

Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины

Украинская государственная академия железнодорожного транспорта

На правах рукописи

ШЕВЧЕНКО АННА АЛЕКСАНДРОВНА

УДК 624.073.8

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ  
СТАЛЕБЕТОННЫХ КРУГЛЫХ ПЛИТ

Специальность 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:

Чихладзе Элгуджа Давидович

доктор технических наук, профессор

Ватуля Глеб Леонидович

кандидат технических наук, доцент

Харьков – 2012

## СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ .....	2
ВВЕДЕНИЕ .....	4
РАЗДЕЛ 1 ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ КОНСТРУКЦИЙ С ВНЕШНИМ АРМИРОВАНИЕМ .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
1.1. Прочность бетона в условиях двухосного напряженного состояния	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2. Конструкции с внешним армированием .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3. Обзор способов расчета сталебетонных круглых плит	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Выводы к разделу 1 и задачи исследований .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
РАЗДЕЛ 2 НАПРЯЖЕННО – ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ КРУГЛЫХ СТАЛЕБЕТОННЫХ ПЛИТ	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
2.1. Основные теоретические предпосылки .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2. Описание процесса деформирования бетона при кратковременном двухосном нагружении .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3. Расчёт тонких сталебетонных плит при малых уровнях напряжённого состояния .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4. Расчет круглых сталебетонных тонких плит (пластинок)	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5. Шарнирно-опертая по контуру пластинка, нагруженная распределенной нагрузкой по всей поверхности .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6. Шарнирно-опертая пластинка, загруженная равномерно-распределенной нагрузкой на части ее (штамп) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.7. Шарнирно-опертая пластинка, загруженная распределенной нагрузкой по контур штамп .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Выводы к разделу 2 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
РАЗДЕЛ 3 ПРЕДЕЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СТАЛЕБЕТОННЫХ ПЛИТ	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
3.1. Несущая способность по нормальному сечению	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2. Несущая способность по прочности контакта листа с бетоном	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Выводы к разделу 3 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## РАЗДЕЛ 4 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

СТАЛЕБЕТОННЫХ ПЛИТ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

4.1. Цели и задачи исследований.....**Error! Bookmark not defined.**

4.2. Экспериментальные исследования сталебетонных плит**Error! Bookmark not d**

4.3. Анализ результатов экспериментальных исследований и сравнение теоретическими расчетами .....**Error! Bookmark not defined.**

Выводы к разделу 4 .....**Error! Bookmark not defined.**

## РАЗДЕЛ 5 ВНЕДРЕНИЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТАЛЕБЕТОННЫХ

КРУГЛЫХ ПЛИТ .....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

5.1. Внешнее листовое армирование в строительной практике**Error! Bookmark not**

5.2. Сравнение сталебетонных и железобетонных плит**Error! Bookmark not define**

5.3. Внедрение сталебетонных круглых плит.....**Error! Bookmark not defined.**

Выводы к разделу 5 .....**Error! Bookmark not defined.**

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED**

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**ERROR! BOOKMARK NOT DE**

ПРИЛОЖЕНИЯ.....**ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

Приложение А .....**Error! Bookmark not defined.**

Приложение Б.....**Error! Bookmark not defined.**

Приложение В .....**Error! Bookmark not defined.**

Приложение Е.....**Error! Bookmark not defined.**

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы.** Одним из главных направлений технического прогресса в строительстве является применение материалов и эффективных конструкций, уменьшение затрат за счет снижения материалоемкости и трудоемкости, сокращение продолжительности строительства и улучшение эксплуатационных качеств конструкций. Достигнуть этого можно путем освоения новых и совершенствования существующих видов конструкций из армированного бетона, к числу которых относятся и конструкции с внешним армированием листовой сталью.

Применение сталебетонных конструкций позволяет значительно улучшить показатели материалоемкости, стоимости и трудоемкости строительства, что достигается благодаря многофункциональному использованию стального листа, а именно: применение листа в качестве составной части опалубки и закладных деталей; совмещение функции рабочей арматуры с защитными и изоляционными функциями; компактное расположение у внешней грани изгибаемого элемента; способностью воспринимать растягивающие усилия одновременно во всех направлениях. Наибольший эффект от внешнего армирования достигается в изгибаемых в двух направлениях плитах перекрытий и покрытий зданий и сооружений. Плоский стальной лист работает в условиях двухосного растяжения, благодаря чему повышается жесткость и несущая способность сталебетонной плиты по сравнению с железобетонной плитой при одинаковом расходе рабочей арматуры. Внедрение сталебетонных, изгибаемых в двух направлениях конструкций затруднено ввиду малой разработанности методов расчета и проектирования с учетом армирования и возможных схем разрушения. Таким образом, совершенствование методов расчета напряженно-деформированного и предельного состояния, изгибаемых в двух направлениях конструкций с внешним листовым армированием, при кратковременном статическом нагружении является актуальной задачей.

Круглые железобетонные плиты и пологие оболочки применяются в сооружениях башенного типа (домны, фундаменты дымовых труб, водонапорных башен и т.д.), а также в качестве покрытий сооружений и зданий.

**Связь работы с научными программами, планами, темами.**  
Диссертационная работа выполнена в рамках тематики кафедры строительной механики и гидравлики Украинской государственной академии железнодорожного транспорта за 2009 –2012 гг.: «Розробка теорії та методів розрахунку комбінованих конструкцій транспортних споруд» – № ДР 0106U004122; «Розробка теорії та методів оптимізації несучих конструкцій транспортних споруд» – № ДР 0110U002127.

**Цель исследования** состоит в разработке математического аппарата определения напряженно-деформированного и предельного состояния сталебетонных круглых плит при кратковременном действии симметричной нагрузкой.

**Объект исследования** – сталебетонные круглые плиты.

**Предмет исследования** – напряженно-деформированное и предельное состояние, несущая способность сталебетонных круглых плит.

**Задачи исследований:**

- выполнить аналитический обзор литературных данных по исследованию работы сталебетонных плит;
- разработать алгоритм расчета сталебетонных круглых плит с учетом нелинейности деформирования бетона;
- разработать методику определения напряженно-деформированного состояния сталебетонной круглой плиты при различном нагружении;
- выполнить экспериментальные исследования круглых сталебетонных плит при центральном загрузении;
- изучить влияние анкерных упоров и их расположение на несущую способность и деформативность сталебетонных плит;
- произвести численный расчет круглых плит и сравнить с

экспериментальными данными;

– внедрить результаты исследований в практику строительства и проектирования.

**Методы исследования** – экспериментальные и теоретические исследования напряженно-деформированного и предельного состояния сталебетонных круглых плит при кратковременном, центральном нагружении; сравнение и анализ результатов исследования.

**Научная новизна полученных результатов** определяется следующим:

– результатами экспериментальных результатами деформирования сталебетонных круглых плит в процессе нагружения, развития пластических деформаций в стальном листе и трещинообразовании в бетоне, несущей способности;

– разработкой методики оценки напряженно-деформированного и предельного состояния сталебетонных круглых плит.

**Практическое значение полученных результатов.** Практическое использование в практике строительства опертых по контуру сталебетонных плит позволяет повысить несущую способность в 2,2 - 3,2 раза по сравнению с железобетонными при одинаковом расходе рабочей арматуры и прочих равных условиях.

Материалы диссертационной работы были использованы в проектных предложениях при разработке деталей объекта «Капитальный ремонт автодорожного моста на 14 км ПК 1 участка Люботин – Мерефа Южной дороги», а также результаты исследований нашли практическое внедрение в учебном процессе и при дипломном проектировании в УкрГАЖТ.

**Достоверность и обоснованность научных положений** обеспечивается использованием общепринятых предпосылок современной теории железобетона и строительной механики, а также совпадением результатов, полученных по разработанной методике расчета, с данными экспериментальных исследований.

### **Личный вклад соискателя:**

- на основании литературных данных выполнен анализ конструктивных решений методов расчета сталебетонных конструкций;
- проведены экспериментальные исследования круглых сталебетонных плит с внешним армированием, получены результаты их сравнительного анализа между собой;
- разработана методика определения напряженно-деформированного состояния шарнирно опертых по контуру сталебетонных круглых плит при различных схемах нагружения, а также проведен анализ и сопоставление полученных результатов с экспериментальными данными;
- выполнено численный расчет напряженно-деформированного состояния сталебетонной круглой плиты с помощью программного комплекса «ЛИРА».

**Апробация результатов диссертации.** Основные результаты теоретических и экспериментальных исследований докладывались на: девятой научно-технической конференции «Сталежелезобетонные конструкции: исследования, проектирование, строительство, эксплуатация» (г. Кривой Рог, 24-27 октября 2011 г.); III международной конференции «Научно-техническое и организационно-экономическое восприятие реформам в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве» (г. Макеевка, 12-13 апреля 2012 г.); международной научно-практической конференции «Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе» (г. Пермь, 26-28 апреля 2012 г.); III международной научно-технической интернет-конференции «Строительство, реконструкция и восстановление зданий городского хозяйства» (г. Харьков, с 15.04.12 г. по 15.05.12 г.); международных научно-технических конференциях кафедр Украинской государственной академии железнодорожного транспорта,

инженерно-технических работников железных дорог, предприятий и организаций Украины и других стран (г. Харьков, 2010 – 2012 гг.).

**Публикации.** По результатам диссертационной работы опубликовано 15 научных трудов, из них 10 статей, в изданиях рекомендованных ДАК Министерства образования и науки, молодежи и спорта Украины, 4 тезисов докладов в сборниках материалов конференций, получено 1 патент Украины на полезную модель.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, пяти разделов, выводов, списка использованной литературы из 225 наименований и 4 приложений общим объемом 167 страниц, в том числе 133 страницы основного текста, который иллюстрируется 51 рисунком, содержит 3 таблицы, 20 полных листов с таблицами и рисунками, 24 страницы списка использованной литературы и 7 страниц приложений.



