



Внесение изменений в нормативные документы касательно монтажных соединений на высокопрочных болтах

^{1*}НУГУЖИНОВ Жмагул Смагулович, д.т.н., профессор, kazmirr@mail.ru,

¹АЛЬМЕНОВ Кусаин Сейтбаевич, к.т.н., доцент, kusainalmenov@mail.ru,

¹ТОКАНОВ Данияр Токанович, к.т.н., tokanov-daniyar@mail.ru,

¹ЖИЛКЫБАЕВ Дастан Казбекович, м.т.н., 335732@mail.ru,

¹ИМАНОВ Әлібек Маратұлы, инженер, obata.alish@gmail.com,

¹Карагандинский технический университет, Казахстан, 100027, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

*автор-корреспондент.

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос корректировки норм проектирования к изменившимся условиям производства строительных работ. В частности, рассматривается внесение в нормы проектирования соединения на высокопрочных болтах изменённого списка рекомендуемых способов очистки соединяемых поверхностей. Предлагается оставить и внести только три рекомендуемых способа очистки, так, один – для условий завода-изготовителя, другой – для условий строительной площадки и третий – для проведения ремонтных работ эксплуатируемых зданий и сооружений. Сокращение способов очистки до трёх не исключает использование и других способов очистки, но, учитывая их относительную технологическую сложность требуют разработки дополнительного раздела в проекте производства работ, в котором непосредственно были бы рассмотрены вопросы очистки (обработки) соединяемых поверхностей конкретного здания и сооружения. Аналогично представлены предложения относительно регулирования натяжения высокопрочных болтов по моменту закручивания и по углу поворота.

Ключевые слова: обследование, нормативные документы, способы очистки, высокопрочные болты, регулирование затяжки, газопламенная очистка, угол поворота, соприкасаемая поверхность, монтажные стыки, плоскость трения, расчетное сопротивление сдвигу, стягивающее усилие.

Систематические многолетние обследования зданий и сооружений в РК, проводимые институтом КазМИИРР, показывают, что в настоящее время в монтажных соединениях стальных несущих конструкций весьма широко применяются высокопрочные болты. Это касается как крупных объёмных уникальных зданий, например спортивные залы Базы олимпийской подготовки в Алматы или Центра олимпийской подготовки в Нур-Султане, так и относительно небольших зданий, например строительной производственной базы в Нур-Султане.

В частности, здание строительной производственной базы в Нур-Султане имеет размеры в плане 144х24 метров; общая масса стальных конструкций её каркаса всего ≈260 тонн, но для монтажных соединений элементов её каркаса было использовано 2938 высокопрочных болтов М24. Т.е. усреднённо на каждую тонну стальных конструкций затрачивалось более одиннадцати болтов.

Если во времена СССР подавляющая масса монтажных соединений стальных конструкций, выполняемых на стройплощадке, были сварными, то в настоящее время всё больше и больше монтажные соединения несущих стальных конструкций выполняются болтовыми, причём подавляющая их часть с применением высокопрочных болтов. Применение в стальных конструкциях болтовых соединений на высокопрочных болтах уже носит массовый характер. Естественно, изменились и условия строительного производства. Изменилась организация строительно-монтажных работ; изменились технологии производства СМР; изменились оборудование, инструментарий.

Созданная в советское время система нормативных документов в строительстве и в настоящее время позволяет систематически и последовательно совершенствовать их с учетом изменившихся условий строительства, как технологических и организационно-экономических, так и климатических [1,2].

Такому последовательному совершенствованию подвергалась и подвергается методика определения несущей способности соединений стальных конструкций на высокопрочных болтах.

Правила и требования о проектировании и

расчете соединений на высокопрочных болтах в нормативной документации впервые были изложены в СНиП II-V.3-62 Стальные конструкции Нормы проектирования. М., 1963 [3]. Ниже приведена таблица значений коэффициентов трения в зависимости от способов очистки поверхностей и прочности стали.

Несущая способность одного высокопрочного болта при сдвиге определялась по формуле:

$$N_6 = P f m. \quad (1)$$

Стягивающее усилие высокопрочного болта

$$P = 0,6 \sigma_{вр} F_{нт}. \quad (2)$$

Для примера рассмотрим определение расчетного сопротивления сдвигу, которое может оказать один болт М20 классом прочности 10.9 при одной плоскости трения и при обработке соприкасаемых поверхностей стальными проволочными щётками. При подстановке исходных расчетных значений в формулу (1) расчетное сопротивление сдвигу будет:

$$N_6 = (0,6 \times 10000 \times 2,45) \times 0,35 \times 0,9 = 4630,5 \text{ кг.}$$

С выходом издания СНиП II-V.3-72 в 1974 [4] году были введён дополнительный способ обработки соприкасаемых поверхностей болтовых соединений, а именно химический, при котором очистка поверхности производится с помощью растворов кислот и травильных паст. Также при определении расчетного сопротивления стали высокопрочного болта был уточнено, а именно повышено значение переходного коэффициента с 0,6 до 0,65, что было обеспечено повышением качества изготовления высокопрочных болтов.

Несущая способность высокопрочного болта при сдвиге определялась по прежней формуле:

$$N_6 = P f m. \quad (3)$$

Стягивающее усилие одного высокопрочного болта также вычислялось по прежней формуле, но с новым коэффициентом перехода к расчетному сопротивлению стали:

$$P = 0,65 \sigma_{вр} F_{нт}. \quad (4)$$

Отсюда расчетное усилие, воспринимаемое одним болтом М20 классом прочности 10.9, при

Таблица 1 – Значения коэффициентов трения в зависимости от способов очистки поверхностей и прочности сталей

Способ предварительной очистки соединяемых поверхностей	Значение коэффициента f для соединяемых элементов конструкций из	
	углеродистой стали	низколегированной стали
Пневматическая обработка (песком, металлическим порошком, и т.п.) или обжиг	0,45	0,55
Обработка стальными проволочными щетками	0,35	–
Без очистки (при частичной смене заклёпок или болтов)	0,25	–

одной плоскости трения и при обработке соприкасаемых поверхностей стальными проволочными щётками стало иметь значение:

$$N_6 = (0,65 \times 10000 \times 2,45) \times 0,35 \times 0,9 = 5016,4 \text{ кг.}$$

Т.е. несущая способность болта М20 класса прочности 10.9 повысилась на $\approx 8\%$.

Серьёзные изменения по расчету соединений на высокопрочных болтах были внесены в положения СНиП II-23-81 1982 года издания [5]. Был расширен список способов обработки (очистки) соприкасаемых поверхностей соединений, а именно введены дополнительные способы очистки с консервацией очищенных поверхностей.

В то же время был исключен химический способ очистки (подготовки) соединяемых поверхностей, несмотря на то, что при нём можно было получить достаточно высокий коэффициент трения, так как этот способ был весьма трудоёмкий, многооперационный, требовал дополнительного обучения и более высокого уровня подготовки исполнителей по выполнению работ, а также соблюдения особых требований к технике безопасности и охраны труда.

Также в методике расчета, представленной в СНиП II-23-81 [5], было учтено влияние способов регулирования натяжения болтов на несущую способность соединений, с помощью введения в расчет дополнительного коэффициента надёжности γ_h . Следует отметить, что коэффициент надёжности γ_h , кроме способа натяжения болтов, одновременно учитывал и разницу между диаметром отверстия и диаметром тела болта.

Было уточнено определение коэффициента надёжности болтового соединения γ_b с учётом количества болтов в соединении.

Несущая способность высокопрочного болта при сдвиге определялась по формуле:

$$R_{bh} \gamma_b A_{bn} \mu / \gamma_h, \quad (5)$$

где R_{bh} – расчетное сопротивление стали высокопрочного болта;

γ_b – коэффициент условий работы соединений;

A_{bn} – площадь сечения высокопрочного болта, нетто;

μ – коэффициент трения между соприкасаемыми поверхностями;

γ_h – коэффициент надёжности.

Стягивающее усилие одного высокопрочного болта

$$P = 0,7 R_{bun} A_{bn}, \quad (6)$$

где R_{bun} – временное сопротивление стали высокопрочного болта разрыву.

Для одного болта М20 классом прочности 10.9 при одной плоскости трения и при обработке соприкасаемых поверхностей стальными проволочными щётками, а также при регулировании натяжения болтов по $M_{кр}$ расчетное усилие будет иметь величину:

$$N_6 = (0,7 \times 10000 \times 1,0 \times 2,45) \times 0,35 / 1,17 = 5130,3 \text{ кг.}$$

Несущая способность болта М20 класса прочности 10.9 при расчете по методике СНиП II-23-81 по сравнению с несущей способностью, рассчитанной по СНиП II-В.3-62, повысилась на $\approx 11\%$.

Если же регулирование натяжения болтов производилось по углу поворота α , то несущая способность болта М20 будет иметь величину:

$$N_6 = (0,7 \times 10000 \times 1,0 \times 2,45) \times 0,35 / 1,06 = 5662,7 \text{ кг.}$$

Т.е. несущая способность высокопрочного болта М20 классом прочности 10.9 в случае регулирования натяжения по углу поворота α повышается на $\approx 10\%$.

Далее уже в новых изданиях СНиП II-23-81* Стальные конструкции. Нормы проектирования М., 1990 [6], а затем вплоть до последнего издания СП 16.13330.2017 «СНиП II-23-81 Стальные конструкции» М 2017 [7] результаты новых исследований по методике расчета высокопрочных болтов не публиковались и не внедрялись. Методика расчета соединений на высокопрочных болтах за сорок лет с 1981 по 2021 годы практически не изменилась.

Незначительные изменения коснулись лишь способов подготовки соприкасаемых поверхностей элементов соединения на высокопрочных болтах. В частности, при подготовке соприкасаемых поверхностей были исключены способы с консервацией обработанных, очищенных поверхностей металлизацией алюминием и цинком, а также покрытием полимерными клеями с посыпкой карборундовым порошком.

Следует отметить, что проектировщиков весьма привлекает использование в монтажных стыках на высокопрочных болтах газопламенного способа обработки (очистки) соприкасаемых поверхностей, при котором существенно увеличивается коэффициент трения с 0,35 до 0,42, т.е. на $\approx 20\%$ по сравнению с очисткой стальными проволочными щётками.

Если же для регулирования натяжения болтов применить способ по углу поворота, то несущая способность болта дополнительно повышается ещё на $\approx 15\%$.

Итого суммарно несущая способность болта может быть повышена на $\approx 35\%$ благодаря использованию огневого способа очистки и регулирование натяжения болта по углу поворота, т.е. в случае газопламенной очистки и регулирования натяжения по углу поворота можно получить наибольшую несущую способность высокопрочных болтов в стыках, устраиваемых в условиях строительной площадки. Данные преимущества авторы проектов КМ весьма широко используют в своих работах.

Однако результаты многочисленных обследований сопряжений с использованием высокопрочных болтов на реальных объектах показывают, что исполнение газопламенной очистки

соприкасаемых поверхностей соединений представляет довольно серьёзную проблему для подрядных организаций, которые непосредственно заняты устройством монтажных стыков.

Устройство соединения на высокопрочных болтах требует высокой профессиональной культуры непосредственных исполнителей, как на заводе-изготовителе стальных конструкций, так и на монтажной, строительной площадке, т.е. изготовителей и монтажников стальных конструкций.

К сожалению, не нашлось ни одного объекта, на котором, согласно проектному решению, монтажные стыки с газопламенной очисткой и с регулированием натяжения болтов по углу поворота были бы качественно выполнены в соответствии с действующими нормативными требованиями. Такое положение объясняется следующим:

Во-первых, рабочие, занимающиеся *газопламенной очисткой*, должны иметь особо высокую квалификацию, так как эта операция с высокотемпературным нагревом стали связана с опасностью разупрочнения стали при перегреве. Дело в том, что для качественной обработки соединяемых поверхностей требуется с довольно высокой скоростью нагреть сталь до температуры $\approx 300^\circ\text{C}$, температура факела многопламенной ацетиленовой горелки $\approx 3000^\circ\text{C}$, а разупрочнение стали может произойти при $\approx 500^\circ\text{C}$ и более.

Во-вторых, ацетилен взрывоопасен, обращение с ацетиленовыми баллонами требует повышенной осторожности и соблюдения более жестких правил техники безопасности как при производстве, так и транспортировке и хранении. В частности, ёмкости с ацетиленом необходимо ограждать от прямых солнечных лучей и источников нагрева. Повышение температуры чревато резким увеличением давления в баллоне.

В-третьих, громоздкое и относительно сложное оборудование и оснастка – баллоны с ацетиленом, баллоны с кислородом, горелки, редуктора, шланги и прочее. Следует отметить, что при проведении очистки не рекомендуется расходовать из одного баллона больше 25-35 литров газа в минуту, это вызовет чрезмерное сокращение ацетона в баллоне, что является недопустимым. Поэтому при повышенном расходе ацетилена, а при газопламенной очистке требуется именно интенсивное горение ацетилена, необходимо баллоны с газом собирать и объединять в громоздкие батареи. Все это ограничивает, а порой делает невозможным устройство монтажных стыков в стеснённых условиях строительной площадки и особенно на высоте.

Данные организационно-производственные вопросы по качественному выполнению работ при устройстве монтажных стыков на высокопрочных болтах в подавляющем большинстве случаев являются непреодолимыми. Это объясняется не только изменившимися условиями строительной площадки, не только тем, что монтаж несущих стальных конструкций зачастую выпол-

няется случайными исполнителями, а не фирмами-организациями, которые специализируются на данном виде работ, но и также мировой, массовой тенденцией снижения уровня образования и профессиональной подготовки непосредственных исполнителей.

В связи с этим подрядчики фактически не реализуют, не выполняют проектные решения по устройству монтажных стыков на высокопрочных болтах с газопламенной очисткой.

Поэтому рекомендуется оставить в нормах на проектирование стальных конструкций только три способа обработки (очистки) соединяемых поверхностей, которые с наиболее высокой степенью надёжности могут обеспечить требуемое качество очистки соединяемых поверхностей, а именно:

а) дробемётный или дробеструйный двух поверхностей без консервации, который можно реализовать в условиях завода-изготовителя МК;

б) стальными щётками двух поверхностей без консервации, что приемлемо в условиях строительной площадки;

в) без обработки, который может быть использован при ремонтных работах, где отсутствует возможность обработки (очистки) соединяемых поверхностей.

Большую трудность для подрядных монтажных организаций представляет собой и выполнение регулирования натяжения высокопрочных болтов по углу поворота гайки α . Здесь Свод правил также должен рекомендовать как наиболее приемлемый способ регулирования натяжения болтов по моменту закручивания $M_{кр}$.

В связи с вышеизложенным предлагается в Свод правил внести следующие изменения:

1. Исключить из таблицы №42 СП 16.13330.2017 «СНиП II-23-81 Стальные конструкции» М 2017 [5] пункт 2, а именно:

- «2. Газопламенный двух поверхностей без консервации».

2. Изменить формулировку в Примечаниях, а именно: – «При контроле натяжения болтов по углу поворота гайки значения γ_h следует умножать на 0,9 и работы выполнять по специально разработанному проекту производства работ (ППР), который предназначен именно для монтажных соединений на высокопрочных болтах».

3. Добавить в Примечания: – «Допускаются и другие способы обработки соединяемых поверхностей, в частности – Химическая обработка растворами кислот, травильными пастами или Газопламенная очистка (ацетиленом) двух поверхностей без консервации работы проводить по специально разработанному проекту производства работ (ППР), именно для монтажных соединений на высокопрочных болтах».

После внесения изменений таблица 42 будет выглядеть следующим образом, т.е. непосредственно в таблице останутся только три рекомендованных способа очистки поверхностей соеди-

Таблица 2 – Предлагаемая таблица для определения коэффициента трения при расчете соединений на высокопрочных болтах

Способ обработки (очистки) соединяемых поверхностей	Коэффициент трения μ	Коэффициент γ_h при контроле натяжения болтов по моменту закручивания при разности номинальных диаметров отверстий и болтов δ мм, при нагрузке	
		динамической $\delta = 3 \div 6$ статической $\delta = 5 \div 6$	динамической $\delta = 3 \div 6$ статической $\delta = 5 \div 6$
1. Дробемётный или дробеструйный двух поверхностей без консервации	0,58	1,35	1,12
2. Стальными щетками двух поверхностей без консервации	0,35	1,35	1,17
3. Без обработки	0,25	1,70	1,30

Примечания:

1. При контроле натяжения болтов по углу поворота гайки значения γ_h следует умножать на 0,9 и работы выполнять по специально разработанному проекту производства работ (ППР), именно для монтажных соединений на высокопрочных болтах.

2. Допускается и другие способы обработки соединяемых поверхностей, в частности – химическая обработка растворами кислот, травильными пастами или газопламенная очистка двух поверхностей без консервации работы проводить по специально разработанному проекту производства работ (ППР), именно для монтажных соединений на высокопрочных болтах.

няемых элементов, а именно: – дробеструйный, стальными проволочными щетками и без обработки. Также в качестве способа контроля натяжения высокопрочных болтов будет рекомендован только способ контроля натяжения болтов по моменту закручивания $M_{кр}$.

Примечания же будут более расширены и согласно им можно будет закладывать в проекте и другие способы очистки поверхностей соединяемых элементов и другие способы контроля натяжения болтов, но при обязательной разработке ППР.

Если такое изменение будет внесено, то проектировщики будут иметь возможность закладывать в проектные решения и иные более эффективные способы очистки соединяемых поверхностей, кроме рекомендованных, но с обязательным предварительным согласованием как с заводами-изготовителями, так и монтажными организациями.

Так, например, проектировщиков весьма привлекает газопламенный метод очистки соприкасаемых поверхностей. Поскольку газопламенная очистка обеспечивает более высокий, точнее, самый высокий коэффициент трения между соединяемыми поверхностями сопряжения при устройстве сопряжений в условиях строительной площадки. И, как следствие, наличие более высокого коэффициента трения ведёт к более высокой несущей способности одного болта, что далее приводит к сокращению общего числа болтов в соединении, а также и уменьшению размеров и массы накладок.

Монтажников-подрядчиков газопламенный способ очистки привлекает более высокой сто-

имостью работ по сравнению с очисткой стальными проволочными щётками в 3-4 раза, а следовательно, и возможностью извлечения более высокой прибыли. Подрядчик вне зависимости от своих реальных возможностей на качественное выполнение газопламенной очистки старается не упустить ожидаемую потенциальную прибыль и берётся за выполнение работ. В результате газопламенная очистка соединяемых поверхностей не выполняется или заменяется в лучшем случае на очистку стальными проволочными щетками.

Способ регулирования натяжения высокопрочных болтов по углу поворота также привлекателен для проектировщиков своим более низким значением коэффициента надежности γ_{hr} по сравнению с коэффициентом надежности при регулировании натяжения по моменту закручивания $M_{кр}$. Низкое значение коэффициента надежности γ_h ведет к повышению несущей способности высокопрочного болта со всеми положительными последствиями.

Однако способ натяжения болтов с контролем по углу поворота требует высокой культуры производства работ и рекомендован в соединениях с небольшим числом болтов.

Обязательное предварительное согласование проектировщиков с подрядными организациями способов очистки и способов регулирования натяжения высокопрочных болтов, а также обязательная разработка проекта производства работ (ППР) на установку высокопрочных болтов подрядной организацией существенно повысит ответственность и проектировщиков, и подрядчиков за качественную реализацию проектного решения в жизнь.

Выводы:

1. Настоящие нормы проектирования соединений на высокопрочных болтах в связи с изменившимися условиями не способствуют качественному исполнению сопряжений стальных несущих конструкций.

2. Внесение в нормативные документы предложенных изменений приведёт в соответствие наличие производственной базы и кадрового потенциала монтажных подрядных организаций с решением производственных задач по возведению зданий и сооружений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Келасьев Н.Г., Кодыш Э.Н., Трекин Н.Н., Терехов И.А., Шмаков С.Д., Хаютин Ю.Г. Совершенствование нормативной системы в строительстве на всех этапах жизненного цикла объекта // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 4. С. 10-15.
2. Савенков А.Н. Методические подходы к развитию технического нормирования в строительстве // Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 7. С. 51-57.
3. СНиП II-V.3-62 Стальные конструкции. Нормы проектирования / Госстрой СССР. – М., 1963. – 65 с.
4. СНиП II-V.3-72 Стальные конструкции. Нормы проектирования / Госстрой СССР. – М., 1974. – 70 с.
5. СНиП II-23-81 Стальные конструкции. Нормы проектирования / Госстрой СССР. – М., 1981. – 93 с.
6. СНиП II-23-81* Стальные конструкции. Нормы проектирования / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстрой СССР 1990. – 96 с.
7. СП 16.13330.2017 «СНиП II-23-81 Стальные конструкции». – М., 2017. – 140 с.
8. СП-35.13330.2011; «СНиП 2.05.03-84*. МОСТЫ И ТРУБЫ».

Аса берік бұрандамалармен бекітілген монтаждық қосылыстарға қатысты нормативтік құжаттарға өзгерістер енгізу

¹*НУГУЖИНОВ Жмагул Смагулович, т.ғ.д., профессор, kazmirr@mail.ru,

¹АЛЬМЕНОВ Кусаин Сейтбаевич, т.ғ.к., доцент, kusainalmenov@mail.ru,

¹ТОКАНОВ Данияр Токанович, т.ғ.к., tokanov-daniyar@mail.ru,

¹ЖИЛКЫБАЕВ Дастан Казбекович, т.ғ.м., 335732@mail.ru,

¹ИМАНОВ Әлібек Маратұлы, инженер, obama.alish@gmail.com,

¹Қарағанды техникалық университеті, Қазақстан, 100027, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Мақалада құрылыс жұмыстарын жүргізудің өзгерген шарттарына жобалау нормаларын түзету мәселесі қарастырылған. Атап айтқанда, аса берік бұрандамалармен бекітілген қосылыстарды жобалау нормаларына біріктіру беттерін тазартудың ұсынылған әдістерінің өзгертілген тізімін еңгізу тікелей қарастырылады. Ұсынылған үш тазалау әдістерін ғана қалдыру және енгізуге кеңес беріледі; осылайша, біреуі дайындаушы зауыт жағдайына, екіншісі құрылыс алаңының жағдайына арналған және үшіншісі қолданыстағы ғимараттар мен құрылыстарды жөндеу жұмыстары барысында. Тазалау әдістерін үшке дейін қысқарту басқа тазалау әдістерін қолдануды жоққа шығармайды, бірақ олардың салыстырмалы технологиялық күрделілігін ескеру қажет, себебі олар жұмыс жүргізу жобасында белгілі бір ғимарат пен құрылыстың біріктіру беттерін тазалау (өңдеу) мәселелерін тікелей қарастыратын қосымша бөлімді әзірлеуді талап етеді. Сол сияқты, аса берік бұрандамалардың бұрау моменті мен айналу бұрышы бойынша тартылуын реттеуге қатысты ұсыныстар берілді.

Кілт сөздер: тексеру, тазалау тәсілдері, беріктігі жоғары болттар, тартылуды реттеу, газды жалынмен тазарту, бұрылу бұрышы, жанасу беті, монтаж жіктері, үйкеліс жазықтығы, есептік жылжу кедергісі, керілу күші.

Making Amendments to the Regulatory Documents Regarding High-strength Bolts Mounting Connections

¹*NUGUZHINOV Zhmagul, Dr. of Tech. Sci., Professor, kazmirr@mail.ru,

¹ALMENOV Kussain, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, kusainalmenov@mail.ru,

¹TOKANOV Daniyar, Cand. of Tech. Sci., tokanov-daniyar@mail.ru,

¹ZHILKYBAEV Dastan, Mast. of Tech. Sci., 335732@mail.ru,

¹IMANOV Alibek, engineer, obama.alish@gmail.com,

¹Karaganda Technical University, Kazakhstan, 100027, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

*corresponding author.

Abstract. The article is dealing with the issue of adjusting design standards to the changed conditions in the production of construction work. In particular, the introduction of a modified list of recommended methods of cleaning the surfaces to be joined into the design standards for high-strength bolt connections is directly considered. It is proposed to leave

and to introduce only three recommended cleaning methods, one for the conditions of the manufacturer, the other for the conditions of the construction site, and the third for the repair work of the buildings and structures in use. Reducing the cleaning methods to three does not exclude the use of other cleaning methods, but given their relative technological complexity, they require the development of an additional section in the work production project, which would directly address the issues of cleaning (treating) the jointed surfaces of a particular building and structure. Similarly, proposals are presented regarding the regulation of the high-strength bolts tension based on the torque and angle of rotation.

Keywords: *inspection, cleaning methods, high-strength bolts, tightening control, flame cleaning, rotation angle, contacting surfaces, erection joints, friction surface, shear design strength, hoop stress.*

REFERENCES

1. Kelas'ev N.G., Kodysh E.N., Trekin N.N., Terekhov I.A., SHmakov S.D., Hayutin YU.G. Sovershenstvovanie normativnoj sistemy v stroitel'stve na vseh etapah zhiznennogo cikla ob'ekta // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. 2019. No. 4. pp. 10-15.
2. Savenkov A.N. Metodicheskie podhody k razvitiyu tekhnicheskogo normirovaniya v stroitel'stve // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. 2021. No. 7. pp. 51-57.
3. SNiP II-V.3-62 Stalnye konstrukcii. Normy proektirovaniya / Gosstroj SSSR. – Moscow, 1963. – 65 p.
4. SNiP II-V.3-72 Stalnye konstrukcii. Normy proektirovaniya / Gosstroj SSSR. – Moscow, 1974. – 70 p.
5. SNiP II-23-81 Stalnye konstrukcii. Normy proektirovaniya / Gosstroj SSSR. – Moscow, 1981. – 93 p.
6. SNiP II-23-81* Stalnye konstrukcii. Normy proektirovaniya / Gosstroj SSSR. – Moscow: CИTP Gosstroj SSSR 1990. – 96 p.
7. SP 16.13330.2017 «SNiP II-23-81 Stalnye konstrukcii» – Moscow, 2017. – 140 p.
8. SP-35.13330.2011; «SNiP 2.05.03-84*. MOSTY I TRUBY».