

DOI: 10.29295/2311-7257-2018-93-3-133-137

УДК 624.012

Земляков В.Л., Плахотнікова І.А.,*Харківський національний університет будівництва та архітектури
(вул. Сумська, 40, Харків, 61002, Україна; e-mail: gbkhisi@gmail.com)***Фурсов Ю.В.***Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова
(вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002, Україна)*

СПОСІБ ПІДСИЛЕННЯ КАМ'ЯНИХ КОЛОН (СТОВПІВ) ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНОЮ ОБОЙМОЮ

Представляємо новий спосіб підсилення кам'яних колон (стовпів), який полягає в застосуванні гнучких елементів із сталевго дроту або композитних матеріалів, в яких створюється попереднє напруження шляхом стягування гілок гнучких елементів і фіксації їх у напруженому стані, що призводить до обтиску кам'яної кладки і підвищує її несучу здатність. Представляємо розрахунки зусиль в гнучких елементах і напруження кам'яної кладки.

Ключові слова: кам'яна колона(стовп), кам'яна кладка, обойма, гнучкий елемент, попереднє напруження.

Вступ. Підсилення цегляних, кам'яних конструкцій будівель завжди була і є актуальною проблемою будівництва. Нерівномірні осадки ґрунтів, атмосферні опади, недоліки і помилки проектних рішень, недотримки технологічних і експлуатаційних нормативів – усе це прискорює руйнування кам'яної кладки і як наслідок, потребує ремонту і підсилення несучих кам'яних конструкцій.

Необхідність у підсиленні кам'яних конструкцій виникає також при реконструкціях будівель і споруд при їх надбудовах і підвищенні технологічних навантажень. В даній статті розглядається спосіб підсилення цегляних колон (стовпів) із попереднім напруженням цегляної кладки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В будівельній практиці застосовуються декілька способів підсилення цегляних колон. Найбільш поширеним з них є підсилення цегляної кладки, засноване на використанні металевих та залізобетонних обойм [1]. Цегляна кладка у обоймі працює в умовах обмежених поперечних деформацій і, як наслідок, у таких конструкціях опір зовнішній повздовжній силі збільшується

[2]. Проте резерви підвищення несучої здатності наведеним способом реалізуються не в повному обсязі. До того ж реалізація цих способів вимагає підвищеної витрати металу.

Відомий також спосіб підсилення колон з використанням попередньо напружених затяжок (распорок) [3]. Проте ці способи дають можливість створювати одновісне попереднє напруження у напрямку, який збігається з діючим навантаженням та не забезпечує обтиснення підсилюваної конструкції в поперечному напрямку, до того ж, натяжні пристрої для попереднього напруження (гайки, різьбові муфти) залишаються в конструкції після її підсилення, що економічно недоцільно.

Відомий також спосіб [4] локального попереднього напруження залізобетонних конструкцій шляхом відтяжки арматури у поперечному напрямку та фіксація її упором в напруженому стані. Проте цей спосіб дає можливість створити одновісне напруження тільки у локальній зоні.

За останній час інтенсивно розвивається виробництво і застосування в різних

галузях композитних матеріалів, тому в будівництві також проводяться дослідження і розробка практичних способів підсилення кам'яних та залізобетонних конструкцій зовнішнім армуванням композитними матеріалами: джгутами, стрічками, тканинами на основі скляних, базальтових, вугільних та інших синтетичних волокон, які просочені полімерними в'язучими [5]. Ці способи дають можливість підсилювати дефектні ділянки конструкцій (особливо з тріщинами), проте армування конструкцій композитними матеріалами без попереднього напруження технічно та економічно неефективне.

Основна частина досліджень. На кафедрі залізобетонних та кам'яних конструкцій ХНУБА розроблено спосіб підсилення цегляних колон [6], який дозволяє без застосування потужних силових пристроїв при менших витратах праці і матеріалів створювати необхідний рівень попередніх напружень цегляної кладки і таким чином підвищувати несучу здатність колон.

Сутність способу полягає в наступному. На ребрах колони закріплюють кутові елементи, до яких з певним кроком закріплюють гнучкі елементи у вигляді замкнених контурів у площинах, які перпендикулярні вісі колони, після чого, з метою створення об'ємного стиснення колони, сусідні гілки гнучких елементів попарно стягуються та фіксуються в цьому положенні стяжками посередині прольотів (між стягнутими гнучкими елементами).

На рис.1 зображена колона з закріпленими на ній кутовими та гнучкими елементами до їх попереднього напруження.

На рис. 2 зображена колона після попереднього напруження гнучких елементів шляхом стягування сусідніх гілок гнучких елементів та фіксації їх стяжками.

На рис. 3 зображена схема зусиль P , які обжимають колону та діють у площині перерізу колони.

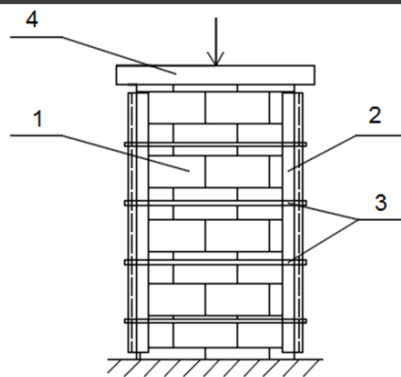


Рис. 1. Колона з закріпленими на ній кутовими та гнучкими елементами до їх попереднього напруження

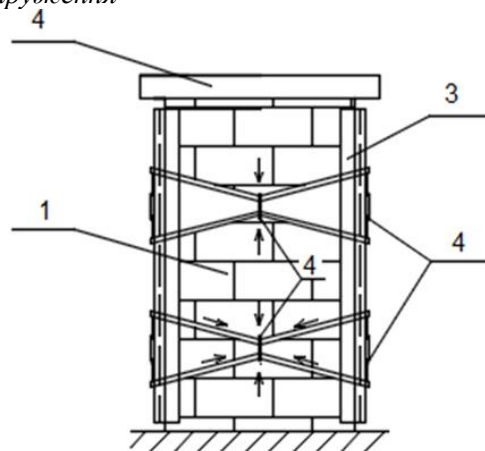


Рис. 2. Колона після попереднього напруження гнучких елементів шляхом стягування сусідніх гілок гнучких елементів та фіксації їх стяжками

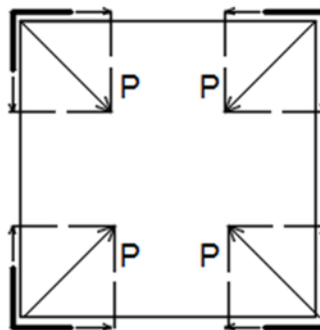


Рис. 3. Схема зусиль P , які обжимають колону та діють у площині перерізу колони

Застосування способу наведено на наступному прикладі.

К ребрам колони 1, яка підлягає підсиленню (рис. 1), закріплюють кутові елементи 2 (наприклад за допомогою полімерцементного розчину). На кутові елементи з заданим кроком навивають гнучкі елементи 3, які охоплюють колону по периметру перерізу. У якості матеріалу для гнучких елементів можуть використовуватися високоміцний арматурний сталевий дріт або вироби з композитних матеріалів на основі ниток, джгутів, нетканих стрічок з високоміцних скляних, базальтових та інших волокон, які просочені полімерними в'язучими.

Для запобігання зміщення гнучких контурів уздовж кутових елементів в них робляться поглиблення (вирізи), у які укладається матеріал, який навивається. Після навивання кінці сталеві проволочки або композитного матеріалу з'єднуються за допомогою газу - або електрозварки або відповідного клейового складу, який утворює міцний замкнутий контур гнучкого елемента 3.

В разі використання для гнучких елементів композитних матеріалів після навивання виконується їх затвердіння при відповідній температурі (в залежності від використаних полімерних в'язучих холодного або гарячого затвердіння).

Після цього виконується обтиск колони шляхом попереднього напруження гнучких елементів 3 (рис. 2) за допомогою попарного стягування сусідніх гілок гнучких елементів посередині прольотів (між кутовими елементами). Стягування виконується одночасно на протилежних гранях колони за допомогою простих механізмів ручної дії (гвинтових або важільних). Використання для цієї мети потужних гідродомкратів або інших засобів не потрібно, так як поперечне зусилля стягування гілок гнучких елементів у 10-20 разів менше повздовжніх зусиль, які потрібні для попереднього напруження цих елементів.

Досягнуте у гнучких елементах попереднє напруження фіксується за допомогою стяжок – фіксаторів 4. Стяжки можуть бути виготовлені з матеріалу гнучких елементів

або у вигляді жорстких металевих стрижнів, планок з кінцевими відгинами, гачками та іншими конструктивними елементами для фіксації напружених гілок гнучких елементів 3.

Довжина стяжки встановлюється розрахунком або експериментально, в залежності від заданого попереднього напруження гнучких елементів.

Після установки стяжок – фіксаторів 4 натяжні пристрої видаляють з робочої зони та створені ними поперечні зусилля передаються на стяжки-фіксатори 4.

Таким чином, створюється об'ємний напружений стан колони: двовісне напруження у площині перерізу колони, як показано на рис. 3, а також по вісі колони за рахунок реакції стягнутих гілок гнучких елементів, які сприймають стяжки-фіксатори 4.

З метою захисту металевих елементів від корозії, а також по естетичним міркуванням (вимогам) після підсилення колони пропонованим способом поверхні їх торкретують та штукатурять.

На рис.4 показана схема для розрахунків необхідного зусилля стягування гілок гнучких елементів і створюваного ним напруження обтиску цегляної кладки.

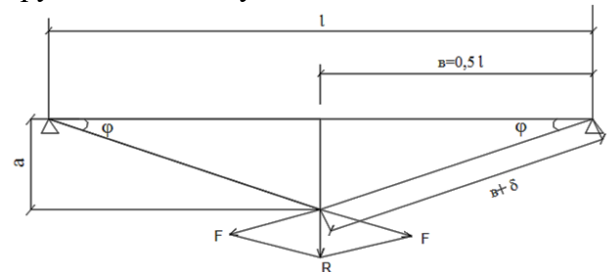


Рис. 4. Схема гілки гнучкого елемента після її напруження

Визначення попередніх напружень у гнучких елементах

$$\frac{a}{b} = tg\varphi = i$$

$$a = ib$$

$$b + \delta = \sqrt{a^2 + b^2} = b\sqrt{i^2 + 1}$$

$$\delta = b(\sqrt{i^2 + 1} - 1)$$

Відносна деформація

$$\varepsilon = \frac{\delta}{B} = \sqrt{i^2 + 1} - 1$$

Попереднє напруження у гнучкому елементі

$$\sigma_n = \varepsilon \cdot E_s = (\sqrt{i^2 + 1} - 1) \cdot E_s$$

Зусилля у гнучкому елементі

$$F = \sigma_n \cdot A_s = (\sqrt{i^2 + 1} - 1) \cdot E_s \cdot A_s$$

Зусилля у стяжці

$$R = 2 \cdot F \cdot \sin\varphi = \frac{2 \cdot F \cdot a}{b(i - 1 + \sqrt{i^2 + 1})}$$

Зусилля обтиску кладки

$$P' = 4 \cdot F \cdot \operatorname{ctg}\varphi \cdot \sin 45^\circ = \frac{2,83}{i} \cdot E_s \cdot A_s (\sqrt{i^2 + 1} - 1)$$

Напруження обтиску кладки у поперечному напрямку

$$\sigma_{\text{кл}} = \frac{P'}{A'_{\text{кл}}} = 2,83 \cdot \frac{E_s \cdot A_s (\sqrt{i^2 + 1} - 1)}{ib \cdot s}$$

де: E_s - модуль пружності матеріалу гнучкого елементу; A_s - площа перерізу гнучкого елементу; b – ширина перерізу цегляного стовпа; s - крок гнучких елементів.

Висновки. Таким чином, представлений спосіб підсилення цегляних колон дозволяє без застосування потужних силових пристроїв при менших витратах праці і матеріалів створювати необхідний рівень попередніх напружень цегляної кладки і підвищувати несучу здатність колон. Наведений алгоритм розрахунків дає можливість визначати конструктивні параметри системи напружених гнучких елементів і рівень попередніх напружень кам'яної кладки. Питання практичного визначення впливу попередніх напружень кладки на несучу здатність кам'яних колон потребує експериментальних досліджень.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Вахненко, П.Ф. Каменные и армокаменные конструкции. [Текст] / К. Будівельник, 1990/ - 184с.
2. Руководство по проектированию каменных и армокаменных конструкций. М.: Стройиздат, 1974. – 184 с.

3. Онуфриев, Н.М. Усиление железобетонных конструкций промышленных зданий и сооружений. [Текст] / М.: Стройиздат, 1965. - С.132-241.
4. Патент РФ №2056490. Способ изготовления преднапряженных железобетонных элементов. 1996.
5. Келемешев, А.Д. Обследование и усиление зданий. [Текст] / «Строительство». Алматы: КазГАСА, 2011. - 98с.
6. Патент України № 117084 «Спосіб підсилення цегляних колон».

Плахотникова И.А., Земляков В.Л., Фурсов Ю.В. СПОСОБ УСИЛЕНИЯ КАМЕННЫХ КОЛОНН (СТОЛБОВ) ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННОЙ ОБОЙМОЮ.

Представляем новый способ усиления каменных колонн (столбов), который заключается в применении гибких элементов из стальной проволоки или композитных материалов, в которых создается предварительное напряжение путем стягивания ветвей гибких элементов и фиксации их в напряженном состоянии, что приводит к обжиму каменной кладки и повышает ее несущую способность. Представляем расчеты усилий в гибких элементах и напряжения каменной кладки.

Ключевые слова: каменная колонна (столб), каменная кладка, обойма, гибкий элемент, предварительное напряжение.

Zemlyakov V., Plakhotnikova I., Fursov Yu.V. METHOD OF STRENGTHENING OF STONE COLUMNS (PILLARS) PRESERVED WITH CROWN.

We are introducing a new way of strengthening the columns that have been pre-tensioned by the masonry. The essence of the method is as follows. On the edges of the column is fixed angles elements for which a certain fixed step flexibilities in the form of closed contours in a plane perpendicular to the axis of the column, then, to create volumetric compression column adjacent branches flexible elements in pairs collected and fixed in this position screws in the middle of spans (between retractable flexible elements). As a material for the flexible elements can be used high-strength steel wire reinforcing products or compo-

site materials based on filaments, strands, nonwoven tapes with high glass, basalt and other fibers impregnated with polymeric binders.

In order to prevent the displacement of flexible contours along the angular elements, they are made of depressions (cutouts), in which the cuvette material is placed. When using flexible elements for composite materials after hardening of coiling is performed at the appropriate temperature (depending on the polymer binders used cold or hot curing).

After that column crimped by prestressing the flexible element through the collection of pairwise neighboring branches flexible elements spans the middle (between angular elements). The accumulation is performed simultaneously on the opposite sides of the column with the help of simple mechanisms of manual action (screw or lever). The use of

powerful hydrodrals or other means for this purpose is not required, since the transverse force of pulling the branches of flexible elements is 10-20 times less longitudinal effort required for the previous tension of these elements. Achieved in flexible prestressing elements fixed with cable ties - clamps. Thus, a volumetric stress state of the column, which greatly increases its carrying capacity.

We present the figures and calculations explaining the essence of the method and determine power settings and tensions arising in the branches of the flexible elements in stone, masonry columns yany aggrivated.

Key words: stone column (pillar), stone masonry, cling, flexible element, preliminary tension.

DOI: 10.29295/2311-7257-2018-93-3-137-143

УДК 624.21

Кожушко В.П., Сова Я.И., Воронова Е.М.

*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет
(ул. Ярослава Мудрого, 25, Харьков, Украина; e-mail: kmksm@ukr.net)*

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ МОСТОВ

В статье рассматривается опыт применения композиционных материалов для усиления железобетонных балок пролетных строений мостов как отечественный, так и зарубежный. Анализ литературы по данному вопросу показал, что применение данного метода при усилении железобетонных балок в Украине имеет единичные случаи, тогда как в России применение композиционных материалов набирает обороты. Хотя нормативная база находится в разработке и полностью не изучена работа композиционных материалов в условиях нашего климата, технология выполнения работ заимствуется у стран-производителей данного материала. Таким образом, целью данной работы является выявление степени изученности вопроса и актуальности применения композитных материалов для усиления главных балок пролетных строений железобетонных мостов. Для выполнения этой задачи проведен анализ существующих методик расчета, а также изучен опыт усиления балок композитными материалами при ремонте и реконструкции сооружений. Таким образом, вопрос оптимального месторасположения и количества армирующего материала остается открытым, так как усиливающий материал имеет достаточно высокую стоимость переизбыток усиления приведет к нежелательному удорожанию ремонта, а недостаточное усиление не даст желаемого результата.

Ключевые слова: композитный (композиционный материал), изгибаемый железобетонный элемент, методика расчета, система усиления, материалы FRP.

Введение. На автодорогах Украины эксплуатируются 28500 мостов и путепроводов. В процентном соотношении: автодорожные мосты составляют 72%, из них 80%

расположены на автодорогах общего пользования и 20% в населенных пунктах; железнодорожные мосты – 28%.

НАУКОВИЙ ВІСНИК БУДІВНИЦТВА, Т. 93, №3, 2018