

СОГЛАСОВАНО
Заместитель руководителя ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



Государственная система обеспечения единства измерений.

Измерители крутящего момента силы.

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 464/03-2022
(с изменением № 1)

г. Чехов,
2024 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки измерителей крутящего момента (далее – измеритель(-и)), используемых в качестве рабочих средств измерений и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики измерителей крутящего момента силы

Исполнение	Диапазон измерений крутящего момента силы, Н·м	Пределы допускаемой приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений крутящего момента силы, %	Дискретность отсчёта измерений крутящего момента силы, Н·м
Orbis 6 N.m	от 0,05 до 6,00	$\pm 0,5 (\pm 0,3^{1})$	0,002
Tornado 1.5 N.m	от 0,05 до 1,50		0,0005
Tornado 3 N.m	от 0,05 до 3,00		0,001
Tornado 6 N.m	от 0,05 до 6,00		0,002
Tornado 10 N.m	от 0,05 до 10,00		0,002
VTG Tornado 1.5 N.m	от 0,05 до 1,50		0,0005
VTG Tornado 3 N.m	от 0,05 до 3,00		0,001
VTG Tornado 6 N.m	от 0,05 до 6,00		0,002
VTG Tornado 10 N.m	от 0,05 до 10,00		0,002
Vortex- dV			
- с датчиком 0.3 N.m	от 0,05 до 0,30		0,0005
- с датчиком 1.5 N.m	от 0,05 до 1,50		0,0005
- с датчиком 3 N.m	от 0,05 до 3,00		0,001
- с датчиком 6 N.m	от 0,05 до 6,00		0,002
- с датчиком 10 N.m	от 0,05 до 10,00		0,002
Vortex- i			
- с датчиком ITC 0.3 N.m	от 0,05 до 0,30		0,00005
- с датчиком ITC 1.5 N.m	от 0,05 до 1,50		0,0002
- с датчиком ITC 3 N.m	от 0,05 до 3,00		0,0005
- с датчиком ITC 6 N.m	от 0,05 до 6,00		0,001
- с датчиком ITC 10 N.m	от 0,05 до 10,00		0,002
Vortex- xt			
- с датчиком ITC 0.3 N.m	от 0,05 до 0,30		0,00005
- с датчиком ITC 1.5 N.m	от 0,05 до 1,50		0,0002
- с датчиком ITC 3 N.m	от 0,05 до 3,00		0,0005
- с датчиком ITC 6 N.m	от 0,05 до 6,00		0,001
- с датчиком ITC 10 N.m	от 0,05 до 10,00		0,002

Продолжение таблицы 1

Исполнение	Диапазон измерений крутящего момента силы, Н·м	Пределы допускаемой приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений крутящего момента силы, %	Дискретность отсчёта измерений крутящего момента силы, Н·м
Helixa- i		±0,5 (±0,3 ¹⁾)	
- с датчиком НТС 0.1 N.m	от 0,05 до 0,10		0,00002
- с датчиком НТС 0.3 N.m	от 0,05 до 0,30		0,00005
- с датчиком НТС 1.5 N.m	от 0,05 до 1,50		0,0002
- с датчиком НТС 3 N.m	от 0,05 до 3,00		0,0005
- с датчиком НТС 6 N.m	от 0,05 до 6,00		0,001
- с датчиком НТС 10 N.m	от 0,05 до 10,00		0,002
Helixa- xt			
- с датчиком НТС 0.1 N.m	от 0,05 до 0,10		0,00002
- с датчиком НТС 0.3 N.m	от 0,05 до 0,30		0,00005
- с датчиком НТС 1.5 N.m	от 0,05 до 1,50		0,0002
- с датчиком НТС 3 N.m	от 0,05 до 3,00		0,0005
- с датчиком НТС 6 N.m	от 0,05 до 6,00		0,001
- с датчиком НТС 10 N.m	от 0,05 до 10,00		0,002
1) – по заказу потребителя. Конкретное значение указывается в эксплуатационной документации			

1.3 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость измерителей в соответствии с государственной поверочной схемой крутящего момента силы, утвержденной приказом Росстандарта от 31.07.2019 г. № 1794 к государственному первичному эталону единицы крутящего момента силы ГЭТ 149-2010.

1.4 В методике поверки реализован следующий метод передачи единиц: метод прямых измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование этапа поверки	Обязательность выполнения операций поверки при:		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.1
Опробование	да	да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	-	-	10
Определение диапазона измерений и приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений крутящего момента силы	да	да	10.1
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	11

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

2.3 Если при проведении той или иной операции получают отрицательный результат, дальнейшую поверку прекращают, измеритель признают непригодным к применению и переходят к оформлению результатов поверки в соответствии с р. 12.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия измерений:

- температура окружающей среды, °C 20 ± 5 ;
- относительная влажность, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационные документы на измерители, имеющие достаточные знания и опыт работы с ними, имеющие квалификацию поверителя в установленном порядке и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25 °С, с абсолютной погрешностью не более 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 80 % с относительной погрешностью не более 2 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа.	Измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7М-Д, рег. № 71394-18
п. 8.2 Опробование	Рабочие эталоны 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений крутящего момента силы, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 июля 2019 г. № 1794 – установки поверочные	Установка для поверки датчиков крутящего момента силы 21400, рег. № 67157-17 Установка для поверки датчиков крутящего момента силы 21429, рег. № 67157-17
	Приспособление для калибровки измерителей	–
	Переходная оснастка для закрепления измерителя	–
п. 10 Определение диапазона измерений и приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений крутящего момента силы	Рабочие эталоны 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений крутящего момента силы, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 июля 2019 г. № 1794 – установки поверочные.	Установка для поверки датчиков крутящего момента силы 21400, рег. № 67157-17 Установка для поверки датчиков крутящего момента силы 21429, рег. № 67157-17
	Приспособление для калибровки измерителей	–
	Переходная оснастка для закрепления измерителя	–
Примечания:		
1) Допускается применение аналогичных средств поверки и вспомогательного оборудования, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.		
2) Чертеж рекомендуемого приспособления для калибровки приведен в Приложении А настоящей методики поверки.		
3) Чертеж рекомендуемой конструкции переходной оснастки приведен в Приложении Б настоящей методики поверки.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на поверяемый измеритель и используемые средства поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемого измерителя следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- комплектность соответствует требованиям эксплуатационной документации;
- поверхности деталей измерителя чистые и не имеют существенных дефектов лакокрасочных покрытий, механических повреждений и следов коррозии;
- надписи и обозначения на измерителе не повреждены и легко читаются;
- соединительные разъёмы не имеют повреждений и искажений формы;
- подвижные ползуны не имеет деформаций, препятствующих передаче крутящего момента, сколов и трещин.

7.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если измеритель соответствует требованиям, перечисленным в п. 7.1.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений).

Перед проведением поверки поверяемое средство измерений и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них и выдержаны не менее 4 часов при постоянной температуре, в условиях, приведённых в п. 3 настоящей методики поверки.

8.2 Опробование

8.2.1 Поверяемые измерители Orbis, Tornado, VTG Tornado установить в вертикальное положение, как показано на рисунке 1, на приспособление для калибровки (чертеж рекомендуемого приспособления для калибровки представлен в Приложении А к настоящей методике поверки).

8.2.2 Для поверяемых измерителей Vortex, Helixa в соответствии с руководством по эксплуатации провести демонтаж консоли, датчика крутящего момента силы (далее - датчик) и посадочной платформы. Далее на приспособление для калибровки установить датчик и посадочную платформу, как показано на рисунке 2.

8.2.3 Закрепить на измерителе переходную оснастку, отрегулировав при необходимости положение подвижных ползунков с помощью регулировочного винта (чертёж рекомендуемой конструкции переходной оснастки представлен в Приложении Б к настоящей методике поверки).

8.2.4 Включить поверяемый измеритель в соответствии с его эксплуатационной документацией и дождаться появления показаний текущего значения крутящего момента силы.

8.2.5 Навесить на измеритель рычаг поверочной установки.

8.2.6 Обнулить показания измерителя, в соответствии с эксплуатационной документацией.

8.2.7 Навесив грузы, провести нагружение крутящим моментом силы по часовой стрелке, равным верхнему пределу измерений ($M_{вх.пр.}$) измерителя.

8.2.8 Разгрузить измеритель.

8.2.9 Повторить операции 8.2.5 – 8.2.8 ещё дважды. При последнем нагружении выдержать измеритель под нагрузкой в течение не менее 0,5 минут.

8.2.10 Повторить операции 8.2.5 – 8.2.9 для направления нагружения против часовой стрелки.

8.2.11 Результаты опробования считать положительными, если показания на дисплее измерителя не имеют тенденции к монотонному изменению во время выдержки под нагрузкой.

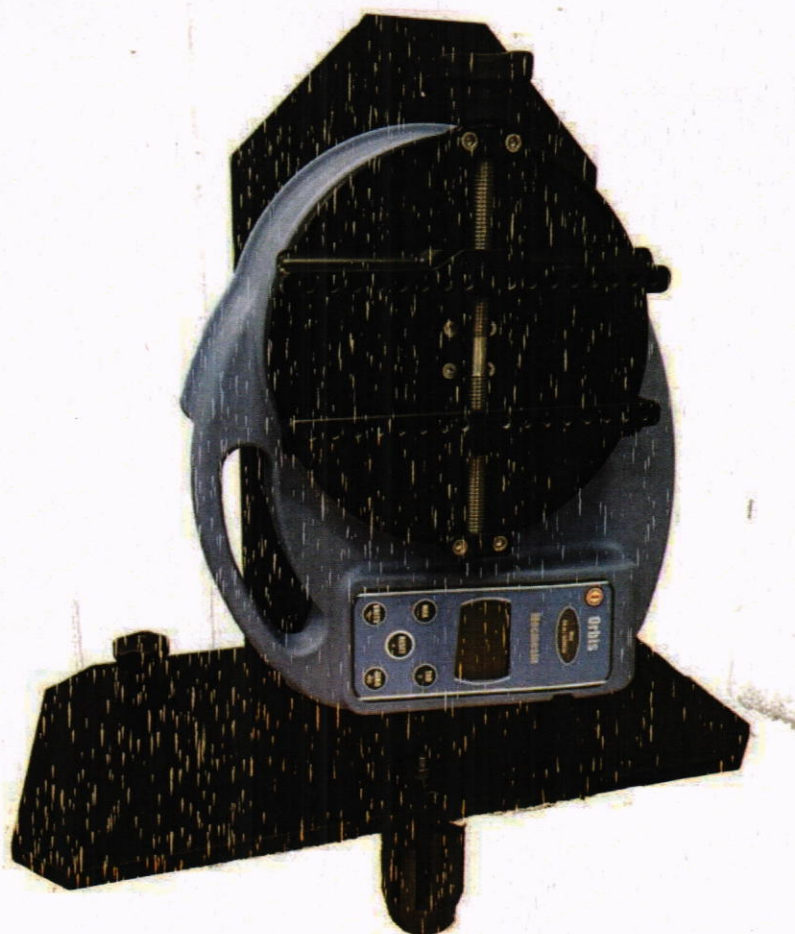


Рисунок 1 – Схема крепления измерителей Orbis, Tornado, VTG Tornado

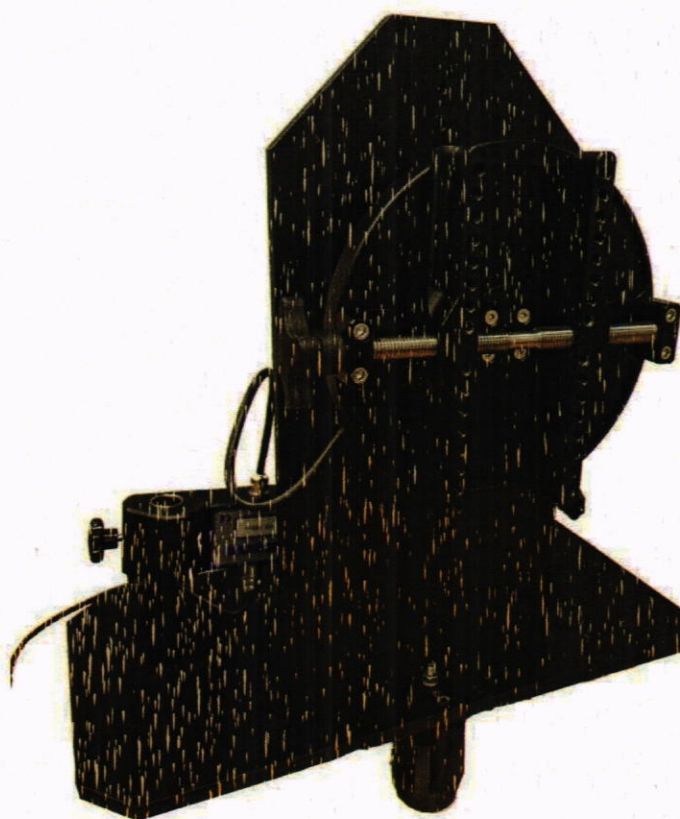


Рисунок 2 – Схема крепления измерителей Vortex, Helixa

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверка идентификации встроенного программного обеспечения (далее – ВПО) для измерителей Orbis, Tornado, VTG Tornado, Vortex-dv проводится в следующем порядке:

- включить поверяемый измеритель в соответствии с его эксплуатационной документацией;
- во время загрузки измерителей Orbis, Tornado, VTG Tornado считать идентификационные данные (версию ВПО) в нижней левой части загрузочного экрана;
- для измерителя Vortex-dv идентификационные данные программного обеспечения считать с панели управления.

9.2 Результаты проверки ВПО считаются положительными, если полученные идентификационные данные соответствуют данным, приведённым в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
Идентификационное наименование ПО	Встроенное ПО	
Исполнение	Orbis 6 N.m, Tornado 1.5 N.m, Tornado 3 N.m, Tornado 6 N.m, Tornado 10 N.m	VTG Tornado 1.5 N.m, VTG Tornado 3 N.m, VTG Tornado 6 N.m, VTG Tornado 10 N.m, Vortex-dv
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	1.01	1.01

9.3 Проверка идентификации программного обеспечения (далее – ПО) для измерителей Vortex-i, Vortex-xt, Helixa-i, Helixa-xt проводится в следующем порядке:

- включить поверяемый измеритель в соответствии с его эксплуатационной документацией;
- запустить программное обеспечение «Emperor (Torque)» на ПК. Номер версии и наименование ПО указывается в приветственном окне ввода логина и пароля.

9.4 Результаты проверки ПО считаются положительными, если полученные идентификационные данные соответствуют данным, приведенным в таблице 5.

Таблица 5 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Исполнение	Vortex-i, Vortex-xt, Helixa-i, Helixa-xt
Идентификационное наименование ПО	Emperor (Torque)
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	1.18-408

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

Определение метрологических характеристик выполнить сразу же по завершению операций по п. 8.2.10.

10.1 Определение диапазона измерений и приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений крутящего момента силы

10.1.1 Определение диапазона измерений и приведённой к верхнему пределу измерений погрешности измерений крутящего момента силы производится с помощью установки для поверки датчиков крутящего момента силы (далее – установки) в следующем порядке:

10.1.2 Нагрузить по часовой стрелке измеритель крутящим моментом силы равным значению нижнего предела измерений измерителя.

10.1.3 Считать и записать в протокол поверки (рекомендуемая форма протокола приведена в Приложении В настоящей методики поверки) показания по измерителю (X_{Ki}).

10.1.4 Нагрузить¹ измеритель ещё не менее четырьмя значениями крутящего момента силы, по возможности, равномерно распределённых по диапазону измерений крутящего момента силы, включая значение верхнего предела измерений (прямой ход).

П р и м е ч а н и е. Для мизмерителей: Helixa-xt с датчиком НТС 0.1 N.m; Helixa-i с датчиком НТС 0.1 N.m нагружения проводить только двумя нагрузками: 0,05 и 0,10 Н·м.

10.1.5 Считать и записать в протокол поверки показания по измерителю на каждой точке нагружения.

10.1.6 Разгрузить¹ измеритель по тем же точкам, по которым он был нагружен (обратный ход), считывая и записывая в протокол поверки показания по измерителю на каждой точке (X'_{Ki}).

10.1.7 Провести цикл операций по п.п. 10.1.2 – 10.1.6 ещё не менее двух раз. Перед началом каждого цикла нагружения обнулять показания измерителя.

10.1.8 Провести операции по п.п. 10.1.2 – 10.1.7 для направления против часовой стрелки.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1.1 По полученным показаниям измерителя рассчитать средние арифметические значения крутящего момента силы в i -ой точке диапазона измерений, для прямого ($\overline{X_{Ki}}$) и обратного ($\overline{X'_{Ki}}$) хода отдельно, по формулам (1) и (2):

$$\overline{X_{Ki}} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n X_{Ki}; \quad (1)$$

$$\overline{X'_{Ki}} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n X'_{Ki}; \quad (2)$$

где X_{Ki} – показания по измерителю в i -ой точке диапазона измерений для каждого j -го цикла при прямом ходе, Н·м;

X'_{Ki} – показания по измерителю в i -ой точке диапазона измерений для каждого j -го цикла при обратном ходе, Н·м;

n – число циклов нагружения.

11.1.2 Рассчитать абсолютное значение оценки систематической составляющей погрешности Δ_{cKi} по формуле (3):

$$\Delta_{cKi} = \frac{\overline{X_{Ki}} + \overline{X'_{Ki}}}{2} - M_{Ki}, \quad (3)$$

где M_{Ki} – эталонное значение крутящего момента силы в i -ой точке диапазона измерений, Н·м

11.1.3 Рассчитать абсолютное значение вариации показаний в i -ой точке диапазона измерений (h_{Ki}) по формуле (4):

$$h_{Ki} = \left| \overline{X_{Ki}} - \overline{X'_{Ki}} \right| \quad (4)$$

11.1.4 Рассчитать абсолютное значение среднеквадратического отклонения случайной составляющей погрешности в i -ой точке диапазона измерений (S_{0i}) по формуле (5):

$$S_{0i} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{Ki} - \overline{X_{Ki}})^2 + \sum_{i=1}^n (X'_{Ki} - \overline{X'_{Ki}})^2}{2 \cdot n - 1}} + \frac{h_{Ki}^2}{12} \quad (5)$$

¹ - Нагружения/разгружения проводить плавно (без ударов и рывков).

Перемены знака нагрузки до окончания нагружения/разгружения не допускаются. В случае несоблюдения этого требования цикл повторить заново.

11.1.5 Рассчитать границы суммарной абсолютной погрешности измерителя в i -ой точке диапазона измерений Δ_{Ki} по формуле (6):

$$\Delta_{Ki} = 2 \cdot \sqrt{S_{0i}^2 + \frac{\Delta_{ски}^2}{3}} \quad (6)$$

11.1.6 Рассчитать приведённую к верхнему пределу измерений погрешность измерений измерителя $\delta_{пр}$ (в процентах) по формуле (7):

$$\delta_{пр} = \frac{\max(\Delta_{Ki})}{M_{вх.пр.}} \cdot 100 \% \quad (7)$$

11.2 Результаты считать положительными, если диапазон измерений и приведённая к верхнему пределу измерений погрешности измерений крутящего момента силы соответствуют значениям, приведённым в таблице 1 настоящей методики поверки.

12 Оформление результатов поверки

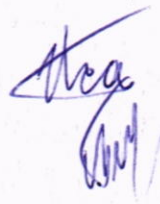
12.1 Сведения о результате и объёме поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.2 При положительных результатах поверки средство измерений признаётся пригодным к применению. В соответствии с действующим законодательством допускается выдача свидетельства о поверке. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Пломбирование средства измерений не производится.

12.3 При отрицательных результатах поверки, средство измерений признаётся непригодным к применению. В соответствии с действующим законодательством допускается выдача извещения о непригодности к применению средства измерений с указанием основных причин непригодности.

Ведущий инженер по метрологии ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»

Инженер по метрологии ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



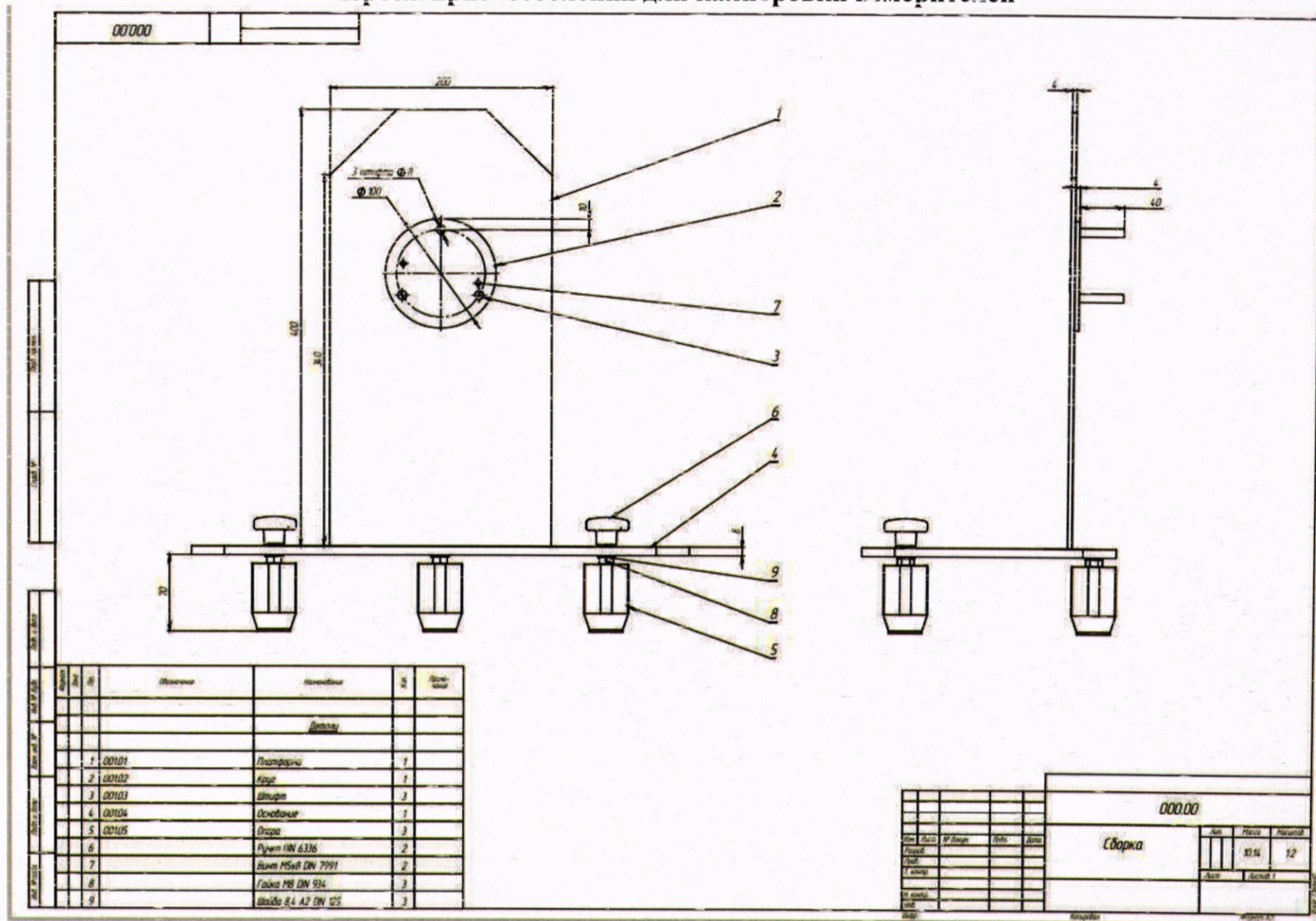
Е.В. Исаев

П.А. Беляева

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(Справочное)

Чертеж приспособления для калибровки измерителей



Чертеж А.1 – Чертеж приспособления для калибровки измерителей

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (Справочное)

Чертёж переходной оснастки

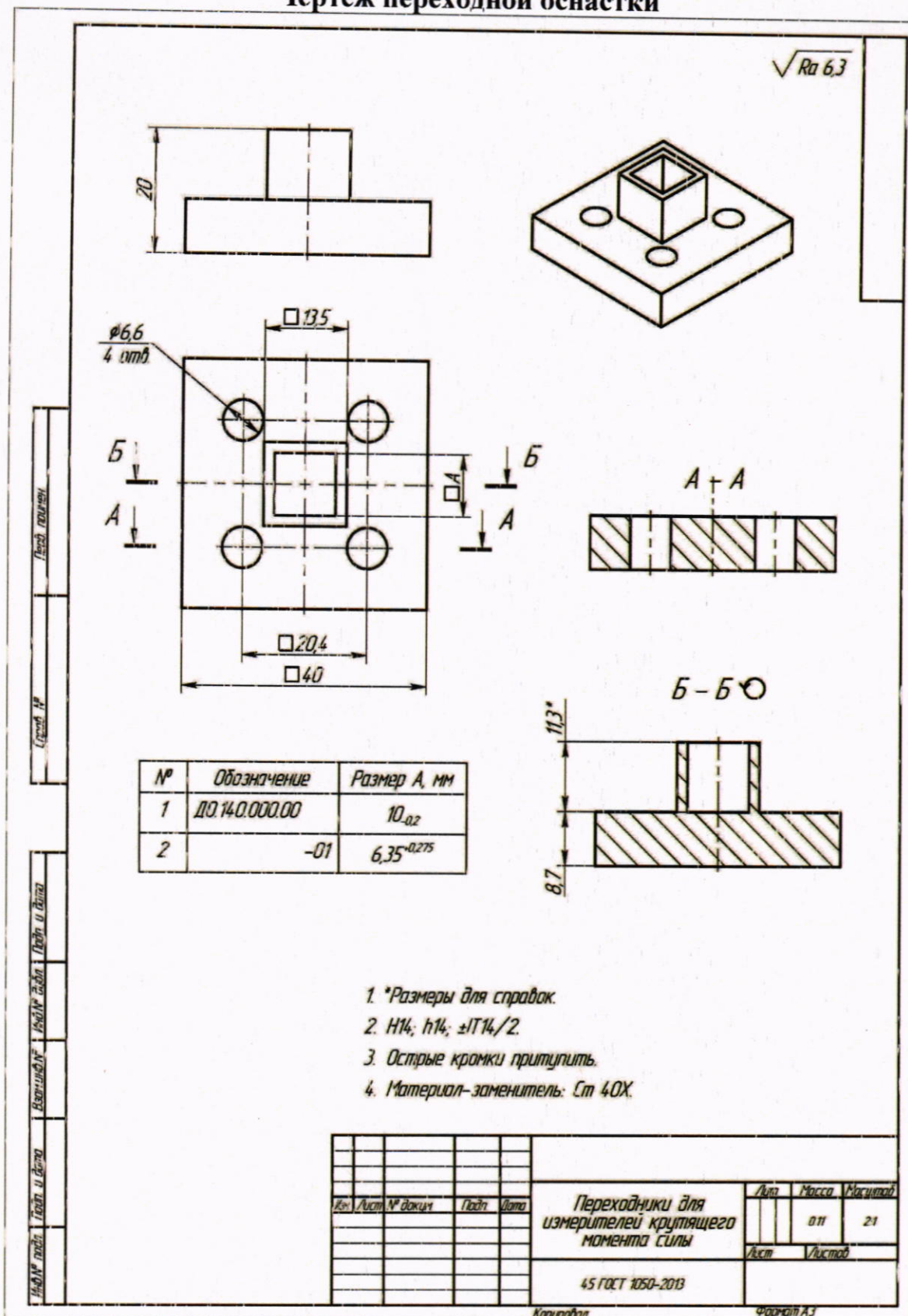


Рисунок Б.1 – Чертёж переходной оснастки

Примечание. Размер А приведён для использования с поверочной установкой с выходным квадратом 6,35 мм (1/4 дюйма). При использовании поверочных установок с другим размером выходного квадрата Размер А необходимо скорректировать под этот размер.

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(рекомендуемое)**Форма протокола поверки**

ПРОТОКОЛ (первичной/периодической) поверки № _____
от «____» _____ 20__ г.

1. Тип СИ _____
2. Исполнение _____
3. Серийный номер _____
4. Производитель _____
5. Год изготовления _____
6. Условия поверки:
 - температура воздуха _____ °C
 - относительная влажность _____ %
 - атмосферное давление _____ кПа
7. _____
8. _____

Средства поверки:

Результаты поверки:

1. Результаты внешнего осмотра средства измерений: _____

2. Результаты опробования: _____

3. Результаты проверки программного обеспечения средства измерений: _____

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

4. Определения метрологических характеристик:

4.1. Определение диапазона измерений и приведённой погрешности измерений крутящего момента силы

Направление нагружения: по часовой стрелке / против часовой стрелки

[illegible]

Наибольшее значение приведённой к верхнему пределу измерений погрешность измерений измерителя, $\delta_{пр}$, %: _____

Предъявляемое требование, не более, %: _____

Заключение по результатам поверки:

Поверитель: _____ / « » 20 г.