

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.Н. Соби́на  
"14" 2025 г.

«ГСИ. Установки для изучения электрических и упругих  
свойств керна в пластовых условиях ПИК-УЗ-УЭС.  
Методика поверки»

МП 9-251-2025

Екатеринбург  
2025 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 младший научный сотрудник лаб. 251, Аронов И.П.
3. СОГЛАСОВАНА директором УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева» в 2025 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

|    |                                                                                    |    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1  | Общие положения.....                                                               | 4  |
| 2  | Нормативные ссылки.....                                                            | 5  |
| 3  | Перечень операций поверки средства измерений .....                                 | 5  |
| 4  | Требования к условиям проведения поверки.....                                      | 6  |
| 5  | Требования к специалистам, осуществляющим поверку .....                            | 7  |
| 6  | Метрологические и технические требования к средствам поверки .....                 | 7  |
| 7  | Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки .....          | 8  |
| 8  | Внешний осмотр средства измерений .....                                            | 8  |
| 9  | Подготовка к поверке и опробование средства измерений .....                        | 8  |
| 10 | Проверка программного обеспечения средства измерений .....                         | 8  |
| 11 | Определение метрологических характеристик средства измерений .....                 | 9  |
| 12 | Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим<br>требованиям ..... | 14 |
| 13 | Оформление результатов поверки .....                                               | 16 |

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на Установки для изучения электрических и упругих свойств керна в пластовых условиях ПИК-УЗ-УЭС (далее – установки), выпускаемые АО «Геологика», Россия. Установки подлежат первичной и периодической поверке. Поверка установок должна производиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.2 При проведении поверки прослеживаемость установок обеспечивается к:

- ГЭТ 23-2010 Государственному первичному эталону единицы давления - паскаля в соответствии с приказом Росстандарта от 20.10.2022 г. № 2653 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа»;

- ГЭТ 189-2014 Государственному первичному эталону единиц скоростей распространения и коэффициента затухания ультразвуковых волн в твердых средах в соответствии с приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2842 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений скоростей распространения и коэффициента затухания ультразвуковых волн в твердых средах»;

- ГЭТ 14-2014 Государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока»;

- ГЭТ 2-2021 Государственному первичному эталону единицы длины - метра в соответствии с приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2840 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений длины в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-9}$  до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм».

1.3 В настоящей методике поверки реализована поверка методом прямых измерений.

1.4 Настоящая методика поверки применяется для поверки установок, 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    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>Блок порового давления (давление на входе в образец)</b>                                       |             |
| Диапазон измерений избыточного давления, МПа                                                      | от 0 до 70  |
| Пределы допускаемой погрешности, приведенной к верхнему пределу измерений избыточного давления, % | $\pm 0,5$   |
| <b>Блок порового противодавления (давление на выходе из образца)</b>                              |             |
| Диапазон измерений избыточного давления, МПа                                                      | от 0 до 70  |
| Пределы допускаемой погрешности, приведенной к верхнему пределу измерений избыточного давления, % | $\pm 0,5$   |
| <b>Блок торцевого давления</b>                                                                    |             |
| Диапазон измерений избыточного давления, МПа                                                      | от 0 до 100 |
| Пределы допускаемой погрешности, приведенной к верхнему пределу измерений избыточного давления, % | $\pm 0,5$   |
| <b>Блок обжимного давления</b>                                                                    |             |
| Диапазон измерений избыточного давления, МПа                                                      | от 0 до 100 |
| Пределы допускаемой погрешности, приведенной к верхнему пределу измерений избыточного давления, % | $\pm 0,5$   |

| Наименование характеристики                                                                                              | Значение           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| <b>Блок измерений скорости распространения упругих продольных и поперечных волн</b>                                      |                    |
| Диапазон измерений скорости распространения упругих продольных волн, м/с                                                 | от 1000 до 8000    |
| Диапазон измерений скорости распространения упругих поперечных волн, м/с                                                 | от 500 до 4000     |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений скорости распространения упругих продольных и поперечных волн, % | $\pm 3$            |
| <b>Блок измерений удельного электрического сопротивления</b>                                                             |                    |
| Диапазон измерений удельного электрического сопротивления, Ом·м                                                          | от 0,0002 до 12000 |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений удельного электрического сопротивления, %                        | $\pm 3$            |

## 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 №2653 от 20.10.2022 г. «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа»;
- Приказ Росстандарта №2842 от 29.12.2018 г. «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений скоростей распространения и коэффициента затухания ультразвуковых волн в твердых средах»;
- Приказ Росстандарта №3456 от 30.12.2019 г. «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока»;
- Приказ Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2840 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений длины в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-9}$  до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм»;
- 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                                                                                              |
| Определение метрологических характеристик средства измерений                          | да                                     | да                    | 11                                                                                             |
| Определение относительной погрешности измерений скорости распространения упругих про- | да                                     | да                    | 11.1                                                                                           |

| Наименование операции                                                                                                                               | Обязательность проведения операций при |                       | Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                     | первичной поверке                      | периодической поверке |                                                                                                |
| дольных и поперечных волн                                                                                                                           |                                        |                       |                                                                                                |
| Проверка диапазона измерений скорости распространения упругих продольных и поперечных волн                                                          | да                                     | да                    | 11.2                                                                                           |
| Определение относительной погрешности измерений удельного электрического сопротивления                                                              | да                                     | да                    | 11.3                                                                                           |
| Проверка диапазона измерений удельного электрического сопротивления                                                                                 | да                                     | да                    | 11.4                                                                                           |
| Определение погрешности, приведенной к верхнему пределу измерений избыточного давления в блоке порового давления и в блоке порового противодействия | да                                     | да                    | 11.5                                                                                           |
| Проверка диапазона измерений избыточного давления в блоке порового давления и в блоке порового противодействия                                      | да                                     | да                    | 11.6                                                                                           |
| Определение погрешности, приведенной к верхнему пределу измерений избыточного давления в блоке торцевого давления и в блоке обжимного давления      | да                                     | да                    | 11.7                                                                                           |
| Проверка диапазона измерений избыточного давления в блоке торцевого давления и в блоке обжимного давления                                           | да                                     | да                    | 11.8                                                                                           |
| Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям                                                                           | да                                     | да                    | 12                                                                                             |

3.2 В случае невыполнения требований хотя бы к одной из операций поверка прекращается, установка бракуется.

3.3 На основании письменного заявления владельца установки или лица, представившего установку на поверку, оформленного в произвольной форме, допускается проведение периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин (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 + 15 до + 35  |
| - относительная влажность, %       | от 20 до 80      |
| - атмосферное давление, кПа        | от 84,0 до 106,7 |

## 5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

5.1 К проведению работ по поверке установок допускаются лица, прошедшие обучение в качестве поверителя, изучившие РЭ на установки 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 15 °С до плюс 35 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 1$ °С;<br>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 % до 80 %, с абсолютной погрешностью не более $\pm 3$ %;<br>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа, с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ кПа                                                                                                                                                                                                                                                    | Термогигрометры ИВА-6А-КП-Д (рег. № 46434-11)                                                   |
| п.11 Определение метрологических характеристик средства измерений | Стандартные образцы скорости распространения продольных и поперечных (сдвиговых) ультразвуковых волн в твердых материалах, интервал допускаемых аттестованных значений скорости распространения упругих продольных ультразвуковых волн не менее чем от 2500 до 6500 м/с, границы допускаемых значений относительной погрешности аттестованных значений при $P=0,95$ не более $\pm 1,5$ %; интервал допускаемых аттестованных значений скорости распространения упругих поперечных (сдвиговых) ультразвуковых волн не менее чем от 1200 до 3300 м/с, границы допускаемых значений относительной погрешности аттестованных значений при $P=0,95$ не более $\pm 1,5$ % | ГСО 10225-2013                                                                                  |
|                                                                   | Стандартные образцы удельного электрического сопротивления, интервал допускаемых аттестованных значений удельного электрического сопротивления от 0,0002 до 12000 Ом·м, границы допускаемых значений относительной погрешности аттестованных значений при $P=0,95$ не более $\pm 1,5$ %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | ГСО 11388-2019/ГСО 11397-2019<br>ГСО 11496-2020/ГСО 11501-2020<br>ГСО 12091-2022/ГСО 12096-2022 |
|                                                                   | Средство измерений избыточного давления в диапазоне измерений не меньше, чем от 0 до 100 МПа, применяемое в качестве рабочего эталона 4-го разряда (или в качестве рабочего эталона более высокой точности), согласно ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 20.10.2022 г. №2653, с погрешностью, приве-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Преобразователь давления эталонный ПДЭ-020И-ДИ-190Е, (рег. № 58668-14)                          |

|                                                        |                                                                                                  |                                        |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Операции поверки, требующие применения средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|                                                        | денной к верхнему пределу измерений, не более $\pm 0,1 \%$                                       |                                        |

6.2 Стандартные образцы, применяемые для поверки, должны быть утвержденного типа и иметь действующий паспорт, средства измерений должны быть утвержденного типа и 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 установки сведениям, приведенным в описании типа;
- отсутствие видимых повреждений установки;
- соответствие комплектности, указанной в РЭ;
- наличие обозначения и серийного номера, четкость маркировки, а также отсутствие повреждений и дефектов, влияющих на работоспособность установки.

## **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 установку готовят к работе в соответствии с РЭ, проверяют работоспособность органов управления и регулировки установки.

9.3 Стандартные образцы готовят к поверке в соответствии с их паспортами.

9.4 При включении установки должны отсутствовать сообщения об ошибках.

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

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

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

| Идентификационные данные (признаки)                                                 | Значение   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Идентификационное наименование ПО                                                   | ПИК-УЗ-УЭС |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО                                           | 2.0.X.X*   |
| Цифровой идентификатор                                                              | -          |
| *«X» не относится к метрологически значимой части ПО и принимает значения от 0 до 9 |            |

## **11 Определение метрологических характеристик средства измерений**

**11.1** Определение относительной погрешности измерений скорости распространения упругих продольных и поперечных волн

**11.1.1** Определение относительной погрешности измерений скорости распространения упругих продольных и поперечных волн проводят с использованием не менее трех стандартных образцов согласно таблице 3 с аттестованными значениями скорости распространения упругих продольных волн, близкими к началу, середине и концу диапазона измерений от 1000 до 8000 м/с и с аттестованными значениями скорости распространения упругих поперечных волн, близкими к началу, середине и концу диапазона измерений от 500 до 4000 м/с (далее – СО УЗ).

**11.1.2** СО УЗ помещают в кернодержатель, закручивают кернодержатель, в ПО установки вносят значения длины и диаметра используемого СО УЗ и проводят не менее 3 измерений скорости распространения упругих продольных и поперечных волн.

**11.2** Проверка диапазона измерений скорости распространения упругих продольных и поперечных волн

**11.2.1** Проверку диапазона измерений скорости распространения упругих продольных и поперечных волн провести одновременно с определением относительной погрешности по п. 11.1 настоящей методики поверки.

**11.3** Определение относительной погрешности измерений удельного электрического сопротивления

**11.3.1** Определение относительной погрешности измерений удельного электрического сопротивления проводят с использованием не менее трех стандартных образцов согласно таблице 3 с аттестованными значениями удельного электрического сопротивления, близкими к началу, середине и концу диапазона измерений от 0,0002 до 12000 Ом·м (далее – СО УЭС).

**11.3.2** СО УЭС помещают в кернодержатель, закручивают кернодержатель, в ПО установки вносят значения длины и диаметра используемого СО УЭС и проводят не менее 3 измерений удельного электрического сопротивления.

**11.4** Проверка диапазона измерений удельного электрического сопротивления

**11.4.1** Проверку диапазона измерений удельного электрического сопротивления провести одновременно с определением относительной погрешности по п. 11.3 настоящей методики поверки.

**11.5** Определение погрешности, приведенной к верхнему пределу измерений избыточного давления в блоке порового давления и в блоке порового противодействия

**11.5.1** Определение погрешности, приведенной к верхнему пределу измерений избыточного давления в блоке порового давления и в блоке порового противодействия, проводят с помощью средства измерений давления согласно таблице 3 (далее – эталонный датчик давления).

**11.5.2** Предварительно, с помощью ПО установки в гидравлической системе установки (блоки порового давления и противодействия, блоки торцевого и обжимного давления) устанавливают нулевое значение избыточного давления. После этого отсоединяют манометр Мб.1. Эталонный датчик давления герметично присоединяют на место манометра Мб.1 и обнуляют его показания. Гидравлическая схема установки и место присоединения эталонного датчика давления представлены на рисунке 1. Внешний вид данного присоединения представлен на рисунке 2.

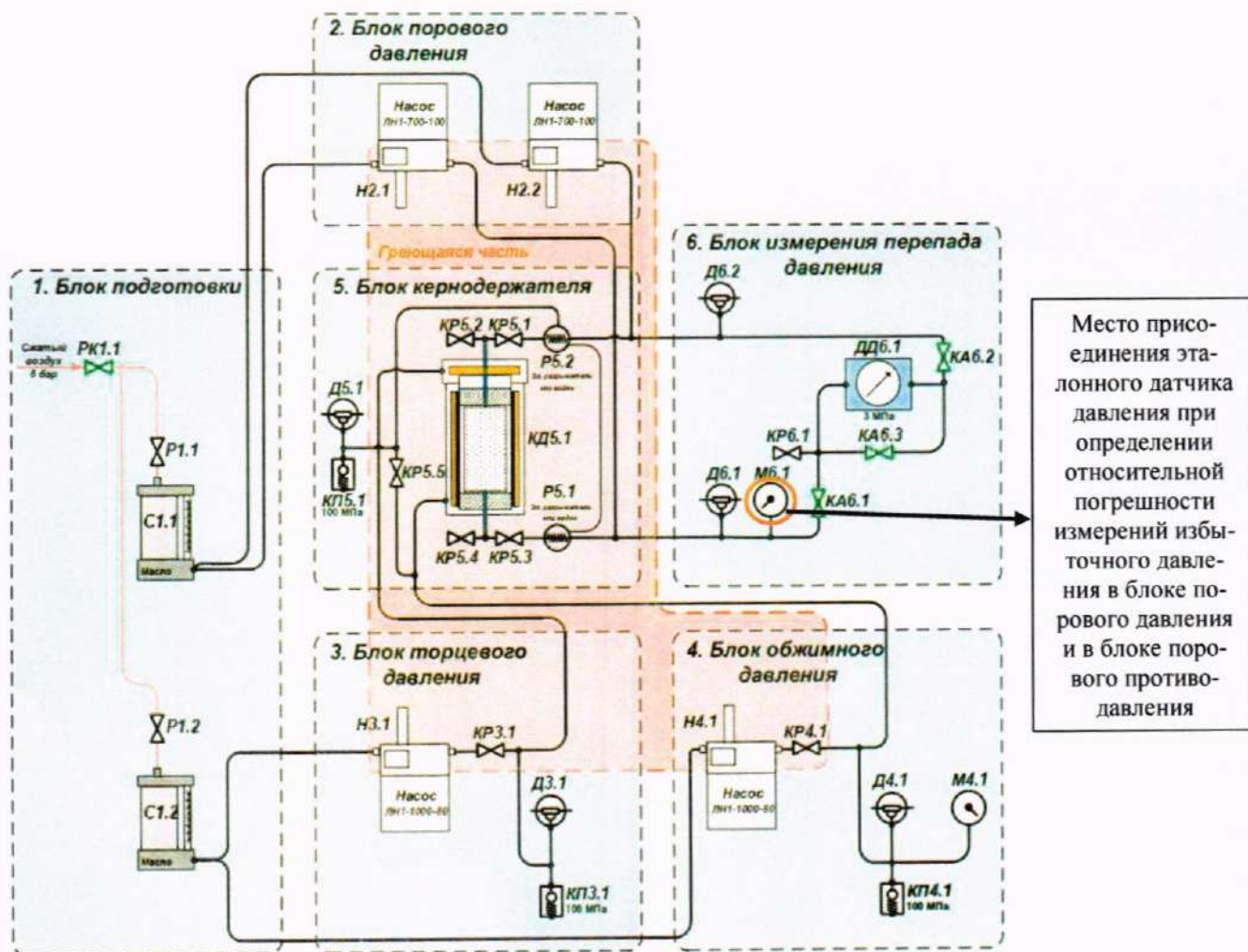


Рисунок 1 – Гидравлическая схема установки и указание места присоединения эталонного датчика давления при определении относительной погрешности измерений избыточного давления в блоке порового давления и в блоке порового противодействия



Присоединенный эталонный датчик давления при определении относительной погрешности измерений избыточного давления в блоке порового давления и в блоке порового противодействия

Рисунок 2 – Внешний вид подключения эталонного датчика давления при определении относительной погрешности измерений избыточного давления в блоке порового давления и в блоке порового противодействия

11.5.3 Верхний и нижний плунжеры кернодержателя совмещают друг с другом внутри кернодержателя торцевыми сторонами (положение «face to face»), закручивают кернодержатель. С помощью ПО установки создают избыточное обжимное и торцевое давление не менее 90 МПа, закрывают клапаны КА6.1 и КА6.2, если они открыты. С помощью насоса блока порового давления или блока порового противодействия создают избыточное давление 35 МПа. По показаниям эталонного датчика давления проверяют герметичность гидравлической системы (показания эталонного датчика должны быть стабильны). В случае негерметичности гидравлической системы находят и устраняют течь, после чего повторяют проверку. В случае отсутствия течи повышают избыточное давление в блоке порового давления до 70 МПа и аналогично проводят проверку герметичности гидравлической системы. После проведения проверки герметичности системы снижают значение избыточного давления в гидравлической системе до 0 МПа.

11.5.4 С помощью ПО установки насосом блока порового давления или насосом блока порового противодействия последовательно устанавливают точки избыточного давления (0; 5, 15, 30, 50, 65) МПа. В каждой точке проводят по три одновременных измерения избыточного давления с помощью датчиков порового давления (Д6.1) и порового противодействия (Д6.2) установки (их показания фиксируют из ПО установки) и с помощью эталонного датчика давления. Интервал времени между двумя последовательными измерениями должен быть не менее 10 секунд. После проведения измерений в точке с максимальным избыточным давлением последовательно устанавливают такие же точки избыточного давления (65, 50, 30, 15, 5; 0) МПа в обратном порядке. В каждой точке аналогично проводят по три одновременных измерения давления с помощью датчиков порового давления (Д6.1) и порового противодействия (Д6.2) установки и с помощью эталонного датчика давления. Интервал времени между двумя последовательными измерениями должен быть не менее 10 секунд.

11.6 Проверка диапазона измерений избыточного давления в блоке порового давления и в блоке порового противодействия

11.6.1 Проверку диапазона измерений избыточного давления в блоке порового давления и в блоке порового противодействия проводят одновременно с определением приведенной к верхнему пределу измерений погрешности по 11.5 настоящей методики поверки.

11.7 Определение погрешности, приведенной к верхнему пределу измерений избыточного давления в блоке торцевого давления и в блоке обжимного давления

11.7.1 Определение погрешности, приведенной к верхнему пределу измерений избыточного давления в блоке торцевого давления и в блоке обжимного давления, проводят с помощью эталонного датчика давления.

11.7.2 Предварительно, с помощью ПО установки в гидравлической системе установки (блоки порового давления и противодействия, блоки торцевого и обжимного давления) устанавливают нулевое значение избыточного давления. После этого отсоединяют подводящую трубку от манометра М4.1. Данную подводящую трубку герметично присоединяют к эталонному датчику давления, после чего обнуляют показания эталонного датчика давления. Гидравлическая схема установки и место присоединения эталонного датчика давления представлены на рисунке 3. Внешний вид данного присоединения представлен на рисунке 4.

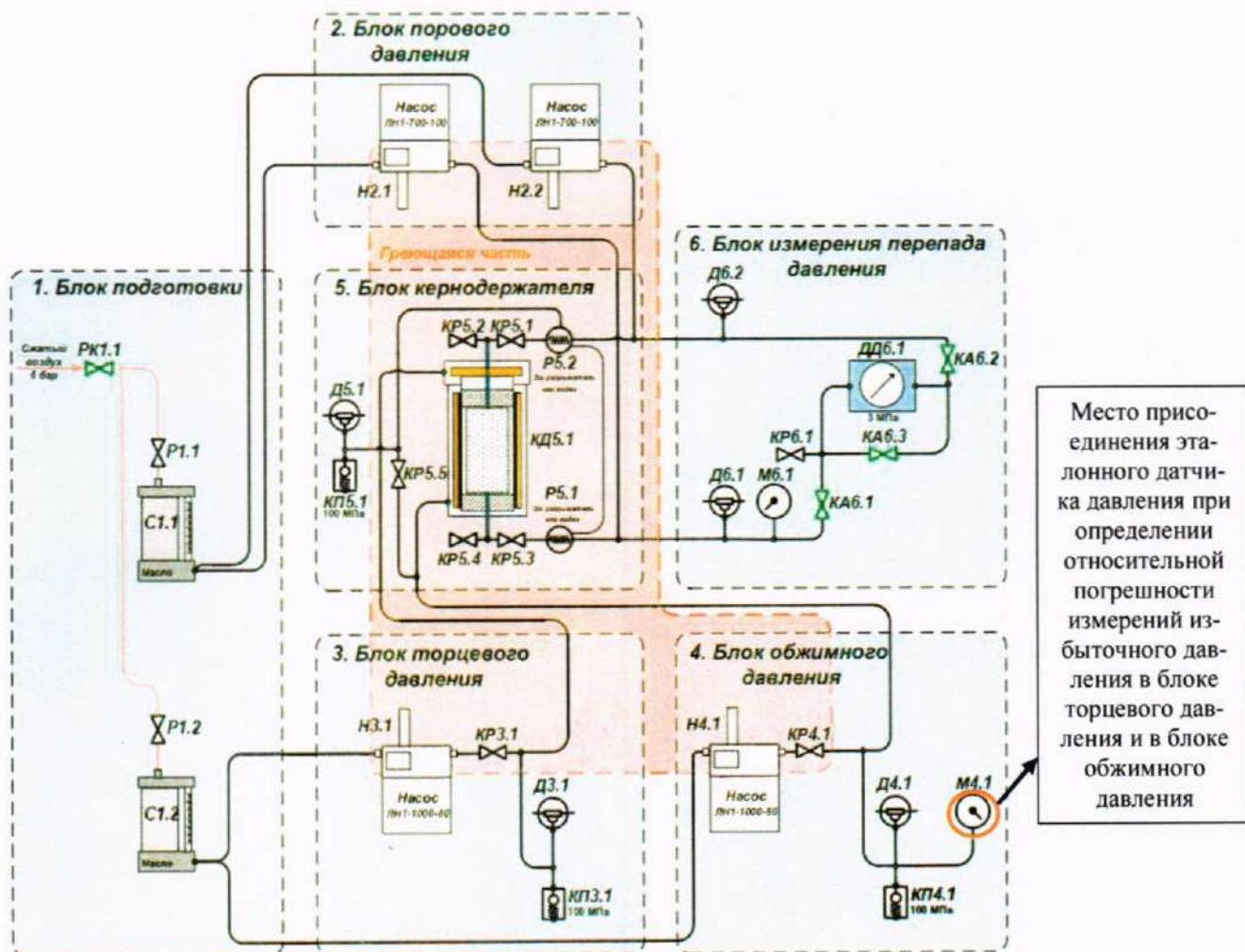


Рисунок 3 – Гидравлическая схема установки и указание места присоединения эталонного датчика давления при определении относительной погрешности измерений избыточного давления в блоке торцевого давления и в блоке обжимного давления

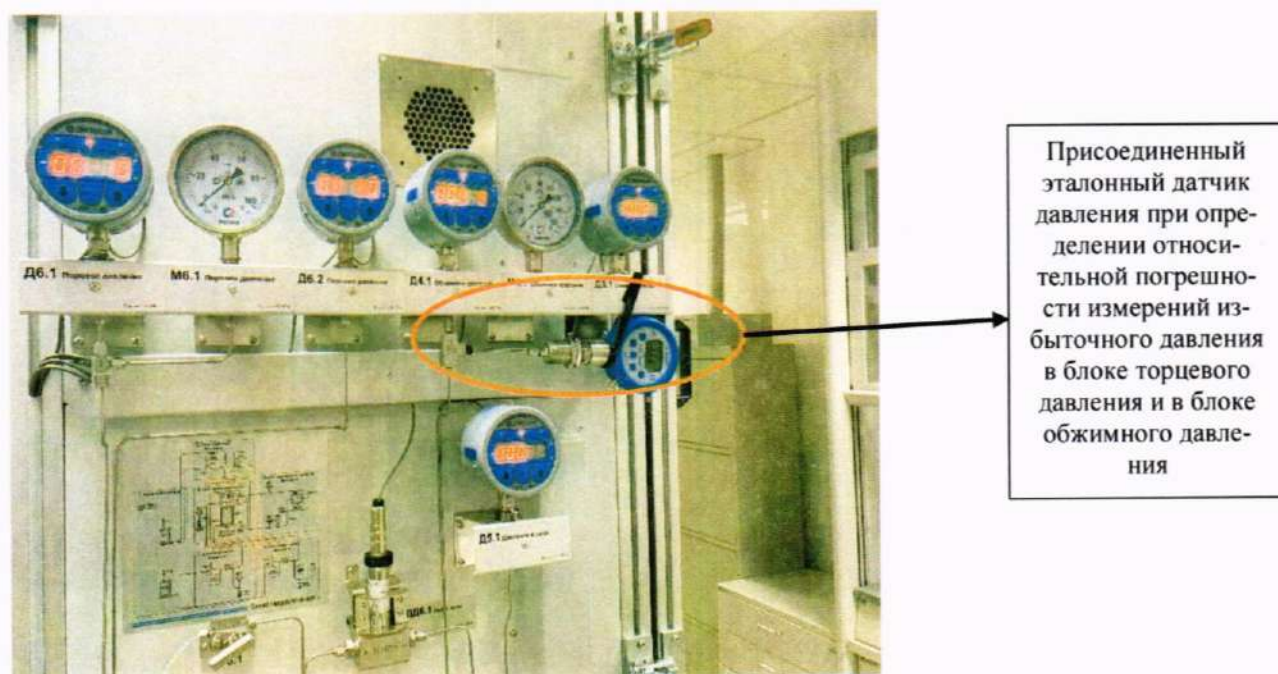


Рисунок 4 – Внешний вид подключения эталонного датчика давления при определении относительной погрешности измерений избыточного давления в блоке торцевого давления и в блоке обжимного давления

11.7.3 Верхний и нижний плунжеры кернодержателя совмещают друг с другом внутри кернодержателя торцевыми сторонами (положение «face to face»), закручивают кернодержатель. На кернодержатель устанавливают металлическую трубку (перемычку), связывающую полость кернодержателя для создания обжимного давления с полостью для создания торцевого давления (рисунок 5).

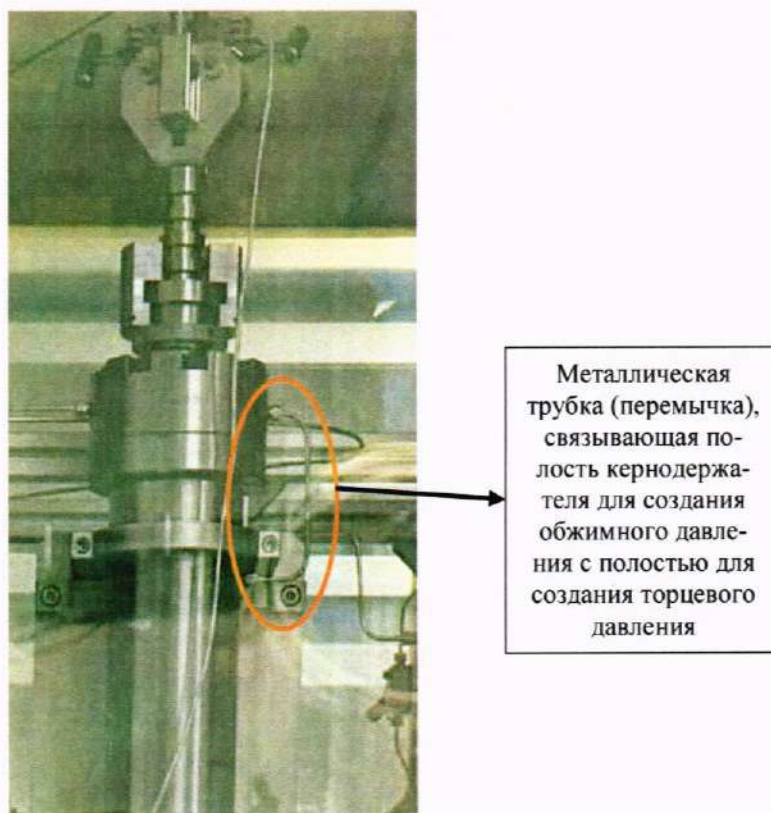


Рисунок 5 – Внешний вид металлической трубки (перемычки), связывающей полость кернодержателя для создания обжимного давления с полостью для создания торцевого давления

С помощью ПО установки насосом блока торцевого давления или насосом блока обжимного давления создают избыточное обжимное и торцевое давление 50 МПа. По показаниям эталонного датчика давления проверяют герметичность гидравлической системы (показания эталонного датчика должны быть стабильны). В случае негерметичности гидравлической системы находят и устраняют течь, после чего повторяют проверку. В случае отсутствия течи повышают избыточное торцевое и обжимное давление до 95 МПа и аналогично проводят проверку герметичности гидравлической системы. После проведения проверки герметичности системы снижают значение избыточного торцевого и обжимного давления до 0 МПа.

11.7.4 С помощью ПО установки насосом блока торцевого давления или насосом блока обжимного давления последовательно устанавливают точки избыточного давления (0; 5, 20, 40, 60, 80; 95) МПа. В каждой точке проводят по три одновременных измерения избыточного давления с помощью датчиков торцевого давления (Д3.1) и обжимного давления (Д4.1) установки (их показания фиксируют из ПО установки) и с помощью эталонного датчика давления. Интервал времени между двумя последовательными измерениями должен быть не менее 10 секунд. После проведения измерений в точке с максимальным избыточным давлением последовательно устанавливают такие же точки избыточного давления (95, 80, 60, 40, 20; 5; 0) МПа в обратном порядке. В каждой точке аналогично проводят по три одновременных измерения давления с помощью датчиков торцевого давления (Д3.1) и обжимного давления (Д4.1) установки и с помощью эталонного датчика давления. Интервал времени между двумя последовательными измерениями должен быть не менее 10 секунд.

11.8 Проверка диапазона измерений избыточного давления в блоке торцевого давления и в блоке обжимного давления

11.8.1 Проверку диапазона измерений давления в блоке торцевого давления и в блоке обжимного давления проводят одновременно с определением приведенной к верхнему пределу измерений погрешности по п. 11.7 настоящей методики поверки.

## 12 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

12.1 Используя результаты измерений, полученные в п. 11.1 настоящей методики поверки, рассчитывают относительную погрешность каждого результата измерений скорости распространения упругих продольных и поперечных волн по формулам:

$$\delta_{y3Pij} = \left( \frac{X_{y3Pij} - A_{y3Pi}}{A_{y3Pi}} \right) \cdot 100\% \quad (1)$$

$$\delta_{y3Sij} = \left( \frac{X_{y3Sij} - A_{y3Si}}{A_{y3Si}} \right) \cdot 100\% \quad (2)$$

где  $\delta_{y3Pij}$  - относительная погрешность  $j$ -го результата измерений скорости распространения упругих продольных волн  $i$ -го СО УЗ, %;

$X_{y3Pij}$  -  $j$ -ый результат измерения скорости распространения упругих продольных волн  $i$ -го СО УЗ, м/с;

$A_{y3Pi}$  - аттестованное значение скорости распространения упругих продольных волн  $i$ -го СО УЗ, м/с;

$\delta_{y3Sij}$  - относительная погрешность  $j$ -го результата измерений скорости распространения упругих поперечных волн  $i$ -го СО УЗ, %;

$X_{y3Sij}$  -  $j$ -ый результат измерения скорости распространения упругих поперечных волн  $i$ -го СО УЗ, м/с;

$A_{y3Si}$  - аттестованное значение скорости распространения упругих поперечных волн  $i$ -го СО УЗ, м/с.

12.2 Полученные по формулам (1) и (2) значения относительной погрешности измерений скорости распространения упругих продольных и поперечных волн для всех результатов измерений должны соответствовать требованиям таблицы 1.

12.3 За диапазон измерений принимают диапазон измерений скорости распространения упругих продольных и поперечных волн, если полученные по формуле (1) и по формуле (2) значения удовлетворяют требованиям таблицы 1.

12.4 Используя результаты измерений, полученные в п. 11.3 настоящей методики поверки, рассчитывают относительную погрешность каждого результата измерений удельного электрического сопротивления по формуле:

$$\delta_{yЭCij} = \left( \frac{X_{yЭCij} - A_{yЭCi}}{A_{yЭCi}} \right) \cdot 100\%, \quad (3)$$

где  $\delta_{yЭCij}$  - относительная погрешность  $j$ -го результата измерения удельного электрического сопротивления  $i$ -го СО УЭС, %;

$X_{yЭCij}$  -  $j$ -ый результат измерения удельного электрического сопротивления  $i$ -го СО УЭС, Ом·м;

$A_{yЭCi}$  - аттестованное значение удельного электрического сопротивления  $i$ -го СО УЭС, Ом·м.

12.5 Полученные по формуле (3) значения относительной погрешности измерений удельного электрического сопротивления для всех результатов измерений должны соответствовать требованиям таблицы 1.

12.6 За диапазон измерений принимают диапазон измерений удельного электрического сопротивления, если полученные по формуле (3) значения удовлетворяют требованиям таблицы 1.

12.7 Используя результаты измерений, полученные в п. 11.5 настоящей методики проверки, рассчитывают приведенную к верхнему пределу измерений погрешность каждого результата измерений избыточного давления датчиков порового давления и порового противодействия установки по формулам:

$$\delta_{порij} = \left( \frac{P_{порij} - P_{эт1ij}}{P_1} \right) \cdot 100\% \quad (4)$$

$$\delta_{пр.порij} = \left( \frac{P_{пр.порij} - P_{эт1ij}}{P_1} \right) \cdot 100\% \quad (5)$$

где  $\delta_{порij}$  - приведенная к верхнему пределу измерений погрешность  $j$ -го результата измерений избыточного давления датчиком порового давления в  $i$ -ой точке диапазона измерений, %;

$\delta_{пр.порij}$  - приведенная к верхнему пределу измерений погрешность  $j$ -го результата измерений избыточного давления датчиком порового противодействия в  $i$ -ой точке диапазона измерений, %;

$P_{порij}$  -  $j$ -ый результат измерения избыточного давления датчиком порового давления в  $i$ -ой точке диапазона измерений, МПа;

$P_{пр.порij}$  -  $j$ -ый результат измерения избыточного давления датчиком порового противодействия в  $i$ -ой точке диапазона измерений, МПа;

$P_{эт1ij}$  -  $j$ -ый результат измерения избыточного порового давления и избыточного порового противодействия эталонным датчиком давления в  $i$ -ой точке диапазона измерений, МПа;

$P_1$  - верхний предел измерений избыточного порового давления и порового противодействия, равный 70 МПа.

12.8 Полученные по формулам (4) и (5) значения погрешности, приведенной к верхнему пределу измерений избыточного давления в блоке порового давления и в блоке порового противодействия, для всех результатов измерений должны соответствовать требованиям таблицы 1.

12.9 За диапазон измерений принимают диапазон измерений избыточного давления датчиков порового давления и порового противодействия, если полученные по формулам (4) и (5) значения удовлетворяют требованиям таблицы 1.

12.10 Используя результаты измерений, полученные в п. 11.7 настоящей методики проверки, рассчитывают приведенную к верхнему пределу измерений погрешность каждого результата измерений избыточного давления датчиков торцевого давления и обжимного давления установки по формулам:

$$\delta_{торij} = \left( \frac{P_{торij} - P_{эт2ij}}{P_2} \right) \cdot 100\% \quad (6)$$

$$\delta_{обжij} = \left( \frac{P_{обжij} - P_{эт2ij}}{P_2} \right) \cdot 100\% \quad (7)$$

где  $\delta_{торij}$  - приведенная к верхнему пределу измерений погрешность  $j$ -го результата изме-

рений избыточного давления датчиком торцевого давления в  $i$ -ой точке диапазона измерений, %;

$\delta_{обжij}$  - приведенная к верхнему пределу измерений погрешность  $j$ -го результата измерений избыточного давления датчиком обжимного давления в  $i$ -ой точке диапазона измерений, %;

$P_{торij}$  -  $j$ -ый результат измерения избыточного давления датчиком торцевого давления в  $i$ -ой точке диапазона измерений, МПа;

$P_{обжij}$  -  $j$ -ый результат измерения избыточного давления датчиком обжимного давления в  $i$ -ой точке диапазона измерений, МПа;

$P_{эт2ij}$  -  $j$ -ый результат измерения избыточного торцевого и обжимного давления эталонным датчиком давления в  $i$ -ой точке диапазона измерений, МПа;

$P_2$  - верхний предел измерений избыточного торцевого и обжимного давления, равный 100 МПа.

12.11 Полученные по формулам (6) и (7) значения погрешности, приведенной к верхнему пределу измерений избыточного давления в блоке торцевого давления и в блоке обжимного давления, для всех результатов измерений должны соответствовать требованиям таблицы 1.

12.12 За диапазон измерений принимают диапазон измерений избыточного давления датчиков торцевого и обжимного давления, если полученные по формулам (6) и (7) значения удовлетворяют требованиям таблицы 1.

### 13 Оформление результатов поверки

13.1 Результаты поверки оформляются протоколом в произвольной форме.

13.2 При положительных результатах поверки установку признают пригодной к применению.

13.3 Нанесение знака поверки на установки не предусмотрено. Пломбирование установок не предусмотрено.

13.4 При отрицательных результатах поверки установку признают непригодной к применению.

13.5 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки выдает свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с требованиями к содержанию свидетельства о поверке, утвержденными действующими на момент проведения поверки нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений или в случае отрицательных результатов поверки выдает извещение о непригодности к применению средства измерений.

13.6 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с установленным порядком. В сведениях о результатах поверки приводят информацию об объеме проведенной поверки.

Младший научный сотрудник лаб. 251 УНИИМ –  
филиала ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»



И.П. Аронов