12 м целесообразно формировать в виде единого элемента. На опоре паз устраивается сверху, в пролетах - снизу при большой высоте сечений (рис.Б.а.), сверху - при малой высоте сечений, когда неразрезные балки входят в состав сборно-монолитных перекрытий либо покрытий (рис.Б.б.). Аналогично могут конструироваться и монолитные балки с любым числом пролетов. В многопролетных балках, формируемых из однопролетных сборных элементов, предлагается стыковку на опорах осуществлять по схеме, представленной на рис.6. Между сборными элементами на монтаже оставляется шов шириной 30...50 мм, который зачеканивается бетоном класса В25...В30 на мелкой фракции. На концах сборных элементов имеются пазы, в которых располагаются выпуски расчетной напрягаемой опорной арматуры. Указанные выпуски соединяются вставками из арматуры того же диаметра и класса с помощью ванной сварки. После набора бетоном зачеканки шва требуемой прочности осуществляется обжатие оттягиванием вверх опорной арматуры и фиксацией ее положения, затем производят замоноличивание пазов. Оно может выполняться самостоятельно либо в процессе бетонирования монолитной части сборно-монолитных перекрытий. В этом случае обжатие подвергается неполное сечение, что повышает эффективность предварительного напряжения.

Разработан ряд других эффективных решений перекрытий и покрытий с неразрезными балками, предварительно напряженными способом локального обжатия и предложенной в настоящей работе его модификацией.

Так как в большинстве предлагаемых решений целесообразно одновременное использование указанного способа и его модификации,

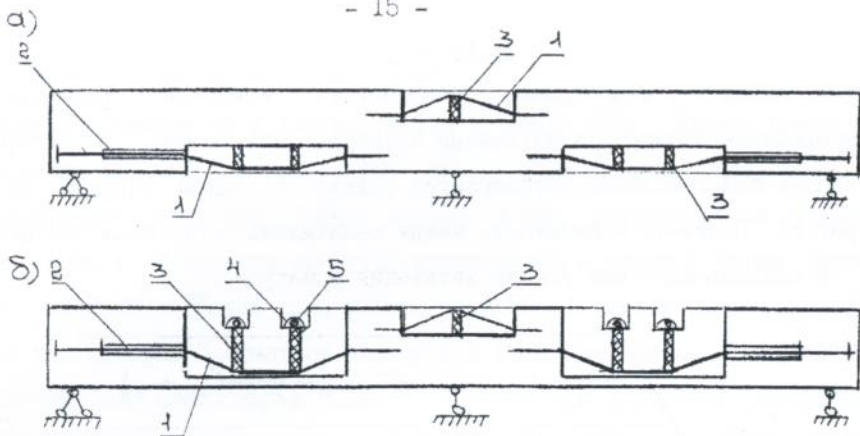


Рис. 5. Предварительно напряженные неразрезные балки  
 а - цельная, сборного либо монолитного исполнения,  
 б - для сборно-монолитных перекрытий;  
 1 - напрягаемая арматура, 2 - участок без сцепления,  
 3 - упорный вкладыш, 4 - петля, 5 - упорный стержень

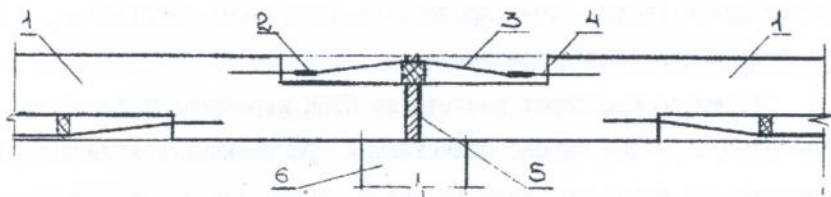


Рис. 6. Неразрезная балка, составленная из сборных элементов  
 1 - сборный элемент с пазы в пролете и на опоре,  
 2 - стык арматуры, 3 - опорная напрягаемая арматура,  
 4 - выпуск напрягаемой арматуры; 5 - бетон зачеканки  
 стыка, 6 - опора

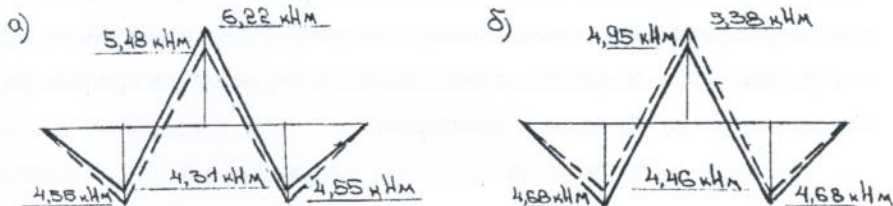


Рис. 7. Эпюры изгибающих моментов в испытанных двухпролетных балках на стадиях, близких к разрушению  
 а - серия I; б - серия 3.

— — эксперимент; - - - - расчет в упругой постановке

представилось необходимым разработать методику расчетного определения параметров натяжения арматуры для схемы, в которой участок без сцепления устраивается только с одной стороны паза (рис.5). Получена зависимость между величинами поперечных нагрузок  $F_p$  и создаваемого ими усилия натяжения арматуры  $N_{sp}$

$$F_p = N_{sp} \frac{\frac{N_{sp}}{E_{sp} A_{sp}} (L_{sp} + L_o) \left[ \frac{L_{sp}}{3} + \frac{L_{sp}^2}{4E_{sp} A_{sp}} (L_{sp} + L_o) \right]}{\left[ \frac{L_{sp}}{3} + \frac{N_{sp}}{2E_{sp} A_{sp}} (L_{sp} + L_o) \right]^2} \quad (3)$$

Оценка напряженно-деформированного состояния конструкции при обжатии производится в соответствии с СНиП 2.03.01-84\* в упругой постановке с учетом схемы приложения поперечных нагрузок  $F_p$  и места приложения усилия обжатия  $N_p$ .

Сформирован аппарат расчета на ЭВМ неразрезных балок на основе использования широко применяемых программных комплексов. Учет нелинейности деформирования бетона и арматурной стали, трещинообразования обуславливает необходимость выполнения расчета шаговым методом с организацией итерационных процессов на каждом этапе нагружения ввиду статической неопределенности системы. При этом предусмотрено 2 уровня итерационных циклов. Во внешнем цикле уточняется распределение усилий между сечениями неразрезной балки, во внутреннем цикле итераций устанавливается характер распределения напряжений между бетоном и арматурами.

Ч е т в е р т а я г л а в а посвящена экспериментальному исследованию работы неразрезных балок, предварительно напряженных предложенным способом, изучению влияния обжатия на характер распределения усилий. Проведены экспериментальные исследования трех серий двухпролетных образцов длиной

2400мм, сечением 80 x 140 мм, бетон  $R_b = 26,0$  МПа. Длина пазов в пролетах 600 мм, над опорой 500 мм. Армирование смешанное: напрягаемая арматура 108мм класса А-Шв, ненапрягаемая 2х5мм класса Вр-1. В пролете арматура напрягалась в серии 1 двумя силами  $F_p = 2,0$  кН в третях длин пазов, над опорой - одной силой  $F_p = 4,0$  кН. В серии 2 арматура над опорой не напрягалась, в пролетах обжатие было аналогичным серии 1. В серии 3 в пролетах натяжение осуществлялось одной силой  $F_p = 4,0$  кН, на опоре - одной силой  $F_p = 1,5$  кН в середине длины паза.

В пролетах в стороны крайних опор устраивались участки без сцепления длиной 150 мм. Испытания проводились по схеме двухпролетной неразрезной балки с пролетами 1100 мм, загруженной в середине пролетов сосредоточенными силами. Статическая неопределимость раскрывалась установкой в качестве средней опоры образцового динамометра ДДСМ-3-5. Несущая способность, трещиностойкость, деформативность балок всех испытанных серий были примерно одинаковыми. Было зафиксировано, что на характер перераспределения усилий оказывала влияние степень обжатия конструкции. На рис.7 показан характер распределения усилий в балках. Из сопоставления результатов расчета в упругой постановке и экспериментов видно, что в балках серии 1 (аналогично и в серии 2) вследствие малого уровня обжатия бетона в пролетах значение максимального опорного момента возросло на 13,5%, в пролете величина максимального изгибающего момента уменьшилась на 5,3%. В серии 3, где обжатие в пролете существенно возросло, наоборот, величина изгибающего опорного момента снизилась по сравнению с аналогичным значением, подсчитанным в упругой постановке, на 8,0%, соответственно величина пролетного момента возросла на 4,9%. Таким образом, эксперименты подтвердили возможность направленного формирования напряженного состояния в

неразрезных балках использованием разработанного способа предварительного обжатия.

Выполнено сравнение результатов расчета и эксперимента, отклонения не превысили II%.

В пятой главе предложены конструктивные схемы зданий с применением разработанных неразрезных и статически определенных балок для нового строительства, реконструкции и восстановления поврежденного фонда. Наиболее востребованной является разработанная схема с продольными несущими стенами, на которые опираются указанные неразрезные балки. Предусмотрено решение с подвеской кранового оборудования. Для складских, некоторых типов производственных и других помещений разработаны схемы со смешанным решением при увеличенном шаге колонн, располагаемых между наружными несущими продольными стенами. Предложена конструктивная схема надстройки малозэтажных зданий. Неразрезные балки опираются на пилоны, располагаемые с достаточно большим шагом на собственных фундаментах вне надстраиваемого здания вдоль его наружных стен. На них в свою очередь опираются ригели и главные балки перекрытий. Ригели, неразрезные балки и пилоны образуют жесткий пространственный рамный каркас.

Предложены другие схемы для зданий различного функционального назначения и освещены технико-экономические аспекты разработанных решений. Приведены примеры внедрения предложенных в работе конструкций.

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

I. Разработана модификация способа локального предварительного напряжения изгибаемых железобетонных элементов - обжатие внутренним шпренгельным подкреплением с горизонтальными участками без сцепления, которая позволяет, в отличие от указанного способа,

значительно повысить трещиностойкость нормальных сечений не только основной части конструкции в пределах паза, но и приопорных зон, а также увеличить трещиностойкость и прочность по наклонным сечениям.

2. Разработана методика расчетного определения параметров натяжения напрягаемой арматуры при одностороннем и двухстороннем расположении горизонтальных участков без сцепления с учетом деформированной схемы.

3. Экспериментально изучена и сопоставлена работа статически определимых однопролетных балок, предварительно напряженных способом локального обжата и предложенной в настоящих исследованиях его модификации. Установлено, что эффективность обжата конструкции в пределах длины паза в обоих случаях соответствует расчетной и находится на уровне эффективности традиционных способов предварительного напряжения.

4. В проведенных экспериментах выявлены закономерности распределения деформаций в бетоне приопорных зон: в локально обжатых балках падение деформаций происходило на участке длиной 100мм непосредственно от конца паза, при предлагаемом способе указанное падение начиналось с конца горизонтального участка без сцепления, т.е. существенно смещалось в сторону опоры балки, бетон на данном участке был обжат.

5. Эксперименты подтвердили, что предварительное напряжение модифицированным способом, как и основным, создается в две стадии: при оттягивании напрягаемой арматуры и в момент ее фиксации в оттянутом положении. Установлено, что величина дополнительного обжата на второй стадии составила 30...40% значений, полученных на первой стадии.

6. При шпренгельной схеме работы конструкции по мере нагру-

жения создается дополнительное обжатие, что позволяет снизить уровень первоначального предварительного напряжения и соответственно величину потерь напряжений. Результаты экспериментальных исследований свидетельствуют, что при локальном обжатии и предлагаемой его модификации потери напряжений меньше подсчитанных в соответствии с СНиП 2.03.01-84\*.

7. Предложены принципы, схемы обжатия и на их основе эффективные конструктивные решения неразрезных балок, предварительно напряженных с использованием внутреннего шпренгельного подкрепления с горизонтальными участками без сцепления, в сборном, монолитном и сборно-монолитном исполнении для перекрытий и покрытий увеличенных пролетов.

8. На основе использования широко применяемых программных комплексов сформирован аппарат расчета предложенных статически неопределимых неразрезных балок с учетом физической нелинейности и специфики обжатия внутренним шпренгельным подкреплением с горизонтальными участками без сцепления. Расчет ведется методом последовательных нагружений с итерационным уточнением на каждом шаге нагружения величин напряжений в компонентах конструкции и соответствующих им значений секущих модулей деформаций.

9. Экспериментально исследованы закономерности деформирования и разрушения предварительно напряженных неразрезных двухпролетных балок предложенной конструкции, установлена степень влияния уровня обжатия на опоре и в пролетах на характер перераспределения усилий, подтверждена возможность формирования распределения усилий в системе путем соответствующего назначения уровней обжатия в пролетах и на опоре. В сериях I и 2 опорный изгибающий момент возрос по сравнению с подсчитанным в упругой постановке соответственно на 13,5%; в серии 3, где степень обжатия в пролете была увеличена,

его величина уменьшалась по сравнению с "упругим" на 8%.

10. Проведенное сопоставление результатов экспериментальных исследований однопролетных и двухпролетных неразрезных балок, обжатых предложенным способом, и данных, полученных расчетом по разработанным методикам, показало их приемлемое соответствие: отклонения между экспериментальными и расчетными значениями были в диапазоне 4...11%.

11. Предложены конструктивные схемы зданий для нового строительства и реконструкции с увеличенными пролетами и шагом колонн, решения надстроек объектов различного функционального назначения, в которых эффективно используются однопролетные и многопролетные балки, обжатые внутренним шпренгельным подкреплением с горизонтальными участками без сцепления. При этом обеспечивается возможность выполнения работ в стесненных условиях существующей застройки, без применения монтажных кранов, с минимумом затрат материальных и энергетических ресурсов.

12. Результаты настоящей работы внедрены АО "Строительный торговый дом" при реконструкции здания по ул.Мироносицкой,44 в г.Харькове, где осуществлено предложенным способом предварительное напряжение двухпролетных и однопролетных монолитных балок перекрытий пролетом до 8,4 м, а также АО "Харьковский ДСК-1" при освоении серийного выпуска предварительно напряженных балок для сборно-монолитных перекрытий.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Домбаев И.А. Эффективное обжатие сборно-монолитных неразрезных балок // Респ.межведомственный научно-технический сб. "Коммунальное хозяйство городов". Киев: Техніка, 1997. - вып.8., С.40-

42.

2. Домбаев И.А. Элементы с внутренним шпренгельным подкреплением для реконструкции городской застройки//Респ.Межведомственный научно-технический сб."Коммунальное хозяйство городов", -Киев: Техніка, 1997, -вып.9. -С.25-26.

3. Шагин А.Л., Домбаев И.А. Предварительное напряжение неразрезных конструкций перекрытий // "Промышленное и гражданское строительство", М.:Стройиздат, 1997, -№ 6. - С.44-46.

4. Шагин А.Л., Домбаев И.А. Обжатие конструкций шпренгельным подкреплением с горизонтальными участками//Респ.межведомственный научно-технический сб."Коммунальное хозяйство городов".-Киев: Техніка, 1997, - вып.8. - С.33-36.

5. Шагин А.Л., Домбаев И.А. Экспериментальные исследования элементов, обжатых внутренним шпренгельным подкреплением//Научный вестник строительства, Харків:ХДТУБА, 1997, - вип.І. -С.І5-І7.

6. Шагин А.Л., Домбаев И.А. Особенности расчета предварительно напряженных неразрезных балок с внутренним шпренгельным подкреплением// Респ.Межведомственный научно-технический сб."Коммунальное хозяйство городов", -Киев:Техніка, 1997, -вып.9. -С.39-41.

#### АННОТАЦИЯ

Домбаев Иса Абуезедович. Обжатие железобетонных конструкций внутренним шпренгельным подкреплением с горизонтальными участками.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Специальность 05.23.01 - строительные конструкции, здания и сооружения. Харьковская государственная академия железнодорожного транспорта. Харьков, 1997.

В диссертации предложены и исследованы статически определимые

и неразрезные балки, обжатые внутренним шпренгельным подкреплением с горизонтальными участками без сцепления, разработана методика расчетного определения параметров натяжения напрягаемой арматуры при одностороннем и двухстороннем расположении участков без сцепления.

Разработаны принципы конструирования и экспериментально исследована работа однопролетных и неразрезных предварительно напряженных балок предложенного типа, выявлено влияние обжатия на характер перераспределения усилий, позволяющее направленно формировать напряженное состояние конструкций. Построен аппарат расчета с учетом физической нелинейности.

Предложены конструктивные схемы зданий для нового строительства и реконструкции с применением разработанных изгибаемых элементов.

Разработанные конструкции внедрены в АО "Строительный торговый дом" и АО "Харьковский ДСК-1".

Ключевые слова: предварительное напряжение, паз, шпренгельное подкрепление, неразрезная балка, перераспределение усилий, трещиностойкость, несущая способность.

#### ABSTRACT

Dombayev Isa Abuyezedovich. Embedding of the reinforced concrete constructions by inner shprengel supporting with horizontal sections.

Thesis for a technical scientific degree. Speciality 05.23.01-building constructions, buildings and structures.

Kharkov State Academy of Railway Transport. Kharkov, 1997.

Statically defined and continuous beams embeded by inner shp-

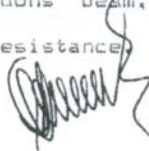
rengel supporting with horizontal sections without cohesion are given and investigated in the thesis. Method of calculating definition of the tensile parametres of the stressed reinforcement with the one-side and two-side section disposition without cohesion is also worked out.

Designing principles are developed. Work of one span and continuous prestressed beams of the offered type is experimentally investigated. Influence of the embedding on the character of the redistribution efforts permitting to form stressed state of the constructions is revealed. Instrument of calculation accounting physical - lineity is built.

Structural drawings of the buildings for new construction and reconstruction with application of the bending elements are offered.

The elaborated structures are installed in AC "Building Trade House" and "Kharkovsky DCK-1".

Active Vocabulary: prestressing, slot, shprengel supporting, continuons beam, effort redistribution, carrying capacity, crackresistance.



А В Т О Р Е Ф Е Р А Т  
диссертации на соискание научной степени  
кандидата технических наук

ОБЖАТИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ВНУТРЕННИМ  
ШПРЕНГЕЛЬНЫМ ПОДКРЕПЛЕНИЕМ С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМИ  
УЧАСТКАМИ

ДОМБАЕВ ИСА АБУЕЗЕДОВИЧ

Ответственный за выпуск  
Романенко В.В.

.....  
Подписано в печать

Формат бумаги 60x84 1/16      Бумага для множительных аппаратов

Печать офсетная. Усл.печ.лист. 1,0, уч.изд.л.

Зак.                      . Тираж 100 экз.      Бесплатно.

.....  
Изд.ХГАЖТ, 310050, г.Харьков-50, пл.Фейербаха,7.

Тип.ХГАЖТ, 310050, г.Харьков-50, пл.Фейербаха,7.

1122082

