УДК 69.07

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК ГОРИЗОНТАЛЬНЫМИ ЗАТЯЖКАМИ И ХОЛСТАМИ ИЗ УГЛЕВОЛОКНА

♦♦♦♦♦

COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS FOR REINFORCING REINFORCED CONCRETE BEAMS WITH HORIZONTAL TIES AND CARBON FIBER CANVASES

Пивень Андрей Владимирович
студент,
Кубанский государственный технологический университет
info@apiven.ru

Леонова Анна Николаевна
кандидат технических наук,
доцент,
Кубанский государственный технологический университет
lan_kubstu@mail.ru

Аннотация. В настоящей статье представлены результаты сравнительного анализа двух методов усиления железобетонных балок: метод применения горизонтальных затяжек и метод усиления холстами из углеволокна. В работе рассмотрены положительные и отрицательные характеристики каждого из представленных методов усиления. На основе проведенного сравнительного анализа составлен вывод о целесообразности и экономичности применения каждого из двух методов усиления.

Ключевые слова: реконструкция, усиление, балка, железобетонные конструкции, распределение нагрузок, затяжка, элементы усиления, ремонтные работы.

Piven Andrey Vladimirovich
Student,
Kuban State University of Technology
info@apiven.ru

Leonova Anna Nikolaevna
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Kuban State University of Technology
lan_kubstu@mail.ru

Annotation. This article presents the results of a comparative analysis of two methods of reinforcing reinforced concrete beams: the method of using horizontal tightening and the method of reinforcement with carbon fiber canvases. The work considers the positive and negative characteristics of each of the presented methods of amplification. On the basis of the comparative analysis, a conclusion is drawn about the expediency and cost-effectiveness of using each of the two methods of reinforcement.

Keywords: reconstruction, reinforcement, beam, reinforced concrete structures, load distribution, tightening, reinforcement elements, repair work.

Железобетон – наиболее распространенный комплекс материалов и элементов, применяемый при строительстве зданий и сооружений. Железобетонные конструкции, применяемые при возведении объектов капитального строительства, имеют множество преимуществ и положительных качеств, среди них можно выделить основные: прочность, большая пространственная жесткость, экономичность, удобство монтажа и проектирования, долговечность [1].

Однако, как и любые другие строительные конструкции, железобетонные изделия и элементы подвержены разрушению, в первую очередь из-за механического воздействия и превышения расчетных допустимых показателей суммарных нагрузок на конструкции.

Железобетонные балки промышленных зданий и сооружений одни из немногих конструкций, которые наиболее часто подвержены воздействиям механического и технологического характера.

Ввиду увеличения суммарных нагрузок, вызванных технологической модернизацией производственных процессов, усиления вышележащих конструкций, износа материалов, механических повреждений при монтаже и эксплуатации нередко появляется необходимость проведения ремонтных работ по усилению рассматриваемых строительных железобетонных конструкций [2]. В данной статье подробно рассмотрим способы усиления железобетонных балок производственных зданий и сооружений.

Усиление железобетонных балок горизонтальными стальными затяжками. Представленный метод усиления является распространенным в большинстве стран мира. Данный метод применяется уже более 70 лет. Суть рассматриваемого метода заключается в применении стальных стержней, которые крепятся к закладным элементам с помощью специальных крепежных элементов после чего натягиваются до проектных значений.

Натяжение стальных стержней производится одновременно с двух сторон усиливаемой железобетонной конструкции и также одновременно фиксируется. Процесс натягивания стержней является легким и не трудозатратным из-за простоты натяжения стержней, так как натяжение в стальных болтах, применяемых для фиксации и натягивания стержней, примерно в 10 раз меньше, чем в самих натягиваемых стержнях.

Для увеличения натяжения в стержнях применяют также усиливающие шпренгельные устройства, которые монтируются на стержни и дополнительно стягивают их друг к другу. Применение дополнительных усиливающих элементов зачастую производится на однопролетных балках и при необходимости наличия больших усилий в стержнях.

Натягиваемые стержни крепят к заранее установленным закладным деталям внутри железобетонной конструкции. Для монтажа закладных деталей необходимо провести работы по сверлению конструкций и последующему бетонированию [1, 2].

Контроль натяжения стальных стержней при проведении ремонтных работ по усилению контролируется динамометрами различного типа.

Представленный метод усиления прост в монтаже, также положительной особенностью данного метода является полная взаимозаменяемость всех элементов усиления и низкая себестоимость материалов, что делает данный метод экономически выгодным при проведении ремонта. Применение данного метода усиления является весьма эффективным, дополнительные натянутые стержни позволяют повысить общую несущую способность железобетонных балок.

Однако у данного метода есть и недостатки, такие как незащищенность от воздействия внешней агрессивной среды, низкая огнестойкость и необходимость в дополнительной обработке конструкции усиления огнезащитными составами, также стоит отметить незащищенность от внешнего механического воздействия и возможность образования трещин и сколов и общего снижения несущей способности в усиливаемой железобетонной конструкции при монтаже закладных деталей.

Усиление железобетонных балок холстами из углеволокна. Настоящий метод относится к типу внешнего армирования строительных конструкций зданий и сооружений. Данный метод усиления ненамного моложе представленного ранее метода усиления конструкций натянутыми стержнями, однако его популярность ниже ввиду высокой стоимости работ по усилению и материалов [3].

Однако настоящий метод усиления железобетонных конструкций имеет множество положительных характеристик, таких как высокая прочность нитей холстов, исключительная адгезия материалов, простота монтажа и конечно влияние холстов из углеволокна на повышение прочностных характеристик усиливаемой железобетонной конструкции. Данный метод позволяет увеличить прочность железобетонных конструкций на изгиб до 65 %, а прочность строительной конструкции на сжатие увеличивается в 2 раза.

Применение данного метода усиления зачастую применяется в зданиях и сооружениях, расположенных в местах с нестабильной сейсмической активностью [4].

Рассматриваемый метод усиления железобетонных строительных конструкций имеет очень простую технологию монтажа. Предварительно перед устройством холстов из углеволокна необходимо произвести очистку поверхностей железобетонной балки от пыли и грязи, произвести заделку трещин и сколов. Стоит учесть, что для осуществления данного метода необходимы ровные чистые поверхности конструкций, данный метод невозможно реализовать на неровных поверхностях, имеющих сколы, трещины и иные дефекты. После очистки и ремонта необходимо произвести огрунтовку поверхностей специальными составами. После завершения подготовительных работ можно приступать к наклейке холстов.

Наклеивание холстов из углеволокна производится на подготовленную поверхность при помощи клея, основанного на эпоксидных смолах. Первоначально произво-

дят наклейку продольных элементов (холстов) внешнего армирования вдоль нижнего пояса усиливаемой балки. Площадь наклейки холстов и шаг заранее рассчитывают.

В местах опирания балки на нижележащие строительные конструкции производят наклейку основных поперечных элементов (холстов) внешнего армирования под расчётным углом. После производят наклейку поперечных элементов (холстов) с определенным шагом по длине всей усиливаемой балки.

Рассматриваемый метод усиления является наиболее эффективным с точки зрения повышения несущей способности железобетонных строительных конструкций. Также анализируя опыт применения холстов из композитных материалов, стоит учесть малый вес конструкции усиления, сравнительно небольшой вес холстов позволяет существенно снизить нагрузку на нижележащие строительные конструкции при проведении ремонтных работ по усилению, это также положительно влияет на быстроту и легкость монтажа холстов [5].

Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод, что выбор между натянутыми стержнями и холстами из углеволокна – это выбор между максимальной эффективностью и рациональностью. Натянутые стальные стержни – наиболее распространенный метод усиления железобетонных балок и других строительных конструкций. Применение данного метода является массовым, оно позволяет получить прочную конструкцию готовую к долгой эксплуатации за относительно небольшую стоимость. Холсты их углеволокна являются незаменимыми, если существует необходимость увеличения несущей способности строительных железобетонных конструкций в несколько раз. Высокая цена данного метода усиления вполне окупается надежностью проектных решений, простотой монтажа и легким весом материалов. Каждый строитель и проектировщик должен самостоятельно определять для себя и своего проекта необходимый именно ему и заказчику метод усиления основываясь на условиях эксплуатации ремонтируемых строительных конструкций, климатических и иных показателях и характеристиках.

Литература

1. Емельянчик А.А. О некоторых современных технологиях усиления строительных конструкций // РГОТУПС., Наука и техника транспорта. – 2006. – № 4. – С. 73–75.
2. Жердеева С.А. Анализ напряженно деформированного состояния железобетонных конструкций при сложном напряженном состоянии / С.А. Жердеева, Е.В. Фигурина // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки – развитию регионов Сибири. – 2009. – № 2. – С. 188–192.
3. Применение углеродных холстов и сеток для повышения сейсмостойкости кирпичных зданий при землетрясениях / А.В. Грановкий [и др.] // Вестник НИЦ «Строительство». – 2017. – № 3(14). – С. 21–42.
4. Гениев Г.А. Вопросы прочности и пластичности анизотропных материалов / Г.А. Гениев, А.С. Курбанов, Ф.А. Самедов. – М. : «Интербук», 1993.
5. Медведев С.В. Сейсмические воздействия на здания и сооружения / С.В. Медведев, Б.К. Карапетян, В.А. Быковский. – М., 1968.

References

1. Emelyanchik A.A. On Some Modern Technologies for Strengthening Construction Structures // RGOTUPS., Science and Technology of Transport. – 2006. – № 4. – P. 73–75.
2. Zherdeeva S.A. Analysis of the stress-strain state of reinforced concrete structures under a complex stressed state / S.A. Zherdeeva, E.V. Figurina // Proceedings of the Bratsk State University. Series: Natural and Engineering Sciences – Development of Regions of Siberia. – 2009. – № 2. – P.188–192.
3. Application of carbon canvases and grids to improve the seismic resistance of brick buildings during earthquakes / A.V. Granovsky [et al.] // Bulletin of the Research Center «Construction». – 2017. – № 3(14). – P. 21–42.
4. Geniev G.A. Issues of strength and plasticity of anisotropic materials / G.A. Geniev, A.S. Kurbanov, F.A. Samedov. – M. : Interbuk, 1993.
5. Medvedev S.V. Seismic Effects on Buildings and Structures / S.V. Medvedev, B.K. Karapetyan, V.A. Bykovsky. – M., 1968.