

СОГЛАСОВАНО  
Заместитель руководителя ЛОЕИ  
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



К.Б. Козлов

2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений.

Измерители крутящего момента силы.

## ***МЕТОДИКА ПОВЕРКИ***

МП 464/03-2022

г. Чехов,  
2022 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                                | ±0,5 (±0,3 <sup>1)</sup> )   | 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 ИТС 0.3 N.m | от 0,05 до 0,30                                |  |  | 0,00005 |
| - с датчиком ИТС 1.5 N.m | от 0,05 до 1,50                                |  |  | 0,0002  |
| - с датчиком ИТС 3 N.m   | от 0,05 до 3,00                                |  |  | 0,0005  |
| - с датчиком ИТС 6 N.m   | от 0,05 до 6,00                                |  |  | 0,001   |
| - с датчиком ИТС 10 N.m  | от 0,05 до 10,00                               |  | 0,002  |         |
| Vortex- xt               |  |  |  |         |
| - с датчиком ИТС 0.3 N.m | от 0,05 до 0,30                                |  | 0,00005  |         |
| - с датчиком ИТС 1.5 N.m | от 0,05 до 1,50                                |  | 0,0002   |         |
| - с датчиком ИТС 3 N.m   | от 0,05 до 3,00                                |  | 0,0005   |         |
| - с датчиком ИТС 6 N.m   | от 0,05 до 6,00                                |  | 0,001  |         |
| - с датчиком ИТС 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 <sup>1)</sup> )   |  |
| - 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  |  |

<sup>1)</sup> – 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 (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)   | 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 п. 12.

## 3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия измерений:

- температура окружающей среды, °С 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  | Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25 °С, с абсолютной погрешностью не более 1 °С;<br>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 80 % с относительной погрешностью не более 2 %;<br>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 (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)   | 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<br>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<br>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 Orbita, 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,<br>Tornado 1.5 N.m,<br>Tornado 3 N.m,<br>Tornado 6 N.m,<br>Tornado 10 N.m | VTG Tornado 1.5 N.m,<br>VTG Tornado 3 N.m,<br>VTG Tornado 6 N.m,<br>VTG Tornado 10 N.m,<br>Vortex-dv |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже | 1.14   | 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.

| 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                                     |

## 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 приведенной 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 Нагрузить<sup>1</sup> 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 Разгрузить<sup>1</sup> 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  $\Delta_{cKi}$  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):

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

<sup>1</sup> - 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  $\Delta_{Ki}$  по формуле (6):

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

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 признается 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 признается непригодным к применению. В соответствии с действующим законодательством допускается выдача извещения о непригодности к применению средства измерений с указанием основных причин непригодности.

Инженер по метрологии ЛОЕИ  
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»

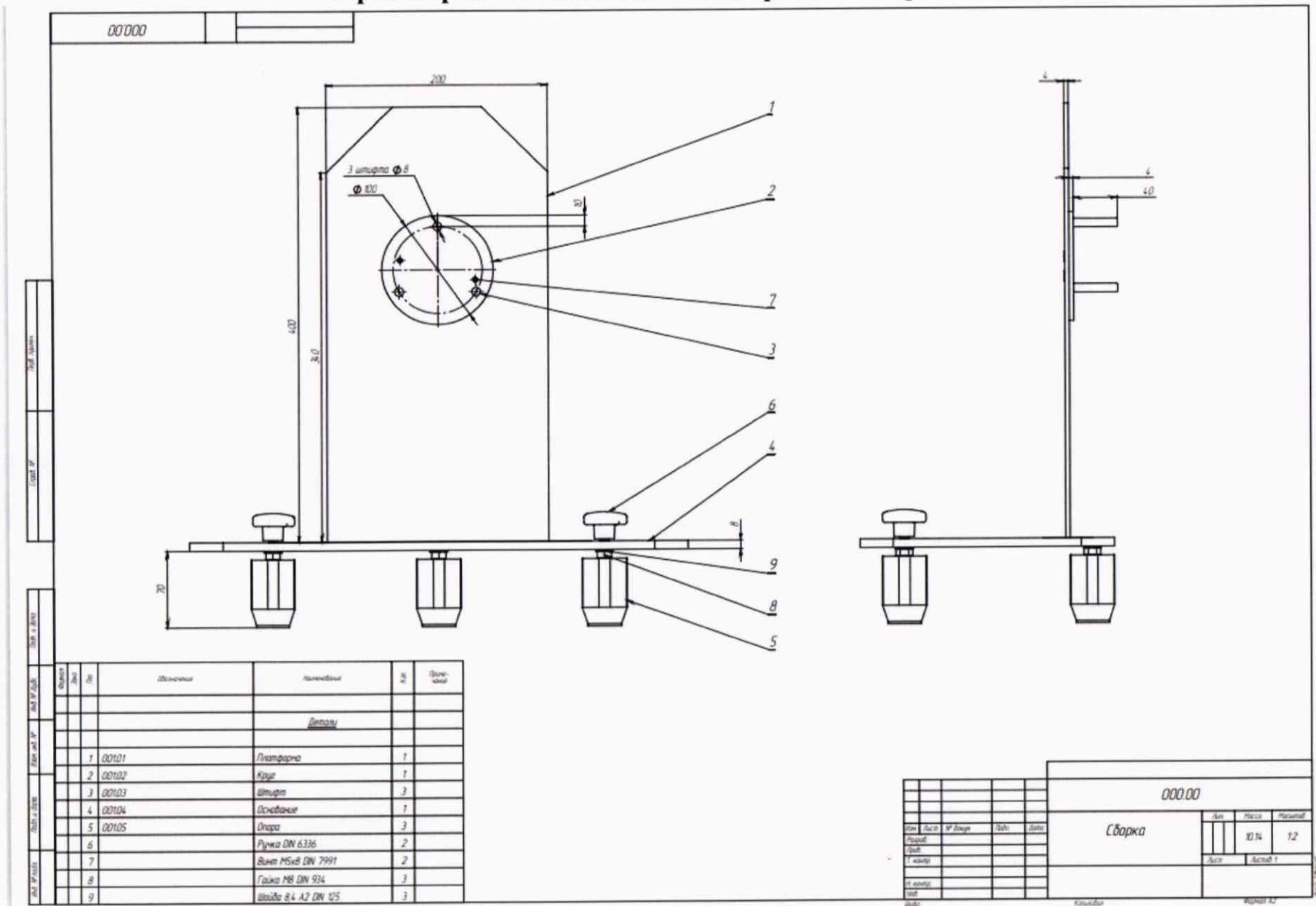


В.А. Лапшинов



# ПРИЛОЖЕНИЕ А (Справочное)

## Чертеж приспособления для калибровки измерителей



Чертеж А.1 – Чертеж приспособления для калибровки измерителей

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
(Справочное)

**Чертеж переходной оснастки**

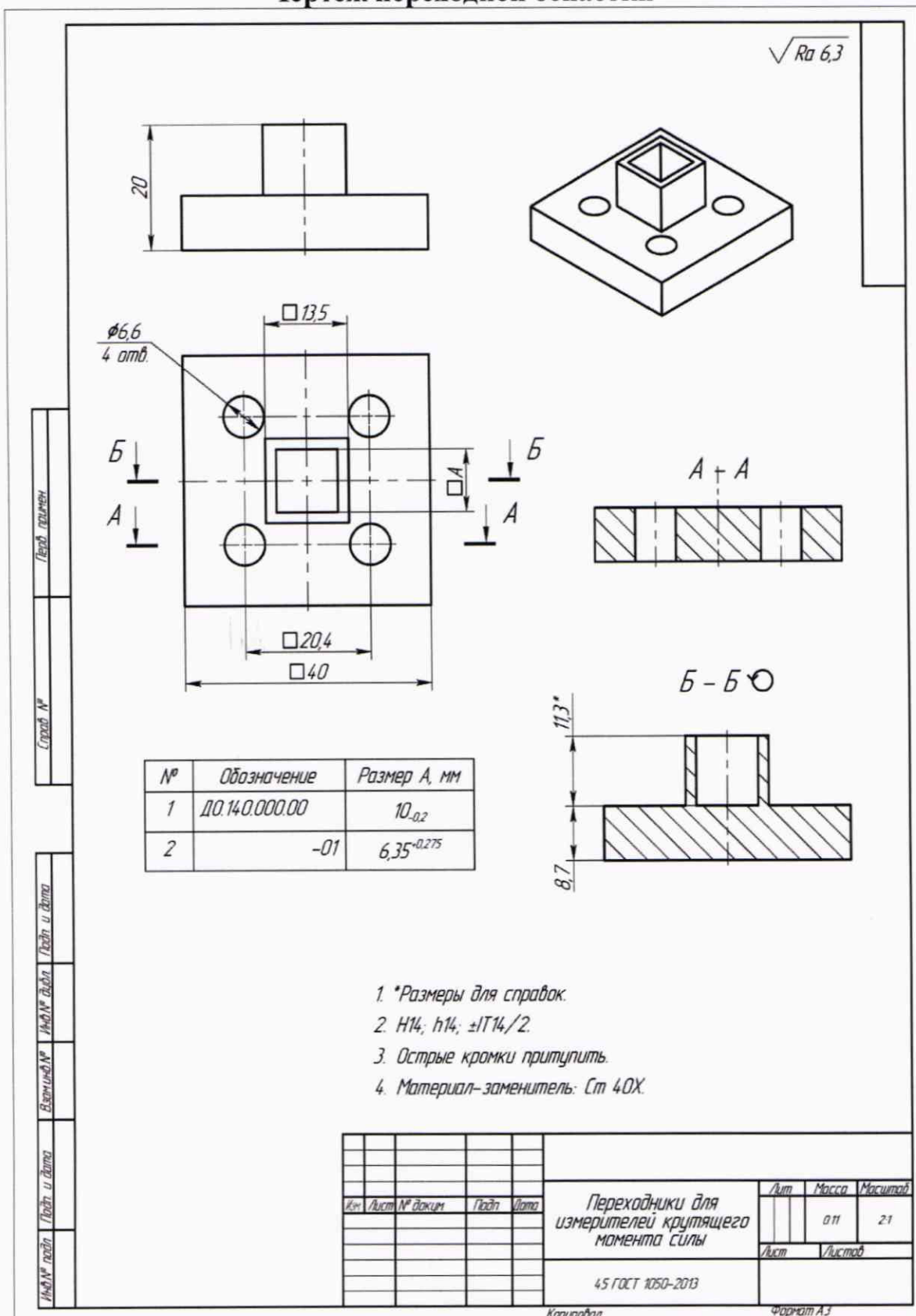


Рисунок Б.1 – Чертеж переходной оснастки

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 \_\_\_\_\_ °С
  - 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: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

