УДК 69.059

МЕТОДЫ УСИЛЕНИЯ СТАЛЬНЫХ БАЛОК
♦♦♦♦♦
METHODS OF STEEL BEAMS STRENGTHENING

Жабин М.А.
студент,
Кубанский государственный технологический университет
z-m-a2002@mail.ru

Петухова А.Д.
студентка,
Кубанский государственный технологический университет
albinochka135@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются современные методы усиления стальных балок, используемых в строительстве. Стальные балки играют важную роль в обеспечении надежности и стабильности промышленных гражданских зданий. В статье проанализированы различные технологии, включая использование, сварных соединений, а также методы накладок и обшейки, использование подкосов и увеличения расчетного сечения балки. Обсуждаются преимущества и недостатки каждого из подходов, их влияние на прочностные характеристики и долговечность конструкций.

Ключевые слова: усиление стальных балок, нагрузки, несущая способность, балка, заклепки, расчетное сечение, момент инерции, подкосы.

Zhabin M.A.
Student,
Kuban State Technological University
z-m-a2002@mail.ru

Petukhova A.D.
Student,
Kuban State Technological University
albinochka135@mail.ru

Annotation. This article discusses modern methods of strengthening steel beams used in construction. Steel beams play an important role in ensuring the reliability and stability of industrial and civil buildings. The article analyzes various technologies, including the use of welded joints, as well as methods of overlays and collars, the use of struts and increasing the design cross-section of the beam. The advantages and disadvantages of each approach, their impact on the strength characteristics and durability of structures are discussed.

Keywords: STrengthening of steel beams, loads, bearing capacity, beam, rivets, design cross-section, moment of inertia, struts.

Стальные балки являются основными элементами многих строительных и промышленных конструкций, обеспечивая необходимую прочность и жесткость. Они находят применение во многих отраслях, включая мостостроение, высотное строительство, а также в производственных и складских помещениях. Однако, с течением времени, использование стальных балок может подвергаться различным изменениям, таким как увеличение проектных нагрузок, усталостные повреждения, коррозия, а также изменения в эксплуатационных условиях, что может привести к необходимости их усиления.

Усиление стальных балок – это комплекс мероприятий, направленных на восстановление или улучшение их прочностных характеристик. Этот процесс становится особенно актуальным в условиях современного градостроительства, где требования к долговечности конструкций становятся все более строгим.

Усиление стальных балок в составе различных металлоконструкций выполняют при наличии следующих дефектов:

– общие искривления в плоскости большего или меньшего моментов инерции;
– скручивание;
– погнутости, трещины, пробоины; надрывы в стенке.

При этом следует учесть, что повреждения могут быть частичными и комбинированными. Неправильная оценка состояния стальных балок может привести к серьезным последствиям, включая разрушения приводящие к угрозе безопасности жизни людей.

Существует множество методов усиления стальных балок, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Рассмотрим некоторые из способов усиления металлических конструкций.

1) Добавление охватывающих элементов. Этот метод включает в себя установку дополнительных стальных пластин, которые охватывают существующие балки. Обычно они прикрепляются с помощью сварки или болтового соединения. Это позволяет значительно увеличить момент инерции балки и, соответственно, её прочность. Наклонные ребра жесткости могут использоваться как без пригонки к поясам балки, так и с пригонкой, в первом случае они считаются не работающими на поперечную силу и

служат только для обеспечения местной устойчивости, во втором – значительно снижают касательные напряжения в стенке. При приварке дополнительных ребер рекомендуется использовать одностороннее расположение ребер и швы минимального катета. Диагональные ребра, пригнанные к поясам, рекомендуется проектировать парными (двусторонними) из полосовой стали или уголков с креплением к полкам и вертикальным ребрам и устанавливать их вдоль сжатой диагонали отсека.

Преимущества использования ребер жесткости:

– Увеличение жесткости: Наклонные ребра жесткости и охватывающие элементы увеличивают жесткость конструкции, что позволяет более эффективно распределять нагрузки и уменьшать деформации.

– Улучшение устойчивости: Эти элементы способствуют повышению устойчивости стальной балки, предотвращая ее прогибание и местные разрушения, особенно в зонах, подверженных высоким нагрузкам.

– Снижение риска усталостных разрушений: Наличие ребер жесткости помогает уменьшить концентрацию напряжений в критических зонах, снижая вероятность усталостных разрушений.

Недостатки:

– Увеличение массы конструкции: Установка дополнительных элементов может привести к увеличению общей массы конструкции, что требует дополнительных расчетов нагрузки и может повлиять на фундамент.

– Сложность проектирования: Процесс проектирования с использованием наклонных ребер и охватывающих элементов может быть более сложным и трудоемким, требуя тщательных расчетов и анализа.

– Потенциальные проблемы с коррозией: При использовании дополнительных элементов на открытом воздухе или в агрессивных средах может возникнуть проблема коррозии, что потребует дополнительной обработки и защиты.

2) Второй способ – установка дополнительных подкосов или распорок между балками, их использование поможет перераспределить нагрузки и уменьшить прогиб. Кроме того, это повышает устойчивость конструкции к внешним воздействиям, например, ветровым нагрузкам. Это один из эффективных методов, который позволяет значительно увеличить несущую способность и устойчивость конструкции. Подкосы могут быть выполнены из стальных профилей и устанавливаются под углом к основной балке, что позволяет распределить нагрузки и уменьшить прогиб. В таких случаях уменьшение длины пролета балок приводит к их преобразованию в многократно статически неопределимые системы, что значительно повышает несущую способность усиливаемых конструкций. Усиление связано с установкой дополнительной опоры в пролете балки, однако этот метод не всегда можно использовать по технологическим причинам. Установка подкосов является более разумным решением, так как они не перекрывают середину пролета и не требуют возведения дополнительного фундамента.

Кроме дополнительных опор и длинных подкосов, для усиления металлических балок также применяются подвески, короткие подкосы и кронштейны, которые также помогают сократить длину пролета балок.

Для подкосов и кронштейнов рекомендуется предусматривать предварительное напряжение, которое может быть осуществлено с помощью стяжных устройств или путем оттяжки консольных кронштейнов с использованием монтажных пригрузов и последующей установки прокладок. Регулируя величину пригрузов, можно варьировать уровень предварительного напряжения в кронштейнах.

Преимущества использования подкосов:

– Увеличение жесткости: Подкосы помогают увеличить жесткость конструкции, убирая возможность прогиба балки под нагрузкой.

– Распределение нагрузки: они позволяют равномерно распределить нагрузку между различными элементами конструкции, что снижает вероятность разрушения

Недостатки:

– Сложность монтажа: установка подкосов может быть трудоемкой и потребует дополнительных усилий в процессе монтажа, особенно в стесненных условиях.

– Проблемы с доступом для обслуживания: подкосы могут создавать препятствия для доступа к другим элементам конструкции, что затрудняет обслуживание и ремонт.

– Упрочнение межбалочного пространства: делает конструкцию более устойчивой к внешним воздействиям, таким как ветер и сейсмические нагрузки.

3) Изменение расчётных параметров. Увеличение толщины или размера балки также может быть вариантом усиления. Это может потребовать замены существующих элементов конструкции или добавления новых, что немного сложнее в реализации, но несет с собой гарантированное повышение прочности. Увеличение сечения металлических конструкций на участках наибольших напряжений происходит путём присоединения к данной конструкции дополнительных усиливающих элементов (пластин, уголков, стержней, швеллеров и двутавров) на сварке, болтах или заклепках при этом необходимо предусмотреть разгрузку конструкции на 60 % или более или установить временные дополнительные опоры. Сварные, болтовые или заклепочные соединения необходимо располагать в тех местах, где будет удобно их выполнять и впоследствии инспектировать. Способом увеличения сечений рекомендуется выполнять усилении несущих конструкций и отдельных их элементов, имеющих дефекты, повреждения или обладающих недостаточной прочностью, устойчивостью и жесткостью, при условии технико-экономической нецелесообразности иных способов усиления.

Усиление проводится посредством установки дополнительных деталей, в результате чего развиваются расчетные сечения конструкций или их элементов, а также ликвидируются дефекты и повреждения или их последствия.

Рассматриваемый способ усиления применяется при текущем и капитальном ремонте несущих конструкций производственных зданий и сооружений, а также при необходимости увеличения несущей способности конструкций в связи с увеличением нагрузок на них в следствии реконструкции.

Усиление стальных балок является важной и актуальной темой в строительной инженерии, особенно в контексте повышения несущей способности конструкций и продления их срока службы. Проведенный анализ различных методов усиления, таких как установка дополнительных опор, использование подкосов, подвесок и кронштейнов, показывает, что каждая из технологий имеет свои преимущества и ограничения. Выбор методики усиления стальных балок должен осуществляться с учетом конкретных условий эксплуатации, архитектурных требований и экономических факторов. Профессиональный подход к данной задаче увеличивает безопасность и надежность сооружений, что крайне важно в современном строительстве.

Литература

1. Леонова А.Н., Софьяников О.Д., Скрипкина И.А. Особенности усиления металлических конструкций композитными материалами при воздействии агрессивной среды // Вестник МГСУ. – 2020. – Т. 15. – № 4. – С. 496–509.

2. Sorokina E., Leonova A. Evaluation of the survivability of metallic elements in local damage given the beyond design basis effects // В сборнике: MATEC Web of Conferences. – 2018. – С. 02008.

3. Леонова А.Н., Жидкова А.Е., Фотиева В.А. Реконструкция зданий с использованием металлических конструкций: современные тенденции и преимущества // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 4. – С. 84–87.

4. Улицкий В.М., Шашкин А.Г. Геотехническое сопровождение реконструкции городов. – СПб. : Стройиздат Северо-Запад, Георекнструкция, 2019. – 281 с.

5. Леонова А.Н., Мягкова Е.С. Электрохимическая коррозия металлов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2021. – № 4. – С. 119–121.

References

1. Leonova A.N., Sofyanikov O.D., Skripkina I.A. Features of reinforcement of metallic structures with composite materials under the influence of aggressive environment // MSCU Vestnik. – 2020. – V. 15. – № 4. – P. 496–509.

2. Sorokina E., Leonova A. Evaluation of the survivability of metallic elements in local damage given the beyond design basis effects // In Proceedings: MATEC Web of Conferences. – 2018. – P. 02008.

3. Leonova A.N., Zhidkova A.E., Fotieva V.A. Reconstruction of the buildings using the metallic structures: modern tendencies and advantages // Science. Technics. Technologiya (Polytechnic bulletin). – 2023. – № 4. – P. 84–87.

4. Ulitskiy V.M., Shashkin A.G. Geotechnical support of urban reconstruction. – SPb. : Stroyizdat Severo-Zapad, Georeconstruction, 2019. – 281 p.

5. Leonova A.N., Myagkova E.S. Electrochemical corrosion of metals (in Russian) // Nauka. Technics. Tekhnologii (Polytechnic bulletin). – 2021. – № 4. – P. 119–121.