



ОКБ "ГИДРОПРЕСС"

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
ФГУП ВНИИМС



Н.В. Иванникова

01.04.2016

УТВЕРЖДАЮ

Главный инженер –
начальник отделения



Е.А. Лисенков

12.04.2016

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Методика поверки

470.24 Д1

г.р. 64562-16

Заместитель главного инженера –
начальник департамента
экспериментального обоснования
РУ, начальник отдела

06.04.2016 А.В. Селезнев
Главный метролог, начальник
экспериментально - конструкторского
отдела

07.04.2016
А.И. Новиков
Эксперт-метролог

07.04.2016
С.А. Минеев
Начальник лаборатории

06.04.2016
В.У. Хайретдинов

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Содержание


1 Операции поверки.....	4
2 Средства поверки	5
3 Требования безопасности.....	6
4 Условия поверки и подготовка к ней	7
5 Проведение поверки	8
5.1 Проведение внешнего осмотра	8
5.2 Опробование	8
5.3 Определение максимального измеряемого виброускорения.....	8
5.4 Определение нелинейности амплитудной характеристики.....	9
5.5 Определение относительной погрешности измерений перемещения и виброперемещения	10
6 Оформление результатов поверки.....	13

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Вахрушев	<i>Вахрушев</i>	04.04.16
Пров.		Падеров	<i>Падеров</i>	04.04.16
Нач. группы		Падеров	<i>Падеров</i>	04.04.16
Н. контр.		Смирнова		
Утв				

470.24 Д1

Преобразователь
перемещений
Методика поверки

Лит.	Лист	Листов
0	2	15
 ОКБ «ГИДРОПРЕСС»		

Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи перемещений, изготовленные по 470.24 ТУ и предназначенные для измерения статических и динамических линейных перемещений, в частности, элементов главного циркуляционного трубопровода (ГЦТ) относительно неподвижных опор при проведении специальных пуско-наладочных измерений (СПНИ).

Методика устанавливает методы и средства первичной поверки (при выпуске из производства) и периодической поверки преобразователей. Поверка осуществляется методом сличения.

Межповерочный интервал 2 года.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операций	Номера пунктов методики поверки	Проведение операций при поверке	
		первичной	периодической
1 Внешний осмотр	5.1	проводится	проводится
2 Опробование	5.2	проводится	проводится
3 Определение максимально допустимого ускорения при измерении виброперемещений	5.3	проводится	проводится
4 Определение нелинейности амплитудной характеристики	5.4	проводится	проводится
5 Определение допускаемой относительной погрешности измерений перемещения и виброперемещения	5.5, 5.5.2, 5.5.3	проводится	проводится

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 - Средства поверки

Номера пунктов методики	Наименование средств поверки	Технические характеристики
5.3, 5.4, 5.5, 5.5.2	Штангенциркуль ШЦ-II	Диапазон измерений 0 – 250 мм. Абсолютная погрешность 0,05 мм.
5.5.3	Пьезоакселерометр В&К 4370	Погрешность 0,3%
5.5.3	Усилитель заряда В&К 2635	Погрешность 0,3%
5.3, 5.4, 5.5, 5.5.2, 5.5.3	Вторичный преобразователь МGCplus с модулем на несущей частоте ML55B	Диапазоны измерения $\pm(1,5 - 229.5)$ мВ/В Класс точности 0,03
5.5.3	Стенд вибрационный электродинамический ВЭДС-200	Диапазон частот 20-2500 Гц Максимальное усилие 2000 Н
5.5.3	Вторичный преобразователь эталонного канала МGCplus с модулем измерения напряжений ML01B	Диапазоны измерения ± 10 В Диапазон частот (0- 2400) Гц Класс точности 0,03
5.2 – 5.5, 5.5.1, 5.5.3	Образцовый стеклянный жидкостный термометр ТЛ-4	Пределы измерений 0 – 50 °С Цена деления 0,1 °С
5.2	Мегаомметр С.А 6533	Погрешность 5%. Пределы измерения до 2000 МОм. Испытательное напряжение (50-500)В.

2.2 Средства поверки, применяемые при первичной поверке, должны быть поверены или аттестованы органами государственной метрологической службы и иметь действующие свидетельства о поверке.

Средства поверки, применяемые при периодической поверке, должны быть поверены или аттестованы органами государственной или ведомственной службы и иметь действующие свидетельства о поверке или аттестации.

2.3 Допускается применение средств поверки, не предусмотренных настоящей методикой (кроме вторичного преобразователя МGCplus с модулем на несущей частоте ML55B) и позволяющее по своим техническим и метрологическим характеристикам обеспечить получение подтверждаемых характеристик преобразователя.

3 Требования безопасности

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться "Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", утвержденные Госэнергонадзором России.

3.2 При поверке должны выполняться требования техники безопасности, изложенные в эксплуатационной документации на применяемые средства измерений.

3.3 К проведению поверки должны допускаться специалисты в области метрологии, сдавшие экзамен по технике безопасности, обученные и аттестованные в качестве поверителя.

Поверители должны обладать знаниями в области математической статистики и теории вероятности, владеть методами обработки результатов измерений, иметь навыки работы с микропроцессорной техникой и соответствующим программным обеспечением, применяемыми при поверке преобразователей.

4 Условия поверки и подготовка к ней

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- преобразователь должен быть установлен в испытательное приспособление с соблюдением указаний руководства по эксплуатации;
- температура окружающего воздуха $(22 \pm 3) ^\circ\text{C}$. Преобразователь должен быть предварительно выдержан при указанной температуре окружающего воздуха не менее 1 ч.;
- относительная влажность окружающего воздуха $(65 \pm 15) \%$;
- атмосферное давление (100 ± 4) кПа;
- напряжение сети питания (220_{-15}^{+10}) В;
- частота напряжения сети питания (50 ± 1) Гц;
- вибрация, тряска, удары, наклоны и магнитные поля, кроме земного, влияющие на работу преобразователя, при проведении статических измерений должны отсутствовать;
- выдержка преобразователя перед началом испытания после включения питания должна быть не менее 10 мин.

5 Проведение поверки

5.1 Проведение внешнего осмотра

5.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие преобразователя следующим требованиям:

- поверяемый преобразователь не должен иметь повреждений, препятствующих его применению;
- преобразователь при поверке должен иметь паспорт;
- маркировка преобразователя должна соответствовать данным, указанным в руководстве по эксплуатации.

5.2 Опробование

5.2.1 При опробовании проверяют работоспособность преобразователя и электрическое сопротивление изоляции относительно корпуса.

Работоспособность преобразователя проверяют, производя перемещение штока по всей длине. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала.

Электрическое сопротивление изоляции относительно корпуса проверяют с помощью мегомметра, присоединив один щуп к одному из выводов обмоток, а другой к корпусу преобразователя. Электрическое сопротивление изоляции должно быть не менее 10 МОм.

5.3 Определение максимально допустимого ускорения при измерении виброперемещений

5.3.1 Определение максимально допустимого ускорения при измерении виброперемещений производится в следующей последовательности:

- установить подвижную часть штангенциркуля в положение 120 мм (шток преобразователя выдвинут);
- настроить вторичную аппаратуру на запись процесса движения штока преобразователя, выставив диапазон частот (0 – 400) Гц и введя коэффициент преобразования в память вторичной аппаратуры, так чтобы запись производилась в мм;
- поместить плоскопараллельный брусок толщиной (10 – 20) мм между выдвинутым штоком преобразователя и площадкой на подвижной части штангенциркуля;
- выставить запускающий и останавливающий запись триггеры, так чтобы запись начиналась через (1-2) мм после начала движения штока и заканчивалась за (1-2) мм до

достижения штоком упора (для отсечки дребезга в моменты выдергивания бруска и соударения с упором);

- резко удалить брусок и записать отклик преобразователя (перемещение [мм] как функция времени [с]) при помощи программного обеспечения (в случае использования аппаратуры MGCplus программа Catman) и MS Excel;

- цифровые данные процесса аппроксимируются методом наименьших квадратов полиномом второй степени (5.1) пакетом "MS Excel":

$$y = \frac{a}{2}t^2 + vt + y_0 \quad (5.1)$$

- удвоенный коэффициент при квадратичном члене уравнения линии тренда есть максимально допустимое ускорение при измерении виброперемещений;

- если полученное значение меньше 50 м/с^2 , то преобразователь считать негодным к эксплуатации;

5.4 Определение нелинейности амплитудной характеристики

5.4.1 Определение нелинейности амплитудной характеристики выполнить в следующей последовательности:

- подключить преобразователь к вторичной аппаратуре и произвести полное перемещение штока. Изменение показаний свидетельствует о работоспособности преобразователя;

- закрепить штангенциркуль в приспособлении для статической градуировки и выдвинуть подвижную часть на 60 мм;

- закрепить преобразователь в приспособлении таким образом, чтобы кольцевая риска на штоке преобразователя была расположена на срезе гайки, и обнулить показания вторичного преобразователя;

- установить подвижную часть штангенциркуля в нулевое положение;

- произвести перемещение штока преобразователя посредством подвижной части штангенциркуля с шагом 10 мм во всем диапазоне от минус 60 мм до плюс 60 мм, считая значение 60 мм на шкале штангенциркуля нулевым и устанавливая точное положение при помощи винта перемещения подвижной части штангенциркуля;

- получить значения коэффициентов преобразования в каждой точке как отношение перемещений (в диапазоне ± 60 мм с учетом знака) к разности показаний вторичной аппаратуры в текущей и в нулевой точках;

- найти отклонения максимального и минимального коэффициентов от значения, указанного в паспорте преобразователя, как отношение разности максимального (минимального) и паспортного к паспортному, выраженное в %;

- если максимальное из отклонений коэффициента преобразования превышает допустимое ($\pm 4\%$), преобразователь считать негодным к эксплуатации.

5.5 Определение относительной погрешности измерений перемещения и виброперемещения

5.5.1 Определение относительной погрешности измерений перемещения и виброперемещения разделено на два этапа, вследствие различных значений допускаемой погрешности вторичного преобразователя при больших и малых (вибро) перемещениях. Малыми считаются перемещения, когда в формуле (раздел 1 руководства по эксплуатации 470.24 РЭ) слагаемое $\frac{\Delta x \cdot k}{y}$ примерно равно $\frac{\Delta k}{k}$. Этому условию соответствуют перемещения менее

$$y = \frac{\Delta x \cdot k \cdot k}{\Delta k \cdot 5} \approx 0,3 \cdot k, \quad (5.2)$$

где k – коэффициент преобразования из паспорта 470.24 ПС;

Δx – допускаемая погрешность вторичного преобразователя MGCplus $\Delta x = 0,0003 \cdot 45 \text{ мВ/В} = 0,0135 \text{ мВ/В}$ (раздел 1 руководства по эксплуатации 470.24 РЭ).

5.5.2 Для контроля относительной погрешности измерений перемещения (больших перемещений), необходимо произвести перемещение, фиксируя показания вторичного преобразователя (предварительно обнулив показания в нулевой точке) и штангенциркуля в 12-ти точках, равномерно распределенных по рабочему диапазону с шагом 10 мм (см п.5.4). Определить измеренное перемещение во всех точках (кроме нулевой) по формуле:

$$y_i = k \cdot (x_i - x_0), \quad (5.3)$$

где k – коэффициент преобразования из паспорта [мм/(мВ/В)],

x – показания вторичного преобразователя [мВ/В];

Относительную погрешность измерений перемещения определить по формуле:

$$\gamma_{yi} = \frac{y_i - y_{штi}}{y_{штi}} \cdot 100\%, \quad (5.4)$$

где γ_y – фактическая относительная погрешность преобразователя;

$y_{шт}$ – перемещение, задаваемое штангенциркулем.

Определить допускаемую относительную погрешность измерений перемещения для всех $y_{шт}$ по формуле:

$$\gamma_y = \left[\frac{\Delta k}{k} + \frac{\Delta x \cdot k}{y} \right] \cdot 100 \quad (5.5)$$

где $\frac{\Delta k}{k} = 0,04$;

Δx – допускаемая погрешность вторичного преобразователя MGCplus рассчитывается исходя из его характеристик как произведение основной относительной погрешности на используемый диапазон измерения $\Delta x = 0,0003 \cdot 45 \text{ мВ/В} = 0,0135 \text{ мВ/В}$)

k – из паспорта.

Если фактическая относительная погрешность измерений перемещения превышает допускаемую, преобразователь считать негодным к эксплуатации.

5.5.3 Для контроля основной относительной погрешности измерений виброперемещения закрепить корпус преобразователя в специальном приспособлении на виброплатформе таким образом, чтобы шток преобразователя упирался в стол виброплатформы на (1-2) мм глубже крайнего выдвинутого положения рабочего диапазона.

Рассчитать параметры вибрации (ускорение и частоту колебаний), чтобы обеспечить виброперемещения 0,03, 0,1 и 0,3 мм исходя из следующего соотношения:

$$S = \frac{a \cdot 1000}{4 \cdot \pi^2 \cdot f^2} \quad (5.6)$$

где S – среднеквадратическое значение (СКЗ) виброперемещения, мм;

a – среднеквадратическое значение (СКЗ) ускорения, м/с^2 ;

f – частота колебаний, Гц.

Параметры вибрации должны быть таковы, чтобы виброперемещение S не превосходило допускаемое, рассчитанное по формуле (1.1) и деленное на $\sqrt{2}$ (для перехода от амплитудного значения к среднеквадратичному (СКЗ)).

Возможная комбинация, например, из таблицы 5.1

Таблица 5.1

Параметр	Значение		
	Частота f , Гц	80	40
Ускорение a , м/с^2	7,6	6,3	19
Виброперемещение S , мм	$\approx 0,03$	$\approx 0,1$	$\approx 0,3$
Максимально допустимое виброперемещение S , мм	0,14	0,56	0,56

Эталонный канал измерения задаваемых параметров вибрации должен иметь погрешность не хуже 5%.

Настроить вторичную аппаратуру на запись процесса колебания штока преобразователя в мВ/В, выставив диапазон частот (10 – 200) Гц и время записи от 30 до 60 с (длительность процесса).

Произвести вибровоздействие на преобразователь в трех указанных режимах. При помощи программного обеспечения Catman записать каждый режим в память компьютера и по полученным временным реализациям рассчитать и построить спектры для эталонного канала и канала преобразователя перемещения.

По величине сигнала на спектре эталонного канала на испытательной частоте рассчитать виброперемещение в мм по формуле:

$$S_i = \frac{a \cdot 1000}{4 \cdot \pi^2 \cdot f^2} = \frac{U}{K_{эм} \cdot K_{уз}} \cdot \frac{1000}{4 \cdot \pi^2 \cdot f^2} \quad (5.7)$$

где U - величине сигнала [мВ] на спектре на испытательной частоте f [Гц];

$K_{эм}$ – коэффициент преобразования акселерометра эталонного канала [пКл/(м/с²)];

$K_{уз}$ – коэффициент преобразования усилителя заряда эталонного канала [мВ/пКл].

По величине сигнала на спектре канала преобразователя перемещения на испытательной частоте рассчитать виброперемещение в мм по формуле:

$$y_i = k \cdot x, \quad (5.8)$$

где k – коэффициент преобразования из паспорта, x – величина сигнала на спектре на испытательной частоте.

Относительную погрешность измерения виброперемещений определить по формуле:

$$\gamma_y = \frac{y_i - S_i}{S_i} \cdot 100\%, \quad (5.9)$$

где γ_y – фактическая относительная погрешность преобразователя;

y_i – измеренное виброперемещение, мм;

S_i – рассчитанное по формуле (5.6), задаваемое виброперемещение, мм.

Определить допускаемую относительную погрешность измерения виброперемещений для всех S_i по формуле (5.5), где $\frac{\Delta k}{k} = 0,04$, $\Delta x = 0,0135$ для вторичного преобразователя MGCplus (п. 5.5.2), k – из паспорта.

Если фактическая относительная погрешность измерения виброперемещений превышает допускаемую, преобразователь считать негодным к эксплуатации.

6 Оформление результатов поверки

6.1 Преобразователи, удовлетворяющие требованиям настоящей методики, допускаются к применению.

6.2 При положительных результатах первичной или периодической поверки в паспорте 470.24 ПС производят запись о годности преобразователя к применению с указанием даты поверки и удостоверяют запись в установленном порядке.

6.3 Преобразователи, не удовлетворяющие требованиям, бракуют и не допускают к выпуску из производства, ремонта, а находящиеся в эксплуатации – к применению.

