

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Академія будівництва України
Національний університет водного господарства
та природокористування
Північно-Західне територіальне відділення АБУ

РЕСУРСОЕКОНОМНІ МАТЕРІАЛИ, КОНСТРУКЦІЇ, БУДІВЛІ ТА СПОРУДИ

Збірник наукових праць

Випуск 25

*Випуск присвячений 75-річчю
Бабича Євгенія Михайловича,*

*завідувача кафедри інженерних конструкцій,
професора, доктора технічних наук,
заслуженого працівника народної освіти,
Академіка Академії будівництва України,
Академії наук вищої освіти України та міжнародної
Академії екології і життєдіяльності,
Голови правління Північно-Західного
територіального відділення
Академії будівництва України*

Рівне – 2013

Зареєстрований Міністерством юстиції України (свідоцтво КВ 16399-4871 ПР від 02.02.2010).

Затверджений Президією ВАК України як фахове видання (Бюлетень ВАК України, № 6, 2010 р.)

Матеріали збірника схвалені на засіданні Вченої ради університету і рекомендовані до видання (протокол № 2 від 25 лютого 2013 р.).

Наведені нові результати фундаментальних та прикладних досліджень в області будівельних матеріалів та технологій їхнього виготовлення, теорії опору елементів будівельних конструкцій зовнішнім впливам, методи їхнього розрахунку. Висвітлені окремі питання розрахунків та підсилення будівельних конструкцій, будівель і споруд.

Призначений для наукових працівників, спеціалістів проектних організацій і виробничих підприємств будівельної галузі, докторантів, аспірантів та студентів навчальних закладів будівельного напрямку.

Редакційна колегія

Бабич Є.М., д.т.н., професор - відповідальний редактор (Національний університет водного господарства та природокористування); **Борисюк О.П.**, к.т.н., доцент, відповідальний секретар (Національний університет водного господарства та природокористування); **Азізов Т.Н.**, д.т.н., професор (Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини); **Барашников А.Я.**, д.т.н., професор (Київський національний університет будівництва і архітектури); **Бліхарський З.Я.**, д.т.н., професор (Національний університет "Львівська політехніка"); **Гіроль М.М.**, д.т.н., професор (Національний університет водного господарства та природокористування); **Гнідець Б.Г.**, д.т.н., професор (Національний університет "Львівська політехніка"); **Гончаренко Д.Ф.**, д.т.н., професор (Харківський державний технічний університет будівництва і архітектури); **Дворкін Л.Й.**, д.т.н., професор (Національний університет водного господарства та природокористування); **Дорофєєв В.С.**, д.т.н., професор (Одеська державна академія будівництва і архітектури); **Масюк Г.Х.**, к.т.н., професор, (Національний університет водного господарства та природокористування); **Павліков А.М.**, д.т.н., професор (Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка); **Пічугін С.Ф.**, д.т.н., професор (Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка); **Трач В.М.**, д.т.н., професор (Національний університет водного господарства та природокористування); **Яременко О.Ф.**, д.т.н., професор (Одеська державна академія будівництва і архітектури).

Технічний секретар – Григорчук І.П.

Адреса редколегії: 33028, м. Рівне, вул. Соборна, 11, НУВГП

ISSN 2218-1873

ISBN 966-7447-21-9

© Національний університет водного господарства та природокористування, 2013

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ МАТЕРІАЛИ ТА НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ

УДК 691.328.1

ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ДРІБНОЗЕРНИСТОГО СТАЛЕФІБРОБЕТОНУ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
МЕЛКОЗЕРНИСТОГО СТАЛЕФИБРОБЕТОНА

DETERMINATION OF MECHANICAL DESCRIPTIONS OF
FINEGRAINED STEEL-FIBRE-CONCRETE

Андрійчук О.В., к.т.н., ст. викл. (Луцький національний технічний університет)

Андрійчук А.В., к.т.н., ст. препод. (Луцкий национальный технический университет)

Andriychuk A.V., candidate of technical sciences, senior lecturer (Lutsk National Technical University, Lutsk)

В статті представлені результати визначення нормативного та розрахункового опору дрібнозернистого сталевібробетону осьовому стиску та осьовому розтягу. Проведено співставлення та порівняння теоретично отриманих даних із результатами експериментальних досліджень.

В статье представлены результаты определения нормативного и расчетного сопротивления мелкозернистого сталевібробетона осевому сжатию и осевому растяжению. Проведено сопоставление и сравнение теоретически полученных данных с результатами экспериментальных исследований.

In the article the presented results of determination of normative and calculation resistance of fine-grained steel-fibre-concrete to the axial clench and axial wricked. Comparison and comparison of the data obtained in theory are conducted with the results of experimental researches.

Ключові слова: сталевібробетон, нормативний опір, розрахунковий опір, осьовий стиск, осьовий розтяг.

Сталевібробетон, нормативное сопротивление, расчетное сопротивление, осевое сжатие, осевое растяжение.

Романюк В.В., Василенко В.Б.	Розрахунок перфорованих елементів в програмному комплексі „Ліра”.....	412
Ромашко В.М.	Тріщиноутворення в залізобетонних елементах та конструкціях за загальною моделлю їх деформування.....	418
Салійчук Л.В.	Вплив відігнутих анкерів на міцність і деформативність закладних деталей при зсуві та суміжній дії зсуваючої сили і згинального моменту.....	425
Семиног Н.Н., Отрош Ю.А., Голоднов А.И.	Експериментальні дослідження міцності арматури і бетону колон при високотемпературних впливах.....	433
Склярів І.О.	Штучне регулювання зусиль в рамках змінної жорсткості з суцільною гнучкою стінкою.....	441
Смолянюк Н.В.	Дослідження роботи плит з зовнішнім армуванням при короткочасному навантаженні.....	448
Стороженко Л.І., Нижник О.В., Клестов О.В., Галченко С.А., Горб О.О., Дячук О.Ф.	Експериментальні дослідження плит перекриття зі сталевим обрамленням у порівнянні зі звичайними залізобетонними плитами.....	454
Фенко О.Г., Фенко Г.О.	Вплив власних напружень на міцність матеріалів.....	466
Цапко Ю.В.	Визначення впливу модифікаторів деревини на вогнестійкість дерев'яних конструкцій.....	472
Шкурупій О.А., Митрофанов П.Б.	Граничний напружено-деформований стан і міцність стиснутих залізобетонних елементів...	480
Юрченко В. В.	Дослідження втрати місцевої стійкості та втрати стійкості форми перерізу тонкостінних стержнів відкритого профілю.....	488

БУДІВЛІ ТА СПОРУДИ

Алексеєнко В.Н., Жилєнко О.Б.	Многофакторний аналіз експлуатаційних характеристик несущої системи здания SPA-центра.....	500
Барашиков А.Я., Алиа Мохамад Гияс.	Сохранение древних архитектурных памятников Сирии – первоочередная задача всего прогрессивного человечества.....	507
Білик А.С., Хмельницька А.В., Бут М.О., Курашов Р.В., Бурган Б.	Дослідження вартості висотних офісних будівель зі сталевим та залізобетонним каркасом...	513
Валовой О.І., Романенко К.М., Сліпич О.О.	Розрахунок на сейсмостійкість несучих залізобетонних елементів промислової споруди з урахуванням фізичної нелінійності бетону та арматури.....	521
Галінська Т.А.	Удосконалення методики проектування природного освітлення приміщень будівель.....	528
Іленков Ю.А.,	Сучасні енергоефективні тришарові конструкції стін: основні типи конструкцій та їх особливості.....	542
Єфіменко В.І., Паливода О.А.	Аналіз сучасного стану конструювання будівель зі сталезалізобетонними конструкціями....	549
Краснов С.М., Краснова К.С., Борисенко М. А., Роменський В. Ю.	Дослідження розрахункових характеристик матеріалів пішохідного мосту нового типу.....	555
Літвицька О.І., Пахолук О.А.	Планувальні схеми сучасних багатоповерхових та висотних будівель.....	564
Пашинський В.А., Бескровна Ж.Ю.	Методика статистичного аналізу результатів внутрішньотрубної діагностики магістральних нафтопроводів.....	570
Пічугін С.Ф., Гасенко А.В., Дмитренко А.Ю., Крамарь А.С.	Техніко-економічне порівняння легких сталевих конструкцій покриття літньої естради.....	576

3. Наявність відігнутих анкерів значно зменшує деформативність закладних деталей як при зсуві, так і зсуві зі згином. При зсуві деформативність закладних деталей менша ніж при зсуві зі згином.

1. Катин Н.И. Работа закладных деталей при сдвиге и совместном действии сдвигающих сил и изгибающих моментов / Катин Н.И., Стульчиков А.М. // Сб. НИИЖБ. Стыки сборных железобетонных конструкций. -М.: Стройиздат, 1970. -с.118-161. 2. Катин Н.И. Работа закладных деталей с нормальными гибкими анкерами / Катин Н.И., Шитиков Б.А. // Сб. НИИЖБ Расчет и конструирование железобетонных конструкций. -М.: Стройиздат, 1972. 3. Катин Н.И. Закладные детали в колоннах для крепления стальных связей / Катин Н.И., Шитиков Б.А. // Сб. НИИЖБ. Конструкции и узлы многоэтажных зданий из железобетона. -М.: Стройиздат, 1974., - Вып. 10. -с. 111-155. 4. Катин Н.И. Сопряжения в каркасах многоэтажных производственных зданий / Катин Н.И., Шитиков Б.А. // Бетон и железобетон. -М.: Стройиздат, 1975. -№2. -с.4-6. 5. Катин Н.И. Критические нагрузки на закладные детали при сдвиге / Катин Н.И., Шитиков Б.А.// Сб. Сборные железобетонные конструкции из высокопрочного бетона. -М.: НИИЖБ, 1976. -с. 142-148. 6. Клименко Ф.Е. Сталебетонные конструкции с внешним полосовым армированием / Клименко Ф.Е. / - К.: Будівельник., 1984. -86 с. 7. Клименко Ф.С. Експериментальні дослідження міцності і деформативності гнучких анкерів закладних деталей при їх взаємодії з бетоном. / Ф.С. Клименко, Л.В. Салійчук. // Вісник Львівського державного аграрного університету «Архітектура і сільськогосподарське будівництво». -Львів:ЛДАУ, 2006, 2006. -№7. -с. 119-128. 8. Климов Ю.А. Предельное состояние арматурного стержня в бетонном массиве при предельно-поперечном изгибе / Климов Ю. А.// XL conf. nauk. KILiW PAN I KN PZPiB Problemy naukowo-badawcze budownictwa. - Tom. 3: Konstrukcje betonowe. - Rzeszów-Krynica-Warszawa: Zaklad malej poligrafij Politechn. Rzeszówskiej, 1994. -s. 65-92. 9. Кольнер ВМ., Работа арматурного стержня в бетоне при поперечном нагружении / Кольнер ВМ., Тевелев Ю.А. // Сб. трудов ВНИИЖБ. Бетон. -М.: Стройиздат, 1967. - Вып.13. -с. 119-131. 10. Салійчук Л.В. Взаємодія з бетоном анкерів закладних деталей в зоні їх розташування. / Л.В. Салійчук. // Зб. Ресурсоєкономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. -Рівне: УДУВГП, 2003. -Виш. 9. -с. 311-316. 11. Салійчук Л.В. Дослідження роботи гнучких анкерів в закладних деталях і з'єднаннях залізобетонних конструкцій. / Л.В. Салійчук. // Вісник НУ «Львівська політехніка» Теорія і практика будівництва. -Львів:НУЛП, 2006. -№562. -с. 81-96. 12. Салійчук Л.В. Несуча здатність і деформативність закладних деталей з різними типами анкерів при зсуві. / Л.В. Салійчук. // Вісник наукових праць Одеської державної академії будівництва і архітектури. -Одеса: ОДАБА, 2010. -Виш. №39, частина 2. -с. 226-234. 13. Холмянский М.М. Закладные детали сборных железобетонных элементов / М.М.Холмянский. // -М.: Стройиздат, 1968. - 208 с. 14. Шитиков Б.А. Экспериментальные исследования анкерных стержней в бетоне при действии поперечной нагрузки / Б.А.Шитиков. // Сб. НИИЖБ Совершенствование стыков железобетонных конструкций. -М.: Стройиздат, 1987. -с. 23-30. 15. Шитиков Б.А. О предельных состояниях закладных деталей железобетонных конструкций / Шитиков Б.А.// Сб. НИИЖБ Совершенствование железобетонных конструкций. -М.: Стройиздат, 1978. -с. 165-177. 16. Шитиков Б.А. Изгиб стального стержня в бетоне. / Б.А.Шитиков. // Сб. НИИЖБ. Штапованные и сварные закладные детали железобетонных конструкций. -М.: НИИЖБ, 1979. -с.110-127.

УДК 69.059.22:699.8

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ АРМАТУРИ І БЕТОНУ КОЛОН ПРИ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИХ ВПЛИВАХ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ АРМАТУРЫ И БЕТОНА КОЛОНН ПРИ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

EXPERIMENTAL RESEARCHES OF DURABILITY OF ARMATURE AND CONCRETE OF COLUMNS AT HIGH TEMPERATURE INFLUENCES

Семиног Н.Н., Отрош Ю.А., к.т.н., доц., Голоднов А.И., д.т.н., проф. (Академия пожарной безопасности им. Героев Чернобыля, г. Черкассы)

Семиног М.М., Отрош Ю.А., к.т.н., доц., Голоднов О.И., д.т.н., проф. (Академия пожарной безопасности им. Героев Чернобыля, г. Черкассы)

Seminog N.N., Otrosh Y.A., candidate of engineering sciences, associate professor, Golodnov A.I., doctor of technical sciences, professor (Academy of Fire Safety named after Chernobyl Heroes, Cherkassy)

Викладено методичні підходи до визначення міцності бетону колон і арматурних стержнів при високотемпературному нагріві. Наведено результати експериментальних досліджень.

Изложены методические подходы к определению прочности бетона колонн и арматурных стержней при високотемпературном нагреве. Приведены результаты экспериментальных исследований.

The methodical going is expounded near determination of durability of concrete of columns and re-barss at the high temperature heating. Results over of experimental researches are brought

Ключові слова

арматура, бетон, нагрів, випробування, міцність.
арматура, бетон, нагрев, испытания, прочность.
armature, concrete, heating, tests, durability.

Стан питання та задачі досліджень. Залізобетонні елементи залишаються основними складовими частинами житлових і громадських будинків. Останнім часом у зв'язку зі значним зростанням об'ємів

будівництва монолітно-каркасних будівель підвищеної поверховості актуальним стає питання пожежної безпеки при експлуатації, в першу чергу, колон і пілонів, що працюють на стиск, оскільки виключення з роботи таких елементів може призвести до руйнування будинку в цілому.

На несучу здатність і деформативність будівельних конструкцій, що знаходяться в умовах пожежі, впливають фізико-механічні властивості матеріалу конструкцій, які змінюються залежно від температури нагріву. Зокрема, такі властивості визначаються межею міцності (R) і модулем пружності (E) матеріалу, з якого виконано конструкції [1].

При зміні температури від $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $200\text{...}300\text{ }^{\circ}\text{C}$ межа міцності деяких марок сталей і бетону збільшується: в першому випадку за рахунок зниження технологічних напружень, а в другому – за рахунок зменшення вільної вологи в порах бетону.

Збільшення температури матеріалу сприяє зниженню його модуля пружності, що призводить до збільшення деформативності конструкції.

Важливе значення для аналізу поведінки конструкцій в умовах пожежі має характер їхньої деформації. Температурне розширення бетону в основному залежить від температурних деформацій його заповнювачів. Величина температурних деформацій у важких бетонів на гранітному щебені майже в два рази перевищує температурні деформації легких бетонів на заповнювачі у вигляді керамзиту.

Деформації температурного розширення арматурних сталей зростають з ростом температури до $700\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Відносно сталевих конструкцій, а також сталевих арматур в залізобетонних конструкціях, значення загальної деформації при пожежі залежить від деформації температурного розширення, зміни модуля пружності, а також деформації повзучості. Під поняттям «температурна повзучість» мається на увазі зміна деформацій в часі при постійних значеннях температури та чинного навантаження. Основними чинниками, що впливають на величину та швидкість повзучості, є величини напруження, температура, а також тривалість їхньої дії. З цих чинників основним залишається рівень напружень, що впливає на швидкість повзучості при певній температурі. Зі збільшенням величини напружень швидкість температурної повзучості зростає [1].

Метою цих досліджень було виявлення особливостей роботи і зміни характеристик міцності бетону та сталевих арматур при температурних впливах.

Основна частина. Для випробувань було виготовлено два ідентичні зразки залізобетонних колон перетином 600×600 мм заввишки 2000 мм. Зразки було виготовлено на Броварському ЗБВ у металевій опалубці. Одну колону було піддано випробуванням на вогнестійкість, а іншу було використано як контрольну.

Кожний зразок мав несучий арматурний каркас, який складався з восьми поздовжніх арматурних стержнів $\text{Ø}20$ мм класу А400С за ДСТУ 3760:2006 [2]. Поперечну арматуру прийнято $\text{Ø}10$ мм класу А240С за ДСТУ 3760:2006 [2]. Поперечну арматуру було встановлено по зовнішньому контуру поздовжніх арматурних стержнів. Крім того, було встановлено арматуру $\text{Ø}10$ мм А240С, яка об'єднала центральні стержні по кожній грані (рис. 1).

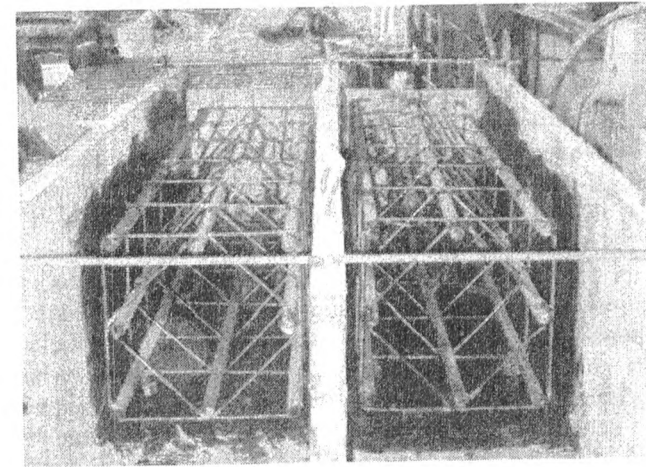


Рис. 1. Встановлення арматури в опалубку колон

Крім цього, було виготовлено допоміжні зразки (куби, призми, фрагменти арматурних стержнів). Випробування допоміжних зразків дозволило отримати дані про фізико-механічні характеристики застосованих матеріалів.

Усі основні та допоміжні зразки виготовлялися з бетону одного складу. Зразки знаходилися в опалубці впродовж семи діб під шаром вологої тирси. Після розпалубки колони і допоміжні зразки зберігалися протягом 28 діб.

Після витримки для визначення класу бетону було виконано випробування кубів та призм. Характеристики бетону визначалися при стандартних випробуваннях допоміжних зразків. Розміри кубів було прийнято такими, що дорівнюють $100\times 100\times 100$ мм, а призм – такими, що дорівнюють $100\times 100\times 400$ мм.

Випробування кубів, призм і відрізків арматурних стержнів виконано в лабораторії БЗБК.

Після витримки 28 діб і випробувань допоміжних зразків колони було перевезено у випробувальний зал, де вони зберігалися в нормальних умовах температури і вологості до початку випробувань.

Для встановлення однорідності та характеристик застосованого бетону після виготовлення колон було проведено інструментальні дослідження неруйнівними методами. Визначення міцності бетону кубів, призм і колон було виконано ультразвуковим методом за ДСТУ Б В.2.7-226:2009 [3]. Суть ультразвукового методу полягає у вимірах часу t проходження ультразвуку (УЗК) від випромінювача до приймача і бази L прозвучування (відстані між випромінювачем і приймачем). По виміряних величинах було розраховано швидкість $C = L/t$ проходження ультразвукових коливань і по встановленій залежності між швидкістю і міцністю визначено міцність бетону на контрольованій ділянці. Виміри швидкості ультразвуку було виконано способом наскрізного прозвучування.

На першому етапі було виконано виміри в колонах до випробувань на вогнестійкість. Випробування проводилися з використанням ультразвукового приладу УК-14ПМ з абсолютною погрішністю виміру часу t поширення ультразвуку $\pm 0,01t + 0,1$ (мкс). Виміри виконувалися способом наскрізного прозвучування з використанням механічно не пов'язаних між собою п'єзоелектричних перетворювачів з резонансною частотою 60 кГц.

Після проведення попередніх випробувань було виконано вогневі випробування колон. Випробування колон було виконано на відповідному обладнанні випробувального центру ТОВ «ТЕСТ». Для випробувань було використано спеціальну випробувальну піч та відповідні засоби вимірювальної техніки, які забезпечили отримання результату. Перед випробуваннями зразки було витримано у приміщенні для кондиціонування зразків згідно з п. 7.1.4 ДСТУ Б В.1.1-4-98* [4].

Оскільки колони випробувались без навантаження, межу вогнестійкості за ознакою втрати несучої здатності (ознака R) було визначено, виходячи з розподілу температур по перетину колони. Несучу здатність було оцінено по перевищенню середньої температури стержнів несучої арматури від початкового значення температури на 480°C . Для вимірювання температури поздовжньої арматури зразків під час випробувань на чотирьох арматурних стержнях кожного зразка було встановлено термопари ТХА. Для отримання розподілення значень температури по перетину зразка було встановлено по п'ять термопар ТХА.

Втрата несучої здатності колони під час випробувань відбулась на 152 хв., оскільки значення середньої температури ($T_{1,cp}$) поздовжньої несучої арматури зразка перевищила початкове значення на 480°C .

Після випробувань було виконано обстеження колони. За результатами обстеження було встановлено, що бетонна поверхня колони зазнала суттєвих руйнувань у вигляді тріщин. Виконати випробування колони ультразвуковим методом з метою визначення міцності бетону за цих умов виявилось неможливим.

Після випробувань було виконано розрізання колони з метою визначення характеру руйнування та характеристик бетону по перетину. Розрізання виконано в умовах заводу на спеціалізованому обладнанні (рис. 2).

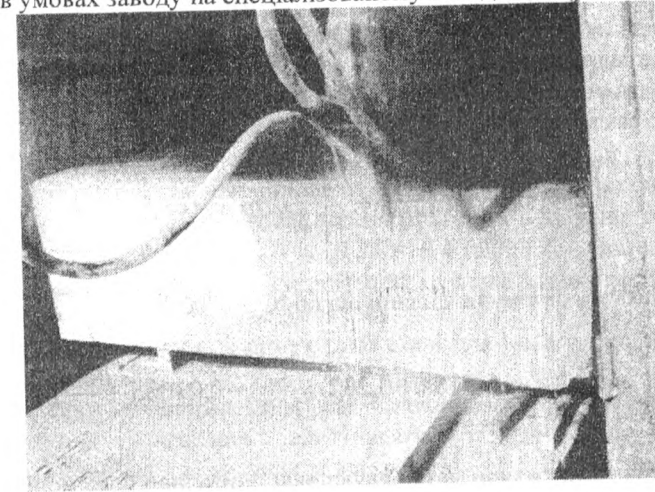


Рис. 2. Розрізання колони після випробувань на вогнестійкість

Розрізання дозволило встановити, що в кутових зонах і по периметру відбулося руйнування бетону з утворенням тріщин по колу. В центральній частині перетину було сформовано ядро, яке майже не зазнало руйнувань під час випробувань (рис. 3).

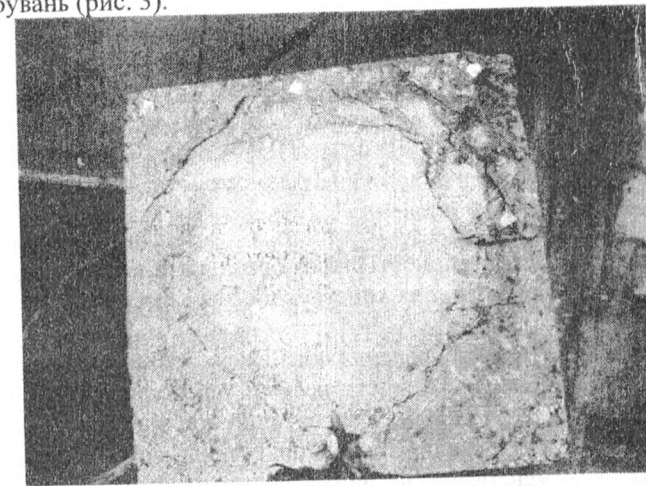


Рис. 3. Перетин колони після розрізання

Крім цього, було проведено випробування зразків арматури на розтяг, які було вилучено з колони.

Залежності зміни характеристик міцності бетону встановлено методом найменших квадратів. Формули, що враховують зміну міцності бетону при нагріванні, мають вигляд:

- для керамзитобетону

$$\frac{R_{b,tem}}{R_b} = 0,98 + 0,102 \cdot \left(\frac{T}{100}\right) - 0,02555 \cdot \left(\frac{T}{100}\right)^2; \quad (1)$$

- для важкого бетону на ділянці від 60 °С до 700 °С

$$\frac{R_{b,tem}}{R_b} = 0,6184 + 0,232 \cdot \left(\frac{T}{100}\right) - 0,03608 \cdot \left(\frac{T}{100}\right)^2. \quad (2)$$

Збільшення температури матеріалу сприяє зниженню його модуля пружності. Формули, що враховують зміну модуля пружності при нагріванні, мають вигляд:

- для керамзитобетону

$$\frac{E_{b,tem}}{E_b} = 1,025 - 0,121 \cdot \left(\frac{T}{100}\right) + 0,00367 \cdot \left(\frac{T}{100}\right)^2; \quad (3)$$

- для важкого бетону на ділянці від 120 °С до 800 °С

$$\frac{E_{b,tem}}{E_b} = 1,2 - 0,14 \cdot \left(\frac{T}{100}\right) - 0,0012 \cdot \left(\frac{T}{100}\right)^2. \quad (4)$$

Таким чином, запропоновано залежності, які дозволяють враховувати зміну модуля пружності та міцності різних бетонів в залежності від температури як для проектаних конструкцій, так і тих, що знаходяться в експлуатації.

За результатами проведених досліджень зроблено висновки.

1. Зміна характеристик міцності несучої арматури класу А400С при нагріванні до температури 500 °С практично не відбулася. Це дозволяє зробити висновок про можливість використання характеристик міцності арматури, які рекомендовано чинними нормативними документами, для визначення остаточної несучої здатності конструкцій після пожежі за умов нагрівання до температур, які не перевищують 500 °С.

2. Міцність бетону зразків-кубів, які було вилучено із зовнішніх шарів, суттєво зменшилась (майже в 1,5 рази). Міцність бетону центрального ядра зменшилась приблизно в 1,16 рази. Це дозволяє зробити висновок про необхідність врахування такого фактору при визначенні залишкового стану конструкцій після пожежі. При розробці проекту підсилення конструкцій слід орієнтуватись на оббетонування конструкцій, що дозволить бетону працювати «в об'єм» і сприймати чинні навантаження.

Для отримання експериментальних даних, які б свідчили про характер деформування та руйнування сталеві арматури під час впливу високих температур, було проведено дослідження зразків арматурної сталі різних класів (А240, А400, А500, А600) за ДСТУ 3760:2006 [2]. Зразки, які було виготовлено з одного прута арматурної сталі, мали однакове маркування.

Програмою випробувань передбачалось:

- виготовлення зразків з арматурної сталі для подальших випробувань при термічних впливах;
- проведення хімічного аналізу для уточнення класу арматурної сталі;
- визначення магнітних властивостей металу для виявлення однорідності матеріалу та бракування зразків;
- проведення випробувань виготовлених зразків при термічних впливах;
- проведення стандартних випробувань зразків на розтяг;
- визначення за результатами випробувань класу арматурної сталі.

Було випробувано зразки 4 серій. Довжина кожного із зразків, які було взято з прутів, становила 400 мм. Частина зразків (2 шт.) було випробувано в стані постачання при кімнатній температурі на розривній машині ГРМ-2М.

Для проведення випробувань при термічних впливах з арматурної сталі ø12 мм на токарному верстаті було виготовлено зразки згідно вимог ГОСТ 1497-84 [5] (Додаток 2, тип II), які мали вигляд гантелей із стовщеннями на кінцях. Довжина зразків становила 100 мм, діаметр робочої частини становив 6 мм. Випробування проводились на розривній машині УМ-4Р, яка може розвивати максимальне зусилля розтягу 40 кН.

Нагрівання зразків до максимальної температури 1000 °С було виконано за допомогою трубчастій електropечі. Температуру нагріву контролювали за допомогою терморпар «платина-родій-платина» та фіксували за допомогою приладу КСП-3П.

Після встановлення зразка в розривну машину було виконано розігрівання до фіксованої температури (100 °С, ..., 700 °С з інтервалом 100 °С). Після витримки при такій температурі протягом 30 хв. було виконано випробування на розтяг протягом 2...3 хв.

В ході проведення випробувань було отримано наступне.

1. Для всіх випробуваних зразків залежність межі міцності від температури має схожий характер: при зміні температури від 20 °С до 200...300 °С межа міцності збільшується, а потім починає зменшуватись. При

температурі 700 °С межа міцності дорівнює приблизно 0,1 від величини межі міцності при 20 °С (рис. 4).

2. Межа текучості для всіх випробуваних зразків із збільшенням температури зменшується і має вигляд пологої кривої (рис. 5).

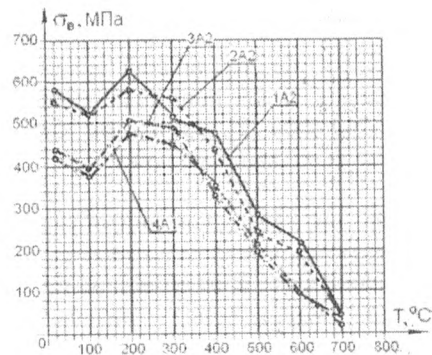


Рис. 4. Залежності межі міцності від температури

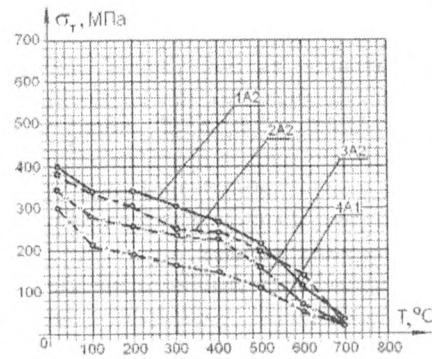


Рис. 5. Залежність межі текучості від температури

3. Коефіцієнт зниження нормативного опору арматурної сталі із збільшенням температури зменшується і має вигляд пологої кривої.

1. І.Голоднов О.І. Визначення характеристик міцності бетону й арматури при проведенні досліджень вогнестійкості залізобетонних колон / О.І. Голоднов, Ю.А. Отрош, І.А.Ткачук, М.М. Семиног / Пожежна безпека: теорія і практика: Збірник наукових праць. – Черкаси: АНБ ім. Героїв Чорнобиля, 2011. – С. 37-43. 2. ДСТУ 3760:2006. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. – Надано чинності 11.12.2006. К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 26 с. 3. ДСТУ Б В.2.7-226:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності. – Введ. вперше. Надано чинності: наказ Мінрегіонбуду України 22.12.2009 року № 649. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 33 с. 4. ДСТУ Б В.1.1-4-98*. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги. – Уведено вперше. – К.: Держбуд України, 2005. – 19 с. 5 ГОСТ 1497-84* (ИСО 6892-84, СТ СЭВ 417-77). Металлы. Методы испытания на растяжение: Взамен ГОСТ 1497-73. – Введ. с 01.01.86. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1986. – 36 с.

УДК 624.014

ШТУЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ЗУСИЛЬ В РАМАХ ЗМІННОЇ ЖОРСТКОСТІ З СУЦІЛЬНОЮ ГНУЧКОЮ СТІНКОЮ

ИСКУССТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ УСИЛИЙ В РАМАХ ПЕРЕМЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ СО СПЛОШНОЙ ГИБКОЙ СТЕНКОЙ

ARTIFICIAL REGULATION OF EFFORTS IN FRAMES OF VARYING STIFFNESS WITH A SOLID FLEXIBLE WALL

Склярів І.О., к.т.н., доц. (Київський національний університет будівництва і архітектури)

Склярів І.А., к.т.н., доц. (Київський національний університет будівництва і архітектури)

Sklyarov I.O. Ph.D., docent (Kyiv National University of Construction and Architecture)

В статті наведено аналіз ефективності застосування попередньо напружених сталевих затяжок у конструкціях рам двотаврового перерізу змінної жорсткості з гнучкою стінкою для зменшення розрахункових зусиль та зниження металоемності за умови застосування їх у якості несучих каркасів будівель.

В статье приведен анализ эффективности применения предварительно напряженных стальных затяжек в конструкциях рам двутаврового сечения переменной жесткости с гибкой стенкой для уменьшения расчетных усилий и снижения металлоемкости при условии применения их в качестве несущих каркасов зданий.

This article analyzes the effectiveness of pre-stressed steel inclusions in the construction of I-section frames of variable stiffness with flexible wall to reduce the calculation effort and reduce the metal consumption while using of them as bearing skeleton of buildings.

Ключові слова:

Рама змінної жорсткості, попередньо напружені конструкції, двотаври з гнучкою стінкою, легкі сталеві конструкції, рамні каркаси.
Рама переменной жесткости, предварительно напряженные конструкции, двутавры с гибкой стенкой, легкие стальные конструкции, рамные каркасы.