ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 70132— 2022

Строительные работы и типовые технологические процессы

СБОРКА БОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Правила и контроль выполнения работ

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2022

gost.e-ecolog.ru

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 30 мая 2022 г. № 416-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном 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 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2022

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

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения, сокращения и обозначения 2
4 Общие требования к сборке болтовых соединений 3
5 Требования к элементам конструкций с соединениями на болтах 4
6 Выполнение соединений на болтах без контролируемого натяжения 7
7 Выполнение соединений на болтах с контролируемым натяжением 7
7.1 Требования к монтажной сборке соединений 7
7.2 Подготовка болтов, гаек и шайб 8
7.3 Подготовка контактных поверхностей 10
7.4 Сборка соединений 10
7.5 Натяжение болтов 13
8 Контроль выполнения, сдача-приемка и герметизация болтовых соединений 14
9 Требования безопасности к процессам сборки болтовых соединений 15
Приложение А (обязательное) Журнал выполнения монтажных соединений на болтах с контролируемым натяжением 17
Приложение Б (рекомендуемое) Программа подготовки монтажников и инженерно-технических работников по выполнению и приемке соединений на болтах (20 ч) 21
Приложение В (рекомендуемое) Методика определения коэффициента закручивания $K_з$ 23
Приложение Г (обязательное) Тарирование динамометрических ключей 24
Приложение Д (рекомендуемое) Журнал контрольного тарирования динамометрических ключей . . . 26
Приложение Е (справочное) Типовой технологический процесс выполнения соединений на болтах . . 27
Библиография 29

Введение

Настоящий стандарт разработан с целью установления нормативных требований к технологическим процессам выполнения болтовых соединений металлических конструкций.

Установление нормативных требований к технологическим процессам выполнения болтовых соединений и контролю качества болтовых соединений, выполняемых при сборке и 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.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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. Regulation and monitoring of work

Дата введения — 2023—02—01

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.

Настоящий стандарт не распространяется на процессы сборки болтовых соединений металлических конструкций мостовых сооружений.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие документы:

ГОСТ 9.039 Единая система защиты от коррозии и старения. Коррозионная агрессивность атмосферы

ГОСТ 1759.0 Болты, винты, шпильки и гайки. Технические условия

ГОСТ 5915 Гайки шестигранные класса точности В. Конструкция и размеры

ГОСТ 7798 Болты с шестигранной головкой класса точности В. Конструкция и размеры

ГОСТ 10083 Развертки конические. Технические условия

ГОСТ 11371 Шайбы. Технические условия

ГОСТ 19281 Прокат повышенной прочности. Общие технические условия

ГОСТ 20072 Сталь теплоустойчивая. Технические условия

ГОСТ 23118 Конструкции стальные строительные. Общие технические условия

ГОСТ 23683 Парафины нефтяные твердые. Технические условия

ГОСТ 24997 Калибры для метрической резьбы. Допуски

ГОСТ 25726 Клейма ручные буквенные и цифровые. Типы и основные размеры

ГОСТ 27017 Изделия крепежные. Термины и определения

ГОСТ 27751 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения

ГОСТ 27772 Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия

Издание официальное

ГОСТ 32484.1 (EN 14399-1:2005) Болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные. Общие требования

ГОСТ 32484.2 (EN 14399-2:2005) Болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные. Испытание на предварительное натяжение

ГОСТ 32484.3 (EN 14399-3:2005) Болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные. Система HR — комплекты шестигранных болтов и гаек

ГОСТ 32484.5 (EN 14399-5:2005) Болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные. Плоские шайбы

ГОСТ 33530 (ISO 6789:2003) Инструмент монтажный для нормированной затяжки резьбовых соединений. Ключи моментные. Общие технические условия

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 Изделия крепежные. Покрытия, нанесенные методом горячего цинкования

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

ГОСТ Р ИСО 10683 Изделия крепежные. Неэлектролитические цинк-ламельные покрытия

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

ГОСТ Р 9.316 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия термодиффузионные цинковые. Общие требования и методы контроля

ГОСТ Р 51634 Масла моторные автотракторные. Общие технические требования

ГОСТ Р 58752 Средства подмащивания. Общие технические условия

СП 16.13330.2017 «СНиП II-23-81* Стальные конструкции»

СП 28.13330.2017 «СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии»

СП 43.13330.2012 «СНиП 2.09.03-89* Сооружения промышленных предприятий»

СП 46.13330.2012 «СНиП 3.06.04-91 Мосты и трубы»

СП 49.13330.2010 «СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»

СП 70.13330.2012 «СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции»

СП 128.13330.2016 «СНиП 2.03.06-85 Алюминиевые конструкции»

СП 131.13330.2020 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология»

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил) 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 документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения, сокращения и обозначения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 27017, ГОСТ ISO 16047, а также следующий термин с соответствующим определением:

3.1.1 **жесткий фланец:** Стальной фланец при толщине $b = (2 – 2,5)\ d$.

Примечание — b — толщина присоединительной кольцевой части фланца, d — диаметр сквозных отверстий для болтов или шпилек.

3.2 Сокращения и обозначения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения и обозначения:

КМ — конструкции металлические;

КМД — конструкции металлические деталировочные;

ППР — проект производства работ;

РД — рабочая документация;

$A_б$ — площадь сечения болта брутто, мм^2;

$A_{бн}$ — площадь сечения болта нетто, мм^2;

$d_б$ — номинальный диаметр болта, мм;

$d_о$ — номинальный диаметр отверстия, мм;

$K_з$ — коэффициент закручивания болтов;

$K_н$ — коэффициент надежности;

μ — коэффициент трения;

ℓ — длина элемента конструкции, м;

$M_з$ — момент закручивания болтов, Нм (кгс·м);

m — масса груза, Н (кгс);

n — показания измерительного прибора;

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

R_{bun} — наименьшее временное сопротивление болта разрыву, Н/мм^2;

t — толщина, мм.

4 Общие требования к сборке болтовых соединений

4.1 При сборке стальных и алюминиевых конструкций применяют следующие виды болтовых соединений:

- соединения на болтах с контролируемым натяжением;
- соединения на болтах без контролируемого натяжения.

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

- фрикционные (сдвигоустойчивые), 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 усиление болты работают на растяжение при жестких фланцах или на растяжение с изгибом при гибких фланцах.

Комбинированные виды болтового соединения:

- болтозаклепочные, в котором сдвигающие усилия воспринимаются совместно силами трения от натяжения болтов и заклепками;
- болтосварные, в котором в узле сочетаются болтовые и сварные соединения.

4.3 Фрикционные (сдвигоустойчивые) 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.

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

4.5 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.

4.6 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 $\rho \geq 0,8$.

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

4.8 Болтосварные соединения (в комбинированном соединении совмещаются сварные и болтовые соединения) применяют в ответственных конструкциях. Технология выполнения комбинированного соединения для мостовых конструкций определена в СП 46.13330.2012.

4.9 Классы прочности болтов без покрытия или с защитными металлическими покрытиями принимают в зависимости от климатического района строительства здания или сооружения, устанавливаемого СП 131.13330.2020, условий эксплуатации конструкций (рассчитываемых или не рассчитываемых на усталость), условий работы болтов (на срез или растяжение).

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

Крепежные изделия с защитными металлическими покрытиями рекомендуется применять для соединений:

- элементов конструкций с защитными металлическими покрытиями, наносимыми горячим способом или газотермическим напылением (цинковые или алюминиевые покрытия);
- элементов металлических конструкций антенных сооружений, мачт и опор линий электропередачи;
- элементов металлических конструкций, эксплуатируемых в среднеагрессивной среде по ГОСТ 9.039, совместно с лакокрасочными покрытиями;
- элементов металлических конструкций газопроводов;
- фланцевых, а также на болтах, рассчитываемых на растяжение;
- элементов конструкций, эксплуатируемых в условиях морской атмосферы.

Примечание — Для болтовых соединений элементов конструкций, эксплуатируемых в условиях морской атмосферы, рекомендуется применять крепежные изделия с кадмиевым покрытием.

4.11 В качестве защитного металлического покрытия крепежных изделий, как правило, применяют термодиффузионное цинковое покрытие по ГОСТ Р 9.316, цинк-ламельное покрытие по ГОСТ Р ИСО 10683 и 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.

4.12 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.

4.13 Для конструкций, эксплуатируемых в агрессивных средах, применяют болты, гайки и шайбы по ГОСТ ISO 8992 из коррозионно-стойких, жаростойких и жаропрочных сталей, кроме теплоустойчивых сталей по ГОСТ 20072.

4.14 Для соединений строительных металлических конструкций применяют:

- болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные по ГОСТ 32484.1, ГОСТ 32484.2, ГОСТ 32484.3;
- болты, винты и шпильки установленных классов прочности с крупным и мелким шагом резьбы по ГОСТ ISO 898-1;
- гайки установленных классов прочности с крупным и мелким шагом резьбы по ГОСТ ISO 898-2.

4.15 Допускается применение высокопрочных болтов класса прочности 10.9 с гарантированным моментом затяжки резьбовых соединений по [1].

5 Требования к элементам конструкций с соединениями на болтах

5.1 Металлические конструкции с соединениями на болтах должны быть изготовлены в соответствии с проектной документацией (КМ и КМД), требованиями предприятия-изготовителя, ГОСТ 23118 и [2], с учетом требований СП 70.13330.2012 и СП 28.13330.2017.

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

5.3 В проектной документации, как правило, должны быть указаны:

- 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.

5.4 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 применяют листовой и фасонный стальной прокат по ГОСТ 27772 и ГОСТ 19281.

5.5 Для алюминиевых конструкций следует применять алюминий марок и состояний в соответствии с указаниями СП 128.13330.2016.

5.6 Для фланцев, подверженных растяжению, изгибу или их совместному действию, следует применять листовую сталь с гарантированными механическими свойствами в направлении толщины проката с учетом требований, изложенных в СП 16.13330.2017 (раздел 13, пункт 15.9).

5.7 Предназначенные для монтажа крепежные элементы, как правило, поставляют предприятия — изготовители 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 32484.2)	68	158	100
шайбы к высокопрочным болтам (ГОСТ 32484.5)	62	143	90
болты, гайки и шайбы общего применения (комплект)	580	400	410
В том числе:			
болты с шестигранной головкой класса точности В (ГОСТ 7798, ГОСТ 1759.0)	403	275	282
гайки шестигранные класса точности В (ГОСТ 5915, ГОСТ 1759.0)	115	82	83
шайбы (ГОСТ 11371)	62	43	45
гайки шестигранные класса точности В — контргайки (ГОСТ 5915, ГОСТ 1759.0)	23	27	28
Итого:	938	1203	928

* Нормы расхода крепежных изделий приняты по [3].

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

5.9 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.

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

5.11 Отверстия следует производить сверлением на поточных линиях, станках с числовым программным управлением, по кондукторам, а в случае отсутствия оборудования — по шаблонам с обеспечением точности, заданной в КМ. Для нерасчетных конструктивных болтовых соединений допускается образование отверстий по разметке в соответствии с чертежами КМ и КМД.

5.12 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.

5.13 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.

5.14 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.

5.15 Предельные отклонения между центрами отверстий устанавливают по КМ/КМД исходя из условия собираемости конструкций на монтаже.

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

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

5.18 Толщины накладок, как правило, не должны превышать:

- для болтов М12 — 12 мм;
- для болтов М16 — 16 мм;
- для болтов М20 — 20 мм;
- для болтов М24 — 30 мм;
- для болтов М27 — 35 мм;
- для болтов М30 — 40 мм.

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

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

- для болтов М12 — 96 мм;
- для болтов М16 — 128 мм;
- для болтов М20 — 160 мм;
- для болтов М24 — 192 мм;
- для болтов М27 — 216 мм;
- для болтов М30 — 240 мм.

5.20 Для фланцевых соединений толщина фланцев должна быть:

- для болтов М20 — от 20 до 35 мм;
- для болтов М24 — от 25 до 45 мм;
- для болтов М27 — от 30 до 55 мм.

5.21 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.

5.22 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.

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

5.24 Контрольную сборку конструкций с соединениями на болтах выполняют на предприятии-изготовителе в случае, если это оговорено в рабочей документации или по требованию заказчика.

5.25 Контрольную сборку проводят в соответствии с требованиями рабочей документации. Несовпадение отверстий (черноту) проверяют калибром диаметром на 0,5 мм больше номинального диаметра болта. Калибр должен проходить в 100 % отверстий каждого соединения.

5.26 Зазоры между соединяемыми элементами контролируют 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.

6 Выполнение соединений на болтах без контролируемого натяжения

6.1 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.

Места установки болтов, их тип и количество определяют в соответствии с чертежами КМ и КМД.

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

6.3 Несовпадение отверстий не должно превышать требований СП 70.13330.2012 (пункт 4.5).

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.

6.4 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.

6.5 В конструкциях, воспринимающих статические нагрузки, гайки болтов, затянутых на усилие 50% — 70 % от минимального предела прочности болта на растяжение, допускается дополнительно не закреплять. Такие конструкции или их отдельные места указывают в проектной документации.

6.6 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 1,3 d_o от центра болта, где d_o — номинальный диаметр отверстия.

6.7 Фундаментные (анкерные) болты должны быть затянуты в соответствии с требованиями СП 43.13330.2012 и чертежей КМ и КМД с составлением акта на скрытые работы по форме, установленной в [4].

6.8 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 динамометрическими ключами предельного типа.

7 Выполнение соединений на болтах с контролируемым натяжением

7.1 Требования к монтажной сборке соединений

7.1.1 Работы по монтажу металлических конструкций с соединениями на болтах с контролируемым натяжением следует производить в соответствии с рабочей документацией, утвержденным ППР, требованиями СП 70.13330.2012 и разделом 7 настоящего стандарта.

7.1.2 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 [4] и [5].

7.1.3 Применяемые конструкции должны соответствовать требованиям проектной документации и раздела 5, крепежные изделия — стандартам или техническим условиям, указанным в разделе 4. Каждая партия применяемых болтов, гаек и шайб должна быть снабжена сертификатом качества с указанием результатов механических испытаний.

7.1.4 При входном контроле устанавливают расчетную величину 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 ISO 898-1 и ГОСТ ISO 898-2. Качество резьбы болтов и гаек контролируют резьбовыми калибрами по ГОСТ 24997.

Допускается выполнение входного контроля поставляемых крепежных изделий осмотром, измерениями механических свойств (методами неразрушающего контроля и испытаниями).

7.1.5 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.

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

7.1.7 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 указаниями СП 70.13330.2012 (пункт 4.6.1), имеющий удостоверение о допуске к указанным работам и приказ монтажной организации о присвоении клейм. Рекомендуемая программа обучения и форма удостоверения приведены в приложении Б.

7.1.8 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 8);
- герметизацию соединений и огрунтовку стыков (по 8.13);
- установку клейма бригады и ответственного лица (по 8.11);
- занесение результатов контроля выполнения соединений в журнал выполнения монтажных соединений на болтах с контролируемым натяжением (приложение А).

7.2 Подготовка болтов, гаек и шайб

7.2.1 Технологический процесс подготовки болтов, гаек и шайб, предназначенных для соединений с контролируемым натяжением болтов, поставляемых раздельно, в контейнерах или ящиках, включает операции по расконсервации, очистке от грязи и ржавчины, прогонке резьбы отбракованных болтов и гаек и нанесение смазки. Расчетную величину коэффициента закручивания болтов и гаек (без покрытия) при этом устанавливают по 7.1.4.

7.2.2 Для болтов, поставляемых комплектно с гайками и шайбами в герметичной упаковке, гарантирующей сохранность тонкого слоя заводской смазки резьбы на весь период транспортирования и хранения, расконсервации и смазки резьбы болтов и гаек не требуется. Расчетную величину коэффициента закручивания K_3 допускается принимать в соответствии с рекомендуемой поставщиком после проведения входного контроля (см. приложение В и 7.1.4).

7.2.3 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 неэтилиро-

ванного бензина и минерального масла по ГОСТ Р 51634. Количественный состав смеси устанавливают 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.

Примечание — Ориентировочный расход бензина на 100 кг метизов составляет 2,2 л, масла — 0,8 л.

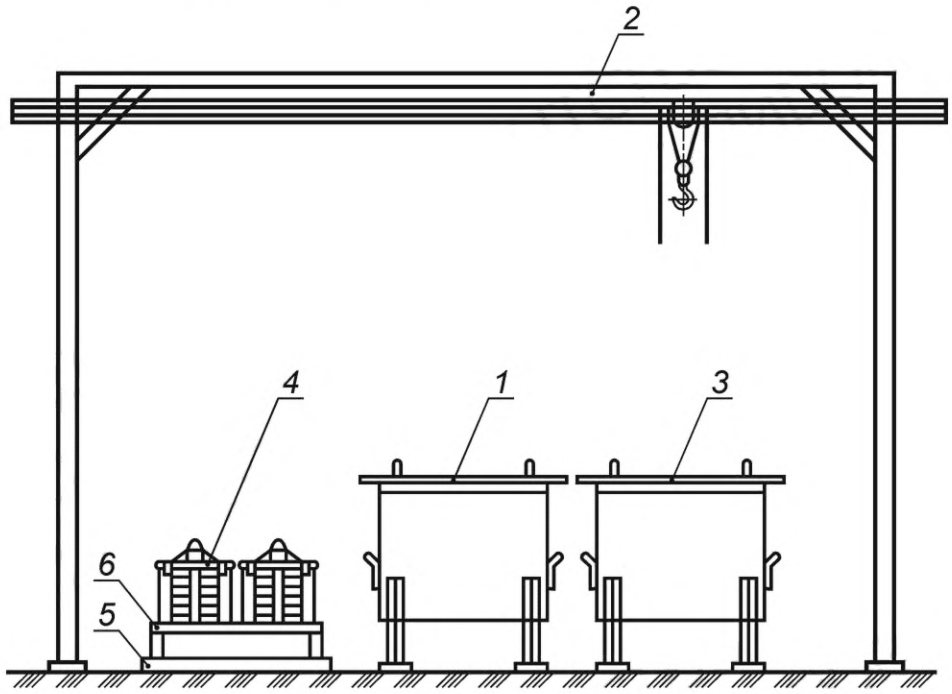
7.2.4 Подготовленные крепежные изделия следует хранить в закрытых ящиках без доступа атмосферных осадков не более 10 дней.

Примечание — При более длительном хранении смазка испаряется, в результате чего увеличивается трение в резьбе и снижается усилие натяжения болтов.

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

7.2.5 Для смазки резьбы допускается применение твердых сортов парафина по ГОСТ 23683. Очистку болтов, гаек и шайб от заводской консервирующей смазки в данном случае проводят кипячением в воде с добавлением моющего средства (см. приложение Е). Парафин можно наносить 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 нанесения приведена в [6].

7.2.6 При больших объемах работ применяют пост подготовки крепежных изделий, снабженный грузоподъемным оборудованием (см. рисунок 1).



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

Рисунок 1 — Пост для подготовки метизов

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

7.2.8 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 ч перед сборкой соединений (примерно за сутки), с последующим определением величины коэффициента закручивания $K_з$ с помощью динамометрических контрольных приборов (приложение В).

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

7.3 Подготовка контактных поверхностей

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

7.3.2 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.

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

7.3.4 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.

7.4 Сборка соединений

7.4.1 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 с неуказанными в КМ (КМД) диаметрами и классами прочности;
- повторное натяжение высокопрочных болтов на проектное усилие.

7.4.2 Перепад толщин элементов, перекрываемых накладками, определяемый до постановки накладок с помощью линейки и щупа [7], не должен превышать 0,5 мм.

7.4.3 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.

7.4.4 Чернота (несовпадение отверстий в отдельных деталях собранного пакета) в соответствии с СП 70.13330.2012 не должна превышать разности номинальных диаметров отверстий и болтов и не препятствовать свободной, без перекоса, постановке болтов в отверстия.

7.4.5 В собранном пакете болты заданного в проекте диаметра должны проходить в 100 % отверстий. Допускается прочистка 20 % отверстий сверлом (конической разверткой по ГОСТ 10083), диаметр которого на 1,0 мм превышает номинальный диаметр болта в соответствии с указаниями СП 70.13330.2012.

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

7.4.7 Каждый болт устанавливают в соединение с двумя круглыми шайбами (одну ставят под головку болта, другую — 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).

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

7.4.9 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).

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

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

7.4.12 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.

7.4.13 Места и стадии установки оправок могут быть указаны в ППР.

7.4.14 Длины болтов фрикционных и фланцевых соединений принимают в зависимости от суммарной толщины собираемого пакета, в соответствии с таблицей 2 и с учетом требований: выступающая над гайкой резьба имеет не менее одного витка, 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 2.

Таблица 2

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

7.4.15 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.

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

7.5 Натяжение болтов

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

7.5.2 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.

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

7.5.4 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 $K_з$ (в соответствии с приложением В) при натяжении болтов динамометрическим прибором за головку болта.

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

7.5.5 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 $M_з$, 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 от 30% до 100% от расчетной величины момента закручивания $M_з$;
- 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 в соответствии с [8] — [10].

7.5.6 При регулировании усилий расчетную величину момента закручивания $M_з$ для различных диаметров и классов прочности болтов определяют по формуле

$$M_з = P \cdot d_b \cdot K_з \cdot K_н, \quad (1)$$

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

d_b — номинальный диаметр болта, м;

$K_з$ — коэффициент закручивания болтов и гаек, на основании многолетних статистических данных, принимают равным 0,17 для болтов, гаек и шайб, подготовленных в соответствии с 7.2.3 и отвечающих требованиям 7.2.4. Использование значений $K_з$, 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;

$K_н = 1,05$ — коэффициент надежности.

7.5.7 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 $K_з > 0,2$, не допускается.

7.5.8 Значения осевых усилий натяжения болтов P, принятые в соответствии с СП 16.13330.2017 (пункт 6.7 и пункт 14.3.6), а также моменты закручивания болтов диаметром от 16 до 30 мм, рассчитанные по формуле (1), приведены в таблице 3.

Таблица 3

Классы прочности болтов	Номинальные диаметры болтов, мм	Усилия натяжения болтов, кН (тс)	Моменты закручивания $M_з$, Нм (кгс·м) при величине коэффициента закручивания $K_з$ = 0,17
10.9 по ГОСТ 32484.3	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 ISO 898-1	12	61 (6,2)	$M_з$ и $K_з$ устанавливают в соответствии с приложением В
	16	114 (11,6)	
	20	178 (18,2)	
8.8 по ГОСТ ISO 898-1	12	49 (5,0)	
	16	91 (9,3)	
	20	142 (14,5)	

7.5.9 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.

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

7.5.11 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 [4] и [5].

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

7.5.13 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).

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

8 Контроль выполнения, сдача-приемка и герметизация болтовых соединений

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

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

8.2 Контроль подготовки контактных поверхностей соединяемых элементов и деталей (накладок, прокладок) проводят визуальным осмотром непосредственно перед сборкой соединений. Дефектные поверхности или их участки подлежат исправлению в соответствии с требованиями технической документации.

8.3 Контроль натяжения болтов осуществляют в соответствии с требованиями, установленными в чертежах КМ.

8.4 Способ контроля фактической величины осевого усилия натяжения болтов назначают по моменту закручивания.

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

- при числе болтов в соединении до 5 шт. — все болты;
- при числе болтов в соединении более 5 шт. — 15 % от общего числа болтов в соединении, но не менее 5 шт.

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

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

8.8 Плотность стяжки пакета контролируют щупом напротив затянутого болта, в соответствии с требованиями, изложенными в 5.26 и 6.6.

8.9 При контроле болтовых соединений ответственное лицо (см. 7.1.7) производит 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).

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

8.11 В соответствии с 7.5.13 проверяют наличие клейма бригады, а результаты выполнения соединений заносят в журнал (приложение А).

8.12 По результатам контроля, в случае отсутствия замечаний, рядом с клеймом бригады устанавливают клеймо ответственного лица (см. 7.1.7). 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 100×100 мм, нанесенным краской, по цвету отличающейся от применяемого грунта.

8.13 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.

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

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

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

9 Требования безопасности к процессам сборки болтовых соединений

9.1 Безопасное выполнение работ должно быть организовано в соответствии с указаниями [9] и [10].

При производстве монтажных работ по сборке металлических конструкций и натяжении высокопрочных болтов следует руководствоваться положениями СП 49.13330.2010.

9.2 При работе на высоте должны быть применены средства подмащивания (ГОСТ Р 58752), обладающие собственной расчетной устойчивостью. Средства подмащивания должны быть оборудованы лестницами для безопасного подъема и спуска людей.

9.3 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.

9.4 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.

9.5 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

№ _____
(Титульный лист)

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.

(Первая страница)

Список звеньевых (монтажников), выполняющих работы по установке болтов

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

(Вторая страница)

Контроль выполнения монтажных соединений на болтах с контролируемым натяжением

Дата	Номер чертежа КМД и наименование узла (стыка) в соединении, ряд, ось, отметка	Постановка болтов				Результаты контроля					
		Число поставленных болтов в соединении, шт.	Номер сертификата на болты	Способ обработки контактных поверхностей	Расчетный момент закручивания, Нм (кгс·м)	Качество обработки контактных поверхностей	Число проверенных болтов, шт.	Результаты проверки момента закручивания, Нм (кгс·м)	Номер клейма, подпись бригадира	Подпись и клеймо лица, ответственного за постановку болтов	Подпись представителя заказчика
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

(Последняя страница)

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 ч)

1 Виды соединений, особенности работы соединений с контролируемым и без контролируемого натяжения болтов - 2 ч

2 Материалы, изделия и условия их применения - 2 ч

3 Технология выполнения соединений на болтах с контролируемым натяжением:

теоретические занятия - 3 ч;

практические занятия - 3 ч

4 Применяемые приборы, инструменты и приспособления - 2 ч

5 Приемка и герметизация соединений - 2 ч

6 Техническая исполнительная документация - 1 ч

7 Техника безопасности - 2 ч

8 Аттестация и выдача удостоверений - 3 ч

После обучения по 20-часовой программе проводят аттестацию, оформляют протокол и выдают удостоверение на право производства или приемки работ на срок 2 года.

Форма удостоверения

фото

М.П.

Выдано _____
(фамилия, имя, отчество)

Должность _____

Место работы _____

в том, что после проверки знаний допущен к выполнению (приемке) монтажных соединений на болтах с контролируемым натяжением

Сведения о повторных проверках:

Протокол от «___» _____20___г. № _____

Действительно до «___» _____20___г.

Председатель комиссии _____
(ф.и.о.)

Член комиссии _____
(ф.и.о.)

Продолжение

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 $K_з$

Фактическую величину коэффициента закручивания $K_з$ для партии болтов, гаек и шайб следует устанавливать на динамометрическом контрольном приборе гидравлического типа УТБ-40 (рисунок В.1) или другом аттестованном оборудовании, позволяющем одновременно фиксировать величину осевого усилия в стержне болта P и крутящего момента $M_з$, приложенного к гайке.

Величину $K_з$ для партии болтов и гаек определяют по формуле (В.1) и принимают как среднеарифметическое значение по результатам испытаний не менее 5 шт. болтов, гаек и шайб

$$K_з = \frac{M_з}{d \cdot P}, \qquad (В.1)$$

где $M_з$ — крутящий момент, Нм;

d — номинальный диаметр болта, мм;

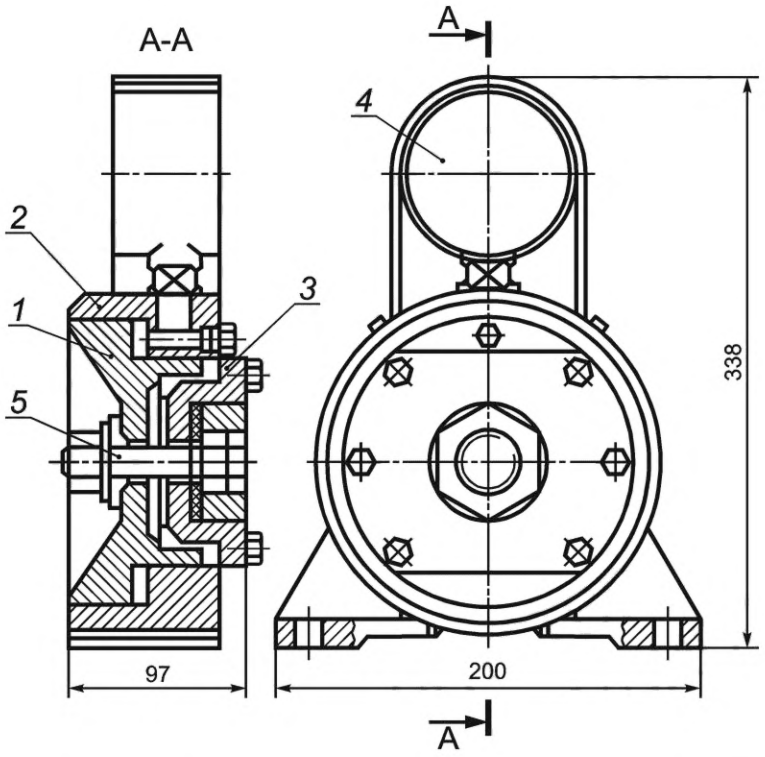
$P = (0{,}5—0{,}7) \cdot R_{bun} \cdot A_{бн}$ — осевое усилие в стержне болта, кН;

$(0{,}5—0{,}7)$ — диапазон значения коэффициента к прикладываемому осевому усилию;

R_{bun} — наименьшее временное сопротивление болта разрыву, кН/мм^2;

$A_{бн}$ — площадь сечения болта нетто, мм^2.

Результаты определения $K_з$ оформляют протоколом или актом.



1 — поршень; *2* — корпус; *3* — фланец; *4* — манометр; *5* — испытываемые 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.

Тарирование предельных (настраиваемых на требуемую величину $M_з$ по шкале) или контрольных (индикаторных) ключей грузами выполняют 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 98—147 Н (10—15 кгс). На каждом грузе указывают его массу с точностью до 0,98 Н (0,1 кгс).

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

$$m = \frac{M_з - \Delta M_з}{\ell}, \qquad (Г.1)$$

где $M_з$ — расчетный момент закручивания, Нм, определенный по 7.5.6;

$\Delta M_з$ — 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 тарировании индикаторных ключей перед навешиванием грузов стрелка измерительного прибора устанавливают на «0». После навешивания грузов массой m отсчет ведут по измерительному прибору и определяют цену деления (ц.дел.) шкалы прибора, равную

$$\text{ц.дел.} = \frac{M_з}{n},$$

где $M_з = m \cdot \ell$ — расчетный момент закручивания;

n — показания измерительного прибора.

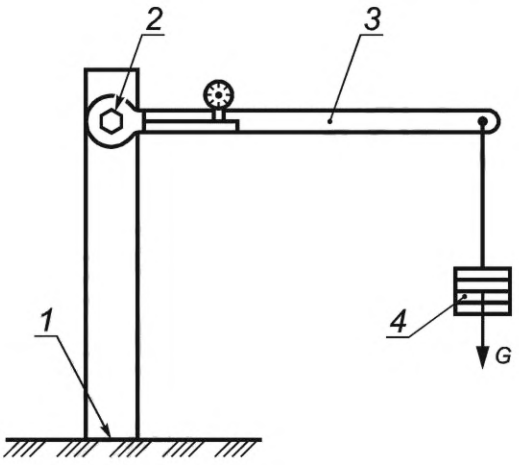
Измерения повторяют от двух до четырех раз до получения стабильного результата.

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

Г.2 Применяемые динамометрические ключи должны соответствовать ГОСТ 33530 и обеспечивать предел основной допускаемой погрешности от измеряемого значения не менее величины, определяемой уравнением

$$\frac{\text{погрешность измерений } \Delta}{\text{допуск на затяжку}} \cdot 100 < K, \qquad (Г.2)$$

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



1 — опора; *2* — приваренный шестигранник; *3* — тарируемый динамометрический ключ; *4* — тарировочный груз весом *G*

Рисунок Г.1 — Тарирование динамометрических ключей

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

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

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

$$\Delta = \Delta m + \Delta \ell = \frac{0{,}1\ \text{кгс} \cdot 9\ \text{шт.}}{86{,}7\ \text{кгс}} \cdot 100\,\% + \frac{2\ \text{см}}{150\ \text{см}} \cdot 100\,\% = 1{,}04\,\% + 1{,}33\,\% = 2{,}37\,\% < 3{,}5\,\%, \qquad (Г.4)$$

где Δm — погрешность измерения массы грузов;

$\Delta \ell$ — погрешность измерения длины плеча.

Г.3 В соответствии с ГОСТ 33530 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. Г.1) 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 (кгс·м)	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» делают 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	Технологические операции	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 [6]	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 °С, парафинового состава — 70—80 °С [6]	Ванна с расплавленным парафином. Расход парафина составляет от 3 до 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 четырех 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 КМ / КМД	—
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, соответствие геометрических размеров требованиям рабочих чертежей	Линейка стальная длиной 1 м, рулетка
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, колики 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

Окончание

№ п/п	Технологические операции	Необходимые инструменты, оборудование и материалы
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 от 30 % до 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 по [7]
5.2	Проверить соответствие установленных болтов требованиям проекта	Визуально
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] ТУ 1282-162-02494680-2007 Болты высокопрочные с гарантированным моментом затяжки резьбовых соединений для строительных стальных конструкций

[2] СП 53-101-98 Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций

[3] ВПН РМ 428-91 Нормы расхода крепежных изделий (постоянных) для монтажных болтовых соединений стальных строительных конструкций

[4] 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

[5] РД-11-05-2007 Порядок ведения общего и (или) специального журнала учета выполненных работ при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства

[6] Рекомендации по применению высокопрочных болтов, покрытых составом на основе парафина, в монтажных соединениях стальных конструкций — М.: ЦНИИпроектстальконструкция им. Мельникова, ВНИПИПромстальконструкция, 1989

[7] ТУ 2-034-0221197-011-91 Щупы. Модели 82003, 82103, 82203, 82303

[8] Рекомендации по механизированным способам контроля натяжения высокопрочных болтов — М.: ЦБНТИ, 1986

[9] Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11 декабря 2020 г. № 883н «Об утверждении правил по охране труда при строительстве, реконструкции и ремонте»

[10] СП 2.2 3670-20 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда

УДК 691.88:006.354 ОКС 91.080

Ключевые слова: болтовые соединения, строительные металлические конструкции, сборка болтовых соединений, установка, контроль

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 31.05.2022. Подписано в печать 17.06.2022. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,18. Уч.-изд. л. 3,55.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru