

МІНІСТЕРСТВО РЕГІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ ТА БУДІВНИЦТВА УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО «ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ
БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ»

ОТРОШ Юрій Анатолійович

УДК 624.014.2.001.4

**ВИЗНАЧЕННЯ КОНТРОЛЬОВАНИХ ПАРАМЕТРІВ АРМАТУРИ
ЕКСПЛУАТОВАНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ МЕТОДОМ
ЛОКАЛЬНОГО РУЙНУВАННЯ**

Спеціальність 05.23.01 - будівельні конструкції, будівлі та споруди

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ - 2010

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Донбаському державному технічному університеті Міністерства освіти і науки України, м. Алчевськ Луганської обл.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент

Іванов Анатолій Порфирійович,

Донбаський державний технічний університет, доцент кафедри будівельних конструкцій.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, старший науковий співробітник

Голоднов Олександр Іванович,

ВАТ Український науково-дослідний та проектний інститут сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського
учений секретар, завідувач науково-дослідного та проектного відділу будівельних конструкцій

кандидат технічних наук

Поклонський Віктор Григорович,

Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», завідувач лабораторії досліджень вогнестійкості будівельних конструкцій

Захист відбудеться «___» _____ 2010 р. о _____ на засіданні спеціалізованої вченої ради К 26.833.01 у Державному підприємстві «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» за адресою: 03680, м. Київ, вул. Івана Клименка, 5/2.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Державного підприємства «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» за адресою: 03680, м. Київ, вул. Івана Клименка, 5/2.

Автореферат розісланий «___» _____ 2010 р.

**Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради К26.833.01,
к.т.н., с.н.с.**

Ю.С.Слюсаренко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Сучасна система господарювання в Україні вирішальним чином залежить від технічного стану експлуатованих основних фондів, до яких належать також будівлі та споруди. Проблема спрацювання конструкцій, споруд і машин, з якою стикаються всі країни, для України набуває особливого значення через її складний економічний та фінансовий стан. За підрахунками спеціалістів, спрацьованість обладнання та будівельних конструкцій у різних галузях економіки становить 50–70 % і продовжує зростати. Витрати на ремонтні роботи для підтримання в працездатному стані будівельних конструкцій і обладнання в кілька разів перевищують витрати на створення нової техніки, тому особливої уваги вимагають питання управління експлуатаційною надійністю та довговічністю об'єктів за допомогою визначення їхнього технічного стану та залишкового ресурсу.

Достовірне оцінювання та прогнозування технічного стану дає можливість запобігти виникненню аварій конструкцій та пов'язаних з ними збитків, раціонально використовувати кошти на виконання поточних та капітальних ремонтів, а також регулювати технічний стан таким чином, щоб досягти найбільшої ефективності використання основних фондів.

Цю проблему можна вирішити за допомогою створення науково обґрунтованої, достовірної методології оцінювання, прогнозування та регулювання технічного стану будівель та споруд на підставі отриманих за результатами обстежень даних про характеристики застосованих матеріалів та конструкцій. Актуальність роботи обумовлюється тим, що чинні в Україні нормативні документи не дають можливості достовірно визначити технічний стан як окремих конструкцій, так і будівель та споруд у цілому внаслідок відсутності можливості визначення характеристик арматури та металу безпосередньо в конструкціях.

Статистичні дані по Україні показують, що кожен рік відбувається понад 50 тис. пожеж. Прямі збитки від пожеж становлять понад 290 млн. гривень. Приблизно 3/4 від загального числа пожеж відбувається в будівлях і спорудах, виконаних із залізобетонних конструкцій. Сучасний стан проблеми визначення вогнестійкості та можливості експлуатації після пожежі залізобетонних будівельних конструкцій ставить багато актуальних питань, що стосуються теоретичного обґрунтування і технічної реалізації існуючих підходів до її вирішення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота відповідає напрямам щодо вдосконалення заходів забезпечення надійності та безпечної експлуатації споруд, конструкцій, обладнання та інженерних мереж Державної науково-технічної програми «Ресурс» (№ ДР 0107U005865). Дисертація виконана в рамках науково-дослідної роботи кафедри будівельних конструкцій ДонДТУ за темою «Вплив локальних термічних дій на міцність і стійкість елементів металевих будівельних конструкцій» №ДР 0109U008624 (НДР № 21К).

Мета дисертаційної роботи полягає в розробленні взаємозв'язаних заходів щодо визначення контрольованих параметрів арматури залізобетонних конструкцій при спільній дії різних впливів з подальшим використанням отриманих даних для обґрунтування можливості продовження терміну експлуатації або необхідності ремонту (заміни) конструкцій.

Завдання досліджень:

- узагальнити результати досліджень в області визначення контрольованих параметрів матеріалів конструкцій при різних впливах неруйнівними методами, обґрунтувати необхідність проведення досліджень у цій області, сформулювати передумови і припущення;
- для стрижнкової арматури залізобетонних конструкцій розробити комплекс взаємозв'язаних заходів щодо визначення контрольованих параметрів технічного стану після різних впливів;
- розробити методику і провести експериментальні дослідження міцності арматурної сталі методом локального руйнування («зрізу різьби») і стандартним методом, у тому числі і після високотемпературних впливів;
- удосконалити розрахунковий метод визначення міцності сталі експлуатованих конструкцій (метод «зрізу різьби») і обґрунтувати можливість його застосування для стрижнкової арматури;
- упровадити розроблені методи при вирішенні практичних задач.

Об'єкт досліджень – міцність сталі стрижнкової арматури в експлуатованих конструкціях.

Предмет досліджень – визначення характеристик міцності сталі стрижнкової арматури методом локального руйнування («зрізу різьби»).

Методи досліджень:

- експериментальні методи визначення контрольованих параметрів стрижнкової арматури залізобетонних конструкцій;
- математичне моделювання процесу висмикування гвинта з арматури.

Наукова новизна одержаних результатів:

- вперше для стрижнкової арматури експлуатованих залізобетонних конструкцій розроблено комплекс взаємозв'язаних заходів щодо визначення контрольованих параметрів методом локального руйнування;
- удосконалено методику і проведено експериментальні дослідження міцності арматурної сталі методом локального руйнування («зрізу різьби») і стандартним методом, у тому числі і після високотемпературних впливів;
- удосконалено розрахунковий метод визначення міцності сталі експлуатованих конструкцій і обґрунтовано можливість його застосування для стрижнкової арматури;

- вперше отримано експериментальні дані про контрольовані параметри арматури залізобетонних конструкцій та їхню зміну після високотемпературних впливів;
- вперше отримано експериментальні дані про контрольовані параметри арматури залізобетонних конструкцій експлуатованих будівель та споруд.

Практичне значення одержаних результатів. На підставі проведених досліджень розроблено методику визначення контрольованих параметрів стрижньової арматури методом локального руйнування («зрізу різьби»). Розроблені методи дають можливість враховувати особливості зовнішнього (наприклад, високотемпературного) впливу на характеристики міцності матеріалу конструкцій, а також можливість зміни характеристик арматурної сталі за час експлуатації. Розроблені методи застосовані при вирішенні практичних задач.

Реалізація роботи. Результати розробки комплексу взаємозв'язаних заходів щодо визначення контрольованих параметрів арматури залізобетонних конструкцій після силових і високотемпературних впливів використані при: обстеженні шатрових плит перекриттів у житловому будинку №13 по проспекту Металургів у м. Алчевську; викладанні дисциплін «Металеві конструкції», «Реконструкція будівель і споруд», а також у дипломному проектуванні та науково-дослідній роботі студентів та аспірантів кафедри будівельних конструкцій ДонДТУ, «Будівлі та споруди та їх поведінка в умовах пожеж», «Прикладна механіка» на кафедрі будівельних конструкцій Академії пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля, м. Черкаси.

Публікації. Основні положення дисертації відображені в 12 друкованих роботах, у тому числі – 7 у фахових наукових виданнях, перелік яких затверджено ВАК України, 4 – у матеріалах конференцій, 1 – у патенті України на корисну модель.

Особистий внесок здобувача. Наукові положення дисертаційної роботи, що виносяться на захист, отримані автором самостійно або в співавторстві відповідно до основних публікацій, у яких особисто авторів належать:

- підбір, узагальнення та аналіз отриманих раніше результатів, формулювання мети та завдань досліджень;
- розробка комплексу взаємозв'язаних заходів для визначення контрольованих параметрів стрижньової арматури залізобетонних конструкцій після різних впливів;
- проведення експериментальних досліджень міцності арматурної сталі методом локального руйнування («зрізу різьби») і стандартним методом;
- проведення теоретичних досліджень визначення міцності сталі експлуатованих конструкцій методом «зрізу різьби» і обґрунтування можливості його застосування для стрижньової арматури.

Апробація роботи. Основні положення і результати дисертації доповідалися на таких конференціях:

- науково-практичній міжвузівській конференції «Пожежна безпека об'єктів різних форм власності» (м. Черкаси, 18 березня 2004 р.);
- III міжнародній науково-практичній конференції «Природничі науки та їх застосування в діяльності служби цивільного захисту» (м. Черкаси, 9 жовтня 2009 р.);
- 3-й міжнародній науково-технічній конференції «Математичні моделі процесів у будівництві» (Залізобетонні конструкції та матеріали) (м. Луганськ, 24–25 березня 2010 р.);
- III міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми технічних та природничих наук у забезпеченні цивільного захисту» (м. Черкаси, 6–7 квітня 2010 р.);
- другій міжнародній науково-практичній конференції «Безпека життєдіяльності в ХХІ столітті» (м. Дніпропетровськ, 14–15 квітня 2010 р.);
- міжнародній науково-практичній конференції викладачів та студентів «Застосування комп'ютерних технологій та математичних методів у задачах служби цивільного захисту» (м. Черкаси, 23–24 квітня 2010 р.).

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, чотирьох основних розділів, загальних висновків, списку використаних джерел, одного додатку. Викладена на 158 сторінках, зокрема 118 сторінок основного тексту, 15 сторінок списку літератури (144 найменування), 21 повна сторінка з таблицями і рисунками, 4 сторінки додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** викладено загальну характеристику роботи, включаючи актуальність, зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Наведено мету, завдання, характеристику об'єкта і предмета дослідження, методів досліджень, наукову і практичну цінність результатів роботи, відомості про впровадження та апробацію результатів досліджень, характеристику публікацій і особистий внесок автора в опублікованих роботах, відомості про структуру та обсяг дисертації.

У **першому розділі** наведено класифікацію методів контролю параметрів міцності бетону залізобетонних конструкцій. Розглянуто різні методи визначення контрольованих параметрів бетону й арматури залізобетонних конструкцій (руйнівні, з місцевим руйнуванням і неруйнівні), встановлено їхні позитивні і негативні властивості.

Основну увагу приділено аналізу методів визначення характеристик арматурної сталі неруйнівними методами або локальним руйнуванням. Найбільш поширеними залишаються методи, які пов'язані з вимірюванням твердості (вимірювання твердості за Брінеллем, за Роквелом, за Віккерсом). Ці методи поділяються на статичні та динамічні і потребують ретельного підготування поверхні конструкцій.

Загальним недоліком наведених вище методів залишається дослідження механічних характеристик через визначення непрямих показників, які можуть бути підтвержені лише при

одночасному застосуванні руйнівних методів контролю. На сьогодні розроблені прямі методи контролю без руйнування, які дають змогу визначати межу текучості σ_t та тимчасовий опір розриву σ_b безпосередньо, але не за чинними нормативними методиками (методи і прилади І.В. Ізосімова і А.П.Іванова, В.М.Лапшинова, П.Д. Окулова).

Питання, що пов'язані із визначенням напружено-деформованого стану і контрольованих параметрів технічного стану конструкцій, будівель та споруд, які експлуатуються у складних ґрунтових умовах (при силових і деформаційних впливах), розглядалися у дослідженнях фахівців України, ближнього та далекого зарубіжжя (роботи О.І.Голоднова, М.І. Горбунова-Посадова, Г.М.Григор'єва, Б.І.Далматова, П.Ф.Дроздова, С.М.Клепікова, Б.О.Косицина, А.І.Кісіль, В.І.Лішака, І.В.Матвєєва, М.С.Метелюка, О.Р.Ржаніцина, І.В.Саннікова, О.Л.Шагіна та ін.).

Дослідження за тематикою визначення вогнестійкості і можливості експлуатації після пожежі будівельних конструкцій проводили Б. Бартелемі, С.С. Була, В.П. Бушев, Б.Г. Демчина, Л.А.Като, В.І. Корсун, Л.Б. Кравців, О.П. Кричевський, А.Ф. Мілованов, І.Л. Мосалков, О.В. Некора, К.Д. Некрасов, Г.Ф. Плюсіна, В.А.Пчелінцев, В.М. Ройтман, І.А. Ткачук, В.С. Федоренко, О.Ю. Фролов, С.Л. Фомін, А.І. Яковлев та ін.

Результати проведених досліджень увійшли до численних рекомендацій, посібників, чинних нормативних документів і національних стандартів України та країн СНД.

Технічний стан експлуатованих конструкцій будівель доцільно визначати на підставі результатів виконаного обстеження з подальшим використанням отриманих результатів для моделювання технічного стану з використанням сучасних обчислювальних комплексів. При цьому розрахунки необхідно проводити на можливі комбінації силових, деформаційних і високотемпературних впливів із застосуванням розрахункових схем і моделей, що найповніше відображають специфіку деформації всіх елементів системи. Пропозиції щодо врахування чинних навантажень і впливів, властивостей матеріалів елементів системи і контактних умов, представлені в зручній формі для експлуатованих конструкцій відсутні.

На підставі проведеного огляду зроблено висновки, визначено завдання досліджень.

У другому розділі наведено результати експериментальних досліджень міцності сталі методом «зрізу різьби». За цим методом характеристики міцності отримують після руйнування витків різьби в матеріалі, який випробовується. Руйнування витків різьби виконується за допомогою спеціально виготовленого приладу ИПМ-23М.

До конструкції випробувальних гвинтів пред'являються такі вимоги:

- характеристики міцності матеріалу випробувальних гвинтів мають бути вищими за характеристики міцності матеріалу, що випробовується;
- гвинти мають бути орієнтовані строго перпендикулярно до поверхні зразка;
- різьба гвинтів та отворів має бути виконана з однаковою заданою точністю.

Виходячи з цих вимог, матеріалом для гвинтів була вибрана сталь марки 60С2А, що дає можливість робити поверхневе загартування з подальшим шліфуванням поверхні різьби. Ця сталь має міцність до 1600 МПа з відносним подовженням 7 – 8% при твердості НРС від 42 до 48.

Перед випробуваннями арматури було виконано тарування приладу та випробувальних гвинтів. Результатом тарування приладу була залежність між значеннями розтягувальної сили (необхідної для руйнування з'єднання «гвинт – гайка») та показаннями приладу (2). Результатом тарування випробувальних гвинтів був відбір гвинтів для подальших випробувань. Тарування складалося з визначення окремо кожним з випробувальних гвинтів характеристик міцності сталі тарувальної пластини за допомогою методу «зрізу різьби». Тарувальна пластина була виготовлена із сталі марки ВСтЗсп, з габаритними розмірами 110 x 180 мм, завтовшки 8 мм.

Відпрацювання методики визначення характеристик міцності арматурної сталі проводилось на зразках класів А240С та А400С згідно з ДСТУ 3760:2006. Всі зразки було поділено на партії. У таблиці 1 наведено типорозміри усіх використаних зразків.

Таблиця 1

Зразки арматурної сталі, які були використані у дослідженні

Арматурна сталь класу А240С, ДСТУ 3760						Арматурна сталь класу А400С, ДСТУ 3760					
№ партії зразків	1	2	3	4	5	№ партії зразків	1	2	3	4	
Ø партії зразків, мм	14 (50%), 16 (50%)	10				Ø партії зразків, мм	14	16	8	10	
Марка сталі, з якої виготовлені зразки	СтЗсп, ГОСТ 380		СтЗсп, ГОСТ 380			Марка сталі, з якої виготовлені зразки	35ГС, ГОСТ 5781				

Зразки, які були зроблені з одного прута арматурної сталі, мали однакове маркування. Довжина кожного із зразків становила 200 мм.

Визначення характеристик міцності проводилось у такій послідовності:

1. Підготовка зразків до випробувань. Для того, щоб користуватися методом «зрізу різьби» при дослідженні конструкцій, що експлуатуються, необхідно було проводити дослідження зразків арматури цим методом не тільки вздовж (тому що при дослідженнях в існуючих конструкціях це не завжди зручно), а й поперек зразка.

Для визначення за допомогою методу «зрізу різьби» характеристик міцності вздовж зразка було просвердлено отвори в торцях кожного із зразків (по 2 отвори у кожному зразку), а для визначення характеристик міцності поперек зразка просвердлено один отвір (рис. 1). В усіх цих отворах згодом нарізувалася різьба.

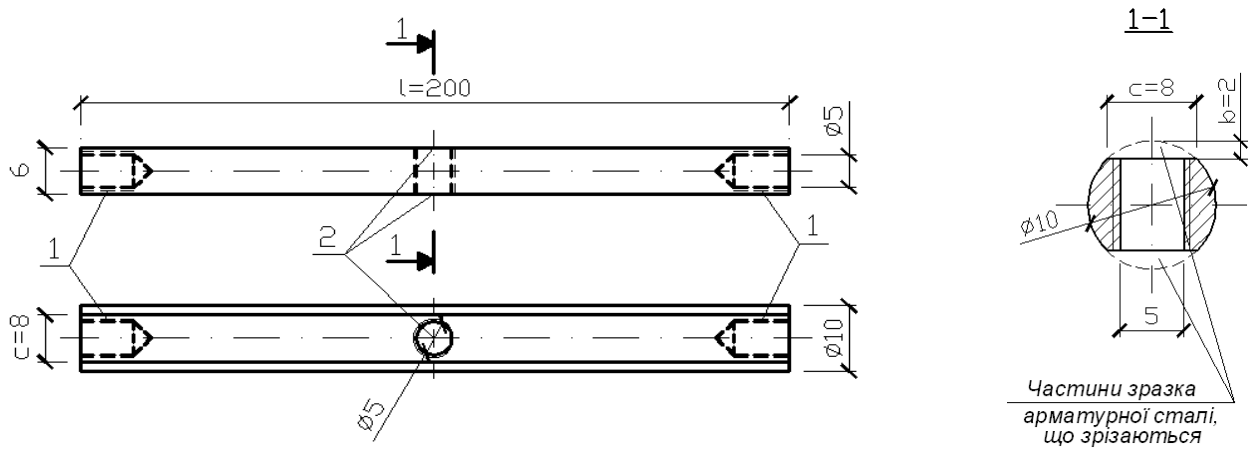


Рис. 1. Зовнішній вигляд зразка з арматури діаметром 10 мм класу А240С із позначенням місць проведення досліджень

Перед тим як свердлити отвір у зразку для визначення характеристик міцності поперек зразка його поверхня вирівнюється шляхом зрізування частини металу. Цей циліндричний сегмент у своїй основі має прямокутник, у якому одна із сторін дорівнює 8 мм, а інша – довжині зразка. Саме такий розмір меншої сторони прямокутника необхідний для того щоб випробувальний гвинт угвинчувався в зразок до упору і розміщувався перпендикулярно до поверхні, що випробовується, протягом усього експерименту. Для цього у конструкції гвинтів було зроблено упорне кільце. Свердління отворів і нарізування в них різьби проводилося за тією ж самою технологією з використанням такого самого обладнання, як і при таруванні устаткування цього методу.

2. Для проведення частини експерименту, яка пов'язана з визначенням характеристик міцності арматурної сталі, після тарування було відібрано один гвинт (ВР2-3). Для визначення характеристик міцності уздовж зразка гвинт угвинчувався у отвори з різьбою, які позначено цифрою 1 (по черзі у кожен отвір), а потім угвинчувався у отвір з різьбою, який позначено цифрою 2 (по черзі з кожної сторони) для визначення міцності арматурної сталі поперек зразка.

Кожне з перелічених з'єднань по черзі доводилось до руйнування шляхом прикладання до випробувального гвинта зусилля розтягу.

Отримана після проведення експерименту стружка (витки, які було зрізано у випробовуваному матеріалі) використана для проведення хімічного аналізу.

3. Аналіз отриманих результатів. За отриманими результатами з проведеного експерименту було розраховано зусилля C_p за формулою:

$$C_p = \frac{F_{\max}}{A_s} \quad (1)$$

де F_{\max} – максимальна сила, яка необхідна для руйнування витків різьби, кН; A_s – площа зрізаних витків у випробовуваному матеріалі, см².

Було виконано порівняльний аналіз отриманих зусиль вздовж та поперек зразка для виявлення анізотропних властивостей у досліджуваному матеріалі. Встановлено залежність між зусиллями, отриманими методом «зрізу різьби» та характеристиками міцності, отриманими стандартним методом. Це було необхідно для того, щоб перевірити достовірність отриманих результатів методом «зрізу різьби». При обстеженнях існуючих конструкцій за допомогою цих залежностей можливо отримувати характеристики міцності досліджуваних арматурних стрижнів.

4. Оброблення отриманих результатів починали із знаходження значення максимальної сили розтягу, яка прикладається до гвинта, щоб зруйнувати з'єднання «гвинт – гайка», за формулою, що була отримана при таруванні приладу для руйнування різьби:

$$F_{\max} = -1.79451 + 22.00165 \cdot \Delta U, \quad (2)$$

де ΔU – це середня різниця показань приладів, які було отримано при випробуваннях різьби в обох отворах (при визначенні характеристик міцності вздовж зразка), або з обох сторін (при визначенні характеристик міцності поперек зразка).

При цьому окремо її значення знаходяться для випадку руйнування різьби в отворах, які позначено цифрою 1, та в отворах, які позначено цифрою 2 на рис. 1. Після цього за формулою (1) знайдено значення зусилля C_{P_B} підставленням у цю формулу значення F_{\max} , при якому було зруйновано різьбу в отворах 1. Зусилля $C_{P_{II}}$ знайдено підставленням у цю формулу значення F_{\max} , при якому було зруйновано різьбу в отворі 2. Порівняльний аналіз зусиль C_{P_B} та $C_{P_{II}}$ для кожного зразка показав, що арматурна сталь має анізотропні властивості. В таблиці 2 наведено середні значення C_{P_B} та $C_{P_{II}}$ для кожного із розглянутих класів арматури.

Таблиця 2

Показники анізотропних властивостей випробовуваних зразків арматури

Клас арматурних зразків	Зусилля C_{P_B} , МПа	Зусилля $C_{P_{II}}$, МПа	Різниця між зусиллями C_{P_B} та $C_{P_{II}}$, %
A240C	244,4	248,3	3% ($C_{P_{II}} > C_{P_B}$)
A400C	328,7	279,8	15% ($C_{P_{II}} < C_{P_B}$)

Надалі виконано статистичний аналіз для того, щоб визначити, наскільки достовірні отримані результати і метод «зрізу різьби» в цілому.

На основі регресивного аналізу було встановлено залежності для кожної з груп випробовуваних зразків. Ці залежності мають вигляд:

$$\sigma^H = \pm a_0 \pm a_1 C_{P_{II}}, \quad (3)$$

де a_0 – вільний член рівняння лінії регресії; a_1 – коефіцієнт рівняння лінії регресії.

Для визначення значення міцності сталі за зусиллями, знайденими методом «зрізу різьби», було отримано кореляційні залежності між цими зусиллями та характеристиками міцності цих самих зразків, знайденими стандартним методом: $\sigma_T^\phi - C_{P_H}$; $\sigma_B^\phi - C_{P_H}$. Такі залежності отримано для кожного класу арматурних зразків. Всі коефіцієнти рівнянь регресії та коефіцієнти, що характеризують надійність кореляційного зв'язку, зведено в таблицю 3.

Таблиця 3

Результати проведення кореляційного та регресивного аналізу, отримані після випробування арматурних зразків різних класів різними методами

Назва показника		Назва класу випробовуваних зразків арматури			
		A240C		A400C	
		Назва кореляційної залежності			
		$\sigma_T^\phi - C_{P_H}$	$\sigma_B^\phi - C_{P_H}$	$\sigma_T^\phi - C_{P_H}$	$\sigma_B^\phi - C_{P_H}$
Коефіцієнт лінії регресії	a_0	60,424	-279,430	-513,040	-283,590
	a_1	1,802	2,731	4,477	2,909
Коефіцієнт кореляції, r^2		0,867	0,875	0,843	0,894
Похибка коефіцієнта кореляції, m_r		0,04	0,03	0,03	0,07
Надійність кореляційного зв'язку, H_r		24,23	25,82	26,68	29,94

Після визначення міцності за допомогою отриманих залежностей виконано порівняння їх із значеннями міцності, отриманими стандартним методом, а також з даними, наведеними у нормативних документах для відповідних класів і діаметрів арматури. Результати такого порівняння наведено у таблиці 4 (клас арматури A240C) і у таблиці 5 (клас арматури A400C).

Відпрацювання методики визначення характеристик міцності після впливу температури проводилось на зразках арматури класів A240C та A400C згідно з ДСТУ 3760:2006. У таблиці 6 наведено дані про використані зразки, які поділялись залежно від температури нагрівання.

Таблиця 4

Порівняння результатів значень міцності арматурних зразків класу A240C

Номер партії зразків	Характеристики міцності, отримані методом «зрізу різьби»		Характеристики міцності, отримані стандартним методом		Характеристики міцності, вибрані з нормативних документів	
	σ_T^H , МПа	σ_B^H , МПа	σ_T^ϕ , МПа	σ_B^ϕ , МПа	R_y , МПа	R_u , МПа
1	328,87	454,89	314,0	455,3	240	370
2	396,31	490,13	388,4	495,2		
3	412,57	528,49	432,8	533,7		
4	431,05	525,37	431,6	522,0		
5	441,81	530,91	437,8	536,5		

Порівняння результатів значень міцності арматурних зразків класу А400С

Номер партії зразків	Характеристики міцності, отримані методом «зрізу різьби»		Характеристики міцності, отримані стандартним методом		Характеристики міцності, вибрані з нормативних документів	
	σ_T^H , МПа	σ_B^H , МПа	σ_T^ϕ , МПа	σ_B^ϕ , МПа	R_y , МПа	R_u , МПа
1	487,96	743,63	488,4	724,2	400	600
2	588,18	831,26	585	844		
3	540,23	717,97	545,8	715,4		
4	567,04	707,46	566,2	700,6		

Таблиця 6

Характеристики зразків арматурної сталі після температурного впливу, які були використані у дослідженні

Арматурна сталь класу А240С	№ партії зразків	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Температура впливу, °С	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
	Ø партії зразків, мм	14									
	Кількість зразків у партії	3									
	Марка сталі, з якої виготовлено зразки	Ст3кп, ГОСТ 380 – 94									
Арматурна сталь класу А400С	№ партії зразків	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Температура впливу, °С	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
	Ø партії зразків, мм	12									
	Кількість зразків у партії	3									
	Марка сталі, з якої виготовлено зразки	35ГС, ГОСТ 5781									

Випробовувані зразки були ідентичними тим, що випробувались без впливу температури.

Перед випробуваннями зразки спочатку нагрівали до заданої температури (таблиця 6) у муфельних печах марки СНОЛ 1.6.2.0.0.879-М1 У42, а потім охолоджували до кімнатної температури. Характеристики міцності знаходились при випробуваннях поперек зразка – при

цьому свердлили тільки один отвір посередині зразка, в якому нарізувалася різьба, та виконувались випробування по черзі з кожної сторони.

Результати статистичного аналізу наведено у таблиці 7. Отримані характеристики міцності арматурної сталі наведено в таблицях 8, 9.

Таблиця 7

Результати статистичного аналізу значень C_p , отриманих при випробуванні зразків арматурної сталі після температурних впливів

Статистичні показники			Арматурна сталь класу А240С	Температура впливу, °С	Арматурна сталь класу А400С	Статистичні показники		
\bar{X} , МПа	σ_x	k_x , %				\bar{X} , МПа	σ_x	k_x , %
239,69	0,281	0,79		100		295,18	0,176	0,39
239,40	0,46	1,33		200		313,38	0,20	0,43
238,94	0,53	1,52		300		322,14	0,460	0,99
238,48	0,56	1,64		400		322,61	0,160	0,34
238,26	0,78	2,27		500		315,70	0,532	1,16
236,39	0,334	0,998		600		296,83	0,726	1,62
234,58	0,583	1,67		700		267,63	0,213	0,49
232,69	0,467	1,36		800		253,11	0,485	1,16
232,28	0,654	1,92		900		204,01	0,247	0,65
230,33	0,898	2,61		1000		171,04	0,427	1,88

Таблиця 8

Визначення характеристик міцності арматурних зразків класу А240С після впливів на них різних температур

Характеристики міцності	Температурний вплив, °С									
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
σ_T^H , МПа	421,07	420,02	418,97	417,92	417,74	417,57	411,41	409,84	408,96	405,03
σ_B^H , МПа	483,97	483,05	482,13	481,21	480,3	470,34	461,61	461,84	460,94	456,23

Таблиця 9

Визначення характеристик міцності арматурних зразків класу А400С після впливів на них різних температур

Характеристики міцності	Температурний вплив, °С									
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
σ_T^H , МПа	595,57	647,94	672,52	674,69	652,1	588,67	497,84	400	301,45	194,89
σ_B^H , МПа	713,49	789,00	820,32	821,66	796,13	727,56	616,70	595,8	374,14	251,58

У третьому розділі наведено результати теоретичних досліджень міцності різьбового з'єднання. Як основні конструкційні параметри, що мають вплив на міцність різьбового з'єднання,

розглядаються діаметр d і крок різьби P , радіус впадини різьби R , висота гайки H та співвідношення механічних характеристик гвинта та гайки.

Вважається, що навантаження по витках різьби розподіляється нерівномірно за нелінійним законом. Максимально навантаженим буде виток, розміщений зі сторони висмикувальної сили. На наступні витки навантаження поступово зменшується. Встановлено, що при навантаженнях на різьбове з'єднання, близьких до руйнівних, в найбільш навантажених витках різьби виникають пластичні деформації. При цьому відбувається перерозподіл навантаження з перевантаженого витка на інші, недовантажені до руйнівного стану.

У витках різьби виникає складний напружений стан, який однозначно описати досить складно. Теоретичне визначення напруженого стану та концентрації напружень у різьбовому з'єднанні являє собою одну із найскладніших математичних і технічних проблем, що обумовлена складністю геометричної форми тіл гвинта та гайки, а також граничних умов.

Напружено-деформований стан (НДС) можна визначити за допомогою використання числових методів. Ця задача розв'язана методом скінченних елементів (МСЕ) в переміщеннях у тривимірній постановці. Для виконання розрахунку НДС розроблено математичну модель, яка складається із 21528 вузлів та 20016 шестивузлових та восьмивузлових ізопараметричних просторових СЕ. Сітка СЕ – нерівномірна, із зменшенням розмірів СЕ в найбільш напружених місцях (навколо завантажених витків різьби). У плані сітка СЕ є рівномірною, із 72 сегментів, кут сегменту – 5° . Навантаження від випробувального гвинта прийнято рівномірно розподіленим і таким, що прикладається на два верхніх витки різьби. Граничні умови – заборона переміщень вузлів нижньої горизонтальної площини розрахункової моделі уздовж осей x , y , z . Розрахунки цієї моделі виконано з урахуванням лінійної залежності напружень від деформацій. Коефіцієнт Пуассона прийнято таким, що дорівнює 0,3. Модуль пружності сталі прийнято таким, що дорівнює 210000 МПа.

При розрахунку в лінійній постановці задачі отримано мозаїки розподілу всіх компонентів вектора напружень. Максимальні значення нормальних напружень досягли $\sigma_y=1330$ МПа і перевищили величину тимчасового опору сталі $\sigma_b=360$ МПа майже у 2,69 рази.

Для визначення величин напружень у різьбовому з'єднанні з урахуванням пластичних деформацій та утворенням локальних руйнувань було розроблено математичну модель з дрібнішою сіткою СЕ, яка складається з фізично нелінійних восьмивузлових та шестивузлових СЕ із характеристиками жорсткості, що відповідають реальній діаграмі розтягу арматурної сталі класу А240. Модель складається із 25494 вузлів та 25349 шестивузлових та восьмивузлових ізопараметричних фізично нелінійних просторових СЕ (рис. 2).

Виконано 14 розрахунків даної розрахункової моделі з двома витками на різні значення навантажень F , отримано залежності величини переміщення c_z уздовж осі oz від висмикувальної

сили F (рис. 3), визначено руйнівну силу $F_{\max,c} = 10,7$ кН та отримано графіки розподілу дотичних напружень τ_{xy} залежно від діючого навантаження.

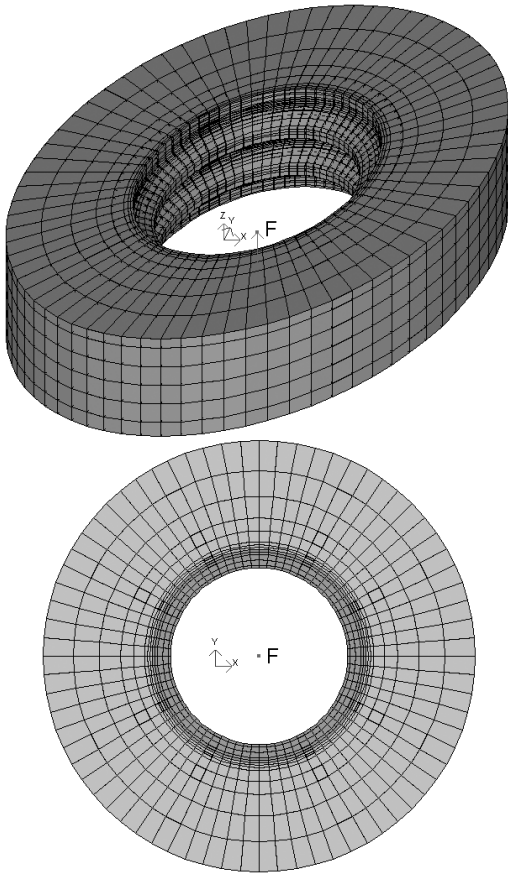


Рис. 2. Загальний вигляд моделі з двома витками різьби.

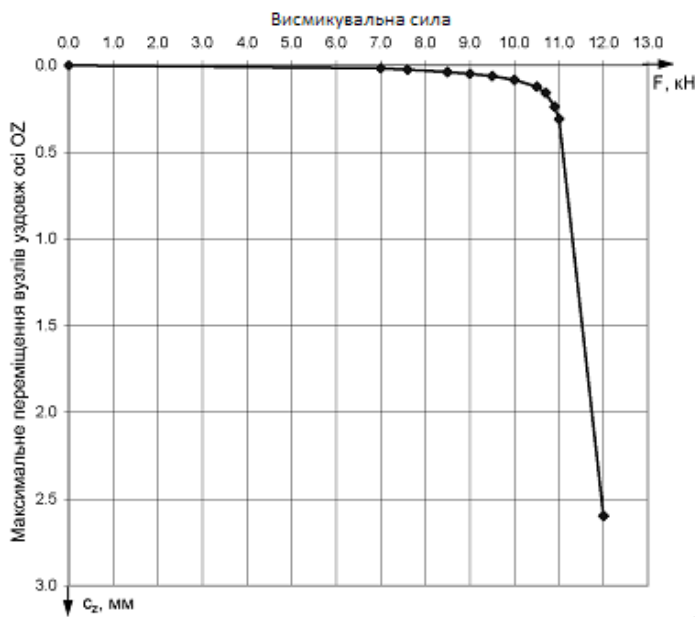


Рис. 3. Графік залежності величини переміщення c_z уздовж осі oz від висмикувальної сили F при фактичних значеннях межі текучості та міцності сталі.

Руйнівне навантаження для математичної моделі $F_{\max,c}$ пов'язано з руйнівним навантаженням F_{\max} за результатом експерименту такою залежністю:

$$F_{\max,c} = \frac{A_{sc} \cdot F_{\max}}{A_s} = \frac{21,683 \cdot F_{\max}}{12,184} = 1,780 \cdot F_{\max}.$$

Руйнівне навантаження за результатом експерименту складає $F_{\max} = 6,351$ кН.

Відношення площі зрізу різьби за розрахунком до площі зрізу різьби за експериментом становить 1,780, а відношення руйнівної сили за розрахунком до руйнівної сили за експериментом становить 1,685 і значення цих відношень відрізняються між собою на 5 %.

У **четвертому розділі** наведено дані про практичне застосування результатів роботи.

Як основна мета робіт із обстеження конструкцій розглядається визначення виду поточного технічного стану та відповідності технічного стану встановленим вимогам для забезпечення подальшої безпечної експлуатації конструкцій і устаткування, а також захисту персоналу та навколишнього середовища.

Для конструкцій будівель та споруд різного призначення необхідно розробити комплекс взаємозв'язаних заходів для визначення параметрів НДС і технічного стану конструкцій при різних впливах.

Такий комплекс повинен на основі аналізу технічної та нормативної документації встановити параметри та критерії технічного стану конструкцій, виявити механізми старіння, проаналізувати можливі відмови та пошкодження, зробити прогноз подальшого розвитку деформацій ґрунтової основи та фундаментів, виконати розрахунки на прогнозні деформації та можливі високотемпературні впливи, за необхідності розробити проект підсилення конструкцій і реалізувати його в натурі. Стосовно залізобетонних конструкцій виконання повного комплексу заходів неможливо без визначення характеристик міцності арматури.

Надійними методами визначення характеристик міцності арматури можуть бути лише методи, які базуються на отриманні реальних характеристик арматурної сталі, наприклад, випробуванням вилучених з конструкцій зразків арматури на розтяг або шляхом локального руйнування («зрізу різьби»).

На підставі досліджень розроблено методику визначення характеристик міцності арматури в експлуатованих конструкціях методом «зрізу різьби». Роботи рекомендується виконувати в такій послідовності.

1. Вибір місць проведення випробувань. Для цього необхідно виконати візуальне обстеження конструкцій, визначити зони із зруйнованим захисним шаром для арматури або зони, де необхідно виконати руйнування захисного шару для розкриття арматури. При виборі зон, де будуть виконані випробування арматури, необхідно враховувати такі вимоги:

- зони випробувань арматури слід вибирати таким чином, щоб було зручно виконувати свердління отворів, нарізування різьби та виконання випробувань;
- по можливості, має бути оголена арматура з торців конструкцій для визначення характеристик міцності в поздовжньому напрямку;
- при розкритті захисного шару бетону, по можливості, повинні бути оголені стрижні робочої арматури всіх діаметрів, що входять до складу робочої арматури;
- зони випробувань мають бути розташовані в тих частинах конструкцій, де за результатами аналізу або розрахунку діють незначні за величиною зусилля (наприклад, при випробуваннях робочої арматури згинаних статично визначуваних елементів – це приопорні зони).

2. Роботи підготовчого періоду. Для знаходження за допомогою методу «зрізу різьби» характеристик міцності необхідно просвердлити отвори, в яких згодом нарізується різьба. За всіх умов буде бажаним проведення випробувань арматури вздовж, тобто в торцях арматури. За неможливості проведення таких випробувань виконати свердління отворів і знаходження характеристик міцності поперек довжини арматури.

Перед тим, як свердлити отвір у стрижні для визначення характеристик міцності поперек довжини, на тому місці поверхня стрижня має бути вирівняна зрізуванням деякої частини металу

для того, щоб випробувальний гвинт угвинчувався в зразок до упору й знаходився перпендикулярно до поверхні, що випробовується, протягом усього експерименту.

3. Проведення випробувань. Для проведення випробувань після тарування необхідно відібрати декілька гвинтів: один – робочий, інші – запасні (якщо щось трапиться з робочим гвинтом). Робочий гвинт угвинчується до упору в отвір з різьбою і виконується випробування до руйнування різьби. Випробування в отворах виконуються по черзі.

Отримана після проведення експерименту стружка та зрізані витки використовуються як матеріал для хімічного аналізу з метою визначення марки сталі.

4. Аналіз отриманих результатів. Починається із знаходження максимальної сили розтягу. За отриманими результатами знаходять зусилля C_p . Виконується порівняльний аналіз отриманих зусиль вздовж та поперек арматури для виявлення анізотропних властивостей у досліджуваному матеріалі.

Далі виконується статистичний аналіз з метою визначення достовірності отриманих результатів і методу «зрізу різьби» в цілому.

Статистичний аналіз включає:

а) виключення грубих помилок, оцінку розкиду отриманих даних за допомогою коефіцієнта варіації, побудову полігонів розподілу кожної зі знайдених характеристик, виявлення належності даних нормальному закону розподілу;

б) за отриманими залежностями розраховується тимчасовий опір розриву і межа текучості випробуваного матеріалу.

Виключення грубих помилок і оцінка розкиду даних виконується для кожного виду арматури окремо.

Як відомо, мінімально допустимі величини контрольованих параметрів встановлюються за наслідками розрахунків будівельних конструкцій для визначення несучої здатності та порівняннями їх з максимальним діючим зусиллям:

$$F_{cr}[x_1(t), x_2(t), \dots, x_m(t)] > F \quad (4)$$

де $F_{cr}[x_1(t), x_2(t), \dots, x_m(t)] > F$ – функція несучої здатності; F – визначається за результатами розрахунків або математичного моделювання напружено-деформованого стану конструкцій і будівлі в цілому.

Параметрами $x_1(t), x_2(t), \dots, x_m(t)$, що входять до формули (4), можуть бути: розміри поперечного перерізу, міцність матеріалів (зокрема, арматури) тощо. Із цієї нерівності можна визначити мінімально можливу площу або величину розрахункового опору сталі. За результатами проведених досліджень можна визначити величини цих параметрів у конструкції, а за результатами розрахунку – достатність величин цих параметрів.

Перехід нерівності (4) в рівняння свідчить про вичерпання несучої здатності (ресурсу) конструкції. Подальша експлуатація можлива після проведення робіт із підсилення або заміни.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У результаті виконання комплексу теоретичних, експериментальних і натурних досліджень отримано такі результати.

1. В роботі проведено узагальнення результатів досліджень в області визначення контрольованих параметрів матеріалів конструкцій при різних впливах неруйнівними методами, обґрунтовано необхідність проведення досліджень у цій області, сформульовано передумови і допущення. З огляду на технічний стан більшості об'єктів виробничого, житлового та громадського призначення, необхідність проведення робіт з ремонту та реконструкції, тематику досліджень в цьому напрямку визнано актуальною і практично корисною.

2. Вперше для стрижнкової арматури експлуатованих залізобетонних конструкцій розроблено комплекс взаємозв'язаних заходів щодо визначення контрольованих параметрів технічного стану при різних впливах. Контрольовані параметри арматури в експлуатованих конструкціях визначаються методом локального руйнування («зрізу різьби»), що дає можливість провести випробування арматури безпосередньо в конструкції.

3. Розроблено методику і проведено експериментальні дослідження міцності арматурної сталі методом локального руйнування («зрізу різьби») і стандартним методом, у тому числі і після високотемпературних впливів. За результатами проведених досліджень встановлено, що для арматури з низьколегованої сталі попередній високотемпературний вплив призводить до суттєвого зниження характеристик міцності. Для арматури з вуглецевої сталі високотемпературні впливи не суттєві та призводять до зниження міцності в межах 6%.

4. На підставі проведених експериментальних досліджень встановлено залежності механічних характеристик міцності сталі стрижнкової арматури від зусилля висмикування гвинта. Ці залежності дозволяють визначити характеристики міцності арматури з використанням їх у розрахунках конструкцій для обґрунтування можливості подальшої експлуатації.

5. Удосконалено розрахунковий метод визначення міцності сталі експлуатованих конструкцій і обґрунтована можливість його застосування для стрижнкової арматури. Розрахунковий метод базується на використанні методу скінченних елементів з урахуванням непружної (реальної) діаграми «напруження – деформації» сталі.

6. Результати роботи впроваджені при обстеженні шатрових плит перекриттів у житловому будинку №13 по проспекту Металургів у м. Алчевську. Випробування сталі поздовжньої робочої арматури методом локального руйнування внаслідок неможливості вилучення арматури дало змогу встановити характеристики міцності. За результатами проведених випробувань було встановлено, що середня величина міцності сталі поздовжньої (робочої)

арматури ребер плити відповідає 435 МПа. Визначені характеристики міцності виявились не меншими за ті, що були встановлені чинними на той час нормативними документами.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

1. Отрош Ю.А. Вимоги нормативних документів щодо порядку визначення межі вогнестійкості будівельних конструкцій / Ю.А. Отрош, М.В. Файніцький // Пожежна безпека об'єктів різних форм власності: наук.-практ. міжвузівська конф. (18 березня 2004 р.) – Черкаси: Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля, 2004. – С. 28–32.

Здобувачу належить проведення аналізу нормативної бази України в галузі випробувань будівельних конструкцій на вогнестійкість та дослідження її відповідності до європейських та міжнародних стандартів.

2. Отрош Ю.А. Особенности испытания металла в строительных конструкциях с применением локального разрушения / Ю.А. Отрош // Сб. науч. тр. / ДонГТУ. – Алчевск: ДонГТУ, 2009. – Вып. 28. – С. 355–360.

3. Иванов А.П. Методика визначення характеристик міцності металу за допомогою локального руйнування у конструкціях, що експлуатуються / А.П. Иванов, Ю.А. Отрош // Зб. наук. праць (галузеве машинобудування, будівництво) / ПолтНТУ. – Полтава: ПолтНТУ, 2009. – Вип. 3(25). – Т. 3. – С. 97 – 103.

Здобувачу належить:

- підбір, узагальнення й аналіз отриманих раніше результатів, формулювання мети та завдань досліджень;
- проведення експериментальних досліджень міцності арматурної сталі методом локального руйнування («зрізу різьби») і стандартним методом.

4. Иванов А.П. Визначення характеристик міцності арматурної сталі методом «зрізу різьби» у конструкціях, що експлуатуються / А.П. Иванов, Ю.А. Отрош // Дороги і мости: Зб. наук. праць. – К.: ДерждорНДІ, 2009. – Вип. 11. – С. 86–91.

Здобувачу належить обґрунтування можливості визначення міцності арматури експлуатованих конструкцій методом «зрізу різьби».

5. Отрош Ю.А. Дослідження напружено-деформованого стану різьби зразка, що випробовується методом «зрізу різьби» / Ю.А. Отрош // Пожежна безпека: теорія і практика: Зб. наук. праць. – Черкаси: АПБ ім. Героїв Чорнобиля, 2009. – № 4. – С. 92–100.

6. Отрош Ю.А. Використання методу «зрізу різьби» при визначенні фактичних механічних характеристик арматурної сталі / Ю.А. Отрош // Природничі науки та їх застосування в діяльності служби цивільного захисту: III Міжнародна науково-практична конференція, 9 жовтня, 2009 р. – Черкаси: АПБ імені Героїв Чорнобиля, 2009. – С. 66–68.

7. Отрош Ю.А. Визначення міцності арматури методом «зрізу різьби» / Ю.А. Отрош // Наук. вісник Луганського національного аграрного університету. Серія: «Технічні науки». – Луганськ: Вид-во ЛНАУ, 2010. – № 14. – С. 101–108.

8. Отрош Ю.А. Визначення фактичних механічних характеристик арматури методом «зрізу різьби» в конструкціях після пожежі / Ю.А. Отрош // Актуальні проблеми технічних та природничих наук у забезпеченні цивільного захисту: III Міжнародна науково-практична конференція, 6–7 квітня, 2010 р. – Черкаси: АПБ імені Героїв Чорнобиля, 2010. – С. 132–134.

9. Отрош Ю.А. Дослідження напружено-деформованого стану одного витка різьби методом скінченних елементів з урахуванням нелінійних властивостей деформування матеріалу зразка / Ю.А. Отрош // Застосування комп'ютерних технологій та математичних методів в задачах служби цивільного захисту: міжнародна науково-практична конференція викладачів та студентів, 23–24 квітня, 2010 р. – Черкаси: АПБ імені Героїв Чорнобиля, 2010. – С. 33–38.

10. Отрош Ю.А. Методика визначення міцнісних характеристик арматури конструкцій, що знаходились під впливом високих температур / Ю.А. Отрош // Стр-во. Материаловедение. Машиностроение: Сб. науч. тр. / ПГАСА. – Днепропетровск: ПГАСА, 2010. – Вып. 52. – С. 45–49.

11. Іванов А.П. Визначення міцнісних характеристик арматурної сталі методом «зрізу різьби» після температурного впливу / А.П.Іванов, Ю.А. Отрош // Промислове будівництво та інженерні споруди. – 2010. – № 2. – С. 16–19. Здобувачу належить:

- розробка комплексу заходів щодо визначення контрольованих параметрів арматури;
- проведення експериментальних досліджень міцності арматури після впливів температури.

12. Пат. 51158 Україна, МПК¹¹ U 13 G01N 3/24 (2006.01). Спосіб визначення міцності сталі за товщиною металу / А.П. Іванов, Ю.А. Отрош, М.С. Іванова; заявл. 30.11.2009; опубл. 12.07.2010, Бюл. №13.

Здобувачу належить розробка методики й обладнання для проведення випробувань металу за товщиною.

АНОТАЦІЯ

Отрош Ю.А. Визначення контрольованих параметрів арматури експлуатованих залізобетонних конструкцій методом локального руйнування. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди. – Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», Київ, 2010.

Дисертація присвячена розробленню взаємозв'язаних заходів щодо визначення контрольованих параметрів арматури залізобетонних конструкцій при спільній дії різних впливів з подальшим використанням отриманих даних для обґрунтування можливості продовження терміну експлуатації або необхідності ремонту (заміни) конструкцій.

Удосконалено методику експериментального визначення контрольованих параметрів сталі, що дало можливість провести експериментальні дослідження і встановити характер залежності характеристик міцності сталі від зусилля руйнування різьби.

Моделювання роботи арматурної сталі при зрізу різьби було виконано методом скінчених елементів. Для об'ємних скінчених елементів використовувалася діаграма, параметри якої були отримані за стандартними випробуваннями. Це дало змогу врахувати нелінійну роботу сталі у скінченно-елементній моделі.

На основі проведених досліджень розроблено методи визначення контрольованих параметрів і оцінки технічного стану, розрахунку напружено-деформованого стану та обґрунтування подальшої надійної експлуатації конструкцій будинків та споруд після силових і високотемпературних впливів. Розроблені методи дають можливість враховувати властивості матеріалу конструкцій, а також можливість зміни характеристик матеріалів після високотемпературних впливів, і застосовані при вирішенні практичних задач.

Ключові слова: експлуатовані залізобетонні конструкції, стрижньова арматура, локальне руйнування, характеристики міцності.

АННОТАЦІЯ

Отрош Ю.А. Определение контролируемых параметров арматуры эксплуатируемых железобетонных конструкций методом локального разрушения. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения. – Государственное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций», Киев, 2010.

Диссертация посвящена разработке взаимосвязанных мероприятий по определению контролируемых параметров арматуры железобетонных конструкций при совместном действии разных факторов с последующим использованием полученных данных для обоснования возможности продления срока эксплуатации или необходимости ремонта (замены) конструкций.

Усовершенствована экспериментальная методика определения контролируемых параметров стали, что позволило провести экспериментальные исследования и установить зависимость характеристик прочности стержневой арматуры от усилия разрушения резьбы.

Моделирование работы арматурной стали при срезе резьбы было выполнено методом конечных элементов. Для объемных конечных элементов была принята диаграмма, параметры которой были получены при стандартных испытаниях. Это позволило учесть нелинейную работу стали в конечно-элементной модели.

На основе проведенных исследований разработаны методы определения контролируемых параметров и оценки технического состояния, расчета напряженно-деформированного состояния и обоснования последующей надежной эксплуатации конструкций зданий и сооружений после

силовых и высокотемпературных воздействий. Разработанные методы позволяют учитывать свойства материала конструкций, а также возможность изменения характеристик материалов после высокотемпературных воздействий, и применены при решении практических задач.

Ключевые слова: эксплуатируемые железобетонные конструкции, стержневая арматура, локальное разрушение, характеристики прочности.

SUMMARY

Otrosh Y.A. Determination of the controlled parameters of reinforcement of in-situ concrete structures by the method of local destruction. – Manuscript.

Theses for obtaining the scientific degree of Candidate of Technical Sciences in speciality 05.23.01 – Building constructions, Buildings and Structures / The State Research Institute of Building Constructions (NDIBC). – Kyiv, 2010.

Dissertation is devoted to development of associate measures on determination of the controlled parameters of reinforcement of concrete structures at the united action of different factors with the subsequent use of findings for the ground of possibility of extension of term of maintenance or necessity of repair (replacements) of members.

The experimental method of determination of the controlled parameters is improved, that had allowed to conduct experimental researches and to set dependence of the strength of reinforcing rods from the efforts of the destruction of the thread (screw-thread).

Simulation of the work of reinforcing steel with the destruction of the thread was done by the method of finite elements. For the three-dimensional finite element it was adopted by the diagram, whose parameters were obtained by standard tests. This has allowed taking into account the nonlinear work of steel in the finite-element model.

On the basis of the conducted research the methods of determination of the controlled parameters and estimation of the technical state are developed, calculation of the tensely-deformed state and ground of subsequent reliable maintenance of building constructions and buildings after power and high temperature influences. The developed methods allow to take into account properties of material of constructions, and also possibility of change of descriptions of materials after high temperature influences, and applied at the decision of practical tasks.

Keywords: on-the-road reinforced-concrete structures, cored reinforcement, local destruction, descriptions of durability.