

СОГЛАСОВАНО

АО «НИИФИ»

Начальник центра 15 – главный
метролог



М.Е. Горшенин

11 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Датчики абсолютного давления

ДАВ 111

Методика поверки

СДАИ.406233.115МП

г. Пенза

2021 г.

Содержание

Общие положения	3
1 Перечень операций поверки средства измерений.....	4
2 Требования к условиям проведения поверки.....	4
3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	4
4 Метрологические и технические требования к средствам поверки	5
5 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки	6
6 Внешний осмотр средства измерений.....	6
7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	7
8 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	8
8.1 Контроль начального выходного сигнала номинального выходного сигнала при абсолютном давлении, равном верхнему пределу измерений	8
8.2 Контроль основной приведенной к верхнему пределу измерений погрешности	8
9 Оформление результатов поверки	10
Приложение А Форма протокола поверки.....	11

Общие положения

Настоящая методика по поверке распространяется на датчики абсолютного давления ДАВ 111 (далее по тексту – датчики), предназначенные для измерения абсолютного давления и преобразования его в электрический сигнал – напряжение постоянного тока.

Методика поверки устанавливает объём, условия первичной и периодической поверок датчиков, методы и средства определения метрологических характеристик датчиков, а также порядок оформления результатов поверки.

Первичная поверка датчиков проводится до ввода в эксплуатацию или после ремонта. Периодическая поверка датчиков проводится в процессе её эксплуатации.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение
Диапазоны измерений давления $P_{\text{ном}}$, МПа (кгс/см ²)	от 0 до 0,588 (от 0 до 6,0); от 0 до 0,98 (от 0 до 10,0); от 0 до 1,47 (от 0 до 15,0); от 0 до 2,45 (от 0 до 25,0); от 0 до 3,92 (от 0 до 40,0); от 0 до 5,88 (от 0 до 60,0); от 0 до 9,8 (0 до 100,0); от 0 до 34,3 (от 0 до 350,0)
Начальный выходной сигнал, В	от 0,11 до 0,6 (от 2, 5 % до 8 % напряжения питания)
Номинальный выходной сигнал при абсолютном давлении, равном верхнему пределу измерений, В	от 4,38 до 7,31 (не менее 0,975 напряжения питания)
Пределы допускаемой основной приведенной к верхнему пределу измерений погрешности, %, не более	$\pm 0,5$

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается:

- передача единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 7 \cdot 10^5$ Па в соответствии с поверочной схемой, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2900 от 06 декабря 2019 г. (далее – Приказ № 2900), подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 101-2011;

- передача единицы давления в соответствии с поверочной схемой, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1339 от 29 июня 2018 г. (далее – Приказ № 1339), подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 23-2010.

1 Перечень операций поверки средства измерений

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.1.

Таблица 2

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	6	да	да
Подготовка к поверке и опробование	7	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	8	да	да
- контроль начального выходного сигнала номинального выходного сигнала при абсолютном давлении, равном верхнему пределу измерений	8.1	да	да
- контроль основной приведенной к верхнему пределу измерений погрешности	8.2	да	да

1.2 При получении отрицательного результата при проведении любой операции поверка прекращается.

2 Требования к условиям проведения поверки

Нормальные условия при проведении поверки характеризуются:

- температурой окружающей среды от 15 °С до 35 °С;
- относительной влажностью воздуха от 45 % до 80 %;
- атмосферным давлением от 86 до 106 кПа (от 645 до 795 мм рт. ст.).

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

Поверку датчиков должен проводить персонал, соответствующий требованиям пунктов 41, 42 Приказа Министерства экономического развития РФ от 26 октября 2020 г. № 707 «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации», а также изучивший настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию на датчики, имеющий стаж работы по данному виду измерений не менее 1 года, а также прошедший инструктаж по охране труда на рабочем месте.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. № в ФИФ ОЕИ) и (или) метрологические или основные технические характеристики средства поверки
Основные средства поверки		
п. 7 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании систем)	Средство измерения температуры окружающей среды в диапазоне от 15 °С до 35 °С, относительной влажности воздуха в диапазоне от 45 % до 80 % и атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106 кПа (от 645 до 795 мм рт. ст.).	Прибор комбинированный Testo 622 (диапазон измерений температуры окружающей среды от минус 10 °С до 60 °С, погрешность $\pm 0,4$ °С; диапазон измерений относительной влажности воздуха от 10 % до 98 %, погрешность ± 3 %; диапазон измерений атмосферного давления от 300 до 1200 гПа, погрешность ± 5 %). Рег. № 53505-13 в ФИФ ОЕИ.
п. 8 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Эталон единицы давления для области абсолютного давления не ниже 1 разряда согласно Приказу № 2900. Диапазон измерений от 0 до 10 МПа, класс точности не более 0,01.	Манометр образцовый абсолютного давления МПА-15 [диапазон измерений от 0,133 до 400 кПа; погрешность $\pm 0,01\%$]; Рег. № 24971-03 в ФИФ ОЕИ.
	Эталон единицы давления не ниже 2-го разряда согласно Приказу №1339. Диапазон измерений от 0 до 35 МПа, класс точности не более 0,025.	Калибратор давления СРС 8000 [диапазон измеряемых давлений от 0 до 10 МПа, класс точности 0,01]; Рег. № 59862-15 в ФИФ ОЕИ.
	Эталон единицы давления не ниже 2-го разряда согласно Приказу №1339. Диапазон измерений от 0 до 35 МПа, класс точности не более 0,05.	Манометр избыточного давления грузопоршневой МП-600 [диапазон измеряемых давлений от 1 до 60 МПа, погрешность $\pm 0,05$]; Рег. № 16026-97 в ФИФ ОЕИ.
	Средство измерения для питания датчика от постоянного тока напряжением от 4,5 до 7,5 В	Меры напряжения и тока Agilent E3634A [диапазон: нижний предел: (0 – 25) В, (0 – 7) А; верхний предел: (0 – 50) В, (0 – 4) А; погрешность: $\pm(0,05\%U_{\text{вых}}+10 \text{ мВ})$; $\pm(0,2\%I_{\text{вых}}+10 \text{ мА})$]; Рег. № 26950-04 в ФИФ ОЕИ.
	Средство измерений для измерения постоянного напряжения в диапазоне от 0,1 до 7,5 В	Мультиметр Agilent 34401A [диапазон измерений (0-1000) В, погрешность $\pm (0,0035-0,005) \%$]; Рег. № 16500-97 в ФИФ ОЕИ.

4.2 Допускается замена средств поверки, указанных в таблице 2 другими средствами поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

4.3 Все средства измерений, применяемые при поверке, должны быть утвержденного типа и иметь действующие свидетельства о поверке, эталоны должны быть аттестованы и иметь действующие свидетельства об аттестации.

5 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать общие требования безопасности по ГОСТ 12.3.019-80 и требования на конкретное поверочное оборудование.

5.2 К работе с датчиками допускаются лица, знающие их устройство и ознакомившиеся с правилами техники безопасности, действующими на предприятии для установок высокого давления, измерительных приборов и электроустановок.

5.3 При работе с датчиками должны быть приняты меры защиты от статического электричества в соответствии с ОСТ 92-1615.

Все работы с датчиком проводить только в соединенных с заземляющим устройством антистатических браслетах.

Перед подключением датчика к схеме измерений с него должно быть снято статическое электричество путем соединения токопроводящей части антистатической заглушки вилки с шиной заземления.

Перед подключением к датчику кабеля с разъемов кабеля должно быть снято статическое электричество.

ВНИМАНИЕ! ОБЕЗЖИРИТЬ ПЕРЕД НАЧАЛОМ РАБОТЫ ВСЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ПОДАЧЕ ДАВЛЕНИЯ, ПОД «АМИДОЛ», «АМИЛ», «ГЕПТИЛ» ПО ИНСТРУКЦИИ 583.252000.00023.

ПОПАДАНИЕ МАСЛА ГРУЗОПОРШНЕВОГО МАНОМЕТРА В ПРИЕМНУЮ ПОЛОСТЬ ДАТЧИКА НЕДОПУСТИМО.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 Проверку внешнего вида датчика проводить внешним осмотром.

Не допускается:

- наличие на поверхностях датчика загрязнений, посторонних включений, трещин, следов коррозии, вмятин, глубоких царапин,
- наличие на уплотнительной поверхности штуцера подвода давления рисок, забоин и вмятин.

Допускается:

- наличие цветов побежалости (светлого тона) и окисления от сварки на сварных швах датчика;
- наличие следов проверки твердости на гранях на гранях шестигранника штуцера датчика;
- наличие следов электроконтакта на боковой поверхности приемной полости датчика;
- наличие следов зачистки на уплотнительной поверхности датчика;
- потемнение некоррозионного характера наружных поверхностей датчика.

6.2 Проверка маркировки датчика.

На каждом датчике должно быть отчетливо выгравировано:

- индекс датчика;
- диапазон измерений;
- заводской номер;
- знак  «Аппаратура, чувствительная к статическому электричеству».

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений;

7.1 Испытания, связанные с подачей давления в приемную полость датчика, проводить с технологическим штуцером МКНИ.441581.005 и прокладкой. Датчик устанавливать в технологический штуцер с моментом затяжки $(35 \pm 5) \text{ Н} \cdot \text{м}$ $[(3,5 \pm 0,5) \text{ кгс} \cdot \text{м}]$.

7.2 Все испытания, если нет особых указаний, проводить после одноминутного прогрева датчика напряжением питания.

7.3 В процессе испытаний менять средства измерений не рекомендуется.

7.4 Перед каждым включением схемы измерений электронные средства измерений прогреть в течение времени, указанного в их технических описаниях.

7.5 Запрещается присоединять датчик к подводящим магистралям или отсоединять датчик от подводящих магистралей при наличии в последних давления.

7.6 Для датчиков ДАВ 111 с диапазонами измерений от 0 до 0,588; от 0 до 0,98; от 0 до 1,47; от 0 до 2,45; от 0 до 3,92; от 0 до 5,88; от 0 до 9,8 МПа в качестве датчика давления использовать калибратор давления СРС 8000 (при давлении от 0 до 0,4 МПа использовать МПА-15).

При использовании в работе СРС задавать абсолютное давление в любой точке градуирования (кроме P_0) при условии пересчета задаваемого избыточного давления по формуле:

$$P_{ji} = P_{ia} - \frac{P_a}{735,6}, \quad (1)$$

где P_{ji} - требуемое к заданию избыточное давление, кгс/см^2 ;

P_{ia} - требуемое абсолютное давление, кгс/см^2 ;

P_a - фактическое значение окружающего атмосферного давления, замеренное в процессе выполнения конкретного вида работ,

735,6- давление, соответствующее 1 кгс/см^2 , выраженное в мм рт.ст.

Подачу давления осуществлять с помощью баллона со сжатым воздухом или газообразным азотом, очищенным от масла и механических примесей в соответствии с ОСТ 92-1577.

7.7 Для датчиков ДАВ 111 с диапазонами измерений от 0 до 34,3 МПа в качестве источника давления использовать грузопоршневой манометр МП-600.

Давление в приемную полость датчика подавать спиртом сорта «Экстра» ГОСТ Р 55878. Примечания.

1. После подачи на датчик давления спиртом перед измерением начального выходного сигнала, приемную полость датчика просушить в климатической камере при температуре плюс 50 °С, в течение 30 мин.

2. При проведении градуировки грузопоршневым манометром МП-600 замер начального выходного сигнала допускается заменять замером начального выходного сигнала при атмосферном давлении с пересчетом выходного сигнала по формуле

$$U_0 = U_{ат} - \frac{P_{ат}}{735,6} \left(\frac{U_{н.ат} - U_{ат}}{P_{ном}} \right) \quad (2)$$

где U_0 - начальный выходной сигнал, В;

$U_{ат}$ - выходной сигнал при атмосферном давлении, В;

$U_{н.ат}$ - номинальный выходной датчика, замеренный при номинальном избыточном давлении, равному по величине максимальному абсолютному давлению, В;

$P_{ном}$ - предел измерения датчика, кгс/см^2 ;

$P_{атм}$ - фактическое значение атмосферного давления, выраженное в мм рт.ст.;

735,6 - давление, соответствующее 1 кгс/см^2 , выраженное в мм рт.ст.

8 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

8.1 Контроль начального выходного сигнала номинального выходного сигнала при абсолютном давлении, равном максимальному значению диапазона измерений

8.1.1 Для проверки выходного сигнала датчика собрать схему в соответствии с рисунком 1.

8.1.2 Включить напряжение питания датчика ($6,0 \pm 1,5$) В.

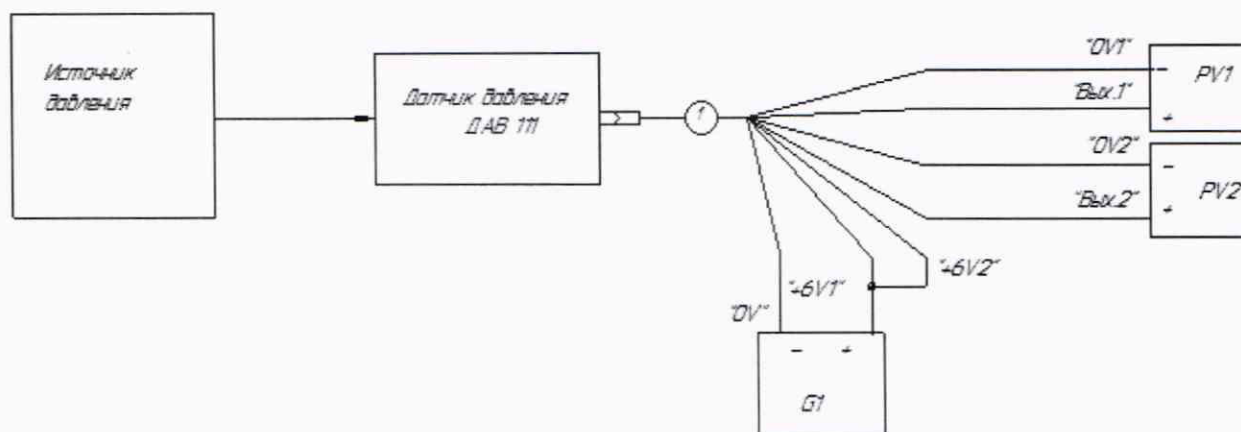
Подать в приемную полость датчика абсолютное давление не более 13,3 Па (0,1 мм рт.ст.). Зарегистрировать значение начального выходного сигнала каждого канала датчика по прибору Agilent 34401A.

8.1.3 Подать в приемную полость датчика абсолютное давление, равное верхнему пределу измерений.

Зарегистрировать значение выходного сигнала датчика каждого канала при давлении, равном верхнему пределу измерений.

Снять давление. Выключить напряжение питания.

Результаты регистрации значений начального выходного сигнала и номинального выходного сигнала при абсолютном давлении, равном верхнему пределу измерений, занести в таблицу по форме таблицы А.1.



1 - кабель МКНИ.685619.521;

G1 – меры напряжения и тока E3634A;

PV1, PV2 - мультиметр Agilent 34401A.

В качестве источника давления до 0,4 МПа использовать манометр образцовый абсолютного давления МПА-15, от 0,4 МПа до 10 МПа использовать калибратор давления СРС 8000, свыше 10 МПа – манометр избыточного давления грузопоршневой МП-600.

Рисунок 1 – Схема подключения датчика к средствам измерений

8.2 Контроль основной приведенной к верхнему пределу измерений погрешности

8.2.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 1.

8.2.2 Включить напряжение питания датчика ($6,0 \pm 1,5$) В.

8.2.3 Подать в приемную полость датчика давление $P_{ном}$ и выдержать в течение 1 мин. Сбросить давление.

8.2.4 Подать в приемную полость датчика последовательно давления P_j , равные 0, 25, 50, 75, 100 % от $P_{ном}$.

Зарегистрировать значение выходного сигнала $U_{ji\text{вых}}^M$ в каждой точке градуирования $j = 1, 2, 3, 4, 5$ со стороны меньших значений давления (прямой ход).

Последовательно разгрузить датчик, подавая давления, равные 100, 75, 50, 25, 0 % от $P_{ном}$ (обратный ход) и зафиксировать выходные сигналы $U_{ji\text{вых}}^B$ в каждой точке градуирования $j = 5, 4, 3, 2, 1$ со стороны больших значений.

8.2.5 Повторить операции по п. 8.2.4 еще 2 раза (второй и третий циклы градуирования).

Выключить напряжение питания датчика.

Результаты испытаний занести в таблицу по форме таблицы А.2.

Определить приведенное значение основной погрешности по результатам градуирования по пп. 8.2.4, 8.2.5 по формуле, в процентах:

$$\gamma_0 = \pm 1,5 \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{2n} \left(y_{ji}^{(M,B)} - \sum_{k=0}^L a_k \cdot P_j^k \right)^2}{N^2(2nm - L - 1)}} + \sum_{p=1}^r \tilde{D}_{обр.p} \cdot 100, \quad (1)$$

где $\sum_{p=1}^r \tilde{D}_{обр.p} = 75 \cdot 10^{-8}$ - приведенное значение дисперсии выходного сигнала, обусловленное средствами градуировки при проведении испытаний по схеме (рисунок 1);

$n = 1, 2, 3$ - порядковый номер повторения опыта (цикл);

$m = 5$ - количество точек градуировки;

$y_{ji}^{(M,B)} = \frac{U_{ji\text{вых}}^{(M,B)}}{U_{ji\text{пит}}^{(M,B)}}$ - приведенное значение выходного сигнала в каждой j -ой точке для каждого i -го цикла градуирования, В;

$U_{ji\text{вых}}^{(M,B)}$ - значение выходного сигнала в каждой j -ой точке для каждого i -го цикла градуирования, мВ;

$U_{ji\text{пит}}^{(M,B)}$ - напряжение питания, при котором регистрировалось значение $U_{ji\text{вых}}^{(M,B)}$, В;

$N = U_n - U_0$ - нормирующее значение выходного сигнала датчика, В;

U_n - значение выходного сигнала в точке $j=5$ средней градуировочной характеристики, В;

U_0 - значение начального выходного сигнала в точке $j=1$ средней градуировочной характеристики, В.

$L=1$ - степень полинома, в виде которого представлена функция преобразования;

$a_k = a_0 - a_1$ - коэффициент функции преобразования;

a_0, a_1 - коэффициенты функции преобразования, определяемые по ОСТ 92-4279-80 по данным трех циклов градуирования;

P_j^k - значение давления в каждой j -й точке градуирования, кгс/см²

Значение основной приведенной к верхнему пределу измерений погрешности γ_0 и коэффициентов функции преобразования a_0, a_1 занести в таблицу по форме таблицы А.2.

8.2.6 Результаты испытаний считать положительными, если значение основной приведенной к верхнему пределу измерений погрешности находится в пределах $\pm 0,5 \%$.

9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты измерений, полученные в результате поверки, занести в протокол. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А.

9.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с Приказом Минпромторга от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

9.3 Сведения о результатах поверки системы в целях подтверждения поверки должны быть переданы в ФИФ ОЕИ в соответствии с порядком создания и ведения ФИФ ОЕИ, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона N 102-ФЗ, аккредитованным на поверку лицом, проводившим поверку, в сроки, согласованные с лицом, представляющим систему на поверку, но не превышающие 40 рабочих дней с даты проведения поверки системы.

9.4 По заявлению владельца системы или лица, представившего её на поверку, с учетом требований методик поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие системы метрологическим требованиям) выдает свидетельство о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством, и (или) вносит запись о проведенной поверке в паспорт (формуляр) системы или в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие системы метрологическим требованиям) выдает извещение о непригодности к применению системы.

Приложение А
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ №

поверки датчика абсолютного давления ДАВ 111 ____, зав. № _____

1 Вид поверки:

2 Дата поверки: «__» _____ 20__ г.

3 Средства поверки

Наименование, тип	Заводской номер	№, дата свидетельства о поверке, кем выдано

4 Условия поверки

4.1 Температура окружающего воздуха, °С:

4.2 Относительная влажность воздуха, %:

4.3 Атмосферное давление, кПа:

5 Результаты экспериментальных исследований

5.1 Контроль внешнего вида, маркировки, габаритных размеров:

5.2 Контроль начального выходного сигнала номинального выходного сигнала при абсолютном давлении, равном максимальному значению диапазона измерений

Результаты приведены в таблице А.1.

Таблица А.1

Наименование параметра	Требование	Значение	
		Заводской номер	
		1 к	2к
1 Начальный выходной сигнал, В	От 0,11 до 0,6 (от 2,5 % до 8 % от напряжения питания)		
2 Номинальный выходной сигнал при абсолютном давлении, равном верх- нему пределу измерений, В	От 4,38 до 7,31 (не менее 0,975 на- пряжения питания)		

5.3 Контроль основной приведенной к верхнему пределу измерений погрешности

Результаты приведены в таблице А.2.

Таблица А.2
Результаты определения градуировочной характеристики в НКУ и основной приведенной к верхнему пределу измерений погрешности
Датчик ДАВ 111 _____ № _____
(заводской номер) (предел измерений)

Но мер точ ки гра дуи ро- ва- ния	Дав- ление P_p кгс/с m^2	Выходной сигнал в НКУ, В											
		1 цикл				2 цикл				3 цикл			
		I к		II к		I к		II к		I к		II к	
		$U_{диск}^M$	$U_{диск}^M$	$U_{диск}^B$	$U_{диск}^B$	$U_{диск}^M$	$U_{диск}^M$	$U_{диск}^B$	$U_{диск}^B$	$U_{диск}^M$	$U_{диск}^M$	$U_{диск}^B$	$U_{диск}^B$
1													
2													
3													
4													
5													
γ_0 , %		Требование T_V : $\pm 0,5$		I к		II к							
a_0, B		-		I к									
a_0, B		-		II к									
$a_1, B \cdot cm^2 / кгс$		-		I к									
$a_1, B \cdot cm^2 / кгс$		-		II к									

6 Вывод

Основная приведенная к верхнему пределу измерений погрешность датчика абсолютного давления ДАВ 111, зав. № _____ не превышает/(превышает) пределов основной приведенной к верхнему пределу измерений погрешности.

Метрологические характеристики датчика абсолютного давления ДАВ 111, зав. № _____ соответствуют описанию типа.

Дата очередной поверки

Поверитель _____

(подпись, дата)

(Ф.И.О.)