

**Федеральное государственное унитарное предприятие
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГУП «ВНИИМС»)**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора ФГУП «ВНИИМС»

В.Н. Яншин

М.П. «04 03

2014 г.



**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**ИЗМЕРИТЕЛИ ПАРАМЕТРОВ
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ
МСЕmax**

Методика поверки

**г. Москва
2014**

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок измерителей параметров электродвигателей МСЕmax, изготавливаемых фирмой «PdMA Corporation», США.

Измерители параметров электродвигателей МСЕmax (далее по тексту – приборы) предназначены для диагностики состояния электродвигателей путем измерения напряжения переменного тока;
силы переменного и постоянного тока;
сопротивления изоляции;
электрического сопротивления постоянному току;
электрической емкости;
индуктивности.
Межпроверочный интервал – 2 года.

1 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

1.1 При поверке выполняются операции, указанные в таблице 1.

1.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и прибор бракуется.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первой проверке	периодической проверке
1. Внешний осмотр	7.2	Да	Да
2. Опробование	7.3	Да	Да
3. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения переменного тока	7.4	Да	Да
4. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения силы переменного и постоянного тока	7.5	Да	Да
5. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения сопротивления изоляции	7.6	Да	Да
6. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения электрического сопротивления	7.7	Да	Да
7. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения электрической емкости	7.8	Да	Да
8. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения индуктивности	7.9	Да	Да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений, перечисленные в таблицах 2 и 3.

2.2 Допускается применять другие средства измерений, обеспечивающие измерение значений соответствующих величин с требуемой точностью.

2.3. Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о поверке.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Тип средства поверки
7.2, 7.3	Визуально
7.4	Калибратор универсальный Fluke 9100. Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 1050 В. Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,004 \%$. Диапазон воспроизведения напряжения переменного тока от 0 до 1050 В. Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,025 \%$.
7.5	Калибратор универсальный Fluke 9100. Диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 20 А (до 1000 А с токовой катушкой). Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,01 \%$. Диапазон воспроизведения силы переменного тока от 0 до 20 А (до 1000 А с токовой катушкой). Пределы допускаемой погрешности $\pm 0,2 \%$.
7.6	Магазин сопротивлений высокоомный RCB-1. Диапазон воспроизведения электрического сопротивления от 1 МОм до 500 ГОм. Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 1 \%$. Рабочее напряжение до 10 кВ. Калибратор электрического сопротивления КС-100К5Т. Диапазон воспроизведения электрического сопротивления от 100 кОм до 5 ТОм. Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 1,5 \%$. Рабочее напряжение до 5 кВ.
7.7	Катушки электрического сопротивления Р310, Р321, Р331. Номинальные значения электрического сопротивления 0,001; 0,01; 0,1; 1; 10; 100; 1000 Ом. Кл. т. 0,01.
7.8	Магазин емкости Р5025. Диапазон воспроизведения электрической емкости от 0,0001 до 111,0001 мкФ. Кл. т. 0,1 – 0,5.
7.9	Меры индуктивности Р5109, Р5113 – Р5115. Номинальные значения индуктивности 10 мГн, 100 мГн, 500 мГн, 1 Гн. Кл. т. 0,02.

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Класс точности, погрешность	Тип средства поверки
Температура	от 0 до 50 °C	$\pm 1 ^\circ C$	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4
Давление	от 80 до 106 кПа	$\pm 200 \text{ Па}$	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1
Влажность	от 10 до 100 %	$\pm 1 \%$	Психрометр аспирационный М-34-М

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемые средства измерений, эксплуатационную документацию на средства поверки и аттестованные в качестве поверителей согласно ПР 50.2.012-94.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

К проведению поверки допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации прибора и прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок напряжением до 1 кВ.

5 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха (23 ± 5) °C;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа или от 630 до 795 мм. рт. ст.;
- напряжение питания переменного тока ($220,0 \pm 2,2$) В частотой ($50,0 \pm 0,5$) Гц.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед поверкой должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

1. Проверены документы, подтверждающие электрическую безопасность.
2. Проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.2.007.3-75.
3. Средства измерения, используемые при поверке, поверены и подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Метрологические характеристики, подлежащие определению

Таблица 4 – Основные метрологические характеристики измерителей в режиме измерения напряжения переменного тока

Диапазон измерений	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
От 0 до 600 В	$\pm 0,01$ Хизм.

Примечание: Хизм. – измеренное значение физической величины.
Частота – 50 Гц.

Таблица 5 – Основные метрологические характеристики измерителей в режиме измерения силы переменного и постоянного тока

Диапазон измерений	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Определяется характеристиками токоизмерительных клещей PdMA 2128.14	$\pm (0,005$ Хизм. + погрешность токоизмерительных клещей PdMA 2128.14)

Примечание: Хизм. – измеренное значение физической величины.
Частота – 50 Гц.

Таблица 6 – Метрологические характеристики токоизмерительных клещей PdMA 2128.14

Диапазон измерений	Коэффициент преобразования	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
От 1 до 12 А	100 мВ/А	$\pm (0,01$ Хизм. + 0,001 А)
От 10 до 80 А	10 мВ/А	$\pm (0,01$ Хизм. + 0,2 А)

Диапазон измерений	Коэффициент преобразования	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
От 100 до 150 А	10 мВ/А	± (0,025Хизм. + 0,2 А)

Примечание: Хизм. – измеренное значение физической величины.

Частота – 50 Гц.

Таблица 7 – Основные метрологические характеристики измерителей в режиме измерения сопротивления изоляции

Испытательное напряжение	Диапазон измерений	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
250 – 500 В	От 20 кОм до 100 МОм	± 0,02Хизм.
250 – 5000 В	От 100 МОм до 1 ГОм	± 0,025Хизм.
500 – 5000 В	От 1 до 220 ГОм	± 0,05Хизм.
1000 – 5000 В	От 220 до 1000 ГОм	± 0,05Хизм.
1000 – 5000 В	От 1 до 3 ТОм	± 0,2Хизм.

Примечание: Хизм. – измеренное значение физической величины.

Таблица 8 – Основные метрологические характеристики измерителей в режиме измерения электрического сопротивления постоянному току

Диапазон измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
От 0,0001 до 0,02 Ом	0,00001 Ом	
От 0,02 до 2 Ом	0,0001 Ом	
От 2 до 50 Ом	0,001 Ом	± 0,01Хизм.
От 50 до 1000 Ом	0,01 Ом	
От 1000 до 2000 Ом	0,1 Ом	

Примечание: Хизм. – измеренное значение физической величины.

Таблица 9 – Основные метрологические характеристики измерителей в режиме измерения электрической емкости

Диапазон измерений	Разрешение	Частота	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
От 1000 до 220000 пФ		1200 Гц	
От 220000 до 1000000 пФ	250 пФ	300 Гц	± 0,05Хизм.

Примечание: Хизм. – измеренное значение физической величины.

Таблица 10 – Основные метрологические характеристики измерителей в режиме измерения индуктивности

Диапазон измерений	Разрешение	Частота	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
От 0,05 до 50 мГн	0,01 мГн		
От 50 до 100 мГн	0,05 мГн	1200 Гц	± 0,01Хизм.
От 100 до 250 мГн	0,1 мГн		
От 220 до 700 мГн	0,1 мГн		± 0,01Хизм.
От 700 до 2000 мГн	1 мГн	300 Гц	± 0,02Хизм.
От 2000 до 5000 мГн	25 мГн		± 0,05Хизм.

Примечание: Хизм. – измеренное значение физической величины.

7.2 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого прибора следующим требованиям:

1. Комплектность должна соответствовать руководству по эксплуатации.
2. Все органы управления и коммутации должны действовать плавно и обеспечивать надежность фиксации во всех позициях.
3. Не должно быть механических повреждений корпуса, лицевой панели, ЖК-дисплея, органов управления. Незакрепленные или отсоединенные части прибора должны отсутствовать. Внутри корпуса не должно быть посторонних предметов. Все надписи на панелях должны быть четкими и ясными.
4. Все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

При наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.3 Опробование

Проверить работоспособность измерительного блока и персонального компьютера. Режимы, отображаемые на ЖК-дисплее, при переключении режимов измерений, должны соответствовать требованиям руководства по эксплуатации.

При неверном функционировании прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.4 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения переменного тока производить методом прямого измерения поверяемым прибором напряжения, воспроизводимого эталонной мерой – калибратором.

В качестве эталонной меры напряжения переменного тока использовать калибратор универсальный Fluke 9100.

Определение погрешности проводить в точках, соответствующих 10 – 15 %, 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 100 % от предела измерений. Частота 50 Гц.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Подключить к измерительным входам прибора калибратор.
2. Перевести поверяемый прибор в режим измерения напряжения переменного тока.
3. Перевести калибратор в режим воспроизведения напряжения переменного тока частотой 50 Гц величиной, соответствующей 10 % от предела измерений.
4. Запустить процесс измерения.
5. Снять показания поверяемого прибора.
6. Провести измерения по п.п. 1 – 5 для остальных значений напряжения.
7. Провести измерения по п.п. 1 – 6 для остальных входов напряжения поверяемого прибора.
8. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
- во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = U_X - U_0 \quad (1)$$

где: U_X – показания поверяемого прибора, В;

U_0 – показания калибратора, В;

не превышают значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.5 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения силы переменного и постоянного тока производить методом прямого измерения поверяемым прибором силы тока, воспроизводимой эталонной мерой – калибратором.

В качестве эталонной меры силы переменного и постоянного тока использовать калибратор универсальный Fluke 9100 с токовой катушкой из комплекта калибратора.

Определение погрешности измерителя проводить в точках, соответствующих 10 – 15 %, 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 100 % от диапазона измерений.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Токовыми клещами поверяемого прибора охватить токовую катушку калибратора.
2. Перевести поверяемый прибор в режим измерения силы переменного тока.
3. Перевести калибратор в режим воспроизведения силы переменного тока частотой 50 Гц величиной, соответствующей 10 % от предела измерений.
4. Запустить процесс измерения.
5. Снять показания поверяемого прибора.
6. Провести измерения по п.п. 1 – 5 для остальных значений силы тока.
7. Перевести калибратор в режим воспроизведения силы постоянного тока.
8. Перевести поверяемый прибор в режим измерения силы постоянного тока.
9. Провести измерения по п.п. 1 – 6.
10. Провести измерения по п.п. 1 – 9 для остальных токовых входов поверяемого прибора.
11. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
- во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = I_X - I_0 \quad (2)$$

где: I_X – показания поверяемого прибора, А;

I_0 – показания калибратора, А;

не превышают значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.6 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения сопротивления изоляции производить методом прямого измерения поверяемым прибором сопротивления, воспроизводимого эталонными мерами – магазином сопротивлений и калибратором сопротивлений.

В качестве эталонных мер электрического сопротивления использовать магазин сопротивления высокоомный RCB-1 (в диапазоне до 1 ГОм) и калибратор электрического сопротивления КС-100К5Т (в диапазоне выше 1 ГОм).

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Подключить к измерительным входам прибора магазин (калибратор) сопротивления.
2. Перевести поверяемый прибор в режим измерения сопротивления изоляции.
3. Провести измерения в точках, указанных в Таблице 11.
4. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
- во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = R_X - R_0 \quad (3)$$

где: R_X – показания поверяемого прибора, Ом;

R_0 – номинальное значение сопротивления эталонного прибора, Ом;

не превышают значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

Таблица 11

Выходное напряжение	Значение сопротивления
500 В	1 МОм
	10 МОм
	100 МОм
	500 МОм
	1 ГОм

Выходное напряжение	Значение сопротивления
1000 В; 2500 В; 5000 В	10 ГОм
	100 ГОм
	1 МОм
	10 МОм
	100 МОм
	500 МОм
	1 ГОм
	10 ГОм
	100 ГОм
	500 ГОм
	1 ТОм
	3 ТОм

7.7 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения электрического сопротивления производить методом прямого измерения поверяемым прибором сопротивления, воспроизведенного эталонными мерами – катушками сопротивления.

В качестве эталонных мер сопротивления использовать катушки электрического сопротивления Р310, Р321, Р331.

Определение погрешности проводить используя катушки электрического сопротивления, указанные в таблице 12.

Таблица 12

Диапазон измерений	Номинальное значение сопротивления эталонной меры, Ом	Тип эталонной меры
От 0,0001 до 0,02 Ом	0,001	P310
	0,01	P310
От 0,02 до 2 Ом	0,1	P321
	1	P321
От 2 до 50 Ом	10	P321
От 50 до 1000 Ом	100	P331
	1000	P331
От 1000 до 2000 Ом	2000	P331 (2 шт.)

Определение погрешности производить в следующем порядке:

- Подключить с помощью штатных измерительных кабелей к входу поверяемого прибора катушку сопротивления, указанную в таблице 12.
- Установить на поверяемом приборе начальный предел измерений.
- Произвести измерение сопротивления катушки и зафиксировать показания прибора.
- Определить абсолютную погрешность измерения сопротивления по формуле:

$$\Delta R = R_X - R_0 \quad (4)$$

где R_X – показания поверяемого прибора, Ом;

R_0 – номинальное значение сопротивления эталонной меры, Ом.

- Провести измерения на остальных пределах измерений по п.п. 1 – 4 подключая к прибору катушки сопротивления, перечисленные в таблице 12.

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках погрешность измерения не превышает значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.8 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения электрической емкости производить методом прямого измерения поверяемым прибором электрической емкости, воспроизводимого эталонной мерой – магазином емкости.

В качестве эталонной меры использовать магазин емкости Р5025.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Подключить к измерительным входам прибора магазин емкости.
2. Перевести поверяемый прибор в режим измерения электрической емкости.
3. Провести измерения в точках, указанных в таблице 13.
4. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
- во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = C_X - C_0 \quad (5)$$

где: C_X – показания поверяемого прибора, Ф;

C_0 – номинальное значение емкости эталонной меры, Ф;

не превышают значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

Таблица 13

Диапазон измерений	Номинальное значение емкости эталонной меры, мкФ
От 1000 до 220000 пФ	0,001
	0,01
	0,1
От 220000 до 1000000 пФ	0,5
	1

7.9 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения индуктивности производить методом прямого измерения поверяемым прибором индуктивности, воспроизводимого эталонными мерами индуктивности.

В качестве эталонных мер использовать меры индуктивности Р5109, Р5113 – Р5115.

Определение погрешности проводить используя меры индуктивности, указанные в таблице 14.

Таблица 14

Диапазон измерений	Номинальное значение индуктивности эталонной меры, мГн	Тип эталонной меры
От 0,05 до 50 мГн	10	P5109
От 50 до 100 мГн	100	P5113
От 220 до 700 мГн	500	P5114
От 700 до 2000 мГн	1000	P5115

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Подключить к измерительным входам прибора меру индуктивности, указанную в таблице 14.
2. Установить на поверяемом приборе начальный предел измерений.
3. Произвести измерение индуктивности меры и зафиксировать показания прибора.
4. Определить абсолютную погрешность измерения индуктивности по формуле:

$$\Delta L = L_X - L_0 \quad (6)$$

где L_X – показания поверяемого прибора, Гн;

L_0 – номинальное значение индуктивности эталонной меры, Гн.

5. Провести измерения на остальных пределах измерений по п.п. 1 – 4 подключая к прибору меры индуктивности, перечисленные в таблице 14.

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках погрешность измерения не превышает значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

При положительных результатах поверки на корпус прибора наносится поверительная наклейка, в паспорте производится запись о годности к применению и (или) выдается свидетельство о поверке или сертификат калибровки.

При отрицательных результатах поверки прибор не допускается к дальнейшему применению, в паспорт вносится запись о непригодности его к эксплуатации, клеймо предыдущей поверки гасится, свидетельство о поверке аннулируется и выдается извещение о непригодности.

Начальник сектора отдела 206.1
ФГУП «ВНИИМС»

А.Ю. Терещенко