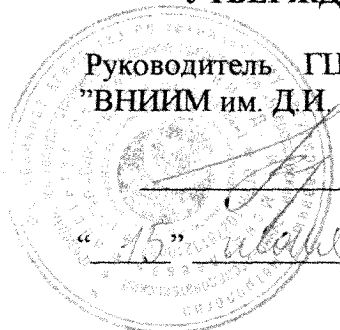


ООО «Нефтехимавтоматика-СПб»

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ ФГУП  
"ВНИИМ им. Д.И. Менделеева"  
\_\_\_\_\_  
Н.И. Ханов  
"15" *Иванов* 2011 г.



УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор  
ООО «Нефтехимавтоматика-СПб»  
\_\_\_\_\_  
Б.В. Лосев  
" " 2011 г.



**Прибор для измерения удельной  
электропроводности углеводородных жидкостей**

**ЭЛ-4М**

Методика поверки  
МП 242-1189- 2011

Руководитель отдела  
Государственных эталонов в области  
Физико- химических измерений  
ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»

\_\_\_\_\_  
Конопелько Л.А.

Технический директор  
ООО «НЕФТЕХИМАВТОМАТИКА-СПб»

\_\_\_\_\_  
Юдович Е.Е.

Руководитель лаборатории электрохимии  
ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

\_\_\_\_\_  
Суворов В.И.

2011г.

Настоящая методика поверки распространяется на прибор для измерения удельной электропроводности углеводородных жидкостей ЭЛ-4М (в дальнейшем – прибор) и устанавливает методы и средства его первичной и периодической поверки и калибровки, в зависимости от применения.

Прибор выпускается в двух исполнениях, имеющих следующие диапазоны измерения:

- от 1 до 100 пСм/м и от 1 до 1000 пСм/м,
- от 1 до 1000 пСм/м и от 1 до 10000 пСм/м.

Предел допускаемого значения основной приведенной погрешности прибора  $\pm 2\%$ .

Значение основной приведенной погрешности определяется при нормальных условиях на мерах электрического сопротивления.

Интервал между поверками – 1 год.

## 1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1

Наименование операции	Номера пунктов методики поверки	Первичная поверка	Периодическая поверка
Внешний осмотр	5.1	Да	Да
Опробование	5.2	Да	Да
Проверка постоянной измерительного электрода	5.3.1 5.3.2	Да	Да
Определение основной приведённой погрешности прибора	5.3.3	Да	Да

## 2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки должны быть применены следующие средства поверки:

- измеритель ёмкости класса точности 0,05 для измерений в пределах от 0 до 100 пФ, например, измеритель иммитанса цифровой Е7-21;
- меры электрического сопротивления класса точности 0,1 величиной 0,050; 0,10; 0,25; 0,50; 1,0; 2,5; 5,0; 10,0; 25,0 ГОм, например магазины сопротивления Р 4042, ТУ 25-04.669-80 и Р 4078, ТУ 25-04.3256-80 или Р 4043 ТУ 25-04.1137-80. Допускается применять взамен магазинов сопротивления аттестованные резисторы с указанными номиналами сопротивления, действительные значения которых могут быть определены в процессе поверки прибора ЭЛ-4М с помощью моста постоянного тока Р 4053, ТУ 25-04.474-73;
- термометр стеклянный с ценой деления не более 1<sup>0</sup>С и с пределами измерений от 0 до 60<sup>0</sup>С, например, ТН4 по ГОСТ 400;
- сосуд стеклянный или фарфоровый, обеспечивающий полное погружение в топливо чувствительного элемента;
- гептан нормальный эталонный ГОСТ 25828 -83

2.2. Средства поверки должны иметь действующий документ о поверке, выданный органами метрологической службы.

## 3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха плюс  $(20 \pm 2)$  °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.);
- температура гептана  $(20 \pm 2)$  °С.

## 4. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

4.1. Перед проведением поверки следует выполнить следующие подготовительные операции:

- выдержать поверяемый прибор в нормальных условиях не менее 4 ч;
- подготовить к работе средства поверки согласно их эксплуатационной документации;
- тщательно промыть измерительный электрод в гептане и просушить его до полного удаления жидкости на воздухе или в термостате при температуре до плюс 60°C.
- с помощью термометра измерить температуру гептана (см.п.3).

**Примечание. Все работы с гептаном производить в вытяжном шкафу!**

## 5. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 5.1. Внешний осмотр

5.1.1. При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие комплектности прибора требованиям АИП 2.736.004 ПС.

5.1.2. На приборе должна быть табличка, содержащая:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- шифр прибора;
- заводской номер и год выпуска;
- знак утверждения типа.

5.1.3. Прибор не должен иметь повреждений и дефектов, ухудшающих его внешний вид и препятствующих его применению.

### 5.2. Опробование.

5.2.1. Для проверки «нуля» прибора подключите к нему находящийся в воздухе измерительный электрод и нажмите кнопку «Контроль». Отклонение показаний прибора от «нуля» не должно превышать  $\pm 4$  ед. младшего разряда цифрового табло.

5.2.2. Для проверки калибровки прибора по контрольной точке отключите измерительный электрод, нажмите кнопку «Контроль» и, не отпуская ее, нажмите кнопку «Измерение». Показания прибора должны соответствовать значению контрольной точки, указанной в паспорте АИП 2.736.004ПС, в пределах допускаемой основной приведенной погрешности.

### 5.3. Проверка метрологических параметров

#### 5.3.1 Проверка постоянной $K_3$ измерительного электрода

5.3.1.1 Проверка постоянной  $K_3$  измерительного электрода осуществляется сличением паспортного значения  $K_3$  с реальным значением, определенным путем измерения емкости электрода на воздухе и в гептане согласно п.п. 5.3.1.2 - 5.3.1.5..

5.3.1.2 Для расчёта реальной постоянной измерительного электрода  $K_{Э}$ ,  $m^{-1}$  используют уравнение

$$K_{Э} = \frac{\epsilon_0(\epsilon_r - 1)}{C_r - C_B} \quad (1)$$

где  $\epsilon_0 = 8,854 \frac{nФ}{м}$  - диэлектрическая проницаемость вакуума;

$\epsilon_r$  - относительная проницаемость используемого гептана, (1,924 при 20°C),

$C_B$  - электрическая ёмкость измерительного электрода в воздухе, пФ;

$C_r$  - электрическая ёмкость измерительного электрода в гептане, пФ.

5.3.1.3. При измерении ёмкости измерительного электрода в воздухе подключают соответствующим образом подготовленный измерительный электрод к измерителю ёмкости и определяют по показаниям измерителя величину  $C_{B_i}$ , пФ. Затем электрод отсоединяют от измерителя и повторяют операции измерения еще 4 раза.

5.3.1.4. При измерении ёмкости измерительного электрода в гептане подключают измерительный электрод к измерителю ёмкости, опускают электрод в сосуд с гептаном и определяют по показаниям измерителя величину  $C_{r_i}$ , пФ. Затем электрод вынимают из гептана, отсоединяют от измерителя и повторяют операции измерения еще 4 раза.

Примечание. Отсоединения измерительного электрода от измерителя ёмкости после каждого измерения строго обязательны, т.к. условия подсоединений могут влиять на результаты измерений и их погрешность.

5.3.1.5. Полученные по п.п.5.3.1.2 и 5.3.1.3 результаты заносят в табл.1 Приложения и рассчитывают среднеарифметические значения ёмкостных параметров по уравнениям:

$$\overline{C_B} = \frac{\sum C_{B_i}}{5} \quad (2),$$

$$\overline{C_r} = \frac{\sum C_{r_i}}{5} \quad (3).$$

Вносят их в табл. 1 Приложения.

Рассчитывают разницу ёмкостей  $\Delta C$ , пФ и вносят их в таблицу 2:

$$\Delta C = \overline{C_r} - \overline{C_B} \quad (4).$$

Постоянную измерительного электрода  $K_{и}$  рассчитывают по уравнению 5, полученному из уравнения 1 для значения  $\epsilon_r=1,924$ , и вносят в таблицу 2:

$$K_{Эи} = 8,1811 / \Delta C \quad (5).$$

Значение  $K_{Эи}$  не должно выходить за пределы  $0,5 \pm 0,1 m^{-1}$ .

### 5.3.2. Определение основной приведённой погрешности прибора.

5.3.2.1. Расчёт основной приведённой погрешности прибора  $\gamma$  проводят на основе разницы между показаниями прибора при подключении к нему образцовых мер электрического сопротивления ( $R_x$ ) и расчётными значениями их удельной электропроводности.

Эталонные меры электрического сопротивления выбирают в соответствии с табл. 2

Диапазон измерений поверяемого прибора, пСм/м	Номинальные значения эталонных мер электрического сопротивления, ГОм
1 – 100 и 1-1000	5,0; 10; 25 и 0,50; 1,0; 2,5
1 – 1 000 и 1 – 10 000	0,50; 1,0; 2,5 и 0,050; 0,10; 0,25

Примечание. Допускается отклонение сопротивления в пределах +10 % для номинальных значений 5,0; 0,50 и 0,050 ГОм и 10 % для остальных номинальных значений.

5.3.2.2 Расчетные значения показаний прибора  $A_i^{рас}$ , пСм/м для каждой использованной меры электрического сопротивления определяют по формуле

$$A_i^{рас} = \frac{K_{ЭИ} \cdot 1000}{R_i} \quad (6),$$

где  $K_{ЭИ}$  – измеренное значение постоянной измерительного электрода, ( $m^{-1}$ ),  
 $R_i$  – паспортное значение электрического сопротивления конкретной образцовой меры, ГОм.  
 Вносят соответствующие значения  $R_i$  и  $A_i^{рас}$  в табл.3 Приложения.

5.3.2.3. Подключают к прибору любую из эталонных мер сопротивления  $R_i$  и три раза выполняют измерение, нажимая кнопку «Измерение». Полученные значения  $A_{ij}^{изм}$  заносят в соответствующую значению  $R_i$  строку табл.3 Приложения.

Так же поступают с остальными мерами.

5.3.2.4. Рассчитывают разницу между измеренными и расчётными показаниями  $\Delta A$ , пСм/м и вносят их в табл.3 Приложения:

$$\Delta A = A_{ij}^{изм} - A_i^{рас} \quad (7).$$

5.3.2.5. Оценку наибольшего значения основной приведённой погрешности прибора проводят для точки максимального расхождения между расчётными и измеренными показаниями без учета знака  $|\Delta A|_{max}$ . Значение  $|\Delta A|_{max}$ , пСм/м выбирают из табл.3 Приложения, заносят в табл. 4 Приложения и используют для расчета основной приведенной погрешности прибора  $\gamma_{max}$ .

5.3.2.6 Значение основной приведённой погрешности прибора  $\gamma_{max}$ , % рассчитывают по формуле:

$$\gamma_{max} = \pm 100 |\Delta A|_{max} / d \quad (8),$$

где  $d$  – верхний предел соответствующего диапазона измерений, пСм/м.

Значение  $\gamma_{max}$  округляют до первого десятичного знака после запятой.

5.3.2.7. Проверяют выполнение условия  $|\gamma_{max}| \leq 2\%$ .

При соблюдении этого условия прибор признаётся пригодным к применению.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1.

Результаты ёмкостных измерений.

№ п/п	$C_{B_i}$	№ п/п	$C_{Г_i}$
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
	$\bar{C}_B =$		$\bar{C}_Г =$

Таблица 2.

Обозначение величины	$\Delta C$	Кэи
Расчетная формула	$\bar{C}_Г - \bar{C}_B$	$K_{Эи} = 8,1811 / \Delta C$
Численное значение		

Таблица 3. Результаты измерений

R ГОМ	$A_i^{расч}$	$A_{изм}_{ij}$	$\Delta A$
$R_1 =$	$A_1 =$	$A_{11} =$ $A_{12} =$ $A_{13} =$	
$R_2 =$	$A_2 =$	$A_{21} =$ $A_{22} =$ $A_{23} =$	
$R_3 =$	$A_3 =$	$A_{31} =$ $A_{32} =$ $A_{33} =$	

Таблица 4

Исходные данные для расчета наибольшего значения основной приведенной погрешности.

Обозначение величины	$\Delta A_{\max}$	$A_{\text{MAX}}^{\text{ИЗМ}}$	$A_{\text{расч}}$	d
Численное значение				



ПРИЛОЖЕНИЕ 2

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ

От « 16 июня » 2011 года

Заводской № 50

Год изготовления 2011

Проведение поверки проводилось по документу « Прибор для измерения электропроводности углеводородных жидкостей ЭЛ-4М. Методика поверки - МП 242-1189-2011.

**Внешний осмотр**

1. Комплектность прибора соответствует требованиям.
2. Табличка на приборе содержит необходимые сведения о приборе.
3. Дефектов, ухудшающих внешний вид прибора, не обнаружено.

**Опробование**

1. Ноль прибора отрегулирован в пределах 2-х единиц младшего разряда.
2. Контрольная точка прибора соответствует паспортным данным,  $K_T = (50 \pm 0,5)$
3. Диапазон измерений от 1 до 100 пСм/м

**Проверка постоянной измерительного электрода**

Табл. 1 Результаты емкостных измерений

№ п/п	$C_{Вi}$	№ п/п	$C_{Гi}$
1	26,01	1	42,47
2	26,02	2	42,47
3	26,02	3	42,47
4	26,02	4	42,46
5	26,02	5	42,47

Табл. 2. Определение постоянной измерительного электрода

Обозначение величины	$\Delta C$	$K_{Эи}, м^{-1}$
Расчетная формула	$\bar{C}_Г - \bar{C}_В$	$K_{Эи} = 8,1811 / \Delta C$
Численное значение	16,45	0,497

Таблица 3. Результаты измерений

R ГОм	$A_i^{расч}$	$A_{ij}^{изм}$	$\Delta A$
$R_1 = 5,14$	$A_1 = 96,7$	$A_{11} = 96,8$ $A_{12} = 96,8$ $A_{13} = 96,8$	0,1
$R_2 = 9,2$	$A_2 = 54$	$A_{21} = 54,3$ $A_{22} = 54,3$ $A_{23} = 54,3$	0,3
$R_3 = 20,8$	$A_3 = 23,9$	$A_{31} = 23,9$ $A_{32} = 23,9$ $A_{33} = 23,9$	-

Таблица 4

Исходные данные для расчета наибольшего значения основной приведенной погрешности.

Обозначение величины	$\Delta A_{max}$	$A_{MAX}^{изм}$	$A^{расч}$	d
Численное значение	0,3	54,3	54,0	100

Расчет основной приведенной погрешности прибора:

$$\gamma = \Delta A_{max} \cdot 100 / d = 0,3 \cdot 100 / 100 = 0,3 \%$$

**Заключение:**

$\gamma = 0,3 \% < 2 \%$ , прибор успешно прошел поверку.

Поверитель

В.И. Суворов.