

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ЦИ СИ,
главный метролог ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»



В.Н. Щеглов

12 2018

УТВЕРЖДАЮ

Директор
ООО «ГлобалТест»



А.А. Кирпичев

12 2018

ДАТЧИК ДИНАМИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ

PS2011

Методика поверки

АБКЖ.433643.008 МП

Содержание

1	Операции поверки	5
2	Средства поверки	5
3	Требования безопасности	6
4	Условия поверки	6
5	Подготовка к поверке	6
6	Проведение поверки и обработка результатов измерений	6
6.1	Внешний осмотр	6
6.2	Опробование	7
6.3	Проверка диапазона измеряемых давлений, пределов допускаемой основной погрешности, приведенной к верхнему пределу измерений, номинального значения коэффициента преобразования и полярности выходного сигнала	7
6.4	Определение отклонения номинального значения коэффициента преобразования от паспортного значения в течение года	9
7	Оформление результатов поверки	9
	ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное) Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте настоящей методики поверки	10
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное) Схема внешних электрических соединений ...	11
	ПРИЛОЖЕНИЕ В (справочное) Выбор эталонов для поверки датчика с учетом критериев достоверности поверки	12

Подп. и дата									
Инв. № дубл.									
Взам. инв. №									
Подп. и дата									
Инв. № подл.									
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АБКЖ.433643.008 МП				
Разраб.	Симчук А.А.		<i>[Подпись]</i>	10.02.18	Датчик динамического давления PS2011 Методика поверки				
Пров.	Новоселов М.Ю.		<i>[Подпись]</i>	10.12.18					
Нач. отд.									
Н. контр.	Краснощев В.Ю.		<i>[Подпись]</i>	10.12.18					
Утв.									
					Лит.	С.	Страниц		
						3	15		
					ООО «ГлобалТест»				

Методика поверки (МП) распространяется на датчики динамического давления PS2011 (далее - датчики), выпускаемые по техническим условиям АБКЖ.433643.008 ТУ, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Датчики предназначены для измерений быстропеременных (импульсных) давлений в жидких и газообразных средах.

МП разработана в соответствии с требованиями РМГ 51.

Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте настоящей МП, приведен в приложении А.

Межповерочный интервал датчика – 24 месяца.

с.	АБКЖ.433643.008 МП					
4		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1 Операции поверки

1.1 Датчики подвергают первичной и периодической поверкам в соответствии с таблицей 1. Первичной поверке подвергают датчики при выпуске из производства и после ремонта.

Таблица 1 – Перечень операций при поверке

Наименование операции	Номер пункта методики	Обязательность проведения операции при поверке	
		первичной	периодической
1 Внешний осмотр	6.1	да	да
2 Опробование	6.2	да	да
3 Проверка диапазона измеряемых давлений, пределов допускаемой основной погрешности, приведенной к верхнему пределу измерений, номинального значения коэффициента преобразования и полярности выходного сигнала	6.3	да	да
4 Проверка отклонения номинального значения коэффициента преобразования от паспортного значения в течение года	6.4	нет	да

1.2 При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки дальнейшую поверку не проводят, и результаты оформляют в соответствии с 7.2.

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяют эталоны и средства измерений (СИ), приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень эталонов и СИ, применяемых при поверке

Требуемая характеристика	Наименование эталона, СИ	Основные метрологические характеристики эталона, СИ
Диапазон воспроизведения импульсного давления от 0 до 10 МПа	Эталон единицы импульсного давления в диапазоне значений от 0,1 до 25 МПа, рег. № 3.АЗД.0313.2015, в составе: установки импульсного давления Импульс-2 (рег. № 58891-14)	ПГ ± 0,05 % ВПИ в диапазоне от 0,1 до 2,5 МПа включ.; ПГ ± 0,05 % в диапазоне св. 2,5 до 25 МПа; длительность переднего фронта от 0,5 до 5,0 мс
Питание датчика: - по току от 2 до 20 мА; - по напряжению от 15 до 30 В	Усилитель измерительный АР5100 (рег. № 39864-08)	Режим питания датчика: - напряжение (24 ± 2) В, - ток (3,6 ± 0,3) мА
Диапазон измерений выходного сигнала датчика от 0,01 до 5 В	Анализатор спектра А19-У2 (рег. № 35402-07)	Диапазон ± 10 В; диапазон от 20 до 1 · 10 ⁵ Гц; ПГ ± (0,002 · U + 0,05) мВ

2.2 Для контроля условий поверки применяют СИ, приведенные в таблице 3.

					АБКЖ.433643.008 МП	С.
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		5

Таблица 3 – Перечень СИ, применяемых для контроля условий поверки

Требуемая характеристика (условия поверки)	Наименование СИ	Основные метрологические характеристики СИ
Температура окружающего воздуха (23 ± 2) °С	Гигрометр психрометрический ВИТ-2	ПГ $\pm 0,2$ °С
Относительная влажность воздуха от 30 до 80 %		ПГ ± 6 %
Атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа	Барометр-анероид БАММ-1	ПГ ± 200 Па
Напряжение питающей сети (220 ± 22) В	Мультиметр 34401А	ПГ $\pm 0,64$ В
Частота питающей сети (50 ± 1) Гц		ПГ $\pm 0,001$ Гц

2.3 Допускается применять другие средства измерений, обеспечивающие требуемые диапазоны и точность измерений.

3 Требования безопасности

3.1 При проведении поверки выполняют все требования безопасности, указанные в руководствах по эксплуатации (РЭ) на датчик, эталоны и СИ.

3.2 К работе с датчиком допускают персонал, ознакомившейся с РЭ на датчик, эталоны, СИ и прошедший инструктаж по технике безопасности.

3.3 При выполнении работ с датчиком руководствуются «Правилами устройства электроустановок» и «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок».

3.4 Установку (снятие) датчика на объекте поверки проводят в отсутствие давления и при отключенном электрическом питании датчика.

4 Условия поверки

При проведении поверки датчика соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха (23 ± 2) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа;
- напряжение питающей сети (220 ± 22) В;
- частота питающей сети (50 ± 1) Гц.

5 Подготовка к поверке

5.1 Перед проведением поверки датчик выдерживают не менее 3 ч при температуре, приведенной в 4.

5.2 Все эталоны и СИ перед поверкой датчика включают и прогревают не менее 0,5 ч.

6 Проведение поверки и обработка результатов измерений

6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре датчика проверяют:

- целостность корпуса датчика;
- состояние поверхностей (отсутствие вмятин, царапин, задиров);
- наличие маркировки;
- наличие паспорта.

с.	АБКЖ.433643.008 МП					
6		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

6.2 Опробование

6.2.1 При опробовании проверяют работоспособность датчика.

6.2.2 Собирают схему внешних электрических соединений согласно приложению Б.

6.2.3 Работоспособность датчика проверяют одиночным легким сдавливанием пальцами рабочей сферической поверхности датчика, регистрируя на экране анализатора спектра А19-У2 изменение выходного сигнала.

6.3 Проверка диапазона измеряемых давлений, пределов допускаемой основной погрешности, приведенной к верхнему пределу измерений, номинального значения коэффициента преобразования и полярности выходного сигнала

6.3.1 Проверку диапазона измеряемых давлений, пределов допускаемой основной погрешности, приведенной к верхнему пределу измерений, номинального значения коэффициента преобразования и полярности выходного сигнала проводят на эталоне единицы импульсного давления в диапазоне значений от 0,1 до 25 МПа (установка импульсного давления Импульс-2) рег. № 3.АЗД.0313.2015.

6.3.2 Датчик закрепляют на установке Импульс-2 и подают избыточное давление с фиксированным уровнем $P_i = 0,2 \cdot P_{ВПИ}$. Давление создают и контролируют с помощью грузопоршневого манометра МП-250, входящего в состав эталона.

6.3.3 С помощью электромагнитного клапана эталона проводят "сброс" избыточного давления до атмосферного (до нуля).

6.3.4 Выходной сигнал ("ступеньку" давления "сброса") U_i , В, приведенный на рисунке 1, регистрируют на экране анализатора спектра А19-У2. Результаты измерений заносят в таблицу 4.

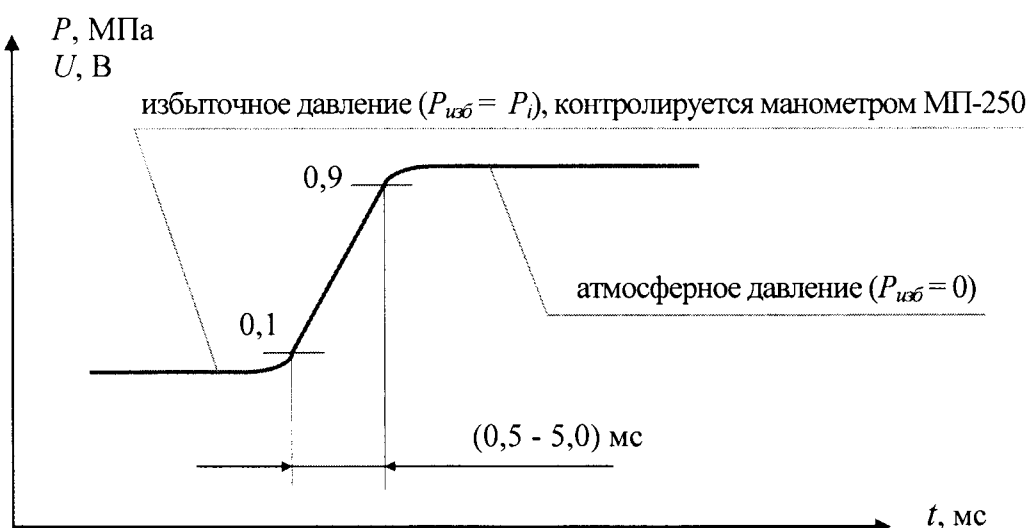


Рисунок 1 – "Ступенька" давления "сброса" от избыточного до атмосферного

Примечание – Амплитудные и временные интервалы на экране анализатора спектра А19-У2 отслеживают автоматически или выставляют вручную в процессе измерений в зависимости от параметра выходного сигнала датчика U_i , пропорционального по амплитуде измеряемому значению давления P_i . Луч выходного сигнала устанавливают в нижней части экрана, так как полярность датчика отрицательная.

6.3.5 Операции по 6.3.2 – 6.3.4 выполняют не менее трех раз.

6.3.6 Среднее арифметическое значение выходного сигнала \bar{U}_i , В, рассчитывают по формуле (1) и заносят в таблицу 4

					АБКЖ.433643.008 МП	С.
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		7

$$\bar{U}_i = \frac{\sum_{n=1}^3 U_i^n}{3}. \quad (1)$$

6.3.7 Коэффициент преобразования датчика K_i , мВ/кПа, рассчитывают по формуле (2) и полученное значение заносят в таблицу 4

$$K_i = \frac{\bar{U}_i}{P_i}. \quad (2)$$

6.3.8 Операции по 6.3.2 – 6.3.7 выполняют для давлений $P_2 = 0,4 \cdot P_{ВПИ}$, $P_3 = 0,6 \cdot P_{ВПИ}$, $P_4 = 0,8 \cdot P_{ВПИ}$ и $P_5 = P_{ВПИ}$.

6.3.9 Номинальное значение коэффициента преобразования датчика K , мВ/кПа, рассчитывают по формуле (3) и заносят в таблицу 4

$$K = \frac{\sum_{i=1}^5 \bar{U}_i \cdot P_i}{\sum_{i=1}^5 P_i^2}. \quad (3)$$

6.3.10 Основную погрешность γ_i , %, на каждом уровне задаваемого импульсного давления рассчитывают по формуле (4) и заносят в таблицу 4

$$\gamma_i = \frac{\bar{U}_i - K \cdot P_i}{K \cdot P_i} \cdot 100. \quad (4)$$

Таблица 4 – Результаты измерений

Параметры	Количество измерений n	Задаваемое импульсное давление P_i , МПа					Номинальное значение коэффициента преобразования K , мВ/кПа
		P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	
Выходной сигнал U_i , В	1						
	2						
	3						
	Ср.						
Коэффициент преобразования K_i , мВ/кПа							
Основная погрешность γ_i , %							

6.3.11 Датчик признают годным, если:

- номинальное значение коэффициента преобразования находится в пределах:

а) $(5,0 \pm 2,0)$ мВ/кПа для модификаций PS2011-15-51, PS2011-15-51-01, PS2011-15-52, PS2011-15-52-01;

б) $(4,0 \pm 1,5)$ мВ/кПа для модификаций PS2011-15-71, PS2011-15-71-01, PS2011-15-72, PS2011-15-72-01;

в) $(0,5 \pm 0,2)$ мВ/кПа для модификаций PS2011-100-51, PS2011-100-51-01, PS2011-100-52, PS2011-100-52-01; PS2011-100-71, PS2011-100-71-01, PS2011-100-72, PS2011-100-72-01;

- полярность выходного сигнала отрицательная (выходной сигнал соответствует рисунку 1);

С.	АБКЖ.433643.008 МП					
8		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

- модуль основной погрешности $|\gamma_i|$, приведенной к верхнему пределу измерений, на каждом уровне измерений импульсного давления удовлетворяет неравенству

$$|\gamma_i| \leq \gamma_k \cdot \gamma = 0,94 \cdot \gamma, \quad (5)$$

где γ_k - абсолютное значение отношения контрольного допуска к пределу допускаемой основной погрешности датчика по таблице В.2 приложения В;

γ - предел допускаемой основной погрешности датчика, %.

6.4 Проверка отклонения номинального значения коэффициента преобразования от паспортного значения в течение года

6.4.1 Проверку отклонения номинального значения коэффициента преобразования от паспортного значения в течение года проводят только при периодической поверке.

6.4.2 Отклонение номинального значения коэффициента преобразования от паспортного значения в течение года γ_{Kn} , %, рассчитывают по формуле

$$\gamma_{Kn} = \frac{K - K_{п}}{K_{п}} \cdot 100, \quad (6)$$

где K – номинальное значение коэффициента преобразования по 6.3.9, пКл/МПа;

$K_{п}$ – номинальное значение коэффициента преобразования по паспорту, пКл/МПа.

6.4.3 Датчик признают годным, если отклонение номинального значения коэффициента преобразования от паспортного значения в течение года γ_{Kn} не более 10 %.

7 Оформление результатов поверки

7.1 Положительные результаты поверки датчика удостоверяют свидетельством о поверке и (или) записью в паспорте, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки.

7.2 На датчик, не удовлетворяющий требованиям настоящей методики поверки, выдают извещение о непригодности с указанием причин. Датчик к дальнейшей эксплуатации не допускают.

					АБКЖ.433643.008 МП	с.
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте настоящей методики поверки

Обозначения	Наименование
АБКЖ.433643.008 ТУ	Датчик динамического давления PS2011. Технические условия
МИ 187-86	Методические указания. ГСИ. Достоверность и требования к методикам поверки средств измерений
МИ 188-86	Методические указания. ГСИ. Средства измерений. Установление значений параметров методик поверки
ПУЭ	Правила устройства электроустановок
РМГ 51-2002	Рекомендации по межгосударственной стандартизации. ГСИ. Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения
Утверждены приказом Минтруда России № 328н от 23 июля 2013 года	Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок

с.	АБКЖ.433643.008 МП					
10		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Схема внешних электрических соединений



Д – датчик динамического давления PS2011;

У – усилитель измерительный AP5100;

Р – анализатор спектра A19-U2 (регистратор).

Рисунок Б.1 – Схема внешних электрических соединений датчика

					АБКЖ.433643.008 МП	С.
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		11

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

Выбор эталонов для поверки датчика с учетом критериев достоверности поверки

В.1 При выборе эталонов для поверки датчика в соответствии с требованиями МИ 187 и МИ 188 устанавливают следующие критерии и параметры поверки:

$P_{\text{бам}}$ – наибольшая вероятность ошибочного признания годным любого в действительности дефектного экземпляра датчика, $P_{\text{бам}} = 0,20$;

$(\delta_{\text{м}})_{\text{ба}}$ – отношение наибольшего возможного модуля основной погрешности экземпляра датчика, который может быть ошибочно признан годным, к пределу допускаемой основной погрешности датчика, $(\delta_{\text{м}})_{\text{ба}} = 1,25$;

m – число проверяемых точек в диапазоне измерений датчика, $m \geq 5$;

n – число наблюдений при экспериментальном определении значений погрешности в каждой из проверяемых точек, $n \geq 3$;

$\gamma_{\text{к}}$ – абсолютное значение отношения контрольного допуска к пределу допускаемой основной погрешности датчика;

$\alpha_{\text{р}}$ – отношение предела допускаемой погрешности эталонов, применяемых при поверке, к пределу допускаемой основной погрешности поверяемого датчика.

Примечание – Значения $\gamma_{\text{к}}$ и $\alpha_{\text{р}}$ выбирают по таблице В.1, взятой из МИ 188.

Таблица В.1 – Значения параметра $\gamma_{\text{к}}$ (числитель) и критерия $(\delta_{\text{м}})_{\text{ба}}$ (знаменатель) А

$\alpha_{\text{р}}$	Значения $\gamma_{\text{к}}$ и $(\delta_{\text{м}})_{\text{ба}}$ при $P_{\text{бам}}$, равном										
	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
1/10	<u>0,90</u> 1,00	<u>0,94</u> 1,04	<u>0,95</u> 1,05	<u>0,96</u> 1,06	<u>0,97</u> 1,07	<u>0,98</u> 1,08	<u>0,98</u> 1,08	<u>0,99</u> 1,09	<u>0,99</u> 1,09	<u>1,00</u> 1,10	<u>1,00</u> 1,10
1/5	<u>0,80</u> 1,00	<u>0,88</u> 1,08	<u>0,91</u> 1,11	<u>0,93</u> 1,13	<u>0,94</u> 1,14	<u>0,96</u> 1,16	<u>0,97</u> 1,17	<u>0,98</u> 1,18	<u>0,99</u> 1,19	<u>0,99</u> 1,19	<u>1,00</u> 1,20
1/4	<u>0,75</u> 1,00	<u>0,85</u> 1,10	<u>0,88</u> 1,13	<u>0,91</u> 1,16	<u>0,93</u> 1,18	<u>0,95</u> 1,20	<u>0,96</u> 1,21	<u>0,97</u> 1,22	<u>0,98</u> 1,23	<u>0,99</u> 1,24	<u>1,00</u> 1,25
1/3	<u>0,67</u> 1,00	<u>0,80</u> 1,13	<u>0,85</u> 1,18	<u>0,88</u> 1,21	<u>0,91</u> 1,24	<u>0,93</u> 1,26	<u>0,94</u> 1,27	<u>0,96</u> 1,29	<u>0,98</u> 1,31	<u>0,99</u> 1,32	<u>1,00</u> 1,33
1/2,5	<u>0,60</u> 1,00	<u>0,76</u> 1,16	<u>0,82</u> 1,22	<u>0,86</u> 1,26	<u>0,89</u> 1,29	<u>0,91</u> 1,31	<u>0,93</u> 1,33	<u>0,95</u> 1,35	<u>0,97</u> 1,37	<u>0,98</u> 1,38	<u>1,00</u> 1,40
1/2	<u>0,50</u> 1,00	<u>0,70</u> 1,20	<u>0,77</u> 1,27	<u>0,82</u> 1,32	<u>0,86</u> 1,36	<u>0,89</u> 1,39	<u>0,92</u> 1,42	<u>0,94</u> 1,44	<u>0,96</u> 1,46	<u>0,98</u> 1,48	<u>1,00</u> 1,50

А

В.2 С учетом установленных по В.1 значений $P_{\text{бам}}$, $(\delta_{\text{м}})_{\text{ба}}$, m и n таблицу В.1 преобразуют в таблицу В.2.

Таблица В.2 – Параметры и критерии достоверности поверки датчика

$\alpha_{\text{р}}$	0,1 (1/10)	0,2 (1/5)	0,25 (1/4)	0,33 (1/3)	0,4 (1/2,5)	0,5 (1/2)
$\gamma_{\text{к}}$	0,97	0,94	0,93	0,91	0,82	0,70
$P_{\text{бам}}$	0,20	0,20	0,20	0,20	0,10	0,05
$(\delta_{\text{м}})_{\text{ба}}$	1,07	1,14	1,18	1,24	1,22	1,20

В.3 При выборе эталонов для поверки датчика, в соответствии с требованиями МИ 187 и МИ 188, соблюдают следующее соотношение

$$\left(\frac{\Delta_{\text{р}}}{P_i} + \frac{\Delta_{\text{в}}}{K \cdot P_i} \right) \cdot 100 \leq \alpha_{\text{р}} \cdot \gamma, \quad (\text{В.1})$$

с.	АБКЖ.433643.008 МП				
12		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
					Дата

где Δ_p – предел допускаемой основной абсолютной погрешности эталона, кПа;
 P_i – задаваемое импульсное давление, кПа;
 Δ_U – предел допускаемой основной абсолютной погрешности СИ (анализатора спектра А19-У2) при измерении напряжения переменного тока, мВ;
 K – номинальное значение коэффициента преобразования датчика, мВ/кПа;
 γ – предел допускаемой основной погрешности датчика, %.

В.4 Предел допускаемой основной абсолютной погрешности Δ_p , кПа, эталона единицы импульсного давления в диапазоне значений от 0,1 до 25 МПа (установка импульсного давления Импульс-2), используемого при поверке датчиков модификаций PS2011-15-51, PS2011-15-51-01, PS2011-15-52, PS2011-15-52-01, PS2011-15-71, PS2011-15-71-01, PS2011-15-72, PS2011-15-72-01, рассчитывают по формуле

$$\Delta_p = \frac{\gamma_p \cdot P_{ВПИ}}{100} = \frac{0,05 \cdot 1500}{100} = 0,75, \quad (B.2)$$

где γ_p – предел допускаемой основной относительной погрешности эталона, 0,05 %;
 $P_{ВПИ}$ – верхний предел измерений датчиков модификаций PS2011-15-51, PS2011-15-51-01, PS2011-15-52, PS2011-15-52-01, PS2011-15-71, PS2011-15-71-01, PS2011-15-72, PS2011-15-72-01, 1500 кПа.

В.5 Предел допускаемой основной абсолютной погрешности Δ_p , кПа, эталона единицы импульсного давления в диапазоне значений от 0,1 до 25 МПа, (установка импульсного давления Импульс-2), используемого при поверке датчиков модификаций PS2011-100-51, PS2011-100-51-01, PS2011-100-52, PS2011-100-52-01, PS2011-100-71, PS2011-100-71-01, PS2011-100-72, PS2011-100-72-01, рассчитывают по формуле

$$\Delta_p = \frac{\gamma_p \cdot P_{ВПИ}}{100} = \frac{0,05 \cdot 10000}{100} = 5, \quad (B.3)$$

где γ_p – предел допускаемой основной относительной погрешности эталона, 0,05 %;
 $P_{ВПИ}$ – верхний предел измерений датчиков модификаций PS2011-100-51, PS2011-100-51-01, PS2011-100-52, PS2011-100-52-01, PS2011-100-71, PS2011-100-71-01, PS2011-100-72, PS2011-100-72-01, 10000 кПа.

В.6 Предел допускаемой основной абсолютной погрешности Δ_U , мВ, анализатора спектра А19-У2 рассчитывают по формуле

$$\Delta_U = 0,002 \cdot U_i + 0,05 = 2,05 \dots 10,05, \quad (B.4)$$

где U_i – выходной сигнал (напряжение), мВ.

В.7 Подставляя полученные по В.2, В.3 и В.4 значения в соотношение (В.1) получают следующие соотношения (с наибольшими левыми частями неравенств)

$$0,174 \leq \alpha_p \text{ – при поверке датчиков модификаций PS2011-15-51, PS2011-15-51-01, PS2011-15-52, PS2011-15-52-01, PS2011-15-71, PS2011-15-71-01, PS2011-15-72, PS2011-15-72-01,} \quad (B.5)$$

$$0,197 \leq \alpha_p \text{ – при поверке датчиков модификаций PS2011-100-51, PS2011-100-51-01, PS2011-100-52, PS2011-100-52-01, PS2011-100-71, PS2011-100-71-01, PS2011-100-72, PS2011-100-72-01.} \quad (B.6)$$

В.8 По таблице В.2 определяют допускаемый (ближайший) параметр α_p , удовлетворяющий соотношениям (В.5) и (В.6), $\alpha_p = 0,2$ и параметр γ_k для неравенства (5) при определении годности (негодности) поверяемого датчика, $\gamma_k = 0,94$.

					АБКЖ.433643.008 МП	с.
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		13

с.	АБКЖ.433643.008 МП					
14						
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

