

**СУЧАСНІ МЕТОДИ ПІДСИЛЕННЯ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОЛОН ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД**

**METHODS OF STRENGTHENING OF COMPOSITE AND REINFORCED CONCRETE COLUMNS BUILDINGS AND STRUCTURES UNDER RECONSTRUCTION**

**Шевченко О.В., аспірант (Національний авіаційний університет, м. Київ)**

**Shevchenko O.V., advanced student (National Aviation University, Kyiv)**

**В статті приведений аналіз сучасних методів підсилення сталезалізобетонних та залізобетонних колон, що застосовуються при реконструкції будівель та споруд. Метод підстилення конструкцій за допомогою приклеювання додаткових ефективних елементів представляє великий інтерес для будівництва та інших сфер техніки.**

**The given article deals with experimental research of composite and reinforced concrete columns strengthened by external steel reinforcement. To evaluate the load-carrying capacity of reinforced concrete beams with externally bonded steel plate, the influence of the bonded steel plates to the soffit on the shear strength of the beams, and the effect of shear strengthening using wing-type side steel plates for stocky concrete beams (broad and low web) have been examined. From the results, it was found that the shear strength is properly evaluated by shear capacity equations for non-plated reinforced concrete beams unless a crack develops at the edge of the steel plate, and that the side plate bonding is likely to have a potential to be effective in strengthening for the stocky beams without stirrup. Additionally, loading tests using two 75-year-old deteriorated reinforced concrete beams with adhesively bonded steel plates to the soffit were carried out. The bonded steel plates no longer contributed to the load carrying capacity after the joints between the steel plates failed due to debonding.**

**Using the handlay-up technique, successive layers of a woven fiberglass fabric were bonded along the shear span to increase the shear capacity and to avoid catastrophic premature failure modes. The strengthened beams were fabricated with no web reinforcement to explore the efficiency of the proposed strengthening technique using the results of control beams with closed stirrups as a web reinforcement.**

**Ключові слова:**

**Сталезалізобетон, підсилення, міцність, зовнішнє армування.**

Composite and reinforced concrete, strengthening, strength, external reinforcement.

**Постановка проблеми.** Збільшення обсягів виробництва продукції для задоволення потреб громадськості може бути досягнуте тільки на основі інтенсифікації, тобто внесення таких якісних змін до матеріально-технічного базису виробництва, які дозволять повніше використати виробничі потужності, усі види сировини та палива, полегшити працю робітників, зробити його привабливішим та продуктивнішим. У цьому є кінцеве завдання технічного переозброєння і реконструкції виробництва.

В основі реконструкції такі поняття, як: заміна старої техніки на нову, модернізація устаткування, комплексна механізація та автоматизація виробництва, вдосконалення технологічних процесів, поліпшення організації виробництва і особливо розвиток спеціалізації та кооперації, застосування ефективніших видів сировини, підвищення якості продукції, що випускається, вдосконалення організації праці.

При реконструкції діючих підприємств можуть здійснюватися розширення окремих будівель та споруд основного, підсобного та обслуговуючого призначення у випадках, коли нове високопродуктивне і більш ефективне за технічними показниками устаткування не може бути розміщене в існуючих будівлях; будівництво нових і розширення існуючих цехів і об'єктів; будівництво нових будівель і споруд, натомість ліквідація на території діючих підприємств, та подальша експлуатація яких за технічними і економічними умовами недоцільна.

При реконструкції, найчастіше доводиться виконувати також підсилення існуючих конструктивних елементів таких, як: фундаменти, колони, балки.

Традиційно, при підсиленні колони, використовуються додаткові елементи: обойми (залізобетонні або сталеві), двосторонні або односторонні розпірки, розвантажують елементи (стійки або опори), а також попередньо-напружені конструкції – пояси і хомути.

Використання всіх цих елементів володіє кількома вагомими недоліками: їх обсяг значно впливає на внутрішню геометрію будівлі, вага істотно ускладнює конструкцію, а самі роботи є досить дорогими, так як потребують розширеної бригади фахівців та додаткового обладнання [1].

**Огляд останніх джерел і публікацій.** Питання з вивчення причин та способів підсилення будівельних конструкцій були проаналізовані в роботах багатьох вчених: Барашикова А.Я [2], Кривошеєва П.І, Бондаренко С.В [3], Голишева А.Б [4], Онуфрієва Н.М [5], Клименка Є.В [6], Лазовського Д.Н [7], Мальганова А.И [8]. та інших.

Більшість вчених у своїх роботах підкреслюють, що для вирішення питання прогнозованої оцінки напруженого стану згинальних та стискуючих елементів після підсилення, необхідно визначати напружений стан елементів до підсилення та забезпечення сумісної роботи двох складових елементів – елементу, що підсилюється та елемент підсилення.

**Постановка завдання.** Метою роботи є проведення аналізу існуючих методів та способів підсилення сталезалізобетонних та залізобетонних колон та визначення найбільш ефективного методу підсилення колон, на основі порівняння різних матеріалів, таких, як (вуглеволокно та стелеві елементи).

**Викладення основного матеріалу.** Колона – це одна з несучих конструкцій будівлі, яка сприймає на себе навантаження від поперечних елементів споруди, таких як балки, перекриття, ригелі. Від стану колон і їхньої здатності справлятися зі своїми функціями залежить стійкість усього будинку. Так як будь-який будівельний об'єкт схильний до зносу, деформації або руйнування, іноді колони потребують посилення. Найчастіше причинами такої необхідності стають:

- Видимі дефекти колон – тріщини, крени, різного роду деформації, які можуть з'являтися внаслідок природних факторів і механічного впливу на колони;

- При необхідності підвищити сейсмічну стійкість будівлі;

- При надбудові нових поверхів (тобто при необхідності підвищити несучу здатність будівлі);

- При реконструкції або капітальному ремонті споруди.

Традиційно, щоб посилити колони, використовуються додаткові елементи: обойми (залізобетонні або сталеві), двосторонні або односторонні розпірки, розвантажують елементи (стійки або опори), а також попередньо напружені конструкції – пояси і хомути.

Одним з найбільш ефективних способів посилення залізобетонних колон є облаштування залізобетонних або металевих обойм. Посилення обоймами особливо раціонально для колон з невеликою гнучкістю. У елементах, що згинаються, обойми рекомендуються у виняткових випадках (наприклад, при значній корозії арматури), оскільки посилення по усьому периметру елемента, що згинається, нераціонально з конструктивної точки зору і є досить трудомістким при виконанні робіт.

Найбільш простим типом залізобетонних обойм є обойми із звичайною подовжною і поперечною арматурою без, зв'язки арматури обойми з арматурою посилюваної колони. При такому способі підсилення важливо забезпечити спільну роботу "старого" і "нового" бетону, що досягається ретельним очищенням поверхні бетону посилюваної конструкції, насічкою або обробкою металевими щітками, а також промиванням під тиском безпосередньо перед бетонуванням. Для поліпшення адгезії і захисту бетону і арматури при агресивних умовах експлуатації рекомендується застосування полімерних бетонів.

При неможливості збільшення перерізу колон при стислих термінах виконання робіт з підсилення, рекомендуються використовувати в якості підсилення металеві обойми з металевих кутиків, що встановлюються по гранях колон, і сполучних планок між ними. Ефективність сумісної роботи

колони та металевої обойми залежить від щільності прилягання кутиків до тіла колони і від попередньо-напружених поперечних планок.

Для щільного прилягання кутиків поверхня бетону по гранях колон ретельно вирівнюється сколюванням нерівностей і зачеканкою цементним розчином. Попереднє напруження сполучних планок виконується термічним способом.

Для цього планки приварюють однією стороною до куточків обойми, потім розігрівають газовим пальником до 100...120°С і в розігрітому стані приварюють другий кінець планок. Замикання планок здійснюють симетрично від середнього по висоті колони поясу. Під час охолодження планок відбувається обтискання поперечних перерізів колони, що суттєво підвищує несучу здатність колони.

Ефективним засобом підсилення навантажених колон є влаштування заздалегідь напружених металевих розпірок. Одно- або дво-сторонні розпірки є металевими обоймами з попередньо-напруженими стійками, розташованими з однієї або двох сторін колон.

Перші застосовують для збільшення несучої здатності позацифровано стиснутих колон, з великими і малими ексцентриситетами, другі - для центрально стиснутих колон з двозначною епюрою моментів.

Заздалегідь напружені односторонні розпірки влаштовуються з двох кутиків, сполучених між собою металевими планками. У верхній і нижній зонах розпірок приварюють спеціальні планки завтовшки не менше 15мм, які передають навантаження на металеві кутики і мають площу поперечного перерізу, рівну перерізу розпірок.

Планки встановлюють так, щоб вони виступали за торці куточків розпірок на 100... 120 мм, і забезпечують двома отворами для стяжних болтів.

Металеві кутики мають бути встановлені так, щоб їх внутрішні грані співпадали з зовнішньою гранню колон. Для цього захисний шар бетону у верхній і нижній зонах колони сколюють і влаштовують кутики на цементному розчині суворо горизонтально рис.1.



Рис 1. Схема підсилення колон сталевими кутиками

Одним з інноваційний метод підсилення колон – це підсилення колон за допомогою вуглеволокна.

Цей композитний матеріал володіє безліччю переваг перед своїми застарілими «конкурентами»:

- Пластини вуглеволокна в товщину складають всього кілька міліметрів, завдяки чому внутрішні розміри приміщення залишаються практично незмінними;

- Вуглеволокно настільки легке, що не дає ніякого додаткового навантаження на будівельну конструкцію;

- Міцність вуглепластика на розтяг не менше ніж у 6 разів вище в порівнянні з класичною арматурою залізобетонної – а це значить, що даний матеріал здатний справлятися з неймовірними навантаженнями;

- Вуглеволокно легко і швидко монтується, не вимагаючи додаткового обладнання і розширеного складу робітників;

- Вуглепластик володіє високою корозійною стійкістю;

- Консервація об'єкта під час посилення колон вуглеволокном не потрібно.

Суть методу полягає в тому, що перпендикулярно до осі колони наклеюються волокна вуглепластика, завдяки чому поперечний деформування елемента обмежується. Крім того, колони, посилені даними композитом, будуть добре сприймати не тільки центральну навантаження, але і згинальний момент. Щоб домогтися цього, необхідно наклеїти платини вуглепластика вздовж площини дії моменту.

Для приклеювання стрічки використовують спеціальний клей, який, маючи значну міцність (до 60-80 МПа) і добру адгезію з усіма будівельними матеріалами, забезпечує високу надійність кріплення з підсилюваною конструкцією.

При цьому поверхня конструкції має бути рівною (плоскою). За значних відхилень від площинності поверхню необхідно вирівняти (репрофілювати). Для цього передбачено відповідну високоміцну композитну суміш. Після її затвердіння поверхню зачищують, знежирюють та готують до наклеювання стрічки або полотна рис.2.



Рис 2. Схема підсилення колон вуглеволокном

**Висновки.** Існуючі способи підсилення будівельних конструкцій добре вивчені та ефективно використовуються на практиці. На сьогоднішній для підсилення сталезалізоетонних та залізобетонних конструкцій, найбільшої популярності набули способи нарощування стиснутої або розтягнутої зон, як високоефективні та зручні в умовах реконструкції.

Використання сталевих обойм (елементів) володіє кількома вагомими недоліками: їх обсяг значно впливає на внутрішню геометрію будівлі, вага істотно ускладнює конструкцію, а самі роботи є досить дорогими, так як потребують розширеної бригади фахівців та додаткового обладнання.

При використанні вуглеволокна як зовнішнього підсилення конструкції можливо отримати таку переваги: корозійна стійкість; в 10 разів більша міцність; легкість (в 5 разів легша ніж сталь), простота використання; низька вартість робочої сили; зручність транспортування; робота без риштувань (з автомобільних підйомників з кошиком); відсутність розмірних обмежень і стиків за довжиною до 250м; висока втомна міцність; можливість використання в конструкціях з різних матеріалів (бетон, сталь, дерево, цегляна кладка); з'єднання з конструкцією лише за допомогою клею. Недоліки - відносно висока вартість матеріалу; низька міцність у поперечному до волокон напрямі.

1. О.І. Валовой. Эффективные методы реконструкции промышленных зданий та инженерных споруд. Кривий Ріг 2003. ст.5.

2. Барашиков А.Я. Расчет железобетонных конструкций на действие длительных переменных нагрузок. – К.: Будівельник, 1977.– 156 с.

3. Бондаренко С.В., Санжаровский Р.С. Усиление железобетонных конструкций при реконструкции зданий. М.: Стройиздат, 1990. 352с.

4. Голышев А.Б., Бачинский В.Я. К разработке прикладной теории расчета железобетонных конструкций // Бетон и железобетон.- 1985.- № 6. -С. 16-18.

5. Онуфриев Н.М. Усиление железобетонных конструкций промышленных зданий и сооружений. М.-Л.: Стройиздат, 1965.-342с.

6. Клименко Ф.Е. Сталежелезобетонные конструкции с внешним полосовым армированием. – К.: Будівельник, 1984. – 88 с.

7. Лазовский Д. Н.. Проектирование реконструкции зданий и сооружений: учеб.-метод. комплекс/ Д.Н. Лазовский // Оценка состояния и усиление строительных конструкций.- Новополюк: ПГУ, 2008.- Вып. 3, Ч. 2.- с. 24.

8. Мальганов А.И., Плевков В.С., Полищук В.С. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий. -Томск: Изд-во То. Ун-та, 1992. 456 с.

1. О.І. Valovoy. Efectuvni metody reconstrucii promuslovuch budivel ta ingenernych sporud. Krivuy Rig 2003 y.st.5.

2. Barashikov A.Y. Raschet gelezobetonuh konstrukciy pod deystviem dliyelnyh peremennyh nagruzok. – К.: Budivelnik, 1977.– 156 st.

3. Bondarenko S.V, Sangarovskiy R.S. Usilenie gelezobetonuh konstrukciy pri reconstrucii zdaniy. М.: Stroyizdat, 1990. 352st.

4. Golushev A.B. Bachunskiy V.Y. K razrabotke prikladnoy teorii rascheta gelezobetonuh konstrukcii // Beton I gelezobeton.- 1985.- № 6. -st. 16-18.
5. Onufriev N.M. Usilenie gelezobetonuh konstrukcii promushlenuh zdaniy I soorugeniya. M.-L.: Stroyizdat, 1965.-342st.
6. Klimenko F.E. Stalegelezobetonue konstrukcii s vneshnim polosovim armirovaniem. – K.: Budivelnik, 1984. – 88 st.
7. Lazovskiy D.N. Proektirovanie rekonstrukcii zdaniy i soorugeniya: ucheb.-metod. kompleks/ Lazovskiy D.N. // Ocenka sostoyaniya I usilenie stroitelnykh konstruktsiy: PGY, 2008.- VUP. 3, P. 2.- st. 24.
8. Malganov A.I. Plevkov V.S., Polishuk V.S. Vosstanovlenie I usilenie stroitelnykh konstruktsiy avaryynih i rekonstruirovannykh zdaniy. -Tomsk: Izd-vo. Un-ta, 1992. 456 st.