5 (18) Октябрь 2015 г.

НАУКА И БЕЗОПАСНОСТЬ

Science and Safety

Ежеквартальный научный журнал

АНО "НИИ "ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ"
НИИ ПБ
г.Магнитогорск

ISSN 2225-0360

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Алексеева Е.Л.
ООО «ВЕЛД», кандидат технических наук

Кузелев Н.Р.
ЗАО НИИ интроскопии МНПО «Спектр», доктор технических наук, профессор

Ерёмин А.К.
ООО «ВЕЛД», кандидат технических наук

Ерёмин К.И.
ООО «ВЕЛД», доктор технических наук, профессор

Нащекин М.В.
ООО «ВЕЛД», кандидат технических наук

Пермяков М.Б.
ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», кандидат технических наук, доктор PhD

Нищета С.А.
ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», кандидат технических наук

Сенин С.Н.
Московский государственный строительный университет, кандидат технических наук

Кудрявцев А.П.
РААСН, профессор, кандидат архитектуры

Теличенко В.И.
Московский государственный строительный университет, действительный член РААСН, доктор технических наук, профессор

СОДЕРЖАНИЕ

Лизунов Д.В., Сосимович С.Г., Галактионов Д.В., Николаев В.И.
Динамические и температурные воздействия на конструкции сооружения шлакового двора 2

Лизунов Д.В., Сосимович С.Г., Галактионов Д.В., Маркин Д.Н.
Теоретическое определение основных динамических характеристик и их сравнение с экспериментальными данными при обследовании здания спортивного клуба с плавательным бассейном 7

Бурилкин И.В.
Геодезическая съемка (контроль 1 раз в 4 месяца) главных балок мостового крана. Фактический опыт 20

Бурилкин И.В.
Крановые пути, допуски России и иностранных фирм 24

Макеев А.А., Дырочкин И.Н., Яровой В.В., Мошкин А.В.
Влияние дефектов фланцевых соединений рамных узлов на безопасность строительных конструкций 28

Мельников В.В., Сахипов М.С., Сафронов О.В.
Безопасная эксплуатация зданий и сооружений на опасных производственных объектах нефтяной и газовой промышленности 35

Хлуденев С.А., Пермяков А.А., Лихачев А.Ю.
Вероятностное прогнозирование показателей надежности химико-технологических объектов 40

Хлуденев С.А., Пермяков А.А., Лихачев А.Ю.
Оценка адекватности модельных прогнозов интенсивности испарения аварийных проливов опасных веществ 46

Еремин К.И., Шульга С.Н.
Влияние эксцентриситета на напряженно-деформированное состояние верхней зоны стенок подкраново-подстропильных ферм 49

Шульга С.Н.
Учёт крановых нагрузок при расчёте подкраново-подстропильных ферм с неразрезным нижнем поясом 53

Глянько М.А., Ковшов Е.Е., Москвичева И.С.
Автоматизация процесса разработки технологических карт неразрушающего контроля как фактор обеспечения промышленной безопасности 57

Авторы номера 61

ВЛИЯНИЕ ДЕФЕКТОВ ФЛАНЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ РАМНЫХ УЗЛОВ НА БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

УДК 647.078.465:624.046.5

Макеев Александр Александрович — Ведущий инженер-проектировщик ООО «Сибирская проектно-строительная компания», г. Новокузнецк, Кемеровская область

Дырочкин Иван Николаевич — Главный инженер проекта ООО «Сибирская проектно-строительная компания», г. Новокузнецк, Кемеровская область

Яровой Виктор Вениаминович — Главный конструктор ООО «Сибирская проектно-строительная компания», г. Новокузнецк, Кемеровская область

Мошкин Александр Викторович — Главный инженер проекта ООО «Сибирская проектно-строительная компания», г. Новокузнецк, Кемеровская область

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены некоторые характерные дефекты фланцевых соединений рамных узлов на высокопрочных болтах и их влияние на прочность и устойчивость как отдельных элементов конструкций, так и всего каркаса в целом. Статья направлена на повышение качества строительства, может быть полезна при проведении технического надзора строительными и проектными организациями, а также обследования в целях оценки технического состояния строительных конструкций.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Дефекты, Фланцевые соединения, Рамные узлы, Высокопрочные болты, Контроль качества

Практика проведения экспертизы промышленной безопасности (ЭПБ) зданий и сооружений показывает, что для реализации рамного сопряжения несущих элементов конструкций широко применяются фланцевые соединения на высокопрочных болтах (рис. 1).

К достоинствам таких соединений можно отнести высокую надежность при действии динамических нагрузок, снижение риска слоистого разрушения элементов узла, возможность монтажа при любых климатических условиях и др.

Однако фланцевые соединения не обладают компенсационной способностью при монтаже, следовательно, требуют высокой точности изготовления соединяемых элементов. Особые требования, обусловленные в том числе и методикой их расчета, предъявляются и к монтажу таких соединений [1-4].

Следует отметить, что только при соблюдении всех конструктивных требований и выполнении необходимых мероприятий можно обеспечить правильную работу такого рамного узла и соответственно каркаса в целом.

Нормативными документами установлен обязательный пооперационный контроль качества как изготовления таких элементов, так и их монтажа. Однако производители работ часто пренебрегают данными требованиями, а необходимый контроль приобретает формальный характер. В результате появилось значительное количество зданий и сооруже-

ний с наличием серьезных дефектов, а некоторые здания разрушаются еще в процессе их возведения [5].

Основным средством борьбы с появлением дефектов строительных конструкций является осуществление должного контроля [5]. На строительной площадке должна быть предусмотрена система входного контроля, основная цель которого – не допустить использования продукции, не соответствующей проектной и нормативной документации. При этом целесообразно не только сверять документы и количество продукции, но и проводить контрольные испытания поступающего на стройку металла, несмотря на имеющиеся сертификаты [6]. В период строительно-монтажных работ необходим квалифицированный технический надзор заказчика и авторский надзор проектной организации.

В данной статье рассматриваются характерные дефекты фланцевых соединений рамных узлов на высокопрочных болтах, часто выявляемые при обследовании конструкций. Оценивается их влияние на прочность и устойчивость как отдельных элементов конструкций, так и всего каркаса в целом.

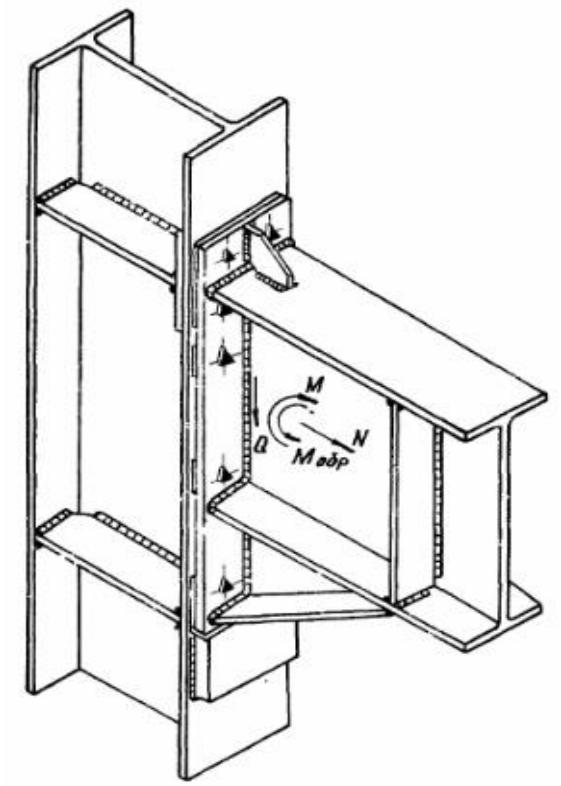

Рис.1. Общий вид рамного узла

Дефект №1: Отсутствие части высокопрочных болтов в соединении (рис.2).

В опорном сечении рамных ригелей, как правило, присутствуют как прямые, так и обратные моменты. Отсутствие (разрушение) одного или нескольких болтов растянутой зоны соединения при действии расчетных нагрузок приводит к перераспределению и резкому увеличению усилий в соседних болтах. Как показывают экспериментальные исследования, а также анализ причин аварий, усилия в соседних болтах возрастают в 1,5-2,0 раза, что приводит к их последовательному разрушению [7]. Таким образом, возникает лавинообразная цепная реакция, в результате которой соединение практически мгновенно выходит из строя.

Рис.2. Отсутствие части высокопрочных болтов в соединении

Дефект №2: Неправильная подготовка, установка и/или натяжение высокопрочных болтов (рис. 3-5).

Подготовка метизов, предназначенных для соединений с контролируемым натяжением болтов (расконсервация), предназначена для того, чтобы обеспечить требуемый коэффициент закручивания болтов и гаек. Пренебрежение данной процедурой, равно как и установка более одной шайбы с любой стороны пакета (см.рис. 3), приводит к значительной погрешности при контролируемом натяжении высокопрочных болтов, вследствие чего усилие натяжения болтов при том же заданном моменте закручивания, как правило, оказывается меньше требуемого.

Рис.3. Под головкой высокопрочного болта установлено более одной шайбы

В свою очередь, недостаточное натяжение болтов повышает деформативность гибких фланцев и снижает их несущую способность за счет уменьшения защемления фланцев болтами. Также при слабо затянутых болтах появляются зазоры между контактирующими поверхностями фланца и полки колонны в зоне болтов (см. рис. 4). Все это приводит к изменению характера работы как болтов, так и самих фланцев, особенно при переменных динамических нагрузках. Как следствие – возможны деформации и разрушение элементов узла.

Рис.4. Недопустимые зазоры во фланцевом соединении рамных узлов

Превышение же требуемого момента закручивания более чем на 10% может привести к разрыву болта, так как расчетное усилие предварительного натяжения болта близко по своему значению к его несущей способности на растяжение. По этой же причине выступающая за пределы гайки часть стержня болта должна иметь не менее одного витка резьбы (см. рис. 5).

В противном случае, из-за недостаточного количества витков резьбу болта и/или гайки может сорвать (рис. 6).

Рис.5. Стержень болта не выступает за пределы гайки

Рис. 6. Срыв резьбы гайки

Дефект №3: Недопустимое отклонение (деформация) фрезерованной поверхности фланца (рис.7, 8).

Рис. 7. Отклонение фланца

Рис. 8. Недопустимый угол отклонения фрезерованной поверхности фланца

При превышении допустимых отклонений фрезерованной поверхности фланцев или деформировании фланцев (в том числе грибовидности) возможно появление дополнительных изгибных напряжений в теле болта, которыми нельзя пренебрегать. Исследования показывают, что с учетом напряжений от изгиба несущая способность болтов на растяжение значительно снижается [8]. Следовательно, наличие данного дефекта может привести к разрушению болта.

Дефект №4: Отсутствует опирание торцевых ребер ригеля на опорный столик (рис.9).

Отсутствие опирания торцевых ребер ригеля на опорный столик колонны приводит к передаче опорной реакции ригеля на болты. Возникающие при этом напряжения в болтах многократно превышают предельно допустимые значения. В результате болты разрушаются, а соединение выходит из строя.

Помимо этого, при обследовании подобных узлов часто выявляются и другие нарушения требований нормативно и технической документации [1-4]:

– отсутствует герметизация фланцевого соединения на высокопрочных болтах;
– не выполнена фрезеровка контактирующих поверхностей фланцев;
– установленные во фланцевом соединении болты не соответствуют требованиям проектной документации.

Рис. 9. Отсутствует опирание торцевых ребер ригеля на опорный столик

Кроме того, имеют место нарушения последовательности монтажа строительных конструкций с фланцевыми соединениями вследствие несоответствия проектов производства работ (ППР) указаниям проектной документации и требованиям нормативных документов. Нередко натяжение высокопрочных болтов выполняется уже после установки горизонтальных связей в перекрытии. При этом выбрать зазоры между фланцем и полкой колонны посредством натяжения высокопрочных болтов в большинстве случаев становится невозможным.

Стоит отметить, что устойчивость металлического каркаса обеспечивается, как правило, именно рамным сопряжением ригелей с колоннами. Следовательно, в случае выхода таких соединений из строя возникает риск потери устойчивости всего каркаса в целом.

Таким образом, наличие вышеперечисленных дефектов во фланцевых соединениях рамных узлов является недопустимым ввиду несоблюдения требований безопасности, предъявляемых к зданиям и сооружениям [9].

В свою очередь, в рамках технического надзора либо при проведении обследования такие дефекты должны быть выявлены, а их влияние на прочность и устойчивость строительных конструкций учтено при оценке их технического состояния. Принятие решения о пригодности к эксплуатации конструкций фланцевых соединений с теми или иными дефектами возможно только при наличии обосновывающего расчета. В противном случае для дальнейшей безопасной эксплуатации здания или сооружения дефекты должны быть устранены, а фланцевые соединения восстановлены в соответствии с требованиями нормативно и технической документации [1-4]. В случае, когда восстановление конструкции не представляется возможным, необходимо выполнить усиление дефектных рамных узлов.

Существуют различные методы усиления подобных узлов, как с сохранением исходной расчетной схемы каркаса, так и с её изменением. Однако такие работы довольно трудоемки и зачастую требуют значительных материальных и временных затрат.

Причины возникновения дефектов могут быть разными – это и ошибки при проектировании, и некачественное изготовление элементов конструкций, и ошибки при производстве строительно-монтажных работ, и нарушение правил эксплуатации здания или сооружения. Но независимо от причин их возникновения, предотвратить образование дефектов (за исключением дефектов вызванных стихийными бедствиями) можно путем осуществления своевременного квалифицированного контроля.

Библиографический список

1. СП 70.13330.2012 «СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция» // Госстрой, - ФАУ «ФЦС», 2012.
2. Рекомендации по расчету, проектированию, изготовлению и монтажу фланцевых соединений стальных строительных конструкций. - СО Стальмонтаж, ВНИПИ Промстальконструкция, ЦНИИПСК им. Мельникова. - М., 1989. - 52 с.
3. Рекомендации и нормативы по технологии постановки болтов в монтажных соединениях металлоконструкций // Госстрой СССР. – М., 1988.
4. Руководство по проектированию, изготовлению и сборке монтажных фланцевых соединений стропильных ферм с поясами из широкополочных двутавров. М.: ЦНИИПСК им. Мельникова, 1981. - 62 с.
5. Гроздов В.Т. Дефекты строительных конструкций и их последствия. – СПб.: 2005. – 135с.
6. Горицкий В.М., Шнейдеров Г.Р., Воробьев С.Н., Кулемин А.М. К вопросу о входном контроле в строительстве // Промышленное и гражданское строительство. 2007. № 4.
7. Малкова Е.О. Особенности проектирования и расчета фланцевых соединений башенных сооружений // Материалы VI Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум».

8. Семенов А.А., Маляренко А.А. Напряженно-деформированное состояние высокопрочных болтов фланцевых соединений в укрупнительных стыках стропильных ферм // Инженерно-строительный журнал. 2014. №5.
9. Федеральный закон №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
10. Теплых А.В. Оценка предельной несущей способности фланцевых соединений на высокопрочных болтах // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. №2.
11. Алпатов В.Ю., Соловьев А.В., Холопов И.С. К вопросу расчета фланцевых соединений на прочность при знакопеременной эпюре напряжений // Промышленное и гражданское строительство. 2009. №2.
12. Серия 2.440-1. Узлы стальных конструкций производственных зданий. Вып. 1: Рамные и шарнирные узлы балочных клеток и примыкания ригелей к колоннам. М.: ЦНИИпроектстальконструкция, 1982.
13. Серия 2.440-2. Узлы стальных конструкций производственных зданий. Вып. 1: Шарнирные узлы балочных клеток и рамные узлы примыкания ригелей к колоннам. М.: ЦНИИпроектстальконструкция, 1989.