

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии  
Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им.Д.И.Менделеева»  
УРАЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ –  
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ  
ИМ.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»  
(УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»)

СОГЛАСОВАНО

Директор УНИИМ – филиала

ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

Е.П. Собина

"23" 08 2024 г.



«ГСИ. Приборы для определения газопроницаемости  
СМП-ГП. Методика поверки»

МП 34-251-2023

Екатеринбург

2024 г.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

1. РАЗРАБОТАНА Уральским научно-исследовательским институтом метрологии – филиалом Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)
2. ИСПОЛНИТЕЛЬ м.н.с. лаб. 251, Аронов И.П.
3. СОГЛАСОВАНА директором УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева» в 2024 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие положения.....	4
2	Нормативные ссылки .....	4
3	Перечень операций поверки средства измерений .....	5
4	Требования к условиям проведения поверки.....	5
5	Требования к специалистам, осуществляющим поверку .....	6
6	Метрологические и технические требования к средствам поверки .....	6
7	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.....	6
8	Внешний осмотр средства измерений .....	6
9	Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	7
10	Проверка программного обеспечения средства измерений .....	7
11	Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.....	7
12	Оформление результатов поверки .....	12

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на Приборы для определения газопроницаемости СМП-ГП (далее – приборы), выпускаемые ООО «Кортех», Россия. Приборы подлежат первичной и периодической поверке. Поверка приборов должна производиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.2 При проведении поверки прослеживаемость приборов обеспечивается к ГЭТ 210-2019 «Государственному первичному эталону единиц удельной адсорбции газов, удельной поверхности, удельного объема пор, размера пор, открытой пористости и коэффициента газопроницаемости твердых веществ и материалов» в соответствии с приказом Росстандарта Российской Федерации от 15.03.2021 г. № 315 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений удельной адсорбции газов, удельной поверхности, удельного объема пор, размера пор, открытой пористости и коэффициента газопроницаемости твердых веществ и материалов».

1.3 В настоящей методике поверки реализована поверка методом прямых измерений.

1.4 Настоящая методика поверки применяется для поверки приборов, используемых в качестве рабочих средств измерений. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений коэффициента газопроницаемости при заданном значении обратного порового давления, $10^{-3} \cdot \text{мкм}^2$ (мД) <sup>1)</sup>	от 0,05 до 5 000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента газопроницаемости при заданном значении обратного порового давления в поддиапазоне от 0,05 до 0,24 [ $10^{-3} \cdot \text{мкм}^2$ ] (мД) <sup>1)</sup> включ., %	$\pm 25$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента газопроницаемости при заданном значении обратного порового давления в поддиапазоне св. 0,24 до 1 [ $10^{-3} \cdot \text{мкм}^2$ ] (мД) <sup>1)</sup> включ., [ $10^{-3} \cdot \text{мкм}^2$ ] (мД) <sup>1)</sup>	$\pm 0,06$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента газопроницаемости при заданном значении обратного порового давления в поддиапазоне св. 1 до 5000 [ $10^{-3} \cdot \text{мкм}^2$ ] (мД) <sup>1)</sup> , %	$\pm 6$
Диапазон измерений коэффициента абсолютной газопроницаемости, $10^{-3} \cdot \text{мкм}^2$ (мД) <sup>1)</sup>	от 0,05 до 5 000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента абсолютной газопроницаемости в поддиапазоне от 0,05 до 0,24 [ $10^{-3} \cdot \text{мкм}^2$ ] (мД) <sup>1)</sup> включ., %	$\pm 25$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента абсолютной газопроницаемости в поддиапазоне св. 0,24 до 1 [ $10^{-3} \cdot \text{мкм}^2$ ] (мД) <sup>1)</sup> включ., [ $10^{-3} \cdot \text{мкм}^2$ ] (мД) <sup>1)</sup>	$\pm 0,06$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента абсолютной газопроницаемости в поддиапазоне св. 1 до 5000 [ $10^{-3} \cdot \text{мкм}^2$ ] (мД) <sup>1)</sup> , %	$\pm 6$

<sup>1)</sup> 1 миллиардarsi [мД] =  $0,986923 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2 = 0,986923 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$

## 2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящей методике поверки использованы ссылки на следующие документы:

- Приказ Министерства труда и Социальной защиты РФ от 15.12.2020 № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;

- Приказ Росстандарта Российской Федерации от 15.03.2021 г. №315 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений удельной адсорбции газов, удельной поверхности, удельного объема пор, размера пор, открытой пористости и коэффициента газопроницаемости твердых веществ и материалов»;

- ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

## 3 Перечень операций поверки средства измерений

3.1 При поверке должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операций при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	8
Подготовка к поверке и опробование	да	да	9
Проверка программного обеспечения	да	да	10
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	11
Определение абсолютной и относительной погрешности измерений коэффициента газопроницаемости при заданном значении обратного порового давления и коэффициента абсолютной газопроницаемости	да	да	11.1
Проверка диапазона измерений коэффициента газопроницаемости при заданном значении обратного порового давления и коэффициента абсолютной газопроницаемости	да	да	11.2

3.2 В случае невыполнения требований хотя бы к одной из операций поверка прекращается и выполняются операции по п. 12.4.

3.3 На основании письменного заявления владельца прибора или лица, представившего прибор на поверку, оформленного в произвольной форме, допускается проводить периодическую поверку на меньшем числе поддиапазонов измерений (поверка в сокращенном объеме) с указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки. Данная информация приводится в свидетельстве о поверке (в случае его оформления) и в сведениях, направляемых в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

#### 4 Требования к условиям проведения поверки

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °С от + 20 до + 30
- относительная влажность, % от 10 до 80

#### 5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

5.1 К проведению работ по поверке приборов допускаются лица, прошедшие обучение в качестве поверителя, изучившие РЭ на приборы и настоящую методику поверки.

#### 6 Метрологические и технические требования к средствам поверки

6.1 При проведении поверки применяют оборудование согласно таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 10 °С до плюс 40 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 10 % до 90 %, с абсолютной погрешностью не более 3 %	Термогигрометр электронный «CENTER» 313 (рег.№ 22129-09)
п. 11 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Стандартные образцы газопроницаемости горных пород (имитаторы); интервал допускаемых значений коэффициента газопроницаемости от $0,1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{-3}$ мкм <sup>2</sup> ; границы допускаемой относительной погрешности аттестованного значения при $P=0,95, \pm 3 \%$	ГСО 11546-2020
	Стандартные образцы открытой пористости и газопроницаемости горных пород (имитатор), интервал допускаемых значений коэффициента газопроницаемости от $1 \cdot 10^{-3}$ до $5000 \cdot 10^{-3}$ мкм <sup>2</sup> ; границы допускаемой относительной погрешности аттестованного значения при $P=0,95, \pm 3 \%$	ГСО 11547-2020 ГСО 11548-2020 ГСО 11549-2020 ГСО 11550-2020 ГСО 11709-2021 ГСО 11710-2021 ГСО 11711-2021 ГСО 11712-2021
<i>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, стандартные образцы утвержденного типа, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i>		

6.2 Стандартные образцы, применяемые для поверки, должны иметь действующий паспорт, средства измерений должны быть поверены.

## **7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки**

7.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования Приказа Министерства труда и Социальной защиты РФ от 15.12.2020 № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок», требования ГОСТ 12.2.007.0

## **8 Внешний осмотр средства измерений**

8.1 При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида прибора сведениям, приведенным в описании типа;
- отсутствие видимых повреждений приборов;
- соответствие комплектности, указанной в РЭ;
- наличие обозначения и заводского номера, четкость маркировки, а также отсутствие повреждений и дефектов, влияющих на работоспособность прибора.

8.2 В случае, если при внешнем осмотре прибора выявлены повреждения или дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, поверка может быть продолжена только после устранения этих повреждений или дефектов.

## **9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

9.1 Проводят контроль условий поверки с помощью термогигрометра в соответствии с п.6 настоящей методики поверки.

9.2 Перед проведением поверки прибор готовят к работе в соответствии с РЭ, проверяют работоспособность органов управления и регулировки прибора.

9.3 Стандартные образцы готовят к проведению измерений в соответствии с их эксплуатационной документацией.

9.4 При включении прибора должны отсутствовать сообщения об ошибках.

## **10 Проверка программного обеспечения средства измерений**

10.1 Проводят проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) прибора: в строке команд выбирают пункт «О программе». Наименование и номер версии ПО прибора должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	СМП-ГП
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.0.0.XX*
Цифровой идентификатор	-

\*«X» не относится к метрологически значимой части ПО и принимает значения от 0 до 9

## **11 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям**

Все действия с приборами осуществляются только в соответствии с руководством по эксплуатации.

Условия окружающей среды при определении метрологических характеристик должны соответствовать указанным в п. 4 настоящей методики поверки.

Для определения абсолютной и относительной погрешности измерений коэффициента газопроницаемости при заданном значении обратного порового давления и коэффициента абсолютной газопроницаемости приборов используют стандартные образцы утвержденного типа

согласно таблице 3 (далее – образцы). Для проведения поверки используется не менее трех образцов, аттестованные значения которых равномерно распределены по диапазонам измерений приборов.

11.1 Определение абсолютной и относительной погрешности измерений коэффициента газопроницаемости при заданном значении обратного порового давления и коэффициента абсолютной газопроницаемости

11.1.1 Определение абсолютной и относительной погрешности измерений коэффициента газопроницаемости при заданном значении обратного порового давления и коэффициента абсолютной газопроницаемости допускается проводить с использованием азота или гелия.

11.1.2 В случае применения азота для поверки прибора проводят измерения коэффициентов газопроницаемости  $(K_{N_2})_t$  каждого образца на приборе согласно его руководству по эксплуатации с использованием азота при  $r$  обратных поровых давлениях  $(P_{N_2}^{-1})_t$ . Значения обратных поровых давлений  $(P_{N_2}^{-1})_t$  при измерениях каждого образца должны соответствовать и быть максимально близки к значениям обратных поровых давлений  $(P(ГСО)_{N_2}^{-1})_t$ , по которым были определены коэффициенты уравнения регрессии зависимости Клинкаенберга по азоту в паспортах образцов.

11.1.3 С помощью программного обеспечения прибора по полученным значениям  $(K_{N_2})_t$  и соответствующим им значениям обратного порового давления  $(P_{N_2}^{-1})_t$  для каждого образца методом наименьших квадратов определяют коэффициенты уравнения регрессии зависимости Клинкаенберга  $B_{N_2}$  и  $K_{abs_{N_2}}$ :

$$B_{N_2} = \frac{r \cdot \sum_{t=1}^r [(P_{N_2}^{-1})_t \cdot (K_{N_2})_t] - \sum_{t=1}^r (P_{N_2}^{-1})_t \cdot \sum_{t=1}^r (K_{N_2})_t}{r \cdot \sum_{t=1}^r (P_{N_2}^{-1})_t^2 - \left( \sum_{t=1}^r (P_{N_2}^{-1})_t \right)^2}, \quad (1)$$

$$K_{abs_{N_2}} = \frac{\sum_{t=1}^r (K_{N_2})_t - B_{N_2} \cdot \sum_{t=1}^r (P_{N_2}^{-1})_t}{r}, \quad (2)$$

где  $B_{N_2}$  - коэффициент Клинкаенберга при измерениях на приборе по азоту, МПа·мкм<sup>2</sup>;

$K_{abs_{N_2}}$  - измеренное по азоту на приборе значение коэффициента абсолютной газопроницаемости, мкм<sup>2</sup>;

$(P_{N_2}^{-1})_t$  -  $t$ -ое значение обратного порового давления при измерениях на приборе по азоту, МПа<sup>-1</sup>,  $t=1 \dots r$ ;

$(K_{N_2})_t$  - измеренное по азоту на приборе значение коэффициента газопроницаемости при  $t$ -ом значении обратного порового давления  $(P_{N_2}^{-1})_t$ , мкм<sup>2</sup>,  $t=1 \dots r$ ;

$r$  – количество значений обратного порового давления, по которым были определены коэффициенты уравнения регрессии зависимости Клинкаенберга по азоту в паспортах образцов.

11.1.4 По полученным в п. 11.1.3 значениям коэффициентов уравнения регрессии зависимости Клинкаенберга  $B_{N_2}$  и  $K_{abs_{N_2}}$  для каждого образца рассчитывают приведенные к обратным поровым давлениям  $(P(ГСО)_{N_2}^{-1})_t$  значения коэффициентов газопроницаемости при измерениях по азоту  $(\bar{K}_{N_2})_t$ :

$$\left(\widehat{K}_{N_2}\right)_i = B_{N_2} \cdot \left(P(\Gamma CO)_{N_2}^{-1}\right)_i + K_{absN_2}, \quad (3)$$

где  $\left(\widehat{K}_{N_2}\right)_i$  - приведенное к обратному поровому давлению  $\left(P(\Gamma CO)_{N_2}^{-1}\right)_i$  значение коэффициента газопроницаемости при измерениях по азоту, мкм<sup>2</sup>.

11.1.5 Повторяют операции по п. 11.1.2-11.1.4 еще не менее одного раза.

11.1.6 Используя результаты измерений, полученные по п. 11.1.2-11.1.5 рассчитывают абсолютную и относительную погрешность измерений коэффициента газопроницаемости при каждом заданном значении обратного порового давления  $\left(P(\Gamma CO)_{N_2}^{-1}\right)_i$  и коэффициента абсолютной газопроницаемости при измерениях по азоту:

$$\left(\Delta_{N_2}\right)_{ij} = \left(\widehat{K}_{N_2}\right)_{ij} - \left(K(\Gamma CO)_{N_2}\right)_{ii}, \quad (4)$$

$$\left(\delta_{N_2}\right)_{ij} = \frac{\left(\widehat{K}_{N_2}\right)_{ij} - \left(K(\Gamma CO)_{N_2}\right)_{ii}}{\left(K(\Gamma CO)_{N_2}\right)_{ii}} \cdot 100 \quad (5)$$

$$\left(\Delta_{absN_2}\right)_{ij} = \left(K_{absN_2}\right)_{ij} - \left(K(\Gamma CO)_{abs}\right)_i, \quad (6)$$

$$\left(\delta_{absN_2}\right)_{ij} = \frac{\left(K_{absN_2}\right)_{ij} - \left(K(\Gamma CO)_{abs}\right)_i}{\left(K(\Gamma CO)_{abs}\right)_i} \cdot 100 \quad (7)$$

где:  $\left(\Delta_{N_2}\right)_{ij}$  - абсолютная погрешность измерений коэффициента газопроницаемости при заданном значении обратного порового давления  $\left(P(\Gamma CO)_{N_2}^{-1}\right)_i$  при  $j$ -ом измерении  $i$ -го образца по азоту, мкм<sup>2</sup>;

$\left(\widehat{K}_{N_2}\right)_{ij}$  -  $j$ -ое приведенное к обратному поровому давлению  $\left(P(\Gamma CO)_{N_2}^{-1}\right)_i$  значение коэффициента газопроницаемости при измерениях  $i$ -ого образца по азоту, мкм<sup>2</sup>;

$\left(K(\Gamma CO)_{N_2}\right)_{ii}$  - аттестованное значение коэффициента газопроницаемости при заданном значении обратного порового давления  $\left(P(\Gamma CO)_{N_2}^{-1}\right)_i$  при измерениях по азоту  $i$ -ого образца, мкм<sup>2</sup>;

$\left(\delta_{N_2}\right)_{ij}$  - относительная погрешность измерений коэффициента газопроницаемости при заданном значении обратного порового давления  $\left(P(\Gamma CO)_{N_2}^{-1}\right)_i$  при  $j$ -ом измерении  $i$ -ого образца по азоту, мкм<sup>2</sup>;

$\left(\Delta_{absN_2}\right)_{ij}$  - абсолютная погрешность измерений коэффициента абсолютной газопроницаемости при  $j$ -ом измерении  $i$ -го образца по азоту, мкм<sup>2</sup>;

$\left(K_{absN_2}\right)_{ij}$  -  $j$ -ое измеренное по азоту на приборе значение коэффициента абсолютной газопроницаемости  $i$ -ого образца, мкм<sup>2</sup>;

$\left(K(\Gamma CO)_{abs}\right)_i$  - аттестованное значение коэффициента абсолютной газопроницаемости  $i$ -ого образца, мкм<sup>2</sup>

$\left(\delta_{absN_2}\right)_{ij}$  - относительная погрешность измерений коэффициента абсолютной газопроницаемости при  $j$ -ом измерении  $i$ -ого образца по азоту, мкм<sup>2</sup>.

Результаты определения абсолютной и относительной погрешности измерений коэффициента газопроницаемости при заданном значении обратного порового давления и коэффициента абсолютной газопроницаемости, полученные по формулам (4)-(7), должны соответствовать требованиям таблицы 1.

11.1.7 В случае применения гелия для поверки прибора проводят измерения коэффициентов газопроницаемости  $(K_{He})_t$  каждого образца на приборе согласно его руководству по эксплуатации с использованием гелия при  $n$  обратных поровых давлениях  $(P_{He}^{-1})_t$ . Значения обратных поровых давлений  $(P_{He}^{-1})_t$  при измерениях каждого образца должны соответствовать и быть максимально близки к значениям обратных поровых давлений  $(P(\Gamma CO)_{He}^{-1})_t$ , по которым были определены коэффициенты уравнения регрессии зависимости Клинкенберга по гелию в паспортах образцов.

11.1.8 С помощью программного обеспечения прибора по полученным значениям  $(K_{He})_t$  и соответствующим им значениям обратного порового давления  $(P_{He}^{-1})_t$  для каждого образца методом наименьших квадратов определяют коэффициенты уравнения регрессии зависимости Клинкенберга  $B_{He}$  и  $K_{absHe}$ :

$$B_{He} = \frac{n \cdot \sum_{t=1}^n [(P_{He}^{-1})_t \cdot (K_{He})_t] - \sum_{t=1}^n (P_{He}^{-1})_t \cdot \sum_{t=1}^n (K_{He})_t}{n \cdot \sum_{t=1}^n (P_{He}^{-1})_t^2 - \left( \sum_{t=1}^n (P_{He}^{-1})_t \right)^2}, \quad (8)$$

$$K_{absHe} = \frac{\sum_{t=1}^n (K_{He})_t - B_{He} \cdot \sum_{t=1}^n (P_{He}^{-1})_t}{n}, \quad (9)$$

где  $B_{He}$  - коэффициент Клинкенберга при измерениях на приборе по гелию, МПа·мкм<sup>2</sup>;

$K_{absHe}$  - измеренное по гелию на приборе значение коэффициента абсолютной газопроницаемости, мкм<sup>2</sup>;

$(P_{He}^{-1})_t$  -  $t$ -ое значение обратного порового давления при измерениях на приборе по гелию, МПа<sup>-1</sup>,  $t=1 \dots n$ ;

$(K_{He})_t$  - измеренное по гелию на приборе значение коэффициента газопроницаемости при  $t$ -ом значении обратного порового давления  $(P_{He}^{-1})_t$ , мкм<sup>2</sup>,  $t=1 \dots n$ ;

$n$  - количество значений обратного порового давления, по которым были определены коэффициенты уравнения регрессии зависимости Клинкенберга по гелию в паспортах образцов.

11.1.9 По полученным в п. 11.1.8 значениям коэффициентов уравнения регрессии зависимости Клинкенберга  $B_{He}$  и  $K_{absHe}$  для каждого образца рассчитывают приведенные к обратным поровым давлениям  $(P(\Gamma CO)_{He}^{-1})_t$  значения коэффициентов газопроницаемости при измерениях по гелию  $(\widehat{K}_{He})_t$ :

$$(\widehat{K}_{He})_t = B_{He} \cdot (P(\Gamma CO)_{He}^{-1})_t + K_{absHe}, \quad (10)$$

где  $(\widehat{K}_{He})_t$  - приведенное к обратному поровому давлению  $(P(\Gamma CO)_{He}^{-1})_t$  значение коэффициента газопроницаемости при измерениях по гелию, мкм<sup>2</sup>.

11.1.10 Повторяют операции по п. 11.1.7-11.1.9 еще не менее одного раза.

11.1.11 Используя результаты измерений, полученные по п. 11.1.7-11.1.10 рассчитывают абсолютную и относительную погрешность измерений коэффициента газопроницаемости при каждом заданном значении обратного порового давления  $(P(\Gamma CO)_{He}^{-1})_t$  и коэффициента абсолютной газопроницаемости при измерениях по гелию:

$$(\Delta_{He})_{ij} = (\widehat{K}_{He})_{ij} - (K(ГСО)_{He})_i, \quad (11)$$

$$(\delta_{He})_{ij} = \frac{(\widehat{K}_{He})_{ij} - (K(ГСО)_{He})_i}{(K(ГСО)_{He})_i} \cdot 100 \quad (12)$$

$$(\Delta_{absHe})_{ij} = (K_{absHe})_{ij} - (K(ГСО)_{abs})_i \quad (13)$$

$$(\delta_{absHe})_{ij} = \frac{(K_{absHe})_{ij} - (K(ГСО)_{abs})_i}{(K(ГСО)_{abs})_i} \cdot 100 \quad (14)$$

где:  $(\Delta_{He})_{ij}$  - абсолютная погрешность измерений коэффициента газопроницаемости при заданном значении обратного порового давления  $(P(ГСО)_{He}^{-1})_i$  при  $j$ -ом измерении  $i$ -го образца по гелию, мкм<sup>2</sup>;

$(\widehat{K}_{He})_{ij}$  -  $j$ -ое приведенное к обратному поровому давлению  $(P(ГСО)_{He}^{-1})_i$  значение коэффициента газопроницаемости при измерениях  $i$ -ого образца по гелию, мкм<sup>2</sup>;

$(K(ГСО)_{He})_i$  - аттестованное значение коэффициента газопроницаемости при заданном значении обратного порового давления  $(P(ГСО)_{He}^{-1})_i$  при измерениях по гелию  $i$ -ого образца, мкм<sup>2</sup>;

$(\delta_{He})_{ij}$  - относительная погрешность измерений коэффициента газопроницаемости при заданном значении обратного порового давления  $(P(ГСО)_{He}^{-1})_i$  при  $j$ -ом измерении  $i$ -ого образца по гелию, мкм<sup>2</sup>;

$(\Delta_{absHe})_{ij}$  - абсолютная погрешность измерений коэффициента абсолютной газопроницаемости при  $j$ -ом измерении  $i$ -го образца по гелию, мкм<sup>2</sup>;

$(K_{absHe})_{ij}$  -  $j$ -ое измеренное по гелию на приборе значение коэффициента абсолютной газопроницаемости  $i$ -ого образца, мкм<sup>2</sup>;

$(K(ГСО)_{abs})_i$  - аттестованное значение коэффициента абсолютной газопроницаемости  $i$ -ого образца, мкм<sup>2</sup>

$(\delta_{absHe})_{ij}$  - относительная погрешность измерений коэффициента абсолютной газопроницаемости при  $j$ -ом измерении  $i$ -ого образца по гелию, мкм<sup>2</sup>.

Результаты определения абсолютной и относительной погрешности измерений коэффициента газопроницаемости при заданном значении обратного порового давления и коэффициента абсолютной газопроницаемости, полученные по формулам (11)-(14), должны соответствовать требованиям таблицы 1.

11.2 Проверка диапазона измерений коэффициента газопроницаемости при заданном значении обратного порового давления и коэффициента абсолютной газопроницаемости

11.2.1 Проверку диапазона измерений коэффициента газопроницаемости при заданном значении обратного порового давления и коэффициента абсолютной газопроницаемости провести одновременно с определением погрешности по п. 11.1.6 (в случае применения азота) или п. 11.1.11 (в случае применения гелия) настоящей методики поверки.

11.2.2 За диапазон измерений прибора принять диапазон измерений коэффициента газопроницаемости при заданном значении обратного порового давления и коэффициента абсолютной газопроницаемости, если полученные по формулам (4)-(7) (в случае применения азота) или (11)-(14) (в случае применения гелия) значения абсолютной и относительной погрешности измерений коэффициента газопроницаемости при заданном значении обратного порового давления и коэффициента абсолютной газопроницаемости удовлетворяют требованиям таблицы 1.

## 12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом в произвольной форме.

12.2 При положительных результатах поверки прибор признают пригодным к применению.

12.3 Нанесение знака поверки на приборы не предусмотрено. Пломбирование приборов не предусмотрено.

12.4 При отрицательных результатах поверки прибор признают непригодным к применению.

12.5 По заявке заказчика при положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке, при отрицательных – извещение о непригодности.

12.6 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с установленным порядком. В сведениях о результатах поверки приводят данные о используемом газе (азот или гелий).

**М.н.с. лаб. 251 УНИИМ – филиала  
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»**



**И.П. Аронов**