
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р

.....—

20...

**Строительные работы
и типовые технологические процессы**

**СБОРКА БОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ
СТРОИТЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ**

Правила и контроль выполнения работ

Издание официальное

Москва

Стандартинформ

20..

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Центр методологии нормирования и стандартизации в строительстве» (АО «ЦНС»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 400 «Производство работ в строительстве. Типовые технологические и организационные процессы»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от № -ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0-2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в годовом (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены,) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет (gost.ru).

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

Введение	
1 Область применения	
2 Нормативные ссылки	
3 Термины и определения	
4 Обозначения и сокращения	
5 Общие требования к сборке болтовых соединений	
6 Требования к элементам конструкций с соединениями на болтах	
7 Выполнение соединений на болтах без контролируемого натяжения	
8 Выполнение соединений на болтах с контролируемым натяжением	
8.1 Требования к монтажной сборке соединений	
8.2 Подготовка болтов, гаек и шайб	
8.3 Подготовка контактных поверхностей	
8.4 Сборка соединений	
8.5 Натяжение болтов	
9 Методы контроля качества, сдача-приемка и герметизация болтовых соединений	
10 Требования безопасности к процессам сборки болтовых соединений	
Приложение А (обязательное) Журнал выполнения монтажных соединений на болтах с контролируемым натяжением	
Приложение Б (рекомендуемое) Программа подготовки монтажников и инженерно-технических работников по выполнению и приемке соединений на болтах. Форма удостоверения	
Приложение В (рекомендуемое) Методика определения коэффициента закручивания K_z	
Приложение Г (обязательное) Тарирование динамометрических ключей	
Приложение Д (рекомендуемое) Журнал контрольного тарирования динамометрических ключей	
Приложение Е (справочное) Типовой технологический процесс выполнения соединений на болтах	
Библиография	

Введение

Настоящий стандарт разработан с целью установления нормативных требований к технологическим процессам выполнения болтовых соединений металлических конструкций в условиях производства работ на строительной площадке.

Установление нормативных требований к технологическим процессам выполнения болтовых соединений и контролю качества болтовых соединений, выполняемых при монтаже металлических строительных конструкций с применением болтов, в том числе высокопрочных, как с контролируемым натяжением, так и без контролируемого натяжения, способствует обеспечению требуемого уровня качества работ и, соответственно, безопасности эксплуатации металлических конструкций.

Строительные работы и типовые технологические процессы
СБОРКА БОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ
КОНСТРУКЦИЙ. Правила и контроль выполнения работ

Construction works and typical technological processes. The installation of the bolted connections of structural metal products. Rules and control of work

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к выполнению и контролю качества сборки болтовых соединений металлических строительных конструкций с применением болтов, в том числе высокопрочных, с контролируемым натяжением и без контролируемого натяжения.

Настоящий стандарт распространяется на процессы сборки болтовых соединений строительных металлических конструкций, предназначенных для стационарных, сборно-разборных и передвижных зданий и сооружений различного назначения, воспринимающих постоянные, временные и особые нагрузки (подвижные, вибрационные, взрывные, сейсмические и др.) в климатических районах с расчетной температурой до минус 60 °С, в районах с сейсмичностью до 9 баллов, эксплуатируемых в слабоагрессивных, среднеагрессивных и агрессивных средах с защитными металлическими и лакокрасочными покрытиями.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 9.307 (ИСО 1461-89, СТ СЭВ 4463-84) Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия цинковые горячие. Общие требования и методы контроля

ГОСТ 9.039 (СТ СЭВ 991-78, СТ СЭВ 5292-85, СТ СЭВ 6444-88) Единая система защиты от коррозии и старения. Коррозионная агрессивность атмосферы

ГОСТ 5915 Гайки шестигранные класса точности В. Конструкция и размеры

ГОСТ 20072 Сталь теплоустойчивая. Технические условия

ГОСТ 22353 Болты высокопрочные класса точности В. Конструкция и размеры

ГОСТ 22354 Гайки высокопрочные класса точности В. Конструкция и размеры

ГОСТ 22356 Болты и гайки высокопрочные и шайбы. Общие технические условия

ГОСТ 24997 Калибры для метрической резьбы. Допуски

ГОСТ 27017 Изделия крепежные. Термины и определения

ГОСТ 32484.1 Болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные. Общие требования

ГОСТ 32484.3 Болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные. Система HR – комплекты шестигранных болтов и гаек

ГОСТ ISO 898-1 Механические свойства крепежных изделий из углеродистых и легированных сталей. Часть 1. Болты, винты и шпильки установленных классов прочности с крупным и мелким шагом резьбы

ГОСТ ISO 898-2 Механические свойства крепежных изделий из углеродистых и легированных сталей. Часть 2. Гайки установленных классов прочности с крупным и мелким шагом резьбы

ГОСТ ISO 8992 Изделия крепежные. Общие требования для болтов, винтов, шпилек и гаек

ГОСТ ISO 10684-2015 Изделия крепёжные. Покрытия, нанесённые методом горячего цинкования

ГОСТ ISO 16047 Изделия крепежные. Испытания крутящего момента и усилия предварительной затяжки

ГОСТ Р 8.752 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений крутящего момента силы

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 27017 и следующие термины с соответствующими определениями

3.1 фланец жесткий: Стальной фланец при толщине $b = (2-2,5)d$ (b – толщина присоединительной кольцевой части фланца, d – диаметр сквозных отверстий для болтов или шпилек).

3.2 усилие предварительной затяжки, F : Осевая растягивающая сила, действующая на цилиндрический стержень болта, или сжимающая сила, действующая на стягиваемые детали во время затягивания.

3.3 усилие предварительной затяжки на пределе текучести, F_y : Усилие предварительной затяжки, при котором под действием объемного напряженного состояния, возникающего при затягивании, удлинение цилиндрического стержня болта превышает упругое.

3.4 усилие разрыва, F_u : Максимальное усилие предварительной затяжки, при котором при затягивании под действием объемного напряженного состояния возникает разрыв цилиндрического стержня болта.

3.5 крутящий момент затяжки, T : Крутящий момент, действующий на гайку или болт во время затягивания.

3.6 крутящий момент на пределе текучести: Крутящий момент, при котором достигается усилие предварительной затяжки на пределе текучести.

3.7 крутящий момент в резьбе, f_{th} : Крутящий момент, который действует через сопряженную резьбу на цилиндрический стержень болта.

3.8 крутящий момент трения на опорной поверхности, T_f : Крутящий момент, который воздействует на стягиваемые детали при затягивании через опорные поверхности.

3.9 крутящий момент при разрыве, T_u : Крутящий момент, при котором достигается усилие разрыва.

4 Обозначения и сокращения

КМ – конструкции металлические;

КМД – конструкции металлические детализировочные;

РД – рабочая документация;

A_b – площадь сечения болта брутто, мм²;

A_{bn} – площадь сечения болта нетто, мм²;

d_b – номинальный диаметр болта, мм;

d_o – номинальный диаметр отверстия, мм;

K_z – коэффициент закручивания болтов;

K_n – коэффициент надежности;

μ – коэффициент трения;

ℓ – длина, м;

M_z – момент закручивания болтов, Нм (кгс·м);

P – осевое усилие натяжения болтов, кН (тс);

R_{bun} – наименьшее временное сопротивление болта разрыву, Н/мм² (кгс/мм²);

m – масса груза, Н (кгс);

n – показания измерительного прибора;

t – толщина, мм.

5 Общие требования к сборке болтовых соединений

5.1 При сборке стальных и алюминиевых конструкций применяются следующие виды болтовых соединений:

- соединения на болтах с контролируемым натяжением;

- соединения на болтах без контролируемого натяжения.

5.2 В стандарте определены требования к видам болтовых соединений строительных металлических конструкций:

- фрикционные (сдвигустойчивые), в которых сдвигающие усилия воспринимаются силами трения, действующими на контактных поверхностях соединяемых элементов в результате натяжения болтов на проектное усилие;
- срезные, в которых сдвигающие усилия воспринимаются сопротивлением болтов срезу, а соединяемых элементов – смятию;
- фрикционно-срезные, в которых учитывается вся совокупность сопротивлений – болтов срезу, соединяемых элементов смятию и трению;
- фланцевые, в которых затянутые на проектное усилие болты работают на растяжение при жестких фланцах или на растяжение с изгибом при гибких фланцах;
- болтозаклепочные, в которых сдвигающие усилия воспринимаются совместно силами трения от натяжения болтов и заклепками.

5.3 Фрикционные (сдвигустойчивые) болтовые соединения применяют в несущих конструкциях и их элементах, в которых недопустимы остаточные перемещения сдвига, работающих в особо тяжелых условиях или подвергающиеся непосредственному воздействию знакопеременных, динамических, вибрационных или подвижных нагрузок, в том числе в конструкциях, рассчитываемых на сопротивление усталости.

5.4 Срезные болтовые соединения применяют в несущих конструкциях, работающих при статической нагрузке, а также во вспомогательных конструкциях зданий и сооружений.

5.5 Фрикционно-срезные соединения применяют в конструкциях, работающих при статической нагрузке, а также при воздействии знакопеременных усилий, когда меньшее из них может быть передано силами трения.

5.6 Фланцевые соединения применяют в конструкциях и их элементах, подверженных растяжению, сжатию, растяжению с изгибом, воздействию местных поперечных усилий, в том числе подвижных, вибрационных или другого вида нагрузок с числом циклов нагружения до 10⁵ и коэффициентом асимметрии напряжений $\rho \geq 0,8$.

5.7 Болтозаклепочные соединения (на болтах и заклепках) применяют при ремонте клепаных конструкций, в которых снижение несущей способности компенсируется силами трения после замены дефектных заклепок высокопрочными болтами, затянутыми на проектное усилие.

5.8 Классы прочности болтов без покрытия или с защитными металлическими покрытиями принимают в зависимости от климатического района строительства промышленного здания или сооружения, устанавливаемого СП 131.13330, условий эксплуатации конструкций (рассчитываемых или не рассчитываемых на усталость), условий работы болтов (на срез или растяжение).

5.9 Для болтовых соединений, как правило, применяют болты, гайки и шайбы (далее – крепежные изделия) без покрытия.

Крепежные изделия с защитными металлическими покрытиями необходимо применять для соединений:

- элементов конструкций с защитными металлическими покрытиями, наносимыми горячим способом или газотермическим напылением (цинковые или алюминиевые покрытия);
- элементов антенных сооружений, мачт и опор линий электропередачи;
- элементов конструкций, эксплуатируемых в среднеагрессивной среде по ГОСТ 9.039, совместно с лакокрасочными покрытиями;
- элементов железнодорожных, городских и надводных мостов, газопроводов;
- фланцевых, а также на болтах, рассчитываемых на растяжение;
- элементов конструкций, эксплуатируемых в условиях морской атмосферы. (Для болтовых соединений элементов конструкций, эксплуатируемых в условиях морской атмосферы, рекомендуется применять крепежные изделия с кадмиевым покрытием).

5.11 В качестве защитного металлического покрытия крепежных изделий, как правило, применяют термодиффузионное цинковое покрытие по [1] или горячее цинковое покрытие по ГОСТ ISO 10684 с применением центрифугирования и прорезания гаек с помощью метчиков по согласованию с заказчиком:

- в слабоагрессивных средах – в качестве самостоятельного покрытия;

– в среднеагрессивных средах – с дополнительным лакокрасочным покрытием.

5.12 Для конструкций, эксплуатируемых в слабоагрессивных средах, допускается применять крепежные изделия с металлическими покрытиями по ГОСТ ISO 8992 – цинковое хроматированное, кадмиевое хроматированное, цинковое с дополнительным лакокрасочным покрытием.

5.13 Для конструкций, эксплуатируемых в агрессивных средах, применяют болты, гайки и шайбы из коррозионностойких, жаростойких и жаропрочных сталей по ГОСТ ISO 8992 кроме теплоустойчивых сталей, которые применяют по ГОСТ 20072.

6 Требования к элементам конструкций с соединениями на болтах

6.1 Металлические конструкции с соединениями на болтах изготавливают в соответствии с рабочей документацией – КМ и КМД.

6.2 Монтаж металлических конструкций осуществляют с учетом требований, определенных в чертежах КМ и КМД.

6.3 В проектной документации, как правило, должно быть указано:

- виды соединений;
- номинальные диаметры отверстий и болтов;
- стандарты на болты, гайки и шайбы;
- классы прочности болтов и гаек;
- осевые усилия натяжения болтов;
- способ регулирования и контроля осевых усилий натяжения болтов;
- способ подготовки контактных поверхностей с указанием расчетной величины коэффициента трения;
- дополнительные требования к изготовлению и монтажу металлических конструкций;
- нормативные документы на изготовление и монтаж металлических конструкций;
- указания по антикоррозионной защите металлических конструкций.

6.4 В зависимости от степени ответственности отдельных групп стальных конструкций (класс ответственности зданий и сооружений по ГОСТ 27751), а также от условий их эксплуатации и климатического района строительства, для элементов конструкций с соединениями на болтах должен применяться листовой и фасонный стальной прокат в соответствии с приложением В СП 16.13330.

6.5 Для алюминиевых конструкций должен применяться алюминий марок и состояний в соответствии с указаниями СП 128.13330.

6.6 Для фланцев, подверженных растяжению, изгибу или их совместному действию, должна применяться листовая сталь с гарантированными механическими свойствами в направлении толщины проката с учетом требований, изложенных в СП 16.13330-2017, раздел 13 и подраздел 15.9.

6.7 Применяемая технология приварки фланцев и сварочные материалы должны обеспечивать значения временного сопротивления металла сварных швов не ниже нормативных значений временного сопротивления R_{un} основного металла.

6.8 Предназначенные для монтажа крепежные элементы, как правило, поставляются предприятиями-изготовителями металлических конструкций. Ориентировочный расход крепежных изделий приведен в таблице 1.

Таблица 1

Крепежные изделия	Расход крепежных изделий, кг на 100 т металлоконструкций		
	одноэтажных производственных зданий	многоэтажных производственных зданий	прочих сооружений
Болты и гайки высокопрочные и шайбы (комплект)	335	776	490
В том числе:			
болты высокопрочные (ГОСТ 32484.1, ГОСТ 32484.3)	205	475	300
гайки высокопрочные (ГОСТ 22354-77 ¹ , ГОСТ 22356-77)	68	158	100
шайбы к высокопрочным болтам (ГОСТ 22355-77,	62	143	90

ГОСТ 22356-77)			
Болты, гайки и шайбы общего применения (комплект)	580	400	410
В том числе:			
болты с шестигранной головкой класса точности В (ГОСТ 7798-70, ГОСТ 1759.0-87)	403	275	282
гайки шестигранные класса точности В (ГОСТ 5915-70, ГОСТ 1759.0-87)	115	82	83
шайбы (ГОСТ 11371-78)	62	43	45
Гайки шестигранные класса точности В - контргайки (ГОСТ 5915- 70, ГОСТ 1759.0-87)	23	27	28
Итого:	938	1203	928

6.9 Применяемый прокат, перед запуском в производство, должен быть проверен на соответствие сопроводительной документации, отсутствие недопустимых погибов, местных вмятин, трещин, расслоений, отклонений от геометрических размеров.

6.10 Резка заготовок фасонного и листового проката допускается как механическим, так и термическим способом. При этом кромки элементов конструкций, работающих на растяжение, а также выполненных из стали с нормативным пределом текучести свыше 350 МПа, должны быть подвергнуты механической обработке на глубину не менее 20 % от толщины элемента.

6.11 Диаметры отверстий для болтовых монтажных соединений должны соответствовать требованиям в чертежах КМ.

6.12 Образование отверстий следует производить сверлением на поточных линиях, станках с числовым программным управлением, по кондукторам, а в случае отсутствия оборудования – по шаблонам с обеспечением точности в соответствии с заданной в КМ или в настоящем стандарте. Для нерасчетных конструктивных болтовых соединений допускается образование отверстий по наметке.

6.13 В нерасчетных соединениях допускается образование отверстий продавливанием для сталей с нормативным пределом текучести до 350 МПа при

соотношении толщины металла t и диаметра отверстия d_o не более 0,7 при $t \leq 20$ мм.

6.14 В расчетных соединениях допускается продавливание отверстий на меньший диаметр, но не более 0,75 d_o , при толщине металла не более чем 0,8 d_o с последующим рассверливанием на проектный диаметр d_o .

6.15 Предельные отклонения диаметров отверстий не должны превышать:

- + 0,6 мм для отверстий диаметром до 28 мм;
- + 0,8 мм для отверстий диаметром свыше 28 мм.

6.16 Предельные отклонения между центрами отверстий устанавливаются рабочей документацией, исходя из условия собираемости конструкций на монтаже.

6.17 При отсутствии указаний в рабочей документации, предельные отклонения размеров между центрами отверстий в группе назначают равными $\pm 1,0$ мм, в том числе по диагонали, между группами $\pm 0,5$ мм на каждый метр расстояния между ними.

6.18 Предельное отклонение размеров соединяемых элементов l должно составлять не более $\pm 3,0$ мм при $l \leq 6$ м и $\pm 0,5$ мм на каждый метр длины при $l > 6$ м.

6.19 Толщины накладок, как правило, не должны превышать:

- для болтов M12 – 12 мм;
- для болтов M16 – 16 мм;
- для болтов M20 – 20 мм;
- для болтов M24 – 30 мм;
- для болтов M27 – 35 мм;
- для болтов M30 – 40 мм.

При необходимости применения накладок большей толщины следует применять двухслойные накладки или болты большего диаметра.

6.20 Не рекомендуется применение болтовых соединений, в которых суммарная толщина элементов превышает:

- для болтов M12 – 96 мм;

- для болтов M16 – 128 мм;
- для болтов M20 – 160 мм;
- для болтов M24 – 192 мм;
- для болтов M27 – 216 мм;
- для болтов M30 – 240 мм.

6.21 Для фланцевых соединений толщина фланцев должна быть:

- для болтов M20 – от 20 до 35 мм;
- для болтов M24 – от 25 до 45 мм;
- для болтов M27 – от 30 до 55 мм.

6.22 Сборку и сварку элементов конструкций с фланцевыми соединениями следует выполнять в кондукторах. Базовые поверхности кондукторов и внешние поверхности фланцев после сварки должны быть подвергнуты фрезерованию. Тангенс угла отклонения поверхности фланца не должен превышать величину 0,0007 в каждой из двух плоскостей.

6.23 Отправочные марки конструкций должны быть огрунтованы или окрашены (по согласованию с заказчиком) за исключением контактных поверхностей фрикционных и фрикционно-срезных соединений, а также контактных поверхностей фланцев в случае, если это оговорено рабочей документацией.

6.24 Прокатная окалина толщиной более 0,05 мм на контактных поверхностях фрикционных и фрикционно-срезных соединений должна быть удалена механическим способом.

6.25 Контрольная сборка конструкций с соединениями на болтах выполняется на предприятии-изготовителе в случае, если это оговорено в рабочей документации или по требованию заказчика.

6.26 Контрольная сборка осуществляется в соответствии с требованиями рабочей документации. Несовпадение отверстий (чернота) проверяется калибром диаметром на 0,5 мм больше номинального диаметра болта. Калибр должен проходить в 100 % отверстий каждого соединения.

6.27 Зазоры между соединяемыми элементами контролируются щупом толщиной 0,3 мм, между фланцами – щупом толщиной 0,1 мм. Щуп не должен

проникать в зону, ограниченную радиусом $1,3 d_o$ от оси болта после затяжки всех болтов соединения на проектное усилие, где d_o – диаметр отверстия.

7 Выполнение соединений на болтах без контролируемого натяжения

7.1 При выполнении соединений на болтах без контролируемого натяжения болты, гайки и шайбы устанавливают в соединения без удаления заводской консервирующей смазки, а при ее отсутствии резьбу болтов и гаек смазывают минеральным маслом по ГОСТ Р 51634.

7.2 Контактные поверхности элементов и деталей перед сборкой соединений должны быть осмотрены и очищены от заусенцев, грязи, рыхлой ржавчины, отслаивающейся окалины и льда. Очистку производят металлическими щетками, заусенцы удаляют электрическими или пневматическими шлифовальными машинами.

7.3 Несовпадение отверстий не должно превышать требований СП 70.13330.

Болты затягивают до отказа монтажными ключами с усилием от 294 Н (30 кгс) до 343 Н (35 кгс) длиной:

- для болтов М12 – от 150 до 200 мм;
- для болтов М16 – от 300 до 350 мм;
- для болтов М20 – от 350 до 400 мм;
- для болтов М22 – от 400 до 450 мм;
- для болтов М24 – от 500 до 550 мм;
- для болтов М27 – от 550 до 600 мм.

7.4 Для предотвращения самоотвинчивания, гайки дополнительно закрепляют постановкой специальных шайб или контргаек. Для болтов, работающих на растяжение, закрепление гаек следует осуществлять исключительно постановкой контргаек.

Запрещается приварка гаек к резьбе болтов и к элементам соединений, а также забивка выступающей из гайки резьбы.

7.5 В конструкциях, воспринимающих статические нагрузки, гайки болтов, затянутых на усилие 50% - 70 % от минимального предела прочности болта на растяжение, допускается дополнительно не закреплять.

7.6 Гайки и головки болтов, в том числе фундаментных, после натяжения должны плотно (без зазоров) соприкасаться с плоскостями шайб или элементов конструкций, а стержни болтов выступать из гаек (контргаек) не менее чем на один виток резьбы с полным профилем. Плотность стяжки собранного пакета подлежит контролю щупом толщиной 0,3 мм, который не должен проникать в зону, ограниченную радиусом $1,3d_0$ от центра болта, где d_0 – номинальный диаметр отверстия.

7.7 Фундаментные (анкерные) болты должны быть затянуты в соответствии с требованиями СП 43.13330 и чертежей КМ (КМД) с составлением акта на скрытые работы по форме, установленной в РД 11-02-2006 [7].

7.8 Затяжку болтов без контролируемого натяжения проверяют остукиванием их молотком массой 0,4 кг, при этом болты не должны смещаться. Натяжение и контроль затяжки болтов допускается производить предельными динамометрическими ключами.

8 Выполнение соединений на болтах с контролируемым натяжением

8.1 Требования к монтажной сборке соединений

8.1.1 Работы по монтажу металлических конструкций с соединениями на болтах с контролируемым натяжением следует производить в соответствии с рабочей документацией, утвержденным проектом производства работ, СП 70.13330 и разделом 7 настоящего стандарта.

8.1.2 Данные о производстве монтажных работ следует ежедневно вносить в журнал работ по выполнению монтажных соединений на болтах с контролируемым натяжением (приложение А) в соответствии с требованиями к составу и порядку ведения исполнительной документации, предусмотренными РД-11-02-2006 [7] и РД-11-05-2007 [8].

8.1.3 Применяемые конструкции должны соответствовать требованиям рабочей документации и раздела 6, крепежные изделия – стандартам или

техническим условиям, указанным в разделе 5. Каждая партия применяемых болтов, гаек и шайб должна быть снабжена сертификатом качества с указанием результатов механических испытаний.

8.1.4 Допускается выполнение входного контроля поставляемых крепежных изделий по внешнему виду или механическим свойствам. При входном контроле устанавливается расчетная величина коэффициента закручивания (по приложению В), соответствие геометрических размеров или механических свойств болтов, гаек и шайб требованиям стандартов. Механические свойства устанавливают, как правило, испытанием болтов на твердость и разрыв с определением фактических характеристик временного сопротивления; гаек на испытательную нагрузку и твердость; шайб на твердость и неплоскостность, по ГОСТ 32484.1, ГОСТ Р ИСО 898-1 и ГОСТ Р ИСО 898-2. Качество резьбы болтов и гаек контролируют резьбовыми калибрами по ГОСТ 24997.

8.1.5 Крепежные изделия следует хранить в защищенном от атмосферных осадков месте, рассортированными по классам прочности, диаметрам и длинам, а высокопрочные болты, гайки и шайбы – дополнительно по партиям.

8.1.6 При укрупнительной сборке и монтаже металлические конструкции должны быть закреплены с целью обеспечения устойчивости и неизменяемости их положения в пространстве.

8.1.7 Выполнение соединений на болтах с контролируемым натяжением (фрикционные, фрикционно-срезные и фланцевые соединения) и их сдачу-приемку следует производить под руководством лица, назначенного ответственным за выполнение этого вида соединений приказом по организации, производящей эти работы по СП 70.13330.2012 (пункт 4.6.13). К выполнению соединений допускается персонал, прошедший подготовку в соответствии с п. 4.6.1 СП 70.13330, имеющий удостоверение о допуске к указанным работам и приказ монтажной организации о присвоении клейм. Рекомендуемая программа обучения и форма удостоверения приведены в приложении Б.

8.1.8 Технологический процесс выполнения соединений на болтах с контролируемым натяжением предусматривает следующие операции:

- подготовку болтов, гаек и шайб;
- подготовку контактных поверхностей;
- сборку соединений;

- натяжение болтов;
- контроль выполнения соединений (по разделу 9);
- герметизацию соединений и огрунтовку стыков (по 9.11 9);
- установку клейма бригады и ответственного лица (по 7.15.3);
- занесение результатов выполнения и контроля соединений в «Журнал выполнения монтажных соединений на болтах с контролируемым натяжением» (приложение А).

8.2 Подготовка болтов, гаек и шайб

8.2.1 Технологический процесс подготовки болтов, гаек и шайб, предназначенных для соединений с контролируемым натяжением болтов, поставляемых отдельно, в контейнерах или ящиках, включает операции по расконсервации, очистке от грязи и ржавчины, прогонке резьбы отбракованных болтов и гаек и нанесение смазки. Расчетная величина коэффициента закручивания болтов и гаек (без покрытия) при этом устанавливается по 8.5.6.

8.2.2 Для болтов, поставляемых комплектно с гайками и шайбами в герметичной упаковке, гарантирующей сохранность тонкого слоя заводской смазки резьбы на весь период транспортировки и хранения, расконсервации и смазки резьбы болтов и гаек не требуется. Расчетную величину коэффициента закручивания K_z допускается принимать в соответствии с рекомендуемой поставщиком после проведения входного контроля (см. приложение В и 7.1.4).

8.2.3 Расконсервацию болтов, гаек и шайб следует производить кипячением в воде от 10 до 15 мин. Смазку болтов и гаек осуществляют после расконсервации (в горячем состоянии) в смеси неэтилированного бензина и минерального масла по ГОСТ Р 51634. Количественный состав смеси устанавливается в зависимости от вязкости применяемого минерального масла.

Соотношение бензина и масла (ориентировочно, от 6:1 до 2:1) должно обеспечивать на поверхностях болтов и гаек наличие тонкого слоя смазки в течение всего периода хранения. Ориентировочный расход бензина на 100 кг метизов составляет 2,2 л, масла – 0,8 л.

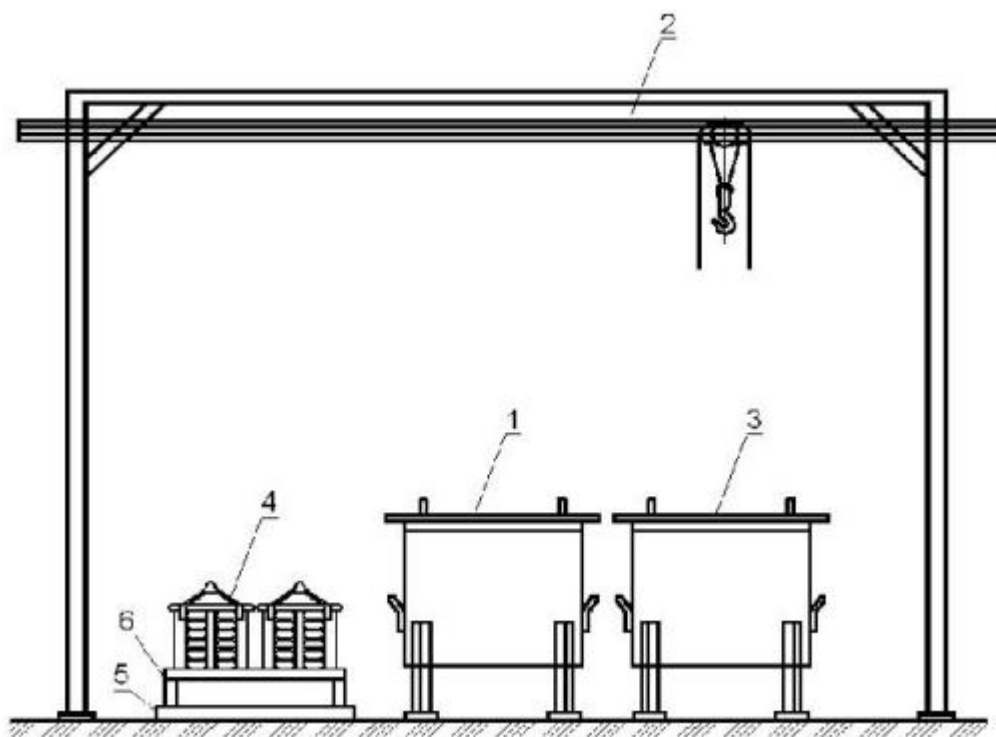
8.2.4 Подготовленные крепежные изделия следует хранить в закрытых ящиках без доступа атмосферных осадков не более 10 дней.

Примечание – При более длительном хранении смазка испаряется, увеличивается трение в резьбе, снижается усилие натяжения болтов.

В случае превышения срока хранения, а также после прогонки резьбы, крепежные изделия должны быть смазаны повторно.

8.2.5 Для смазки резьбы допускается применение твердых сортов парафина по ГОСТ 23683. Очистка болтов, гаек и шайб от заводской консервирующей смазки в данном случае осуществляется кипячением в воде с добавлением моющего средства (см. приложение Е). Парафин может наноситься на весь комплект (болт, гайка и две шайбы) или только на гайки, предварительно нагретые до температуры не ниже +80 °С. Расход парафина составляет от 3 до 4 г на 1 кг крепежных изделий. Подробная технология приведена в рекомендациях [9].

8.2.6 При больших объемах работ применяется пост подготовки крепежных изделий, снабженный грузоподъемным оборудованием (рисунок 1).



- 1 – ванна промывочная; 2 – подъемное устройство; 3 – ванна для кипячения;
4 – контейнеры; 5 – поддон; 6 – подставка

Рисунок 1 – Пост подготовки метизов

8.2.7 Для прогонки резьбы отбракованных болтов и гаек рекомендуется применять соответствующим образом оборудованные пневматические или электрические гайковерты, а также метчики и плашки необходимого диаметра.

8.2.8 Подготовка крепежных изделий с металлическими покрытиями допускается смазкой резьбы гаек посредством их окунания в емкость с минеральным маслом по ГОСТ Р 51634 не позже чем за 8 часов перед сборкой соединений (примерно за сутки), с последующим определением величины коэффициента закручивания K_z с помощью динамометрических контрольных приборов (приложение В).

Установка болтов без применения смазки, с нарушенным покрытием, со следами ржавчины, или при $K_z > 0,2$, не допускается.

8.3 Подготовка контактных поверхностей

8.3.1 Обработку контактных поверхностей на монтажной площадке для фрикционных, фрикционно-срезных, а также фланцевых соединений на болтах с контролируемым натяжением, выполняют способом, указанным в КМ.

8.3.2 Обработанные поверхности следует предохранять от попадания на них грязи, масла и краски, а также от образования льда. Грязь удаляют металлическими щетками, масло – растворителями, краску и лед – нагревом.

8.3.3 Если срок, с момента подготовки контактных поверхностей до сборки соединения, составляет более 3-х суток, следует повторно обработать контактные поверхности способом, применявшимся при их первичной обработке.

8.3.4 Допускается легкий налет ржавчины, образующийся на контактных поверхностях после их обработки, а также в случае попадания на них атмосферных осадков в виде влаги или конденсации водяных паров.

8.4 Сборка соединений

8.4.1 Технологический процесс сборки соединений предусматривает:

- осмотр конструкций и проверку соответствия геометрических размеров собираемых элементов требованиям КМ и КМД;
- совмещение отверстий и фиксацию в проектном положении элементов и деталей соединения с помощью монтажных оправок;
- постановку болтов в свободные от оправок отверстия;

- натяжение поставленных болтов на усилие, предусмотренное в рабочей документации;
- извлечение оправок, постановку в освободившиеся отверстия болтов и натяжение их на расчетное усилие.

При сборке соединений не допускается:

- установка болтов в отверстия, образованные ручной газовой резкой или сваркой;
- применение в качестве сборочных болтов не указанных в КМ (КМД) диаметров и классов прочности;
- повторное натяжение высокопрочных болтов на проектное усилие.

8.4.2 Перепад толщин элементов, перекрываемых накладками, определяемый до постановки накладок с помощью линейки и щупа, не должен превышать 0,5 мм.

8.4.3 При перепаде толщин соединяемых элементов от 0,5 до 3,0 мм, для обеспечения плавного изгиба накладки, кромку выступающего элемента следует удалить абразивным инструментом на расстоянии не менее 30 мм от края. При перепаде более 3,0 мм следует применять прокладки. Применение прокладок должно быть согласовано с разработчиком проекта.

8.4.4 Чернота (несовпадение отверстий в отдельных деталях собранного пакета), в соответствии с СП 70.13330, не должна превышать разности номинальных диаметров отверстий и болтов и не препятствовать свободной, без перекоса, постановке болтов в отверстия.

8.4.5 В собранном пакете болты заданного в проекте диаметра должны проходить в 100 % отверстий. Допускается прочистка 20 % отверстий сверлом или коническим райбером, диаметр которого на 1,0 мм превышает номинальный диаметр болта, согласно СП 70.13330.

8.4.6 В расчетных соединениях не допускается применение болтов, не имеющих клейма предприятия-изготовителя и маркировки, обозначающей класс прочности.

8.4.7 Каждый болт устанавливается в соединение с двумя круглыми шайбами (одна ставится под головку болта, другая – под гайку). Высокопрочные болты с увеличенным размером головки под ключ, при разности номинальных диаметров

отверстий и болтов до 4 мм, допускается устанавливать с одной шайбой под вращаемым элементом (гайкой или головкой болта).

8.4.8 В срезных соединениях допускается установка под гайкой двух шайб. Под головкой болта шайбу допускается не устанавливать.

8.4.9 В момент установки болтов гайки должны свободно навинчиваться по резьбе, в противном случае гайку или болт следует заменить, а отбракованные болты и гайки отправить на прогонку резьбы и повторную подготовку (см. 8.2.7).

8.4.10 При воздействии на соединения монтажных нагрузок работу монтажных оправок и болтов допускается учитывать совместно.

8.4.11 Количество оправок по условию совмещения отверстий должно составлять 10 % от количества отверстий в соединении, но не менее 2-х штук, а количество стяжных болтов 15%-20 %. Оправки следует устанавливать легкими ударами кувалды массой не более 2-3 кг, исключая образование наклепа вокруг отверстий в плоскостях контактных поверхностей.

8.4.12 Освобождение оправок допускается после установки во все свободные отверстия болтов и натяжения их на усилие не менее 30 % от проектного. Освобождение оправок ведут поочередно с постановкой заменяющих их болтов

8.4.13 Места и стадии установки оправок могут быть указаны в проекте производства работ.

8.4.14 Длины болтов фрикционных и фланцевых соединений принимают, в зависимости от суммарной толщины собираемого пакета, принимают в соответствии с таблицей 3 с учетом требований: выступающая над гайкой резьба составляет не менее одного, а под гайкой имеется не менее двух витков резьбы с полным профилем. Длины болтов диаметром от 12 до 48 мм, при заданной толщине пакета, приведены в таблице 3.

Т а б л и ц а 3

в миллиметрах

Длина болта	Толщина пакета, при условии установки двух шайб, для болтов диаметром									
	12	16	20	22	24	27	30	36	42	48
30	0÷9	–	–	–	–	–	–	–	–	–
40	13÷19	0÷13	0÷8	–	–	–	–	–	–	–
50	23÷29	16÷23	8÷18	0÷15	0÷14	0÷11	–	–	–	–
60	33÷39	26÷33	18÷28	15÷25	11÷24	6÷21	0÷18	–	–	–
70	43÷49	36÷43	28÷38	25÷35	21÷34	16÷31	10÷28	0÷20	–	–
80	53÷59	46÷53	38÷48	35÷45	31÷44	26÷41	20÷38	8÷30	0÷24	–
90	63÷69	56÷63	48÷58	45÷55	41÷54	36÷51	30÷48	18÷40	8÷34	0÷29
100	73÷79	66÷73	58÷68	55÷65	51÷64	46÷61	40÷58	28÷50	18÷44	8÷39
110	83÷89	76÷83	68÷78	65÷75	61÷74	56÷71	58÷68	38÷60	28÷54	18÷49
120	93÷99	86÷93	78÷88	75÷85	71÷84	66÷81	60÷78	48÷70	38÷64	28÷59
140	–	106÷113	98÷108	95÷105	81÷104	86÷101	80÷98	68÷90	58÷84	48÷79
160	–	126÷133	118÷128	115÷125	111÷124	106÷121	100÷118	88÷110	78÷104	68÷99
180	–	–	138÷148	135÷145	131÷144	126÷141	120÷138	108÷130	98÷124	88÷119
200	–	–	–	155÷165	151÷164	146÷161	140÷158	128÷150	118÷144	108÷139
220	–	–	–	–	171÷184	166÷181	160÷178	148÷170	138÷164	128÷159

8.4.15 Длины болтов фрикционно-срезных и срезных соединений подбирают таким образом, чтобы резьба не попадала в плоскости среза и отстояла от ближайшей из них на расстоянии не менее 5 мм или не менее половины толщины элемента, прилегающего к гайке.

8.4.16 Натяжение болтов на проектное усилие производят после выверки в пространстве и проверки геометрических размеров собираемых конструкций.

8.5 Натяжение болтов

8.5.1 Натяжение болтов на проектное усилие обеспечивают регулированием усилий с контролем по моменту закручивания динамометрическими ключами.

8.5.2 Натяжение болтов следует производить от середины соединения или от наиболее жесткой его части по направлению к свободным краям. Если суммарная толщина соединяемых элементов превышает 2 диаметра болта, количество обходов должно быть не менее двух.

8.5.3 Если при натяжении болта поворот гайки происходит без увеличения показаний крутящего момента на индикаторе динамометрического ключа, то болт и гайка подлежат замене.

8.5.4 Натяжение болтов осуществляется, как правило, за гайку. Натяжение за головку болта допускается только в случае наличия одного и того же вида смазки на опорных поверхностях гаек и опорных поверхностях головок болтов. Например, при нанесении парафина только на гайки, натяжение болтов за головку допускается после установления расчетной величины K_3 (в соответствии с приложением В) и натяжении болтов в динамометрическом приборе за головку болта.

Гайки или головки болтов, затянутые на проектное усилие, отмечают краской или мелом.

8.5.5 Регулирование усилий натяжения болтов осуществляют в следующем порядке:

- плотно стягивают пакет посредством натяжения 15% - 20 % поставленных болтов (стяжных) до 30 % - 100 % от расчетной величины момента закручивания M_3 , определяемой по формуле (1), равномерно распределяя их по

полю соединения, при этом расположение стяжных болтов в непосредственной близости от оправок обязательно;

- все свободные отверстия заполняют болтами и затягивают их до $30 \div 100\%$ от расчетной величины момента закручивания M_3 ;
- оправки заменяют болтами и затягивают все болты соединения на проектное усилие;
- допускается применение механизированных способов натяжения болтов электрическими или пневматическими гайковертами отечественного или иностранного производства [10].

8.5.6 При регулировании усилий расчетную величину момента закручивания M_3 для различных диаметров и классов прочности болтов, определяют по формуле

$$M_3 = P \cdot d_b \cdot K_3 \cdot K_n \quad (1)$$

где P - заданная в проекте величина осевого усилия натяжения болтов в Н (кгс);

d_b - номинальный диаметр болта в м;

K_3 - коэффициент закручивания болтов и гаек, на основании многолетних статистических данных, принимают равным 0,17 для болтов, гаек и шайб, подготовленных в соответствии с 8.2.3 и отвечающих требованиям 8.2.4. Использование значений K_3 , указанных в сертификатах на отдельные партии болтов и гаек, не допускается ввиду отсутствия данных о применяемой при измерении смазке и состоянии резьбы болтов и гаек при проведении заводских приемо-сдаточных испытаний;

$K_n = 1,05$ – коэффициент надежности.

8.5.7 Расчетную величину момента закручивания и коэффициент закручивания для болтов, гаек и шайб с металлическими, парафиновыми или другими видами покрытий, а также поставляемых по стандартам, не указанным в разделе 5, следует устанавливать экспериментально, с помощью динамометрических контрольных приборов на аттестованном оборудовании, в соответствии с приложением В и ГОСТ ISO 16047. Применение крепежных изделий с нарушенным покрытием, а также при $K_3 > 0,2$, не допускается.

8.5.8 Значения осевых усилий натяжения болтов P , принятые в соответствии с СП 16.13330 (пункты 6.7 и 14.3.6), а также моменты закручивания болтов диаметром от 16 до 30 мм, рассчитанные по формуле (1), приведены в таблице 4.

Таблица 4

Классы прочности болтов	Номинальные диаметры болтов, мм	Усилия натяжения болтов, кН (тс)	Моменты закручивания M_3 , Нм (кгсм) при величине коэффициента закручивания $K_3 = 0,17$
10.9 по ГОСТ Р 52644	16	118 (12,0)	337 (34)
	20	184 (18,8)	657 (67)
	22	229 (23,4)	899 (92)
	24	266 (27,1)	1140 (116)
	27	346 (35,3)	1667 (170)
	30	423 (43,2)	2265 (231)
10.9 по ГОСТ Р 52627	12	61 (6,2)	M_3 и K_3 устанавливаются в соответствии с приложением В
	16	114 (11,6)	
	20	178 (18,2)	
8.8 по ГОСТ Р 52627	12	49 (5,0)	
	16	91 (9,3)	
	20	142 (14,5)	

8.5.8 Предварительное натяжение болтов до 80 % – 90 % от проектного усилия рекомендуется производить гайковертами с последующей дотяжкой динамометрическими тарированными ключами. При числе болтов в соединении не более 4 и в труднодоступных местах натяжение болтов динамометрическими ключами допускается за один прием.

8.5.9 Передаваемый ключом момент закручивания необходимо регистрировать во время движения ключа в направлении, увеличивающем натяжение болта. Затяжку следует производить плавно, без рывков.

8.5.10 Динамометрические ключи должны быть пронумерованы и протарированы. Тарировку ключей следует производить перед началом смены с применением стенда СТП-2000 или другого типа прибора, либо контрольными грузами в соответствии с указаниями приложения Г. Результаты тарировки должны быть занесены в журнал тарировки ключей (приложение Д) в соответствии с требованиями, предусмотренными РД-11-02-2006 [7] и РД-11-05-2007 [8].

8.5.11 Отклонение фактической величины момента закручивания M_z от рассчитанной по формуле (1) (см. 7.5.6), не должно превышать +10 %. Недотяжка болтов не допускается.

8.5.12 После сборки и натяжения всех болтов на проектное усилие, соединение предъявляют для контроля ответственному лицу (см. 7.1.7), на видном месте устанавливают клеймо бригады (ГОСТ 25726), а результаты заносят в журнал выполнения монтажных соединений на болтах с контролируемым натяжением (приложение А).

8.5.13 Основные технологические операции при выполнении соединений на болтах приведены в приложении Е.

9 Контроль выполнения, сдача-приемка и герметизация болтовых соединений

9.1 Качество выполнения болтовых соединений проверяют посредством проведения пооперационного контроля. При пооперационном контроле проверяется:

- подготовка контактных поверхностей;
- натяжение болтов;
- плотность стянутого пакета.

9.2 Контроль подготовки контактных поверхностей соединяемых элементов и деталей (накладок, прокладок) осуществляют визуальным осмотром непосредственно перед сборкой соединений. Дефектные поверхности или их участки подлежат исправлению в соответствии с подразделом 8.3.

9.3 Контроль натяжения болтов осуществляют в соответствии с требованиями 9.3.1 – 9.3.4.

9.4 Способ контроля фактической величины осевого усилия натяжения болтов назначается по моменту закручивания.

9.5 Количество болтов, подлежащих контролю осевого усилия (момента закручивания), должно составлять:

- при числе болтов в соединении до 5 штук – все болты;

- и более – 15 %, но не менее 5 штук.

9.6 При контроле фактическая величина момента закручивания должна составлять не менее рассчитанной по формуле (1) и не превышать ее более чем на 10 %.

9.7 При несоответствии момента закручивания расчетному значению хотя бы у одного болта, контролируется удвоенное количество болтов. Если и в этом случае будет выявлен недотянутый болт, контролируются все болты данного соединения. Натяжение всех болтов должно быть доведено до проектной величины.

9.8 Плотность стяжки пакета контролируется щупом напротив затянутого болта, в соответствии с требованиями, изложенными в 6.28 и 7.6.

9.9 При контроле болтовых соединений ответственным лицом (см. 7.1.7) производится наружный осмотр всех установленных болтов. При осмотре необходимо проверить, что:

- все установленные болты имеют одинаковую длину;
- болты и гайки имеют установленную маркировку;
- шайбы установлены в соответствии с требованиями рабочей документации;
- выступающие за пределы гайки части болтов имеют не менее одного витка резьбы с полным профилем над гайкой или двух витков резьбы под гайкой (внутри пакета).

9.10 Осевые усилия натяжения болтов на соответствие требованиям, указанным в КМ, контролируют динамометрическими ключами по 7.5.6. Результаты контроля заносят в журнал (приложение А).

9.11 В соответствии с 8.5.13 проверяется наличие клейма бригады, а результаты выполнения соединений занесены в журнал (приложение А).

9.12 По результатам контроля, в случае отсутствия замечаний, рядом с клеймом бригады устанавливают клеймо ответственного лица (см. 8.1.7). Если болты или гайки подготовлены методом парафинирования, дополнительно устанавливают клеймо «П». Типы и размеры клейм должны соответствовать ГОСТ 25726, высотой не менее 8 мм. Клеймо следует устанавливать, как правило, на пересечении диагоналей накладок и обозначать (после огрунтовки стыка)

трафаретом, размером не менее 100х100 мм, нанесенным краской, по цвету отличающейся от применяемого грунта.

9.13 После приемки представителем строительного контроля (представителем технического надзора Заказчика) все соединения должны быть загерметизированы в соответствии с требованиями, указанными в чертежах КМ и КМД. При отсутствии в рабочей документации указаний относительно герметизации соединений, все поверхности стыков, включая головки болтов, гайки и шайбы, в том числе контуры накладок, должны быть огрунтованы, а зазоры заполнены герметиком. По согласованию с представителем строительного контроля допускается герметизация стыков после приемки соединений ответственным лицом.

9.14 Представитель строительного контроля, ведущий приемку выполненных работ, осуществляет контроль выполнения соединений в соответствии с разделом 9, в том числе контроль величины осевого усилия натяжения болтов динамометрическим ключом в каждом, предъявленном для приемки, соединении.

9.15 В случае отсутствия замечаний, представитель строительного контроля, ставит подпись в журнале (приложение А) по каждому принятому соединению или узлу.

9.16 Представитель авторского надзора контроль качества выполнения соединений осуществляет в соответствии с условиями договора.

10 Техника безопасного выполнения работ

10.1 При производстве монтажных работ по сборке металлических конструкций и натяжении высокопрочных болтов необходимо руководствоваться положениями СП 49.13330.

10.2 При работе на высоте необходимо применять средства подмащивания, обладающие собственной расчетной устойчивостью. Для подъема и спуска людей средства подмащивания должны быть оборудованы лестницами.

10.3 Персонал, применяющий средства механизации, оснастку и ручные машины, должен быть обучен безопасным методам и приемам работ в соответствии с требованиями инструкций заводов-изготовителей и инструкции по охране труда.

10.4 При работе с динамометрическими ключами рабочий должен принять положение, исключающее возможность падения или получения травмы. Во избежание самопроизвольного отделения сменных насадок от рычага ключа, не допускается их применение без фиксирующих элементов.

10.5 При работе с горючими материалами следует соблюдать требования пожарной безопасности.

Не допускается применение этилированного бензина и хранение бензина в открытой таре. Бензин следует хранить в специально отведенных местах, безопасных в пожарном отношении. Количество бензина на рабочем месте не должно превышать сменной потребности. Зона работ должна быть ограждена и оснащена табличками с предупредительными надписями: «Огнеопасно», «Не курить».

Приложение А
(обязательное)
Журнал выполнения монтажных соединений
на болтах с контролируемым натяжением

№ _____

Наименование организации, выполняющей работы _____

Наименование объекта строительства _____

Должность, фамилия, инициалы и подпись лица, ответственного за выполнение работ и ведение журнала

Организация, разработавшая проектную документацию, чертежи КМ

Шифр проекта _____

Организация, разработавшая проект производства работ _____

Шифр проекта _____

Предприятие, разработавшее чертежи КМД и изготовившее конструкции

Шифр заказа _____

Заказчик (организация), должность, фамилия, инициалы и подпись руководителя (представителя) технического надзора _____

Журнал начат «__» _____ 20__ г.

Журнал окончен «__» _____ 20__ г.

Продолжение приложения А

1-я страница

**Список звеньевых (монтажников),
занятых установкой болтов**

Фамилия, имя, отчество	Присво- енный разряд	Присвоенный номер или знак (клеймо)	Квалификационное удостоверение		Подпись
			дата выдачи	кем выдано	

Продолжение приложения А

2-я и последующие страницы

Дата	Номер чертежа КМД и наимено- вание узла (стыка) в соединении, ряд, ось, отметка	Постановка болтов				Результаты контроля					
		Число постав- ленных болтов в соедине- нии, шт.	Номер сертифи- ката на болты	Способ обработки контактных поверхно- стей	Расчетный момент за- кручивания, Нм (кгсм)	Качество обработки контактных поверхно- стей	Число прове- ренных болтов, шт.	Резуль- таты проверки момента закручи- вания, Нм (кгсм)	Номер клейма, подпись брига- дира	Подпись и клеймо лица, ответст- ственного за поста- новку болтов	Подпись пред- стави- теля за- казчика
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

В журнале пронумеровано и прошнуровано

_____ страниц

« ____ » _____ 20 ____ г.

(должность, фамилия, инициалы и подпись руководителя организации,
выдавшего журнал)

Место
печати

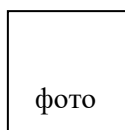
Приложение Б (рекомендуемое)

Программа подготовки монтажников и инженерно-технических работников по выполнению и приемке соединений на болтах (20 часов)

- | | |
|--|-----------|
| 1 Виды соединений, особенности работы соединений с контролируемым и без контролируемого натяжения болтов | - 2 часа |
| 2 Материалы, изделия и условия их применения | - 2 часа |
| 3 Технология выполнения соединений на болтах с контролируемым натяжением: | |
| теоретические занятия | - 3 часа; |
| практические занятия | - 3 часа. |
| 4 Применяемые приборы, инструменты и приспособления | - 2 часа |
| 5 Приемка и герметизация соединений | - 2 часа |
| 6 Техническая исполнительная документация | - 1 час |
| 7 Техника безопасности | - 2 часа |
| 8 Аттестация и выдача удостоверений | - 3 часа |

После обучения по 20-часовой программе проводится аттестация, оформляется протокол и выдается удостоверение на право производства или приемки работ на срок 2 года.

Форма удостоверения



М.П.

Выдано

(фамилия, имя, отчество)

Должность

Место работы

в том, что после проверки знаний
допущен к выполнению (приемке)

Сведения о повторных проверках:

монтажных соединений на болтах с
контролируемым натяжением.

Протокол от «__» _____ 20__ г. №

Действительно до «__» _____ 20__
г.

Председатель комиссии

(ф.и.о.)

Член комиссии

(ф.и.о.)

Место работы _____

После проверки знаний допущен к выполнению (приемке) монтажных соединений на болтах с контролируемым натяжением.

Протокол от «__» _____ 20__ г.

№ ____

Действительно до «__» _____ 20__ г.

Председатель комиссии

(ф.и.о.)

Член комиссии

(ф.и.о.)

М.П.

Приложение В (рекомендуемое)

Методика определения коэффициента закручивания K_z

Фактическую величину коэффициента закручивания K_z для партии болтов, гаек и шайб следует производить на динамометрическом контрольном приборе гидравлического типа УТБ-40 или другом аттестованном оборудовании, позволяющем одновременно фиксировать величину осевого усилия в стержне болта P и крутящего момента M_z , приложенного к гайке.

Величина K_z для партии болтов и гаек определяется по формуле (1) и принимается как среднеарифметическое значение по результатам испытаний не менее 5 штук болтов, гаек и шайб.

$$K_z = \frac{M_z}{d \cdot P}, \quad (1)$$

где M_z – крутящий момент, Нм;

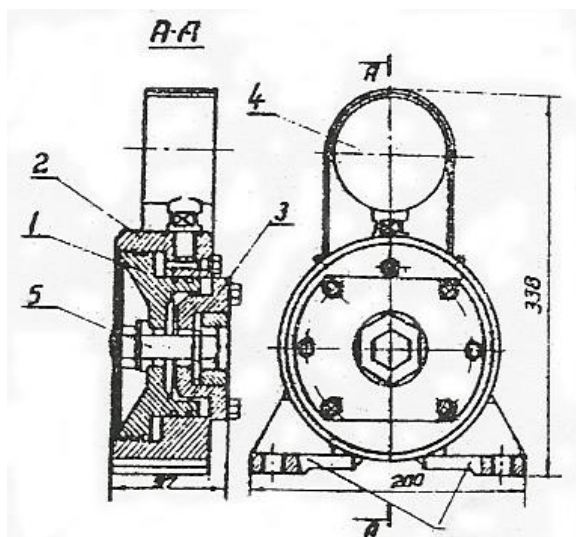
d – номинальный диаметр болта, мм;

$P = (0,5 \div 0,7) \cdot R_{bun} \cdot A_{bn}$ – осевое усилие в стержне болта, кН;

R_{bun} – наименьшее временное сопротивление болта разрыву, кН/мм²;

A_{bn} – площадь сечения болта нетто, мм².

Результаты определения K_z оформляются протоколом или актом.



1 – поршень; 2 – корпус; 3 – фланец; 4 – манометр; 5 – испытываемый болт, гайка и шайба

Рисунок В.1 – Общий вид устройства УТБ-40

Приложение Г

(обязательное)

Тарирование динамометрических ключей

Г.1. Динамометрические ключи тарируют с помощью специальных тарировочных стендов или контрольными грузами (гирями) в соответствии с ГОСТ Р 8.752.

Тарировку предельных (настраиваемых на требуемую величину M_3 по шкале) или контрольных (индикаторных) ключей грузами производят в следующем порядке. На шестигранную оправку или на затянутый высокопрочный болт навешивают ключ таким образом, чтобы его рукоятка с подвешенным грузом занимала горизонтальное положение (рисунок Г.1). В фиксированной точке на конце ключа подвешивают набор грузов общей массой m . Масса каждого груза не должна превышать $10 \div 15$ кгс ($98 \div 147$ Н). На каждом грузе указывается его масса с точностью до 0,1 кгс (0,98 Н).

Для предельных ключей масса груза m , при которой происходит срабатывание ключа, составит:

$$m = \frac{M_3 - \Delta M_3}{\ell},$$

где M_3 – расчетный момент закручивания, Нм (п. 7.5.6);

ΔM_3 – момент, равный произведению массы ключа на расстояние от центра его тяжести до оси поворота ключа Нм;

ℓ – расстояние от точки приложения груза до оси поворота ключа, м.

При тарировке индикаторных ключей перед навешиванием грузов стрелка измерительного прибора устанавливается на «0». После навешивания грузов массой m отсчет берется по измерительному прибору и определяется цена деления шкалы прибора, равная

$$ц.дел. = \frac{M_3}{n},$$

где $M_3 = m \cdot \ell$ – расчетный момент закручивания;

n – показания измерительного прибора.

Измерения повторяют 2÷4 раза до получения стабильного результата.

Результаты тарировки заносят в журнал тарировки ключей (приложение Д).

Г.2. Применяемые динамометрические ключи должны соответствовать ГОСТ Р 51254 и обеспечивать предел основной допускаемой погрешности от измеряемого значения не менее величины, определяемой уравнением

$$\frac{\text{погрешность измерений } \Delta}{\text{допуск на затяжку}} \cdot 100 < K,$$

где $K = 35$ при доверительной вероятности результатов измерений, равной 0,95.

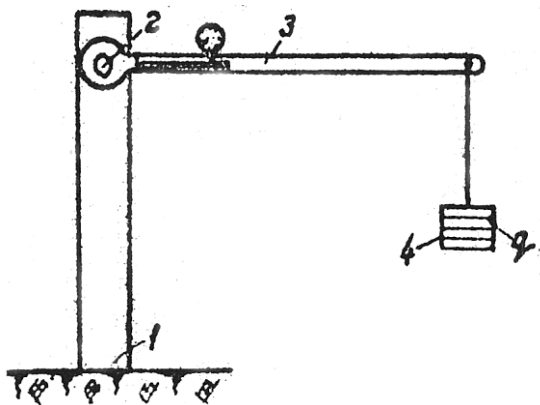


Рисунок Г.1 – Тарирование динамометрических ключей:
1 – опора; 2 – приваренный шестигранник; 3 – тарируемый динамометрический ключ; 4 – тарировочный груз

При допуске на затяжку 10 % (см. 7.5.12) допускаемая погрешность измерений ключей Δ составит

$$\Delta = \frac{10\% \cdot 35}{100} = 3,5\%.$$

Для ключей с пределом измерений до 130 кгс (1274 Н) и длиной $l = 1,5$ м погрешность измерений Δ , при тарировании грузами массой по 10÷15 кгс (98÷147 Н) и взвешенных с точностью до 0,1 кгс (0,98 Н), составит

$$\Delta = \Delta m + \Delta l = \frac{0,1 \text{ кгс} \cdot 9 \text{ шт.}}{86,7 \text{ кгс}} \cdot 100\% + \frac{2 \text{ см}}{150 \text{ см}} \cdot 100\% = 1,04\% + 1,33\% = 2,37\% < 3,5\%,$$

где Δm – погрешность измерения массы грузов;

Δl – погрешность измерения длины плеча.

Г.3. В соответствии с ГОСТ Р 51254 пункту 10.1 нормированная затяжка резьбовых соединений допускается ключами-мультипликаторами или усилителями крутящих моментов при доверительной вероятности результатов измерений не менее 0,95.

Тарирование ключей-мультипликаторов выполняют на тарировочных стендах (см. Г1) или в соответствии с приложением В.

Приложение Д (рекомендуемое)

Журнал контрольного тарирования динамометрических ключей

(наименование строительной организации)

(наименование объекта строительства)

(месторасположение объекта)

Журнал контрольного тарирования динамометрических ключей

Дата	Ключ динамометрический		Вес груза, Н (кгс)	Момент от контрольного груза, Нм (кгсм)	Показания на приборе*, дел.	Подпись бригадира
	тип	номер				
* – при тарировании предельных ключей (в том числе в комплекте с ключом-мультипликатором) в графе «Показания на приборе» делается запись «срабатывание ключа».						

В настоящем журнале пронумеровано и прошнуровано _____ страниц.
 Ответственный за выполнение соединений на болтах _____

Место печати
 строительной
 организации

Приложение Е
(справочное)
Типовой технологический процесс выполнения соединений на болтах

№ п/п	Наименование технологических операций	Необходимые инструменты, оборудование и материалы
1	Подготовка болтов, гаек и шайб	
1.1	Очистить болты, гайки и шайбы кипячением в воде в течение 10÷15 мин и смазать их путем последующего погружения в горячем состоянии в смесь, состоящую из неэтилированного бензина и минерального масла	Решетчатая тара до 30 л. Емкость на 40÷100 л. Бензин ≈2,2 л, масло ≈0,8 л на 100 кг метизов
1.2	Перед нанесением парафинового покрытия болты, гайки и шайбы очистить от заводской консервирующей смазки кипячением в воде с добавлением моющего средства или кальцинированной соды с концентрацией 15÷30 г/л [9]	Решетчатая тара до 30 л. Емкость на 40÷100 л
1.3	Нанести парафиновое покрытие на предварительно нагретые в моющем растворе крепежные изделия (болты, гайки и шайбы или одни гайки). Температура крепежных изделий должна быть не ниже 80°C, парафинового состава 70÷80°C [9]	Ванна с расплавленным парафином. Расход парафина составляет 3÷4 г/кг
1.4	Уложить подготовленные болты, гайки и шайбы (раздельно) в специальную переносную тару. Срок хранения подготовленных метизов составляет: - смазанных минеральным маслом или промытых в моющем растворе не более 10 суток; - с парафиновым покрытием – до 4-х месяцев	Закрытые ящики для подачи метизов на рабочее место
2	Подготовка контактных поверхностей	
2.1	Удалить заусенцы вокруг отверстий и по кромкам элементов и деталей плоской стороной шлифовального камня. Устранить ступенчатость соединяемых элементов	Шлифовальная машина
2.2	Обработать контактные поверхности соединяемых элементов и деталей, включая прокладки, способом, указанным в проекте	–
2.3	Результаты подготовки контактных поверхностей занести в журнал (приложение А) и предъявить их для контроля ответственному лицу	–
3	Сборка соединений	
3.1	Проверить отсутствие на соединяемых элементах и деталях местных погнутостей,	Линейка стальная длиной 1 м, рулетка

№ п/п	Наименование технологических операций	Необходимые инструменты, оборудование и материалы
	соответствие геометрических размеров требованиям рабочих чертежей	
3.2	Убедиться в отсутствии на контактных поверхностях следов масла, а также заусенцев вокруг отверстий и по краям деталей. При необходимости произвести повторную обработку контактных поверхностей	–
3.3	Установить накладки в проектное положение и зафиксировать взаимное положение деталей сборочными пробками в количестве 10% от числа отверстий, но не менее двух и стяжными болтами	Сборочные пробки, молоток, коловые и рожковые ключи
3.4	Произвести выверку элементов конструкций в пространстве	Рулетка, линейка, теодолит, нивелир
3.5	В случае несовпадения, произвести прочистку до 20% отверстий коническим райбером диаметром не менее номинального диаметра болтов и не более номинального диаметра отверстий	Конические райберы, сверла, сверлильная машина
3.6	Заполнить свободные отверстия болтами необходимой длины с установкой под головки болтов и гайки по одной шайбе	Монтажные гаечные ключи, ящики с метизами, имеющими бирку с указанием даты подготовки
4	Натяжение болтов по моменту закручивания	
4.1	Протарировать динамометрические ключи на стенде или при помощи контрольных грузов (приложение Г)	Тарировочный стенд, набор грузов массой 10÷15 кг каждый
4.2	Затянуть гайки с расчетным моментом закручивания. Предварительное натяжение допускается производить гайковертом, создающим натяжение болтов на 30÷100% от проектного значения	Динамометрический тарированный ключ, гайковерт
4.3	Результаты натяжения болтов занести в журнал (приложение А), на собранном узле установить клеймо бригады, соединения предъявить для контроля ответственному лицу	Молоток, клеймо по ГОСТ 25726
5	Контроль качества выполнения соединений	
5.1	Проверить плотность стяжки пакета щупом толщиной 0,3 мм	Щуп 0,3 мм
5.2	Проверить соответствие установленных болтов требованиям проекта	Визуально

№ п/п	Наименование технологических операций	Необходимые инструменты, оборудование и материалы
5.3	Проверить натяжение болтов в каждом соединении в количестве 15%, но не менее 5 шт.	Тарированный динамометрический ключ
5.4	Результаты контроля занести в журнал (приложение А), рядом с клеймом бригады установить клеймо ответственного лица	Молоток, клеймо по ГОСТ 25726
6	Герметизация соединений	
6.1	Принятое соединение загерметизировать, неокрашенные места огрунтовать, щели заполнить герметиком или монтажной пеной. Место установки клейма обозначить трафаретом (на пересечении диагоналей накладки)	Кисть, грунт ГФ-021 или ФЛ-03К с добавкой сухого пигмента, герметик, краска для трафарета

Библиография

- [1]
- [2]
- [3]
- [4] ТУ 1282-162-02494680-2007 «Болты высокопрочные с гарантированным моментом затяжки резьбовых соединений для строительных стальных конструкций». ЗАО «ЦНИИПСК им. Мельникова», Москва, 2007
- [5] СП 53-101-98 «Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций»
- [6] ВСН 428-81 ММСС СССР «Нормы расходы крепежных изделий (постоянных) для монтажных болтовых соединений стальных строительных конструкций». ЦБНТИ, Москва, 1981
- [7] РД-11-02-2006 «Требования к составу и порядку ведения исполнительной документации при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства и требования, предъявляемые к актам освидетельствования работ, конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения»
- [8] РД-11-05-2007 «Порядок ведения общего и (или) специального журнала учета выполненных работ при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства»
- [9] «Рекомендации по применению высокопрочных болтов, покрытых составом на основе парафина, в монтажных соединениях стальных конструкций». ЦНИИпроектстальконструкция им. Мельникова, ВНИПИПромстальконструкция, Москва, 1989
- [10] «Рекомендации по механизированным способам контроля натяжения высокопрочных болтов». ЦБНТИ, Москва, 1986