

УКРАИНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

На правах рукописи

Беликова Наталья Витальевна

УДК 624.07:621.332

**НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР
КОНТАКТНОЙ СЕТИ ПОСЛЕ РЕМОНТА И УСИЛЕНИЯ**

05.23.01 – строительные конструкции,
здания и сооружения

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель
Ватуля Леонид Павлович
кандидат техн. наук, профессор

Харьков – 2009

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЗОР РАБОТ ПОСВЯЩЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМ ОПОРАМ КОНТАКТНОЙ СЕТИ	8
1.1 Анализ существующих типов железобетонных цилиндрических опор контактной сети	8
1.2. Анализ дефектов, встречающихся в ходе эксплуатации железобетонных центрифугированных опор	15
1.2.1 Дефекты, вызванные коррозией бетона и арматуры.	17
1.2.2 Электрокаррозионные разрушения фундаментов и фундаментных частей	22
1.2.3 Развитие продольных трещин.	23
1.3 Обеспечение долговечности опорных конструкций	27
1.4 Краткие выводы и задачи исследований	32
2 НАГРУЗКИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОПОРЫ КОНТАКТНОЙ СЕТИ	35
2.1 Определение нормативных нагрузок	35
2.2 Расчетные схемы опор контактной сети	41
2.3 Пример определения нагрузок на типовую консольную опору	47
2.4 Составление расчетной схемы и определение нормативных нагрузок.	48
2.5 Краткие выводы по разделу	56
3. НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ И СТАЛЕБЕТОННЫХ КОЛОНН ПРИ СИЛОВЫХ И ТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ	58
3.1 Основные температурные характеристики района эксплуатации исследуемых конструкций	58
3.2 Основные теоретические предпосылки	59

3.2.1 Структура бетона.	59
3.2.2 Теплопроводность	62
3.2.3 Деформативно-прочностные характеристики материалов.	66
3.3 Напряженно-деформированное состояние железобетонного элемента при осевом сжатии	71
3.4 Напряженно-деформированное состояние сталебетонного элемента при осевом сжатии	76
3.5 Напряженно-деформированное состояние сталебетонного элемента с кольцевым поперечным сечением	84
3.6 Напряженно-деформированное состояние сталебетонного элемента при изгибе и внецентренном сжатии	87
3.7 Выводы	90
4. ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ УСИЛЕНИИ И РЕМОНТЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР КОНТАКТНОЙ СЕТИ, НАХОДЯЩИХСЯ В ЭКСПЛУАТАЦИИ	91
4.1 Осмотр и методы оценки состояния опор.	91
4.2 Осмотр и выявление дефектных опор	94
4.3 Ремонт железобетонных опор и фундаментов.	96
4.3.1 Ремонт подземной и надземной части полимерцементными и эпоксидными смолами.	96
4.3.2 Ремонт и усиление тела опоры с применением сталебетонной обоймы.	107
4.4 Выводы по разделу	113
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ	115
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	117
ПРИЛОЖЕНИЯ	129
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Ведомость состояния установленных	

железобетонных опор, фундаментов и анкеров контактной сети на перегоне Роговка- Ковяги.	130
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Акт внедрения результатов научно-исследовательской работы.	148
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Акт внедрения результатов в учебный процесс.	150
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Кривые зависимости М-N.	151

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Электрификация железных дорог позволяет существенно увеличить их провозную и пропускную способность. От надежности устройств энергоснабжения зависит бесперебойность движения поездов. Поэтому не случайно вопросам диагностики состояния и повышения долговечности этих устройств, и в первую очередь элементов контактной сети, придавалась и придается особое значение. Условия работы контактной сети характеризуются как тяжелые. Выход из строя одного элемента сети влечет за собой нарушение функционирования всей системы. Запасы прочности в элементах контактной сети невелики [1] [5] [25] [27] [31] [33] [42]. Проектирование ее ведется по методу предельных состояний. Чтобы не допустить аварийных ситуаций, необходимо ясно представлять развивающиеся в конструкциях разрушительные процессы, уметь определять их последствия, своевременно принимать меры к замене или усилению, а также к замедлению скорости разрушения. Срок службы основных несущих элементов, таких, как опоры, ригели, фундаменты опор, поддерживающие и фиксирующие устройства, составляет 50 лет. Затем предполагается проводить их замену. С учетом этого и выбирается стратегия эксплуатации конструкций. Наиболее рационально защитные мероприятия проводить в первые годы эксплуатации, когда требуются минимальные трудозатраты. При таком подходе общие затраты на эксплуатацию будут наименьшими. В

настоящее время положение обратное. Как правило, защита от воздействия окружающей среды начинается тогда, когда коррозионные или другие виды разрушения приняли угрожающий характер [7] [11] [14] [19].

На основании сказанного разработана методика оценки несущей способности железобетонных опор контактной сети и условий их дальнейшей эксплуатации, является важной государственной задачей.

Связь с научными программами, планами, темами. Работа выполнена в рамках научной темы «Розробка способів оцінювання несучої спроможності та посилення опор контактної мережі», регистрационный номер 0107V000338.

Цель диссертационной работы. Разработка методики оценки несущей способности и способов усиления опор контактной сети.

Задачи исследований:

1. Провести анализ характерных дефектов и повреждений железобетонных опор контактной сети, приобретенных в процессе эксплуатации.

2. Разработать способы усиления поврежденных железобетонных опор контактной сети в том числе при помощи стальных колец, размещенных по высоте опоры.

3. Разработать методики оценки несущей способности вновь проектируемых опор контактной сети и существующих после ремонта и усиления.

4. Разработать новую конструкцию опоры контактной сети, реализующую принцип работы бетона в обойме.

5. Провести численные исследования напряженно-деформированного состояния сталебетонной опоры контактной сети в

зависимости от толщины обоймы, класса бетона, температурных и других воздействий, возможных повреждений и др.

6. Внедрить результаты исследований в практику проектирования и строительства.

Объект исследований – железобетонные опоры контактной сети.

Предмет исследований – напряженно-деформированное состояние и несущая способность железобетонных опор контактной сети после ремонта и усиления.

Методы исследований. Аналитические и численные. Аналитическими методами получены уравнения, связывающие НДС при силовых и температурных воздействиях. Решение уравнений осуществлено шагово-итерационными численными методами.

Научная новизна:

1. Впервые учтено влияние факторов усиления и ремонта железобетонных опор контактной сети на несущую способность.

2. Разработан способ усиления железобетонных опор контактной сети при помощи стальных колец, размещенных по высоте колонны.

3. Разработана новая конструкция опоры контактной сети: стальная труба заполненная бетоном.

4. Усовершенствована задача расчета сталебетонной опоры на силовые и температурные воздействия.

Практическая ценность.

Разработанная методика расчета и способы усиления позволяют продлить срок службы существующих железобетонных опор и повысить надежность вновь проектируемых опор.

Внедрение предложен способ усиления конструкции опоры контактной сети на участке Сортировка – Южный пост Южной

железной дороги.

Личный вклад:

Проведен анализ характерных дефектов и повреждений железобетонных опор контактной сети.

Разработаны способы усиления железобетонных опор контактной сети.

Разработаны методики расчета существующих железобетонных опор с учетом ремонта и усиления и вновь проектируемых опор.

Проведены численные исследования и осуществлен анализ результатов.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы докладывались и обговаривались на:

1. Міжнародній науково-технічній конференції кафедр академії і фахівців залізничного транспорту і підприємств (м. Харків, 1999р., 2000р., 2003р., 2004р., 2005р., 2008р.).

2. Першій науково-практичній конференції «Швидкість-комфорт-безпека-ефективність. Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем» (м. Київ 2003р.)

Публикации:

Основное содержание диссертации опубликовано в 7 научных работах. Из них 6 статей в изданиях, рекомендованных ВАК Украины для публикации результатов диссертационных работ и одна статья в виде тезисов доклада на международной конференции.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех разделов, общих выводов, списка литературы из 135 наименований. Общий объем работы – 151 страница, в том числе: 43 рисунков, 14 таблиц, 4 приложения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алексеев С.Н. Коррозия и защита арматуры в бетоне. М.: Стройиздат, 1968. 231 с.
2. Амен-Заде Ю.А. Теория упругости. – М.: Высшая школа, 1971. – 288с.
3. Андриевский В.Н. Эксплуатация металлических и железобетонных опор линий электропередачи. Л.: Госэнергоиздат, 1963. 528 с.
4. Афанасьев В.Ф., Нагевич Ю.М., Подольский В.И. Особенности эксплуатации опор контактной сети в условиях Восточной Сибири. М.: Транспорт, 1977. 49 с.
5. Бабушкин В.П. Физико-химические процессы коррозии бетона и железобетона. М.: Стройиздат, 1968. 181 с.
6. Бартелеми Б., Крюппа Ж. Огнестойкость строительных конструкций: Пер. с франц. – М.: Стройиздат, 1985. – 216с.
7. Беликова Н.В. К вопросу о восстановлении эксплуатационных характеристик железобетонных конструкций /Н.В. Беликова//. Зб. наук. праць.- Харків: УкрДАЗТ, 2000. – Вип. 37. - С.125-160.
8. Беликова Н.В. О совершенствовании организации и технологии

работ при реконструкции искусственных сооружений. /Н.В. Беликова// Железнодорожный транспорт Украины. – Киев, 1999. - №5.- С.24.

9. Беликова Н.В. Прогнозирование замен опор контактной сети. /Н.В. Беликова// Железнодорожный транспорт Украины. – Киев, - 2004. - №1. - С.39-40.

10. Беликова Н.В. Ремонт подземной части опор контактной сети методом цементации грунта. /Н.В. Беликова// Железнодорожный транспорт Украины. – Киев, - 2001. - №5. - С.24-25.

11. Братчун В.І. Фізико-хімічна механіка будівельних матеріалів/ В.І. Братчун, В.О. Золотарьов, М.К. Пактер. Макіївка: ДГАСА, 2006. – 303 с.

12. Брицке Э.В. Термические константы неорганических веществ. М.: Изд-во АН СССР. – 1949.

13. Бушуев Н.С. Прочность и деформативность бетона на гранитном щебне при высоких температурах // Сб. тр. – М.: ВНИИПО, 1981. – С. 127 – 132.

14. Вайнштейн А.Л., Павлов А.В. Коррозионные повреждения опор контактной сети. М.: Транспорт, 1988 – 109, [2] с.

15. Возненко С.И. Герметизирующие композиции на основе цемента и КУС для обводненных тоннелей: дис. канд. техн. наук.: 05.23.05/ С.И. Возненко. – Харьков.: ХарГАЖТ, 1999. – 176 с.

16. Галагурия Е.И. Экспериментальные исследования сталебетонных колонн при осевом сжатии. Зб. наук. праць Луганського національного аграрного університету. – № 71 (94), Луганськ: ЛНАУ, 2007. С. 56-60.

17. Галагурия Е.И. Экспериментальные исследования стальных и сталебетонных колонн при различных схемах нагружения. Строительство, материаловедение, машиностроение. - № 47. –

Днепропетровск:ПГАСА, 2008. С. 181-187.

18. Гальперин М.Л. Деревянные опоры линий электропередач. М.: Энергия, 1972. 224 С.

19. Гольдштейн А.Н. Коррозия железобетонных конструкций под действием блуждающих токов/ Гольдштейн А.Н., Заверткин Р.А. – М.: Промышленное строительство, 1963, №7, с. 25 – 29.

20. Горчаков Г.И. Строительные материалы / Горчаков Г.И., Баженов Ю.М. – М.: Стройиздат, 1986. – 689 с.

21. ГОСТ 9.602-89 «Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии». – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 59 с.

22. Гроздов В.Т., Теряник В.В. О прочности и деформативности колонн, усиленных обоймой // Изв. ВУЗов. Строительство. – 1989. – №3.

23. Гуковков А. И. Диагностика железобетонных опор контактной сети// Железнодорожный транспорт, 1981, № 4. С. 45 — 48.

24. Демиденко А.Б. Влияние токов утечки из рельсовой цепи на коррозию струнобетонных шпал /Демиденко А.Б. – Труды ДИИТ, 1962, вып.42, - с. 22 – 30.

25. Демиденко А.Б. Коррозионные разрушения железобетонных блоков на электрифицированных участках железных дорог / Демиденко А.Б. – Труды ДИИТ, 1969, вып. 99, с. 98 – 102.

26. Демчина Б.Г., Клименко 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.

27. Деформації довгострокової повзучості бетону при роботі опорних конструкцій, які знаходяться в експлуатації /Н.В. Белікова,

С.М. Камчатна// Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – Вип. 88. – С.220-226. (Особистий внесок здобувача – участь у проведенні лабораторних досліджень).

28. ДСТУ Б В.2.7-47-96 (ГОСТ 1006.0-95) Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення морозостійкості. Загальні вимоги.

29. ДСТУ Б. В. 2.7-46-96. Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови.

30. ДСТУ Б. В. 2.7-47-96. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення морозостійкості.

31. Експлуатація та довговічність залізобетонних опор контактної мережі. / Н.В. Белікова// Тези доповідей першої науково-практичної конференції. Частина 1. Київ: Київський університет економіки і технологій транспорту. Транспортна академія України. Науково-технічне товариство залізничників України .–2003. – с.43.

32. Електрокорозія бетону залізобетонних блоків обробки метрополітену/ А.М. Пługів, А.А. Пługів, О.О.Скорик., О.С. Герасименко, Л.В. Трикоз// зб. наук. праць. – Харків: Хардазт, 2003. – Вип..56. – С.126 – 135.

33. Ершов И.М. Защита сооружений от воздействия блуждающих токов железных дорог / Ершов И.М., Панфиль Л.С. – М.: Транспорт, 1965. – 148 с.

34. Ершов И.М.. Панфиль Л.С. Защита сооружений от воздействия блуждающих токов железных дорог. М.: Транспорт, 1965. 144 с.

35. Жаростойкие бетоны / Под ред. К.Д. Некрасова. – М.: Изд-во лры по строительству, 1964. – 292с.

36. Жуков В.В., Панюков Э.Ф. Термостойкость железобетонных конструкций. – К.: Будівельник, 1991. – 224с.

37. Защита строительных конструкций и химической аппаратуры от коррозии / Чекулаева, Жолудов В.С., Радзевич, Соколов В.А. – М.: Стройиздат, 1980. – 161 с.

38. 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.

39. Золотов М.С. Акриловые клеи в строительстве // Тезисы докладов респ. научн.-техн. конф. «Применение пластмасс в строительстве и городском хозяйстве». – Харьков, 1987. – С. 3 – 5.

40. Золотов М.С. Энерго- и ресурсосберегающий акриловый клей для соединения бетонных и железобетонных элементов // Рациональные энергосберегающие конструкции, здания и сооружения в строительстве и коммунальном хозяйстве: Сб. научн. трудов международной научн.-практич. конф. – Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2002. – Часть 2. – С. 55 – 60.

41. Золотов М.С., Мельман В.А., Прочность и деформативность железобетонных элементов с трещинами заиньектированные акриловым клеем // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, 1999. – Вип.8. – С. 250 – 252.

42. Иванов Ф.М. Защита железобетонных транспортных сооружений от коррозии. М.: Транспорт, 1908. 175 с.

43. Иванов Ф.М. Защита железобетонных транспортных сооружений от коррозии / Иванов Ф.М. – М.: Транспорт, 1968. – 175 с.

44. Исаченко В.П., Осипов В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. – М.: Энергоиздат, 1981. – 417с.

45. Каратаев В.Г., Харитонов О.Н. Анализ возможности оценки

состояния фундаментной части опор контактной сети различными методами. Сборник трудов / ЛИИЖТ Л. 1973. вып 362. с. 93 – 102.

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

47. Карпенко Н.И. Теория деформирования железобетона с трещинами. – М.: Стройиздат, 1976. – 218с.

48. 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.

49. Карпенко Н.И., Клованич С.Ф. Термоползучесть бетона при некоторых режимах нагружения и нагрева // Строительная механика и расчет сооружений. – 1991. - № 5. – С. 58 – 66.

50. Кожушко В.П. Коровниченко В.Д. Расчет жестких ограждений на мостах // Изв. вузов. Стр-во и архитектура. – 1984. - № 8. – С. 121-124.

51. Кожушко В.П. О расчете рамных мостов на временную нагрузку // Изв. вузов. Стр-во и архитектура. – 1987. - № 4. – С. 108-112.

52. Кожушко В.П. Пешеходные тоннели под железными и автомобильными дорогами // Транспортное стр-во. – 1969. - №5. – С.58-59.

53. Кожушко В.П. Розрахунок огорожі на автомобільних дорогах // Автом. дороги і дор. буд-во. –К.: Будівельник, 1990.- Вип.. 46. – С. 83-88.

54. Корнфельд И.А., Пригула В.А. Защита железобетонных конструкций от электрокоррозии, вызываемой блуждающими токами. М.: Стройиздат, 1964. 75 с.

55. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты / В.М. Москвин, Ф.М. Иванов, С.Н. Алексеев, Е.А. Гузеев. М.: Стройиздат, 1980. 536 с.

56. Коррозия и защита сооружений на электрифицированных железных дорогах /А.В. Котельников, В.И. Иванова, Э.П. Селедцов, А.В. Наумов. М.: Транспорт, 1974. 152 с.

57. Корсун В.И. Расчет конструкций на температурные и силовые воздействия с учетом неоднородности свойств материалов: Дис. ... докт. техн. наук: 05.23.01. – Макеевка, 2004.

58. Косолапов И.И., Кроль А.Г. Изготовление стоек железобетонных опор линий электропередач. Л; «Энергия», Ленингр. Отд-ние, 1968. 176 С.

59. Кричевский А.П. О расчетном определении температурно-усадочных деформаций бетона при повышенных температурах // Исследование надежности и качества железобетонных конструкций. - Куйбышев: Куйбышев. ун-т, 1978. – С. 43 – 54.

60. Кричевский А.П. Расчет железобетонных инженерных сооружений на температурные воздействия. - М.: Стройиздат, 1984. – 248с.

61. Крюков К.П., Новгородцев Б.П. Конструкции и механический расчет линий электропередач. Л.; «Энергия»; 1979. 312 С.

62. Кудрявцев А.А. Несущая способность опорных конструкций контактной сети. М.: Транспорт, 1988 – 157, [2], с.

63. Кудрявцев А.А., Селедцов Э.П. Характер разрушения железобетонных опор контактной сети при электрической коррозии арматуры// Тр. ЛИИЖТа. 1973. Вып. 351. С. 113—118.

64. Кудрявцев А.А., Селедцов Э.П., Афанасьев В.Ф. Оценка

работоспособности центрифугированных предварительно напряженных опор контактной сети с продольными трещинами на концевых участках // Вестник ВНИИЖТа. 1972. Вып. 2. С. 38-41.

65. Левин В.М. Железобетонные башенные сооружения. – Макеевка: ДонГАСА, 1999, 29с.

66. Лучковский И.Я. Расчет железобетонных конструкций и сооружений с учетом нелинейности их взаимодействия с основанием: Дис. ... докт. техн. наук: 05.23.01. – Харьков, 2000. – 421с.

67. Марквардт К.Г. Власов И.И. Контактная сеть. М.: Транспорт. 1977. 272 с.

68. МДС 21-2.2000. Методические рекомендации по расчету огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций. Второе издание. – М.: ГУП «НИИЖБ», 2000.

69. МДС 21-2.2000. Методические рекомендации по расчету огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций. Второе издание. – М.: ГУП «НИИЖБ», 2000.

70. Методика прогнозування заміни опор контактної мережі. /Н.В. Белікова, С.М. Камчатна// Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – Вип. 91. – С.71-78. (Особистий внесок здобувача – проведення аналізу та обробка результатів досліджень).

71. Методы определения теплопроводности и температуропроводности. Под ред. А.В. Лыкова. – М.: Энергия, 1973. – 336с.

72. Милованов А.Ф. Жаростойкий бетон. – М.: Госстройиздат, 1963. – 235с.

73. Милованов А.Ф. Жаростойкий бетон. – М.: Госстройиздат, 1963. – 235с.

74. Милованов А.Ф. Влияние температуры на бетон // Бетон и железобетон. – 1995. – №4. – С. 9 – 13.

75. Милованов А.Ф. Огнестойкость железобетонных конструкций. – М.: Стройиздат, 1986. – 225с.

76. Милованов А.Ф. Огнестойкость железобетонных конструкций. – М.: Стройиздат, 1986. – 225с.

77. Милованов А.Ф. Стойкость железобетонных конструкций при пожаре. – М.: Стройиздат, 1998. – 304с.

78. Мирошниченко С.В. Составы на основе цемента, КУС и высококачественных смол для герметизации и лечения трещин и швов: дис....канд. техн. наук.: 05.23.05/ Мирошниченко С.В. – Харьков: ХарГАЖТ, 1999. – 176 с.

79. Мюллер Б. Защита опор линий электропередачи от коррозии // М.: БТИ ОРГРЭС 1968. 40 с.

80. Некрасов К.Д., Жуков В.З., Гуляева В.Ф. Тяжелый бетон в условиях повышенных температур. – М.: Стройиздат, 1972. – 128с.

81. 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.

82. Новое в проектировании бетонных и железобетонных конструкций / А.А. Гвоздев, С.Д. Дмитриев, Ю.П. Гуца и др. М.:Стройиздат, 1978.

83. Нормы проектирования конструкций контактной сети: ВСН 141-84. М.: Минтрансстрой, 1984. 170 с.

84. О причинах образования продольных трещин в центрифугированных опорах контактной сети / О.Я. Берг, Г.Н.

Писаенко, А.А. Смольянинов, Е.Н. Щербаков / Трансп. стр-во. 1965, № 10. С. 42—45.

85. 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.

86. Олимпиаев В.Г., Зенков Н.И. Исследование прочностных и деформативных свойств тяжелого силикатного бетона при воздействии высоких температур: В кн. Огнестойкость строительных конструкций: Сб. тр. Вып. 3. – М.:ВНИИПО, 1975. – С. 24 – 36.

87. Опанасенко О.В. Оцінка несучої здатності каркасу промислової будівлі, до складу якої входять сталебетонні колони. Строительство, материаловедение, машиностроение. - № 47. – Днепропетровск:ПГАСА, 2008. С. 22-427.

88. Організація робіт з реконструкції залізниць: [навч. посібник для учнів вищих навч. закл.]/ Астахов В.М, Белікова Н.В., Ватуля Л.П, Мануйленко В.Г. – Харків: УкрДАЗТ, 2006. – 151 с..

89. Особенности содержания и эксплуатация железобетонных опор контактной сети. «Электрическая и тепловозная тяга» № 10, 1963 г. Шурыгин В.П.

90. Пашковский В.Г. Влияние температурного фактора на образование и развитие трещин в опорах контактной сети // Трансп. стр-во. 1964. № 8. С.45 – 46.

91. Пермяков В.А., Белов И.Д. Центральные - сжатые сталебетонные стержни кольцевого сечения // Изв. ВУЗов. Строительство и архитектура. – 1989. – № 9. – С. 10 – 13.

92. Плугин А.А. Долговечность бетона и железобетона в обводненных сооружениях: Коллоидно-химические основы: дисс. ..

доктора техн. наук: 05.23.05 / Плугин А.А. – Харьков: ХГТУСА, 2005. – 442 с.

93. Подвальный А.М. Влияние прочности бетона и толщины защитного слоя на долговечность железобетона // Бетон и железобетон. 1968. № 3. С. 8 – 12.

94. Подольский В.И. Напряжение в центрифугированных опорах контактной сети от усадки бетона // Тр. ЦНИИ МПС. 1973. Вып. 503. С. 56 – 66.

95. Подольский В.И. Температурные напряжения в опорах контактной сети в период эксплуатации // Тр. ЦНИИ МПС. 1973. Вып. 503. С. 31 – 44.

96. Развитие методики расчета по предельным состояниям / Под ред. Е.И. Беленя. М.: Стройиздат, 1971. 175 с.

97. Рекомендации по расчету пределов огнестойкости бетонных и железобетонных конструкций / НИИЖБ. - М.: Стройиздат, 1986. – 22с.

98. Рекомендации по расчету пределов огнестойкости бетонных и железобетонных конструкций / НИИЖБ. - М.: Стройиздат, 1986. – 22с.

99. Самарский А.А. Теория разностных схем. – М.: Наука, 1989. – 616с.

100. Селедцов Э.П., Кудрявцев А.А. Повреждение фундаментов опор контактной сети // Тр. ЛИИЖТа. 1964. Вып. 227. С. 121 — 135.

101. Селедцов Э.П. Кудрявцев А.А. Повреждения фундаментов опор контактной сети. Труды ЛИИЖТа вып. 227, Л., 1964.

102. Селедцов Э.П., Баранов Е.А. Эксплуатация опор контактной сети М.: Транспорт, 1970. 95 с.

103. СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2001с.

104. 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.

105. Соколов А.Г. Опоры линий передач. М.: Госстройиздат. 1961.

106. 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.

107. Старосельский А.А. Электрокоррозия железобетона. Киев: Будівельник, 1978. 169 с.

108. Стойкость бетона и железобетона при отрицательных температурах / В.М. Москвин, М.М. Капкин, Б.М. Мазур, А.М. Подвальный, М.: Госстройиздат, 1967. 130 с.

109. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости: Пер. с англ. – М.: Наука, 1975. – 576с.

110. Трещины в железобетоне и коррозия арматуры / В.М. Москвин, С.Н. Алексеев, Г.П. Вербицкий, В.И. Новгородский. М.: Стройиздат, 1971. 144 с.

111. ТУ У 01116472.010-98 Состав РС-1 для ремонта железобетонных и бетонных конструкций в процессе эксплуатации.

112. Указания по содержанию, ремонту и защите от коррозии железобетонных опор контактной сети и фундаментов. М.: Транспорт, 1974. 37 с.

113. Фомин С.Л. Работа железобетонных конструкций при воздействии климатической, технологической и пожарной среды. Дис. ... доктора техн. наук: 05.23.01, 05.26.03. – Харьков, 1997. – 515с.

114. Фрайфельд А.В. Проектирование контактной сети. М.:

Транспорт, 1984. 327 с.

115. Франчук А.У. Таблицы теплофизических показателей строительных материалов. – М.: Отд. информ.-изд. и патентно-лиценз. работы, 1969. – 142с.

116. Цилосани З.Н., Чиковани Х.С. К исследованию дисперсной структуры цементного камня // Коллоидный журнал. – 1963. – Т. 25, № 1. – С. 97 - 104.

117. ЦП/0050 Інструкція по утриманню штучних споруд. Київ: Транспорт України, 1999. – 244 с.

118. Чиркин В.С. Теплофизические свойства веществ. – М.: Физматгиз, 1959. – 359с.

119. Чихладзе Э.Д. Веревичева М.А. Жакин И.А. О возможности сведения трехмерной задачи к двумерной при расчете несущей способности сталебетонной колонны. Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в стройиндустрии. Сборник докладов. – Ч. 3. – Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2007. С. 175-180.

120. Чихладзе Э.Д. Веревичева М.А. Жакин И.А. Расчет трубобетонных колонн на осевое сжатие. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди / Зб. наук. праць – Вип. 15, Рівне, 2007. С. 267-275.

121. Чихладзе Э.Д. Веревичева М.А. О возможности сведения трехмерной задачи к двумерной при оценке несущей способности трубы, заполненной бетоном. Зб. наук. праць Луганського національного аграрного університету. – № 71 (94), Луганськ: ЛНАУ, 2007. С. 122-130.

122. Чихладзе Э.Д. Веревичева М.А. Оценка несущей способности

сталебетонных колонн различного поперечного сечения при действии нагрузки и температуры, включающей пожар. Строительство, материаловедение, машиностроение. - № 47. – Днепропетровск:ПГАСА, 2008. С. 684-690

123. Чихладзе Э.Д., Арсланханов А.Д. Несущая способность сталебетонных плит // Бетон и железобетон. – 1990. – № 10. – С. 30 – 31.

124. Чихладзе Э.Д., Арсланханов А.Д. Расчет сталебетонных элементов прямоугольного сечения на прочность при осевом сжатии // Бетон и железобетон. – 1993. – № 3. – С. 13 – 15.

125. Чихладзе Э.Д., Арсланханов А.Д. Теория деформирования сталебетонных плит // Межвуз. сб. научн. тр. – Харьков: ХарГАЖТ, 1996. – Вып. 27.

126. Шагин А.Л. Железобетонные конструкции сниженной металлоемкости // Сб: фундаментальные исследования и новые технологии в строительном материаловедении. – Белгород. – 1989. – С.50-51.

127. 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.

128. Шагин А.Л. Об оценке работы бетона в условиях сложного напряженного состояния // Реализация региональной комплексной научно-технической целевой программы “Бетон”: Тез. докл. обл. конфер. – Харьков, 1983.–С. 28 – 30.

129. Шагин А.Л. Эффективные методы армирования конструкций // сб. инженерной академии РФ. – М. – 1993. – С.78-81.

130. Шейкин А.Е., Чеховский Ю.В., Бруссер М.И. Структура и свойства цементных бетонов. – М.: Стройиздат, 1979. – 344с.

131. 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.

132. Яшин А.В. Прочность, жесткость и трещиностойкость железобетонных конструкций железобетон / Сб. тр. НИИЖБ. – М.: Стройиздат, 1979.–С. 187–202.

133. Яшин А.В. Расчет и конструирование железобетонных конструкций. Бетон и железобетон / Тр. НИИЖБ. – М.: Стройиздат, 1977. – Вып. 39.–С.48 – 57.

134. Яшин А.В. Теория деформирования бетона при простом и сложном нагружениях. Бетон и железобетон. – 1986. – № 8. – С. 39-42.

135. Proceedings of the Fifth Internat. Symposium on the Chemistry of Cement (Tokyo, 1965). Tokyo, 1970.