

УДК 69.001.5:624.014.2:69.059.25

## **ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ УСИЛЕНИЯ РАМНЫХ УЗЛОВ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ РЕКОНСТРУКЦИИ**

**А.К. Аль-Сабаети**

Белгородский государственный технологический университет имени В. Г. Шухова,  
г. Белгород, Российская Федерация  
e-mail: kacem90@bk.ru

*Реконструкция объектов капитального строительства является важным направлением наряду с новым строительством. Происходящее развитие и обновление промышленности происходит благодаря проводимой реконструкции и техническому перевооружению предприятий. Например, реконструкция промышленных зданий позволяет увеличить выпуск продукции без увеличения производственных площадей, с меньшими затратами и в короткие сроки. Но в любом случае здание должно соответствовать требованиям производственного процесса. Реконструкция промышленных зданий предъявляет особые требования к минимизации дополнительных нагрузок на фундамент, в связи с этим применяются облегченные материалы и конструкции, оптимизируются геометрические параметры, сокращается количество монтажных элементов и др. Важно обращать внимание на соблюдение противопожарных требований при проектировании и других этапах реконструкции.*

**Ключевые слова:** усиление, рамные узлы, металлоконструкций, реконструкции, промышленные зданий.

## **FEATURES OF CHOOSING THE OPTIMAL DESIGN SOLUTION FOR REINFORCING THE FRAME COMPONENTS OF A CAPITAL CONSTRUCTION FACILITY UNDER RECONSTRUCTION**

**A.Q. Al-Sabaei**

Belgorod State Technological University, which bears the name of V.G. Shukhov,  
Belgorod, Russian Federation  
e-mail: kacem90@bk.ru

*Reconstruction of capital construction facilities is an important area along with new construction. The ongoing development and renewal of industry is taking place due to the ongoing reconstruction and technical re-equipment of enterprises. For example, the reconstruction of industrial buildings makes it possible to increase output without increasing production space, at lower cost and in a short time. But in any case, the building must meet the requirements of the production process. Reconstruction of industrial buildings places special demands on minimizing additional loads on the foundation, in this regard, lightweight materials and structures are used, geometric parameters are optimized, the number of mounting elements is reduced, etc. It is important to pay attention to compliance with fire safety requirements during the design and other stages of reconstruction.*

**Keywords:** reinforcement, frame assemblies, metal structures, reconstruction, industrial buildings.

**Введение.** Распространенными причинами реконструкции объектов капитального строительства является перепрофилирование производственных зданий с изменением полезной нагрузки на строительные конструкции, изменение планировки помещений, увеличение этажности, высоты и пролета помещений, адаптация промышленных зданий к непродуцственной сфере деятельности и др.

Выбор оптимального конструктивного решения усиления рамных узлов объекта капитального строительства в условиях реконструкции является сложным, он требует учитывать необходимость увеличения нагрузок, возможные трудности при строительно-монтажных работах, также нужно учитывать актуальные нормативно-правовые акты и др.

Для выбора оптимального конструктивного решения усиления рамных узлов объекта капитального строительства в условиях реконструкции необходимо провести техническое освидетельствование строительных металлоконструкций (обследование).

При обследовании важно оценить прочность и однородность материала конструкций и узлов, коррозионное состояние и износ конструкций, геометрические характеристики, марку стали, расчетное сопротивление стали, наличие дефектов сварных соединений, наличие скрытых дефектов, линейные деформации, величину нагрузок, действующих на конструкции.

По данным научных публикаций, обследование включает несколько этапов, так же, как и при усилении в условиях эксплуатации:

1. Подготовительный. На этом этапе происходит ознакомление с проектно-технической документацией, чертежами, документами о проведенных ремонтах, сбор информации о возможных отступлениях от проектных данных по объемно-планировочным и конструктивным решениям. При отсутствии проектно-технической документации или неполном комплекте, нужно выполнить обмеры конструкций и основные чертежи зданий и доработать организационно-технологическую и рабочую документацию.

2. Визуальное обследование. На данном этапе производится визуальный осмотр металлоконструкций, детальное изучение состояния поверхностей, сварных и болтовых соединений и элементов крепления, ведется запись выявленных дефектов и повреждений и фиксируются координаты проблемных участков.

3. Инструментальное обследование. Этот этап включает применение специальных приборов и оборудования, измерение параметров (например, толщины металла, уровня коррозии, наличие трещин, деформаций). Данные анализируются, на основе анализа определяется система мер по восстановлению и укреплению конструкции.

4. Лабораторные исследования. Результаты данных исследований позволяют детально изучить состав, механические свойства и степень коррозии и причины возникновения дефектов и разработать мероприятия по их устранению.

5. Анализ данных и разработка рекомендаций. На этом этапе все полученные данные анализируются специалистами, оцениваются состояние металлоконструкций, определяются причины дефектов и разрабатываются документы с рекомендациями по устранению выявленных проблем и предложениями по проведению необходимых работ.

В СП 13-102-2003 также указано, что входит в перечень мероприятий по усилению конструкций: обследования и изыскания для определения фактического состояния конструкции; анализ проектной, технической и эксплуатационной документации; расчеты и обоснования нагрузок; проектирование, вид которого зависит от особенностей предстоящих работ и выполнение строительно-монтажных работ [1].

Основными направлениями реконструкции объектов капитального строительства являются:

- 1) реконструкция в пределах существующих площадей (усиление конструкции каркаса, замена элементов конструкции);
- 2) реконструкция со значительным увеличением зданий, удлинением или пристройкой новых пролетов (увеличение габаритов здания, его высоты с помощью наращивания);
- 3) реконструкция с возведением нового здания (усиление, замена несущих конструкций) взамен старого.

Выбор оптимального конструктивного решения усиления рамных узлов объекта капитального строительства в условиях реконструкции должен учитывать особенности производ-

ства работ: стесненность стройплощадки, высокая трудоемкость строительно-монтажных работ, ограниченные условия монтажа сборных конструкций, совмещенность во времени и пространстве с технологической деятельностью реконструируемого объекта и др.

Согласно точке зрения Р.Г. Касимова, тщательный подход к обследованию зданий, опыт реконструкции с усилением и восстановлением позволяет разрабатывать проекты реконструкции с высокими технико-экономическими показателями [2].

При выборе оптимального конструктивного решения усиления рамных узлов объекта капитального строительства в условиях реконструкции нужно учитывать виды дефектов и степень их тяжести. Ориентиром может служить «Классификатор основных видов дефектов в строительстве и промышленности строительных материалов» и ГОСТ 15467-79 [3; 4].

Дефект – это каждое отдельное несоответствие установленным требованиям. В зависимости от влияния на работоспособность и безопасность конструкции дефекты разделяют на критические, значительные и малозначительные.

Критическим является дефект, при котором конструкция функционально непригодна и использование по назначению может повлечь потерю или снижение прочности, устойчивости, надежности объекта, его части или конструктивного элемента. Такой дефект требует безусловного устранения до начала последующих работ или с приостановкой начатых работ. Примером такого дефекта может служить отсутствие проектных ответных ребер жесткости в местах передачи сосредоточенных нагрузок в рамных узлах.

Значительным называется дефект, при наличии которого существенно ухудшаются эксплуатационные характеристики объекта. До скрытия его последующими работами, он должен быть устранен.

Малозначительным является дефект, существенно не влияет на пользование конструкцией по назначению и ее долговечность [5–7]. Каждый дефект классифицируется также причинами, вызвавшими его, размерами повреждения конструкций и возможными последствиями.

Характерными дефектами рамных узлов объектов капитального строительства являются: зазоры (например, между опорным ребром ферм, балок и опорной поверхностью колонн), прогибы, сверхнормативное смещение (например, смещение опорных ребер подкрановых балок от оси колонны вдоль пролета балки), опирание подкрановой балки на колонну нижним поясом вместо опорного ребра по проекту и др. [8–10] (рисунок 1).



**Рисунок 1. – Характерные дефекты рамных узлов объектов капитального строительства в условиях реконструкции**

Согласно данным научных публикаций [11–13], более половины дефектов в объектах капитального строительства возникают из-за ошибок проектирования, нарушения технологии изготовления, возведения и монтажа конструкций, нарушения проектных условий (например, превышение проектных нагрузок). При выборе оптимального конструктивного решения усиления рамных узлов объекта капитального строительства в условиях реконструкции важно учитывать, что каждый этап работ по усилению узлов требует качественного контроля, без которого могут появляться дефекты строительных конструкций.

Этапами реконструкции объектов капитального строительства являются следующие:

1. Подготовительный этап. Данный этап включает подготовку технико-экономического обоснования, создание проектно-сметной документации, согласование разрешительной документации и выбор генерального подрядчика.

2. Демонтажно-строительные работы. Производится поэтапная реконструкция промышленного здания, расширение площади, модернизация инженерных систем и коммуникаций.

3. Монтажно-пусконаладочные работы. На этом этапе устанавливается современное оборудование, производится комплексная наладка всей инфраструктуры.

4. Ввод в эксплуатацию и выход на проектную мощность.

Выполнение этих этапов позволяет осуществить реконструкцию объектов капитального строительства с достижением всех поставленных целей. При грамотном усилении рамных узлов объектов капитального строительства в условиях реконструкции можно получить необходимые показатели и подобрать простую и эффективную схему производственных работ.

**Заключение.** Выбор оптимального конструктивного решения усиления рамных узлов объектов капитального строительства в условиях реконструкции представляет собой многоэтапный и комплексный процесс, требующий всестороннего анализа технического состояния существующих конструкций, учета специфики проектных решений, нормативных требований, а также условий проведения строительно-монтажных работ.

Реконструкция позволяет существенно повысить эксплуатационные характеристики здания, адаптировать его к новым технологическим требованиям и функциональному назначению, минимизируя затраты и сроки реализации проекта по сравнению с новым строительством. Однако успешная реализация поставленных задач возможна только при условии грамотного технического обследования конструкций, правильной классификации дефектов, обоснованного выбора способов усиления и строгого соблюдения технологии выполнения всех этапов работ.

Важно учитывать стесненность строительной площадки, ограниченность пространства для монтажа, совмещенность строительных и производственных процессов, а также необходимость соблюдения противопожарных и других нормативных требований. Каждый дефект, выявленный при обследовании, требует индивидуального подхода к устранению, а конструктивное решение по усилению должно обеспечивать не только восстановление прочности и надежности, но и соответствие современным требованиям безопасности и долговечности.

Таким образом, рациональный выбор конструктивных решений при усилении рамных узлов в рамках реконструкции позволяет обеспечить техническую устойчивость объекта, его эффективную эксплуатацию в новых условиях и достижение высокого уровня технико-экономических показателей проекта.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. СП 13-102-2003 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений.
2. Касимов Р. Г. Реконструкция зданий и сооружений : в 2 ч. Часть 2. Реконструкция производственных зданий и сооружений : методические указания / Р. Г. Касимов; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2016. – 95 с.

3. ГОСТ 15467-79 Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения (с изменением №1) / Государственный комитет СССР по стандартам. – М., 2009.
4. Классификатор основных видов дефектов в строительстве и промышленности строительных материалов / Госархстройнадзор России. – М., 1993.
5. Руководство по организации строительного производства в условиях реконструкции промышленных предприятий, зданий и сооружений / ЦНИИОМТП. – М. : Стройиздат, 1982. – 223 с.
6. Терентьев В.Ф. Усталость металлических материалов. – М.: Наука, 2003. – С. 37–44.
7. Уткин В.С., Плотникова В.С. Оценка надежности комбинированных сварных соединений // Вестник гражданских инженеров. – 2007. – № 10. – С. 41–46.
8. Александрова В.Ф. Технология и организация реконструкции зданий : учебное пособие / В.Ф. Александрова, Ю.И. Пастухов, Т.А. Расина – Электрон. текстовые данные. СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2011. – 208 с.
9. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: Федеральный закон от 30.12.2009 №384-ФЗ (ред. от 02.07.2013). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
10. Уткин В.С., Плотникова О.С. Определение надежности сварных соединений фланговыми швами при статическом нагружении // Строительные материалы, оборудование и технологии XXI века. – 2006. – № 10. – С. 70–73.
11. Колесников В.Д. Методы усиления металлических конструкций уменьшением расчетной длины сжатых элементов // Молодой ученый. – 2020. – № 21(311). – С. 503–510.
12. Лебедев А.А., Ламашевский В.П., Музыка Н.Р., Швец В.П., Якименко Е.В. Кинетика накопления рассеянных повреждений в поликристаллических материалах с разным размером зерна при малых деформациях // Проблемы прочности. – 2011. – № 5. – С. 32–44.
13. Райзер В.Д. Теория надежности в строительном проектировании: Монография. – М.: Изд-во АСВ, 1998. – 304 с.