

СОГЛАСОВАНО
Заместитель руководителя ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



Ж.Б. Козлов

2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений.

Измерители крутящего момента силы ТТ01.

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-305/07-2021

г. Москва,
2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Общие положения..... | 3 |
| 2 | Перечень операций поверки средства измерений (далее - поверка) | 3 |
| 3 | Требования к условиям проведения поверки | 3 |
| 4 | Требования к специалистам, осуществляющим поверку | 3 |
| 5 | Метрологические и технические требования к средствам поверки | 3 |
| 6 | Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки..... | 4 |
| 7 | Внешний осмотр средства измерений | 4 |
| 8 | Подготовка к поверке и опробование средства измерений..... | 5 |
| 9 | Определение метрологических характеристик средства измерений..... | 7 |
| 9.1 | Определение диапазона измерений и приведённой погрешности измерений крутящего момента силы | 7 |
| 9.2 | Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | 7 |
| 10 | Оформление результатов поверки..... | 8 |
| | ПРИЛОЖЕНИЕ А | 9 |
| | ПРИЛОЖЕНИЕ Б | 11 |
| | ПРИЛОЖЕНИЕ В | 12 |
| | ПРИЛОЖЕНИЕ Г | 13 |

1 Общие положения

- 1.1 Настоящая методика распространяется на измерители крутящего момента силы ТТ01, производства Mark-10 Corporation, США (далее – измерители) и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.
- 1.2 Настоящая методика поверки разработана в соответствии с требованиями Приказа № 2907 от 28.08.2020 «Об утверждении порядка установления и изменения интервала между поверками средств измерений, порядка установления, отмены методик поверки и внесения изменений в них, требования к методикам поверки средств измерений.» и части 7 статьи 12 Федерального закона № 102-ФЗ от 26.08.2008 г. «Об обеспечении единства измерений».
- 1.3 Измерители обеспечивают прослеживаемость к ГЭТ 149-2010 «ГПЭ единицы крутящего момента силы» в соответствии с Приказом № 1794 от 31.07.2019 г. «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений крутящего момента силы».
- 1.4 Не предусмотрена возможность реализации проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измерительных величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений (далее - поверка)

- 2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

| №№ | Наименование операции | Номер пункта методики поверки | Обязательное проведение операции при поверке | |
|-----|--|-------------------------------|--|---------------|
| | | | первичной | периодической |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Внешний осмотр средства измерений | 7 | Да | Да |
| 2 | Подготовка к поверке и опробование средства измерений | 8 | Да | Да |
| 2.1 | Проверка идентификации программного обеспечения средства измерений | 8.3 | Да | Да |
| 3 | Определение метрологических характеристик средства измерений | 9 | - | - |
| 3.1 | Определение диапазона измерений и приведённой погрешности измерений крутящего момента силы | 9.1 | Да | Да |

3 Требования к условиям проведения поверки

- 3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия измерений:
- температура окружающей среды, °С 20±2;
 - диапазон относительной влажности окружающего воздуха, % от 30 до 90.

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 2

Таблица 2 – Средства поверки

| Номер пункта методики поверки | Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки | Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации |
|--------------------------------------|---|--|
| Основные средства поверки: | | |
| 9.1 | 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, (регистрационный номер 67157-17 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений); Установка для поверки датчиков крутящего момента силы 21429, (регистрационный номер 67157-17 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений); |
| Вспомогательное оборудование: | | |
| 9.1 | Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от +15 до +25 °С | Измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7М-Д, (регистрационный номер 71394-18 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений) |
| | Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений, не более 96 % | |

Допускается применение аналогичных средств поверки и вспомогательного оборудования, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

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:

- 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.

7.3 Если требования п. 7.1. не выполняются, дальнейшие операции поверки не производить, измеритель признать непригодным к применению и перейти к оформлению результатов поверки в соответствии с п. 12.3.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки необходимо:

- 8.1.1 Подготовить к работе измеритель и средства поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- 8.1.2 Выдержать поверяемый измеритель в помещении, в котором будет проводиться поверка, не менее 2 часов;
- 8.1.3 Выдержать средства поверки в помещении, в котором будет проводиться поверка, не менее 24 часов.

8.2 Опробование проводить в следующей последовательности:

- 8.2.1 Поверяемый измеритель установить в вертикальное положение, как показано на рисунке 1 (чертёж рекомендуемой конструкции крепёжной плиты представлен в Приложении А к настоящей методике поверки).
- 8.2.2 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).
- 8.2.3 Включить поверяемый измеритель в соответствии с его эксплуатационной документацией и дождаться появления показаний текущего значения крутящего момента силы.
- 8.2.4 Навесить на измеритель рычаг поверочной установки.
- 8.2.5 Обнулить показания измерителя, однократным нажатием на кнопку «ZERO».
- 8.2.6 Навесив грузы, провести нагружение крутящим моментом силы по часовой стрелке, равным верхнему пределу измерений ($M_{вх.пр.}$) измерителя.
- 8.2.7 Разгрузить измеритель.
- 8.2.8 Повторить операции 8.2.5 – 8.2.6 ещё дважды. При последнем нагружении выдержать измеритель под нагрузкой в течение не менее 0,5 минут.
- 8.2.9 Повторить операции 8.2.5 – 8.2.7 для направления нагружения против часовой стрелки.
- 8.2.10 *Результаты опробования считать положительными, если показания на дисплее измерителя не имеют тенденции к монотонному изменению во время выдержки под нагрузкой.*
- 8.2.11 *Если требование п. 8.2.10 не выполняется, дальнейшие операции поверки не производить, измеритель признать непригодным к применению и перейти к оформлению результатов поверки в соответствии с п. 12.3.*

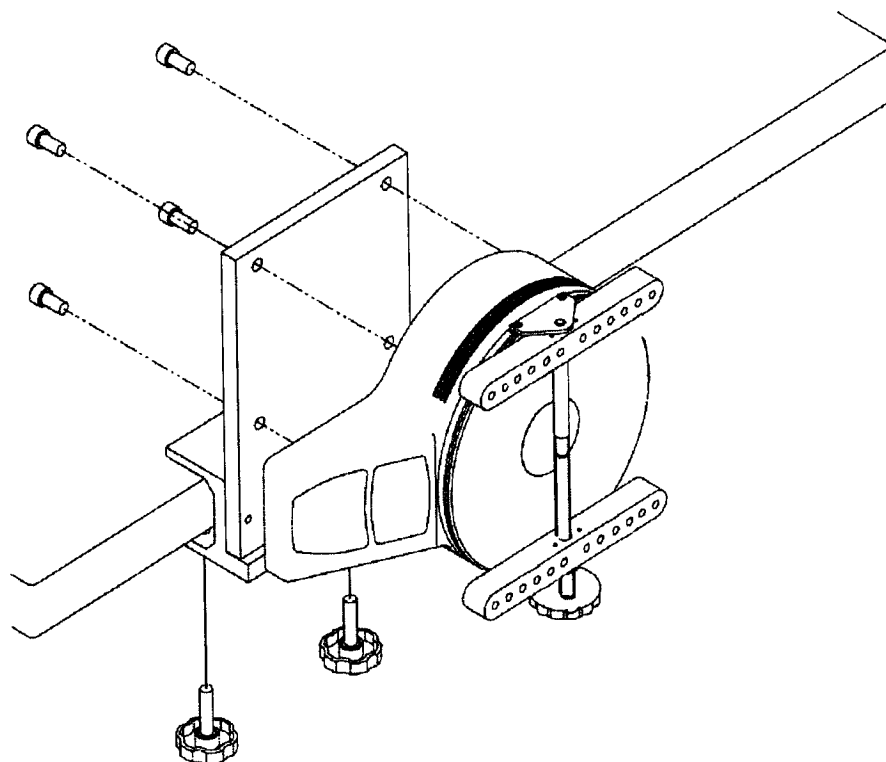


Рисунок 1 – Схема крепление измерителя

8.3 Проверка идентификации программного обеспечения средства измерений

8.3.1 Проверка идентификации программного обеспечения (далее – ПО) средства измерений проводится в следующем порядке:

- включить поверяемый измеритель в соответствии с его эксплуатационной документацией;
- во время загрузки измерителя считать идентификационные данные (версию ПО) в нижней части загрузочного экрана (выделено в рамку на рисунке 2).

8.3.2 Результаты проверки ПО считаются положительными, если полученные идентификационные данные соответствуют данным, приведённым в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

| Идентификационные данные (признаки) | Значение |
|---|---------------|
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | Не ниже 2.2.3 |



Рисунок 2 – Загрузочный экран измерителя

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Определение диапазона измерений и приведённой погрешности измерений крутящего момента силы

- 9.1.1 Определение диапазона измерений и приведённой погрешности измерений крутящего момента силы производится с помощью установки поверочные (далее – установки) в следующем порядке.
- 9.1.2 Нагрузить по часовой стрелке измеритель крутящим моментом силы равным значению нижнего предела измерений измерителя.
- 9.1.3 Считать и записать в протокол поверки показания по измерителю (X_{Ki}).
- 9.1.4 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).
- 9.1.5 Считать и записать в протокол поверки показания по измерителю на каждой точке нагружения.
- 9.1.6 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}).
- 9.1.7 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.
- 9.1.8 Провести операции по п.п. 10.1.2 – 10.1.7 для направления нагружения против часовой стрелки.

9.2 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

- 9.2.1 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.

- 9.2.2 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

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

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

- 9.2.4 Рассчитать абсолютное значение среднеквадратического отклонения случайной составляющей погрешности в i -ой точке диапазона измерений (S_{0i}) по формуле (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 повторяют заново.

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

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

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

9.2.6 Рассчитать приведённую к удвоенному значению верхнего предела измерений погрешность измерителей в i -ой точке диапазона измерений δ_{Ki} по формуле (7):

$$\delta_{Ki} = \frac{\Delta_{Ki}}{2 \cdot M_{\text{вх.пр.}}} \cdot 100 \% \quad (7)$$

9.2.7 Определить приведённую к удвоенному значению верхнего предела измерений погрешность измерителя δ_M по формуле (8):

$$\delta_M = \max_{\delta}(\delta_{Ki}), \quad (8)$$

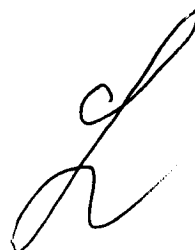
где $\max_{\delta}(\delta_{Ki})$ – максимальное значение приведённой к удвоенному значению верхнего предела измерений погрешности в диапазоне ее нормирования.

9.3 *Результаты считать положительными, если диапазон измерений и приведённая к удвоенному значению верхнего предела измерений погрешности измерений крутящего момента силы соответствуют значениям, приведённым в Приложении В к настоящей методике поверки.*

10 Оформление результатов поверки

- 10.1 Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде сводной таблицы результатов поверки по каждому пункту разделов 7 - 9 настоящей методики поверки с указанием предельных числовых значений результатов измерений и их оценки по сравнению с предъявленными требованиями. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в Приложении Г к настоящей методике поверки.
- 10.2 Сведения о результатах поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.
- 10.3 При положительных результатах поверки измеритель признается пригодным к применению. Сведения о положительных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, и на измеритель выдается свидетельство о поверке в соответствии с действующим законодательством. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в соответствии с действующим законодательством.
- 10.4 При отрицательных результатах поверки измеритель признается непригодным к применению. Сведения об отрицательных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, и на измеритель выдается извещение о непригодности с указанием основных причин в соответствии с действующим законодательством.

Инженер по метрологии ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



В.А. Лапшинов

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(рекомендуемое)

Чертеж конструкции крепёжной плиты

Крепёжная плита состоит из двух деталей, скрепляемых между собой резьбовым соединением. Эскизы деталей приведены на рисунках А.1 и А.2

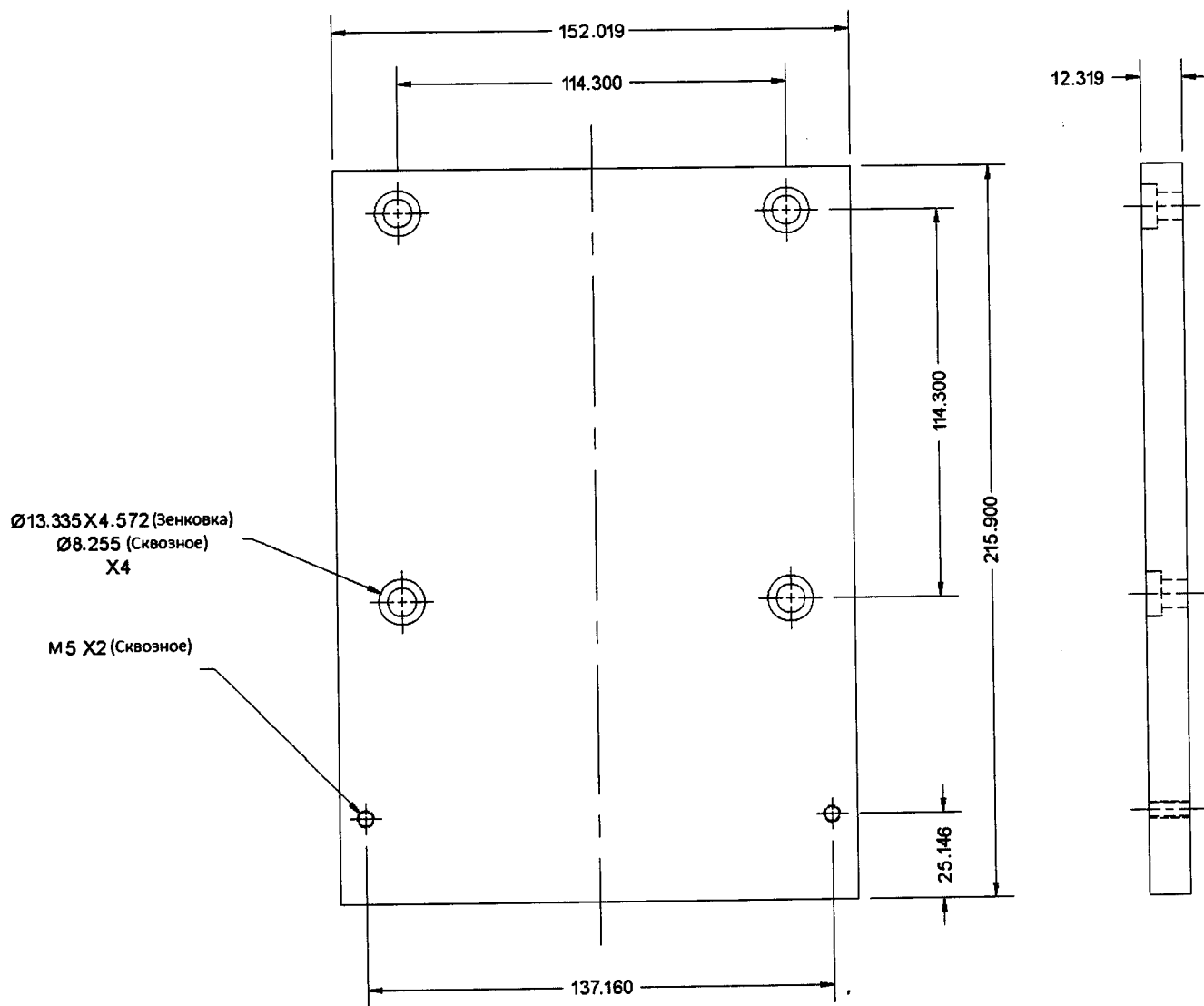


Рисунок А.1 – Эскиз плиты

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

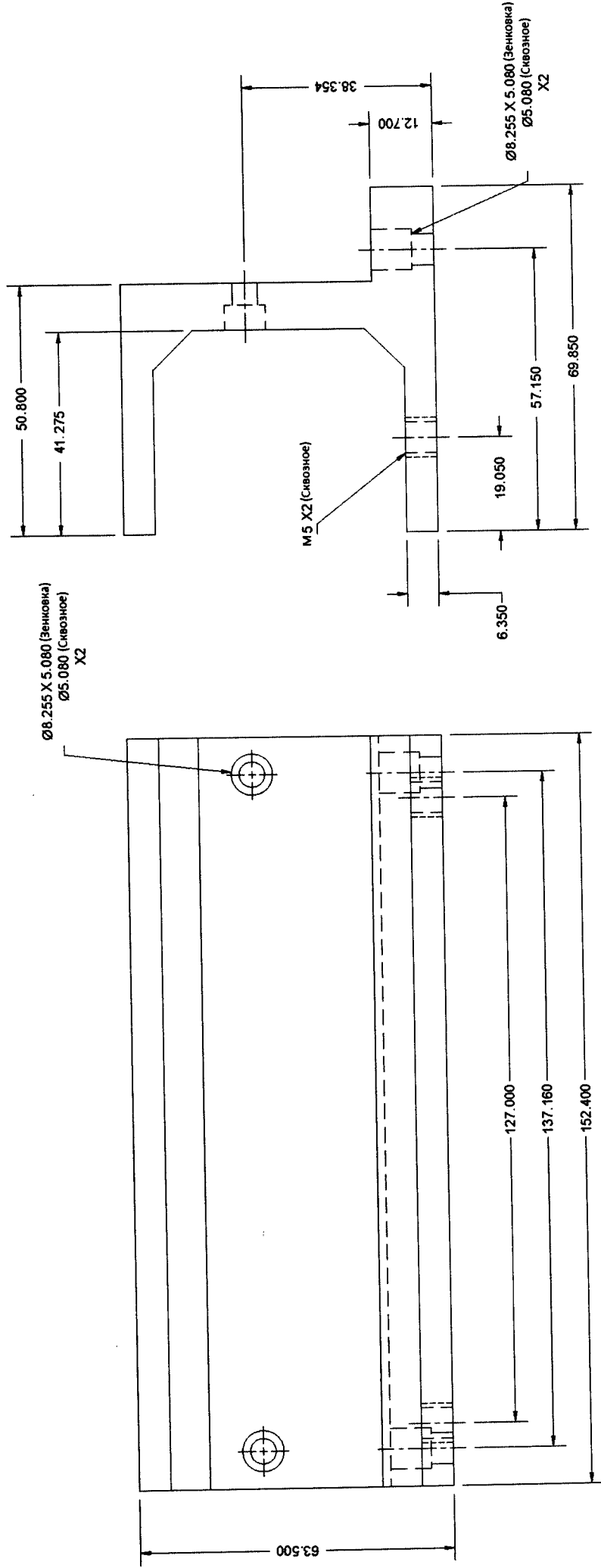


Рисунок А.2 – Эскиз кронштейна

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(рекомендуемое)

Чертёж конструкции переходной оснастки

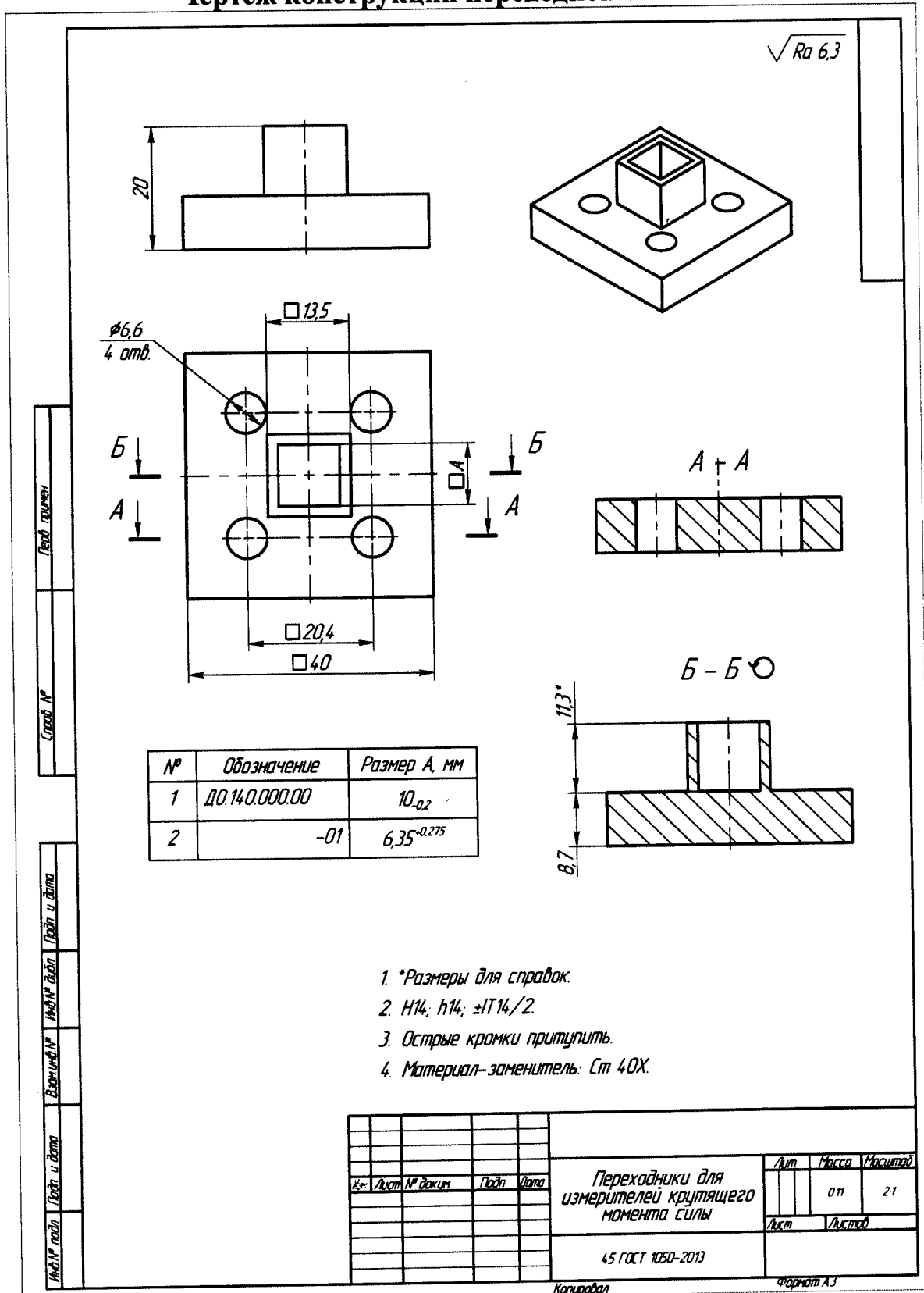


Рисунок Б.1 – Чертёж переходной оснастки

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
(обязательное)**Метрологические характеристики**

Таблица В.1 – Метрологические характеристики

| Наименование характеристики | Значение |
|--|---|
| Диапазон измерений крутящего момента силы, Н·м: - модель МТТ01-12 - модель МТТ01-25 - модель МТТ01-50 - модель МТТ01-100 | от 0,20 до 1,35 от 0,20 до 2,90 от 0,20 до 5,70 от 0,20 до 11,50 |
| Пределы допускаемой приведённой ¹⁾ погрешности измерений крутящего момента силы, % | ±0,3 |
| ¹⁾ – к удвоенному значению верхнего предела измерений | |

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки

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

1. Тип СИ _____
2. Модель _____
3. Серийный номер _____
4. Производитель _____
5. Год изготовления _____
6. Условия поверки:
 - температура воздуха _____ °С
 - относительная влажность _____ %
7. _____
8. _____

Средства поверки:

Результаты поверки:

1. Результаты внешнего осмотра средства измерений: _____

2. Результаты опробования: _____

3. Результаты проверки программного обеспечения средства измерений: _____

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Г

4. Определение метрологических характеристик:
 4.1. Определение диапазона измерений и приведённой погрешности измерений крутящего момента силы
 Направление нагружения: по часовой стрелке / против часовой стрелки

| Крутящий момент по эталону, $M_{ki}, Н \cdot м$ | Показания измерителя в циклах нагружения, $X_{ki} / X'_{ki}, Н \cdot м$ | | Среднее значение $\overline{X_{ki}} / \overline{X'_{ki}}, Н \cdot м$ | Значения составляющих погрешности, $Н \cdot м$ | | | Прив. погр., $\delta_{Ki}, \%$ | | |
|---|---|---|--|--|-----------------------------|-------------------|--------------------------------|---------------|----------------------|
| | 1 | 2 | | 3 | Систем атич. Δ_{cKi} | Вариаци. h_{Ki} | | СКО, S_{0i} | Сумм., Δ_{Ki} |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Приведённая к удвоенному значению верхнего предела измерений погрешность измерителя, $\delta_M, \%$: _____
 Предъявляемое требование, не более, $\%: \pm 0,3$.

Заключение по результатам поверки:

 Поверитель: _____ / _____ « ____ » _____ 20 ____ г.