

УКРАИНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

На правах рукописи

КРАВЦИВ ЛАРИСА БОГДАНОВНА

УДК 624.014:536.4:614.841.33

**НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ
СТАЛЕБЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ СИЛОВЫХ И ТЕМПЕРАТУРНЫХ
ВОЗДЕЙСТВИЯХ**

Специальность 05.23.01 – строительные конструкции,
здания и сооружения

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель
Чихладзе Элгуджа Давидович
доктор техн. наук, профессор

Харьков – 2008

Содержание

	Стр.
Введение.....	5
Раздел 1 Обзор исследований НДС железобетонных и сталебетонных элементов при силовых и температурных воздействиях.....	10
1.1. Общие сведения по огнестойкости строительных конструкций.....	10
1.2. Механические характеристики материалов при действии высоких температур.....	11
1.2.1. Прочность бетона.....	13
1.2.2. Модуль упругости бетона.....	15
1.2.3. Модуль упругости стали.....	17
1.2.4. Предел текучести стали.....	18
1.3. Теплофизические характеристики материалов.....	19
1.3.1. Теплопроводность.....	19
1.3.2. Удельная теплоемкость.....	20
1.3.3. Коэффициент теплообмена.....	21
1.4. Особенности работы железобетонных конструкций при пожаре.....	22
1.5. Особенности работы металлических конструкций при пожаре.....	25
1.6. Методы расчета железобетонных и сталебетонных элементов на силовые и температурные воздействия.....	27
1.7. Краткие выводы и задачи настоящих исследований.....	32

Раздел 2 Основы решения термоупругой и теплофизической задач для сталебетонных и железобетонных конструкций.....	35
2.1. Основные теоретические предпосылки.....	35
2.2. Описание процесса деформирования балок при кратковременном нагружении.....	37
2.3. Тепломассообмен с подвижной границей парообразования.....	43
2.4. Численная реализация задачи тепломассообмена.....	46
2.5. Выводы по разделу	51
Раздел 3 Напряженно - деформированное состояние однопролетных и многопролетных балок при силовых и температурных воздействиях.....	53
3.1. Шарнирно-опертая балка	53
3.2. Защемленная с двух сторон балка	58
3.3. Балка с левой шарнирно-подвижной опорой, правой - защемленной	60
3.4. Шарнирно-опертая балка под действием температуры, равномерно распределенной нагрузки и опорного момента.....	62
3.5. Шарнирно-опертая балка под действием температуры, равномерно распределенной нагрузки и двух опорных моментов.....	63
3.6. Неразрезные балки.....	64
3.7. Выводы по разделу.....	70
Раздел 4 Численные исследования НДС сталебетонных и железобетонных балок при силовых и температурных воздействиях.....	72
4.1. Влияние прочности бетона	72
4.2. Влияние марки стали.....	75

4.3. Влияние толщины стального листа.....	77
4.4. Влияние защитного слоя.....	78
4.5. Влияние граничных закреплений.....	79
4.6. Влияние условий пожара.....	80
4.7. Влияние теплового воздействия по всей длине неразрезной балки на ее НДС	83
4.8. Влияние расположения теплового воздействия и нагруженности на НДС неразрезных балок.....	86
4.9. Сопоставление теоретических и экспериментальных данных.....	89
4.10. Выводы по разделу.....	94
 ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	 96
 СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	 98
 Приложения.....	 109
A.1. Описание работы программы температурно-влажностных полей в сталебетонных и железобетонных балках ..	110
A.2. Описание программы pole_1-2.....	111
A.3. Блок - схема работы пакета программ.....	112
A.4. Пример расчета.....	113
A.5. Описание работы программы проверки прочности балки	115
A.6. Текст программы.....	117
A.7. Акты внедрений.....	135

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. В современных условиях важнейшей задачей строительной науки и практики является обеспечение конструктивной безопасности зданий и сооружений. В связи с этим разработана методика прогноза поведения конструкций, учитывающей: экстремальные условия пожара, во время которого (2-3 ч) нагруженная конструкция подвергается интенсивному температурному воздействию (1000-1500°C); изменение физико-механических свойств материалов (бетон, сталь); нелинейную зависимость между напряжениями и деформациями в бетоне во всем интервале температур; нестационарное (изменяющееся во времени) и неоднородное (зависящее от координат) температурное поле по сечению элемента; совместность деформирования компонентов сечения; перераспределение напряжений по сечению и перераспределение усилий между различными сечениями обуславливает ее актуальность при проектировании сооружений и создает преимущества перед огневыми испытаниями, характеризующимися длительностью и дороговизной.

Связь работы с научными программами, планами, темами.

Работа выполнена соискателем в рамках научных тем: “Розробка способів посилення аварійних та перед аварійних споруд та методів оцінки їх несучої здатності після посилення з урахуванням реальних властивостей матеріалів”, регистрационный номер 0102U002542 (личный вклад - численные исследования); “Розробка теорії та методів розрахунку комбінованих конструкцій транспортних споруд”, регистрационный номер 0106U004122 (личный вклад - получение решений НДС и численные исследования однопролетных и неразрезных балок при силовых и температурных воздействиях).

Цель исследований заключается в разработке методики расчета однопролетных и многопролетных (неразрезных) сталебетонных и

железобетонных балок на силовые и интенсивные (условия пожара) температурные воздействия.

Задачи исследований:

1. Разработать методику расчета сталебетонных и железобетонных балок на температурные (включающие и пожар) и силовые воздействия, учитывающую:

- нелинейную зависимость между напряжениями и деформациями в бетоне, в том числе и при двухосном напряженном состоянии;

- переменность параметров деформирования E и ν в зависимости от уровня силовых и температурных воздействий;

- модель бетона как трехфазной среды, описывающую неоднородное и нестационарное температурно - влажностное поле с подвижной границей парообразования;

- изменение физико - механических характеристик материалов при нагреве;

- различные условия опирания однопролетных балок;

- одновременно трехсторонний и четырехсторонний нагрев балок;

- изменение расчетной схемы неразрезной балки, когда один (или несколько) пролетов достигли предела огнестойкости.

2. Разработать алгоритм и программу расчета сталебетонных и железобетонных балок на ЭВМ.

3. Провести численные исследования. Сопоставить полученные в работе теоретические данные с экспериментальными результатами других авторов. Показать влияние различных защитных материалов на огнестойкость однопролетных и неразрезных сталебетонных балок.

4. Внедрить результаты исследований в практику проектирования и в учебный процесс при дипломном проектировании.

Объект исследований – сталебетонные и железобетонные однопролетные и многопролетные (неразрезные) балки.

Предмет исследований – напряженно - деформированное состояние (НДС) сталебетонных и железобетонных балок при действии силовых и температурных воздействий, в том числе и соответствующих условиям пожара.

Методы исследований – аналитическим методом получены уравнения, связывающие НДС при силовых и температурных воздействиях. Решение уравнений осуществлено шагово - итерационными методами, в основе которых лежат различные модификации метода упругих решений применительно к железобетону и сталебетону. Для численного решения нелинейной задачи тепломассообмена применен метод прогонки.

Научная новизна полученных результатов:

1. Разработана методика расчета сталебетонных и железобетонных балок на термосиловые (включающие и пожар) воздействия, учитывающая:

- переменность параметров деформирования E , ν в зависимости от уровня силовых и температурных воздействий;

- нелинейную зависимость между напряжениями и деформациями в бетоне, в том числе и при двухосном напряженном состоянии;

- модель бетона как трехфазной среды, описывающая неоднородное и нестационарное температурно - влажностное поле с подвижной границей парообразования;

- изменение физико - механических характеристик материалов при нагреве;

- различные условия опирания однопролетных балок;

- одновременно трехсторонний и четырехсторонний нагрев балок;

- изменение расчетной схемы неразрезных балок, когда один из пролетов достигает предела огнестойкости.

2. Разработан алгоритм и составлена программа расчета сталебетонных и железобетонных балок на ЭВМ.

3. Показано влияние различных защитных материалов на огнестойкость однопролетных и неразрезных балок.

Практическое значение полученных результатов.

Представленные решения прошли проверку и доведены до логического завершения. Их использование в программах расчета конструкций на ЭВМ позволит с большой точностью подойти к расчету и конструированию несущих конструкций зданий и сооружений.

Внедрение. Результаты диссертационной работы в виде методики и программы расчета огнестойкости сталежелезобетонных балок внедрены в практику проектирования ОАО «Харьковметропроект» и в учебный процесс.

Личный вклад соискателя: проведен анализ литературных источников, посвященных задачам оценки несущей способности сталебетонных и железобетонных балочных элементов при термосиловых воздействиях; разработана методика расчета сталебетонных и железобетонных балок на температурные (включающие и пожар) и силовые воздействия; разработан алгоритм и программа расчета балочных элементов на ЭВМ; проведены численные исследования работы сталебетонных и железобетонных балок; осуществлено внедрение результатов исследований в практику проектирования.

Апробация результатов диссертации. Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на:

1. Научно-технической конференции «Математические модели процессов в строительстве» (г. Луганск, 2004г., 2007г.).
2. Третій науковій конференції молодих вчених «Архітектура та будівництво України в нових соціально-економічних умовах» (м. Київ, 2004р.).
3. Международной научно-технической конференции кафедр академии и специалистов железнодорожного транспорта и предприятий (г. Харьков, 2004г., 2005г., 2006г., 2007г.).
4. Четвертой всеукраинской научно-технической конференции «Науково - технічні проблеми сучасного залізобетону» (м. Суми, 2005р.).
5. LXVI Международной научно-технической конференции «Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта» (г. Днепропетровск, 2006г.).

6. П'ятою науково-технічною конференцією «Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі і споруди» (м. Рівне, 2006р.).

7. Міжнародною науково-практичною конференцією «Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в стройиндустрии» (г. Белгород, Россия, 2007г.).

8. П'ятію всеукраїнською науково - технічною конференцією «Науково - технічні проблеми сучасного залізобетону» (м. Полтава, 2007р.).

Публикации. Основное содержание диссертации опубликовано в 9 научных работах. Из них 8 – в изданиях, рекомендованных ВАК Украины для публикации результатов диссертационных работ, 1 статья – в России.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бондаренко В.М., Боровских А.В. Износ, повреждения и безопасность железобетонных сооружений. – М.: ИД Русанова, 2000.
2. Ройтман В.М. Инженерные решения по оценке огнестойкости проектируемых и реконструируемых зданий. – М.: Ассоциация “Пожнаука”, 2001. – 382 с.
3. Элементы теории реконструкции железобетона / В.М. Бондаренко, А.В. Боровских, С.В. Марков, В.И. Римшин; под общ.ред.В.М. Бондаренко. – Н. Новгород: Нижегород.гос.архит.-строит. ун-т, 2002. – 190 с.
4. МДС 21-2.2000. Методические рекомендации по расчету огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций. Второе издание. – М.: ГУП «НИИЖБ», 2000.
5. ГОСТ 30247.0-94. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования.
6. ГОСТ 30247.1-94. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции.
7. Пособие по определению пределов огнестойкости конструкций, пределов распространения огня по конструкциям и групп возгораемости материалов / ЦНИИСК им. Кучеренко. – М.: Стройиздат, 1985. – 56 с.
8. Eurocode 2: Design of concrete structures. – Part 10: Structural fire design. – Draft April. 1990.
9. Державний стандарт України. Система стандартів безпеки праці. Пожежна безпека. Терміни та визначення. ДСТУ 2272-93. - Київ: Держстандарт України.
10. Бушуев Н.С. Прочность и деформативность бетона на гранитном щебне при высоких температурах //Сб. тр. ВНИИПО – М., 1981. – С. 127-132.
11. Кричевский А.П. Расчет железобетонных инженерных сооружений на температурные воздействия. - М.: Стройиздат, 1984. – 248с.

12. Милованов А.Ф. Огнестойкость железобетонных конструкций. – М.: Стройиздат, 1986. – 225с.
13. Жаростойкие бетоны / Под ред. К.Д. Некрасова. – М.: Изд-во л-ры по строительству, 1964. – 292с.
14. Некрасов К.Д., Жуков В.З., Гуляева В.Ф. Тяжелый бетон в условиях повышенных температур. – М.: Стройиздат, 1972. – 128с.
15. Некрасов К.Д., Жуков В.З., Коростышевский Я.Д. Влияние нагрева на физико-механические свойства тяжелого бетона // Тепломонтажные и изоляционные работы. – 1967. – В. 1 / ЦБТИ. – С. 12 – 16.
16. Карпенко Н.И. Общие модели механики железобетона. – М.: Стройиздат, 1996. – 416с.
17. Бартелеми Б., Крюппа Ж. Огнестойкость строительных конструкций: Пер. с франц. – М.: Стройиздат, 1985. – 216с.
18. Рекомендации по расчету пределов огнестойкости бетонных и железобетонных конструкций / НИИЖБ. - М.: Стройиздат, 1986. – 40с.
19. СНиП 2.03.04-84*. Бетонные и железобетонные конструкции, предназначенные для работы в условиях воздействия повышенных и высоких температур. Нормы проектирования / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2001.
20. Фомин С.Л. Работа железобетонных конструкций при воздействии климатической, технологической и пожарной среды. Дис...доктора техн. наук: Защищ. 26.12.97, утв.25.12.98, ДД № 000309. – Харьков, 1997. – 515 с.
21. Франчук А.У. Таблицы теплофизических показателей строительных материалов. – М.: Отд. информ.-изд. и патентно-лиценз. работы, 1969. – 142с.
22. Кауфман Б.Н. Теплопроводность строительных материалов. – М.: Гос. изд. лит. по строительству и архитектуре, 1955. – 159с.
23. Методы определения теплопроводности и температуропроводности. Под ред. А.В. Лыкова. – М.: Энергия, 1973. – 336с.

24. Яковлев А.И. Основные принципы расчета пределов огнестойкости строительных конструкций: В кн. Огнестойкость строительных конструкций: Сб. тр. Вып. 8. – М.:ВНИИПО, 1980. – С. 3 – 14.
25. Шейкин А.Е., Чеховский Ю.В., Бруссер М.И. Структура и свойства цементных бетонов. – М.: Стройиздат, 1979. – 344с.
26. Proceedings of the Fifth Internat. Symposium on the Chemistry of Cement (Tokyo, 1965). Tokyo, 1970.
27. Цилосани З.Н., Чиковани Х.С. К исследованию дисперсной структуры цементного камня // Коллоидный журнал. – 1963. – Т. 25, № 1. – С. 97 – 104.
28. Чиркин В.С. Теплофизические свойства веществ. – М.: Физматгиз, 1959. – 359с.
29. Огнестойкость зданий / Бушев В.П., Пчелинцев В.А., Федоренко В.С., Яковлев А.И. / Под ред. Пчелинцева В.А. – М.: Изд-во л-ры по строительству, 1970. – 261с.
30. Яковлев А. И. Расчет огнестойкости строительных конструкций. – М.: Стройиздат, 1988. – 143с.
31. Яковлев А. И. Основы расчета огнестойкости железобетонных конструкций: Дис. ... докт. техн. наук / МИСИ. – М., 1967. – 168 с.
32. Огнестойкость строительных конструкций / И.Л. Мосалков, Г.Ф. Плюснина, А.Ю. Фролов – М.: ЗАО “Спецтехника”, 2001. – 496 с.
33. Милованов А.Ф. Стойкость железобетонных конструкций при пожаре. – М.: Стройиздат, 1998. – 304с.
34. Милованов А.Ф. Жаростойкий бетон. – М.: Госстройиздат, 1963. – 235с.
35. Берг О.Я. Некоторые вопросы теории деформаций и прочности бетона // Изв. ВУЗов. Строительство. – 1967. – № 10. – С.41 – 55.
36. Александровский С.В. Расчет бетонных и железобетонных конструкций на изменения температуры и влажности с учетом ползучести. – М.: Стройиздат, 1975. – 432с.

37. Гвоздев А.А. Некоторые механические свойства бетона, существенно важные для строительной механики железобетонных конструкций // Исследования свойств бетонных и железобетонных конструкций. – М.: Госстройиздат, 1959. – Вып. 4. – С. 3 – 10.
38. Бутенко С.В. Усиление фундаментов тепловых агрегатов предварительным напряжением по контуру Дис... канд. техн. наук: 05.23.01. – Харьков, 2000 – 237 с.
39. Бутенко С.В. Экспериментальные исследования железобетонных плит, усиленных предварительным напряжением контура // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 1998. - №4. – С. 32-35.
40. Огнестойкость бетонных и сталебетонных конструкций / Чихладзе Э.Д., Жакин А.И., Веревичева М.А., Берестянская С.Ю. – Харків: ХарДАЗТ, 2000. – Вип. 40. – 97с.
41. Чихладзе Э.Д., Жакин А.И., Веревичева М.А. Бетон в условиях высокотемпературного нагрева//Ресурсосберегающие конструктивно - технологические решения зданий и сооружений: Сб. докл. Междунар. конф. “Промышленность стройматериалов и стройиндустрия, энерго- и ресурсосбережение в условиях рыночных отношений”. – Ч. 6-7. – Белгород: Изд. БелГТАСМ. – 1997. – С. 91 – 95.
42. Чихладзе Э. Д. Несущая способность сталебетонных конструкций в условиях статического и динамического нагружения: Дис. ... д -ра техн. наук. – Харьков, 1985.- 481 с.
43. Чихладзе Э.Д., Берестянская С.Ю, Веревичева М.А. Напряженно-деформированное состояние сталебетонных плит при силовых и температурных воздействиях // Изв. ВУЗов. Строительство. – 2003. – № 11. – С. 119 – 123.
44. Берестянская С.Ю. Влияние повышенных и высоких температур на деформирование бетона при плоском напряженном состоянии // Зб. наук. праць “Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди”– Рівне: РДТУ, 1999. – Вип.3. – С. 93 – 97.

45. Чихладзе Э.Д., Веревичева М.А. Математическая модель тепломассообмена в бетоне, подверженном высокотемпературному воздействию // Зб. наук. праць Луганського державного аграрного університету. Серія: Технічні науки. – Луганськ: Видавництво ЛНАУ, 2004. - № 40(52). – С. 182 – 190.
46. Чихладзе Э.Д., Веревичева М.А., Жакин И.А. Расчет бетонных цилиндрических колонн в стальной обойме на силовые и температурные воздействия // Збірник наукових праць. – Київ, НДІБК, 2003. – Вип.59. – С. 318 – 326.
47. Веревичева М.А. Исследование процесса разрушения сталебетонных конструкций при интенсивных температурных воздействиях: Дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01. – Харьков, 1998. – 144 с.
48. Фомін С.Л., Григор'ян Б.Б. Вогнестійкість залізобетонних конструкцій при реальному режимі пожежі // Будівництво України. – 2002. – № 3. – С. 33 – 36.
49. Григорьян Б.Б. Нормирование требуемых пределов огнестойкости сжатых железобетонных колонн при реальном режиме пожара на экспериментальной основе // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, 2000. – №10 – С. 211 – 217.
50. Григорьян Б.Б. Огнестойкость сжатых железобетонных элементов при температурных режимах пожара, близких к реальным. Дис... канд. техн. наук: 05.23.01. – Харьков, 2001. – 165с.
51. Фомин С.Л., Стельмах О.А. Джафар Шакер Шахин. Огнестойкость центрально-сжатых железобетонных элементов / Сб. «Пожарная безопасность. Организационно-техническое обеспечение» ХИПБ МВД Украины. Харьков, 1996. – С. 78 – 81.
52. Фомін С.Л., Григор'ян Б.Б. Вогнестійкість залізобетонних конструкцій при реальному режимі пожежі // Будівництво України. – 2002. – № 3. – С. 33 – 36.

53. Молодченко Г.А., Фомин С.Л. Огнестойкость силосов и силосных корпусов для хранения сыпучих материалов. Коммунальное хозяйство городов. Научно-технический сборник. Вып. 47. К.: Техника, 2003. – С. 72 – 76.
54. Карпенко Н.И. Теория деформирования железобетона с трещинами. – М.: Стройиздат, 1976. – 218с.
55. Карпенко Н.И., Клованич С.Ф. К учету температурных воздействий при расчете массивных железобетонных конструкций с трещинами // Строительная механика и расчет сооружений. – 1998. - № 2. – С. 6 – 11.
56. Карпенко Н.И., Клованич С.Ф. Термоползучесть бетона при некоторых режимах нагружения и нагрева // Строительная механика и расчет сооружений. – 1991. - № 5. – С. 58 – 66.
57. Kupfer H., Hilsdorf H., Rush H. Behavior of Concrete under biaxial Stresses // JACI. – 1969. – vol. 66. - №8. – p.p. 656-666.
58. Kupfer H., Gerstle K. Behavior of Concrete Under Biaxial Stresses. Proceedings of the American Society of Civil Engineers // Journal of the Engineering Mechanics Division. – 1973. – Vol. 99. – № EM4. – P.P. 853 – 866.
59. Берестянская С.Ю. Напряженно – деформированное состояние сталебетонных плит при силовых и температурных воздействиях: Дис. ...канд. техн. наук: 05.23.01 – Харьков, 2002. – 214 с.
60. Шмуклер В.С. Об одной возможности определения несущей способности изгибаемых железобетонных элементов // Науковий вісник будівництва. – Х., 2000. – Вип. 9. – С. 63 – 69.
61. Шмуклер В.С., Седышев Е.С., Бондарев А.В. Огневые испытания фрагмента составного железобетонного каркаса // Науковий вісник будівництва. – Х., 2000. – Вип. 11. – С. 45 – 68.
62. Шмуклер В.С., Гуровая Л.А., Кошмай Н.Д. Экспериментальное исследование деформирования бетона в условиях двухосного сжатия //

- Реферат, информ. о законченных НИР в ВУЗах УССР. – К., 1976. – Вып. 10. – С. 26 – 29.
63. Демчина Б.Г. Вогнестійкість одно- і багат шарових просторових конструкцій житлових та громадських будівель. Дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01. – Харьков, 2001.
64. Демчина Б.Г. Нові підходи до розрахунку границь вогнетривкості будівельних конструкцій // Вісник КиївЗНДІСП. Конструкции гражданских зданий. – Київ: Вид. КиївЗНДІСП, 1999. – С. 59 – 64.
65. Демчина Б.Г. та ін. Розрахункова модель для визначення границі вогнетривкості плоских конструкцій // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Збірка праць. Вип. 5. – Рівне: Вид. РДТУ, 2000. – С. 164 – 170.
66. Исследование на огнестойкость изгибаемых конструкций из армополимербетона / С.С. Давыдов, А.М. Фанталов, В.С. Федоров и др. // Промышленное строительство. – 1983. - №2. – С. 20-21.
67. Демчина Б.Г., Кліменко Ф.Є., Фіцик В.С. Результати розв'язку температурної задачі вогнетривкості з використанням ПК КОЛДЕМ // Будівельні конструкції. – Київ, НДІБК. – Вип. 59, кн. 2. – 2003. – С. 118 – 123.
68. Демчина Б.Г., Кліменко Ф.Є., Фіцик В.С. Результати розв'язку температурної задачі вогнетривкості з використанням ПК КОЛДЕМ // Будівельні конструкції. – Київ, НДІБК. – Вип. 59, кн. 2. – 2003. – С. 118 – 123.
69. Карпенко Н.И., Клованич С.Ф. К учету температурных воздействий при расчете массивных железобетонных конструкций с трещинами // Строительная механика и расчет сооружений. – 1998. - № 2. – С. 6 – 11.
70. Карпенко Н.И., Клованич С.Ф. Термоползучесть бетона при некоторых режимах нагружения и нагрева // Строительная механика и расчет сооружений. – 1991. - № 5. – С. 58 – 66.

71. Корсун В.И. Расчет конструкций на температурные и силовые воздействия с учетом неоднородности свойств материалов: Дис. ... докт. техн. наук: 05.23.01. – Макеевка, 2004.
72. Левин В.М. Железобетонные башенные сооружения. – Макеевка: ДонГАСА, 1999, 29с.
73. Молодченко Г.А., Фомин С.Л. Огнестойкость силосов и силосных корпусов для хранения сыпучих материалов. Коммунальное хозяйство городов. Научно-технический сборник. Вып. 47. К.: Техника, 2003. – С. 72 – 76.
74. Молодченко Г.А. Учет нелинейного перепада температуры по толщине стен железобетонных силосов. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди / Збірник наукових праць. Вісник Рівенського держ. університету : Рівне, 1999. – Вип. 3. – С. 221 – 226.
75. Стороженко Л.И., Плахотный П.И. Облегченные элементы из трубобетона. – Строительная механика и расчет сооружений. – 1986. - № 6. – С. 45 – 48.
76. Стороженко Л.И. Объемное напряженно-деформированное состояние железобетона с косвенным армированием. Автореферат дис. ... докт. техн. наук. – М., 1985. – 46с.
77. Яременко А.Ф., Балдук П.Г. Механика материалов и конструкций. – Одесса: Внешрекламсервис, 2001. – 251с.
78. Яременко А.Ф., Ганшенко В.С. Кратковременная и длительная прочность растянуто-сжатых дисков с трещинами // Бетон и железобетон. – 1986. - №12. – С. 23. – 24.
79. Яременко А.Ф. Построение диаграмм-изохрон, учитывающих ползучесть бетона при постоянных и линейно возрастающих во времени напряжениях // Строительные конструкции. – Киев: Будівельник. – 1990. – С. 77 – 82.

80. Гайдук Е.Н. Несущая способность сталебетонных колонн загруженных с эксцентриситетом: Дис. ...канд. техн. наук: 05.23.01. – Полтава, 1995. – 153 с.
81. Глазунов Ю.В. Влияние способа приложения внешней продольной нагрузки на несущую способность сталебетонных коротких колонн прямоугольного сечения. Дис. ...канд. техн. наук: 05.23.01. –Харьков, 1997. – 153 с.
82. Жакин И.А. Несущая способность сталебетонных колонн при силовых и интенсивных температурных воздействиях: Дис. ...канд. техн. наук: 05.23.01 – Харьков, 2004. – 145 с.
83. Коровниченко Н. В. Напряженно – деформированное и предельное состояние сталебетонных плит перекрытий: Дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01. – Харьков, 2003. – 194 с.
84. Мотовилов А.В. Прочность сталебетонных элементов прямоугольного сечения при кручении: Дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 – Харьков, 1999. – 141 с.
85. Адамян И.Р. Напряженно – деформированное состояние сталебетонных брусьев прямоугольного поперечного сечения с составной обоймой при сжатии и изгибе // Дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01. – Белгород, 2000. – 152 с.
86. Зенков Н.И., Бушуев Н.С., Руссо В.Л. Прочность, деформативность и газопроницаемость тяжелого крупнозернистого силикатобетона при нагреве: В кн. Огнестойкость строительных конструкций: Сб. тр. Вып. 7. – М.:ВНИИПО, 1979. – С. 124 – 130.
87. Сорокин А.Н. Расчет огнестойкости железобетонных колонн с учетом полных деформаций бетона: В кн. Огнестойкость строительных конструкций: Сб. тр. Вып. 8. – М.:ВНИИПО, 1980. – С. 28 – 33.
88. Бондаренко В.М., Бондаренко С.В. Инженерные методы нелинейной теории железобетона. – М.: Стройиздат, 1982. – 287 с.

89. Мастаченко В.Н., Мирвис Я.Г., Уголков В.Н. Автоматизация проектирования железобетонных конструкций. – Л.: Стройиздат, 1982. – 224 с.
90. Носарев А.В., Красовицкий М.Ю. Численные методы в теории расчета армополимербетонных (композиционных) конструкций / Тр. ин-тов инж. ж.-д. трансп. – М.: 1982. – Вып.696. – С. 46-59.
91. Ржаницин А.Р., Захаров В.М. Расчет составных стержней из неупругого материала с неупругими связями сдвига // Строительная механика и расчет сооружений. – 1980. – №5. – С. 15-20.
92. Федоров В.С. Основы обеспечения пожарной безопасности зданий: Учебное пособие. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004. – 176 с.
93. Чихладзе Э.Д., Арсланханов А.Д. Теория деформирования сталебетонных плит // Межвуз. сб. научн. тр. – Харьков: ХарГАЖТ, 1996. – Вып.27. – С. 4-39.
94. Шагин А.Л. К расчету бетонных и железобетонных конструкций, работающих в условиях сложного напряженного состояния // Прогрессивные конструктивные решения в промышленном и гражданском строительстве Харьковской области: Тез. докл. научн. конф. – Харьков, 1970. – С. 142 -143.
95. Зайцев Ю.В. Моделирование деформаций и прочности бетона методами механики разрушения. – М.: Стройиздат, 1982. – 196с.
96. Бондаренко В.М. Некоторые вопросы нелинейной теории железобетона. – Харьков: Изд. ХГУ, 1968. – 324 с.
97. Амен-Заде Ю.А. Теория упругости. – М.: Высшая школа, 1971. – 288с.
98. Дульнев Г.Н., Парфенов В.Г., Сигалов А.В. Применение ЭВМ для решения задач теплообмена. – М.: Высшая школа, 1990. – 207с.
99. Городецкий А.С., Шмуклер В.С., Бондарев А.В. Информационные технологии расчета и проектирования строительных конструкций. – Киев-Харьков: НТУ «ХПИ», 2003. – 888с.

100. Шмуклер В.С. Улучшение сходимости итерационных методов расчета железобетонных конструкций, находящихся в условиях сложного напряженного состояния // “Коммунальное хозяйство городов”: Респ. межвед.научн.-техн. сб. – Вып.9 – К.: “Техника”, 1997. – С. 16 – 21.
101. Чихладзе Э.Д. Строительная механика: Учебник для студентов высших учебных заведений. – Харьков: Укр ГАЖТ, 2002. – 305 с.
102. Федоров В.С., Петухов А.В. Пути повышения огнестойкости конструкций на основе полимербетонов // Промышленное строительство. – 1989. - №10. – С. 39-40.
103. Мошляковский Л.М., Лыков А.Д., Репкин В.Ю. Органические покрытия пониженной горючести. – Ленинград: Химия, 1989. -