УДК 624.012: 69.059.3

© Н. В. Маслова, канд. техн. наук, доцент

© А. О. Жемчужев, соискатель

(Тольяттинский государственный университет)

E-mail: tsp@tltsu.ru, tyrist1990@list.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2017-14-2-86-89

© N. V. Maslova, PhD in Sci. Tech., Associate Professor

© A. O. Zhemchuev, competitor

(Togliatti State University)

E-mail: tsp@tltsu.ru, tyrist1990@list.ru

МЕТОД УСИЛЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНО СЖАТЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОБОЙМАМИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ

THE METHOD OF STRENGTHENING THE CENTRALLY COMPRESSED REINFORCED CONCRETE ELEMENTS WITH STEEL HOOPING AT RECONSTRUCTION OF THE BUILDING

Предложен метод усиления для центрально сжатых железобетонных элементов, который заключается в использовании комбинированной прослойки между обоймой и усиливаемым элементом, повышающей несущую способность сжатых элементов при увеличении эксплуатационных нагрузок и появлении локальных дефектов. Определены достоинства и недостатки данного метода. Даны рекомендации по применению конструкции усиления.

Ключевые слова: центрально сжатый элемент, усиление, обойма, реконструкция, железобетон.

This article describes the method aimed at strengthening the centrally compressed reinforced concrete elements through using a combination layer between the hooping and the reinforced element, which increases the bearing capacity of the compressed elements while increasing operating loads and the emergence of local character defects. The advantages and disadvantages of this method are shown. Recommendations on the use of structural reinforcement are given.

Keywords: centrally compressed element, strengthening, hooping, reconstruction, reinforced concrete.

Необходимость более рационального использования промышленного потенциала страны обусловила острую потребность в реконструкции зданий и сооружений. Реконструкция является одним из магистральных направлений в области современного строительства [1]. Ее объемы неуклонно возрастают, при этом сокращается срок окупаемости капитальных вложений по сравнению с новым строительством, что очень выгодно при дефиците средств в бюджетах различных уровней. По своей специфике проектирование и проведение работ по реконструкции существенно отличаются от процесса создания новых зданий и сооружений.

Техническое перевооружение и реконструкция производственных, да и гражданских зданий и сооружений во многих случаях связаны с изменением нагрузок и их воздействий. Это, прежде всего, увеличение эксплуатационных нагрузок (повышение этажности зданий, увеличение грузоподъемности и интенсивности работы

подъемно-транспортного оборудования, установка более совершенного и мощного оборудования, дополнительных коммуникаций и т. д.). Все это приводит к необходимости повышения несущей способности эксплуатируемых железобетонных конструкций путем их усиления [2–4].

Одними из наиболее ответственных конструкций зданий и сооружений являются колонны, что приводит к необходимости совершенствования и разработке новых методов их усиления. Для повышения несущей способности колонн используют различные способы усиления, однако наиболее выгодно — усиление при помощи железобетонных и металлических обойм [5, 6]. Железобетонные обоймы, как наиболее простые и надежные, нашли большее место в практике реконструкции.

Повышение несущей способности колонн, усиленных железобетонными обоймами, зависит от ряда факторов, например шага поперечной ар-

матуры и толщины обоймы (за счет которых возникает так называемый «эффект обоймы»).

По исследованиям А. Ю. Бирюкова, В. В. Теряника [7, 8], увеличение несущей способности («эффект обоймы») по сравнению с неусиленными образцами составляет примерно 65 %.

В качестве недостатка можно выделить низкую адгезию бетона обоймы с бетоном колонны (в основном применяют метод, заключающийся в укладке «нового» бетона на чистую шероховатую влажную поверхность колонны с обязательным вибрированием [4]).

В последнее время набирает популярность усиление колонн композитными материалами, в частности стеклотканью. Стеклоткань обладает высокими прочностными и деформативными характеристиками (прочность при разрыве 2300 МПа; модуль упругости 76 000 МПа; относительное удлинение при разрыве 2,8 %).

По исследованиям А. Н. Костенко [9], увеличение несущей способности элемента, усиленного обоймой из стеклоткани, по сравнению с неусиленным составило 24 %. Для приклеивания стеклоткани к бетону в основном используют клеи на основе эпоксидной смолы.

Также известны работы В. В. Козлова, В. Г. Микульского [10], в которых проведены комплексные исследования по адгезии «старо-

го» и «нового» бетона при помощи эпоксидного клея. В работе А. О. Борисова [11] эпоксидный клей выступает в качестве адгезионной прослойки между колонной и обоймой усиления, за счет которой увеличилась несущая способность на 11 % по сравнению с традиционным способом обработки поверхности колонны. Данные клеи обладают неплохими адгезионными свойствами, за счет чего увеличивается «эффект обоймы». Наряду с положительными свойствами имеются также и недостатки.

В качестве недостатков можно выделить дороговизну клея, низкую живучесть и высокий расход клея.

Также в последнее время широко начинают применяться клеи на основе жидкого стекла, так как они обладают хорошими адгезионными свойствами и вполне подходят для склеивания бетона [12], в качестве отвердителя в основном применяют кремнефтористый натрий (оптимальная концентрация кремнефтористого натрия составляет примерно 15 % от жидкого стекла по массе). Жидкое стекло обладает рядом достоинств по сравнению с эпоксидным клеем, а именно низкой стоимостью и низким расходом.

Исходя из проведенного анализа существующих методов усиления, было решено разрабо-

тать комбинированный метод усиления (рисунок), который заключается в следующем:

- на необработанную поверхность железобетонной колонны (или стойки) наносят жидкое стекло;
- далее поверхность колонны обматывают в два слоя стеклотканью;
- следующим этапом устанавливают каркас обоймы, опалубку и производят бетонирование с последующим уплотнением.

На данный метод получен патент [13].

Выводы

Предложенный метод усиления имеет следующие преимущества:

- за счет хороших адгезионных свойств жидкого стекла произойдет надежная фиксация стеклоткани на поверхности колонны;
- применение стеклоткани позволяет создать шероховатую поверхность, в результате которой адгезия между бетоном обоймы и колонной повысится, и элементы будут работать как единое целое. За счет этого возрастет «эффект обоймы» и повысится несущая способность;
- применение стеклоткани создаст также дополнительный эффект усиления, в результате чего несущая способность усиленной конструкции возрастет по сравнению с ранее проанализированными методами усиления.

Предложенный метод может применяться при усилении центрально сжатых железобетонных колонн как на всю высоту колонны, так и на высоту поврежденного участка.

Вопросы усиления (в том числе и колонн) остаются весьма актуальными, что требует разработки новых методов усиления, повышающих несущую способность и деформативность усиленных элементов.

Библиографический список

1. Аззам А. И. Усиление железобетонных конструкций с применением полимербетонов: дис. ... канд. техн. наук. М., 2002. С. 153.
2. Теряник В. В. Прочность, устойчивость и деформативность железобетонных колонн, усиленных обоймами. Челябинск: Южно-Уральское книжное изд-во, 2004. С. 188.

3. Онуфриев Н. М. Усиление железобетонных конструкций промышленных зданий и сооружений. Л.; М.: Изд-во литературы по строительству, 1965. С. 176.

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

5. Теряник В. В. Рекомендации по усилению сжатых железобетонных конструкций обоймами. М., 2001. 12 с.

6. Ткаченко А. Е. Усиление внецентренно сжатых железобетонных элементов железобетонными обоймами с различными способами обработки поверхности // Дефекты зданий и сооружений. Усиление строительных конструкций: тезисы докл. III науч.-практ. конф. СПб.: ВИТУ, 1999. С. 105–106.

7. Бирюков А. Ю., Теряник В. В. Результаты экспериментальных исследований прочности и деформативности сжатых усиленных элементов реконструируемых зданий // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2009. Т. 9, № 35. С. 21–23.

8. Теряник В. В., Бирюков А. Ю. Эффективность использования обойм при усилении железобетонных колонн // Жилищное строительство. 2010. № 3. С. 9–10.

9. Костенко А. Н. Прочность и деформативность центрально и внецентренно сжатых кирпичных и железобетонных колонн, усиленных угле- и стекловолокном: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2010. 26 с.

10. Микульский В. Г., Козлов В. В. Склеивание бетона. М.: Стройиздат, 1975. С. 239.

11. Борисов А. О. Прочность и деформативность внецентренно сжатых элементов, усиленных железобетонными обоймами с использованием полимерного клея: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Челябинск, 2011. 22 с.

12. Корнеев В. И., Данилов В. В. Жидкое и растворимое стекло. СПб.: Стройиздат, 1996. С. 109.

13. Патент РФ № 2014134945, 26.08.2014. Жемчуев А. О., Теряник В. В. Наружная усиливающая конструкция колонн // Патент России № 151500. 2015. Бюл. № 10.

References

1. Azzam A. I. *Usilenie zhelezobetonnykh konstruktсий s primeneniem polimerbetonov*. Diss. kand. tekhn. nauk [Strengthening of reinforced concrete designs with application of polymer concrete. PhD in Sci. Tech. diss.]. Moscow, 2002, 153 p.
2. Teryanik V. V. *Prochnost', ustoychivost' i deformativnost' zhelezobetonnykh kolonn, usilennykh oboymami* [Durability, stability and deformation capability

of reinforced concrete columns strengthened by hooping]. Chelyabinsk, Southern Ural Book Publ, 2004, 188 p.

3. Onufriev N. M. *Usilenie zhelezobetonnykh konstruktsiy promyshlennykh zdaniy i sooruzheniy* [Strengthening of reinforced concrete structures of industrial buildings and constructions]. Publ. house of literature on construction, 1965, 176 p.

4. Bondarenko S. V., Sanzharovskiy S. V. *Usilenie zhelezobetonnykh konstruktsiy pri rekonstruktsii zdaniy* [Strengthening of reinforced concrete designs at reconstruction of buildings]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1990, 352 p.

5. Teryanik V. V. *Rekomendatsii po usileniyu szhatykh zhelezobetonnykh konstruktsiy oboymami* [Recommendations about strengthening of the compressed reinforced concrete designs with steel hooping]. Moscow, 2001, 12 p.

6. Tkachenko A. E. *Usilenie vnetsentrenno szhatykh zhelezobetonnykh ehlementov zhelezobetonnyimi oboymami s razlichnymi sposobami obrabotki poverkhnosti* [Strengthening of non-central the compressed reinforced concrete elements with reinforced concrete hooping with various ways of processing of the surface]. *Trudy III nauch.-prakt. konf. «Defekty zdaniy i sooruzheniy. Usilenie stroitel'nykh konstruktsiy»* [Proc. of the sci. – tech. conf. "Defects of buildings and constructions. Strengthening of building constructions"]. St. Petersburg, VITU Publ., 1999, pp. 105–106.

7. Biryukov A. Yu., Teryanik V. V. *Rezultaty ehksperimental'nykh issledovaniy prochnosti i deformativnosti szhatykh usilennykh ehlementov rekonstruiemykh zdaniy* [Results of pilot studies of durability and deformation capacity of compressed strengthened elements of the reconstructed buildings]. *Vestnik YuUrGU, Stroitel'stvo i arkhitektura – Bulletin*

of YuUrSU, Construction and Architecture, 2009, vol. 9, no. 35, pp. 21–23.

8. Teryanik V. V., Biryukov A. Yu. *Ehffektivnost' ispol'zovaniya oboym pri usilenii zhelezobetonnykh kolonn* [Efficiency of using steel hooping at strengthening the reinforced concrete columns]. *Zhilishchnoe stroitel'stvo – Housing construction*, 2010, no. 3, pp. 9–10.

9. Kostenko A. N. *Prochnost' i deformativnost' tsentral'no i vnetsentrenno szhatykh kirpichnykh i zhelezobetonnykh kolonn, usilennykh ugle- i steklovoloknom. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk* [Durability and deformation capacity of centrally and non-centrally compressed brick and reinforced concrete columns strengthened with carbon fiber and glass fiber. Author's thesis of PhD in Sci. Tech. diss.]. Moscow, 2010, 26 p.

10. Mikul'skiy V. G., Kozlov V. V. *Skleivanie betona* [Concrete pasting]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1975, 239 p.

11. Borisov A. O. *Prochnost' i deformativnost' vnetsentrenno szhatykh ehlementov, usilennykh zhelezobetonnyimi oboymami s ispol'zovaniem polimernogo kleya. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk* [Durability and a deformation capacity of non-centrally compressed elements strengthened with reinforced concrete hooping using of polymeric glue. Author's thesis of PhD in Sci. Tech. diss.]. Chelyabinsk, 2011, 22 p.

12. Korneev V. I., Danilov V. V. *Zhidkoe i rastvorimoe steklo* [Liquid and soluble glass]. St. Petersburg, Stroyizdat Publ., 1996, 109 p.

13. Zhemchuev A. O., Teryanik V. V. *Naruzhnaya usilivayushchaya konstruktsiya kolonn. Patent RF no. 2014134945, 26.08.2014.* [Zhemchuyev A. O., Teryanik V. V. The external strengthening design of columns. Patent RF no. 2014134945, 26.08.2014]. Patent RF, no. 151500, 2015, Bulletin no. 10.