

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «Автопрогресс-М»



А. С. Никитин
М.п.

« 30 » 09 2015 г.

**СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ДВИГАТЕЛЕЙ FSA 050, FSA 450, FSA 500, FSA 720,
FSA 740, FSA 750, FSA 760**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП АПМ 52-15

н.р. 16741-16

г. Москва
2015 г.

Настоящая методика поверки распространяется на системы анализа двигателей FSA 050, FSA 450, FSA 500, FSA 720, FSA 740, FSA 750, FSA 760, производства «Robert Bosch GmbH», Германия и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Интервал между периодическими поверками - 1 год.

1. Операции поверки

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

Таблица 1

	Наименование этапа поверки	№ пункта документа по поверке
1	Внешний осмотр, проверка маркировки и комплектности	7.1
2	Опробование, идентификация программного обеспечения	7.2
3	Определение метрологических характеристик	7.3
3.1	Определение погрешности измерений частоты вращения коленчатого вала двигателя	7.3.1
3.2	Определение погрешности измерений угла замкнутого состояния контактов прерывателя (УЗСК)	7.3.2
3.3	Определение погрешности измерений силы постоянного электрического тока	7.3.3
3.4	Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока в первичной цепи	7.3.4
3.5	Определение основной погрешности измерений напряжения постоянного тока во вторичной цепи	7.3.5
3.6	Определение погрешности измерений сопротивления постоянного электрического тока	7.3.6
3.7	Определение погрешности измерений частоты	7.3.7

2. Средства поверки

При проведении поверки должны применяться эталоны и вспомогательные средства, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

№ пункта документа по поверке	Наименование эталонов, вспомогательных средств поверки	Основные технические характеристики
1	Осциллограф цифровой DS2202	Полоса пропускания 200 МГц; ПГ $\pm 25 \cdot 10^{-6}$ Гц
2	Генератор сигналов произвольной формы DG4102	1 мГц — 200 МГц, 40 нс — 600 с, 1 мВ — 10 В, ПГ $\pm (0,01 \cdot U_{уст} + 2 \text{ мВ})$
3	Частотомер универсальный GFC-8270H	0,01 Гц — 2,7 ГГц, ПГ $\pm (10^{-6} + 1 \text{ ед.})$, 8 нс — 100с, ПГ $\pm (10^{-6} + \text{разрешение})$
4	Магазин электрического сопротивления P4834 3 шт.	Воспроизведение сопротивления постоянного тока 0,01 – 10 Ом, КТ 0,02
5	Калибратор универсальный Fluke 9100	$U_{пост} (0,000 — 1050,00) \text{ В}$, ПГ $\pm (0,00006 \cdot U_{вых} + 4,16 \text{ мкВ})$ —

		$(0,00006 \cdot U_{\text{ВЫХ}} + 19,95 \text{ мкВ});$ $U_{\text{перем}} (0,000 — 1050,00) \text{ В, ПГ } \pm$ $(0,0004 \cdot U_{\text{ВЫХ}} + 384 \text{ мкВ}) —$ $(0,0012 \cdot U_{\text{ВЫХ}} + 315 \text{ мВ});$ $(0,000 — 20,00) \text{ А, ПГ } \pm$ $(0,00014 \cdot I_{\text{ВЫХ}} + 11 \text{ нА}) —$ $(0,00055 \cdot I_{\text{ВЫХ}} + 4,5 \text{ мА})$
--	--	---

Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с точностью, удовлетворяющей требованиям настоящей методики поверки.

3. Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационные документы на системы анализа двигателей FSA 050, FSA 450, FSA 500, FSA 720, FSA 740, FSA 750, FSA 760, имеющие достаточные знания и опыт работы с ними.

4. Требования безопасности

4.1. Перед проведением поверки следует изучить техническое описание и инструкцию по эксплуатации на поверяемое устройство и приборы, применяемые при поверке.

4.2. К поверке допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе на электроустановках.

4.3. Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие работы:

- все детали устройств и средств поверки должны быть очищены от пыли и грязи;
- поверяемые устройства и приборы, участвующие в поверке должны быть заземлены.

5. Условия проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия измерений:

- температура окружающей среды, °С $(20 \pm 5);$
- относительная влажность воздуха, % $65 \pm 15;$
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) $100 \pm 4.$

6. Подготовка к поверке

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверить наличие действующих свидетельств о поверке на средства поверки;
- системы анализа двигателей FSA 050, FSA 450, FSA 500, FSA 720, FSA 740, FSA 750, FSA 760 и средства поверки привести в рабочее состояние в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- системы анализа двигателей FSA 050, FSA 450, FSA 500, FSA 720, FSA 740, FSA 750, FSA 760 и средства поверки должны быть выдержаны в лабораторном помещении не менее 1ч.

7. Проведение поверки

7.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие систем анализа двигателей FSA 050, FSA 450, FSA 500, FSA 720, FSA 740, FSA 750, FSA 760 следующим требованиям:

- наличие маркировки (наименование или товарный знак изготовителя, тип и заводской номер системы или ее отдельных частей);
- комплектность системы анализа двигателей FSA 050, FSA 450, FSA 500, FSA 720, FSA 740, FSA 750, FSA 760 должна соответствовать эксплуатационной документации;
- соединители должны быть чистыми;
- соединительные кабели должны быть исправными;
- наличие четких надписей и отметок на органах управления.

7.2. Опробование

7.2.1. При опробовании должно быть установлено соответствие систем анализа двигателей FSA 050, FSA 450, FSA 500, FSA 720, FSA 740, FSA 750, FSA 760 следующим требованиям:

- работоспособность переключения параметров в меню системы анализа двигателей;
- работоспособность всех функциональных режимов;
- проверить воспроизведение режимов зажигания и проверить показания системы анализа двигателей, изменяя обороты вращения вала.

7.2.2. При проведении идентификации программного обеспечения (далее – ПО) необходимо выполнить следующие процедуры:

- включить персональный компьютер;
- запустить программу «FSA Engine System Testing»;
- в процессе запуска программы зафиксировать наименование программного обеспечения по экрану монитора;
- номер версии зафиксировать в правом нижнем углу окна программы.

Номер версии и наименование программного обеспечения должны быть не ниже, указанного в таблице 3:

Таблица 3

Идентификационное наименование ПО	FSA Engine System Testing
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	5.10.0.1000

Если требование п.7.2. не выполняется, систему анализа двигателей FSA 050, FSA 450, FSA 500, FSA 720, FSA 740, FSA 750, FSA 760 признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

7.3. Определение метрологических характеристик

7.3.1. **Определение погрешности измерений частоты вращения коленчатого вала двигателя.**

7.3.1.1. Собрать схему, приведенную на рисунке 1.

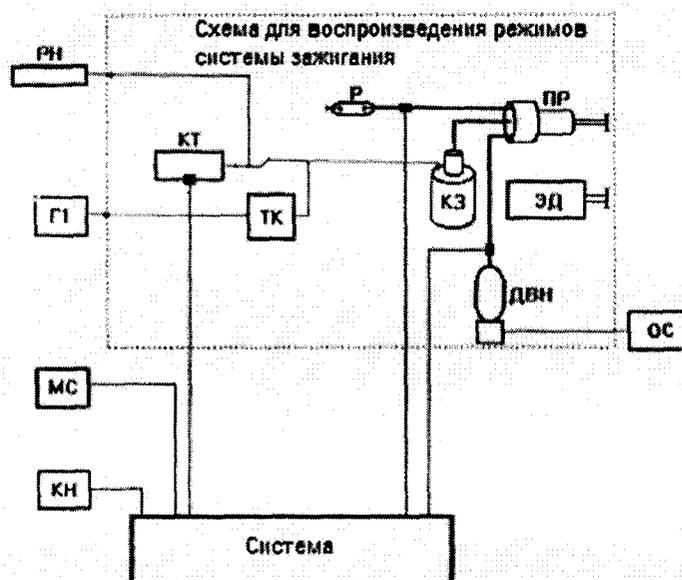


Рисунок 1

где: РН – реостат нагрузочный; КН – калибратор универсальный 9100; КТ – контур тока; ТК – транзисторный коммутатор; Р – разрядник; КЗ – катушка зажигания; ПР – прерыватель; ЭД – электродвигатель; ДВН – делитель высокого напряжения; ОС – осциллограф; Система – система анализа двигателей серии FSA, моделей 050, 450, 500, 720, 740, 750, 760.

7.3.1.2. Систему включить в режим измерения скорости вращения коленчатого вала двигателя. С помощью генератора последовательно устанавливать проверяемые точки периода T_k (параметры импульса: длительность 1,5 мс, амплитуда 10 В, полярность положительная) в соответствии с таблицей 4 и снимать показания n_m с системы.

Таблица 4

Проверяемые точки						
T_k , мс	200	100	50	20	10	5
n_k , об/мин	150	300	600	1500	3000	6000
n_m , об/мин						

7.3.1.3. Абсолютная погрешность измерений частоты вращения коленчатого вала двигателя рассчитывается по формуле:

$$\Delta = n_m - n_k,$$

где Δ – абсолютная погрешность измерений частоты вращения коленчатого вала двигателя, об/мин;

n_k – значения, задаваемые генератором, об/мин;

n_m – показания системы, об/мин.

7.3.1.4. За окончательный результат принять наибольшую из величин Δ , полученную из этих вычислений. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты вращения коленчатого вала не должны превышать значений, указанных в Приложении 1.

Если требование п.7.3.1.4. не выполняется, систему анализа двигателей FSA 050, FSA 450, FSA 500, FSA 720, FSA 740, FSA 750, FSA 760 признают непригодной к применению, дальнейшие операции проверки не производят.

7.3.2. Определение погрешности измерений угла замкнутого состояния контактов прерывателя (УЗСК)

7.3.2.1. Систему включить в режим измерения угла замкнутого состояния контактов прерывателя. Генератором последовательно устанавливать поверяемые точки задержки D_k (параметры импульса: период 100 мкс, длительность 1,5 мс, амплитуда 10 В, полярность отрицательная) в соответствии с таблицей 5 и снимать показания с системы α_m .

Таблица 5

Поверяемые точки					
$D_k, \text{ мс}$					
α_k, \dots°	30	40	50	60	70
α_m, \dots°					

7.3.2.2. Абсолютная погрешность измерений угла замкнутого состояния контактов прерывателя рассчитывается по формуле:

$$\Delta_1 = \alpha_m - \alpha_k$$

где Δ_1 - абсолютная погрешность измерений угла замкнутого состояния контактов прерывателя, \dots° ;

α_m – значения, показываемые по дисплею системы, \dots° ;

α_k – значения, задаваемые генератором, \dots°

7.3.2.3. За окончательный результат принять наибольшую из величин Δ_1 , полученную из этих вычислений. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла замкнутого состояния контактов прерывателя не должны превышать значений, указанных в Приложении 1.

Если требование п.7.3.2.3. не выполняется, систему анализа двигателей FSA 050, FSA 450, FSA 500, FSA 720, FSA 740, FSA 750, FSA 760 признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

7.3.3. Определение погрешности измерений силы постоянного электрического тока

7.3.3.1. Собрать схему измерения, приведенную на рисунке 1. Включить систему в режим измерения силы тока и произвести корректировку нуля.

7.3.3.2. С помощью реостата нагрузочного последовательно задать на контуре тока значения токов I_k : 10, 50, 100, 200 и 300 А контролировать соответствующие значения силы тока на дисплее системы I_m .

7.3.3.3. Абсолютная погрешность измерений силы постоянного электрического тока рассчитывается по формуле:

$$\eta = I_m - I_k,$$

где η - абсолютная погрешность измерения силы тока, А;

I_m – сила тока, показываемая по дисплею системы, А;

I_k – сила тока создаваемая на контуре, А.

7.3.3.4. За окончательный результат принять наибольшую из величин η , полученную из этих вычислений. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений силы постоянного электрического тока не должны превышать значений, указанных в Приложении 1.

Если требование п.7.3.3.4. не выполняется, систему анализа двигателей FSA 050, FSA 450, FSA 500, FSA 720, FSA 740, FSA 750, FSA 760 признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

7.3.4. Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока в первичной цепи

7.3.4.1. Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 2.

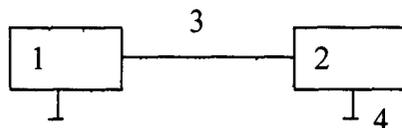


Рисунок 2.

где: 1 - калибратор универсальный Fluke 9100;

2 - системы анализа двигателей серии FSA, моделей 050, 450, 500, 720, 740, 750, 760;

3 - кабель из комплекта системы с красным насадочным зажимом;

4 - кабель из комплекта системы с черным зажимом;

7.3.4.2. Подготовить к работе и подать электрическое питание к приборам, указанным на рисунке 2.

7.3.4.3. Систему включить в режим измерения напряжения постоянного тока. На калибраторе задавать последовательно значения напряжения постоянного тока 1; 5; 10; 50; 100, 150, 200 В, одновременно контролируя значения напряжения на дисплеях калибратора (U_1) и системы (U_{11}).

7.3.4.4. Абсолютная погрешность измерений напряжения в первичной цепи автомобиля рассчитывается по формуле:

$$\Delta_2 = U_{11} - U_1,$$

где Δ_2 - абсолютная погрешность напряжения в первичной цепи автомобиля, В;

U_1 - напряжение, показываемое калибратором, В;

U_{11} - напряжение, показываемое системой, В.

7.3.4.5. За окончательный результат принять наибольшую из величин Δ_2 , полученную из этих вычислений. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока в первичной цепи не должны превышать значений, указанных в Приложении 1.

Если требование п. 7.3.4.5. не выполняется, систему анализа двигателей FSA 050, FSA 450, FSA 500, FSA 720, FSA 740, FSA 750, FSA 760 признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

7.3.5. Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока во вторичной цепи

7.3.5.1. Собрать схему в соответствии с рисунком 1.

7.3.5.2. Подготовить к работе и подать электрическое питание на приборы, указанные на рисунке 1.

7.3.5.3. Систему включить в режим измерения скорости вращения коленчатого вала двигателя. С помощью делителя высокого напряжения последовательно задать значения 2000, 4000, 6000, 8000 В, контролируя значения напряжения на калибраторе (U_2) и осциллографе системы (U_{12}).

7.3.5.4. Абсолютная погрешность измерения напряжения во вторичной цепи автомобиля рассчитывается по формуле:

$$\Delta_3 = U_{12} - U_2,$$

где Δ_3 - абсолютная погрешность измерений напряжения во вторичной цепи автомобиля, В;

U_2 – значения напряжения, показываемые по калибратору, В;

U_{12} – значения напряжения, показываемые осциллографом системы, В;

7.3.5.5. За окончательный результат принять наибольшую из величин Δ_3 , полученную из этих вычислений. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока во вторичной цепи не должны превышать значений, указанных в Приложении 1.

Если требование п. 7.3.5.5. не выполняется, систему анализа двигателей FSA 050, FSA 450, FSA 500, FSA 720, FSA 740, FSA 750, FSA 760 признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

7.3.6. Определение погрешности измерений сопротивления постоянного электрического тока

7.3.6.1. Собрать схему, приведенную на рисунке 1. Систему включить в режим измерения сопротивления постоянному току и произвести корректировку нуля.

7.3.6.2. С помощью магазина сопротивлений последовательно задать значения сопротивлений в соответствии с таблицей 6 и контролировать соответствующие значения сопротивлений на дисплее системы.

Таблица 6

Поверяемые точки										
R, Ом	10	50	100	$1 \cdot 10^3$	$10 \cdot 10^3$	$50 \cdot 10^3$	$100 \cdot 10^3$	$10 \cdot 10^6$	$20 \cdot 10^6$	$30 \cdot 10^6$
R ₁ , Ом										

7.3.6.3. Абсолютная погрешность измерений сопротивления постоянному электрическому току рассчитывается по формуле:

$$\Delta_4 = R_1 - R$$

где Δ_4 - абсолютная погрешность измерения сопротивления постоянному электрическому току, Ом;

R - сопротивление, задаваемое магазина сопротивлений, Ом;

R₁ – сопротивление, показываемое по дисплею системы, Ом.

7.3.6.4. За окончательный результат принять наибольшую из величин Δ_4 , полученную из этих вычислений. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному электрическому току не должны превышать значений, указанных в Приложении 1.

Если требование п. 7.3.6.4. не выполняется, систему анализа двигателей FSA 050, FSA 450, FSA 500, FSA 720, FSA 740, FSA 750, FSA 760 признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

7.3.7. Определение погрешности измерений частоты

7.3.7.1. Собрать схему, приведенную на рисунке 1. Систему включить в режим измерения частоты.

7.3.7.2. С помощью генератора последовательно установить частоты следования импульсов положительной полярности, скважностью от 10 до 50 %: 100, 500 Гц; 10, 100, 500 кГц; 1, 2, 3 МГц и контролировать соответствующие значения частот на дисплее системы.

7.3.7.3. Относительная погрешность измерения частоты рассчитывается по формуле:

$$\delta_v = \frac{v_1 - v}{v} \cdot 100\%,$$

где δ_v - относительная погрешность измерений частоты, %;

v – частота следования импульсов, задаваемая генератором, Гц;

v_1 – частота, показываемая по дисплею мотортестера, Гц.

7.3.7.4. За окончательный результат принять наибольшую из величин δ_v , полученную из этих вычислений. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты не должны превышать значений, указанных в Приложении 1.

Если требование п. 7.3.7.4. не выполняется, систему анализа двигателей FSA 050, FSA 450, FSA 500, FSA 720, FSA 740, FSA 750, FSA 760 признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8. Оформление результатов поверки

8.1. Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде сводной таблицы результатов поверки по каждому пункту раздела 7 настоящей методики поверки с указанием предельных числовых значений результатов измерений и их оценки по сравнению с предъявленными требованиями.

8.2. При положительных результатах поверки системы анализа двигателей FSA 050, FSA 450, FSA 500, FSA 720, FSA 740, FSA 750, FSA 760 признается годным к применению и на него выдается свидетельство о поверке установленной формы с указанием фактических результатов определения метрологических характеристик.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде наклейки и (или) оттиска поверительного клейма.

8.3. При отрицательных результатах поверки системы анализа двигателей FSA 050, FSA 450, FSA 500, FSA 720, FSA 740, FSA 750, FSA 760 признается непригодным к применению и на него выдается извещение о непригодности установленной формы с указанием основных причин.

Начальник сектора
ООО «Автопрогресс-М»



Скрипник В.И.

Метрологические и технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики/Модификация						
	050	450	500	720	740	750	760
Диапазоны измерений напряжения: - первичной цепи, В - вторичной цепи, кВ	±600 -	±400 8÷400			±500 ±50		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжений: - первичной цепи, В - вторичной цепи, В	±1 ±1			±1 ±100			
Диапазоны измерений силы тока, А	-	0,2÷30 4÷1000			0÷30 0÷1000		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений силы тока, А	-	±0,1	±0,1	±0,1	±0,1	±0,1	±0,1
Диапазоны измерений сопротивления постоянному электрическому току, Ом	0÷10·10 ⁹ 0÷20·10 ⁹ 0÷50·10 ⁹ 0÷100·10 ⁹ 0÷200·10 ⁹	0÷400 0÷40·10 ⁶			1÷1000 1÷10000 10÷9,99·10 ⁵		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному электрическому току в диапазоне, Ом: 0÷400; 1÷1000 1÷10000 0÷40·10 ⁶ ; 10÷9,99·10 ⁵ 0÷10·10 ⁹ 0÷20·10 ⁹ 0÷50·10 ⁹ 0÷100·10 ⁹ 0÷200·10 ⁹	0,3·10 ⁹ 0,6·10 ⁹ 1,5·10 ⁹ 3,0·10 ⁹ 6,0·10 ⁹			0,001 0,1 100			
Диапазон измерений частоты, Гц	-	5÷20000			5÷4·10 ⁷		
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты, %	-	±1			±0,01		
Диапазон измерений оборотов коленчатого вала двигателя, об/мин	-	100÷8000			100÷12000		

Наименование характеристики	Значение характеристики/Модификация						
	050	450	500	720	740	750	760
Предел допускаемой абсолютной погрешности измерений оборотов коленчатого вала двигателя, об/мин	-	±10					
Диапазон измерений угла замкнутого состояния контактов прерывателя (угла начала впрыска), ...%(...°)	-	0÷100 (0÷360)					
Предел допускаемой абсолютной погрешности измерений угла замкнутого состояния контактов прерывателя, ...% (...°)	-	±0,1 (±0,1)					
Номинальное напряжение питания, В	7,5	220 ^{+10%} _{-15%}	19	220 ^{+10%} _{-15%}			
Частота питающей сети, Гц	-	50±1	-	50±1			
Габаритные размеры, не более, мм	220×92×50	261× 248×44,5	220× 280× 110	210× 550× 200	1785×680×670		
Масса, не более, мм	0,8	1,4	1,5	8	85	91	85
Рабочий диапазон температур, ...°С	от минус 20 до плюс 55	от 0 до плюс 40	от плюс 5 до плюс 40	от 0 до плюс 40			