

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

ІГНАТЕНКО АНДРІЙ ВАСИЛЬОВИЧ



УДК 699.81:693.956

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН
СТАЛЕБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ ТЕРМОСИЛОВИХ
ВПЛИВАХ

Спеціальність 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Науковий керівник:
кандидат технічних наук, доцент
ВАТУЛЯ Г.Л.

Харків 2015

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. МОДЕЛЮВАННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ БЕТОНУ І СТАЛІ ПРИ НЕСТАЦІОНАРНОМУ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОМУ НАГРІВІ.....	11
1.1. Міцнісні властивості бетону.....	12
1.1.1 Міцність бетону.....	12
1.1.2 Модуль пружності бетону.....	17
1.1.3 Діаграма $\sigma - \varepsilon$ бетону.....	19
1.1.4 Проникність бетону.....	21
1.2. Міцнісні властивості та термопластичні деформації сталі.....	22
1.2.1 Границя текучості сталі.....	23
1.2.2 Модуль пружності сталі.....	23
1.2.3 Пластичні деформації сталі.....	24
1.2.4 Температурні деформації сталі.....	26
1.3. Теплофізичні характеристики матеріалів.....	26
1.3.1 Теплопровідність.....	26
1.3.2 Питома теплоємність.....	28
1.3.3 Коефіцієнт теплообміну.....	30
1.3.4 Усадкова та температурна деформація бетону.....	31
1.4. Існуючі засоби вогнезахисту для сталевих конструкцій.....	36
РОЗДІЛ 2. НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН СТАЛЕБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ СИЛОВИХ І ТЕМПЕРАТУРНИХ ВПЛИВАХ.....	44
2.1. Ізотропні плити із симетричною поперечною неоднорідністю.....	44
2.2. Ізотропні плити із несиметричною поперечною неоднорідністю.....	55
2.3. Чисельні методи розрахунку плит з поперечною неоднорідністю.....	61
2.4. Висновки за розділом.....	68
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ БЕТОНУ ПРИ НЕСТАЦІОНАРНОМУ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОМУ НАГРІВАННІ (ВІСЕСИМЕТРИЧНА ЗАДАЧА).....	69
3.1. Вихідні передумови.....	70

Вибір та обґрунтування методу розв'язання задачі	72
Модель бетону як багатофазового середовища	75
Вогнестійкість навантаженої сталобетонної балки	78
Вогнестійкість бетонних і сталобетонних плит	87
Вогнестійкість ненавантажених і сталобетонних плит	87
Постановка задачі	87
Розв'язок задачі	91
Чисельне дослідження вогнестійкості ненавантажених бе- тонних і сталобетонних плит	94
Дослідження вогнестійкості навантаженої сталобетонної плити при одноосьовій деформації	98
Постановка задачі	98
Розв'язання задачі про напружений стан плити, що нагрі- вається	100
Розрахунок вогнестійкості сталобетонних плит при повіль- но плинній пожежі	104
Висновки	107
РОЗДІЛ 4. ЧИСЕЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ СТАЛЕБЕ- ТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ З УРАХУВАННЯМ ЇХ ВОГНЕЗАХИСТУ	109
Опис об'єкта дослідження	109
Загальна постановка задачі й основні положення розрахунку	111
Послідовність процедур розв'язку	111
Моделювання руйнування балок із пластинчастим сталевим елементом під дією механічного навантаження	112
Математичні моделі напружено-деформованого стану сталобетону і їхня чисельна реалізація	114
Параметри вихідних моделей. Розрахункові й скінченно- елементні схеми досліджуваних балок	120
Граничні умови	123

Механічні властивості матеріалів.....	123
Результати розрахунку і їхня інтерпретація... ..	124
Дослідження адекватності використовуваних математичних моде- лей на основі порівняння розрахункових й експериментальних да- них	132
Розв'язання теплотехнічної задачі	135
Теоретичне обґрунтування методу розв'язання.	
Математична модель теплопередачі.....	135
Числовий метод розв'язку	136
Параметри первинної моделі. Розрахункова й скінченно- елементні схеми досліджуваних балок	137
Тип і геометрія скінченних елементів.....	139
Теплотехнічні характеристики бетону й сталі.....	139
Граничні умови.....	141
Результати розрахунку	142
Температурні розподіли в перерізах фрагменту балки	142
Розв'язання міцнісної задачі вогнестійкості балки	145
Теоретичне обґрунтування методу розв'язання і його математич- ного апарату.....	145
Параметри вихідної моделі. Розрахункові й скінченно-елементні схеми досліджуваних балок... ..	146
Термомеханічні характеристики бетону і сталі.....	147
Граничні умови.....	151
Результати розрахунку розподілу напружень у перерізах балки	153
Обґрунтування типу й геометричної конфігурації вогнезахисту для дос- ліджуваних балок.....	164
Технічні характеристики вогнезахисних сполук і покриттів.....	164
Технічні номенклатурні дані вогнезахисту.....	164
Теплофізичні характеристики	165

Розрахунок балок з вогнезахистом на вогнестійкість.....	166
Розрахункові схеми досліджуваних балок з вогнезахистом. ...	166
Граничні умови.....	167
Скінченно-елементні схеми для розв'язання теплотехнічної задачі	167
Результати розрахунку	168
Обґрунтування технічних характеристик вогнезахисту для забезпечення необхідних меж вогнестійкості досліджуваних балок відповідно до діючих нормативів.....	175
Висновки.....	176
РОЗДІЛ 5 ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	177
Впровадження через реконструкцію і капітальний ремонт будівель і споруд	178
Техніко-економічні показники запропонованої до впровадження сталобетонної балки.....	180
5.3 Висновки	183
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	184
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	186
ДОДАТКИ	208
ДОДАТОК А. Чотири можливі варіанти руйнування, згідно теорії міцності Willam та Warnke	209
ДОДАТОК Б. Формули, що описують діаграми деформування бетону представлені на рис. 4.10,а	215
ДОДАТОК В. Розв'язання системи нелінійних рівнянь у матричному вигляді, ітераційним методом Ньютона-Рафсона	217
ДОДАТОК Г. Скінченні елементи, які повністю зруйнувалися, або в яких тріщини повністю відкриті рис. 4.45	219
ДОДАТОК Д. Акти впровадження.....	221

ВСТУП

Актуальність. Одним з істотних факторів, що впливають на напружено-деформований стан (НДС) складних систем, таких як суцільні середовища, є температура. Температурне нагрівання бетонних, залізобетонних і сталобетонних конструкцій зустрічається як у процесі їх експлуатації, так і при їх виготовленні. Прикладом може слугувати нагрівання конструкцій ядерних реакторів, гарячих цехів і теплових агрегатів, аеродромних покриттів і ракетних майданчиків, нагрівання бетону при термореактивному методі попереднього напруження як залізобетонних, так і сталобетонних конструкцій і в багатьох інших випадках.

Величина температурних напружень, що виникають при нагріванні, може виявитися досить високою і призвести до появи тріщин у конструкціях або навіть до їх руйнування при низьких експлуатаційних навантаженнях і (або) за їх відсутності.

Відомо також, що щорічні збитки від пожеж у країнах Європейського Союзу, Китаю, Японії та США складають приблизно 2 % їх національного прибутку, у зв'язку з чим там систематично виділяють достатньо коштів на дослідження вогнестійкості залізобетонних і сталобетонних конструкцій.

Тривалість і дорожнеча вогневих випробувань будівельних конструкцій обумовлюють важливість розробки розрахункових методів оцінки вогнестійкості як окремих несучих елементів, так і конструкцій в цілому при проектуванні нових і реконструкції існуючих цивільних і промислових споруд.

При помірних температурних впливах задачу про визначення напружень у бетоні можна розв'язати на основі принципів термопружності, які припускають незалежність пружних і термічних постійних матеріалу від температури, але в разі високих температур треба враховувати особливості поведінки бетону як вологого капілярно-пористого тіла.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами. Тема дисертації є складовою частиною науково-дослідних робіт кафедри мостів, конс-

трукцій та будівельної механіки Харківського національного автомобільно-дорожнього університету в рамках виконання плану Міністерства освіти і науки України на 2010-2015 рр. «Напружено-деформований стан інженерних споруд, які будуються і реконструюються на автомобільних дорогах з урахуванням технологічних факторів». Також дослідження за темою дисертації виконувались в рамках науково-дослідних робіт кафедри будівельної механіки та гідравліки Українського державного університету залізничного транспорту: «Розробка теорії та методів розрахунку комбінованих конструкцій транспортних споруд» № ДР 0106U004122 та «Розробка теорії та методів оптимізації несучих конструкцій транспортних споруд» № ДР 0110U002127.

Мета дослідження полягає в розробці методики розрахунку сталобетонних балок і плит на термосиловий вплив при помірних і високих температурах, а також у підборі ефективного варіанта вогнезахисту таких конструкцій в умовах «стандартної» пожежі.

Задачі дослідження: на підставі наявних теоретичних і експериментальних робіт визначити термопружний напружено-деформований стан сталобетонних балок і плит; розробити математичну та обчислювальну методику для визначення їх вогнестійкості; провести чисельні дослідження напружено-деформованого стану сталобетонних конструкцій із зовнішнім листовим армуванням, враховуючи міцність бетону при термосиловому впливі; підібрати ефективний варіант вогнезахисту конструкцій із зовнішнім листовим армуванням.

Об'єкт дослідження - сталобетонні конструкції із зовнішнім листовим армуванням, які працюють на згин.

Предмет дослідження - напружено-деформований стан і несуча здатність сталобетонних конструкцій із зовнішнім листовим армуванням при термосиловому впливі.

Методи дослідження - методи будівельної механіки, теорії пружності і пластичності, скінченних різниць при теоретичних дослідженнях; методи математичної статистики при аналізі результатів експериментів; метод скінченних елементів при чисельному моделюванні роботи конструкцій.

Наукову новизну одержаних результатів визначено такими результатами:

- набула подальшого розвитку методика розрахунку напружено-деформованого стану двошарової сталобетонної плити при силових і температурних впливах;
- удосконалено методику розрахунку НДС сталобетонної балки при «стандартній» пожежі з урахуванням різних умов її опирання;
- вперше розроблені комп'ютерні моделі для чисельного дослідження роботи конструкцій із зовнішнім листовим армуванням (балки і плити) при термосиловому впливі;
- вперше запропоновані і експериментально обґрунтовані варіанти вогнезахисту сталобетонних конструкцій відповідно до чинних нормативних документів.

Достовірність і обґрунтованість результатів базується на використанні основних положень і припущень механіки деформованого твердого тіла, будівельної механіки, теорії сталобетону та залізобетону, а також підтверджується результатами співставлення отриманих даних з даними раніше проведених теоретичних та експериментальних досліджень, як власних, так і інших авторів. Перевірка адекватності отриманих результатів виконувалася за допомогою критерію Фішера.

Практичне значення одержаних результатів. Результати даної роботи сприяють подальшому розвитку теорії сталобетону і залізобетону, а також дозволяють більш точно розраховувати деформації, напруження і переміщення конструкцій із зовнішнім армуванням при силових і температурних впливах, а також вибирати раціональний варіант їх вогнезахисту.

Застосування запропонованої методики оцінки вогнестійкості сталобетонних балок і плит дає можливість раціонального проектування будівель і споруд із забезпеченням заданих меж їх вогнестійкості та оцінкою їх залишкової міцності.

Результати роботи використані під час розробки робочих проектів капітального ремонту Харківської філармонії по вул. Римарській, 21 та реконструкції

дільниці третього розвантажувально-каналізаційного колектора глибиною 16 м, в межах шахти № 4, ПАТ «Харківський тракторний завод ім. С. Орджонікідзе» на проспекті Московський, 275 в м. Харків, а також застосовуються в навчальному процесі Українського державного університету залізничного транспорту при підготовці студентів за напрямом 6.060101 «Будівництво», а саме вивченні курсів «Будівельна механіка» (спецкурс), «Системи автоматизованого проектування» та при дипломному проектуванні спеціалістів та магістрів.

Особистий внесок здобувача. На підставі наявних теоретичних та експериментальних робіт визначено термопружний напружено-деформований стан сталобетонних балок і плит, розроблено математичний і обчислювальний апарат для визначення їх вогнестійкості, проведено чисельні дослідження напружено-деформованого стану сталобетонних конструкцій із зовнішнім листовим армуванням, враховуючи міцність бетону при термосиловому впливі, підібрано ефективний варіант вогнезахисту конструкцій із зовнішнім листовим армуванням.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень та основні матеріали дисертаційної роботи доповідались на 68, 71, 72, 74-77 науково-технічних конференціях Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (м. Харків, 2004, 2007, 2008, 2010, 2011-2013); Восьмій науково-технічній конференції «Сталезалізобетонні конструкції: дослідження, проектування, будівництво, експлуатація» (м. Кривий Ріг, 1-3 жовтня 2008 р.); IV, VI та XII науково-практичних конференціях «Інноваційні технології життєвого циклу об'єктів житлово-цивільного, промислового і транспортного призначення» (м. Алушта, 3-7 вересня 2005 р., м. Ялта, 7-11 вересня 2008 р., м. Кобеляки, 10-14 вересня 2014 р.), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Сучасні проблеми та перспективи збереження штучних споруд на автомобільних дорогах» (м. Харків, 25-26 жовтня 2012 р.); міжнародних науково-практичних конференціях «Модернізація та наукові дослідження в транспортному комплексі» (м. Перм, 26-28 квітня 2012 р., 25-27 квітня 2013 р., 24-25 квітня 2014 р.); Міжнародній конференції Transport Means – 2011: (Kaunas University of

Techolog, October 20, 2011); XVII міжнародній конференції «Science – Future of Lithuania» (м. Вільнюс, 8 травня 2014 р.); інтернет-конференції «Енергозберігаючі технології теплогазопостачання, будівництва та муніципальної інфраструктури» (ХНУГХ, 2013 р.); Міжнародній науково-технічній конференції «Нові технології, обладнання, матеріали в будівництві і на транспорті»(м. Харків, 26-28 листопада 2014 р.); 76 Міжнародній науково-технічній конференції «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті» (м. Харків, 16-17 квітня 2014 р.); П'ятій міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті» (м. Харків, 23-24 квітня 2015 р.).

Публікації. Результати дисертаційної роботи опубліковано в 16 наукових працях, з яких 12 статей у виданнях, рекомендованих МОН України, в тому числі 3 – у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз та 4 – тез конференцій.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку літератури та додатків. Дисертація викладена на 223 сторінках і містить 157 сторінок основного тексту, в тому числі 32 таблиці, 89 рисунків, 228 найменувань літератури та 5 додатків на 16 сторінках.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Александров, А.А. Расчет трехслойных панелей / А. А. Александров, Л.Е. Брюккер, Л.М. Куршин, А. П. Прушков. – М.: Оборонгиз, 1960. – 240 с.
2. Александровский, С. В. Некоторые особенности усадки бетона / С.В. Александровский // Бетон и железобетон. – 1959. – № 4. – С. 18 – 22.
3. Александровский, С.В. О гистерезисе деформаций усадки и набухания бетона при его переменных высушиваниях и увлажнении / С.В. Александровский // Бетон и железобетон. – 1958. – № 4. – С. 27 – 27.
4. Александровский, С.В. О необратимости усадки и набухания бетона / С.В. Александровский // Исследования по теории железобетона. - Труды НИИЖБ. – М.: Госстройиздат, 1960. – Вып. 17. – С. 77 – 82.
5. Александровский, С.В. Расчет бетонных и железобетонных конструкций на изменения температуры и влажности с учетом ползучести / С.В. Александровский. – М.: Стройиздат, 1973. – 218 с.
6. Алексеева, О.П. Решение задач теплопроводности для сферы и цилиндра в интегральной форме / О. П. Алексеева // Сборник работ кафедры физики МИПП. – М.: Госэнергоиздат, 1957. – С. 15 – 20.
7. Амен-Заде, Ю.А. Теория упругости / Ю. А. Амен-Заде. – М.: Высшая школа, 1971. – 288 с.
8. Арутюнян, Н.Х. Теория ползучести неоднородных тел / Н. Х. Арутюнян, В.Б. Колмановский. – М.: Наука, 1983. – 270 с.
9. Бажанов, В.Л. Расчет конструкций на тепловые воздействия / В.Л. Бажанов, И.И. Гольденблат. – М.: Машиностроение, 1969. – 265 с.
10. Бартелеми, Б. Огнестойкость строительных конструкций / Б. Бартелеми, Ж. Крюппа. – М.: Стройиздат, 1985. – 216 с.
11. Берестянская, С.Ю. Напряженно-деформированное состояние сталебетонных плит при силовых и температурных воздействиях: дисс. ... канд. техн. наук 05.23.01 / Берестянская Светлана Юрьевна. – Харьков, 2002. – 214 с.

12. Беркман, А. С. Структура и морозостойкость стеновых материалов / А.С. Беркман, И.Г. Мельникова. – Л.-М.: Госстройиздат, 1962. – 166 с.
13. Бернал, Д. Структура продуктов гидратации цемента / Д. Бернал // Третий международный конгресс по химии цемента. – М.: Госстройиздат, 1958. – С. 18 – 23.
14. Бетонные и железобетонные конструкции, предназначенные для работы в условиях воздействия повышенных и высоких температур: СНиП 2.03.04-84, - [Введен 01-01-1986]. – М.: Госстрой СССР, 1985. – 53 с. (Строительные нормы и правила).
15. Бойков, В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс / В.Н. Бойков, Э.Е. Сигалов. – М.: Стройиздат, 1991. – 372 с.
16. Боли, Б. Теория температурных напряжений / Б. Боли, Дж. Уэйнер. – М.: Стройиздат, 1964. – 292 с.
17. Брицке, Э. В. Термические константы неорганических веществ / Э.В. Брицке. – М.: Изд. АН СССР, 1949. – 1014 с.
18. Бутт, Ю.М. Изучение скорости гидратации портландцементных материалов / Ю.М. Бутт // Журнал прикладной химии. – 1949. – Т. 22. – № 3. – С. 223 – 235.
19. Бушуев, Н. С. Прочность и деформативность бетона на гранитном щебне при высоких температурах / Н.С. Бушуев // Сб.тр. ВНИИПО – М., 1981. – С. 127 – 132.
20. Ватуля, Г.Л. Определение огнестойкости сталебетонных балок с подбором эффективной огнезащиты / Г.Л. Ватуля, Е.Ф. Орел, А.В. Игнатенко // Зб. наук. праць УкрДАЗТ. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 144. – С. 119 – 123.
21. Ватуля, Г.Л. Численное моделирование работы сталебетонных балок при трехстороннем нагреве / Г.Л. Ватуля, А.В. Игнатенко // Зб. наук. праць УкрДАЗТ. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 148. Ч. 2. – С. 119 – 122.
22. Вахитова, Л. Н. Некоторые аспекты огнезащиты металлоконструкций машзалов АЭС / Л.Н. Вахитова, В.О. Чеповский // F+S: технологии безопасности и противопожарной защиты. – 2010. - № 1 (43). – С. 62 – 66.

23. Вахитова, Л.Н. Комплексное решение проблемы защиты металлоконструкций от воздействия коррозии и огня / Л.Н. Вахитова, П.А. Фещенко, М.П. Лапушкин, К.В. Калафат // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2007. - № 7 – 8. – С. 81 – 90.
24. Вахитова, Л.Н. Огнезащита стальных конструкций / Л.Н. Вахитова, К.В. Калафат. – К.: ООО «НПП «Интерсервис»», 2009. – 150 с.
25. Вейник, А.И. Термодинамика реальных процессов / А.И. Вейник. – Минск: Наука і техника, 1991. – 253 с.
26. Вербецкий, Г.П. Прочность и долговечность бетона в водной среде / Г.П. Вербецкий. – М.: Стройиздат, 1976. – 127 с.
27. Веревичева, М.А. Исследование процесса разрушения сталебетонных конструкций при интенсивных температурных воздействиях: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.01/ Веревичева Марина Анатольевна. – Харьков, 1998. – 144 с.
28. Веревичева, М.А. Определение прочности сталебетонных балок при термосиловом воздействии с учетом граничных условий / М.А. Веревичева, Г.Л. Ватуля, А.В. Игнатенко // Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. научн. трудов. – Днепропетровск: ПГАСА, 2014. – Вып. 77. – С. 33– 37.
29. Вогнезахисні покриття для будівельних несучих конструкцій. Метод визначення вогнезахисної здатності. (ENV 13381-4:2002) ДСТУ Б В.1.1-17:2007. [Чинний від 2007-01-01.] – К.: Укрархбудінформ, 2007. – 62 с. – (Національний стандарт України).
30. Вольц, Г.И. Усадочные деформации и напряжения бетона / Г.И. Вольц. – М.: Госстройиздат, 1960. – 182 с.
31. Гейтвуд, Б.Е. Температурные напряжения применительно к самолетам, турбинам и ядерным реакторам / Б.Е. Гейтвуд. – М.: Издательство иностр. литературы, 1959. – 210 с.
32. Гитман, Ф.Е. Расчет железобетонных перекрытий на огнестойкость / Ф.Е. Гитман, В.Г. Олимпиев. – М.: Стройиздат, 1970. – 230 с.
33. Голоднов, А.И. Напряженно- деформированное состояние сжатых элементов при изменении свойств материалов и условий закрепле-

ния / А.И.Голоднов, В.В. Псюк // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наукових праць / Національний університет водного господарства та природокористування. – Рівне: НУВГтаП, 2011. – Вип. 21. – С. 309–316.

34. Голоднов, О.І. Експериментальне дослідження міцності залізобетонних плит при силових та високотемпературних впливах /О.І. Голоднов, М.П. Гордіюк // Теорія та практика ліквідації надзвичайних ситуацій: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. – Черкаси: АПБ ім. Героїв Чорнобиля, 2010. – С. 58-60.

35. Гольденблат, И.И. Расчет термоупругих напряжений в ядерных реакторах / И.И. Гольденблат, Н.А. Николаенко. – М.: Госатомиздат, 1962. – 272 с.

36. Горяйнов, К.Э. Исследование дегидратации при нагревании для определения характера новообразований гидратированных минералов портландцемента / К.Э. Горяйнов // ДАН СССР.– 1955.– Т. 104. - № 3.– С. 452 – 456.

37. Гринчик, Ю.А. Огнестойкость внецентренно сжатых колонн кольцевого сечения / Ю.А. Гринчик // Огнестойкость строительных конструкций. – М.: ВНИИПО МВД СССР, 1980. – Вып. 8. – С. 46 – 49.

38. Гутенмахер, А.И. Электрическое моделирование (электроинтегратор) / А.И. Гутенмахер. – М.: Изд. АН СССР, 1943. – 242 с.

39. Даниловская, В.И. Об одной динамической задаче термоупругости / В.И. Даниловская // ПМН. – 1952. – Т. 16. – Вып. 3. – С. 341 – 344.

40. Даниловская, В.И. Температурные напряжения в упругом полупространстве, возникающие вследствие внезапного нагрева его границы / В.И. Даниловская // ПМН. – 1950. – Т. 14. – Вып. 3. – С. 329 – 332.

41. Дерягин, Б.В. Теория устойчивости коллоидов тонких пленок / Б.В. Дерягин. – М.: Наука, 1986. – 210 с.

42. Дульнев, Г.Н. Применение ЭВМ для решения задач теплообмена / Г.Н. Дульнев, В.Г. Парфенов, А.В. Сигалов. – М.: Высшая школа, 1990. – 207 с.

43. Жакин, А.И. Механика сплошных сред. Лекции по дополнительным главам / А.И. Жакин. – Харьков: Изд-во Харьковского госуниверситета, 1993. – 187 с.

44. Жакин, А.И. Физико-химическая гидродинамика многокомпонентных и дисперсных сред / А.И. Жакин. – Курск: Изд-во КГТУ, 1999. – 200 с.
45. Жакин, А.И. Теория тепломассообмена в пористых средах / А.И. Жакин, Э.Д. Чихладзе, М.А. Веревичева // Изв. ВУЗов. Строительство. – 1998. – № 1. – С. 111 – 116.
46. Жаростойкие бетоны / Под ред. К.Д. Некрасова. – М.: Изд-во лит-ры по строительству, 1964. – 292 с.
47. Зайцев, Ю.В. Моделирование деформаций и прочности бетона методами механики разрушения / Ю.В. Зайцев. – М.: Стройиздат, 1982. – 196 с.
48. Залесов, А.С. Новый метод расчета прочности железобетонных элементов по наклонным сечениям / А.С. Залесов // Расчет и конструирование железобетонных конструкций. – М.: НИИЖБ, 1977. – Вып. 39. – С. 16 – 28.
49. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва: ДБН В.1.1-7:2002. – К.: Вид-во «Лібра», 2003. – 87 с.
50. Зенков, Н.И. Строительные материалы и поведение их в условиях пожара / Н.И. Зенков. – М.: ВИПТШ МВД СССР, 1974. – 176 с.
51. Зенков, Н.И. Прочность и деформативность бетона на гранитном заполнителе при действии высоких температур / Н.И. Зенков, Л.М. Зависнова // Огнестойкость строительных конструкций. – М.: ВНИИПО МВД СССР, 1977. - Вып. 5. – С. 88 – 93.
52. Зигель, Р. Теплообмен излучением / Р. Зигель, Дж. Хауэлл; пер. с англ. – М.: Мир, 1975. – 934 с.
53. Зиновьев, В.Н. О свойствах высокопрочного бетона на гранитном щебне при нагреве / В.Н. Зиновьев, Н.С. Бушев, В.И. Язонкин // Огнестойкость строительных конструкций. – М.: ВНИИПО МВД СССР, 1980. - Вып. 8. – С. 90 – 96.
54. Игнатенко, А.В. Напряженно-деформированное состояние сталебетонных колонн прямоугольного поперечного сечения при силовых и температурных воздействиях / А.В. Игнатенко // Строительство, материаловедение,

мишиностроение: сб. научн. трудов. – Днепропетровск: ПГАСА, 2005. – Вып. 35. – С. 253 – 256.

55. Игнатенко, А.В. Расчет бетонной колонны сплошного сечения со стальной обоймой / А.В. Игнатенко // Вестник ХНАДУ. – Харьков: ХНАДУ, 2011. – Вып. 52. – С. 60 – 63.

56. Ильин, Н.А. Последствия огневого воздействия на железобетонные конструкции / Н.А. Ильин. – М.: Стройиздат, 1979. – 127 с.

57. Ильин, Н.А. Техническая экспертиза зданий, поврежденных пожаром / Н.А. Ильин. – М.: Стройиздат, 1983. – 197 с.

58. Ильинский, М.В. Строительная теплофизика / М.В. Ильинский. – М.: Высшая школа, 1974. – 320 с.

59. Инструкция по расчету фактических пределов огнестойкости железобетонных строительных конструкций на основе новых требований строительных норм и правил / ВНИИПО МВД СССР. – М.: 1982. – 452 с.

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

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

62. Карпюс, У. Моделирующие устройства для решения задач теории поля / У. Карпюс; пер. с англ. под ред. Л.И. Гутенмахера. – М.: И.Л., 1962. – 137 с.

63. Кауфман, Б.Н. Теплопроводность строительных материалов / Б.Н. Кауфман. – М.: Гос. изд. лит. по строительству и архитектуре, 1955. – 159 с.

64. Клименко, Ф.Е. Сталебетонные конструкции с внешним полосовым армированием / Ф.Е. Клименко. – Киев: Будівельник, 1984. – 88 с.

65. Клованич, С.Ф. Метод конечных элементов в механике железобетона: [монография] / С.Ф. Клованич, И.Н. Мироненко. – Одесса: ОНМУ, 2007. – 110 с.

66. Кобзева, Е.Н. Расчет сталебетонных балок по несущей способности, исключаяющей работу растянутой зоны бетона / Е.Н. Кобзева, А.В. Игнатенко // Вестник ХНАДУ. – Харьков: ХНАДУ, 2012. – Вып. 58. – С. 119 – 123.
67. Ковалев, С.А. Испарение и конденсация в тепловых трубах / С.А. Ковалев, С.Л. Соловьев. – М.: Наука, 1981. – 111 с.
68. Ковалев, М.А. Напряженно-деформированное и граничное состояние сталебетонных балок при кратковременном статическом нагружении: дисс. ... кандидата техн. наук: 05.23.01 / Ковалев Максим Александрович. – Харьков, 2008. – 184 с.
69. Ковалёв, М.А. Несущая способность сталебетонных балок / М.А. Ковалёв, А.В. Игнатенко // Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. научн. трудов. – Днепропетровск: ПГАСА, 2008. – Вып. 47. – С. 328 – 333.
70. Коваленко, А.Д. Введение в термоупругость / А.Д. Коваленко. – Киев: Наукова думка, 1965. – 262 с.
71. Коваленко, А.Д. Пластинки и оболочки в роторах турбомашин / А.Д. Коваленко. – Киев: Изд. АН УССР, 1955. – 184 с.
72. Коздоба, Л. А. Электрическое моделирование явления тепло- и массопереноса / Л.А. Коздоба. – М.: Энергия, 1972. – 217 с.
73. Кондо, Р. Фазовый состав затвердевшего цементного теста / Р. Кондо, М. Даймон // Шестой Международный конгресс по химии цемента. – М.: Стройиздат, 1974. – С. 41 – 46.
74. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-98:2009, - [Чинний від 2011-06-01], - К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 75 с. (Державні будівельні норми України).
75. Конструкції будинків і споруд. Сталезалізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-160:2010, - [Чинний від 2011-09-01], - К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 81 с. (Державні будівельні норми України).

76. Кончковский, З. Плиты: статический расчет / З. Кончковский; пер. с пол. М.В. Предтеченского; под ред. А.И. Цейтлина. – М.: Стройиздат, 1984. – 480 с.

77. Кордина, К. Бетон. Огнезащита / К. Кордина, С. Мауер-Опенс. – Дюссельдорф: Бетон-Ферлаг, 1981. – 182 с.

78. Красильников, К. Г. Химические процессы в дисперсных телах / К.Г. Красильников // Тр. совещания по химии цемента. – М.: Госстройиздат, 1956. – С. 351 – 380.

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

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

81. Кричевский, А.П. Определение деформаций ползучести бетона при повышенных температурах / А.П. Кричевский // Бетон и железобетон. – 1982. – № 11. – С. 18 – 20.

82. Кричевский, А.П. Деформации сжатия тяжелого бетона при нагреве / А.П. Кричевский // Поведение бетонов и элементов железобетонных конструкций при нагреве / Тр. НИИЖБ. – М.: Стройиздат, 1982. – С. 21 – 29.

83. Круковский, П.Г. Эффективность вспучивающихся огнезащитных покрытий железобетонных конструкций при различных режимах пожара / П.Г. Круковский, Е.В. Качкар, А.И. Ковалев // Науковий вісник УкрНДІПБ. – 2010. - № 1 (21). – С. 75 – 83.

84. Круковский, П.Г. Анализ методов определения характеристики огнезащитной способности огнезащитных покрытий металлических конструкций / П.Г. Круковский, Е.В. Качкар, Н.Б. Григорьян // Науковий вісник УкрНДІПБ. – 2010. - № 1 (21). – С. 65 – 74.

85. Ларионова, З.М. Фазовый состав, микроструктура и прочность цементного камня и бетона / З.М. Ларионова, Л.В. Никитина, В.Р. Гарашин. – М.: Стройиздат, 1977. – 264 с.
86. Лебедев, Н.Н. Температурные напряжения в теории упругости / Н.Н. Лебедев. – М-Л.: ОНТИ, 1937. – 184 с.
87. Лермит, Д. Проблемы технологии бетона / Д. Лермит. – М.: Госстройиздат, 1959. – 263 с.
88. Ли, Ф.М. Химия цемента и бетона / Ф.М. Ли; пер. с англ. – М.: Госстройиздат, 1961. – 645 с.
89. Лукьянов, В.С. Расчет температурного режима бетонных и каменных конструкций при зимнем производстве работ / В.С. Лукьянов. – М.: Стройиздат, 1934. – 163 с.
90. Лыков, А.В. Кинетика и динамика процессов сушки и увлажнения / А.В. Лыков. – М.: Стройиздат, 1939. – 143 с.
91. Лыков, А.В. Теория сушки / А. В. Лыков. – М.: Энергия, 1968. – 471 с.
92. Лыков, А.В. Теория теплопроводности / А.В. Лыков. – М.: Энергия, 1967. – 510 с.
93. Лыков, А.В. Теория теплопроводности / А.В. Лыков. – М-Л.: СИ, 1952. – 410 с.
94. Лыков, А.В. Явления переноса в капиллярно-пористых телах / А.В. Лыков. – М.: Гостехиздат, 1954. – 357 с.
95. Майзель, В.М. Температурная задача теории упругости / В.М. Майзель. – Киев: Изд. АН УССР, 1951. – 280 с.
96. Малинин, Н.Н. Расчет неравномерно нагретых толстостенных труб / Н.Н. Малинин // Расчет на прочность элементов машиностроительных конструкций: сб. науч. тр. – М.: Машгиз, 1955. – С. 34 – 42.
97. Маркус, Я.И. Равнопрочность элементов ребристых плит. / Я.И. Маркус // Бетон и железобетон, №7, 1980, с. 13-14.

98. Маслов, Г.Н. Опыт теоретического анализа температурных изменений кладки плотин и подпорных стенок треугольного профиля / Г.Н. Маслов // Известия НИИГ. – М.: Стройиздат, 1936. - Т. 18. – С. 34 – 44.

99. Маслов, Г.Н. Температурные напряжения и деформации бетонных массивов на основах теории упругости / Г.Н. Маслов // Известия ВНИИГ. – М.: Стройиздат, 1934. – Т. 13. – С. 47 – 55.

100. Маслов, Г.Н. Термическое напряженное состояние бетонных массивов при учете ползучести бетона / Г.Н. Маслов // Известия НИИГ. – М.: Стройиздат, 1941. – Т. 28. – С. 45 – 57.

101. Мелан, Э. Температурные напряжения, вызываемые стационарными температурными полями / Э. Мелан, Г. Паркус. – М.: Физматгиз, 1958. – 276 с.

102. Методы определения теплопроводности и температуропроводности / [под ред. А. В. Лыкова]. – М.: Энергия, 1973. – 336 с.

103. Милованов, А.Ф. Температурные деформации конструктивного керамзитоперлитобетона при кратковременном нагреве / А.Ф. Милованов, Р.А. Абдуллаев // Пути повышения огнестойкости строительных материалов и конструкций. – М.: Знание, 1982. – С. 102 – 106.

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

105. Милованов, А.Ф. Влияние температуры на работу предварительно-напряженных железобетонных конструкций / А.Ф. Милованов // Бетон и железобетон. – 1970. – № 5. – С. 17 – 22.

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

107. Милованов, А.Ф. Влияние кратковременного нагрева на прочностные и упругопластические свойства высокопрочного бетона / А.Ф. Милованов, В.Н. Зиновьев // Жаростойкие бетоны, материалы и конструкции. – Челябинск: УралНИИСтромпроект, 1981. – С. 159 – 163.

108. Милованов, А.Ф. Деформации высокопрочного бетона при кратковременном нагреве / А.Ф. Милованов, В. Н. Зиновьев // Бетон и железобетон. – 1981. – № 9. – С. 19 – 23.

109. Милованов, А.Ф. Расчет железобетонных конструкций на воздействие температуры / А.Ф. Милованов, Х.У. Камбаров. – Ташкент: Укитувчи, 1994. – 360 с.

110. Милованов, А.Ф. Огнестойкость конструкций из керамзитобетона / А.Ф. Милованов, Х.У. Камбаров, Т.Н. Малкина // Пром. стр-во. – 1976. – № 5. – С. 17 – 19.

111. Милованов, А.Ф. Огнестойкость конструкций из керамзитобетона / А.Ф. Милованов, Х.У. Камбаров, Т.Н. Малкина // Бюллетень ФПИ (Лондон), тетрадь 76. – 1978. – С. 18 – 20.

112. Милованов, А.Ф. Огнестойкость железобетонных колонн из керамзитобетона / А.Ф. Милованов, Х.У. Камбаров // Огнестойкость строительных конструкций. – М.: ВНИИПО МВД СССР, 1980. – Вып. 8. – С. 50 – 57.

113. Милованов, А.Ф. Методы определения физико-механических свойств бетона для условий пожара / А.Ф. Милованов // Пути повышения огнестойкости строительных материалов и конструкций. – М.: Знание, 1982. – С. 81 – 85.

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

115. Милованов, А.Ф. Огнестойкость железобетонных конструкций при пожаре / А.Ф. Милованов. – М.: Стройиздат, 1998. – 304 с.

116. Милованов, А.Ф. Ползучесть жаростойких бетонов на портландцементе, глиноземистом цементе и жидком стекле с шамотным заполнителем при высоких температурах / А.Ф. Милованов. // Железобетон в условиях высоких температур / НИИЖБ. – М.: Госстройиздат, 1963. – 227 с.

117. Милованов, А.Ф. Расчет жаростойких железобетонных конструкций / А.Ф. Милованов. – М.: Стройиздат, 1975. – 232 с.

118. Милованов, А.Ф. Расчет изгибаемых жаростойких предварительно напряженных железобетонных элементов / А.Ф. Милованов, В.А. Шувалов, Т.Н. Малкина. – М.: Стройиздат, 1969. – 280 с.

119. Милованов, А.Ф. Огнестойкость плит из керамзитобетона / А.Ф. Милованов, А.И. Яковлев, Х.У. Камбаров // Огнестойкость строительных конструкций. – М.: ВНИИПО МВД СССР, 1979. – Вып. 7. – С. 58 – 68.

120. Милованов, А.Ф. Огнестойкость изгибаемых предварительно напряженных железобетонных элементов при потере прочности от поперечной силы / А.Ф. Милованов, А.И. Яковлев // Огнестойкость строительных конструкций. – М.: ВНИИПО МВД СССР, 1979. – Вып. 7. – С. 36 – 49.

121. Мощанский, Н.А. Плотность и стойкость бетонов / Н.А. Мощанский. – М.: Госстройиздат, 1951. – 163 с.

122. Мурашев, В.И. Трещиностойкость, жесткость и прочность железобетона / В.И. Мурашов. – М.: Издательство Министерства строительства предприятий машиностроения, 1950. – 268с.

123. Невский, А.С. Лучистый теплообмен в печах и топках / А.С. Невский. – М.: Металлургия, 1971. – 440 с.

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

125. Некрасов, К.Д. Влияние нагрева на физико-механические свойства тяжелого бетона / К.Д. Некрасов, В.З. Жуков, Я.Д. Коростышевский // Тепло-монтажные и изоляционные работы. – 1967. – Вып. 1. – С. 12 – 16.

126. Новацкий, В. Вопросы термоупругости / В. Новацкий. – М.: Изд. АН СССР, 1962. – 363 с.

127. Огнестойкость бетонных и сталебетонных конструкций / [Э.Д. Чихладзе, А.И. Жакин, М.А. Веревичева, С.Ю. Берестянская, и др.] // Збірник наукових праць ХарГАЖТ. – Харьков: ХарГАЖТ, 2000. Вып. 40. – С. 97 – 107.

128. Огнестойкость зданий / [В.П. Бушев, В.А. Пчелинцев, В.С. Федоренко и др.]. – М.: Стройиздат, 1979. – 261 с.

129. Орел, Е.Ф. Напряженно-деформированное состояние изотропных плит с симметричной поперечной неоднородностью при термосиловом нагружении / Орел Е.Ф., Г.Л. Ватуля, А.В. Игнатенко // Зб. наук. праць УкрДАЗТ. – Харків: УкрДАЗТ, 2015. – Вип. 153. – С. 217 – 222.

130. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека: ДБН В.1.2-7:2008. – К.: Вид-во ДП «Укрархбудінформ», 2008. – 52 с.

131. Остриков, М.С. Влияние сил капиллярной контракции на механические свойства и структуру высыхающих тел / М.С. Остриков, И.В. Ростовцева и др. // Коллоидный журнал. – 1960. – Т. 22. – № 4. – С. 34 – 39.

132. Пауэрс, Т.К. Физическая структура портландцементного теста / Т.К. Пауэрс // Химия цемента / Пер. с англ. – М., 1969. – С. 300 – 319.

133. Перельмутер, А.В. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа / А.В. Перельмутер, В.И. Сливкер. – К.: Изд-во «Сталь», 2002. – 600 с.

134. Петров, А.Н. Работа бетонного ядра и стальной обоймы в трубобетоне в упругой стадии / А.Н. Петров, А.Г. Красюк, А.В. Игнатенко // Зб. наук. праць УкрДАЗТ. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 129. – С. 188 – 196.

135. Петров, А.Н. Усиление железобетонных колонн зданий и сооружений пространственной обоймой, составленной из уголков и соединительных стержней / А.Н. Петров, А.В. Игнатенко // Науковий вісник будівництва. - Вип. 52, Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2009. – С. 444 – 448.

136. Петров, А.Н. Численные расчеты брусовых колонн на внецентренное сжатие / А.Н. Петров, А.В. Игнатенко // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, Одеса «Зовнішрекламсервіс», 2010. – Вип. 38. – С. 505 – 510.

137. Пожарная профилактика и тушение пожаров // Информационный сборник ЦНИИПО. – М.: Стройиздат, 1968. – Вып. 4. – 100 с.

138. Поздеев, В.М. Напряженно-деформированное состояние железобетонных неразрезных ребристых плит, армированных высокопрочной арматурой: дисс. ... кандидата техн. наук: 05.23.01 / Виктор Михайлович Поздеев. – М., 1985. – 200 с.

139. Поздеев, С.В. Развитие научных основ определения пределов огнестойкости несущих железобетонных конструкций: дис. ... докт. техн. наук: 21.06.02 / Поздеев Сергей Валерьевич. – Черкассы, 2012. – 360 с.

140. Пособие по определению пределов огнестойкости конструкций, пределов распространения огня по конструкциям и групп возгораемости материалов. – М.: Стройиздат, 1985. – 95 с.

141. Правила по обеспечению огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций. СТО 36554501-006-2006 – [Введен в действие 1996-01-01] – М.: Стройиздат, 2006. – 77 с. – (Национальный стандарт РФ).

142. Практичний розрахунок елементів залізобетонних конструкцій за ДБНВ.2.6-98:2009 у порівнянні з розрахунками за СНиП 2.03.01-84* і EN 1992-1-1 (Eurocode 2) / В.М. Бабаєв, А.М. Бамбура, О.М. Пустовойтова та ін.; за заг. Ред. В.С. Шмуклера. – Х.:Золоті сторінки, 2015. – 208с.

143. Работнов, Ю.Н. Кратковременная ползучесть / Ю.Н. Работнов, С. Т. Милейко. – М., 1970. – 178 с.

144. Рамачандран, В. Наука о бетоне / В. Рамачандран, Р. Фельдман, Дж. Бодуэн / Пер. с англ. – М.: Стройиздат, 1986. – 278 с.

145. Расчет на прочность, устойчивость и колебания в условиях высоких температур / [Безухов Н.И., Бажанов В.Л., Гольденблат И.И. и др.]. – М.: Машиностроение, 1965. – 216 с.

146. Рекомендации по защите бетонных и железобетонных конструкций от хрупкого разрушения при пожаре. – М.: Стройиздат, 1979. – 21 с.

147. Рекомендации по проектированию железобетонных элементов конструкций с ненапрягаемой и преднапряженной арматурой с требуемым пределом огнестойкости: Бюллетень ФИП 1. – Лондон, 1975. – 80 с.

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

149. Ржаницын, А.Р. Составные стержни и пластинки / А.Р. Ржаницын. – М.: Стройиздат, 1986. – 316 с.

150. Ройтман, В.М. Результаты исследований тепло- и влагопереноса в строительных конструкциях, испытывающих интенсивное тепловое воздействие / В.М. Ройтман, А.Т. Апостолов, Т.С. Симонова // Огнестойкость строительных конструкций. – М.: НИИПО, 1973. – Вып. 1. – С. 130 – 143.

151. Ройтман, В.М. Решение теплотехнической задачи огнестойкости конструкций с учетом процессов влагопереноса на ЭВМ по конечно-разностной схеме / В.М. Ройтман, Т.Н. Зырина // Огнестойкость строительных конструкций. – М.: ВНИИПО, 1974. – С. 58 – 71.

152. Руководство по проектированию бетонных и железобетонных конструкций, предназначенных для работы в условиях воздействия повышенных и высоких температур. – М.: Стройиздат, 1978.

153. Руководство по испытанию строительных конструкций на огнестойкость. – М.: ВНИИПО МВД СССР, 1980. – 118 с.

154. Салманов, Г.Д. Влияние высокой температуры на упругопластические свойства обычного и жароупорного бетонов и на их сцепление арматурой / Г.Д. Салманов, А.Ф. Милованов // Строительная промышленность. – 1952. – № 1. – С. 20 – 27 с.

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

156. Семко В.О. До питання вогнестійкості конструкцій із легких сталевих тонкостінних елементів в житловому будівництві / В.О. Семко, А.А. Орліковський, Д.А. Прохоренко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне: Видавництво Національного університету водного господарства та природокористування, 2011. – Вип. 21. – С. 532-537.

157. Семко В.О. Моделювання дії високих температур на колону з ЛСТК, захищену гіпсокартоном / В.О. Семко, А.А. Орліковський // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. зб. – К.: КНУБА, 2011. – Вип. 40: у 2-х ч. – Ч. 2. – С. 311-318.

158. Соломонов, В.В. Состояние сборных многопустотных преднапряженных плит перекрытий после пожара / В.В. Соломонов, А.И. Яковлев,

А.В. Пчелинцев // Огнестойкость железобетонных конструкций. – М.: НИИЖБ Госстроя СССР, 1984. – С. 53 – 58.

159. Сорокин, А.Н. Расчет огнестойкости железобетонных колонн с учетом полных деформаций бетона / А.Н. Сорокин // Огнестойкость строительных конструкций. – М.: ВНИИПО МВД СССР, 1980. – Вып. 8. – С. 28 – 33.

160. Сычев, В.И. Огнестойкость строительных конструкций / В.И. Сычев, В.В. Жуков. – М.: ЦИНИС Госстроя СССР, 1976. – 164 с.

161. Ступаченко, П.П. Влияние структурной пористости гидротехнического бетона на его свойства и долговечность / П.П. Ступаченко // Защита строительных конструкций от коррозии, 1966. – С. 67 – 84.

162. Теплофизические свойства веществ: [под ред. Н. Б. Варгафтика]. – М.-Л.: ГЭИ, 1956. – 367 с.

163. Технологический регламент 11-07. Рабочая инструкция композиции огнезащитной для стальных конструкций из минераловатных плит ROCKWOOL серии CONLIT 150 SL и клея CONLIT Glue. Москва. – 2010. – 14 с.

164. Тимошенко, С.П. Теория упругости: [пер. с англ.] / С.П. Тимошенко, Дж. Гудьер. – М.: Наука, 1975. – 576 с.

165. Тихонов, А.Н. Уравнения математической физики / А.А. Самарский, А.Н. Тихонов. – М.: Наука, 1972. – 735 с.

166. Уздалаев А.И. Некоторые задачи термоупругости изотропного тела / А.И. Уздалаев. – Саратов: Издательство Самарского университета, 1967. – 243 с.

167. Фарбер, С.Г. К определению технологической трещиностойкости железобетонных конструкций, преднапрягаемых терморреактивным методом / С.Г. Фарбер, В.И. Дронов // Тезисы докладов научно-технической конференции «Обобщение опыта применения и перспективы развития предварительно напряженных конструкций на Дальнем Востоке», 1970. – С. 72 – 73.

168. Фарбер, С. Г. Экспериментальное исследование температурных и влажностных полей при высокотемпературном нагреве / С.Г. Фарбер, В.И. Дронов // Строительные изделия, конструкции и сооружения / Сб.тр. МИ-СИ, БТИСМ. – Вып. 18. – М., 1976. – С. 94 – 100.

169. Фарбер, С.Г. Экспериментальное исследование напряженного состояния бетона при осесимметричном высокотемпературном нагреве / С.Г. Фарбер, В.И. Дронов // Строительные изделия, конструкции и сооружения / Сб.тр. МИСИ, БТИСМ. – Вып. 18. – М., 1976. – С. 109 – 117.

170. Фарбер, С.Г. Температурное поле вокруг арматуры при электротермическом натяжении ее на бетон / С.Г. Фарбер, С.Л. Фомин // Тезисы докладов научно-технической конференции по усилению строительных конструкций и технологии преднапряженных конструкций. – Львов, 1964. – С. 64 – 65.

171. Фарбер, С.Г. К теории теплопроводности бетона / С.Г. Фарбер // Тезисы докладов конференции по вопросам применения жароупорных бетонов. – Киев, 1962. – С. 93 – 94.

172. Фарбер, С.Г. Влияние температуры на физико-механические свойства железобетонных конструкций / С.Г. Фарбер, С.Л. Фомин // Прочность и деформативность железобетонных конструкций. - Харьков, 1969. – С. 48 – 54.

173. Влияние параметров точности геометрических параметров на ТЭП возведения элементов жесткости: / С.Л. Фомин, Е.И. Меерсдорф, П.А. Резник // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДУБА, ХОТВ АБУ, 2011. – Вип. 66 – С. 399-403.

174. Фомин, С.Л. Работа железобетонных конструкций при воздействии климатической и пожарной среды: дисс. ... доктора техн. наук: 05.23.01; 05.26.03 / Фомин Станислав Леонидович. – Харьков, 1997. – 554 с.

175. Франчук, А.У. Таблицы теплофизических показателей строительных материалов / А.У. Франчук. – М., 1969. – 142 с.

176. Фрид, С.А. Температурные напряжения в бетонных и железобетонных конструкциях гидротехнических сооружений / С.А. Фрид. – М.-Л.: Стройиздат, 1959. – 262 с.

177. Хечумов, Р.А. Сопротивление материалов и основы строительной механики / Р.А. Хечумов, А.Г. Юрьев, А.А. Толбатов. – М.: изд. АСВ, 1994. – 387 с.

178. Цвіркун, С.В. Удосконалення методу визначення вогнезахисної здатності покриттів металевих конструкцій: дис. ... кандидата техн. наук: 21.06.02 / Цвіркун Сергій Вікторович. – Черкаassy, 2006. – 146 с.

179. Цилосани, З.Н. Усадка и ползучесть бетона / З.Н. Цилосани. – Тбилиси: Мецниереба, 1979. – 230 с.

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

181. Чеховский, Ю.В. Механизм переноса газов и жидкостей через бетон и методы исследования структуры пор бетона / Ю.В. Чеховский, С.А. Рейтлингер. – М.: ВНИИСТ, 1961. – 65 с.

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

183. Чихладзе, Э.Д. Напряженно-деформированные состояния сталебетонных плит / Э.Д. Чихладзе, А.Д. Арсланханов // Строительная механика и расчет сооружений. – 1990. – № 2. – С. 22 – 26.

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

185. Чихладзе, Э.Д. Теория деформирования сталебетонных плит / Э.Д. Чихладзе, А.Д. Арсланханов // Межвуз. сб. научн. тр. – Харьков: ХарГАЖТ, 1996. – Вып. 27. – С. 4 – 39.

186. Чихладзе, Э.Д. Огнестойкость нагруженной сталебетонной балки / Э.Д. Чихладзе, М.А. Веревичева, Эммануэль Ямб // Эффективные конструкции в новом строительстве и при реконструкции зданий и сооружений: сб. докл. Междунар. конф. «Качество, безопасность, энерго- и ресурсосбережение в промышленности строительных материалов и строительстве на пороге XXI века». – Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2000. – Ч. 3. – С. 301 – 305.

187. Чихладзе, Э.Д. Модель бетона как многофазной среды / Э.Д. Чихладзе, М.А. Веревичева, Эммануэль Ямб // Современные проблемы

строительного материаловедения: сб. докл. Междунар. научно-практич. конф. школы-семинара молодых ученых, аспирантов докторантов, посвященной памяти В.Г.Шухова.– Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2001. – Ч. 1. – С. 116 – 119.

188. Чихладзе, Э.Д. Исследование процесса разрушения бетона в условиях высокотемпературного нагрева / Э.Д. Чихладзе, А.И. Жакин, М.А. Веревичева // Инженерные проблемы современного бетона и железобетона. Технология сборного и монолитного бетона и железобетона: сб. докл. Междунар. конф. – Минск: НПФ «Рансо». – 1997. Том 2. – С. 237 – 243.

189. Чихладзе, Э.Д. Исследование процесса разрушения бетона при интенсивных температурных воздействиях / Э.Д. Чихладзе, А. И. Жакин, М.А. Веревичева // Залізничній транспорт України. – 1999. – № 2. – С. 5 – 7.

190. Чихладзе, Э.Д. Расчет бетонных цилиндрических колонн в стальной обойме на силовые воздействия / Э.Д. Чихладзе, А.Г. Кислов, А.В. Игнатенко // Вестник ХНАДУ. – Харьков: ХНАДУ, 2005. – Вып. 29. – С. 304 – 307.

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

192. Швецов, А.В. Приближенный способ определения собственных напряжений в бетоне с учетом переменности его деформативных свойств / А.В. Швецов // Гидротехническое строительство. – 1952. – № 8. – С. 27 – 30.

193. Шейкин, А.Е. Влияние минералогического состава цемента на усадку бетона / А.Е. Шейкин, М.И. Гершман // Труд НИИцемента. – М.: Госстройиздат, 1949. – Вып. 2. – С. 28 – 30.

194. Шейкин, А.Е. К вопросу прочности, упругости и пластичности бетона / А.Е. Шейкин // Строительная механика и мосты: Труды МИИТ. – М.: Трансжелдориздат, 1946. – Вып. 69. – С. 87 – 92.

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

196. Экспериментальные пожары в Лерте: Научно-техническая серия 04.037. – Дюссельдорф, 1978. – 74 с.
197. Юрьев, А.Г. Решение нелинейных задач строительной механики / А.Г. Юрьев. – М.: МИСИ, 1977. – 128 с.
198. Юрьев, А.Г. Решение проектных задач термоупругости / А.Г. Юрьев // Известия вузов. Строительство. – 2000. – № 12. – С. 18 – 20.
199. Яковлев, А.И. Основные принципы расчета пределов огнестойкости строительных конструкций / А.И. Яковлев // Огнестойкость строительных конструкций. – М.: ВНИИПО МВД СССР, 1980. – Вып. 8. – С. 3 – 14.
200. Яковлев, А.И. Расчет пределов огнестойкости сжатых железобетонных конструкций по критическим деформациям / А.И. Яковлев // Поведение строительных конструкций в условиях пожара. – М.: ВНИИПО МВД СССР, 1987. – С. 5 – 16.
201. Яковлев, А.И. Исследование теплофизических характеристик бетонов путем решения обратной задачи теплопроводности с помощью ЭВМ / А.И. Яковлев, Л.В. Шейнина, А.Н. Сорокин // Огнестойкость строительных конструкций. – М.: ВНИИПО МВД СССР, 1975. – Вып. 3. – С. 3 – 12.
202. Яковлев, А.И. Расчет огнестойкости строительных конструкций / А.И. Яковлев. – М.: Стройиздат, 1988. – 144 с.
203. Abu, A.K. The effect of edge support on tensile membrane action of composite slabs in fire / A.K. Abu, I.W. Burgess // Proc. SDSS'Rio. – 2010. – P. 21 – 32.
204. ANSYS, ANSYS 9.0 Manual Set, ANSYS Inc., Southpoint, 275 Technology Drive, Canonsburg, PA 15317, USA.
205. Becker, J. Fires-R.C. A computer program for the fire response of structures- reinforced concrete / J. Becker, H. Bizri, B. Bresler // Report UCB FRG 74-3. University of California, 1974. – P. 167-178.
206. Cai, J. A generalised steel/reinforced concrete beam-column element model for fire conditions / J. Cai, I.W. Burgess, R.J. Plank // Eng. Struct. – 2003. – V. 25 (6). – P. 817 – 833.

207. Caldas, R.B. Finite element implementation for the analysis of 3D steel and composite frames subjected to fire / R.B. Caldas, R.H. Fakury, J.R. Sousa, M. Batista João // *Lat. Am. j. solids struct.* – 2014. – Vol. 11. – № 1. – P. 1 – 18.

208. Cook, R.D. *Concepts and Applications of Finite Element Analysis* / R.D. Cook, D.S. Malkus, M.E. Plesha, R.J. Witt. – John Wiley & Sons, 2002. – 200 p.

209. Chen, W.F. *Plastic design and second-order analysis of steel frames* / W.F. Chen, I. Sohal. – Springer-Verlag, New York, 1995. – 318 p.

210. Concrete and fire safety. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.concrete.com>.

211. Design of Concrete Structures for Tire Resistance Preliminary Draft of an Appendix to the CEP-FIP Modele Code. Comite Euro-International du Beton Bulletin de l'Information № 145, 1981 – 1982. – 212 p.

212. Duhamel, J.M.G. *Memoire sur le calcul des actions moleculaires developpees par les changements de temperature dans les corps solides* / J.M.G. Duhamel // *Memoires science de l'institut de France.* – Paris, 1938. – P. 440 – 489.

213. Dundrova, V. *Teorie ohybu sendivicovych desek* / V. Dundrova, V. Kovarik, P. Slapak. – Praha: Akademie ved, 1965. – 231 p.

214. EN 1992-1-2:2004 Eurocode 2. European Standard, Design of concrete structures, Part 1.2: General rules. Structural fire design.

215. EN 1993-1-2:2005 Eurocode 3. European Standard, Design of steel structures. Part 1.2: General rules. Structural fire design.

216. EN 1994-1-2:2005 Eurocode 4. European Standard, Design of composite steel and concrete structures, Part 1.2: General rules, structural fire design.

217. Ellingwood, B. Flexure and shear behavior of concrete beams during fires / B. Ellingwood, T.D. Lin // *J. Struct. Eng.* – 1991. – Vol. 1176 (2). – P. 440 – 458.

218. Franssen, J.M. *A study of the behavior of composite steel-concrete structures in fire* / J.M. Franssen // *Ph.D thesis.* – University of Liege, 1987. – p. 159.

219. Franssen, J.M. SAFIR: A thermal/structural program for modeling structures under fire / J.M. Franssen // *Eng. J. AISC*, 3rd quarter. – 2005. – P. 143 – 158.

220. Huang, Z. A non-linear beam-column element for 3d modelling of general cross-sections in fire / Z. Huang, I.W. Burgess, R.J. Plank // Report DCSE/03/F/1. – University of Sheffield, 2003. – p. 59.

221. Huang, Z. Behavior of reinforced concrete structures in fire / Z. Huang, I.W. Burgess, R.J. Plank // Proc. Int. Workshop Struct, in Fire. – 2006. – p. 240.

222. Huang, Z. Three-dimensional analysis of reinforced concrete beam-column structures in fire / Z. Huang, I.W. Burgess, R.J. Plank // J. Struct. Eng. – 2009. – V. 135 (10). – P. 1201 – 1212.

223. Huang, Z. Behavior of reinforced concrete structures in fire / Z. Huang, I.W. Burgess, R.J. Plank // Proc. Int. Workshop Struct. in Fire. – 2006.

224. Kordina, K. Jahresberichte 1975 – 1978 und 1978-1980 Sonderforschungsbereich 148 / K. Kordina. – TU: Braunschweig, 1977. – 109 p.

225. Melan, E. Warmespannungen infolge stationärer temperaturfelder / E. Melan, H. Parkus. – Wien: Springer Verlag, 1953. – 276 p.

226. Nowacki, W. Zagadnienia termosprezystosci / W. Nowacki. – Warszawa: PNW, 1960. – 217 p.

227. Sousa, Jr. (2005), Numerical analysis of composite steel-concrete columns of arbitrary cross section / Jr. Sousa, J.B. M., R.B. Caldas // J. Struct. Eng. – 2005. – V. 131 (11). – P. 1721 – 1730.

228. Weise, I. Rechnereache Untersuchungen zum Tragung Verformungsverhalten brandbeanspruchten Stahlbetonplatten / I. Weise // Sonderforschungsbereich 148: Brandverhalten von Bauteilen / Technische Universtat Braunschweig. – Arbeitsbericht 1981 – 1983. – Braunschweig 1983. – Teil 1. – P. 169 – 185.