ООО «НИЖНЕТАГИЛЬСКИЙ ЗАВОД
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ»

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ СТО -01-2009

УСТРОЙСТВО ЗАВОДСКИХ И МОНТАЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ВЫСОКОПРОЧНЫХ БОЛТАХ С ПОКРЫТИЕМ КОНТАКТНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ФРИКЦИОННЫМИ ГРУНТОВКАМИ В СТАЛЬНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ И МОСТОВ

Издание официальное

г. Нижний Тагил, 2009 г.

gost.e-ecolog.ru

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. **РАЗРАБОТАН** ООО «Нижнетагильский завод металлических конструкций» с участием специалистов Филиала ОАО ЦНИИС «Научно-исследовательский центр «Мосты» (инж. Кручинкин А.В., кандидат техн. наук Акимова К.М.).

2. **СОГЛАСОВАН** ООО Группа компаний «Холдинг-Стройсталь» от « 24 » декабря 2008 г. № 998.

3. **УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** Приказом ООО «Нижнетагильский завод металлических конструкций» от « » _____ 2009 г. № ____.

4. В настоящем СТО реализованы цели и принципы стандартизации в Российской Федерации, установленные Федеральным законом от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

5. Стандарт разработан в соответствии с ГОСТ Р 10.-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения» ГОСТ Р 1.5-2004 «Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения».

6. **ДЕРЖАТЕЛЬ ПОДЛИННИКА** ООО «Нижнетагильский завод металлических конструкций».

7. Разработан впервые

Настоящий стандарт организации является интеллектуальной собственностью ООО «НТЗМК» и не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован, распространен или передан для использования третьим лицам без разрешения руководства

© ООО Нижнетагильский ЗМК», 2009

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ООО «Нижнетагильский ЗМК».

СОДЕРЖАНИЕ

		Стр.
1	Область и условия применения	1
2	Нормативные ссылки	2
3	Термины, определения, обозначения	3
4	Технические требования к фрикционным соединениям стальных конструкций на высокопрочных болтах	6
5	Подготовка контактных поверхностей при заводском изготовлении и на монтаже	8
6	Подготовка высокопрочных болтов, гаек и шайб	11
7	Сборка соединений, постановка и натяжение высокопрочных болтов	13
8	Контроль качества и приемка работ	19
9	Безопасность труда	22
	Приложение А (обязательное) Определение коэффициента трения между контактными поверхностями соединяемых элементов	24
	Приложении Б (обязательное) Перечень исполнительной документации при монтаже конструкций	26
	Приложение В (справочное) Оборудование и инструмент для производства работ	27
	Приложение Г (справочное) Средства измерений и контроля	38
	Приложение Д (справочное) Методика расчета фрикционных соединений на высокопрочных болтах	52

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

Устройство заводских и монтажных соединений на высокопрочных болтах с покрытием контактных поверхностей фрикционными грунтовками в стальных строительных конструкциях зданий, сооружений различного назначения и мостов	Разработан впервые

Утвержден и введен в действие приказом ООО «Нижнетагильский завод металлических конструкций № ____ от « » _____ 2009 г.

1 Область и условия применения

1.1 Настоящий Стандарт необходимо соблюдать при заводском изготовлении, монтаже и приемке стальных строительных конструкций зданий, сооружений различного назначения и мостов с заводскими и монтажными соединениями на высокопрочных болтах при полной заводской готовности контактных поверхностей, покрытых фрикционными грунтовками.

Стандарт устанавливает технические требования к фрикционным соединениям и технологию устройства и приемки их в любых климатических зонах Российской Федерации, а также в районах с расчетной сейсмичностью до 9 баллов включительно.

Стандарт распространяется на болты и гайки с резьбой М22; М24; М27; М30, изготавливаемые из легированной стали 40Х «селект» с временным сопротивлением $\sigma_в$ = (1078 … 1275) Н/мм^2 = (110 … 130) кгс/мм^2 для М22; М24; М27 и $\sigma_в$ = (930 … 1130) Н/ мм^2 = (95 … 115) кгс/ мм^2 для М30.

В мостостроении применяют болты и гайки с резьбой М22; М24; М27.

1.2 Покрытие контактных поверхностей в стыках фрикционными грунтовками при заводском изготовлении выполняются с целью снижения трудоемкости монтажных работ, оздоровления условий труда рабочих и экологии за счет исключения очистки контактов в соединениях на высокопрочных болтах.

1.3. Основанием для применения фрикционно-болтовых соединений с контактными поверхностями полной заводской готовности служит рабочая документация на мостовое сооружение. Завод-изготовитель в сертификатах на готовые конструкции должен сделать особые отметки о материале, примененном для покрытия контактных поверхностей в отправочных марках и

монтажных элементах. Сертификаты на антикоррозионные композиции хранятся на заводе, а копии их должны предъявляться заказчику или контролирующей организации по первому их требованию.

1.4 Рабочая документация, выдаваемая в производство, должна иметь штампы и подписи главного инженера группы заказчика «Утверждаю к производству работ» и главного инженера строительной организации «Согласовано к производству работ».

1.5 Каждая партия высокопрочных метизов и грунтовок должна сопровождаться сертификатом качества заводов-изготовителей.

1.6 Руководство по выполнению монтажных работ с фрикционно-болтовыми соединениями осуществляется специалистом, имеющим специальное образование и практический опыт по монтажу стальных конструкций.

1.7 Технические службы завода и строительной организации должны организовать контроль качества выполнения фрикционно-болтовых соединений на всех стадиях технологического процесса с составлением соответствующей исполнительной документации. Руководители и исполнители данных работ должны изучить настоящий стандарт с последующей комиссионной проверкой их знаний у главного инженера предприятия.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты и нормативные документы:

ГОСТ 882-75 Щупы для определения величины зазоров

ГОСТ 1759.0-1759.4-87 Болты, винты, шпильки и гайки

ГОСТ 6713-91* Прокат низколегированный конструкционный для мостостроения

ГОСТ 19281-89* Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия

ГОСТ 22353-22356-77* Болты и гайки высокопрочные. Шайбы

ГОСТ Р 52643 … 52646-2006 Болты и гайки высокопрочные и шайбы

СНиПII -23-81* (изд. 1988 г.) Стальные конструкции. Нормы проектирования

СНиП 2.05.03-84* (изд. 1996 г.) Мосты и трубы. Нормы и проектирования

СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции. Правила производства и приемки работ

СНиП 3.06.04-91 Мосты и трубы. Правила производства и приемки работ

СП 53-101-98 Свод правил по изготовлению и контролю качества стальных строительных конструкций

СТП 006-97 Устройство соединений на высокопрочных болтах в стальных конструкциях мостов

СТО-012-2007 Стальные конструкции мостов. Заводское изготовление

3 Термины, определения, обозначения

Изделие	- предмет или совокупность предметов производства, подлежащих изготовлению
Заготовка	- предмет производства, из которого посредством обработки изготовляют деталь или неразъемную сборочную единицу; необработанное изделие после раскроя металлопроката
Исходная заготовка	- заготовка перед первой технологической операцией обработки
Деталь	- изделие, изготовленное из однородного материала без применения сборочных операций (на чертежах КМ и КМД называется «Позиция»)
Монтажный элемент	- готовое изделие, отправляемое на монтаж без сборки и сварки на заводе (фасонки, накладки, прокладки, рыбки, связи и т.д.)
Отправочная марка или сборочная единица	- изделие, собранное из деталей с участием соединяющих элементов: сварочных материалов, крепежных метизов и др.
Полуфабрикат	- изделие предприятия-поставщика, подлежащее дополнительной обработке или сборке (например, стальное литье для опорных частей, поковки, холодногнутые профили и т.д.)
Комплектующее изделие	- изделие предприятия-поставщика, применяемое как составная часть продукции, выпускаемой другим предприятием
Комплект	- два и более изделия, не соединенных между собой на предприятии-изготовителе
Элемент	- понятие, обозначающее составную часть конструкции, сооружения

Надежность	- свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных в проекте сооружения эксплуатационных показателей в заданных пределах. Надежность является основным признаком качества несущих конструкций сооружения, комплексно объединяющим такие свойства, как долговечность, безотказность, ремонтопригодность.
Долговечность	- свойство объекта сохранять работоспособность на период до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания
Безотказность	- способность объекта непрерывно сохранять работоспособность в определенных условиях эксплуатации в течение некоторого времени. Безотказность включает требования обеспечения прочности. Жесткости и устойчивости как всей системы, так и ее элементов
Ремонтопригодность сооружения	- способность его к предупреждению, обнаружению и устранению отказов путем проведения ремонта
Отказ	- событие, заключающееся в частичном или полном нарушении работоспособности отдельных элементов сооружения или его в целом
Дефект	- каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям. Изделие имеет дефект, если по меньшей мере один из показателей его качества или параметров вышел за предельное значение или не выполняется одно из требований нормативной документации к признакам продукции. Термин «дефект» применяется при контроле качества продукции при изготовлении
Дефект явный	- обнаруживаемый визуально или специальными приборами и средствами измерений, предусмотренными в нормативной документации и обязательными для контроля качества данной продукции
Дефект скрытый	- дефект, для выявления которого в нормативной документации, обязательной для данного вида контроля, не предусмотрены соответствующие правила, методы и средства

Неисправность - состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской документации. Находясь в неисправном состоянии, изделие может иметь один или несколько дефектов

Предельное состояние - состояние конструкции, при котором: 1) ее дальнейшая эксплуатация невозможна (первая группа предельных состояний) вследствие возможной потери несущей способности (прочности, устойчивости, выносливости) или развития существенных пластических деформаций; 2) дальнейшая нормальная эксплуатация затруднена (вторая группа предельных состояний) вследствие появления недопустимых деформаций (прогибов, осадок, колебаний, перемещений или чрезмерного развития трещин).

A – площадь сечения брутто;

A_n – площадь сечения нетто;

A_{bn} – площадь сечения болта нетто;

I_x, I_y - моменты инерции сечения брутто относительно горизонтальной оси х-х и вертикальной у-у;

I_{xn}, I_{yn} - то же, сечения нетто;

M – изгибающий момент;

N – продольная сила;

Q – поперечная сила, сила сдвига;

P – усилие натяжения высокопрочного болта;

R_{bh} – расчетное сопротивление растяжению высокопрочных болтов;

R_{bp} – расчетное сопротивление смятию болтовых соединений;

R_{bs} – расчетное сопротивление болтов срезу;

R_{bt} - расчетное сопротивление болтов растяжению;

R_{bun} – нормативное сопротивление стали болтов;

R_s – расчетное сопротивление стали сдвигу;

R_u – расчетное сопротивление стали растяжению, сжатию, изгибу по временному сопротивлению;

R_y – расчетное сопротивление стали растяжению, сжатию, изгибу по пределу текучести;

W_x, W_y – минимальные моменты сопротивления сечения брутто;

W_{xn}, W_{yn} – минимальные моменты сопротивления сечения нетто;

m – коэффициент условий работы конструкции;

m_b – коэффициент условий работы соединения;

γ_n – коэффициент надежности по назначению;

γ_m – коэффициент надежности по материалу.

4 Технические требования к фрикционным соединениям стальных конструкций на высокопрочных болтах

4.1 Надежность работы фрикционных соединений на высокопрочных болтах определяется выполнением требований по достижению заданных проектом и действующими нормами нижеперечисленных расчетно-конструктивных и технологических параметров:

коэффициента трения μ по контактным поверхностям элементов в соединении;

коэффициента закручивания К высокопрочных болтов;

расчетного усилия Р натяжения каждого болта;

крутящего момента $M_{кр}$, необходимого для получения расчетного усилия Р.

4.2 Для обеспечения расчетных коэффициентов трения по контактным поверхностям фрикционных соединений на высокопрочных болтах требуется специальная подготовка контактов. В таблице 1 приведены значения коэффициентов трения μ и коэффициентов надежности γ_{bh} в зависимости от способов подготовки контактных поверхностей.

Таблица 1 – Значения коэффициентов трения μ и надежности γ_{bh} по контактным поверхностям фрикционных соединений на высокопрочных болтах

Способ подготовки контактных поверхностей во фрикционных соединениях	Значения коэффициента трения μ	Значения коэффициента надежности γ_{bh} при количестве болтов в полустыке:		
		2-4	5-19	20 и более
1. Дробеструйный или пескоструйный двух поверхностей без нанесения фрикционной грунтовки или с последующим нанесением грунтовки ЦВЭС № 1 на обе поверхности толщиной по 60-80 мкм	0,58	1,4	1,3	1,2
2. Дробеструйный или пескоструйный двух поверхностей с последующим нанесением на одну поверхность грунтовки ЦВЭС № 1 на другую ЦИНОТАН (50-70 мкм)	0,46	1,4	1,3	1,2
3. Дробеструйный или пескоструйный двух поверхностей с последующим нанесением грунтовки ЦИНОТАН (50-70 мкм) на обе поверхности	0,38	1,4	1,3	1,2
4. Очистка стальными механизированными щетками двух поверхностей (без эффекта шлифовки)	0,35	2,5	1,8	1,4

4.3 Коэффициент закручивания К прямо пропорционально влияет на крутящий момент $M_{кр}$ и, следовательно, на усилие натяжения Р, поэтому он должен указываться в сертификатах индивидуально на каждую партию болтов, гаек и шайб по результатам заводских испытаний в соответствии с указаниями ГОСТ 22356, п.п. 3.8; 3.9 и приложение 2. Резьбу болта и гайки при определении коэффициента закручивания и, соответственно, перед постановкой в отверстия необходимо смазывать минеральным маслом. При этом значение К в расчетах принимают усреднено К = 0,175 для черных (неоцинкованных) болтов (СТП 006-97). Для метизов, защищенных от коррозии цинкнаполненными грунтовками при заводском изготовлении, значение коэффициента закручивания К принимают согласно сертификатам заводов. Если значения коэффициента закручивания вызывают сомнения, выполняют дополнительные испытания в процессе производства монтажных работ.

4.4 Расчетные усилия Р натяжения каждого высокопрочного болта с диаметром резьбы d фрикционного соединения вычисляют по формуле

$$P = R_{bh} A_{bn} m_{bh}$$

где R_{bh} - расчетное сопротивление стали 40Х «селект» растяжению. $R_{bh} = 0,7R_{bun}$. Здесь R_{bun} – наименьшее временное сопротивление стали 40Х «селект» по ГОСТ 22356-77.

R_{bun} = 1078 Н/мм^2 (110 кгс/мм^2) – для болтов с диаметрами резьбы 22; 24; 27 мм;

R_{bun} =930 Н/мм^2 (95 кгс/мм^2) – для болтов с диаметром резьбы 30 мм;

A_{bn} – площадь сечения болта нетто;

m_{bn} – коэффициент условий работы высокопрочных болтов, принимаемый равным 0,95.

При расчете высокопрочных болтов, работающих на растягивающие усилия без сдвига по контактам (например в фланцевых соединениях), усилия натяжения необходимо принимать $P_{раст}$ = 0,9 Р.

4.5 Расчетное усилие, воспринимаемое одним болтоконтактом определяют по формуле

$$Q_{bn} = P\mu/\gamma_{bn}$$

где γ_{bn} - коэффициент надежности работы соединения, принимаемый в зависимости от числа болтов в соединении (в полустыке) и учитывающий с заданной вероятностью отклонения произведений случайных величин коэффициента трения μ, крутящего момента $M_{кр}$ и коэффициента закручивания К в неблагоприятную сторону.

По данным таблицы 1 настоящего регламента значения γ_{bn} при контактах с фрикционными покрытиями приняты:

число болтов в соединении n	2-4	5-19	20 и более
значения γ_{bn}	1,4	1,3	1,2

4.6 Число болтов n в соединении (полустыке) при действии продольной силы N, проходящей через центр тяжести соединения определяют по формуле

$$n \geq \frac{N}{mQ_{bh}n_s},$$

где m – коэффициент условий работы, принимаемый для железнодорожных, совмещенных и пешеходных мостов равным 0,9; для стальных строительных конструкций и автодорожных мостов m = 1;

n_s – число контактов в соединении.

4.7 В чертежах КМ должны быть указаны: диаметр резьбы и длина болтов; класс прочности болтов по временному сопротивлению; исполнение (обычное или северное);

усилие натяжения каждого болта; способ подготовки контактных поверхностей и соответствующий коэффициент трения. Методика расчета фрикционных соединений на высокопрочных болтах диаметрами 22; 24; 27; 30 мм приведена в справочном приложении Д.

4.8 Высокопрочные метизы (болты, гайки, шайбы) допускается использовать в мостовых конструкциях повторно при выполнении следующих условий;

- стопроцентный визуальный контроль с отбраковкой всех метизов, имеющих механические повреждения, в особенности на резьбе болта и гайки;

- смазка резьбы болтов перед постановкой в конструкцию для получения расчетного коэффициента закручивания К;

- контрольное испытание на определение фактического коэффициента закручивания (при необходимости или по требованию заказчика);

- отражение всех вышеперечисленных операций в исполнительной документации.

5 Подготовка контактных поверхностей при заводском изготовлении и на монтаже

5.1 Покрытие контактных поверхностей фрикционно-болтовых соединений фрикционными композициями при заводском изготовлении стальных мостов выполняется с целью исключения на монтаже мостов трудоемкой и вредной для здоровья рабочих технологической операции по пескоструйной очистке конструкций.

При этом должны соблюдаться следующие конструктивно-технологические требования:

- обеспечение надежности работы монтажных фрикционно-болтовых соединений за счет получения и сохранения стабильных значений коэффициентов трения по контактам в соответствии с таблицей 1;

- сохранение заданных и достигнутых свойств контактных поверхностей в условиях транспортирования конструкций и хранения их на монтажной площадке не более одного года.

5.2 Для защитно-фрикционного покрытия контактных поверхностей рекомендуется применять:

а) двухкомпонентную цинкнаполненную композицию ЦВЭС № 1 по ТУ 2312-004-12288779-99; компонент А – связующее – этилсиликат по ТУ 0165-09-95; компонент Б – наполнитель – цинковый порошок марки ПЦВД по ТУ 494К-А064-02-93. Протекторная грунтовка ЦВЭС защищает сталь от коррозии в атмосферных условиях всех макроклиматических районов, в морской и пресной воде, водных растворах солей (pH 6,0-9,0), в нефти и нефтепродуктах. Покрытие не устойчиво в спиртах и ряде органических растворителей. Термостойкость – длительная до 150°С; кратковременная до 200 °С.

Компоненты А и Б смешиваются непосредственно перед нанесением в соотношении 1:1 по массе; условная вязкость по ВЗ-246 = 21 сек, нанесение: пневмаатическое или безвоздушное распыление. Расчетный коэффициент трения $\mu = 0,58$;

б) однокомпонентную цинкнаполненную протекторную грунтовку ЦИНОТАН по ТУ 2313-017-12288779-99 на уретановом связующем, отверждающуюся влагой атмосферного воздуха;

в) однокомпонентную цинкнаполненную протекторную грунтовку Stelpant-Pu-Zink на уретановой основе (производство Германии).

Цинкнакопленные грунтовки на полиуретановой основе ЦИНОТАН и Stelpant-Pu-Zink защищает сталь от коррозии в атмосферных условиях всех микроклиматических районов, в морской и пресной воде, в водных растворах солей, кислот и щелочей (pH = 4-11), в нефти и нефтепродуктах. Термостойкость до 150 °С).

Грунтовки ЦИНОТАН и Stelpant-Pu-Zink по данным испытаний, проведенных в ЦНИИС в 2004 г., обеспечивают коэффициент трения по контактам $\mu = 0,38$.

Не исключается применение покрытий в сочетании ЦВЭС на один контакт, ЦИНОТАН или Stelpant-Pu-Zink на другой. В данном случае коэффициент трения по данным испытаний ЦНИИС составляет $\mu = 0,46$. Рекомендуется ЦВЭС наносить на монтажные элементы (накладки, фасонки и т.д.), а ЦИНОТАН или Stelpant-Pu-Zink на отправочные марки.

5.3 Для обеспечения протекторной защиты (холодного цинкования) поверхности металлоконструкций должны быть энергетически активными, т.е. обработанными в заводских условиях

дробеструйным или дробеметным способом перед запуском металлопроката в производство или после технологического процесса изготовления отправочных марок и монтажных элементов. Наилучшие результаты по коэффициенту трения дают образцы, обработанные колотой дробью отечественного или зарубежного производства с последующим нанесением грунтовки.

5.4 Если в процессе обработки и сборки-сварки поверхности конструкций загрязняются или ржавеют, требуется повторная их очистка дробеструйным или дробеметным способом. Перед очисткой с поверхностей должны быть удалены масляные пятна, т.е. поверхности подлежат обезжириванию. Данное требование справедливо как для контактно-фрикционных поверхностей, так и для всех остальных.

5.5 Непосредственно перед нанесением защитно-фрикционного покрытия с контактных поверхностей монтажных соединений удаляют все неровности и дефекты, в том числе заусенцы вокруг отверстий, препятствующие плотному прилеганию элементов в соединении.

5.6 Антикоррозионная защита металлоконструкций до нанесения последующих промежуточного и покрывного слоев обеспечивается суммарной толщиной слоя грунтовки 60-80 мкм при третьем классе шероховатости поверхности по ГОСТ 2789 (R_Z = 40 ...80). Для контактных поверхностей в соединениях на высокопрочных болтах общая толщина слоя грунтовки ЦВЭС рекомендуется в пределах 60 ... 100 мкм (номинально 80 мкм), а для грунтовок ЦИНОТАН и Stelpant-Pu-Zink 40 ... 60 мкм (номинально 50 мкм).

Все названные грунтовки рекомендуется наносить в два прохода (двумя слоями). Нанесение на поверхности конструкций следует выполнять с соблюдением требований инструкций заводов-поставщиков ЛКМ и стандарта предприятия СТП 001-95 (изд. 2004 г.).

5.7 Нанесенное на заводе фрикционное покрытие следует оберегать от загрязнений и повреждений при траспортировке и монтаже.

Перед сборкой соединений контактные поверхности должны быть освидетельствованы на предмет отсутствия отслоения защитного покрытия, очагов коррозии, масляных пятен и других загрязнений. Обнаруженные отдельные масляные пятна и прочие загрязнения следует удалить растворителем (бензин, уайт-спирит, Р-646 и т.д.). Мелкие повреждения на покрытии в виде царапин без очагов коррозии не являются браковочным признаком.

Отслоения грунтовок от поверхности металла, наличие точечной или очаговой коррозии являются дефектами, подлежащими исправлению. Разрушенную грунтовку удаляют до прочно-

сцепленной, поверхность металла со следами коррозии очищают пескоструйным способом и вновь покрывают фрикционной грунтовкой.

5.8 Способ подготовки контактных поверхностей в фрикционных соединениях на высокопрочных болтах должен быть указан в рабочей документации КМ в зависимости от принятого в расчетах конструкций значения коэффициента трения по контактам μ (таблица 1). Комбинации покрытий или способы обработки контактов могут быть любыми, но с обеспечением значения μ не менее расчетного. Не исключается подготовка контактов на монтаже пескоструйным способом, металлическими щетками или нанесением фрикционных грунтовок, если заводские покрытия повреждены.

6 Подготовка высокопрочных болтов

6.1 Для заводских и монтажных фрикционных соединений в стальных строительных конструкциях применяют высокопрочные болты, гайки и шайбы по ГОСТ 52643 ... 52646-2006 взамен действующих до недавнего времени ГОСТ 22353 ... 22356-77*.

Для стальных мостовых конструкций разрабатывается независимый национальный стандарт ГОСТ Р «Болты высокопрочные цилиндрические и конические для мостостроения. Гайки и шайбы к ним». Ввод в действие заплани рован на 2009 г.

Резьба высокопрочных болтов может быть образована нарезкой или накаткой. Допуски на размеры резьб болтов и гаек должны соответствовать требованиям ГОСТ 160 93-81.

Высокопрочные болты и гайки для северного исполнения должны поставляться с дополнительными требованиями по вышеперечисленным стандартам с индексом ХЛ, выбитым на головке каждого болта.

6.2 Высокопрочные метизы могут поставляться без специальной защиты от коррозии с покрытием их специальной консервирующей смазкой или с защитой от коррозии цинксодержащими грунтовками.

6.3 На все поставляемые крепежные изделия должны быть сертификаты качества заводов-изготовителей. В случае расхождений показателей сертификатов с фактическими характеристиками метизов необходимо затребовать от изготовителя копии актов заводских испытаний.

Применение высокопрочных крепежных изделий без сертификатов для соединений строительных и мостовых конструкций не допускается. Каждый сертификат должен иметь свой номер и в нем должны содержаться следующие сведения: наименование завода-изготовителя, условное стандартное обозначение изделия, номер партии, номер плавки исходного металло-

проката, результаты проведенных заводских испытаний механических свойств и коэффициентов закручивания (для высокопрочных болтов).

Метизы поставляют комплектно, партиями: болты массой до 1 т, гайки и шайбы–до 0,5 т.

6.4 Входной контроль метизов на монтажной площадке производят внешним осмотром и замерами отдельных, вызывающих сомнение размеров. Наиболее тщательно с помощью калибров или высокоточного мерительного инструмента контролируют отклонения размеров резьб болта и гайки в парах «болт-гайка» с ощутимо заметным люфтом. Большой люфт свидетельствует о предельно минусовом допуске на диаметр резьбы болта и предельно плюсовом допуске на диаметр резьбы гайки. Такие пары подлежат расформированию или отбраковке. Завод-поставщик конструкций и (в их комплекте) метизов должен на отбраковку и утерю поставлять количество болтов, гаек и шайб с запасом не менее 5 %. Этот запас необходимо предусматривать при разработке проекта сооружения на стадии КМ.

По требованию заказчика при входном контроле проверяют коэффициент закручивания в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52643-2006. Рекомендуется монтажным и строительным организациям иметь оборудование для определения коэффициента закручивания или пользоваться услугами близлежащих метизных заводов, имеющих соответствующее оборудование.

Метизы следует хранить в закрытых помещениях или под навесами в условиях, не допускающих их загрязнения и коррозии.

6.5 Высокопрочные болты, гайки и шайбы перед установкой в конструкцию подлежат подготовке, состоящей из следующих технологических операций:

- очистка от консервирующей заводской смазки и прочих загрязнений (только для метизов без антикоррозионного цинкового покрытия);
- прогонка и смазка резьбы (только для «черных» болтов);
- комплектация и контроль качества.

Удаление с метизов консервирующей смазки и прочих загрязнений производят стандартными моющими средствами МС-18; МС-15; МС-8 и др., смешиваемые с водой в соотношении 1:20 и подогретыми до температуры 80±100 °С.

При отсутствии моющих средств применяют подогретые до 80-100 °С щелочные растворы следующих составов (в массовых частях):

Состав	№ 1	№ 2
Сода каустическая (едкий натр – NaOH) ГОСТ 2263	40	-
Сода кальцинированная (Na_2CO_3) ГОСТ 5100	30	60
Вода	1000	1000

Метизы в количестве ~ 50 кг погружают в емкость с раствором в решетчатой таре, подвешенной к грузоподъемному механизму с тем, чтобы тару попеременно поднимать и опускать до полного удаления консервирующей смазки, которая всплывает на поверхность и периодически удаляется из емкости.

Моющий или щелочной раствор используют многократно с доливом по мере расходования. Емкость для раствора постоянно подогревают ТЭНами для поддержания температуры раствора в пределах 80-100 °С.

6.6 Гайка должна навинчиваться на всю длину резьбы болта свободно, от руки, но без ощутимо заметного люфта. При тугой резьбе производят ее прогонку. Для прогонки используют гайковерты или любые токарно-винторезные станки. Для «черных» болтов одновременно с прогонкой резьбы производится смазка ее минеральным маслом И12А или И20А ГОСТ 20799-среднее (веретенное) с вязкостью при 50 °С = 10±23 ССТ. Каждый болт комплектуется одной гайкой и двумя шайбами. Укомплектованные метизы складывают в ящики по размерам и хранят в закрытом помещении или под навесом до постановки в соединения, но не более 10 дней, после которых требуется повторная смазка резьбы «черных» болтов.

При малых объемах монтажных работ допускается обезжиривание (промывка) метизов в неэтилированном бензине или уайт-спирите. При этом смазка резьбы болта и гайки обязательна.

Если применяются «черные» высокопрочные болты, изготовленные на Магнитогорском метизном заводе, то операция очистки не требуется, поскольку на них не наносится консервирующая смазка. Операция прогонки и смазки резьбы болта и гайки для них обязательна.

Для высокопрочных метизов с защитным покрытием от коррозии завод-изготовитель в сертификатах должен указывать двойные значения коэффициентов закручивания – без смазки резьбы и со смазкой минеральным маслом как для «черных» болтов.

7 Сборка соединений, постановка и натяжение высокопрочных болтов

7.1 Сборку фрикционных соединений на высокопрочных болтах производят в следующем порядке:

- совмещают отверстия в сборочных марках и элементах и фиксируют их взаимное положение в стыках и соединениях с помощью монтажных пробок и высокопрочных болтов;

- устанавливают во все свободные отверстия болты и затягивают их гайковертом до усилия 70-90 % расчетного, до плотного стягивания пакетов (1-й этап натяжения);

- удаляют пробки и вместо них ставят высокопрочные болты с затяжкой гайковертом;

- производят натяжение всех высокопрочных болтов до расчетных усилий гидравлическим тарированным гайковертом ГГ-400 или ручным динамометрическим ключом (2-й этап натяжения).

7.2 Пакеты деталей во фрикционных соединениях должны быть плотно стянуты. Это требование относится и к зонам с уступами в стыках с накладками и фасонками. При уступе более 0,5 мм рекомендуется обработка его абразивным инструментом для обеспечения плавного перехода с уклоном 1:10 на длине до 30 мм от кромки детали. Места обработки абразивным инструментом покрывают фрикционной грунтовкой с соблюдением требований п. 5.7 настоящих «Рекомендации». При уступе более 3 мм следует применять прокладки из низколегированной стали. Применение прокладок должно быть согласовано с проектной организацией. Прокладки подвергают пескоструйной обработке и покрытию ЦВЭС с обеих сторон (тем же способом, что и контактные поверхности элементов соединения).

7.3 Совпадение отверстий собираемых элементов и деталей после постановки точеных пробок должно обеспечивать свободную постановку болтов - без перекосов, повреждения резьбы и приложения усилий. При невыполнении этих требований соответствующие отверстия допускается прочищать коническими развертками диаметром равным, или на 1 мм больше диаметра болта.

Прочистку и рассверливание отверстий развертками в соединениях на высокопрочных болтах допускается производить только в плотно стянутых пакетах и без применения смазочно-охлаждающих жидкостей. При сверлении новых отверстий допускается охлаждение сверла водой.

7.4 Каждый болт в конструкцию следует устанавливать с двумя шайбами (одна – под головку, другая – под гайку). Если конструктивно установка двух шайб невозможна, то допускается в соединениях с разностью диаметров отверстий и болтов не более 3 мм ставить болт с одной шайбой под деталью, которая при натяжении будет вращаться (т.е. располагая ее под гайкой – при натяжении болта вращением гайки, под головкой болта – при натяжении вращением головки). Не допускается постановка под гайку или головку болта двух и более шайб.

7.5 Полную минимальную длину высокопрочных болтов следует назначать из условия, чтобы верх гайки после натяжения на расчетное усилие находился ниже границы фаски болта при нарезной резьбе и резьба болта выходила из гайки на один виток при образовании ее накаткой.

7.6 Гайки высокопрочных болтов, натянутых до расчетных усилий не нуждаются в дополнительном стопорении (закреплении).

7.7 Точного совпадения отверстий в фрикционно-болтовых соединениях добиваются постановкой монтажных точеных пробок номинальным диаметром на 0,2 мм меньше проектного диаметра отверстий. Длина цилиндрической части пробки должна на 10-15 мм превышать толщину стягиваемого пакета.

В отверстие пробку следует забивать легкими ударами кувалды (подбойки) массой 2 кг. Запрещается забивка пробок сильными ударами более тяжелых кувалд в отверстия, имеющие черноту больше 0,5 мм.

Пробки для сборки конструкций в обычном и северном исполнении должны изготавливаться из сталей марок Ст5сп,пс ГОСТ 380 и 535; 35 ГОСТ 1050; 09Г2 или 09Г2С ГОСТ 19281. Для всех указанных сталей термообработка не требуется, показатель ударной вязкости обязателен для пробок, учитываемых при расчете соединений на монтажные нагрузки.

Независимо от способа монтажа пролетных строений количество пробок, устанавливаемых во фрикционных соединениях, должно назначаться, как правило, из условия обеспечения проектного положения элементов стыка и точного совпадения отверстий. Пробки не следует принимать в расчет при работе соединений на монтажные нагрузки.

Пробки в соединениях с большим количеством болтов следует устанавливать преимущественно в периферийные отверстия не менее трех в каждой полунакладке с наибольшими расстояниями между ними и размещением по вершинам треугольника. Одновременно с установкой пробок все остающиеся свободные отверстия заполняют постоянными высокопрочными болтами. Постановка невысокопрочных болтов запрещается.

7.8 Натяжение высокопрочных болтов на расчетные усилия следует производить закручиванием гайки с обеспечением требуемой величины крутящего момента (натяжение по крутящему моменту).

Натяжение болтов фрикционно-болтовых соединений с регулированием усилий по величине крутящего момента осуществляют, как правило, в два этапа: на первом этапе болты затягивают при помощи пневматических или электрических гайковертов на 70-90 % расчетного усилия для обеспечения плотности прилегания деталей пакета, а на втором этапе их дотягивают до полного расчетного усилия гидравлическими тарированными гайковертами или ручными динамометрическими ключами статического действия.

Натяжение высокопрочных болтов допускается производить не только за гайку, но и за головку болта (если гайка недоступна для установки на нее ключа или гайковерта). При этом величину расчетного крутящего момента необходимо умножать на коэффициент, равный 1,05.

В начале натяжения гайковертом головку болта (или гайку, если болт затягивается вращением головки) следует придерживать от проворачивания. Если проворачивание по мере натяжения болта гайковертом, а впоследствии и динамометрическим ключом, продолжается, это свидетельствует о повреждении резьбы болта и гайки и, как следствие, значительном росте коэффициента

закручивания. Такой болт подлежит замене. Если явление «закусывания» резьбы приобретает массовый характер, сборку необходимо прекратить и выяснить причину. Чаще всего причиной является большой люфт пары «болт-гайка» из-за случайного совпадения предельного минусового допуска на диаметр резьбы болта и предельного плюсового допуска на диаметр резьбы гайки.

7.9 В комбинированных соединениях, где одни элементы стыкуются на болтах, а другие на сварке, необходимо принимать меры, обеспечивающие свободную беспрепятственную усадку металла от сварки, во избежание появления трещин в швах от больших внутренних напряжений.

Рекомендуется следующая технология оформления таких соединений:

- проектное положение монтажных блоков с учетом строительного подъема обеспечивают комбинированными пробками и высокопрочными болтами, причем пробок устанавливают минимально необходимое количество. Болты устанавливают во все свободные отверстия; при черноте более 0,5 мм допускается прочистка отверстий коническими развертками, диаметр которых равен или на 1 мм больше диаметра болта;

- все болты по нижнему поясу, стенке и продольным ребрам ортотропных плит затягивают пневмо- гайковертами на усилие, равное 50-60 % от проектного (для болтов М22 – на 11-14 тс);

- подготавливают под сварку стык настильного листа ортотропной плиты;

- собранный полностью стык проверяют на предмет соответствия его проектному положению;

- в нижнем поясе затягивают болты на полное проектное усилие, удаляют пробки, ставят вместо них болты и тоже затягивают на проектное усилие;

- в верхней половине стыка стенки и в стыках продольных ребер ортотропной плиты удаляют пробки;

- производят сварку стыка настильного листа ортотропной плиты;

- после полного остывания сварного стыка производят УЗД-контроль качества сварки, исправление дефектов (если они имеются) и заварку всех роспусков;

- все болты по стенке и на стыках продольных ребер затягивают на проектное усилие. По контурам стыковых накладок производят герметизацию соединений.

7.10 Величину крутящего момента $M_{кр}$ для получения расчетного усилия натяжения болта Р определяют по формуле $M_{кр} = KPd$, где К – коэффициент закручивания, d – диаметр резьбы болта.

Коэффициент закручивания указывают в сертификатах завода-изготовителя метизов. Его значения для «черных» (неоцинкованных) болтов по ГОСТ 22356-77 должны быть в пределах 0,14...0,20. По СТП 006-97 для определения расчетного крутящего момента принимают К = 0,175 (при смазанной резьбе).

Значения расчетных усилий натяжения и крутящих моментов для черных высокопрочных болтов, выпускаемых отечественной промышленностью составляют:

d, мм	22	24	27	30
Р, кН(тс)	220(22,5)	258(26,3)	334(34,2)	495(50,5)
При коэффициенте закручивания К = 0,175				
$M_{кр}$, Н· м (кгс м)	847(87)	1084(110)	1578(162)	2600 (265)
При коэффициенте закручивания К = 0,14				
$M_{кр}$, Н· м (кгс м)	678(69)	867(88)	1263(129)	2080 (212)

Для неоцинкованных высокопрочных болтов с опорной шайбой, выпускаемых некоторыми заводами по ТУ 1282-011-2494680-93 с изменением № 1 от 25.12.97 г., значения коэффициента закручивания должны приниматься по данным сертификатов этих заводов.

7.11 Ручные рычажные динамометрические ключи для натяжения болтов до расчетных усилий подлежат тарированию в начале и в середине каждой рабочей смены. Результаты тарирования заносят в Журнал контрольного тарирования ключей и гидравлических гайковертов для натяжения высокопрочных болтов.

Тарирование производят путем подвешивания к горизонтально расположенной рукоятке ключа контрольного груза весом

$$G_{гр} = (M_{кр} - G_{кл}\, e_o) : \iota,$$

где $M_{кр}$ - расчетный крутящий момент (п. 7.10);

$G_{кл}$ - собственный вес ключа;

e_o - плечо силы, т.е. расстояние от оси болта до центра тяжести ключа;

ι - длина рукоятки ключа от оси болта до оси подвески контрольного груза.

7.12 Расчетное усилие натяжения каждого болта Р в мостовых конструкциях принимают с полем допуска от 0 до +20 %, т.е. недонатяжение болта до расчетного усилия не допускается, а перенатяжение допускается не более 20% (с учетом контрольного вращения при приемке полностью оформленных соединений мостовой инспекцией).

Практически при тарировании используют два груза: $G_{гр}$ и 1,2 $G_{гр}$, или груз $G_{гр}$ плюс домер, равный 0,2 $G_{гр}$.

Ключ навешивают горизонтально на затянутый высокопрочный болт. Груз плавно поднимают и опускают несколько раз для достижения стабильных показателей индикатора.

На стекле циферблата индикатора часового типа, установленного на ключе, наносят две метки, ограничивающие поле допуска $G_{гр}$ и 1,2 $G_{гр}$. Метки рекомендуется наносить фломастером. При каждом последующем тарировании их положение может меняться, при этом старые метки стирают.

При натяжении болтов тарированным ключом добиваются показателей, полученных при тарировании. Затяжку ручным ключом следует выполнять плавно, без рывков.

Натяжение болтов пневмо- гайковертами (на первом этапе) рекомендуется производить от участков с плотным прилеганием деталей в соединениях к участкам с зазорами, а при дотяжке болтов до расчетного усилия (на втором этапе) – в направлении от центра узла к периферийным участкам.

Для натяжения высокопрочных болтов до расчетного усилия на 2-м этапе рекомендуется применение гидравлического тарированного гайковерта ГГ-400, выпускаемого предприятием ЗАО «Энерпред-гидравлик». Техническая характеристика гайковерта приведена в приложении В.

Тарирование гидравлического гайковерта производят на специальном стенде или с помощью ручного рычажного динамометрического ключа КТР-3 с индикатором часового типа ИЧ-10, который в свою очередь должен быть протарирован контрольным грузом в соответствии с требованиями п.7.11. Тарирование производят на двух высокопрочных болтах, предварительно затянутых пневмогайковертом, в следующем порядке:

1. Клапан регулировки давления на насосной станции настраивают на давление, обеспечивающее получение расчетного крутящего момента $M_{кр}$ по таблице 1 настоящего Регламента. Первый болт затягивают на полное усилие (до «отсечки», т.е. сработки клапана) гайковертом ГГ-400 и проверяют это усилие с помощью ручного тарированного ключа КТР-3 с фиксированием показания индикатора.

2. В случае недопустимого отклонения зафиксированного показания индикатора ключа КТР-3 от требуемого крутящего момента $M_{кр}$ клапан регулировки давления настраивают пропорционально степени отклонения. После этого производят контрольное натяжение второго высокопрочного болта гайковертом ГГ-400 опять же с последующей проверкой усилия натяжения тарированным ключом КТР-3. При необходимости производят дополнительную подстройку клапана на третьем болте.

3. После натяжения тарированным гайковертом ГГ-400 не более 300 болтов производят контрольную проверку его показаний тарированным ключом КТР-3. Если показатели работы гайковерта устойчивы, периодическое тарирование гайковерта выполняют после натяжения каждых 5000 болтов.

8 Контроль качества и приемка работ

8.1 Технические службы предприятия (главный инженер, отдел технического контроля, технический отдел, лаборатория контроля качества и линейные ИТР) должны организовать и постоянно осуществлять:

- входной контроль рабочей документации, конструкций, метизов, строительных материалов, сертификатов, актов, паспортов на получаемую продукцию и материалы, в том числе лакокрасочные;

- пооперационный контроль технологии обработки контактных поверхностей, подготовки высокопрочных метизов, сборки конструкций и натяжения высокопрочных болтов, а также толщину нанесенного защитно-фрикционного покрытия;

- приемочный контроль законченных монтажом отдельных конструктивных элементов и объекта в целом.

8.2 При контроле состояния монтажного инструмента и оборудования проверяют:

- техническую исправность гайковертов, сменных головок к ним, рычажных динамометрических ключей и правильность их тарирования;

- наличие и правильность расположения меток на стекле индикатора или манометра динамометрических ключей и гидравлических гайковертов, фиксирующих поле допуска крутящего момента. Первая метка должна соответствовать 100 % расчетного усилия натяжения болтов, а вторая, как правило, 110 %, но не более предельного, равного 120 % (резерв 120 – 110 = 10 % предназначен для проверки натяжения).

Качество подготовки контактных поверхностей и деталей на монтаже проверяют внешним осмотром непосредственно перед сборкой конструкций.

Контактные поверхности, покрытые на заводе фрикционными грунтовками, перед сборкой конструкций должны быть обезжирены (при наличии случайных масляных загрязнений).

Результаты контроля качества обработки контактных поверхностей заносят в «Журнал выполнения монтажных соединений на болтах с контролируемым натяжением» (форма журнала дана в СНиП 3.03.01-87, приложение 5).

8.3 Качество подготовки высокопрочных болтов, гаек и шайб проверяют внешним осмотром, прогонкой от руки гайки по всей длине резьбы болта и, в случае обнаружения большого люфта в паре «болт-гайка», - замерами диаметров резьб болта и гайки (см. п. 4.4). Фактический коэффициент закручивания определяют по требованию заказчика. Резьба болта и гайки должна быть смазана минеральным маслом. Период времени от смазки резьб до установки болтов в соединения не должен превышать 10 суток, а до натяжения на расчетное усилие не более 20 суток. В противном случае требуется повторная смазка резьб для получения коэффициента закручивания К, указанного в сертификате, и обеспечения расчетного усилия натяжения каждого болта. Смазка резьбы болтов и гаек с защитным цинковым покрытием не требуется, если значения коэффициента закручивания по сертификату завода-изготовителя метизов находятся в пределах 0,11-0,20.

На все применяемые высокопрочные метизы должны быть сертификаты заводов-изготовителей. В случае расхождений показателей сертификатов с фактическими показателями метизов подрядная строительная организация или Заказчик вправе затребовать от изготовителя копии актов заводских испытаний метизов согласно ГОСТ 22356.

8.4 Проектное положение всех элементов и деталей в соединениях на высокопрочных болтах контролируют в процессе сборки и предварительного натяжения болтов гайковертами, до начала окончательного расчетного натяжения.

Заданный в чертежах КМ и КМД строительный подъем стальных конструкций и пролетных строений контролируют попанельно в процессе монтажа. Отклонения ординат строительного подъема от проектных не должны превышать:

при величине ординат $h \leq 60$ мм, допуск ±3 мм;

при величине ординат h свыше 60 мм, допуск ±0,05 h.

В окончательно собранном и установленном на опорные части пролетном строении моста допуски на строительный подъем следует принимать по требованиям СНиП 3.06.04-91.

8.5 Плотность стягивания пакета элементов в стыках на высокопрочных болтах контролируют щупами (набор № 2 ГОСТ 882). Щуп толщиной 0,3 мм не должен входить между частями пакета более чем на 20 мм. В зоне первого от стыка ряда болтов при наличии уступа щуп толщиной 0,5 мм не должен проходить вглубь более чем на 20 мм.

Усилия натяжения высокопрочных болтов контролируют выборочной проверкой величин крутящих моментов способом их дотяжки тарированным динамометрическим ключом или гидравлическим тарированным гайковертом в количестве по таблице 2.

Таблица 2 - Нормы контроля натяжения высокопрочных болтов

Количество болтов в соединении, шт.	Количество болтов, подлежащих контролю:	
	на автодорожных мостах и строительных конструкциях	на железнодорожных и совмещенных мостах
2-4	2 шт.	100 %
5-19	3 шт.	5 шт.
20 и более	15 %	25 %

Если крутящие моменты хотя бы одного болта из контролируемых окажутся меньше требуемой величины или превысят эту величину более чем на 20 %, то контролю подлежат все болты данного соединения. Недотянутые болты дотягивают до расчетного крутящего момента, перетянутые – ослабляют и повторно контролируют, если нет повреждений в резьбе.

Контроль усилий натяжения болтов рекомендуется производить сразу же после их полной затяжки. Эта операция производится в присутствии руководителя монтажных работ или ИТР технического отдела, ответственного за качество СМР. Результаты контроля заносят в Журнал выполнения монтажных соединений на болтах с контролируемым натяжением. Следует иметь в виду, что крутящий момент трогания с места на 10-20 % выше момента вращения, при этом временной фактор увеличивает разницу.

Контроль натяжения производят следующим образом: на выступающей из гайки резьбе или на торце болта, гайке и шайбе наносят фломастером или краской сплошную риску, по которой визуально замечают страгивание гайки с места и после этого фиксируют показание индикатора, а по нему определяют фактические значения крутящего момента и усилия натяжения болта.

8.6 При приемке соединений на высокопрочных болтах внешним осмотром проверяют качество герметизации соединений и состояние метизов.

Подлежат замене болты, гайки и шайбы, на которых после натяжения появились дефекты в виде трещин, а также болты, длина которых недостаточна, – фаска не выходит из гайки.

8.7 При приемке смонтированных конструкций с соединениями на высокопрочных болтах должна быть предъявлена следующая исполнительная документация:

- Журнал выполнения монтажных соединений на болтах с контролируемым натяжением (приложение 5 СНиП 3.03.01-87);

- Журнал контрольного тарирования ручных динамометрических ключей и гидравлических гайковертов (форма произвольная);

- сертификаты завода-изготовителя на высокопрочные болты, гайки и шайбы; сертификат (паспорт) на композицию ЦВЭС № 1 и другие фрикционные грунтовки;

- протоколы испытаний коэффициента закручивания, если таковые производились.

9 Безопасность труда

9.1 При производстве монтажных работ с фрикционными соединениями на высокопрочных болтах необходимо соблюдать правила безопасного труда в соответствии с действующими нормами и стандартами:

1. СНиП 12-03-2001; СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве.

2. Правила по охране труда при сооружении мостов. ЦНИИС, 1991 г.

3. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

4. Правила пожарной безопасности при производстве строительно-монтажных работ. ППБ1-93 РФ.

5. ГОСТ 12.3.002; ГОСТ 12.3.005; ГОСТ 9.402. Безопасность окрасочных работ.

9.2 При работе со щелочными растворами тара, в которой хранят щелочи, должна быть исправна и иметь бирки или этикетки с наименованием продукта. Стеклянные бутыли следует устанавливать в плетеные корзины или ящики, заполненные амортизационным материалом (стружки, опилки и т.д.).

При раскалывании крупных кусков едких щелочей необходимо обернуть куски тканью, надеть предохранительные очки, а голову повязать косынкой. Целесообразно вместо монолитных кусков щелочей применять чешуйчатые.

Работы по обезжириванию и очистке деталей следует вести только при включенной вентиляции или на открытом воздухе. Необходимо следить за тем, чтобы при работе уровень раствора не превышал 2/3 высоты технологической емкости.

Запрещается низко наклоняться над ванной.

Перегревать ванные с рабочим раствором во избежание его разбрызгивания не допускается.

Операции по загрузке деталей в ванны и выгрузке их из них нужно выполнять плавно во избежание разбрызгивания растворов и попадания их на кожу лица и в глаза. Для стекания моющего раствора детали при выгрузке нужно придерживать над ванной.

До начала работы необходимо:

смазать, если это предусмотрено инструкцией по охране труда, вазелином или другим защитным средством руки и лицо;

надеть соответствующую спецодежду так, чтобы растворы не могли попасть на тело, а глаза предохранить защитными очками.

По окончании работ необходимо:

покрыть ванну крышкой;

убрать инструменты, приспособления и рабочее место;

снять спецодежду;

вымыть руки и лицо теплой водой с мылом или принять душ.

Перед приемом пищи необходимо мыть руки теплой водой с мылом.

9.3 Работа с бензином. Категорически запрещается применение этилированного бензина.

Хранить бензин в открытой таре, наливать и выдавать его ведрами, а также при помощи сифона путем отсасывания через шланг ртом запрещается. Бензин следует хранить в специально отведенных местах, безопасных в пожарном отношении. Количество бензина на рабочем месте не должно превышать сменной потребности.

Обрабатывать метизы надлежит на рабочем месте, оборудованном приточно-вытяжной вентиляцией, средствами пожаротушения. Ванну с бензином следует заземлить. Работы нужно выполнять в респираторе.

Запрещается курить и пользоваться открытым огнем на рабочем месте. Работы с бензином разрешается выполнять только по нарядам на огнеопасные работы. Зона работ должна быть ограждена и оснащена табличками с предупредительными надписями: «Огнеопасно», «Не курить».

Нахождение на площадке посторонних лиц не допускается.

9.4 Работа с ручными рычажными динамометрическими ключами.

При натяжении болта рабочий должен принять положение, исключающее возможность падения или получения травмы.

Во избежание самопроизвольного отделения гаечных головок (сменных насадок) от рычага не разрешается применять сменные насадки без элементов, фиксирующих их.

При натяжении болтов ключ следует придерживать на гайке для предотвращения «срыва» ключа.

Подмости, леса и другие временные сооружения должны быть жестко закреплены и не перемещаться при приложении к гайке ручным рычажным ключом крутящего момента до 1600 Н.м.

При работе с гидравлическими гайковертами ГГ-400 следует руководствоваться указаниями мер безопасности в составе «Инструкции», прилагаемой к гайковерту.

Приложение А

(обязательное)

Определение коэффициента трения между контактными поверхностями соединяемых элементов

А.1 Коэффициент трения μ по контактам двухсрезных одноболтовых образцов (поз. 1 и 2, рис. А.1) определяют по формуле $\mu = \frac{Q}{2P} = 0{,}5\ Q/P = 0,\ 0222Q,$

где: Q – усилие сдвига, тс, полученное при испытании;

2 – число болтоконтактов;

P– усилие натяжений высокопрочного болта, равное 22,5 тс.

Расчетную несущую способность фрикционного соединения Q_{bh} определяют по формуле

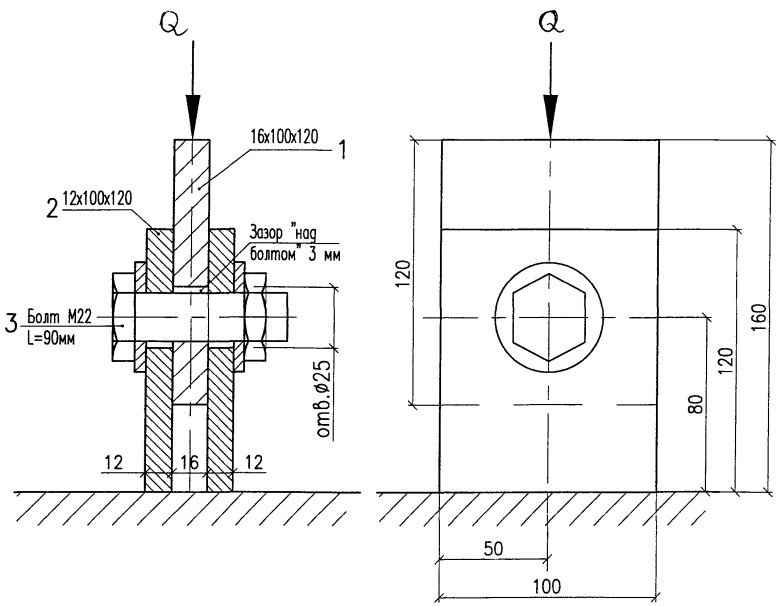
$$Q_{bh} = Q \cdot m/\gamma_{bh},$$

где m – коэффициент условий работы, принимаемый по таблице 60 СНиП 2.05.03-84* (для мостов) и пункту 11.13* СНиПII -23-81*;

γ_{bh} – коэффициент надежности работы фрикционного соединения, принимаемый по таблице 1 настоящего СТО.

А.2 Для испытаний изготавливают, как правило, по 3 образца для каждого способа подготовки контактных поверхностей по проекту КМ и принятой на конкретном объекте технологии.

А.3 Образцы испытывают на гидравлическом прессе усилием не менее 50 тс. Результаты испытаний оформляют Актом с подписями руководителя работ и непосредственных исполнителей испытаний.



1–основной элемент; 2 – накладка; 3 – высокопрочный болт с шайбами и гайкой

Рисунок **А.1** – Образец для испытания на сдвиг при сжатии

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Перечень исполнительной документации при монтаже стальных конструкций

№№ пп	Наименование исполнительной документации на объект	Нормативный документ, где приведена форма
1	Комплект рабочих чертежей КМ, КМД с внесенными в них изменениями и согласованиями	СНиП 3.01.04-87 Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов
2	Сертификаты, технические паспорта, документы, удовлетворяющие качество материалов, конструкций и деталей, примененных на строящемся объекте	— " —
3	Общий журнал строительно-монтажных работ	СНиП-12-01-2004 Организация строительного производства
4	Журнал авторского надзора	СП-11-110-99 Авторский надзор за строительством зданий и сооружений
5	Журнал геодезических работ	Форма произвольная
6	Журнал работ по монтажу строительных конструкций	СНиП 3.03.01-8 Несущие и ограждающие конструкции. Правила производства работ
6а	Журнал сварочных работ	
6б	Журнал выполнения монтажных соединений на болтах с контролируемым натяжением	
7	Журнал производства работ по антикоррозионной защите конструкций	СНиП 3.04.03-85 Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии
7а	Акт приемки защитного покрытия	
8	Акт освидетельствования скрытых работ	СНиП 12-01-2004 Организация строительного производства
8а	Акт промежуточной приемки ответственных конструкций	
9	Акт испытания конструкций сооружения	СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции
10	Акт рабочей комиссии о приемке законченного строительством сооружения	СНиП 3.01.04-87 Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов
10а	Акт приемки в эксплуатацию Государственной приемочной комиссией законченного строительством объекта	

Приложение В
(справочное)

Оборудование и инструмент для производства работ

Таблица В.1 – Гайковерты пневматические ударного типа для предварительного натяжения высокопрочных болтов

Характеристики	Тип (марка) гайковерта		
	ИП-3106Б (ИП-3128) прямой	ИП-3115А (ИП-3123) прямой	ИП-3205Б угловой
Момент закручивания (по паспорту), Нм (кгс м)	800-1600 (80-160)	3150 (315)	800-1600 (80-160)
Давление воздуха на входе (избыточное), МПа (кгс/см^2)	0,6 (6)	0,6 (6)	0,6 (6)
Расход воздуха, м^3/мин	1,0	-	1,0
Диаметр резьбы завинчиваемых болтов, мм	22-36	До 52	22-36
Масса, кг	9,0	14,5	9,5
Размеры сменных гаечных головок (S), мм			
Диаметр шланга в свету, мм	18-25	18-25	18-25

Стабилизации развиваемых гайковертом крутящих моментов достигают постоянной (стабильной) величиной давления воздуха в сети. Для этого рекомендуется:

подбирать производительность компрессорных установок с учетом приведенного в таблице расхода воздуха при работе гайковертов;

применять воздухосборники соответствующей вместимости в начале и в конце воздуховода.

При заказе гайковертов необходимо оговаривать размеры S сменных гаечных головок под ключ. Для болтов М22 и М24 соответственно S = 36 и 41 мм. Головки можно сделать в мастерской мостостроительной организации из сталей У7; 40Х; 40ХВ2С с закалкой в масле и с последующим высоким отпуском до HRC 35÷40.

Применение изношенных головок с люфтом свыше 2 мм не допускается.

Адреса предприятий, выпускающих гайковерты.

Гайковерты ИП-3106Б, ИП-3128, ИП-3205Б.

620055 г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 1-й км, завод «Пневмостроймашина», тел. 8-343-2-24-13-60. 8-343-2-24-95-60.

Гайковерты ИП-3115А; ИП-3123.

109052 г. Москва, ул. Смирновская, 10, завод «Пневмостроймашина», тел. 361-05-02; 361-09-34; 278-20-18.

Таблица В.2 – Гайковерт гидравлический ГГ-400.

ЗАО «ЭНЕРПРЕД-ГИДРАВЛИК»

Гайковерт предназначен для натяжения высокопрочных болтов М22; М24; М27 до расчетного усилия с фиксированием его величины. Работа гайковерта основана на принципе преобразования усилия, развиваемого гидроцилиндром при поступательном движении его поршня, в крутящий момент, передаваемый храповым колесом.

Заданная расчетная величина крутящего момента отслеживается по манометру и «отсекается» регулируемым клапаном давления.

Заданная расчетная величина крутящего момента соответствует определенному давлению, развиваемому насосной станцией и указываемому манометром. На это давление настраивают клапан регулирования давления. При работе гайковерта в момент достижения расчетного крутящего момента клапан срабатывает, что исключает перенатяжение болта. Реактивное усилие воспринимается упором в соседние болты.

Регулирование клапана на расчетное давление производят по инструкции, прилагаемой к гайковерту.

Техническая характеристика системы гайковерта

Гайковерт гидравлический с крутящим моментом 400 кгс·м: ГГ-400

Модель	ГГ-400
Крутящий момент, min, Н м (кгс м)	420 (42)
Крутящий момент, max, Н м (кгс м	3850 (385)
Давление в гидросистеме, max, МПа	70
Диапазон размеров под ключ, mm	27…65
Посадочный размер шток-привода под головки, mm	24x24
Угол поворота опорного рычага, град.	360
Число позиций поворота опорного рычага	32
Угол поворота шарнирного соединения для подвода гидравлической жидкости от насоса, град.	360
Габаритные размеры, mm ВхНхL	100x214x230
Масса, кг	4,4

Станция насосная НС-80Э

Номинальное давление, МПа (кгс/см^2) первой ступени насоса второй ступени насоса	 22(220) 81,5(815)
Рабочий объем насоса, см^3/об первой ступени второй ступени	 1,28 0,5
Подача насоса (при частоте вращения вала приводного электродвигателя 2820 об/мин; л/мин) первой ступени второй ступени	 1,85 0,65
Передаточное число редуктора	1,91
Вместимость маслобака, л	12
Рабочая жидкость	Масла на минеральной основе марки АМГ10 ГОСТ 6797-75 или МГЕ-10А ТУ 38-00134-7-83
Диапазон рабочей температуры рабочей жидкости, °С	-40…+60
Габариты насосной станции, мм ВхНхL	360х365х530
Масса, кг	35

Двухпозиционный распределитель

Условный проход: мм	4
Номинальное давление, МПа (кгс/см^2)	80 (800)
Масса, кг	1,1

Рукав высокого давление

Условный проход d_y, мм	6
Разрывное давление, МПа (кгс/см^2)	200 (2000)
Резьба заделки	К 3/8

Манометр

Диапазон показаний, МПа (кгс/см^2)	0-100 (0-1000)
Резьба присоединительного штуцера	М12х1,580 (800)
Размер квадрата под ключ, мм	14х14
Масса, кг	0,1

Регулятор давления

Номинальное давление, МПа (кгс/см^2)	81,5(815)
Диапазон регулируемого давления, МПа (кгс/см^2)	0…70 (0…700)
Номинальный расход масла, л/мин	1
Масса, кг	0,25

Комплект накидных головок

Диапазон размеров под ключ, мм
27;30;32;36;41;46;50;55;60;65

Указание мер безопасности

1. Гайковерт является мощным инструментом, поэтому необходимо соблюдать определенные меры предосторожности во избежании несчастных случаев.

2. Внимательно прочтите все инструкции.

3. Электроприводной насос станции не должен использоваться, если в воздухе присутствуют пары легковоспламеняющихся веществ. В пожароопасной и взрывоопасной среде – электродвигатели должны использоваться во взрывозащищенном исполнении.

4. Перед работой необходимо убедиться, что электроприводной насос заземлен и включен в сеть с соответствующим напряжением.

5. Не используйте маломощные ключи или самодельные приспособления к ним в случаях, когда необходимо применение инструментов большей мощности.

6. Не используйте гидравлические рукава, соединительные провода питания насоса для перемещения оборудования.

7. Не переламывайте и не защемляйте гидравлические рукава. Постоянно проверяйте рукава, при повреждении – замените его.

8. Все инструменты снабжены защитными кожухами или пластинами, закрывающими внутренние движущиеся части. Не пользуйтесь инструментом, не имеющим кожухов.

9. В целях достижения наибольшей производительности необходимо проверять ключи, гидронасосы, рукава, быстроразъемные муфты, электрические провода и прочие аксессуары на предмет повреждения.

10. Перед включением убедитесь, что все гидравлические соединения надлежащим образом затянуты. Проверьте, не перегнуты ли гидравлические рукава. Убедитесь, что квадратный шток-привод полностью и надежно вставлен в паз торцевой головки.

11. Перед работой сделайте пробный цикл, чтобы убедиться в правильном функционировании инструмента. Найдите твердую и безопасную точку опоры. Убедитесь в том, что фиксатор упора надежно вошел в паз. Убедитесь, что гидравлические рукава не находятся вблизи точки опоры. На короткое время подайте давление в систему: если ключ соскакивает или сползает, остановите процесс и заново установите упор в более устойчивое и безопасное положение.

12. Применяйте торцевые головки с хорошим состоянием граней, имеющие наружный размер и полностью надевающиеся на гайки. Тем не менее, скрытые дефекты головки могут вызвать ее разрыв, поэтому во время работы будьте очень внимательны и по возможности держитесь подальше от зоны действия вращающихся сил.

13. Необходимо применение только фирменных упоров. Установите упор в положение, наиболее соответствующее конфигурации опорной плоскости. Избегайте чрезмерного люфта.

14. Предупреждение. Неплотно закрученные или соединенные с зазорами штуцеры могут быть потенциально опасными под давлением, хотя и перетянутое резьбовое соединение может привести к повреждению резьбы. Муфты должны быть только плотно и тез зазоров завинчены. Никогда не хватайтесь, не трогайте или не входите в какой-либо иной контакт с местами утечки гидравлического давления. Струя масла может пробить кожу и нанести серьезные повреждения.

15. Запрещается:

- эксплуатировать гайковерт при возникновении хотя бы одной из неисправностей указанных в разделе 13 (стр. 19) руководства по эксплуатации;

- производить подтяжку соединений или отсоединять рукава высокого давления от гайковерта при наличии давления в гидросистеме;

- применять сменные торцовые головки (ключи) с посадочными отверстиями не соответствующими квадрату шток-привода;

- во время работы удерживать гайковерт за опорный рычаг; работать с незафиксированным шток-приводом или опорным рычагом;

- во время работы находиться в зоне продольной оси изделия; наносить удары по гайковерту, находящемуся под давлением;

- эксплуатировать гайковерт необученному персоналу.

Адрес изготовителя гайковертов.

123424 г. Москва, Волоколамское шоссе, 73, оф. 630. Тел/факс 490-14-41; 490-56-13; 490-07-52; 490-08-26; 490-06-17; 490-08-25.

Таблица В.3 – Машины ручные шлифовальные

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

	Модель, привод				
	ИП-2203А, пневматический	ИП-2015, пневматический	ИП-2014А, пневматический	ИЭ-6103А, электрический	ИЭ-8201Б, электрический
Диаметр шлифовального круга, мм	125	100	150	200 (125)	200 (125)
Частота вращения шпинделя, об/мин ..	4580	7600	5100	2920	2920
Мощность, кВт	1,3	0,73	1,3	0,8	1,02
Давление сжатого воздуха, МПа	0,5	0,5	0,5	-	-
Расход сжатого воздуха, $м^3$/мин	1,6	0,7	1,8	-	-
Габаритные размеры, мм:					
длина	320	510	590	293	328
ширина	150	114	164	272	175
высота	200	93	130	279	245
Масса, кг	4,8	3,5	5,5	34	30,7
Исполнение	-	-	-		
Напряжение, В	-	-	-	220	220
Тип гибкого вала	-	-	-	В-122-1	В-122-1
Длина гибкого вала, мм	-	-	-	3400	3400

Примечание. В скобках указан диаметр для угловой шлифовальной головки.

Изготовители: ИП-2203А – завод «Пневмостроймашина», г. Екатеринбург; ИП-2215 и ИП-2014А – завод механизированного инструмента, г. Конаково; ИЭ-6103А и ИЭ-8201Б – завод «Электроинструмент», г. Выборг.

Таблица В.4 – Машины сверлильные пневматические

Техническая характеристика

	ИП-1016А	ИП-1103А
Тип машины	Прямая	Угловая
Максимальный диаметр сверла, мм	32	32
Максимальная мощность на шпинделе, кВт	1,8	1,8
Частота вращения шпинделя, об/мин:		
на холостом ходу, не более	450	450
при наибольшей мощности, не более	300	300
Расход воздуха, $м^3$/мин	2	2
Внутренний диаметр шланга, мм	18	18
Конус по ГОСТ 2848-67	Морзе 3ст.5	
Габаритные размеры, мм:		
длина	380	395
ширина	160	96
высота	260	215
Масса, кг	8,4	7,5

Изготовитель: Завод «Пневмостроймашина», г. Екатеринбург.

Для развертывания (прочистки отверстий с «чернотой») применяют развертки конические с коническим хвостовиком по ГОСТ 10081-71.

Для сверления отверстий пневматическими машинами применяют сверла с коническим хвостовиком по ГОСТ 10903-77.

Сверление отверстий в металле выполняют с применением охлаждающей жидкости (как правило, воды). При работе развертками охлаждающую жидкость не применяют.

Таблица В.5 – Щетки механизированные металлические

Показатель	С электроприводом		С пневмоприводом		
	ИЭ-2106 угловая	ИЭ-2009 прямая	ИП-2014А прямая	П-22 прямая	ИП-2104 угловая
Число оборотов, $мин^{-1}$	7200	4600	5100	6000	6000
Мощность, кВт	0,6	1,15	1,2	1,8	0,5
Напряжение, В	220	220	-	-	-
Давление сжатого воздуха, МПа	-	-	0,5	0,63	0,5
Расход воздуха, $м^3$/мин	-	-	1,8	2,1	0,9
Масса, кг	3	6,5	5,7	6	4
Рабочий орган – тип щетки	Торцевая ТВ80х12х22П0,8	Радиальная РВ150х12х22П0,8	Радиальная РВ150х12х22П0,8		Торцевая ТВ80х12х22П0,8

Примечание. Проволочные стальные щетки для механизированного инструмента выпускаются по ГОСТ 9.014-78. Ручные стальные щетки – по ОСТ 17-830-80.

Таблица В.6 – Ручные динамометрические ключи для натяжения болтов до расчетного усилия

Ключ КД-106 «Курганстальмоста»

Ключ с индикатором часового типа ИЧ-10 предназначен для натяжения болтов при крутящем моменте до 1300 Нм.

Для защиты индикатора от повреждений следует устраивать по месту металлический кожух с отверстием против шкалы. Зависимость между показателями индикатора и передаваемым ключом крутящим моментом устанавливается по результатам тарировки ключа. В начальном (ненагруженном) положении ключа малую стрелку индикатора устанавливают на деление 2, большую – на 0. Ключ снабжен храповым механизмом.

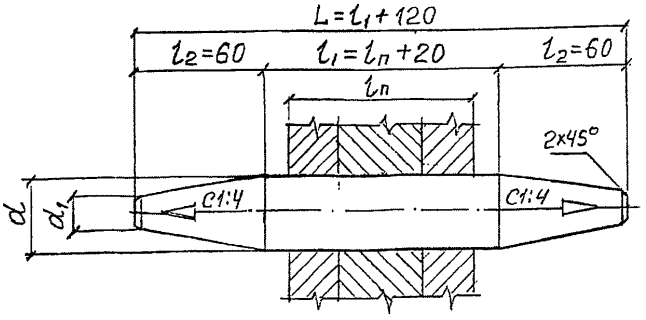
Масса ключа 14 кг.

Погрешность измерения крутящего момента ±5 %.

Ключи изготавливает завод «Курганстальмост» АО «Мостостройиндустрия».

640023 г. Курган, тел. 8-352-226-59-60, факс 6-53-84.

Таблица В.7 – Сборочные пробки для наводки отверстий в болтовых соединениях



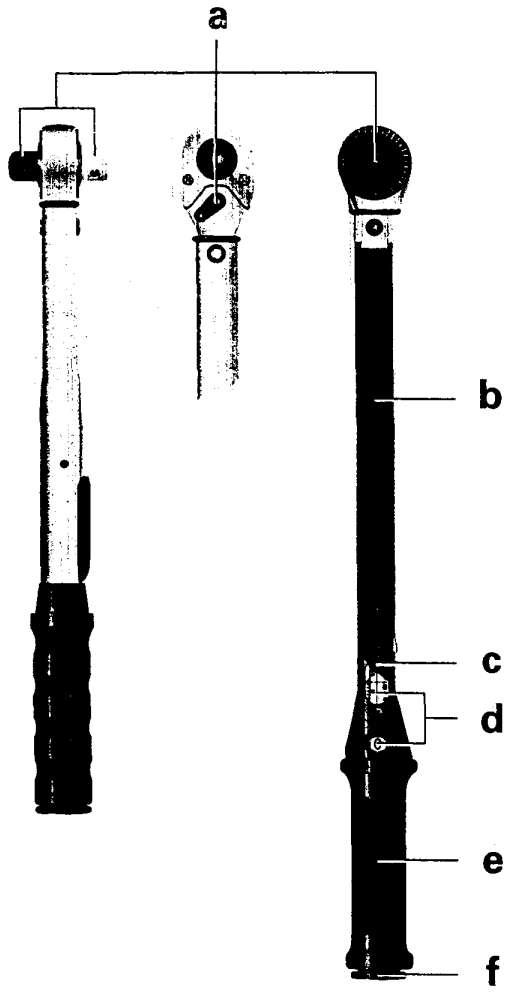
Диаметр отверстия, мм	23	24	25	26	27	28	30
Диаметр пробки d, мм	22,8	23,8	24,8	25,8	26,8	27,8	29,8
Диаметр d_1, мм	8	9	10	11	12	13	15

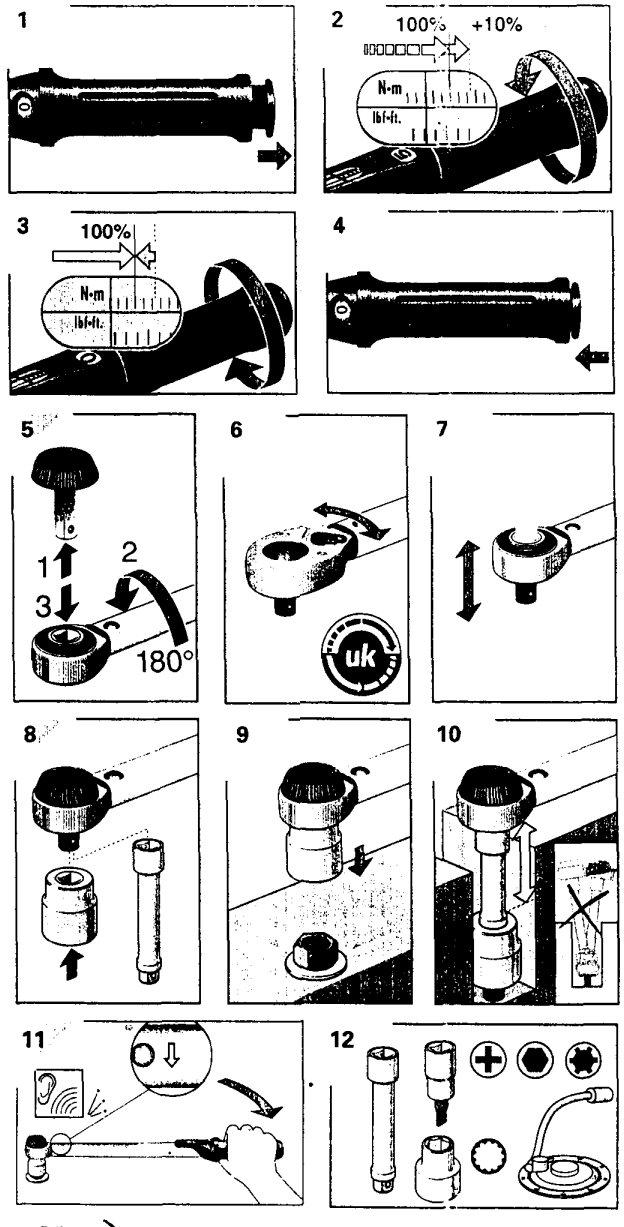
Пробки точеные изготавливают из сталей марок Ст5сп2, 25Г2С, 35ГС ГОСТ 5781-82 (арматурная сталь), 09Г2С-5, 14Г2-5 ГОСТ 19281-89*, сталь 40,45 ГОСТ 1050-88. Допуск на диаметр d± 0,1 мм. Сталь применяют в состоянии поставки, без дополнительной термообработки.

Таблица В.8 – Гайковерты электрические импульсного действия для предварительного натяжения высокопрочных болтов (Robert Bosch GmbH. Geschäfts-bereich Elektrowerkzeuge 70745 Lchterdingen gost.e-ecolog.ru)

Характеристики	Марка гайковерта	
	GDS 24	GDS30
Номер заказа	0-601-434-1	0-601-435-1
Номинальная потребляемая мощность, квт	0,8	0,92
Полезная (отдаваемая мощность, квт	0,4	0,5
Число оборотов на холостом ходу, мин$^{-1}$	1260	1260
Вращение	правое/левое	правое/левое
Диаметр резьбы болтов	До М24 вкл.	До М30 вкл.
Квадратный наконечник для приема инструмента	19мм = ¾ дюйма	25,4 мм = 1 дюйм
Масса, кг	5,7	7,3
Напряжение электросети, В (указать в заказе)	220-230-240	220-230-240

Примечание: Ударный механизм приводится в действие, как только гайка (или болт) перестает вращаться и, вследствие этого, появляется дополнительная нагрузка двигателя. Ударный механизм при этом преобразовывает силу двигателя в равномерные импульсные удары. При отвинчивании гаек (болтов) процесс протекает в обратной последовательности.





Динамометрический ключ (мультипликатор)

RANGE OF APPLICATION

◤ Your torque wrench is only suitable for the specified purpose.

◤ Your torque wrench is designed exclusively for the controlled tightening of bolts.

◤ Any other additional use of your torque wrench is considered an abuse of the specified purpose.

◤ The company does not accept liability for damage incurred in this way, nor will it, in this case, accept any other claims under the guarantee.

FUNCTIONAL UNITS

- **a** Ratchet drive with push-through, reversible and interchangeable square
- **b** Intermediate lever
- **c** Spring
- **d** Scale + graduated collar N·m and lbf·in / lbf·ft
- **e** Handle
- **f** Locking button

SETTING THE TORQU

Pictures 1 – 4

1 Pull out the locking button on the end of th handle.

2 Turn the handle in a clockwise or anticlockwi direction to set the torq Set the torque value to 5-10 % above the desire value.

i The set torque is rea able on the scale or the scale connected the graduated collar According to the model, the scale or graduated collar* shows different pitch es. A table with the respective divisions can be found in the section **"DIVISIONS"**

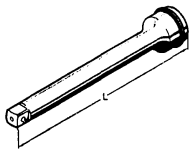
3 Now set the torque value, previously set 5-1 above the desired value back to the true value.

i Please pay attentio the unit of measure ment on the scale applicable to you (N·m or lbf·in / lbf·ft

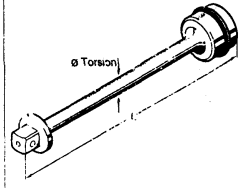
4 Push the locking bu ton back into the cavity.

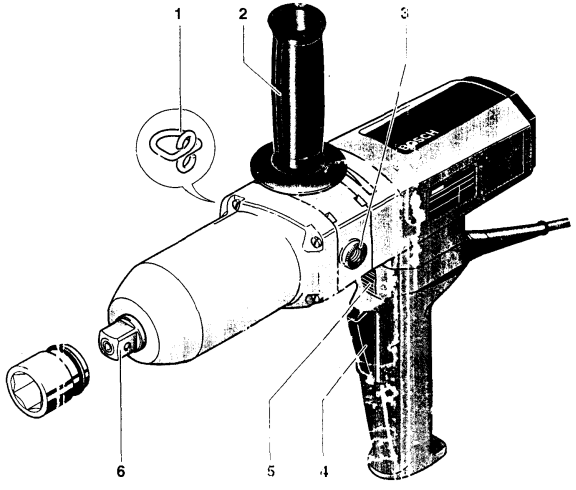
*According to the model, use with N·m scale

GDS 24	GDS 30	⬡	L (mm)		
–	●	1"	175	1 608 507 002
–	●	1"	250	1 608 507 003



		Ø mm		
●	–	10	195	1 608 506 009
●	–	12	195	1 608 506 010
●	–	14	195	1 608 506 011
●	–	16	195	1 608 506 012
●	–	18	195	1 608 506 013
●	–	20	195	1 608 506 014
●	–	26	195	1 608 506 015





GDS 24 PROFESSIONAL
GDS 30 PROFESSIONAL

Приложение Г

(Справочное)

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И КОНТРОЛЯ

1. Рулетки измерительные металлические со штриховыми шкалами ГОСТ 7502 1-го и 2-го классов точности.

Наименование	Типоразмер	Допускаемые отклонения действительной длины (±), мм, не более	
		1-й класс	2-й класс
В закрытом корпусе (РЗ)	РЗ-2	-	0,4
	РЗ-5	-	1,0
	РЗ-10	0,5	1,0
	РЗ-20	1,0	2,0
	РЗ-30	-	3,0
	РЗ-50	-	5,0
На крестовине (РК)	РК-50	2,0	5,0
	РК-75	-	7,5
	РК-100	-	10,0
На вилке (РВ)	РВ-20	1,0	2,0
	РВ-30	-	3,0
	РВ-50	-	5,0
Отдельные действия:			
Дециметровые и метровые	Все	0,2	0,3
Сантиметровые	Все	0,1	0,2
Миллиметровые	Все	0,05	0,1

2. Линейки измерительные металлические со штриховыми шкалами ГОСТ 427.

Длина, мм	150	300	500	1000
Допускаемые отклонения общей длины линеек и расстояния от любого штриха до начала или конца шкалы, мм	±0,1	±0,1	±0,15	±0,2
Цена деления, мм	0,5 и 1	0,5 и 1	0,5 и 1	0,5 и 1
Отклонение от номинальных значений длин отдельных сантиметровых делений, мм	±0,1	±0,1	±0,1	±0,1
То же, миллиметровых делений, мм	+0,05	+0,05	+0,05	+0,05

4. Штангенциркули ГОСТ 166 и штангенглубиномеры ГОСТ 162.

Штангенциркули

Параметр	ШЦ-1, ШЦТ-1	ШЦ-II	ШЦ-III
Значение отсчета по нониусу (один нониус), мм	0,1	0,05 0,1	0,1
Пределы измерений, мм	0-125	0-160 0-200 0-250	0-315, 0-400, 0-500, 250-630, 250-800, 320-1000, 500-1250, 500-1600, 800-2000

ШЦ-I - двусторонний с глубиномером;

ШЦТ-I - односторонний с покрытием из твердого сплава, с глубиномером

ШЦ-II - двусторонний (рис. 1);

ШЦ-III - односторонний (рис. 2).

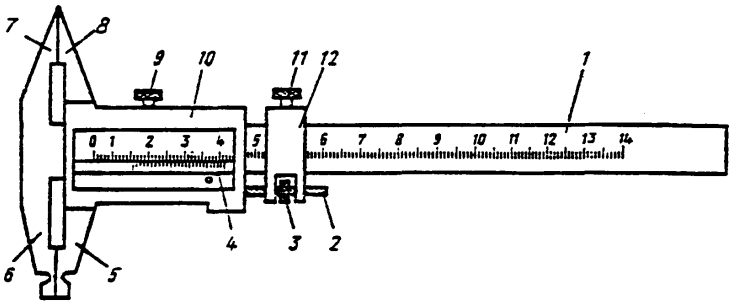


Рис. 1. Штангенциркуль ШЦ-II с точностью отсчета по нониусу 0,05 мм:
1 - штанга; 2 - микрометрический винт; 3 - гайка; 4 - нониус; 5 и 6 - губки нижние; 7 и 8 - губки верхние; 9 и 11 - стопорные винты;
10 - рамка; 12 - хомутик

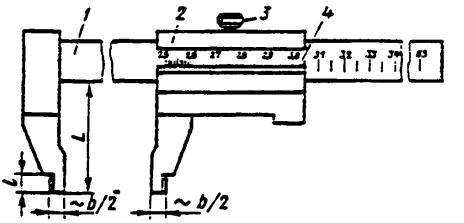


Рис. 2. Штангенциркуль ШЦ-III с точностью отсчета по нониусу 0,10 мм:
1 - штанга; 2 - рамка; 3 - зажим рамки; 4 - нониус

4. Штангенглубиномеры (рис. 3) со значениями отсчета по нониусу 0,05 мм предназначены для измерения глубин до 400 мм. Длина основания 120 мм. Пределы измерений 0-160, 0-200, 0-250, 0-315, 0-400.

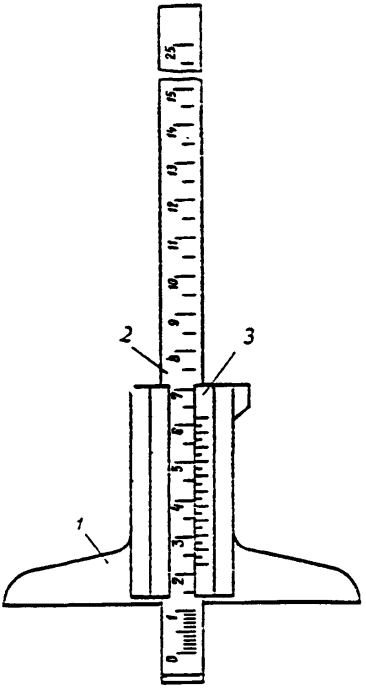


Рис. 3. Штангенглубиномер:
1 - рамка; 2 - штанга; 3 - нониус

5. Штангенрейсмасы ГОСТ 164 применяют для измерений и разметки размеров до 2500 мм. Прибор (рис. 4) имеет значения отсчета по нониусу 0,05 и 0,1 мм, а также следующие пределы измерений, мм: 0-250, 40-400, 60-630, 100-1000, 600-1600, 1500-2500. Вылет ножек штангенрейсмаса не должен быть меньше 50, 60, 125, 160 мм.

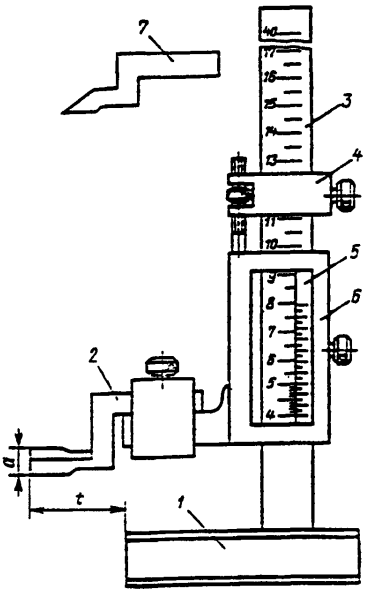


Рис. 4. Штангенрейсмас:

1 - основание; 2 - измерительная ножка; 3 - штанга; 4 - микрометрическая подача; 5 - нониус: 6 - рамка; 7 - разметочная ножка

6. Микрометры рычажные ГОСТ 4381 изготовляют с верхним пределом измерений до 2000 мм и отсчетным устройством с ценой деления 0,002 и 0,01 мм.

Типы рычажных микрометров:

МР - для измерения наружных размеров до 100 мм включительно, рис. 5,а;

МРЗ - зубомерные, рис. 5,б;

МРИ - с отсчетным устройством для измерения размеров до 2000 мм, рис. 5,в.

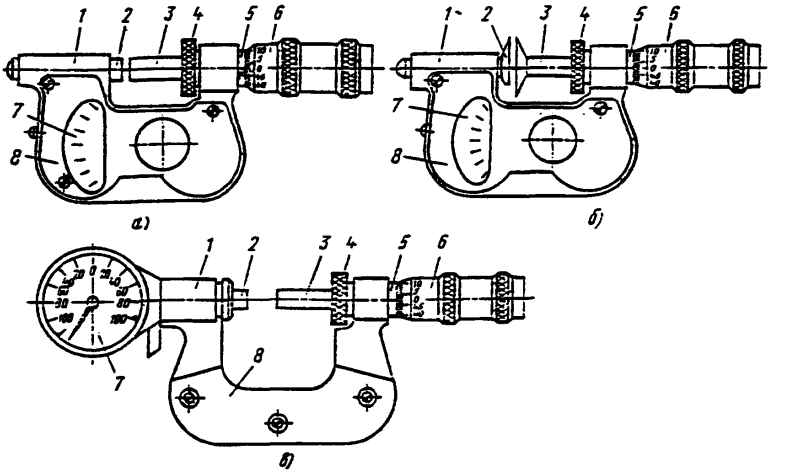


Рис. 5. Микрометры рычажные:

1 - скоба; 2 - подвижная пятка; 3 - микрометрический винт; 4 - стопор;

5 - стебель; 6 - барабан; 7 - отсчетное устройство;

8 - теплоизоляционная накладка

7. Микрометры с ценой деления 0,01 мм ГОСТ 6507 изготовляет следующих типов:

МК - гладкие для измерения наружных размеров, рис. 6;

МЛ - листовые с циферблатом для измерения толщины листов и лент, рис. 7;

МТ - трубные для измерения толщины стенок труб диаметром от 8 мм и более, рис. 8;

МЗ - зубомерные для контроля длины общей нормали зубчатых колес с модулем от 1 мм, рис. 9.

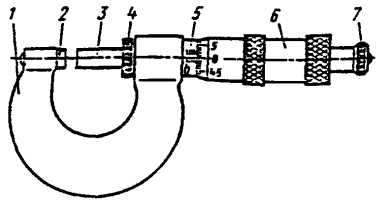


Рис. Н.6. Микрометр типа МК:

1 - скоба; 2 - пятка; 3 - микрометрический винт; 4 - стопор; 5 - стебель; 6 - барабан; 7 - трещотка (фрикцион)

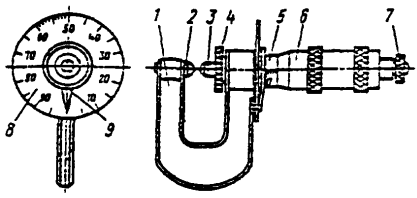


Рис. Н.7. Микрометр типа МЛ:

1 - скоба; 2 - пятка; 3 - микрометрический винт; 4 - стопор; 5 - стебель; 6 - барабан; 7 - трещотка (фрикцион); 8 - циферблат; 9 - стрелка

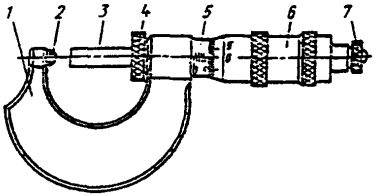


Рис. Н.8. Микрометр типа МТ:

1 - скоба; 2 - пятка; 3 - микрометрический винт; 4 - стопор; 5 - стебель; 6 - барабан; 7 - трещотка (фрикцион)

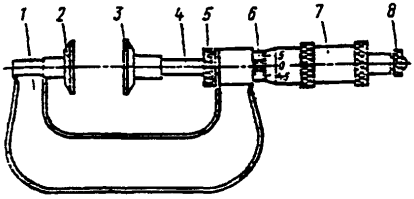


Рис. Н.9. Микрометр типа МЗ;

1 - скоба; 2 - пятка; 3 - измерительная губка; 4 -микрометрический винт; 5 - стопор; 6 - стебель; 7 - барабан; 8 - трещотка (фрикцион)

Основные параметры рычажных микрометров, мм

Тип микрометра	Пределы измерений	Отсчетное устройство		Цена деления барабана микрометра	Перемещение микрометрического винта
		цена деления	диапазон показаний, не менее		
МР	0-25; 25-50; 50-75; 75-100	0,002	±0,14	0,01	25
МРЗ	0-20 20-45	0,002	±0,14	0,01	20 25
МРИ	100-125; 125-150; 150-200; 200-250; 250-300; 300-400; 400-500	0,002	±0,1	0,01	25
	300-400; 400-500; 500-600	0,01	2	0,01	25
	600-700; 700-800; 800-900; 900-1000	0,01	5	0,01	25
	1000-1200; 1200-1400; 1400-1600; 1600-1800; 1800-2000	0,01	10	0,01	25

8. Нутромеры микрометрические ГОСТ 10 предназначены для измерения диаметров отверстий и других внутренних размеров более 50 мм. Для увеличения предела измерения нутромера снимают гайку 2 (рис. 10) и вместо нее навинчивают удлинители, входящие в комплект нутромера. Диапазон измерений нутромеров по ГОСТ 10: 50-125, 125-200, 200-325,325-500, 500-800, 800-1250, 1250-1600, 1600-2000, 2000-2500, 2500-3150, 3150-4000, 4000-5000, 5000-6000 мм. Нутромеры с верхним пределом измерения более 2500 мм должны поставляться с микрометрической головкой, оснащенной индикатором часового типа класса 0.

Основные параметры микрометров по ГОСТ 6507-78, мм

Тип	Пределы измерений	Шаг микрометрического винта, мм	Измерительное перемещение микрометрического винта, мм	Измерительное усилие, КН
МК	0-25, 25-50, 50-75, 75-100, 100-125, 125-150, 150-175, 175-200, 200-225, 225-250, 250-275, 275-300, 300-400, 400-500, 500-600	0,5	25	500-900
МЛ	0-5 0-10 0-25	1,0	5 10 25	300-700
МТ	0-25	0,5	25	300-700
МЗ	0-25, 25-50, 50-75, 75-100	0,5	25	300-700

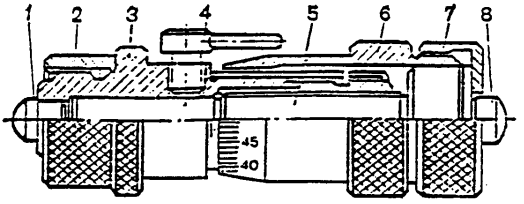


Рис. 10. Микрометрический нутромер:

1 - измерительный наконечник; 2 - гайка; 3 - стебель: 4 - стопор; 5 - микрометрический винт; 6 - барабан; 7 - установочная гайка; 8 - измерительный наконечник

9. Глубиномеры микрометрические ГОСТ 7470 используют для измерения глубин глухих отверстий, пазов, высот и уступов до 150 мм, рис. 11.

10. Щупы ГОСТ 882 используют для определения величины зазоров с точностью до 0,01 мм. Их изготовляют длиной 100 и 200 мм и шириной 10 мм и толщиной 0,02-1 мм, классы точности 1 и 2, наборы № 1, 2, 3, 4 - для щупов длиной 100 мм. Щупы длиной 200 мм выпускают отдельными пластинами.

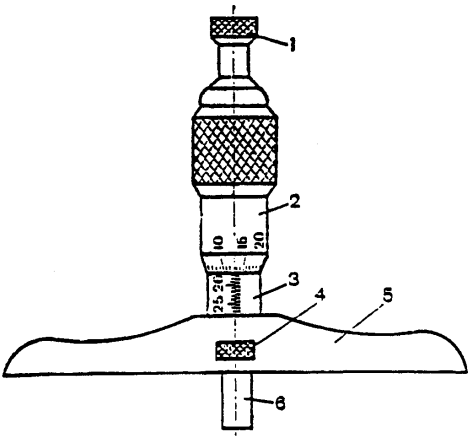


Рис. 11. Микрометрический глубиномер:

1 - трещотка; 2 - барабан; 3 - стебель; 4 - стопор; 5 - траверса; 6 - измерительный сменный стержень

11. Линейки поверочные ГОСТ 8026 изготовляют следующих типов

ЛТ - лекальные трехгранные;

ЛЧ - лекальные четырехгранные;

ШП - с широкой рабочей поверхностью прямоугольного сечения;

ШД - с широкой рабочей поверхностью двутаврового сечения.

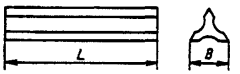
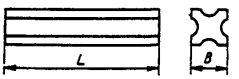
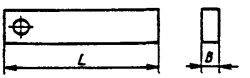
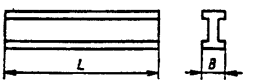
12. Угольники поверочные 90° ГОСТ 3749 типов УЛ - лекальные, УЛП - лекальные плоские, УЛЦ - лекальные цилиндрические, УП - слесарные плоские, УШ - слесарные с широким основанием (рис. 12). Угольники типа УЛЦ имеют следующие размеры, мм:

Н	160	250	400	630
Д	80	100	125	160.

13. Угломеры с нониусом ГОСТ 5378 применяют для измерения углов и приготовляют двух типов: УН - для измерения наружных углов от 0 до 180 и внутренних от 40 до 180° (рис. 13) с величиной отсчета по нониусу 2' и 5'; УМ - для измерения только наружных углов от 0 до 180° (рис. 14) с величиной отсчета по нониусу 2', 5', 15'. Цена деления шкалы основания угломеров должна быть 1°.

Основные размеры и классы точности поверочных линеек

ГОСТ 8026

Тип	Эскиз	Размер, мм		Класс точности
		L	B	
ЛТ		200 320 500	26 30 40	0; 1
ЛЧ		200 320 500	20 25 35	0; 1
ШП		250 400 630	5 6 10	0; 1; 2
ШД		630 1000 1600 2000 2500 3000 4000	14 16 18 18 20 20 30	0; 1; 2

Основные размеры угольников, мм

Тип	H	L	Тип	H	L
УЛ; УЛП; УП; УШ	60 100 160	40 60 100	УП; УШ	400	250
УЛП; УП; УШ	250	160	УШ	630 1000 1600	400 630 1000

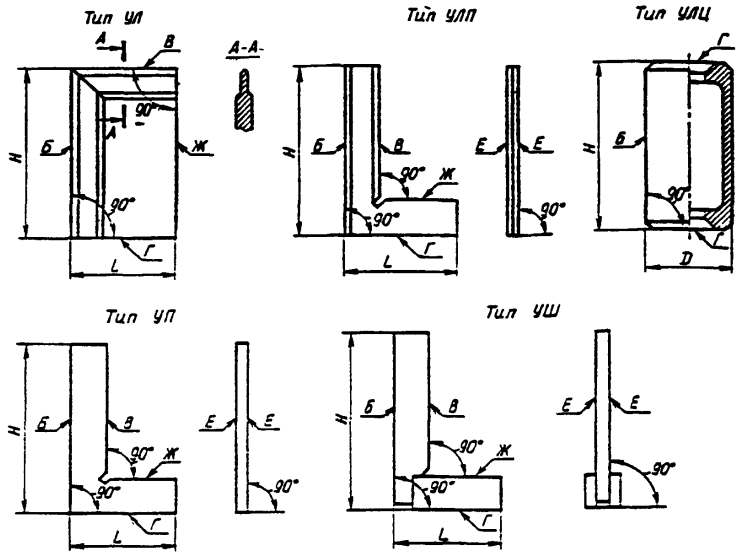


Рис. 12. Угольники поверочные:

Б, В - измерительные поверхности угольников; Г, Ж - опорные поверхности; Е - боковые поверхности

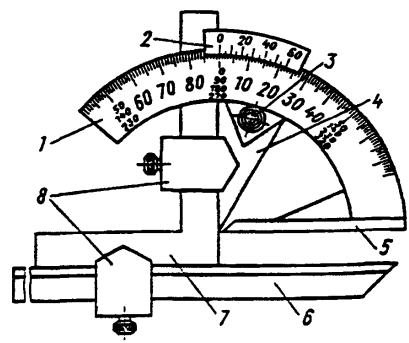


Рис. 13. Угломер УН:

1 - основание; 2 - нониус; 3 - стопор; 4 - сектор: 5 - линейка основания; 6 - линейка съемная; 7 - угольник; 8 - державка

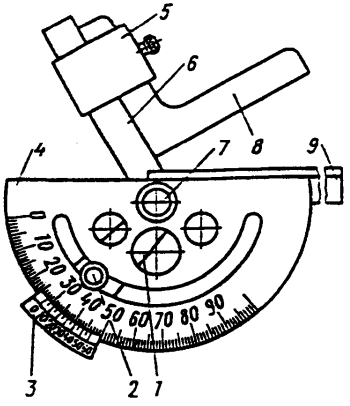


Рис. 14. Угломер УМ:

1 - сектор; 2 - стопор; 3 - нониус; 4 - основание; 5 - державка;
6 - линейка подвижная; 7 - ось; 8 - угольник; 9 - линейка съемная

14. Калибры для контроля отверстий. Пробки двусторонние с неполными непроходными вставками показаны на рис. 15,а. Ими измеряют отверстия диаметром 6-50 мм.

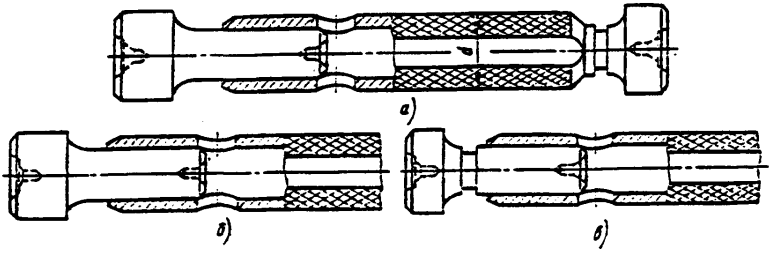


Рис. 15. Пробка со вставками:

а - двусторонние; б - проходные; в - непроходные

Пробки проходные со вставками (рис. 15,б) применяют для контроля отверстий диаметром 50-75 мм.

Пробки непроходные с неполными вставками (рис. 15,в) применяют для контроля отверстий диаметром 50-100 мм.

Пробки с насадками двусторонние (рис. 16,а), проходные (рис. 16,б) и непроходные (рис. 16,в) изготовляют для контроля отверстий диаметром 50-100 мм.

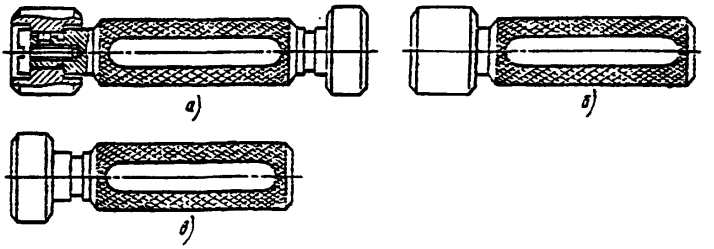


Рис. 16. Пробки с насадками:

а - двусторонние; б - проходные; в - непроходные

15. Геодезический инструмент.

Теодолиты ГОСТ 10529:

теодолит точный Т-2 (ТБ-1);

теодолит технический Т-15 (Т-30).

Нивелиры ГОСТ 10528:

нивелир высокоточный Н-2 (НА-1) с комплектом инвентарной рейки;

нивелир точный Н-3 (НС-4, НВ-1).

нивелир Н-3К МОП по ТУ 3-3.993.

Рейка базисная дальномерная.

Теодолиты и нивелиры выпускают предприятия Министерства оборонной промышленности.

16. Измерение твердости металлов.

Для этой цели применяют приборы:

- прибор стационарный для измерения твердости по Виккерсу ТП-7Р-1 с пределами измерения 8-1000 HV.

- прибор переносной для измерения твердости по Виккерсу ТПП-2 с пределами измерения 8-1500 HV.

- прибор настольный для измерения твердости по Роквеллу ТК-2М (ТК-14-250) по ТУ 25-06-227.

Все указанные приборы для определения твердости выпускает Ивановское производственное объединение "Точприбор".

17. Контроль шероховатости обработанных поверхностей.

На рабочих местах в цехах наиболее приемлем метод контроля шероховатости сравнением обработанной поверхности со стандартным образцом шероховатости по ГОСТ 9378 или с аттестованной деталью. При этом оценку шероховатости поверхности производят визуально-осязательным методом, с помощью лупы или специального микроскопа сравнения, позволяющих одновременно наблюдать поверхности образца и детали с увеличением до 80Х.

Для количественной оценки шероховатости применяют контактные щуповые приборы профилометры и профилографы мод. 201, 252, 253.

Приложение Д

(справочное)

Методика расчета фрикционных соединений на высокопрочных болтах

Фрикционными называют соединения, в которых передача усилий происходит за счет сил трения по контактным поверхностям соединяемых элементов. В общем виде несущая способность фрикционного соединения по одному контакту выражается формулой $Q = P\mu$, где P – усилие натяжения высокопрочного болта; μ - коэффициент трения по контактам, зависящий от способа подготовки: пескоструйный, дробеструйный, покрытие фрикционными грунтовками, очистка металлическими щетками (без эффекта шлифования). Значения коэффициентов трения приведены в таблице 1 настоящего СТО.

Фрикционные соединения применяют в заводских и монтажных соединениях любых стальных конструкций – строительных, мостостроительных, машиностроительных, инвентарных сборно-разборных и т.д.

При определении усилий в элементах конструкций фрикционные соединения рассматриваются как неподатливые в предположении упругой работы стали. Распределение продольного усилия между болтами прикрепления принимают равномерным.

Расчетную несущую способность (расчетное усилие) Q_{bh} одного болтоконтакта (например, в нахлесточном соединении или в соединении с односторонней накладкой) определяют по формуле $Q_{bh} = P\mu/\gamma_{bh}$, где γ_{bh} – коэффициент надежности, принимаемый по табл. 1 настоящего СТО.

Усилие натяжения высокопрочного болта определяют по формуле $P = R_{bh} A_{bh} m_{bh}$, где R_{bh} – расчетное сопротивление высокопрочного болта растяжению $R_{bh} = 0,7$ bun.

Здесь R_{bun} – расчетное сопротивление высокопрочных болтов (см. таблицу Д.1).

Число высокопрочных болтов в полустыке с накладками или в нахлесточном стыке при действии в стыкуемом элементе продольный силы N, проходящей через центр тяжести соединения, определяют по формуле $n \geq N: (mQ_{bh}n_s)$,

где - m коэффициент условий работы, равный 0,95

n_s – число контактов в соединении (в нахлесточном $n_s = 1$; с двухсторонними накладками $n_s = 2$).

Усилие N в соединяемых элементах определяют расчетом конструкции на прочность и выносливость. Если неизвестно значение данного усилия, но известна или заранее назначена конструктивно площадь рабочего сечения стыкуемых элементов, число болтов в соединении можно определить из условия равнопрочности стыка по площади $A_{нт}$, т.е. $N = R_y A_{нт}$, где R_y – расчетное сопротивление стали, из которой запроектирована конструкция.

Расчетные значения величин в вышеприведенных формулах сведены в таблицу Д.1. Показатели относятся к высокопрочным болтам из стали 40 «Селект».

При работе высокопрочных болтов на растяжение (например, во фланцевых соединениях) усилие натяжение необходимо принимать $P_o = 0{,}9P$.

Таблица Д.1

Наименование показателей	Обозначение	Диаметры болтов, мм			
		22	24	27	30
1. Площадь сечения стержня болта (брутто), $см^2$	A_b	3,80	4,52	5,72	7,06
2. Площадь сечения по резьбе (нетто), $см^2$	A_{bn}	3,03	3,52	4,59	5,60
3. Расчетное усилие натяжения болта, тс	P	22,5	26,3	34,2	35,4
4. Усилие натяжения с учетом коэффициента потерь (10 %) на релаксацию (допускаемый перетяг)	Px1,1	24,7	28,9	37,6	39
5. Предельная нагрузка на болт при испытании на разрыв, тс	-	33,4	38,8	50,5	53,2
6. Усилие натяжения болтов, работающих на растяжение, тс	P_o	20,25	23,67	30,78	31,86

gost.e-ecolog.ru