

ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ

На правах рукописи

**КАЗИМАГОМЕДОВ ФИРАЗ ИБРАГИМОВИЧ**

УДК 624.012:624.046.3

**ЭФФЕКТИВНЫЕ ТРУБОБЕТОННЫЕ ИЗГИБАЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ**

05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель

**Избаш Михаил Юрьевич,**

доктор технических наук, профессор

Харьков – 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>4</b>
<b>РАЗДЕЛ 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА, ВЫБОР НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....</b>	<b>9</b>
1.1 Практика и перспектива применения трубобетонных элементов, конструктивные особенности.....	9
1.2 Анализ существующих методик расчета трубобетонных конструкций .....	17
1.3 Изгибаемые трубобетонные элементы.....	22
1.4 Пути повышение эффективности изгибаемых трубобетонных элементов.....	27
Выводы .....	32
<b>РАЗДЕЛ 2 ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОНЕНТОВ ТРУБОБЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОВЫШЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....</b>	<b>34</b>
2.1 Конструктивные особенности и технология изготовления опытных образцов.....	34
2.2 Методика проведения экспериментальных исследований...	41
2.3 Деформативно-прочностные показатели компонентов трубобетонных конструкций.....	54
Выводы .....	67
<b>РАЗДЕЛ 3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРУБОФИБРОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....</b>	<b>68</b>
3.1 Исследования несущей способности трубобетонных образцов с сердечником из подобранных составов	68

3.2	бетона.....	
	Исследование деформативности предлагаемых	72
3.3	трубобетонных образцов	
	.....	
	Оценка деформативности предлагаемых изгибаемых	89
	трубобетонных элементов с помощью программного	95
	комплекса SCAD.....	
	Выводы .....	
<b>РАЗДЕЛ 4 МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТРУБОФИБРОБЕТОННЫХ</b>		
<b>ЭЛЕМЕНТОВ И ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ</b>		97
<b>ИССЛЕДОВАНИЙ.....</b>		
.....		
4.1	Расчет несущей способности изгибаемых трубобетонных	
	элементов квадратного сечения.....	97
4.2	Расчет прогиба изгибаемых трубобетонных элементо	
	квадратного сечения. Сопоставление результатов расчетов	
	по разработанной методике с экспериментальными	105
4.3	данными...	
	Рациональное усиление трубобетонных изгибаемых	109
4.4	элементов .....	
	Сравнительный анализ целесообразности применения	120
4.5	предлагаемых трубобетонных элементов. ....	127
	Внедрение результатов настоящей работы.....	133
	Выводы.....	135
<b>ОБЩИЕ ВЫВОДЫ</b>		137
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</b>		

## ВВЕДЕНИЕ

Основной задачей строительства в настоящее время является снижение веса зданий, их материалоемкости, уменьшение объема несущих конструкций и трудозатрат по их возведению. Поставленные задачи традиционными методами и материалами не решить, ставятся вопросы создания эффективных материалов и конструкций высокой надежности и минимального веса. Для решения этих проблем необходимо внедрение новых технологий и высокопрочных материалов.

В настоящее время во многих развитых странах мира получил распространение такой вид монолитных железобетонных конструкций как трубобетон, его использование позволяет увеличить устойчивость зданий при одновременном снижении материалоемкости, трудоемкости и стоимости здания. Этому способствует ряд преимуществ трубобетонных конструкций: простота и технологичность изготовления, отсутствие опалубки, арматурных каркасов и закладных деталей; способность конструкции непосредственно после монтажа выдерживать монтажные нагрузки. Монтаж элементов осуществляется так же, как и металлических; стальная обойма выполняет роль продольной и поперечной арматуры. Бетон за счет объемного напряженного состояния внутри трубы воспринимает напряжения, значительно превышающие призматическую прочность, что приводит к экономии стали и бетона.

Особенно ярко преимущества трубобетона проявляются в сжатых элементах с малыми эксцентриситетами при больших нагрузках. Несмотря на то, что работа трубобетонных конструкций при сжатии изучена с достаточной полнотой, изгибаемые конструкции остаются неисследованными, особенно вопросы, связанные с улучшением свойств совместной работы бетонного сердечника и стальной трубы. Изучение трубобетонных конструкций квадратного сечения, работающих на изгиб, находится в процессе развития.

***Актуальность работы.*** Конструкции из бетона, заключенного в стальную обойму, по достоинству оценены и начинают все шире использоваться в мировой строительной практике. Изгибаемые трубобетонные конструкции обладают исключительно высокой несущей способностью при относительно малых поперечных сечениях, являясь примером удачного сочетания наиболее ценных свойств металла и бетона. При изгибе трубобетонного элемента реактивное боковое давление, действующее со стороны стальной оболочки на бетонное ядро, создает для бетона благоприятные условия работы – объемное напряжение. В результате прочность бетона при изгибе существенно возрастает. Стальная обойма, в свою очередь, благодаря благоприятному влиянию внутреннего давления твердой среды, предохраняется от потери местной устойчивости.

Изгибаемые трубобетонные элементы, даже имеющее ядро из высокопрочного бетона, отличаются пластичным характером работы в предельном состоянии, что исключает опасность внезапного разрушения как отдельной конструкции, так и всего здания в целом.

На протяжении последних лет в Украине проводятся активные научные исследования трубобетонных конструкций. На сегодня изучены особенности работы трубобетонных элементов цилиндрического сечения в зависимости от их геометрических характеристик, физико-механических свойств бетонного сердечника и материала оболочки, напряженно-деформационного состояния, способов приложения нагрузки и её продолжительности. Исследованы трубобетонные элементы квадратного сечения, которые работают на сжатие. Недостаточно исследованы трубобетонные элементы квадратного сечения, работающие на изгиб.

Таким образом, разработка трубофибробетонного элемента с повышенными физико-механическими свойствами, работающего на изгиб, представляется актуальной научной задачей, имеющей большое теоретическое и практическое значение.

***Связь работы с научными программами, планами, темами***

Работа выполнена в Харьковском национальном университете строительства и архитектуры в рамках госбюджетной темы №0112U000043 «Теоретичні основи створення високоміцного конструкційного мікрокомполімеру на основі цементної матриці».

**Цель и задачи исследования.** Основная цель работы - исследование несущей способности и деформативности трубобетонных конструкций квадратного сечения, заполненных фибробетоном специального состава.

Для решения поставленной цели необходимо решить следующие **основные задачи исследования:**

- проанализировать существующий опыт использования и проектирования трубобетонных элементов;
- подобрать оптимальный состав бетонного сердечника для трубобетонной балки с повышенными физико-механическими свойствами, используя различные модификаторы бетона и фибру;
- исследовать прочность сцепления фибробетонного сердечника с внутренней поверхностью металлической обоймы;
- экспериментально исследовать несущую способность и деформативность изгибаемых элементов стальной трубы квадратного сечения, заполненных фибробетоном;
- разработать методику расчета несущей способности и деформативности исследуемых изгибаемых элементов.

**Объект исследования** - трубофибробетонные элементы квадратного сечения, работающие на изгиб.

**Предмет исследования** - напряженно-деформированное состояние и несущая способность трубофибробетонных конструкций квадратного сечения при нагружении.

**Методы исследования:** деформативно-прочностные показатели бетонных и фибробетонных образцов, получены стандартными методами. Исследования сил сцепления трубобетонного сердечника с металлической трубой выполнены стандартными методами. Исследование деформативности

элементов проводилось экспериментально стандартными методами, а так же на компьютерной модели с помощью программного комплекса SCAD (лицензия №5135 UA). Для обработки и анализа результатов экспериментальных данных использованы методы математической статистики.

***Научная новизна полученных результатов:***

- предложены новые конструктивные формы трубобетонных элементов на основе труб квадратного сечения и фибробетона, в которых обеспечивается совместная работа сердечника и обоймы;

- исследованы свойства и подобран оптимальный состав фибробетонного сердечника для металлических труб на разработанном модификаторе из шлама мокрой газоочистки производства ферросилиция;

- впервые изучена роль адгезии и факторов, влияющих на нее в процессе структурообразования контактной зоны «вяжущее – заполнитель - фибра и внутренняя поверхность обоймы». Определены способы активного воздействия на этот процесс и управления им с целью получения бетонов с высокими адгезионными свойствами;

- впервые получены экспериментальные данные влияния фибробетона на прочность и деформативность трубобетонных изгибаемых элементов;

- впервые получены результаты экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния сталефибробетонных изгибаемых балок с внешним армированием квадратными трубчатými профилями.

***Практическое значение полученных результатов*** заключается в том, что результаты исследований диссертационной работы позволили установить эффективность и рациональность предложенной конструкции. Предложенные методы расчетов и конструирования трубофибробетонных балок квадратного сечения могут быть использованы при проектировании несущих конструкций. Новые конструкции изгибаемых балок с высокими физико-механическими свойствами могут быть предложены для внедрения в современное строительство, особенно при реконструкции. Результаты

работы были использованы при проектировании и строительстве двух зданий в г. Харькове по адресу: пр. Правды 7 и ул. Маломясницкая 2.

*Личный вклад соискателя.* Основные научные результаты диссертационной работы получены автором. Отдельные составляющие теоретических и экспериментальных исследований получены в соавторстве, которые указаны в списке научных публикаций.

*Апробация результатов диссертации.* Основные результаты и положения диссертационной работы докладывались на следующих научно-технических конференциях: **V Международная научно-техническая конференция «Ресурси і безпека експлуатації конструкцій, будівель та споруд»** (г. Харьков, ХГТУСА, 15-17 октября, 2011г.); **V Международная научно-техническая конференция «Методи підвищення ресурсу міських інженерних інфраструктур»** (г. Харьков, ХНУБА, 15-17 октября, 2012г.); **VI Международная научно-техническая «Ресурси і безпека експлуатації конструкцій, будівель та споруд»** (г. Харьков, 15-17 октября, 2013г.); **69 научно-техническая конференция Харьковского национального университета строительства и архитектуры** (г. Харьков, ХНУСА, 18-20 февраля, 2014г.).

*Публикации.* По результатам исследований опубликовано 12 научных трудов, 8 из которых в изданиях рекомендованных МОН Украины, 1 статья в сборнике научных трудов включенном в международную наукометрическую базу (Index Copernicus) и 3 тезиса докладов на международных научно-технических конференциях.

*Структура и объем работы.* Диссертация состоит из вступления, четырех разделов, основных выводов, списка литературы и приложений. Работа изложена на 151 страницах машинописного текста, из которых 118 страниц основного текста, 19 полных страниц с таблицами и рисунками, 14 страниц списка использованной литературы (137 наименования) и 2 страницы приложений.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алперина О.Н. Исследование сжатых железобетонных элементов с поперечным армированием / О.Н. Альперина // Исследование бетона и железобетонных конструкций транспортных сооружений. Труды ВНИИ транспортного строительства.- М.: Трансжезддориздат, 1960.- Вып.36.- С.118-150.
2. Аль-Калас Мохаммед Халед. Прочность и деформации конструктивных элементов из стальных труб, заполненных центрифугированным бетоном: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / Мохаммед Халед Аль-Калас.- Кривой Рог, 1985.- 118с.
3. Ахвердов И.Н. Основы физики бетона / И.Н. Ахвердов.- М.: Стройиздат, 1981г.- 461с.
4. Бабаев Ш.Т. Особенности технологии получения и исследования свойства высокопрочного бетона с добавками суперпластификатора : автореф. дис. канд. техн. наук: 05.23.05 / Ш.Т. Бабаев.- М., 1980.- 21с.
5. Баженов Ю.М. Модифицированные высококачественные бетоны / Ю.М. Баженов, В.С. Демьянова, В.И. Калашников.- М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006.- 368с.
6. Берг О.Я. Физические основы прочности бетона и железобетона / О.Я. Берг — М.: Госстройиздат, 1961.- 96 с
7. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування: ДСТУ Б В.2.6-156:2010.- К.: Мінрегіонбуд України, 2010.- 118с.
8. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проектування: ДБН В.2.6-98:2009.-К.: Мінрегіонбуд України, 2010.- 75с.
9. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками: ДСТУ Б В 2.7-214:2009.-К.: Мінрегіонбуд України, 2009.- 75с.

10. Васюта В.В. Прочность и деформативность внецентренно сжатых конструктивных элементов из стальных труб квадратного сечения, заполненных бетоном: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / В.В. Васюта.- Полтава, 1996.- 163 с.
11. Ватуля Г.Л. Несуча здатність сталобетонних балок прямокутного перерізу, зміцнених сталним шпренгелем: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.23.01 / Г.Л. Ватуля.- Харків, 1999.-15с.
12. Ватуля Г.Л. Определение частот и форм свободных колебаний пешеходного моста / Г.Л. Ватуля // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. академіка В.Лазаряна.- Днепропетровск,2010.-Вып.33.-С 60-63.
13. Вахитова Л.Н. Огнезащита стальных конструкций / Л.Н. Вахитова, К.В. Калафак.-К.: Украинский центр стального строительства, 2014.- 150с.
14. Волков И.В. Проблемы применения фибробетона в отечественном строительстве / И.В. Волков // Строит. материалы.- М., 2004.- №6.- С. 12-13.
15. Войлоков И.А. Дисперсно-армированные бетоны / И.А. Войлоков // Популяр. бетоноведение.- Спб., 2007.- №4.- С. 18-21.
16. Галагурия Є.І. Напружено-деформований стан сталобетонних колон при різних схемах навантаження: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / Є.І. Галагурия.- Харків, 2008.- 175 с.
17. Гвоздев А.А. Расчет несущей способности конструкции по методу предельного равновесия / А.А. Гвоздев. – М.: Стройиздат, 1949. – 132с.
18. Гиббс Д. Термодинамические работы / Д. Гиббс.- М.: Гостехиздат, 1950г.- 492с.
19. Гринев В.Б. Оптимизация элементов конструкций по механическим характеристикам / Гринев В.Б., Филлипов А.П.- К.: Наукова думка, 1975.-293 с.

20. Гринев В.Б. Подход к рациональному усилению трубобетонных конструкций / В.Б. Гринев, М.Ю Избаш, Ф.И Казимагомедов // Научный вестник строительства. - Харьков: ХДТУБА,ХОТВ АБУ,2012.- Вып. 69.-С.98-107.
21. Гринев В.Б. Некоторые особенности задач рационального усиления многопролетных трубофйбробетонных балок [Текст] / В.Б. Гринев, М.Ю Избаш, Ф.И Казимагомедов // Научный вестник строительства. - Харьков: ХДТУБА,ХОТВ АБУ,2012.- Вып. 71.-С.185-192.
22. Дворкин Л.И. Эффект активных наполнителей в пластифицированных цементных бетонах / Л.И. Дворкин // Изв. вузов. Стр-во и архитектура.- 1988г.-№9.- С. 53-57.
23. Демьянова В.С. Дисперсно-армированный сталефйбробетон / В.С. Демьянова и др // Строит. материалы.- М., 2006.- №9.- С. 54-55.
24. Долженко А.А. Исследование ползучести / А.А. Долженко // Стройиздат.- М., 1964.- С. 4-69.
25. Долженко А.А. Исследование сопротивления трубобетона внецентренному сжатию и поперечному изгибу / А.А. Долженко // УУ Известия вузов. Строительство и архитектура.- Воронеж, 1965.- №1.- с.34-36.
26. Долженко А.А. К теории расчета трубобетона / А.А. Долженко // УУ Сб. научных трудов ВИСИ.- Воронеж,1964. - №10.- с.24-35.
27. Долженко А.А. Трубобетонные конструкции на строительстве производственного здания / А.А. Долженко // УУ Промышленное строительство.- Воронеж, 1965.- с.23-26.
28. Долженко А.А. Трубчатая арматура в железобетоне : автореф. док. тех. наук: 05.23.01 / А.А. Долженко.- М, 1967. -46с.
29. Долженко А.А. Эффективность применения трубобетонных конструкций в зданиях многократного подъёма / А.А. Долженко, А.Н. Хартин // Шахтное строительство, 1973. - № 10. - с.14-16.
30. Долженко А.А. Усадка бетона в трубчатой обойме / А.А. Долженко //

Бетон и железобетон.-1960.- №8.- С. 353-358.

31. Ермоленко Д.А. Трубобетонные конструкции со стержневым армированием: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / Д.А. Ермоленко.- Полтава, 1989.-184с.
32. Ефименко В.И. Прочность и деформативность изгибаемых трубобетонных элементов: дис. ... канд. тех. наук: 05.23.01 / В.И. Ефименко.- Полтава, 1989.- 180с.
33. Избаш М.Ю. Аспекты применения базальтовой фибры для армирования изгибаемых конструкций / М.Ю. Избаш, Ф.И. Казимагомедов, В.В. Савйовский // Науковий вісник будівництва. - Харків: ХДТУБА,ХОТВ АБУ,2011.- Вип. 66.-С.282-285.
34. Избаш М.Ю. Прочность и деформативность фибробетона / М.Ю. Избаш, Ф.И. Казимагомедов // Науковий вісник будівництва. - Харків: ХДТУБА,ХОТВ АБУ,2012.- Вип. 68.-С.212-216.
35. Избаш М.Ю. Подбор рационального состава фибробетонной смеси / М.Ю Избаш, Ф.И Казимагомедов // Науковий вісник будівництва.- Харків: ХДТУБА,ХОТВ АБУ,2013.- Вип. 72.-С.220-224.
36. Избаш М.Ю. Прочность и деформативность трубобетонных элементов с фибробетонным сердечником / М.Ю Избаш, Ф.И Казимагомедов., И.А. Заливан // Прикладные и фундаментальные науки. Наука молодых – интеллектуальный потенциал XXI века: сб. докладов Междунар. науч.–практич. конф. 9-10 апреля 2013 г.- Пенза, 2013. – С. 378-382.
37. Избаш М.Ю. Пути обеспечения совместной работы металлической трубы квадратного сечения и бетонного сердечника с дисперсным армированием / М.Ю Избаш, Ф.И Казимагомедов // збірник наукових праць української державної академії залізничного транспорту.- Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 149. – С. 136-140.
38. Избаш М.Ю. Эффективный тип перекрытий для реконструкции зданий и сооружений / М.Ю. Избаш, В.В. Асанов // Коммунальное

- хозяйство городов.- Харьков: «Техніка» 2002.-Вып 45.-С. 212-216.
39. Избаш М.Ю. Локально попередньо напружені сталезалізобетонні конструкції для нового будівництва та реконструкції : автореф. дис. доктора. техн. наук: 05.23.01 / М.Ю. Избаш. - Х., 2009.- 20с.
40. Избаш М.Ю. Предварительно напряженные электроизоляционные бетонные элементы в стеклопластиковых оболочках [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.23.05 / М.Ю. Избаш.- Х.,1988.- 20с.
41. Избаш М.Ю. Принципы формирования локально предварительно напряженных сталежелезобетонных балок повышенной надежности / М.Ю. Избаш // Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті: Зб. наук. прац.- Харків: УкрДАЗТ, 2007.-Вип.87.-С.160-172.
42. Избаш М.Ю. Усиление эксплуатируемых сталежелезобетонных однопролетных изгибаемых элементов / М.Ю. Избаш // Науковий вісник будівництва.-Харків:ХДТУБА,ХОТВ АБУ,2008.-Вип.46.-С.61-66.
43. Изотов В.С. Коррозионная стойкость бетонов на смешанном вяжущем / В.С. Изотов, Н.Н.Морозова // Изв. вузов. Строительство.- М., 1997. -№ 12. - С.50–52.
44. Казимагомедов И.Э. Использование шлама от мокрых газоочисток в изготовлении строительных материалов / И.Э. Казимагомедов, М.Ю. Избаш, Ф.И. Казимагомедов, М.Е. Дытюк // Науковий вісник будівництва. - Харків: ХДТУБА,ХОТВ АБУ,2011.- Вип. 64.- С.124-127.
45. Казимагомедов И.Э. Использование шлама от мокрых газоочисток ферросплавного производства в мелкозернистых бетонах / И.Э. Казимагомедов, Ф.И. Казимагомедов, М.Е. Дытюк // Науковий вісник будівництва.- Харків: ХДТУБА,ХОТВ АБУ,2012.- Вип.67.-С.178-182.
46. Казимагомедов Ф.И. Экспериментальные исследования эффективных трубобетонных изгибаемых элементов квадратного сечения / Ф.И.

- Казимагомедов // Науковий вісник будівництва. - Харків: ХДТУБА,ХОТВ АБУ,2013.- Вип. 73.-С.450-455.
47. Кебенко В.Н. Визначення оптимальної надійності та довговічності трубо бетонних конструкцій / Сталезалізобетонні конструкції. Зб. наук. праць. - Кривий Ріг, 2000.- Вип. 4.- С. 29-34.
48. Кикин А.И. Конструкции из стальных труб, заполненных бетоном / А.И. Кикин, Р.С. Санжаровский, В.А. Труль.- М.: Стройиздат, 1974.- 144 с.
49. Кикин А.И. Современное состояние теории расчета трубобетонных конструкций / А.И. Кикин, Р.С. Санжаровский, В.А. Труль // Металлические конструкции и испытания сооружений: Тематический сборник.- Л., 1977.- С. 5-16.
50. Комохов П. Г. Механо-технологические основы торможения процесса разрушения бетонов ускоренного твердения: дисс. докт.техн. наук: 05.23.05 / П.Г. Комохов.- Л., 1979. -356 с.
51. Конструкції будинків і споруд. Вироби будівельні бетон ні та залізобетонні збірні. Методи випробувань навантажуванням. Правила оцінки міцності, жорсткості та тріщиностійкості: ДСТУ Б В.2.6-7-95.- К.: Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 2006.- 22с.
52. Конструкції будинків і споруд. Конструкції сталеві будівельні. Методи випробування навантажуванням: ДСТУ Б В.2.6-10-96.-К.: Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 1996.- 13с.
53. Курбатов Л.Г. Об эффективности бетон, армированных стальными фибрами / Л.Г. Курбатов, Ф.Н. Рабинович //Бетон и железобетон.- Л., 1980.- №3.- С.6-8.
54. Лапитов А.Ф. Исследование прочности трубобетонных элементов / А.Ф. Лапитов.- М.: Трансжелдориздат, 1956.- 125 с.
55. Лобанов И.А. Основы технологии дисперсно-армированных бетонов (фибробетонов): автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.05 / И.А.

- Лобанов.- Л., ЛИСИ.- 1982.- 34с.
56. Лопатто А.Э. О свойствах бетона, твердеющего в замкнутой обойме, и жесткости трубобетонных элементов / А.Э. Лопатто // Будівельник.- К.,1973.-Він 21.- С. 232-234.
57. Лукша Л.К. Основы нелинейной строительной механики / Л.К. Лукша.- М.: Стройиздат. 1978. - 208 с.
58. Лукша Л.К. Прочность труббетона / Л.К. Лукша.- Минск: Высшая школа, 1977. - 95 с.
59. Лукша Л.К. Расчет прочности железобетонных конструкций с учетом сложного напряженного состояния бетона: дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.01 / Л.К. Лукша.- Минск, 1978. – 363 с.
60. Лукша Л.К. Основы расчета прочности труббетона / Л.К. Лукша, В.И. Ефименко // Сталезалізобетонні конструкції. Зб. наук. праць. – Кривой рог, 2000. – Вып.4. - С. 60-69.
61. Любимова Т.Ю. Влияние кварцевого заполнителя на кинетику твердения минеральных вяжущих веществ / Т.Ю. Любимова, Н.В. Михайлова, П.А. Ребиндер // АН СССР.- Т.- 162.-№1.- 1968г.- С. 144-147.
62. Маренин А.Ф. Исследование прочности стальных труб, заполненных бетоном, при осевом сжатии: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / А.Ф. Миренин.- М., МИСИ, 1959.- 20с.
63. Митрофанов В.П. О критерии предельного состояния по прочности центрально сжатых трубобетонных элементов / В.П. Митрофанов, О.А. Довженко // Коммунальное хозяйство городов. Научно-технический сб. Техника.- К., 2005.- С. 73-86.
64. Мищенко А.И. Исследование экономической эффективности применения трубобетонных конструкций в инженерных сооружениях: дис. ...канд. техн. наук: 05.23.01 / А.И. Мищенко. – Л., 1974. – 156 с.
65. Морозов В.И. Фибробетонные конструкции с высокопрочной

- арматурой / В.И. Морозов, Ю.В. Пухаренко // Пром. и гражданское стр-во.- С.П., 2007.- №1.- С. 45-46.
66. Настанова з проектування та виготовлення сталевібробетонних конструкцій: ДСТУ-Н Б В.2.6-78:2009.-К.: Мінрегіонбуд України, 2009.- 55с.
67. Нестерович А.П. Прочность трубобетонных элементов диаметром 500мм и более при осевом сжатии: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / А.П. Нестерович.-М., 1988.- 22с.
68. Нурадинов Б.С. Огнестойкость сталетрубобетонных колонн: дис. ...канд. тех. наук: 05.23.01 / Б.С. Нурадинов. – М., 1994. – 202 с
69. Овчаренко Ф.Д. О механизме влияния тонкомолотых добавок на свойства цементного камня / Ф.Д. Овчаренко, В.И. Соломатов, В.М. Казанский // Докл. АН СССР.-Т.-284.-№2.- 1985г.- С. 318-403.
70. Передий Г.П. Трубчатая арматура / Г.П. Передий.- Л.: Трансжелдориздат, 1945.- 90 с.
71. Пинус Э.Р. Контактные слои цементного камня в бетоне и их значение / Э.Р. Пинус// Стройиздат.-М., 1966г.- С. 290-294.
72. **Пожежна безпека об'єктів будівництва** :ДБН В. 1.1-7-2002.-К.: Держбуд України, 2002.- 87с.
73. Понтрягин Л.С. Математическая теория оптимальных процессов / Понтрягин Л.С. [и др.]. - М.: Физматгиз, 1961.- 391с.
74. Прогибы и перемещения. Требования проектирования: ДСТУ Б В.1.2-3 2006.-К.: Мінрегіонбуд України, 2006.- 75с.
75. Рабинович Ф.Н. Дисперсноармированные бетоны / Ф.Н. Рабинович.- М.: Стройиздат, 1989.- 177с.
76. Ребиндер П.А. Физико-химическая механика дисперсных структур / Под ред. П.А. Ребиндер.- М.: Наука, 1966.- 400с.
77. Росновский В.А. Испытание труб, заполненных бетоном / В.А. Росновский, А.Ф. Липатов // Железнодорожное строительство, 1952.- №11.

78. Росновский В.А. Трубобетон в мостостроении / В.А. Росновский.- М.: Трансжелдориздат, 1963.-110с.
79. Санжаровский Р.С. Несущая способность сжатых трубобетонных стержней / Р.С. Санжаровский // Бетон и железобетон. 1971.-№11. – С. 27-29.
80. Санжаровский Р.С. Теория и расчет прочности и устойчивости элементов конструкции из стальных труб, заполненных бетоном: дис. ...д-ра техн. наук: 05.23.01 / Р.С. Санжаровский. – Л., 1977. – 453 с.
81. Санжаровский Р.С. Трубобетонные конструкции в строительстве / Р.С. Санжаровский // Промышленное строительство.– 1979.- №5. – С. 22-23.
82. Санжаровский Р.С. К вопросу прочности трубобетонных стержней / Р.С. Санжаровский, С.Г. Кусябгалиев // Инженерные конструкции.- Л., 1969.- С.18-32.
83. Семененко Я.П. Определение несущей способности бетонного ядра, заключенного в сплошную стальную обойму / Я.П. Семененко // Бетон и железобетон.- 1960.- №3.- С. 10-12.
84. Семко А.В. Строительство из трубобетонных конструкций / Семко А.В., Ермоленко Д.А., Кортушов П.Г. // Сборник трудов конференции "Сталезелезобетонные конструкции: исследование, проектирование и строительство". – Кривой рог, 1996. - С. 20.
85. Семко О.В. Імовірнісні аспекти розрахунку сталезалізобетонних конструкцій / О.В. Семко – К.: Вид-во «Сталь», 2004. – 316 с.
86. Семко О.В. Експериментальні дослідження сталезалізобетонних конструкцій / О.В. Семко // Зб.наук.праць «Будівельні конструкції».- К.: НДІБК, 2005.- Вип. 62.- С. 298-303.
87. Скворцов Н.Ф. Применение сталетрубобетона в мостостроении / Н.Ф. Скворцов.- М.: Автотрансиздат, 1955.- 87 с.
88. Скрамтаев Б.Т. Испытание прочности бетона. Изд.2, перераб. и доп. / Б.Т. Скрамтаев, Лещинский М.Ю.- М.: Стройиздат, 1973.- 272с.

89. Сталезалізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-160:2010.-К.: Мінрегіонбуд України, 2010.- 81с.
90. Сталеві конструкції норми проектування, виготовлення і монтажу: ДБН В.2.6-163:2010. -К.: Мінрегіонбуд України, 2010.- 132с.
91. Стовба Л.М. Міцність і деформативність згинальних елементів із тонкостінних труб квадратного перетину, заповнених бетоном : дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / Л.М. Стовба.- Полтава, 2010.- 185с.
92. Стороженко Л.И. Расчет трубобетонных конструкций / Л.И. Стороженко, П.И. Плахотный, А.Я. Черный. – К.: Будівельник, 1991.- 120 с.
93. Стороженко Л.И. Расчет трубобетонных конструкций при кратковременном и длительном действии нагружения / Л.И. Стороженко, В.М. Сурдин.- К.: Будівельник, 1972. – 132с.
94. Стороженко Л.И. Трубобетонные конструкции [Текст] / Л.И. Стороженко. - К.: Будівельник, 1978. – 82с.
95. Стороженко Л.И. Изгибаемые трубобетонные конструкции / Л.И. Стороженко, В.И. Ефименко, П.И. Плахотный. – К.: Будівельник, 1993. – 104с.
96. Стороженко Л.І. Експериментальне дослідження несучої здатності стиснутих трубобетонних елементів квадратного перерізу / Л.І. Стороженко [та інші] // Матеріали 11 міжнародного симпозіуму «Механіка і фізика руйнування будівельних матеріалів та конструкцій». Львів, 1996. – С. 269-271.
97. Стороженко Л.І. Сталезалізобетонні конструкції / Л.І. Стороженко, О.В. Семко, В.Ф. Пенц. – Полтава : ПНТУ,2005.- 181 с.
98. Стороженко Л.І. Сталезалізобетонні конструкції: дослідження, проектування,будівництво, експлуатація / Л.І. Стороженко [та інші]. – Кривий ріг: КТУ, 2007. – 446 с.
99. Стороженко Л.І. Експериментальні дослідження згинальних трубобетонних елементів квадратного перерізу / Л.І. Стороженко,

- В.Ф. Пенц, Л.М. Стовба // Зб. «Коммунальное хозяйство городов». – Х., 2009. С.12-19.
100. Стороженко Л.І. Експериментальні дослідження деформації згинальних трубо бетонних елементів по нормальним перерізам / Л.І. Стороженко, В.Ф. Пенц, Л.М. Стовба // Зб. «Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди». – Рівне: НУАГП, 2009.- Вип.18.- С. 340-347.
  101. Стороженко Л.І. Рекомендації щодо проектування згинальних елементів із тонкостінних труб квадратного перетину, заповнених бетоном / Л.І. Стороженко, В.Ф. Пенц, Л.М. Стовба // Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка». – Львів, 2010.- № 664: Теорія і практика будівництва.- С. 255-261.
  102. Сурдин В.М. Исследование напряженно-деформированного состояния трубобетонных элементов при осевом нагружении с учетом реологических процессов: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / В.М. Сурдин.- Кривой Рог, 1970.-280 с.
  103. Сычев М.М. Перспективы повышения прочности цементного камня / М.М. Сычев // Цемент.- Л.,1987.- №9.- С. 17-19.
  104. Тимашов В.В. К вопросу о армировании цементного камня / В.В. Тимашов, И.И. Сычева, Н.С. Никонова // Тр.МХТИ им.Д.И. Менделеева.- М., 1976.-Вып.№2 С. 155-156.
  105. Тимашов В.В. Свойства цементов с карбонатными добавками / В.В. Тимашов, В.В. Колбасов // Цемент.- М.,1981.- №10.- С. 10-12.
  106. Урьев Н.В. Коллоидно-цементные растворы / Н.В. Урьев, И.С. Дубинин.- Л.: Стройиздат, 1980.- 192с.
  107. Урьев Н.В. Высококонцентрированные дисперсные системы / Н.В. Урьев.- М.: Химия, 1980.- 320с.
  108. Чихладзе Э.Д. Испытание сталебетонных шпренгельных балок / Э.Д. Чихладзе, Г.Л. Ватуля // Науковий вісник будівництва. - Харків, ХДТУБА, ХОТВ АБУ - 1994. - Вип. 5. - С. 88-92.

109. Чихладзе Э.Д. Несущая способность сталебетонных конструкций в условиях статического и динамического нагружения : автореферат. дис. ... д-ра техн. наук:05.23.01 / Э.Д. Чихладзе. – М., 1989.- 34 с.
110. Чихладзе Э.Д. Расчет бетонных цилиндрических колон в стальной обойме на силовые и температурные воздействия / Э.Д. Чихладзе, М.А. Веревичева, И.А. Жакин // Будівельні конструкції: зб. наук. пр. – К.: НДІБК, 2003.- Вип. 59 – С. 318-325.
111. Чихладзе Э.Д. Расчет сталебетонных колонн прямоугольного сечения на прочность при продольном изгибе/ Э.Д. Чихладзе, Г.Л. Ватуля // Залізничний транспорт України - 1997. - № 2-3. - С. 51 - 53.
112. Чихладзе Э.Д. Расчет сталебетонных элементов прямоугольного сечения на прочность при осевом сжатии / Э.Д. Чихладзе, А.Д. Арсланханов // Бетон и железобетон.- 1993.- №1.- С. 13-15.
113. Чихладзе Э.Д. Исследование напряженно-деформированного состояния сталебетонных колонн с учетом пространственной работы бетонного ядра / Э.Д. Чихладзе, М.А. Веревичева // Зб. Будівельні конструкції. – К.: НДШБК, 2006.- Вип. 65.- С. 179-182.
114. Шагин А.Л. Особенности напряженно-деформированного состояния конструкций комплексного типа / А.Л. Шагин // В кн.: Исследование строительных конструкций и сооружений. М., МИСИ, БТИСМ.- 1980.- С. 65-75.
115. Шагин А.Л. **Реконструкция зданий и сооружений** / Под. ред. А. Л. Шагина: Учебное пособие для строительных специальностей вузов. – М.: Высш. шк., 1991. - 352с.
116. Шагин А.Л. Саморегулирующиеся предварительно напряженные конструкции со шпренгельным подкреплением / А.Л. Шагин, К.В. Спинде, В.В. Виноградов // Збірник наукових праць.- Полтава, ПолтНТУ.- 2012.-Вип.№5.- С. – 134-139.
117. Шагин А.Л. Повышение несущей способности сталежелезобетонных балочных конструкций / Шагин А.Л., Избаш М.Ю., Шемет Р.Н. //

Науковий вісник будівництва.- Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2005.-  
Вип. 33.-С.85-90.

118. Шейкин А.Е. Структура и свойства цементных бетонов / А.Е. Шейкин, Ю.В. Чеховский, М.И. Бруссер.- М.: Стройиздат, 1979. -344 с.
119. Ansari F. “High-Strength Concrete Subjected to Triaxial Compression.” / Ansari, F. & Li, Q.// ACI Materials Journal, Nov.-Dec., Title no. 95-M75, pp. 747-755.
120. Bentz D.P. Simulation studies of the effects of mineral admixtures on the cement paste — aggregate interfacial zone. Моделирование влияния минеральных добавок на контактную зону между цементным камнем и заполнителем / Bentz D.P., Garboczi E. J. //ACI Mater. J., -1991. -№ 8. -pp.518–529.
121. Brameshuber W. Sedimentationsstabilitat von selbst-verdichtenden Betonen / Brameshuber, W., Uebachs S. // Немецкий журнал: Beton. 1/2003. pp. 10-15.
122. Cederwall K. Some Ideas and Studies Concerning the Ultimate Capacity of Composite Steel and Concrete Elements / Nordic Concrete Journal, 1988:5, Stockholm, 7 pp.
123. Chen Zhi Yuan, Effect of Bond Strength between Aggregate and Cement Paste on the Mechanical Behaviour of Concrete. Влияние прочности сцепления между заполнителем и цементным камнем на механические характеристики бетона / Chen Zhi Yuan, Wang Jian Guo //Bond. Cementitious Compos.: Symp., Boston, Mass., Dec.2-4, 1987. - Pittsburgh (Pa), -1988. -pp.41-46.
124. Dehn F. Verstarkung von Stahlstutzen mit SCC / Dehn, F., Schubert, L., Hertel, C., Lietzmann, M.// Beton. 4/2002. - pp.182-187.
125. EN 1992-1:2001 (Final draft, April, 2002) Eurocode 2: Design of concrete structures. Part 1: General rules and rules for buildings.– Final draft.

December, 2004. – 230 p.

126. EN 1994-1-1:2004. Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures. Part 1-1: General rules and rules for buildings. CEN, European Committee for Standardisation, Brussels, 2004. – 118 p.
127. Fohr A. Prüfverfahren zur Bestimmung der Verarbeitbarkeit von selbstverdichtendem / Beton. 2001. Course Summary Ibu.-8 p.
128. Johansson M. “Structural Behaviour of Circular Steel-Concrete Composite Columns.” / Licentiate thesis, Chalmers University of Technology, Div. of Concrete Struct., Göteborg, Sweden.-2000.- 20 p.
129. Han L.-H. Behaviour and calculation on concrete-filled steel CHS (Circular Hollow Section) beam-columns / Han, L.-H.; Yao, G.-H. and Zhao, X.-L. // *Steel and Composite Structures* 4(3): 2004.- 169-188.
130. Hillemeier B. Spezialbetone / Hillemeier, B.; Buchenau, G.; Herr, R.; Huttel, R.; Kluendorf, St.; Schubert, K.// *Betonkalender* 2006/1, Ernst & Sohn.- pp. 534-549.
131. Hou C. Concrete-filled circular steel tubes subjected to local bearing force: experiments / Hou, C., Han, L.H. and Zhao, X.L. // *Journal of Constructional Steel Research*, 83(2013).- pp. 90-104.
132. Hunaiti Y. M. Strength of composite actions with foamed and lightweight aggregate concrete / *Journal of Materials in Civil Engineering, ASCE* 9(2)1997.- pp. 58-61.
133. Hunaiti Y. M. Aging effect on bond strength in composite sections / *Journal of Materials in Civil Engineering, ASCE* 6(4) 2003.- pp. 469-473.
134. Ramana Gopal S. and Devadas Manoharan P. Tests on fiber reinforced concrete filled steel tubular columns / Ramana Gopal S., Devadas Manoharan, P. // *Steel and Composite Structures* 4(1) 2004.- pp. 37-48.
135. Yang Y.F. and Han L.H. Experimental behavior of recycled aggregate concrete filled steel tubular columns / Yang, Y.F. and Han, L.H.// *Journal of Constructional Steel Research*, 62, 2006.- pp. 1310-1324.
136. Yousuf M. Behaviour and resistance of hollow and concrete-filled mild

steel columns due to tranverse impact loading / Yousuf, M., Uy, B., Tao, Z., Remennikov, A. and Liew, R // *Australian Journal of Structural Engineering*, 2012.-vol 13, no 1 /- pp. 65 – 80

137. Zhao X.L. Concrete Filled Tubular Members and Connections / Zhao, X.L., Han, L.H. and Lu, H. // Taylor & Francis, UK 2010.-286 p.



