

СОГЛАСОВАНО
Руководитель центра испытаний СИ
ООО «Автопрогресс-М»



В.Н. Абрамов

«17» июля 2025 г.

МП АПМ 14-25

«ГСИ. Датчики крутящего момента силы МЕС118-5000.
Методика поверки»

г. Москва
2025 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки датчиков крутящего момента силы МЕС118-5000 (далее – датчики), производства ООО «МЕС-РУС», Россия, используемых в качестве рабочих средств измерений и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Диапазон измерений крутящего момента силы по часовой и против часовой стрелки, Н·м	Выходной сигнал, мА	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений крутящего момента силы по часовой и против часовой стрелки, %
от 10 до 5000	от 4 до 20	±0,2

1.2 Датчики до ввода в эксплуатацию подлежат первичной поверке, а в процессе эксплуатации, в том числе после ремонта - периодической поверке.

1.3 Первичной поверке подвергается каждый экземпляр датчика.

1.4 Периодической поверке подвергается каждый экземпляр датчика, находящегося в эксплуатации, через межповерочные интервалы.

1.5 Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к следующим государственным первичным эталонам:

ГЭТ 149-2023 - ГПЭ единицы крутящего момента силы 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.

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

2 Перечень операций поверки средств измерений

Для поверки датчиков должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции 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
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик средства измерений	-	-	9
Определение относительной погрешности измерений крутящего момента силы	Да	Да	9.1
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от +15 до +35;
- относительная влажность воздуха, % не более 80

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются специалисты организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющие необходимую квалификацию, ознакомленные с руководством по эксплуатации и настоящей методикой поверки.

4.2 Для проведения поверки датчика достаточно одного поверителя.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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
Основные средства поверки		
9.1	<p>Рабочий эталон 1-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений крутящего момента силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 сентября 2024 г. N 2152 – измеритель крутящего момента силы, пределы допускаемой относительной погрешности измерений: $\pm 0,1\%$</p> <p>Рабочий эталон 1-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений крутящего момента силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 сентября 2024 г. N 2152 – измеритель крутящего момента силы, пределы допускаемой относительной погрешности измерений: $\pm 0,1\%$</p> <p>Рабочий эталон 1-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений крутящего момента силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 сентября 2024 г. N 2152 – измеритель крутящего момента силы, пределы допускаемой относительной погрешности измерений: $\pm 0,1\%$</p> <p>Рабочий эталон 1-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений крутящего момента силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 сентября 2024 г. N 2152 – Установка для поверки датчиков крутящего момента силы, мод. 21429, пределы</p>	<p>Эталон единицы крутящего момента силы 1 разряда в диапазоне значений от 2000 Н·м до 20000 Н·м, рег. № 3.2.АЦМ.0100.2018</p> <p>Эталон единицы крутящего момента силы 1 разряда в диапазоне значений от 200 Н·м до 2000 Н·м, рег. № 3.2.АЦМ.0089.2018.</p> <p>Эталон единицы крутящего момента силы 1 разряда в диапазоне значений от 20 Н·м до 2000 Н·м, рег. № 3.2.АЦМ.0088.2018</p> <p>Установка для поверки датчиков крутящего момента силы 21429, рег. № 67157-17</p>

	<p>допускаемой относительной погрешности воспроизведения единицы крутящего момента силы: $\pm 0,02\%$</p> <p>Рабочий эталон 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне $1 \cdot 10^{-16} \div 100$ А, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 г. N 2091 - мультиметр цифровой.</p> <p>Рабочий эталон 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне $\pm (0,005 \times U + 2 \text{ е.м.р.})$, сила тока на выходе 6 А, Предел допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока $\pm (0,005 \times I + 2 \text{ е.м.р.})$. Максимальные напряжение 60 В, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023, №1520 - источник питания постоянного тока.</p>	<p>Мультиметр цифровой 34401А, рег.№ 54848-13</p> <p>Источник питания постоянного тока PSM, рег.№ 55898-13</p>
Вспомогательное оборудование		
9.1	Вспомогательное моментозадающее приспособление	Вспомогательное моментозадающее приспособление
7, 8, 9.1	<p>Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от +15 до +35 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ °С</p> <p>Средство измерений относительной влажности воздуха: диапазон измерений от 0 до 98 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 2 %</p>	Термогигрометр ИВА-6, модификация ИВА-6Н-Д, рег.№ 46434-11
<p>Примечание – допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</p>		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки, меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на датчики и средства поверки, правилам по технике безопасности, действующим на месте проведения поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие датчика следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида датчика описанию типа средств измерений;
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки.
- наличие маркировки: наименования и/или товарного знака производителя, заводского

(серийного) номера датчика;

Если перечисленные требования не выполняются, датчик признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- с помощью термогигрометра проверить соответствие условий окружающей среды требованиям, приведенным в п.3;

- проверить наличие действующих свидетельств о поверке на средства поверки;

- датчик и средства поверки должны быть установлены в условиях, обеспечивающих отсутствия механических воздействий (деформация, сдвиги).

- датчик и средства поверки привести в рабочее состояние в соответствии с их эксплуатационной документацией и выдержать при условиях, указанных в п.3 не менее 1 ч.;

8.2 При опробовании должно быть установлено соответствие следующим требованиям:

- проверить работоспособность датчика после его подключения к источнику питания и мультиметру. При нагружении датчика показания на мультиметре должны меняться.

Если перечисленные требования не выполняются, датчик признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Определение относительной погрешности измерений крутящего момента силы

Определение относительной погрешности измерений крутящего момента силы производится при помощи вспомогательного моментозадающего приспособления, эталонных датчиков крутящего момента силы и эталонной установки для поверки датчиков крутящего момента силы путем задания нижнего и верхнего значений диапазона измерений поверяемого датчика.

Определение относительной погрешности измерений крутящего момента силы проводить в следующей последовательности:

- установить эталонный датчик крутящего момента силы с помощью фланцевого соединения на вспомогательное моментозадающее приспособление;

- установить поверяемый датчик с помощью фланцевого соединения на вспомогательное моментозадающее приспособление;

- подключить поверяемый датчик к вторичному преобразователю, идущему в комплекте с датчиком;

- подключить источник питания и мультиметр к вторичному преобразователю;

- произвести коррекцию нуля датчика в соответствии с руководством по эксплуатации;

- нагрузить датчик не менее трех раз крутящим моментом силы равным верхнему пределу измерений и выдержать под действием приложенной нагрузки не менее одной минуты;

- провести пять циклов нагружения датчика крутящего момента силы по часовой и пять циклов нагружения против часовой стрелки в минимальной точке и точках равных 2%, 10%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100% от верхнего предела измерений. Снять полученные показания в каждой точке с эталонного и поверяемого датчика. Если невозможно провести поверку по всему диапазону измерений датчика крутящего момента силы с использованием одного эталонного датчика крутящего момента силы, то следует использовать другие эталонные средства измерений диапазон, которых обеспечит поверку по всему диапазону измерений поверяемого датчика крутящего момента силы;

- нагружение и разгружение датчика должно быть плавным, без ударов и толчков.

Изменение знака приращения крутящего момента силы в ходе нагружения не допускается.

Прямая ветвь градуировочной кривой снимается в результате нагружения датчика по часовой стрелки, обратная в результате нагружения датчика против часовой стрелки.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Определение относительной погрешности измерений крутящего момента силы производится в процессе обработки результатов измерений, полученных при определении градуировочных характеристик поверяемого датчика и контроля заданных значений крутящего момента с помощью эталонных датчиков и установок для поверки крутящего момента силы в следующем порядке:

10.1. Вычислить среднее арифметическое значение результатов измерений полученных мультиметром на поверяемом датчике в каждой точке \bar{x}_i по формуле:

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i,$$

где x_i – измеренное значение мультиметром поверяемого датчика на i -ой точке, мА;
 n – количество измерений на i -ой точке = 10.

10.2. Вычислить оценку среднеквадратического отклонения измерений S_i по формуле:

$$S_i = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_i)^2}{n-1}};$$

10.3. Вычислить среднее квадратическое отклонение среднего арифметического (оценки измеряемой величины) $S_{\bar{x}_i}$ по формуле:

$$S_{\bar{x}_i} = \frac{S_i}{\sqrt{n}}$$

10.4. Вычислить доверительные границы ε_i (без учета знака) случайной погрешности оценки измеряемой величины:

$$\varepsilon_i = t S_{\bar{x}_i}$$

где t – коэффициент Стьюдента. По таблице приложения Д ГОСТ Р 8.736-2011 при $P=0,95$ и $N-1=9$, $t = 2.262$

10.5. Вычислить границу неисключённой систематической погрешности (далее НСП) оценки измеряемой величины по формуле:

$$\Theta_{\Sigma i} = \pm \sum |\Theta_i|,$$

где Θ_i – граница i -й НСП;

10.6. Вычислить среднее квадратическое отклонение НСП S_{Θ_i} по формуле:

$$S_{\Theta_i} = \frac{\Theta_{\Sigma i}}{\sqrt{3}}$$

10.7. Вычислить суммарное среднее квадратическое отклонение $S_{\Sigma i}$ оценки измеряемой величины по формуле:

$$S_{\Sigma i} = \sqrt{S_{\Theta_i}^2 + S_{\bar{x}_i}^2};$$

10.8. Вычислить коэффициент K_i по формуле:

$$K_i = \frac{\varepsilon_i + \Theta_{\Sigma i}}{S_{\bar{x}_i} + S_{\Theta_i}}$$

10.9. Вычислить доверительные границы погрешности оценки Δ_i измеряемой величины по формуле:

$$\Delta_i = K_i S_{\Sigma i}$$

За окончательную относительную погрешность считать наибольшее отклонение, рассчитанное по п. 10.9.

Результаты поверки считать положительными, если суммарная относительная погрешность измерений крутящего момента силы не превышает $\pm 0,2\%$, а измерения соответствуют заявленному диапазону от 10 до 5000 Н·м.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде сводной таблицы результатов поверки по каждому пункту разделов 7 - 10 настоящей методики поверки.

11.2 Сведения о результатах поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.3 При положительных результатах поверки датчик признается пригодным к применению и по заявлению владельца средств измерений или лица, представляющего средства измерений на поверку, выдается свидетельство о поверке установленной формы. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

11.4 При отрицательных результатах поверки, датчик признается непригодным к применению и по заявлению владельца средств измерений или лица, представляющего средства измерений на поверку, выдаётся извещение о непригодности установленной формы с указанием основных причин.

Инженер 1 категории центра испытаний СИ
ООО «Автопрогресс – М»



Р.С. Ибрагимов