

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов

2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений.

Измерители крутящего момента силы ТГ.

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-602-2024

г. Чехов,
2024 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки измерителей крутящего момента силы ТТ (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

| Модификация | 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 |
|-------------|--|--|--|
| TT-01 | от 0,05 до 1,0 | | 0,01 |
| TT-02 | от 0,05 до 2,0 | | 0,01 |
| TT-05 | от 0,05 до 5,0 | | 0,01 |
| TT-10 | от 0,10 до 10,0 | | 0,1 |
| ATT-02 | от 0,05 до 2,0 | | 0,0002 |
| ATT-05 | от 0,05 до 5,0 | | 0,0005 |
| ATT-10 | от 0,05 до 10,0 | | 0,001 |
| ATT-20 | от 0,05 до 20,0 | | 0,002 |
| MTT-01 | от 0,05 до 1,0 | | 0,001 |
| MTT-02 | от 0,05 до 2,0 | ±0,5/±0,3 ¹⁾ | 0,002 |
| MTT-03 | от 0,05 до 3,0 | | 0,003 |
| MTT-05 | от 0,05 до 5,0 | | 0,005 |
| MTT-10 | от 0,1 до 10,0 | | 0,01 |
| MTT-20 | от 0,50 до 20,0 | | 0,05 |
| MTT-50 | от 1,0 до 50,0 | | 0,05 |

¹⁾ – по заказу потребителя. Фактическое 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 06.09.2024 № 2152, к государственному первичному эталону единицы крутящего момента силы ГЭТ 149-2023.

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 |

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

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. 11.

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 применения 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 °C, с абсолютной погрешностью не более 1 °C; 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, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 сентября 2019 г. № 2152 – установки поверочные Приспособление для калибровки измерителей Переходная оснастка для закрепления измерителя | Установка для поверки датчиков крутящего момента силы 21400, рег. № 67157-17 Установка для поверки датчиков крутящего момента силы 21429, рег. № 67157-17 |
| 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, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 сентября 2024 г. № 2152 – установки поверочные. Приспособление для калибровки измерителей Переходная оснастка для закрепления измерителя | Установка для поверки датчиков крутящего момента силы 21400, рег. № 67157-17 Установка для поверки датчиков крутящего момента силы 21429, рег. № 67157-17 |
| 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 передачи 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 ТТ, АТГ установить в вертикальное положение на приспособление для калибровки (чертеж рекомендуемого приспособления для калибровки представлен в Приложении А к настоящей методике поверки).

8.2.2 Для поверяемых измерителей МТТ 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 1.

8.2.3 Закрепить на измерителе переходную оснастку, отрегулировав при необходимости положение подвижных ползунов 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.

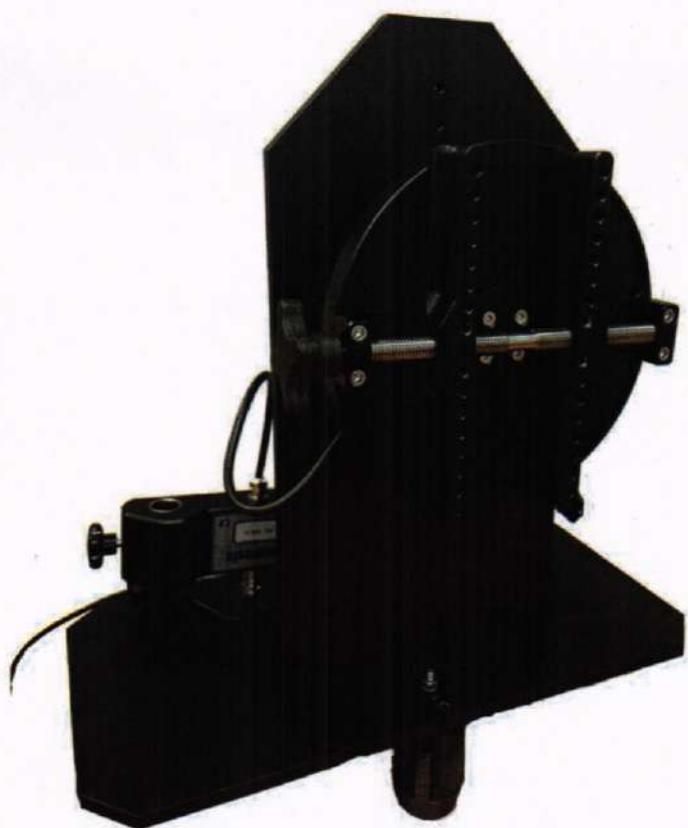


Рисунок 1 – Схема крепления измерителей МТТ

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверка идентификации встроенного программного обеспечения (далее – ВПО) для измерителей ATT, МТТ проводится в следующем порядке:

- включить поверяемый измеритель в соответствии с его эксплуатационной документацией;
- во время загрузки измерителей ATT считать идентификационные данные (версию ВПО) по центру загрузочного экрана;
- для измерителя МТТ идентификационные данные программного обеспечения считать с панели управления.

9.2 Результаты проверки ВПО считаются положительными, если полученные идентификационные данные соответствуют данным, приведённым в таблицах 4-5.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

| Идентификационные данные (признаки) | Значение |
|--|--------------------------------|
| Исполнение | ATT-02, ATT-05, ATT-10, ATT-20 |
| Идентификационное наименование ПО | Встроенное ПО |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже | V4.31 |
| Цифровой идентификатор ПО | - |

Таблица 5 - Идентификационные данные программного обеспечения

| Идентификационные данные (признаки) | Значение |
|--|--|
| Исполнение | MTT-01, MTT-02, MTT-03, MTT-05, MTT-10, MTT-20, MTT-50 |
| Идентификационное наименование ПО | Встроенное ПО |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже | V1.0 |
| Цифровой идентификатор ПО | - |

10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия метрологическим требованиям

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 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).

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.

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

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

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

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.

10.1.10 Рассчитать абсолютное значение оценки систематической составляющей погрешности Δ_{cKi} по формуле:

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

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

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

$$h_{Ki} = |\bar{X}_{Ki} - \bar{X}'_{Ki}| \quad (4)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

10.2 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.

11 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.

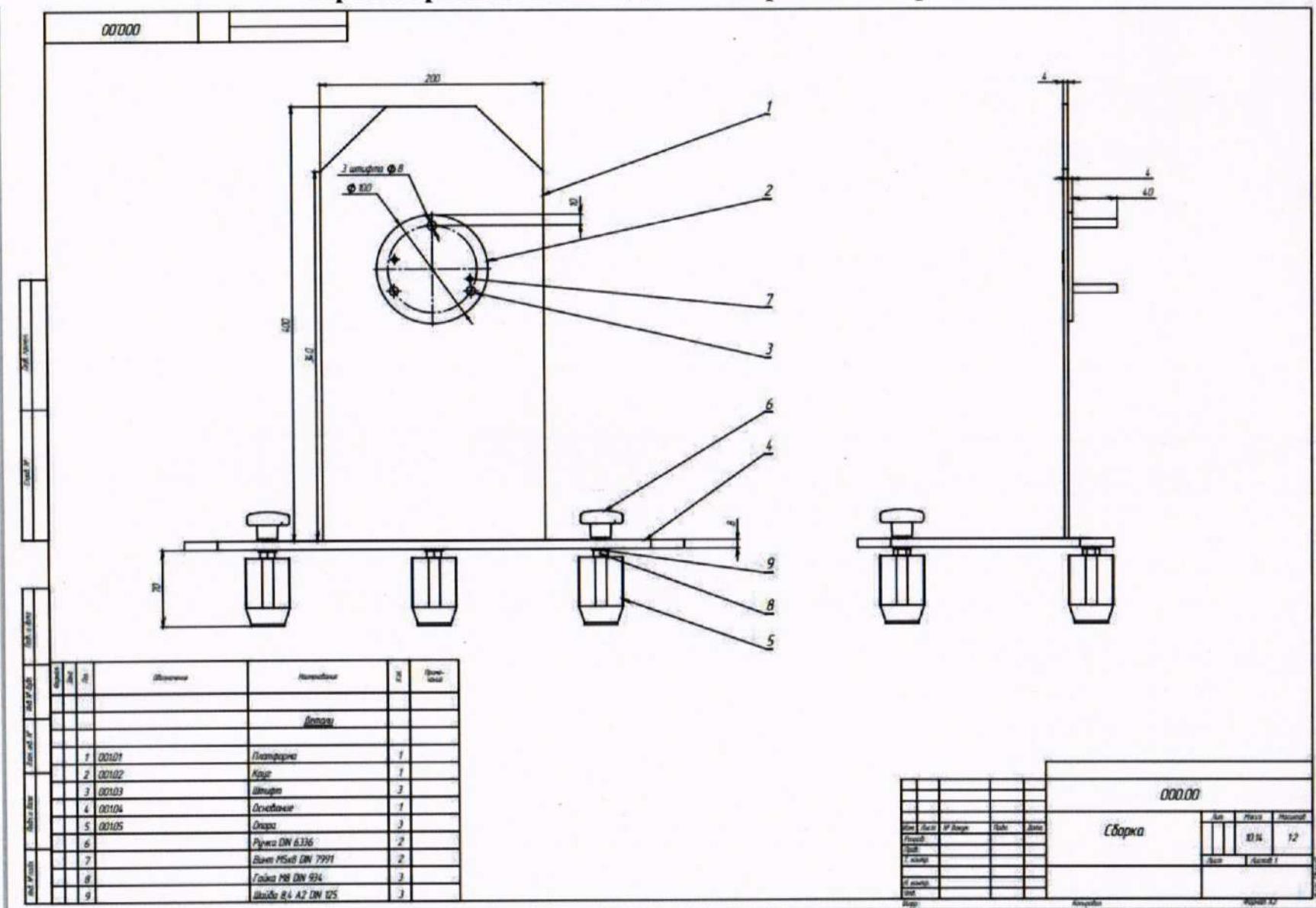
Ведущий инженер по метрологии ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

E.B. Исаев

Ведущий инженер по метрологии ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

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

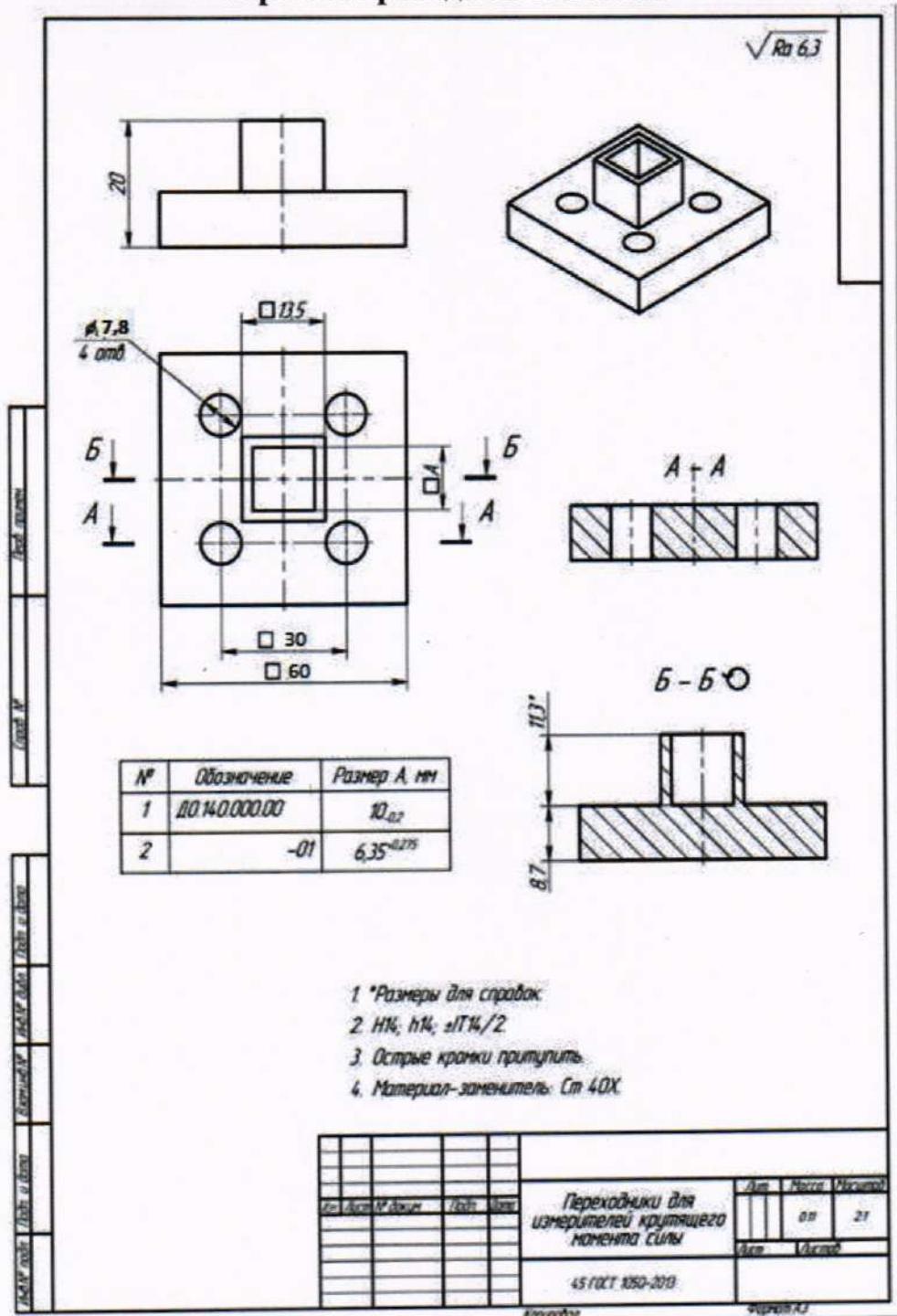


Рисунок Б.1 – Чертёж переходной оснастки

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.