

RESEARCH OF HEAT CONDUCTIVITY OF FIRE PROTECTIVE WOODEN CONTAINERS FOR ARMAMENT AND AMMUNITION STORAGE

Research of heat conductivity of wooden is conducted, which of fire-protective was by facilities and coverages and diminishing the coefficient of heat conductivity is set for fire-protective standards. The results of change of thermal stream are resulted passed through a wall for fire-protective standards.

Key word: heat conductivity of wood, wooden containers, armament and ammunition

УДК 624. 012. 035

О.І. Башинський, к.т.н., В.В. Артеменко (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності), Т.Б. Боднарчук, к.т.н. (Львівський національний аграрний університет), В.М. Андрієнко, к.т.н., професор (Академія пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля МНС України)

ГОЛОВНІ ВІДМІННОСТІ РОБОТИ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ІЗ СТРІЧКОВОЮ ТА СТЕРЖНЕВОЮ АРМАТУРОЮ ПРИ ЗГІНІ ПІД ДІЄЮ ПОПЕРЕЧНИХ СИЛ ТА ВИСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

В статті подано результати експериментальних досліджень та теоретичні розрахунки. Заслуговує на увагу проведений порівняльний аналіз роботи сталобетонних балок із залізобетонними балками-аналогами. Робиться спроба визначити вплив зовнішньої стрічкової арматури на міцність похилих перерізів сталобетонних балок з поперечною арматурою, а також визначити відмінність її роботи порівняно зі звичайною стержневою арматурою

Ключові слова: бетон, залізобетон, арматура, температура, поперечна сила, сталобетон, міцність, вогнестійкість, тріщиностійкість, балка.

На сьогодні конструктивні форми та перерізи залізобетонних елементів настільки глибоко вивчені, що подальше їх удосконалення не дає суттєвого економічного ефекту. Ці та інші завдання дозволяє вирішити новий напрямок залізобетонних конструкцій з зовнішнім стрічковим армуванням.

Сталобетонні згинальні елементи – балочні конструкції, в яких у розтягнутій зоні, а іноді й у стиснутій, застосовується стрічкова арматура. Перспективність їх використання обумовлена розширенням сфери застосування залізобетону та економічними можливостями цього напрямку. Це особливо актуально в умовах різкого подорожчання енергоносіїв.

Концентроване розміщення стрічкової арматури на зовнішніх гранях сталобетонного перерізу дозволяє знизити масу, зменшити розміри перерізу порівняно з залізобетонними елементами або отримати економію сталі при однаковій висоті поперечного перерізу. Застосування стрічкової арматури виключає необхідність її багаторядного розміщення по висоті, як в залізобетонних елементах, а це дозволяє більш економічно використовувати сталь.

Відкрита з одного боку площина стрічкової арматури дає можливість легко підсилювати сталобетонні елементи при збільшенні корисного навантаження, а також використати стрічкову арматуру, як закладні деталі.

Поява та розкриття тріщин в розтягнутій зоні сталобетонних балочних елементів в процесі експлуатації не має такого актуального значення, як у залізобетонних. Збільшення подвійного стрічкового армування підвищує міцність та жорсткість при мінімальній висоті, робить сталобетонні балочні елементи взаємозамінними з металевими при меншій металоемності.

Розвиток теорії та методів розрахунку міцності, ширини розкриття тріщини, деформативності та вогнестійкості сталобетонних елементів із зовнішньою стрічковою арматурою при дії поперечних сил має особливе значення оскільки ця проблема охоплює практично всі сталобетонні конструкції і визначає кількість поперечної арматури, розміри поперечного перерізу, способи армування складних конструктивних елементів (консоль, вузлів з'єднання елементів і т.д.). Та, попри багаточисленні зусилля дослідників в нашій країні й за кордоном, теорія і методи розрахунку залізобетонних елементів на дію поперечних сил залишаються досить недосконалими; за рівнем розвитку вони значно відстають від методів розрахунку залізобетонних елементів при дії поздовжніх сил і згинальних моментів в нормальних перерізах. А для сталобетонних елементів такі методи практично неопрацьовані. Все це дуже ускладнює вирішення цієї проблеми та змушує використовувати наближенні прийоми розрахунку, що призводить до зайвої витрати матеріалів в сталобетонних конструкціях, а в деяких випадках до їх недостатньої надійності. Викладене вище визначає актуальність теми і дозволяє класифікувати опір залізобетонних елементів, армованих стрічковою арматурою, дії поперечних сил як наукову проблему, що має велике народногосподарське значення.

Метою проведення експериментально-теоретичних досліджень роботи згинаних сталобетонних елементів із зовнішньою стрічковою арматурою на всіх стадіях завантаження з доведенням до руйнування було визначення несучої здатності, отримання схеми руйнування і оцінки реального напружено-деформованого стану матеріалів та підготовка пропозицій з розрахунку і конструювання сталобетонних елементів що працюють на сприйняття поперечної сили.

Як дослідні моделі використано сталобетонні балки на високоміцному важкому бетоні без попереднього напруження з різним поздовжнім та поперечним армуванням. Проліт балок – 2000 мм, довжина – 2300 мм, ширина – 120 мм, висота – 240 мм (див.рис.1).

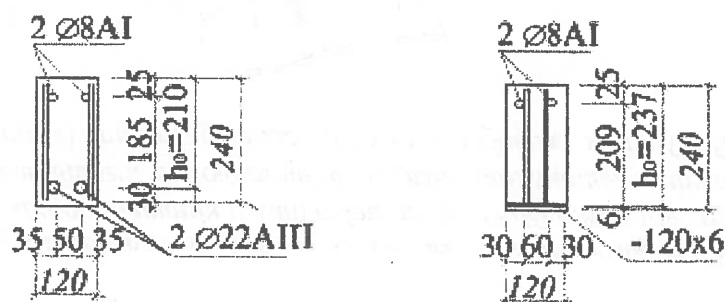


Рис.1. Поперечні перерізи дослідних балок
а - залізобетонна балка, б - сталобетонна балка

На основі отриманих результатів здійснено оцінку впливу конструктивних та зовнішніх факторів на несучу здатність похилих перерізів сталобетонних балок та порівняно дослідні дані з теоретичними значеннями отриманими за СНиП 2.03.01-84.

Утворення нормальних (моментних) тріщин в сталобетонних балках відбувалось пізніше, порівняно зі залізобетонними аналогами. У другій стадії роботи балок з нормальними тріщинами в розтягнутій зоні деформації в бетоні, поздовжній та поперечній арматурі залізобетонних та сталобетонних балок суттєво не відрізняються. Утворення похилих тріщин в сталобетонних та залізобетонних балках-аналогах відбулось при близьких навантаженнях.

Дослідним шляхом виявлено відмінність роботи стрічкової та стержневої поздовжньої арматури в місці перетину її критичною похилою тріщиною. В момент, коли похила тріщина розділяє балку в приопорній зоні на два блоки з шарніром у стиснутій зоні, в поздовжній арматурі в місці перетину її критичною похилою тріщиною виникає місцевий згинальний момент. Він викликаний тиском бетону нижнього блока балки на поздовжню арматуру. Через різну форму перерізу стрічкової та стержневої арматури їх деформативність різна (рис.2).

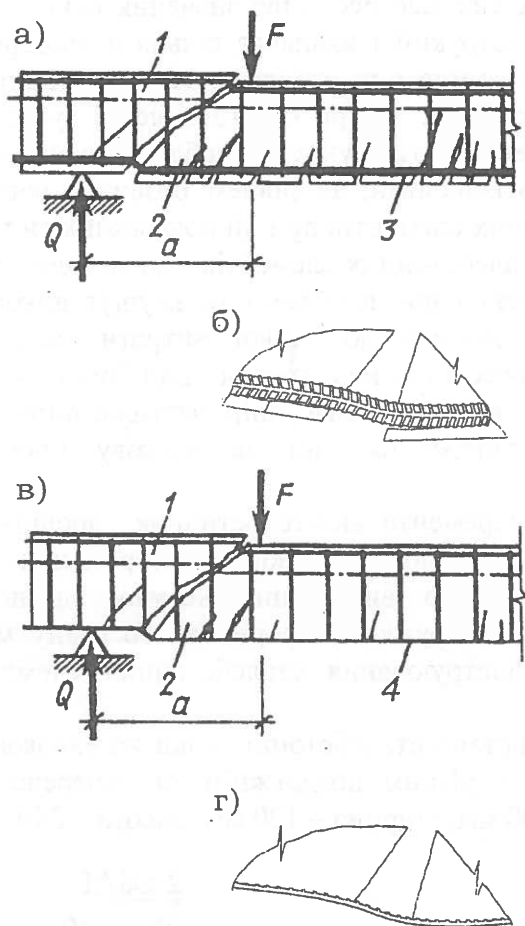


Рис.2. Характер руйнування залізобетонних (а) і сталобетонних (в) балок за похилими перерізами від сколювання бетону над похилою тріщиною та загальний вид деформування стержневої і стрічкової арматури в місці перетину її критичною похилою тріщиною: 1 - верхній блок приопорної частини балки; 2 - нижній блок; 3 - стержнева арматура; 4 - стрічкова арматура

Значний вплив на ширину розкриття похилих тріщин мав відносний проліт зрізу $c=a/h$. З ростом плеча прикладання зосередженої сили ширина розкриття похилих тріщин збільшувалась. Особливо добре це видно при замірі ширини розкриття тріщини в місці її максимального розкриття. Залежність ширини розкриття тріщин від величини плеча зрізу в сталобетонних балках така ж, як і в залізобетонних аналогах. Дослідно підтверджено нерівномірний розподіл напружень в поперечних стержнях та бетону на всіх стадіях роботи. Найбільші напруження є в стержнях, які похила тріщина перетнула під меншим кутом. Залежність величини руйнівного навантаження від плеча зрізу в сталобетонних балках така ж, як і у залізобетонних – зі збільшенням плеча зрізу несуча здатність зменшується. Збільшення площі поздовжнього армування в балках без поперечних хомутів сприяє підвищенню несучої здатності похилих перерізів.

Додаткове анкерування поздовжньої арматури дослідних балок без поперечної арматури

не привело до збільшення їх несучої здатності, а лише вплинуло на характер руйнування. Стержневе анкерування поздовжньої арматури на опорах в порівнянні з жорстким, менш надійне. Дослідження показали, що при руйнуванні балок без поперечної арматури, коли міцність похилої тріщини вичерпується, проходить втрата зчеплення бетону та поздовжньої розтягнутої арматури в приопорній частині балки. На практиці таке руйнування є небезпечним, а застосування жорстких упорів запобігає втраті зчеплення арматури та бетону в приопорних ділянках і підвищує безпеку конструкцій;

При збільшенні кількості поперечного армування від 0 до 0,53 % не спостерігаються значні збільшення прогинів від поперечної сили. Таким чином, кількість поперечної арматури суттєво не впливає на прогини сталобетонних балок. Проліт зрізу, міцність бетону та кількість поздовжньої арматури при порівнянні дослідних прогинів різних зразків також суттєво не впливають на прогини від поперечної сили. Тобто визначальний вплив на прогини балок має згинальний момент.

Порівнюючи роботу балок з поперечним армуванням та без нього, які випробовувались з однаковим плечем зрізу, можна відзначити, що наявність поперечних хомутиків приводить до зростання зусилля, яке відповідає граничному розкриттю похилих тріщин, в 1,5 рази і фізичного руйнування в 2 рази. А деформації поздовжньої арматури в балках без поперечної арматури в момент фізичного руйнування майже у два рази менші, ніж у балках з хомутами.

За нормативними джерелами міцність похилих перерізів сталобетонних балок повинна бути більшою ніж в їх залізобетонних аналогів. Та експериментальні дані досліджень сталобетонних балок не підтверджують теоретичних розрахунків. Як впливає з результатів досліджень і з розрахунків за нормами сходження нормативних та дослідних значень, міцність похилих перерізів для залізобетонних балок добра, а от міцність сталобетонних балок СНиП 2.03.01-84* переоцінює. Емпірична формула М.С. Боришанського:

$$Q_b = \frac{\varphi_{b2}(1 + \varphi_f + \varphi_n)R_{bt}bh_0^2}{c}$$

що визначає поперечне зусилля Q_b , яке сприймається бетоном, була прийнята на основі аналізу дослідних випробувань залізобетонних зразків. Коефіцієнт φ_{b2} також був отриманий при масовій статистичній обробці експериментальних даних (530 дослідних зразків 28 авторів) [2]. Для балок із зовнішньою листовою арматурою такого аналізу проведено не було, а це ставить під сумнів точність оцінки міцності похилих перерізів сталобетонних балок за СНиП 2.03.01-84*.

Міцність дослідних балок оцінювалась також за новою методикою запропонованою Залесовим А.С. та Клімовим Ю.А. В даній методиці в сприйнятті поперечної сили враховується не лише бетон та поперечна арматура, а й поздовжня арматура та сили зчеплення в похилій арматурі. Результати розрахунків за новим методом мають дещо більшу схожість з дослідними даними. Але, як і СНиП, дана методика краще оцінює балки зі стержневим армуванням, а міцність сталобетонних балок також переоцінює.

Меншу міцність дослідних сталобетонних балок порівняно з відповідними залізобетонними аналогами можна пояснити відмінністю жорсткостей стрічкової та стержневої арматури. Стержнева арматура в місці перетину її критичною похилою тріщиною працює як шпонка. У листовій арматурі такий ефект значно менший через вищу гнучкість листа. Крім того у сталобетонних балках через зростання h_0 кількість поздовжньої арматури менша і відповідно висота стисненої зони бетону (яку потрібно зрізати) також менша (див.рис.2).

Проведені експериментально-теоретичні дослідження дозволяють стверджувати, що існуючі нормативні документи добре оцінюють роботу сталобетонних згинаних елементів лише при експлуатаційному навантаженні, яке рівне $0,7F_{max}$. Для повнішої оцінки міцності

похилих перерізів елементів із зовнішньою стрічковою арматурою необхідний уточнений підхід, в якому були б враховані згадані вище фактори.

Отже нормативні джерела недооцінюють (дають запас міцності) міцність похилих перерізів дослідних залізобетонних балок з поперечними хомутами, а міцність аналогічних сталобетонних балок СНиП 2.03. 01 - 84* оцінює з деякими неточностями (переоцінює міцність).

СНиП 2.03.01.-84* дає значний запас міцності 17.3...46.8 % для сталобетонних балок без поперечного армування та 41,6...55 % для аналогічних залізобетонних. Такий запас міцності є достатній для надійної роботи конструкцій. Отже, нормативні джерела добре оцінюють як залізобетонні, так і сталобетонні балки без поперечного армування.

Дослідження відмінностей в роботі сталобетонних та залізобетонних балок перекриття ригелів проводилось на горизонтальній вогневій установці Науково-дослідного інституту бетону і залізобетону (м. Москва) [3]. При проведенні експериментів було встановлено, що в сталобетонних балках втрата несучої здатності відбувається незалежно від наявності вогнезахисту зовнішнього армування, по нормальному перерізу в результаті дроблення бетону стиснутої зони.

Середнє значення межі вогнестійкості сталобетонних балок без вогнезахисту зовнішнього армування становить 24 хвилини, а з вогнезахистом – 45 хвилин. Вогнезахисне покриття ОВПН-1 товщиною 5 мм в повітряно-сухому стані сповільнює прогрів стрічкового армування до критичної температури 624...645⁰С, що в 1,9 разу більше в порівнянні з балками без вогнезахисту. Вогнестійкість балок-аналогів з стержневим армуванням така ж, як і у сталобетонних з вогнезахисним покриттям і становить в середньому 48 хвилин.

Висновки:

1. Одержані експериментальні результати досліджень міцності за похилими перерізами сталобетонних балок з поперечним армуванням та їх порівняння з теоретичними значеннями руйнуючих поперечних сил, визначених за існуючими нормами, не дають задовільного сходження. Це пояснюється відмінністю жорсткостей стрічкової та стержневої арматури. Стержнева арматура в місці перетину її критичною похилою тріщиною працює як нагель. У стрічковій арматурі такий ефект значно менший через більшу гнучкість сталевих стрічки. В СНиП 2.03.01-84* вплив поздовжньої розтягнутої арматури та інших факторів враховується коефіцієнтом φ_{b2} при визначенні зусилля, що сприймається бетоном Q_b . Коефіцієнт φ_{b2} був отриманий при масовій статистичній обробці експериментальних даних. Для сталобетонних балок такого аналізу проведено не було, тому, оцінюючи міцність сталобетонних балок, виникають деякі похибки.

2. Теоретичні значення міцності похилих перерізів сталобетонних балок без поперечного армування отримані за СНиП 2.03.01-84* дають необхідний запас міцності для надійної їх експлуатації і мають задовільне сходження з експериментальними даними.

3. При експлуатаційному навантаженні (0.7...0.8 Q_{max}) ширина розкриття похилих тріщин та прогини у сталобетонних балках армованих зовнішньою стрічковою арматурою менші, ніж в залізобетонних балках-аналогах зі стержневим армуванням.

4. Експериментально підтверджено, що закономірності впливу конструктивних та зовнішніх факторів на несучу здатність при дії поперечних сил залізобетонних елементів справедливі і для сталобетонних.

5. Дослідним шляхом виявлено відмінність роботи стрічкової та стержневої поздовжньої арматури в місці перетину її критичною похилою тріщиною.

6. Анкерування поздовжньої стрічкової арматури в сталобетонних балках без поперечної арматури не привело до збільшення несучої здатності, а лише вплинуло на характер руйнування. Дослідно встановлено, що при руйнуванні балок без поперечних стержнів, коли міцність похилої тріщини вичерпується, проходить втрата зчеплення бетону по контакту з поздовжньою стрічковою арматурою в приопорній частині балки. Застосування

жорстких упорів запобігає втраті зчеплення стрічкової арматури з бетоном в приопорних ділянках і підвищує безпеку конструкцій.

7. Експериментально встановлено – несуча здатність сталобетонних балок з поперечним армуванням в 1,5...2 рази більша, ніж у балок без поперечної арматури.

8. Результати оцінки тріщиностійкості (поява та розкриття нормальних та похилих тріщин), прогинів дослідних сталобетонних балок за СНиП 2.03.01-84* та їх порівняння з експериментальними даними мають добрі сходження.

9. Виходячи з експериментально-теоретичних досліджень пропонується приймати, при визначенні поперечного зусилля Q_b за СНиП 2.03.01-84* в звичайних сталобетонних конструкціях на важкому бетоні, коефіцієнт φ_{b2} рівним 1.8 (для залізобетонних елементів $\varphi_{b2} = 2$).

10. Для збільшення жорсткості стрічкової арматури пропонується використовувати пакет із стрічкової та стержневої арматури. Таке конструктивне рішення дозволить не лише збільшити жорсткість поздовжньої арматури в місці перетину її критичною похилою тріщиною, а також раціональніше підбирати площу арматури, зменшити тріщиностійкість, деформативність та підвищити вогнестійкість конструкції.

11. Сталобетонні балки з зовнішнім стрічковим армуванням, у відповідності з вимогами ДБН В 1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», можна застосовувати в будівництві для елементів покриття у всіх будівлях крім I, II ступенів вогнестійкості і для несучих конструкцій перекриттів – у всіх будівлях крім I, II, III ступенів вогнестійкості.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Клименко Ф. Е. Сталобетонные конструкции с внешним полосовым армированием / Ф.Е. Клименко. – К. : Будівельник, 1984.
2. Гвоздев А. А. Новое в проектировании бетонных и железобетонных конструкций / А.А. Гвоздев. – М. : Стройиздат, 1978.
3. Клименко Ф. Е. Дослідження вогнестійкості сталобетонних балок з зовнішнім штабовим армуванням / Ф. Е. Клименко, Б. Г. Демчина, І. М. Добрянський // Резерви прогресу в арх. і буд-ві : Вісник, ЛПІ - № 252. – Львів, 1991.
4. Залесов А.С. Прочность железобетонных конструкций при действии поперечных сил / А.С. Залесов, Ю.А.Климов. -Киев: Будівельник, 1989. -105 с.
5. ДБН В.1.1-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».

О.И. Башинский, к.т.н., В.В. Артеменко, Т.Б. Боднарчук, к.т.н., В.Н. Андриенко, к.т.н., профессор

ОТЛИЧИЯ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ИЗГИБЕ С ЛЕНТОЧНОЙ И СТЕРЖНЕВОЙ АРМАТУРОЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПОПЕРЕЧНЫХ СИЛ И ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

В статье поданы результаты экспериментальных исследований и теоретические расчеты. Заслуживает внимания проведенный сравнительный анализ работы сталобетонных балок с железобетонными аналогами. В работе делается попытка определить влияние внешней ленточной арматуры на прочность наклонных сечений сталобетонных балок с поперечной арматурой, а также определить отличие ее работы сравнительно с обычной стержневой арматурой.

Ключевые слова: бетон, железобетон, арматура, температура, поперечная сила, сталобетон, прочность, огнестойкость, трещиностойкость, балка.

O.I. Bashinskiy, Candidate of Science (Engineering), V.V. Artemenko, T.B. Bodnarchuk, Candidate of Science (Engineering), V.M. Andrienko, Candidate of Science (Engineering), Professor

MAIN DIFFERENCES OF WORK OF CONCRETE STRUCTURES ELEMENTS WITH BEND AND REINFORCEMENT ROOL UNDER THE ACTION OF TRANSVERSE FORCES AND HIGH TEMPERATURES

The article deals with the results of the experimental testing and theoretical calculations. The comparative analysis of the work of steel-aggregate granolithic concrete beams and reinforced concrete beams is worthy of attention. The work shows the influence of the external band reinforcement on the steel-aggregate granolithic concrete beams with cross reinforcement and the difference of its work compare to common bar reinforcement.

Key words: betony, concrete structures, reinforcement, temperatures, forces, still-betony, strength, fire-resistance, bar reinforcement, cross.

УДК 614.842

С.Д. Муравьев, к.т.н, с.н.с., (ЗАО «Спецінжналадка АСУ»), А.В. Бабич, (Вооруженные силы Украины)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ В ПОМЕЩЕНИЯХ СО СЛОЖНЫМ ВОЗДУХООБМЕНОМ

Приведена методика экспериментального (модельного) определения воздушных потоков в помещениях со сложным воздухообменом модернизированным методом электрогидравлических аналогий.

Ключевые слова: исследование, моделирование, воздушный поток, сложный воздухообмен, электрогидравлическая аналогия, система безопасности, размещение датчиков.

Постановка проблемы. Раннее обнаружение аварии, вызванной пожаром, прежде всего, определяет эффективность ее ликвидации, а следовательно, затраты на проведение ликвидационных работ, потери и убытки от пожара. Реализуя отмеченное положение, предприятия оснащаются автоматической пожарной сигнализацией, одним из факторов быстрого обнаружения возгорания которой является рациональное размещение ее чувствительных элементов (датчиков) в объеме помещения.

В помещениях с интенсивным воздухообменом определение места расположения чувствительных элементов, согласно ДБН В.2.5-13-98 «Пожарная автоматика», в ряде случаев не обеспечивает ожидаемого результата из-за искажения полей определяющего фактора сигнализации интенсивными воздушными потоками.

Для рационального размещения чувствительных элементов необходимо иметь информацию о направленности и интенсивности газоздушных потоков внутри защищаемого объема.

Анализ последних достижений и публикаций. Изучению движения потоков воздуха внутри помещения и размещению чувствительных элементов посвящен ряд работ [1, 2 и др.], в которых газоздушные потоки в относительно простых случаях (один источник и один потребитель) описываются аналитически или считаются известными.