УДК 69.07

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ФЕРМ ХОЛСТАМИ УГЛЕВОЛОКНА И СТАЛЬНЫХ ОБОЙМ

♦♦♦♦♦

COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS OF REINFORCING REINFORCED CONCRETE TRUSSES WITH CARBON FIBER CANVASES AND STEEL CAGES

Кайшева Арина Ильинична
студентка,
Кубанский государственный технологический университет
arinakajseva4@gmail.com

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

Аннотация. В данной статье рассмотрены методы усиления железобетонных ферм промышленных зданий и сооружений. Представлены два вида усиления: устройство стальных обойм и усиление конструкций холстами из углеволокна. В настоящей статье проведен сравнительный анализ характеристик каждого из представленных методов. Рассмотрены их положительные и отрицательные качества. В заключении статьи сделан вывод о применении каждого из рассматриваемых методов.

Ключевые слова: ферма, железобетонные конструкции, усиление, распределение нагрузок, сталь, железобетон, каркас, строительство, ремонтные работы, углеволокно, реконструкция.

Kaysheva Arina Ilyinichna
Student,
Kuban State Technological University
arinakajseva4@gmail.com

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

Annotation. This article discusses methods for strengthening reinforced concrete trusses of industrial buildings and structures. There are two types of reinforcement: the device of steel cages and the reinforcement of structures with carbon fiber canvases. This article provides a comparative analysis of the characteristics of each of the presented methods. Their positive and negative qualities are considered. In conclusion, the article concludes that each of the methods under consideration is used.

Keywords: truss, reinforced concrete structures, reinforcement, load distribution, steel, reinforced concrete, frame, construction, repair work, carbon fiber, reconstruction.

Железобетонные фермы – одни из наиболее распространенных стропильных строительных конструкций, применяемых в промышленных зданиях и сооружениях. Конструктив таких изделий является наиболее выгодным с точки зрения восприятия нагрузок и воздействий, также фермы позволяют получить дополнительное пространство в помещениях и цехах [1].

Однако, как и любые другие конструкции, фермы подвержены появлению повреждений и снижению несущей способности. Причинами появления повреждений в рассматриваемых строительных конструкциях являются:

- Увеличение суммарной нагрузки от вышележащих конструкций ввиду надстройки помещений, усиления вышележащих конструкций и их элементов;
- Изменение технологических процессов в реконструируемом здании или сооружении, влекущее за собой изменение категории помещений и увеличение массы устанавливаемого на предприятии оборудования;
- Модернизация оборудования, расположенного на предприятии;
- Потеря несущей способности конструкций и их элементов ввиду эксплуатационного износа ферм и их составляющих;
- Неправильная эксплуатация строительных конструкций;
- Конструктивные дефекты, появление которых вызвано механическими повреждениями;
- Неправильный монтаж.

Усиление железобетонных строительных конструкций одно из наиболее распространенных направлений в проектировании, так как методы усиления часто применяются при разработке проектной документации на реконструкцию и капитальный ре-

монт зданий и сооружений и проведении строительных монтажных и демонтажных работ [2].

Строителями и исследователями уже долгие годы разрабатываются новые и модернизируются старые методы и виды усиления строительных конструкций.

В XX веке разрабатывались не только нормативные документы, такие как ГОСТы и СНиПы, но и альбомы чертежей с узкой спецификой, направленные только на реконструкцию и усиление строительных конструкций. Данная тенденция разработки типовых альбомов с чертежами, к сожалению, утратила силу в XXI веке, однако разработка иной нормативной документации, регламентирующей применение различных методов и способов усиления строительных конструкций, остается на высоком уровне [3].

Способы усиления железобетонных ферм без изменений напряженного состояния и конструктивной схемы, позволяющие увеличить их несущую способность, можно разделить на два вида:

1. Устройство металлических обойм.
2. Применение холстов из углепластика.

Для усиления стропильных железобетонных ферм применяют множество различных видов и методов усиления. В настоящей статье рассмотрим некоторые из наиболее распространенных и проведем анализ каждого из них.

Устройство металлических обойм. Данный метод усиления строительных конструкций, в том числе и стропильных ферм, очень распространен. Преимуществом данного метода является быстрота в исполнении и небольшие трудозатраты, отсутствие необходимости в устройстве опалубки. Монтируемая металлическая обойма воспринимает на себя суммарную нагрузку от вышележащих конструкций, оборудования, позволяя разгрузить ферму, потерявшую свою несущую способность.

Суть усиления строительных горизонтальных конструкций заключается в создании пространственных ферм вокруг конструкций, которые в дальнейшем будут перенимать на себя нагрузки.

Достоинством рассматриваемого метода усиления является быстрота монтажа элементов конструкции обоймы. Себестоимость работ является средней по сравнению с остальными методами, а трудозатраты относительно низкие [4].

Недостатками данного метода усиления являются неудобство применения сварочных аппаратов в помещениях производства и необходимость проведения работ на высоте. Данный метод усиления также невозможно проводить в условиях действующего производства. Помимо этого, такой метод усиления существенно портит внешний вид строительных конструкций, что негативно сказывается на архитектурных и дизайнерских решениях.

Технология монтажа металлической обоймы на железобетонную ферму:

1. Расчет и подбор сечений элементов обоймы.
2. Разгрузка строительных конструкций.
3. Устройство лесов для монтажных работ.
4. Устройство стоек, верхних и нижних поясов устраиваемой обоймы.
5. Устройство раскосов.

Устройство холстов из углепластика на железобетонных фермах. Применение холстов из углеволокна (углепластика) является довольно распространенным методом усиления строительных конструкций. Натянутые и приклеенные к поверхности конструкции холсты позволяют увеличить прочность строительных конструкций на изгиб до 65 %, а прочность на сжатие почти в 2 раза.

Применение углепластика является наиболее эффективным с токи зрения увеличения несущей способности. Данный метод также является наименее трудозатратным по сравнению с другими методами.

Суть данного метода усиления заключается в наклейке сетки или отдельных холстов на строительную конструкцию.

Положительной характеристикой применения данного метода усиления являются высокие показатели несущей способности железобетонных конструкций. Также стоит учесть небольшой вес материалов усиления, при применении данного метода почти отсутствует необходимость в перерасчете несущей способности нижележащих конструкций и перерасчете воздействующих на них нагрузок.

Данный метод также легок в монтаже. При устройстве холстов отсутствует необходимость применения дополнительного оборудования, монтаж производится на

клей. Монтируемые холсты начинают положительно влиять на несущую способность строительных конструкций сразу после высыхания клеевого состава [5].

Себестоимость ремонтных работ по усилению железобетонных ферм холстами из углепластика относительно высокая.

Недостатком данного метода являются трудности при работе на высоте, а также трудности при натяжении холстов до проектных показателей в условиях ремонтных работ на объекте. Также стоит учесть невозможность монтажа углепластика к неровным поверхностям конструкций, например, к сколам и трещинам. Такие дефекты необходимо предварительно заделать ремонтными растворами.

Технология усиления железобетонных ферм углеволокном:

1. Расчет необходимого количества холстов, их общей площади и показателей натяжения холстов.
2. Разгрузка железобетонных ферм.
3. Устройство лесов для работ на высоте.
4. Очистка от пыли и грязи строительных конструкций.
5. Ремонт дефектов защитного слоя бетона (при необходимости).
6. Монтаж продольных полос (холстов) из углепластика с натяжением.
7. Монтаж поперечных полос (холстов) из углепластика с натяжением и внахлест. Нахлест холстов необходимо производить не менее, чем на 200 мм.

В заключение можно сделать вывод, что применение метода усиления железобетонных ферм холстами из углепластика является более дорогим, чем применение стальных обойм, однако показатели увеличения несущей способности ремонтируемых углепластиком строительных конструкций выше, чем при применении стальных обойм. Меньшие габариты конструкции усиления, небольшой вес материалов и простота монтажа позволяют достичь положительного результата при усилении.

Монтаж стальных обойм является более дешевым способом усиления, однако прочностные характеристики данного метода хуже, чем у усиления углепластиком. Крупные габариты стальных обойм, их суммарный вес, давящий на нижележащие конструкции, создают необходимость перерасчетов остальных строительных конструкций и последующее их усиление.

Литература

1. Емельянчик А.А. О некоторых современных технологиях усиления строительных конструкций // РГОТУПС., Наука и техника транспорта. – 2006. – № 4. – С. 73–75.
2. Гениев Г.А. Вопросы прочности и пластичности анизотропных материалов / Г.А. Гениев, А.С. Курбанов, Ф.А. Самедов. – М. : «Интербук», 1993.
3. 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.
4. Нагаева З.С. Реконструкция и реставрация объектов культурного наследия / З.С. Нагаева, В.В. Сидорова, В.В. Живица. – М. : Бук, 2018. – 160 с.
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. Geniev G.A. Issues of strength and plasticity of anisotropic materials / G.A. Geniev, A.S. Kurbanov, F.A. Samedov. – M. : Interbuk, 1993.
3. Zherdeeva S.A. Analysis of the stress-strain state of reinforced concrete structures under a complex stress 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.
4. Nagaeva Z.S. Reconstruction and Restoration of Cultural Heritage Objects / Z.S. Nagaeva, V.V. Sidorova, V.V. Zhivitsa. – M. : Buk Publ., 2018. – 160 p.
5. Medvedev S.V. Seismic Effects on Buildings and Structures / S.V. Medvedev, B.K. Karapetyan, V.A. Bykovsky. – M., 1968.