

Рис. 2. Эпюры продольных усилий, возникающих в шпренгельной балке под действием постоянной нагрузки

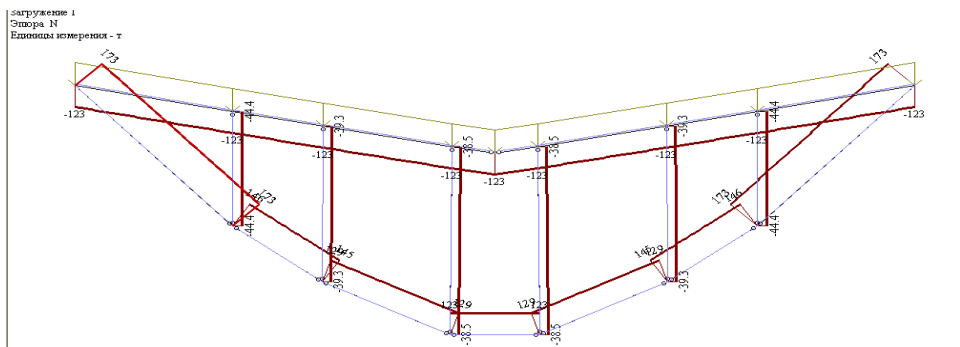


Рис.3. Эпюры продольных усилий, возникающих в шпренгельной балке под действием постоянной и временной нагрузки

Сравнив полученные результаты с расчетными, получим погрешность 1.8%, 1.5% и 3.3% соответственно.

[1] Виноградов А.И. Проблема оптимального проектирования в строительной механике. – Х.: Вища школа, 1973. – 168 с.

[2] Основы расчета и проектирования комбинированных и сталебетонных конструкций / под общ. ред. Э.Д. Чихладзе. – К.: Транспорт Украины, 2006. – 104 с.

УДК 625.012.3

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ТРУБОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, СОСТОЯЩИХ ИЗ ПРОФИЛЕ-ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ ТРУБ, ЗАПОЛНЕННЫХ АРМИРОВАННЫМ БЕТОНОМ

## SIMULATION OF PERFORMANCE OF CIRCULAR CFST COLUMNS COMPOSED OF PROFILE-DIFFERENTIATED PIPES COMPLETED BY REINFORCED CONCRETE

*докт. техн. наук Г.Л. Ватуля, канд. техн. наук А.В. Лобяк,  
В.Б. Черногиль, М.А. Новикова  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*G. Vatulia, Dr.Sc., A. Lobiak, PhD, V. Chernogil, M. Novikova  
Ukrainian State University of Railway Transport*

Трубобетонные конструкции широко применяются в строительной практике за счет своей эффективности, исключения опалубочных и арматурных работ, снижения поперечного сечения колонн, расхода металла и бетона, сокращения

сроков строительства и трудозатрат [1]. В отдельную группу конструкций из трубобетона можно выделить профиле-дифференцированные трубы, заполненные армированным бетоном, областью применения которых являются опоры мостов, эстакад, элементы высотных зданий и сооружений.

Несмотря на фундаментальные исследования в этой области, в практике проектирования нет полноценной методики расчета напряженно-деформированного состояния трубобетонных элементов, адекватно отражающей его специфические особенности. В корне этой проблемы лежат трудности, обусловленные сложностью работы системы сердечник-оболочка, проблемами моделирования эффекта обоймы, контактного взаимодействия, геометрической и физической нелинейности [2].

Решение поставленной задачи предлагается выполнять на основе нелинейной модели с учетом особенностей деформирования сердечника и обоймы в условия неоднородного напряженного состояния. Предложенная методика в полной мере реализуется средствами программного комплекса «LIRA-sapr» [3].

Расчетные схемы (рис. 1) состоят из двух блоков (металлическая обойма и железобетонный сердечник), объединенных в совместную работу при помощи односторонних связей (воспринимающих сжатие и сдвиг). Металлическая обойма моделируется геометрически-нелинейными конечными элементами гибкой оболочки, допускающих возникновение мембранной группы усилий (только растяжение или сжатие). Расчет железобетонного сердечника производится в физически нелинейной постановке с использованием нелинейного процессора и шагового метода нагружения. Физическая нелинейность определяется нелинейными свойствами материалов и задается законами деформирования бетона и стали с начальным значением модулей упругости материалов и прочностью при растяжении и сжатии. Наличие стержневой арматуры учитывается процентом армирования в соответствии с направлением ее работы.

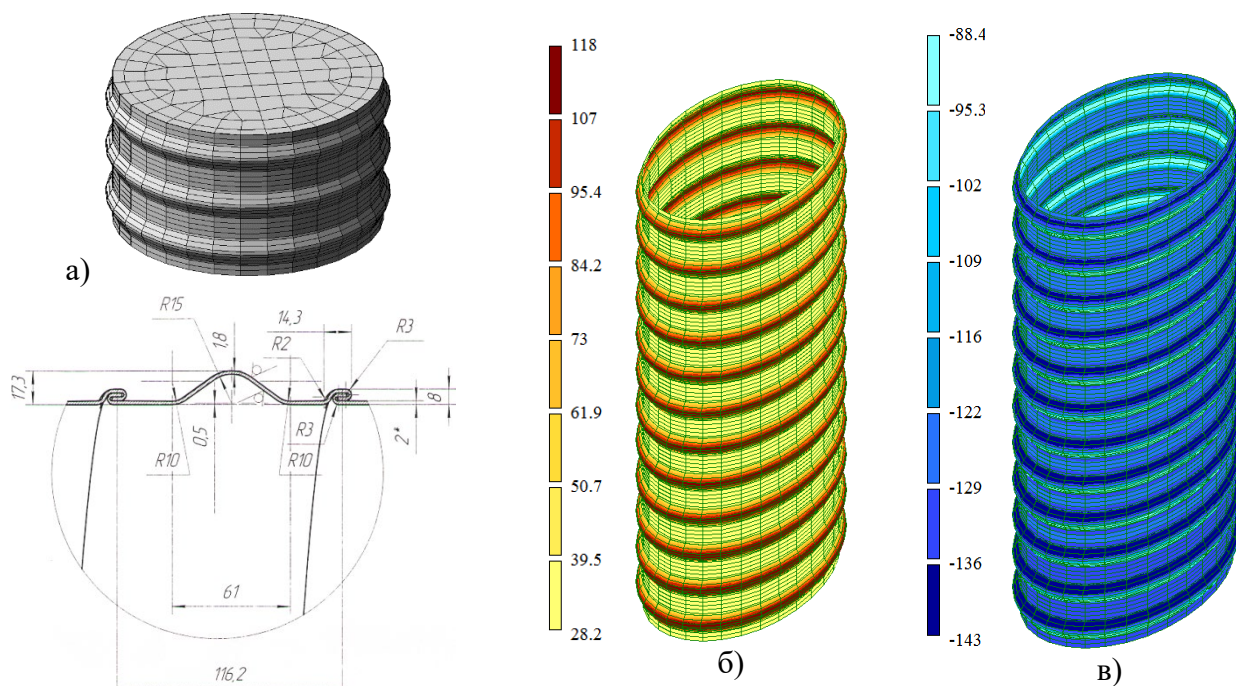


Рис. 1. Фрагмент модели (а), поля кольцевых (б) и продольных (в) напряжений в обойме

Реализован механизм увеличения прочности бетона при сжатии в зависимости от степени его обжатия обоймой. Итерационный процесс поиска истинных значений прочности осуществляется в соответствии с критерием Н.И. Карпенко [4] при объемном сжатии  $f_{c3} = f_{cc} + k\sigma_{cr}$ . Коэффициент бокового давления определяется в зависимости от относительного уровня бокового обжатия  $k = 1/(0.1 + 0.9m)$ . Критерием для определения несущей способности трубобетонных элементов принималось достижение напряжений в обойме расчетного сопротивления. Также реализована возможность оценки несущей способности элементов по предельным напряжениям в бетоне сердечника.

В результате расчетов получено напряженно-деформированное и предельное состояние профиле-дифференцированных трубобетонных элементов, графически проанализированы законы перераспределения напряжений на разных стадиях работы колон. В целом, принятая постановка задачи позволила установить точное напряженно-деформированное состояние, учесть упругопластические деформации бетона, его трещинообразование и разрушение, геометрическую нелинейность обоймы. Установлен эффект от работы гофрированного листа в качестве обоймы. Прочность бетонного ядра за счет его обжатия в предельном состоянии увеличивается на 6% при толщине стенки оболочки 1 мм, и на 8% – при толщине стенки 2 мм.

[1] Mechanical Properties of High Strength Concrete Filled Steel Tubular Columns [Текст]/ Ke Feng Tan, Lai Bao Liu// Advanced Materials Research Vols. 472-475 (2012) – pp. 1119-1125.

[2] Vatulia Glib. Simulation of performance of circular CFST columns under short-time and long-time load / G. Vatulia, A. Lobiak, Ye. Orel // Transbud'2017 – MATEC Web of Conferences 116, 02036 (2017).

[3] Городецкий А.С. Компьютерные модели конструкций / А.С. Городецкий, И.Д. Евзеров. – К.: Факт, 2007. – 394с.

[4] Карпенко Н.И. Общие модели механики железобетона. – М.: Стройиздат, 1996. – 416 с.

**УДК 692.82**

## **ТЕПЛОПТЕРИ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ ЗДАНИЙ В УЗЛАХ СОПРЯЖЕНИЯ ОКОННОЙ РАМЫ СО СТЕНОЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ**

### **HEAT LOSS IN CLADDING OF BUILDINGS IN JUNCTIONS BETWEEN WINDOW FRAME AND WALL UNDER RECONSTRUCTION**

*д.т.н. В.И. Винниченко<sup>1</sup>, д.т.н. А.И. Габитов<sup>2</sup>, к.т.н. А.С. Салов<sup>2</sup>,  
к.т.н. А.М.Гайсин<sup>2</sup>, к.т.н. Д.В.Кузнецов<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Харьковский национальный университет строительства и архитектуры (г. Харьков)

<sup>2</sup>Уфимский государственный нефтяной технический университет (г. Уфа)

*V.I. Vinnychenko<sup>1</sup>, Dr. Sc., A.I. Gabitov<sup>2</sup>, Dr. Sc., A.S. Salov<sup>2</sup>, PhD,  
A.M. Gaisin<sup>2</sup>, PhD, D.V. Kuznetsov<sup>2</sup>, PhD*

<sup>1</sup>Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture (Kharkiv)

Ufa State Petroleum Technological University (Ufa)

В двадцатом веке в Советском союзе было построено большое количество жилых зданий с использованием деревянных оконных систем. В последние 15 лет в связи с ужесточением требований по теплозащите зданий и развитием