

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«Проектно-изыскательский и научно-исследовательский
Институт «Гидропроект» имени С.Я. Жука»



Преобразователи напряжения грунта
измерительные струнные ГД

Руководство по эксплуатации
92.2.832.005 РЭ

СОГЛАСОВАНО
в части раздела 8
«Методика поверки»
Заместитель директора
ФБУ «Пензенский ЦСМ»



Москва 2020





РусГидро
НИИЭС

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт энергетических сооружений»



**Преобразователи напряжения грунта
измерительные струнные ГД**

Руководство по эксплуатации

92.2.832.005 РЭ

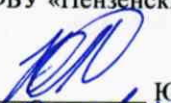
СОГЛАСОВАНО

в части раздела 8

«Методика поверки»

Заместитель директора

ФБУ «Пензенский ЦСМ»


«30» *сентября* 2021 г.

Ю.Г. Тюрина

2021 г.




Москва 2020

Содержание

1.	Назначение	3
2.	Технические характеристики	4
3.	Комплект поставки.....	7
4.	Устройство и работа	7
5.	Указание мер безопасности.....	9
6.	Подготовка к использованию	10
7.	Порядок получения результата измерения.....	14
8.	Методика поверки.....	15
9.	Транспортирование и хранение	23
10.	Гарантии изготовителя	23
11.	Сведения о рекламациях.....	24
12.	Сведения о сертификации.....	24
13.	Сведения о приемке.....	25
	Приложение 1. Форма протокола поверки.....	26
	Приложение 2. Схема измерения амплитуды СИП	28
	Приложение 3. Методика определения пределов допускаемых при поверке значений периодов выходного сигнала преобразователя напряжений.....	29

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с техническими характеристиками и конструкцией струнных измерительных преобразователей типа ГД и регламентации правил их эксплуатации. Необходимый уровень подготовки эксплуатационного персонала для работы с ГД указан в разделе 5.

1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1. Преобразователи напряжения грунта измерительные струнные типа ГД (в дальнейшем – преобразователи) предназначены (при совместной работе со специализированными периодомерами) для измерения статических нормальных напряжений грунта (в дальнейшем напряжений) в грунтовых сооружениях при контрольных наблюдениях и натурных исследованиях их состояния.

1.2. Область применения - системы мониторинга объектов при их строительстве и эксплуатации.

1.3. Информативным параметром выходного сигнала является период (частота) затухающих колебаний электродвижущей силы.

1.4. Преобразователи выполняют в климатическом исполнении У по ГОСТ 15150-69 для работы в следующих условиях:

1) при температуре окружающей среды от 243 до 363 К (от –30 до + 90 °С)

2) в щелочной среде с рН не более 11

1.5. Пример условного обозначения преобразователя с верхним пределом измерений механического напряжения 1000 кПа при его заказе и в документации другой продукции: «Преобразователь ГД -10 ТУ-4212-007-00113543-20».

2. Технические характеристики

2.1. Основные технические характеристики преобразователей приведены в таблице 1.

Таблица 1-Основные технические характеристики преобразователей

№№ п/п, характеристики и единицы измерения	Модификация	Значения для модификации
1	2	3
1. Диапазон преобразований напряжения грунта, кПа	ГД-5 ГД-10 ГД-15 ГД-25 ГД-30	от 0 до 500 от 0 до 1000 от 0 до 1500 от 0 до 2500 от 0 до 3000
2. Диапазон преобразований температуры, °С	Для всех модификаций	от -30 до +90
3. Индивидуальная статическая функция преобразований напряжения грунта в период колебаний (градуировочная характеристика)	Для всех модификаций	Индивидуальная, в виде формулы (1) п.4
4. Индивидуальная статическая функция преобразования температуры в электрическое сопротивление (градуировочная характеристика)	Для всех модификаций	Индивидуальная, в виде формулы (2) п.4
5. Функция влияния температуры окружающей среды на функцию преобразований напряжения грунта	Для всех модификаций	Индивидуальная, в виде формулы (3) п.4
6. Пределы допускаемой приведённой погрешности преобразований напряжения грунта, %	Для всех модификаций	± 2
7. Пределы допускаемой приведённой погрешности преобразований температуры, %	Для всех модификаций	± 4

Приложение 3
(рекомендуемое)

Методика определения пределов допускаемых при проверке значений периодов выходного сигнала преобразователя ГД

Верхний X_v и нижний X_n пределы допускаемых при проверке значений периодов выходного сигнала преобразователей равны:

$$X_{v,n} = X \pm \Delta X;$$

где: X - значение периода выходного сигнала преобразователя по его градуировочной характеристике в поверяемой точке, мкс;

ΔX - пределы допускаемых отклонений периода выходного сигнала в поверяемой точке, мкс.

Значение ΔX вычисляют по приближенной формуле:

$$\Delta X = \frac{\gamma \cdot D}{Y'};$$

где: γ - пределы допускаемой погрешности преобразователя, приведенной к его диапазону измерений D , $\gamma = \pm 0,02$;

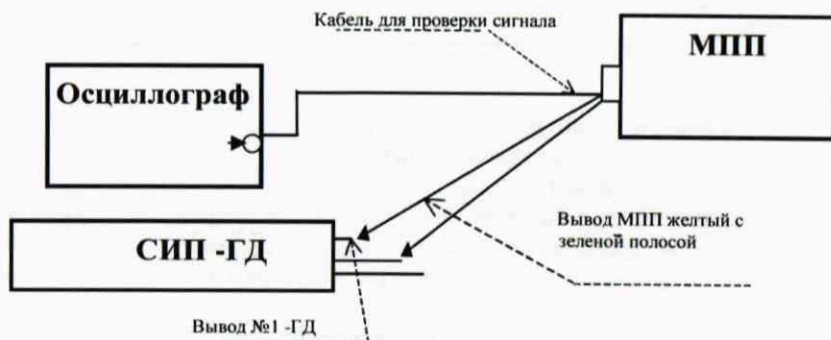
Y' - значение первой производной от градуировочной характеристики по информативному параметру выходного сигнала в поверяемой точке диапазона измерения;

$$Y' = \frac{2A}{X^3} + \frac{B}{X^2},$$

где: A и B - коэффициенты градуировочной характеристики преобразователя, кПа·мкс²; кПа·мкс.

Значения X_v и X_n вычисляют по градуировочной характеристике перед проведением проверки и вносят в соответствующие графы таблицы "Результаты проверки" (см. приложение 1).

Схема измерения амплитуды ГД



Развертка осциллографа ждущая, регулировка уровня синхронизации – по импульсу возбуждения.

Контроль амплитуды сигнала производится по узкой метке с большей амплитудой, идущей вместе с сигналом. Метка синхронизирована с 200-ым колебанием напряжения. Коэффициент напряжения на выходе МПП для контроля амплитуды от 15 до 30. Методы контроля и частотная характеристика используемая МПП приведена в руководстве по эксплуатации и в паспорте на МПП.

8. Предел допускаемой приведенной вариации преобразований напряжения грунта, %	Для всех модификаций	2
9. Рабочий диапазон периодов (частот) выходного сигнала, мкс (кГц)	Для всех модификаций	от 450 до 1250 (от 0,8 до 2,2)
10. Амплитуда напряжения гармонических затухающих электрических колебаний в 200 – ый период колебаний напряжения после окончания импульса возбуждения во всех точках диапазона измерений напряжений и во всем рабочем диапазоне температур не менее, мВ	Для всех модификаций	4
11. Исполнение преобразователя по отношению к окружающей среде	Для всех модификаций	Герметичное
12. Исполнение преобразователей по отношению к механическим воздействиям	Для всех модификаций	Сейсмостойкое (категории III)
13. Длина выходного кабеля, м, не менее	Для всех модификаций	0,5
14. Средняя наработка до отказа, лет	Для всех модификаций	19
15. Сопротивление изоляции электрических цепей относительно корпуса при испытательном напряжении 500 В постоянного тока, МОм, не менее	Для всех модификаций	0,1
16. Характеристики преобразователей по первому каналу: – выходное сопротивление преобразователей на частоте 1,5 кГц, кОм	Для всех модификаций	от 0,2 до 0,3

17. Характеристики преобразователей по второму каналу: – диапазон изменения электрического сопротивления постоянному току, Ом	Для всех модификаций	от 90 до 170
--	----------------------	--------------

- 2.2 Габаритные размеры преобразователей должны быть не более:
 диаметр – 130 мм;
 высота – 35 мм;
- 2.3. Масса преобразователей должна быть не более 1,8 кг.

Таблица 2 - Результаты поверки преобразователя температуры

	Точки диапазона измерений температур Т, °С					
	-30	0	+30	+60	+90	+20
R	×	×	×	×	×	×
R _B	×	×	×	×	×	×
R _н	×	×	×	×	×	×
R _{пов}						

Дата поверки.....

Условия поверки: Температура воздуха в помещении T = ...°С;
 Атмосферное давление P =

У - задаваемое напряжение, кПа
 X - значение периода выходного сигнала по градуировочной характеристике, соответствующее задаваемому напряжению, мкс,
 X_в и X_н - верхний и нижний пределы допускаемых значений периода выходного сигнала, мкс,
 X_м и X_б - значения периодов выходного сигнала при подходах к поверяемой точке со стороны меньших значений, мкс;
 R - значение электрического сопротивления по градуировочной характеристике, соответствующее задаваемой температуре, Ом;
 R_в и R_н - верхний и нижний пределы допускаемых значений электрического сопротивления, Ом;
 R_{пов} - значения электрического сопротивления при подходах к поверяемой точке со стороны меньших значений, Ом;

× - ячейки таблиц 1 и 2, которые должны быть заполнены до начала поверки.
 |X_м-X_б| - вариация показаний струнного преобразователя напряжений, мкс

Поверитель _____ Место клейма

Форма протокола поверки

**Протокол поверки
преобразователя измерительного
струнного ГД**

Тип ГД-.....*

зав. №..., изготовленный20.... г.

Градуировочная характеристика преобразования напряжения грунта.....

Градуировочная характеристика преобразования температур.....

Нормированные метрологические характеристики:

Диапазон преобразований напряжений грунта, кПа

Диапазон преобразований температуры, °С.....-30...+90

Пределы допускаемой приведенной погрешности:

- преобразований напряжений грунта, %.....± 2,0

- преобразований температуры, %.....± 4,0

Предел допускаемой приведённой вариации преобразований напряжения
грунта, %..... 2,0

Таблица 1 – Результаты поверки преобразователя ГД

	Точки диапазона измерений напряжений (в долях диапазона измерений)					
	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	"0"
У	×	×	×	×	×	0
Х	×	×	×	×	×	×
Х _В	×	×	×	×	×	×
Х _Н	×	×	×	×	×	×
Х _М						
Х _Б						
Х _М -Х _Б						
0,5*(Х _В -Х _Н)	×	×	×	×	×	×

3. Комплект поставки

В комплект поставки входят преобразователь и документы, перечисленные в таблице 2.

Таблица 2

№ п/п	Наименование	Обозначение,	Количество	Примечание
1	Преобразователь напряжения грунта измерительный струнный	ГД	1	Модификация в соответствии с заказом
2	Руководство по эксплуатации (РЭ)	92.2.832.005 РЭ	1	Допускается вкладывать одно РЭ на 10 преобразователей при поставке в один адрес
3	Паспорт	92.2.832.005 ПС	1	
4	Свидетельство о приемке		1	входит в состав паспорта

4. Устройство и работа

4.1. Принцип работы преобразователя состоит в преобразовании измеряемого механического напряжения в массиве мягкого грунта первоначально в прогиб мембраны чувствительного преобразовательного элемента, который затем измеряется струнным резонатором. Конструктивно преобразователь состоит из следующих элементов:

- чувствительного элемента (ЧЭ) в виде мембраны с жестким центром, осуществляющей преобразование механических напряжений грунта в ее изгиб;
- измерительного струнного резонатора, преобразующего изгиб мембраны в электрический частотный выходной сигнал;

-электромагнитной катушки с медной отмоткой, преобразующей из-

менение её омического сопротивления при изменении температуры окружающей среды.

4.2. Принцип действия преобразователя основан на зависимости собственной частоты свободных действующих колебаний струнного резонатора от его натяжения. Резонатор приводит в колебательные движения электромагнитная катушка токовый импульс возбуждения на которую поступает от специализированного периодомера.

Электромагнитная катушка является обратимой и используется как для возбуждения колебаний резонатора, так и для генерации в ней затухающих колебаний ЭДС (сигнал запроса и ответа передаются по одной и той же линии).

Период (частота) затухающих колебаний ЭДС является информативным параметром выходного сигнала преобразователя ГД.

Зависимость между измеряемым напряжением грунта и выходным сигналом для каждого преобразователя индивидуальная и соответствующей градуировочной характеристики вида:

$$Y = A/X^2 + B/X + C, \quad (1)$$

где: Y – значение измеряемого напряжения грунта, кПа;

X – значение выходного сигнала, мкс;

A, B, C – постоянные коэффициенты, определяемые по результатам градуировки преобразователя, кПа·мкс², кПа·мкс, кПа.

4.3. Медный провод обмотки катушки электромагнитного устройства преобразователя дополнительно выполняет функцию термометра сопротивления, использующего эффект изменения электрического сопротивления постоянному току медного обмоточного провода от температуры окружающей преобразователь среды.

4.4 Зависимость между измеряемой температурой и электрическим сопротивлением обмотки катушки для каждого преобразователя – индивидуальная и определяется характеристикой вида:

$$T = G \cdot R + H, \quad (2)$$

где: T – температура окружающей преобразователь среды, °С;

13. Сведения о приемке

Каждый преобразователь комплектуется свидетельством о приемке, в котором наряду с наименованием, обозначением и заводским номером указывают его индивидуальные градуировочные характеристики преобразователей напряжений и температур и функция влияния температуры преобразователя напряжений.

соблюдения потребителем правил транспортирования, хранения, распаковки, установки и эксплуатации. Преобразователи, вышедшие из строя по вине предприятия - изготовителя в течение гарантийного срока, необходимо направить в его адрес для замены.

10.4. Критериями отказа преобразователя являются:

1) до установки в сооружение - несоответствие преобразователя п.п. 9, 10 и 15 таблицы 1;

2) после установки в сооружение - выход значения периода выходного сигнала за рабочий диапазон (п. 9 таблицы 1) и отсутствие выходного сигнала на дисплее периодомера (за счет уменьшения амплитуды напряжения выходного сигнала ниже уровня чувствительности периодомера, т.е. несоответствия п. 10 таблицы 1).

11. Сведения о рекламациях

11.1. Предприятие-изготовитель просит потребителя выслать в его адрес все предложения по конструкции и работе преобразователей.

11.2. В случае отказа в работе преобразователей в период гарантийного срока необходимо составить технически обоснованный акт, оформленный в установленном порядке и направить его в адрес предприятия - изготовителя.

12. Сведения о сертификации

Преобразователи напряжений грунта измерительные струнные ГД сертифицированы. (Сертификат об утверждении типа средств измерений Государственного комитета РФ по стандартизации и метрологии).

Преобразователи зарегистрированы в Государственном реестре средств измерений и допущены к применению в Российской Федерации.

R – электрические сопротивление постоянному току медного провода обмотки катушки электромагнитной головки преобразователя, Ом;

G и H – постоянные коэффициенты, определяемые по результатам градуировки конкретного преобразователя, °C/Ом, °C.

4.5 При изменении температуры преобразователя, вследствие неравенства коэффициентов линейного расширения чувствительного элемента и струнного резонатора, возникает погрешность измерения, для исключения которой определяют индивидуальную функцию влияния температуры на функцию преобразования напряжения грунта в виде зависимости:

$$\Psi_T = E \cdot R + D, \quad (3)$$

где: Ψ_T – значение функции влияния температуры, кПа;

R – электрические сопротивление обмотки катушки постоянному току при температуре T, Ом;

D, E – постоянные коэффициенты, определяемые экспериментально, кПа/Ом, кПа.

4.6 Определённые при выпуске преобразователя из производства градуировочные характеристики преобразователя ГД (1) и термометра сопротивления (2), а также влияния температуры (3) для преобразователя напряжений приводятся в паспорте преобразователя.

5. Указание мер безопасности

5.1. Конструкция преобразователя по степени защиты человека от поражения электрическим током соответствует классу 0.

5.2. Электрическое сопротивление изоляции между корпусом и электрической цепью преобразователя должно быть не менее 0,1 МОм при испытательном напряжении 500 В постоянного тока.

5.3. К работе с преобразователем допускаются лица, имеющие ква-

лификационную группу по технике безопасности при работе с напряжением до 1000 В не ниже II, изучившие настоящее руководство по эксплуатации, инструкцию по технике безопасности при работе с электрооборудованием на данном объекте, а также прошедшие местный инструктаж по безопасности труда.

6. Подготовка к использованию

6.1. Размещение преобразователей на объекте, их количество и ориентация осей должны соответствовать проекту размещения КИА на объекте.

6.2. Перед установкой преобразователей на объекте должны быть проведены следующие работы:

1) определение на местности координат установки преобразователей типа ГД в соответствии с проектной документацией. Определение координат производить геодезическим методом. Места установки преобразователей отметить деревянными колышками. Погрешность отклонения координат расположения преобразователей не должна превышать 5 см.

2) после распаковки из транспортной тары для каждого преобразователя должен быть произведен внешний осмотр с целью установления отсутствия видимых повреждений, коррозии и т.д.

3) у каждого преобразователя должны быть проверены целостность токоведущих цепей. Для этого к выходным концам преобразователя подключают омметр и измеряют сопротивление катушки возбуждения преобразователя. Оно должно находиться в пределах 90-170 Ом. Измеренное значение заносится в журнал.

4) у каждого преобразователя должно быть проверено сопротивление изоляции между токоведущими цепями и корпусом. Для этого к одному из токоведущих концов преобразователя и его корпусу подключают мегомметр и измеряют сопротивление изоляции. Оно должно быть не менее 0,1 МОм. Измеренное значение заносится в журнал.

промторга от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

9. Транспортирование и хранение

9.1. Преобразователь должен транспортироваться в транспортной таре с соблюдением мер предосторожности, исключающих резкие толчки, удары, кантование, перемещение волоком.

Категорически запрещается транспортирование преобразователя без транспортной тары.

9.2. Расстановка и крепление транспортных единиц в контейнере должны обеспечить устойчивое положение при следовании в пути, отсутствие смещения и ударов друг о друга.

9.3. В помещениях для хранения не должно быть паров кислот, щелочей, газов, вызывающих коррозию.

9.4. При длительном хранении преобразователей необходимо ежегодно проверять качество упаковки. Распаковку следует производить с помощью инструмента, исключающего возможность случайного повреждения преобразователей.

10. Гарантии изготовителя

10.1. Изготовитель гарантирует соответствие преобразователей требованиям настоящего РЭ при соблюдении условий эксплуатации, транспортирования и хранения, а также правил контроля и эксплуатации, установленных настоящим РЭ.

10.2. Гарантийный срок эксплуатации 2 года со дня ввода в эксплуатацию. Гарантийный срок хранения - 2 года с момента изготовления преобразователей.

10.3. Учитывая невосстанавливаемость преобразователей, предприятие - изготовитель обязуется в течение гарантийного срока безвозмездно производить замену вышедших из строя преобразователей, при условии

ки постоянному току R_1 (Ом) и записывают его значение в графу «-30» строки R.

Затем повышают температуру в рабочем объеме термокамеры до T_2 ($0\text{ }^\circ\text{C}$), выдерживают преобразователь 3 ч и измеряют сопротивление R_2 . Записывают его значение в графу «+10» строки R. Аналогичные действия производят последовательно при температурах в рабочем объеме термокамеры $T_3 = +30\text{ }^\circ\text{C}$, $T_4 = +60\text{ }^\circ\text{C}$, $T_5 = +90\text{ }^\circ\text{C}$, измеряя и записывая в строку R таблицы 2 протокола поверки показания R_3 , R_4 и R_5 .

Для каждой поверяемой точки по градуировочной характеристике термометра сопротивления (2) определяют значения температуры T_1 , T_2 , T_3 , T_4 , T_5 последовательно подставляя в нее полученные значения сопротивлений R_1 , R_2 , R_3 , R_4 и R_5 . Вносят их в соответствующие ячейки строки R таблицы 2.

Нижний R_n и верхний R_v пределы допускаемых значений электрического сопротивления соответствуют при первичной поверке нижнему ($T-\Delta T$), где $\Delta T = 0,04 \times 120 = 4,8\text{ }^\circ\text{C}$ – модуль пределов допускаемой абсолютной погрешности термометра сопротивления и верхнему ($T+\Delta T$) предельным значениям входной величины (температуры).

Измеренные во всех поверяемых точках при поверке значения электрического сопротивления R , должны находиться в промежутке между соответствующими пределами R_n и R_v допускаемых значений электрического сопротивления, вычисленными заранее.

Преобразователь считается годным, если выполнено вышеуказанное требование.

8.10. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Преобразователь считается соответствующим метрологическим требованиям, если выполняются все вышеуказанные условия.

8.11. Оформление результатов поверки

Результаты поверки оформляются в соответствии с Приказом Мин-

5) у каждого преобразователя должно быть измерено значение периода выходного сигнала. Для этого к выходным концам преобразователя подключают специализированный периодомер (типа ПЦП-1, ПСМ, МПП или аналогичный) и производят измерение периода выходного сигнала. Оно должно быть стабильным и находится в пределах 450 – 1250 мкс. Измеренное значение заносится в журнал.

6) обернуть каждый преобразователь ГД по цилиндрической поверхности листовой резиной толщиной 5 мм и закрепить ее с помощью изоляционной ленты. (см. рис. 1)

7) Отрезать кабель типа КГ определенной длины в соответствии с кабельным журналом.

8) соединение преобразователя с этим кабелем произвести сваркой или пайкой оловянно-свинцовым припоем с применением бескислотного флюса.

9) при соединении кабеля с преобразователем ГД сделать защиту кабельного ввода с помощью металлорукава РЗ-СЛП 20 мм и защитной трубки 305 ТВ-40, 30*1,4. Место соединения кабельного ввода преобразователя и защитной трубки покрыть двумя слоями ПЭ ленты 0,1*50 с липким слоем.

10) после выполнения указанных работ и в процессе их производства у каждого преобразователя должно быть проверено значение омического сопротивления токоведущих цепей и выходного сигнала, как указано в пунктах 6.2. п.п. 4) и 5)

6.3. В проекте монтажа преобразователей следует отразить следующие мероприятия:

1) В месте установки преобразователей в подошве бетонного сооружения в грунте основания не должно быть крупных (более 5 мм) фракций; каменные включения размером более 10 мм должны находиться от преобразователя на расстоянии не менее, чем диаметр преобразователя;

2) Преобразователь плоскостью мембраны укладывается на грунт с

притиркой поверхности мембраны (поверхность мембраны противоположна поверхности крышки, вклеенной в корпус преобразователя);

3) Компенсационная петля кабеля располагается вокруг преобразователя на расстоянии от него 10-15 см;

4) В зоне радиусом 1 м вокруг преобразователя укладка и вибрирование бетона осуществляется вручную.

5) при укладке кабеля в линию связи исключить провисание кабеля. Минимальный допустимый радиус изгиба кабеля 90 мм.

6) После укладки кабельной линии связи, ввода в защитный ящик, после бетонирования и при переходе кабеля с одного блока бетонирования на другой, необходимо выполнить контрольные измерения состояния преобразователя и линии связи как указано в пунктах 6.2. п.п. 4) и 5)

допускаемых значений периода выходного сигнала, вычисленными заранее (см. ниже и приложение 3).

Нижний X_H и верхний X_B пределы допускаемых значений периода выходного сигнала соответствуют нижнему ($F - \Delta F$, где $\Delta F = 0,02D$ – модуль пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжений, D – диапазон измерений напряжений) и верхнему ($F + \Delta F$) предельным значениям входной величины (напряжения) в каждой поверяемой точке.

По результатам измерений значений X_M и X_B для каждой из пяти поверяемых точек диапазона измерений вычисляют вариацию показаний, H , приведённую к диапазону измерений напряжений по формуле:

$$H = |X_M - X_B| \times 100 / D, \%$$

и вносят вычисленные значения, H , в соответствующую строку таблицы 1 протокола поверки.

Преобразователь считается годным, если вариация выходного сигнала, H , в каждой поверяемой точке не превышает 2,0 %.

8.9.3. Проверка погрешности измерений температуры

Проверку основной погрешности измерений температуры осуществляют в процессе одного цикла последовательного воспроизведения температуры в пяти поверяемых точках, приблизительно равномерно расположенных в диапазоне измерений температуры, включая нижний и верхний пределы измерений, например: -30; 0; +30; +60; +90 °С. Преобразователь и лабораторный термометр помещают в рабочий объём термокамеры, присоединяют его жилы I, II и III к входу периодометра МПП, находящегося вне термокамеры, устанавливают его в режим измерений электрического сопротивления (R) и устанавливают в термокамере минус 30 °С, соответствующую нижнему пределу измерений температуры с допускаемой абсолютной погрешностью не более ± 3 °С. При этой температуре преобразователь выдерживают не менее 3 ч, после чего измеряют электрическое сопротивление обмотки катушки электромагнитной голов-

Погрешность преобразователя контролируют в точках соответствующих 0,00; 0,25; 0,50; 0,75; и 1,00 его диапазона измерений (преобразований) при медленных изменениях входного сигнала (напряжения) в процессе подхода к указанным точкам диапазона измерений со стороны меньших значений, а затем со стороны больших значений.

Напряжение грунта на входе преобразователя, равное его значению в поверяемой точке, задают с помощью грузопоршневого манометра, в которой установлено УГ с преобразователем (см. рис. 3).

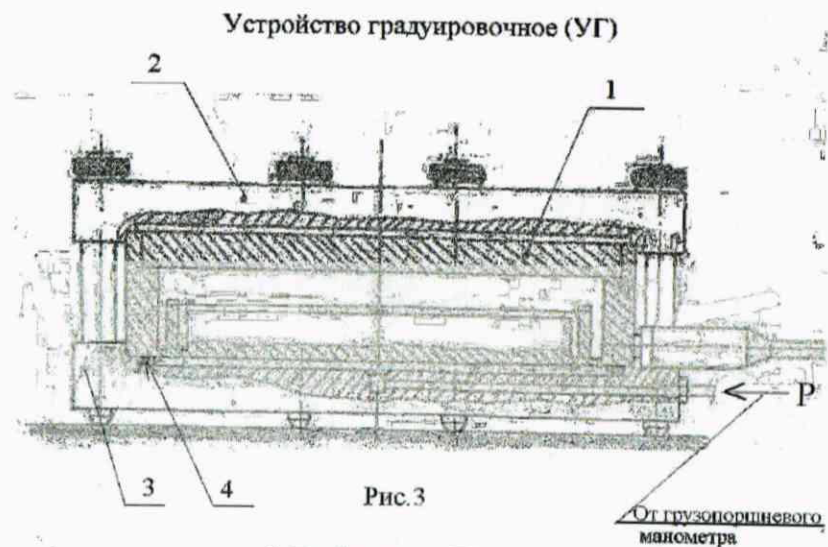


Рис. 3

- 1- Преобразователь ГД
- 2. Прижимная плита
- 3. Опорная плита
- 4. Уплотнительное резиновое кольцо

Значение периода выходного сигнала в поверяемой точке определяют по показаниям периодомера и записывают в протокол поверки под значением задаваемого напряжения в строку X_M (со стороны меньших значений) и X_B (со стороны больших значений) (см. приложение 1).

Преобразователь считается годным, если значения периодов выходного сигнала, измеренные в каждой поверяемой точке, должны находиться между соответствующими ей пределами (нижним X_H и верхним X_B)

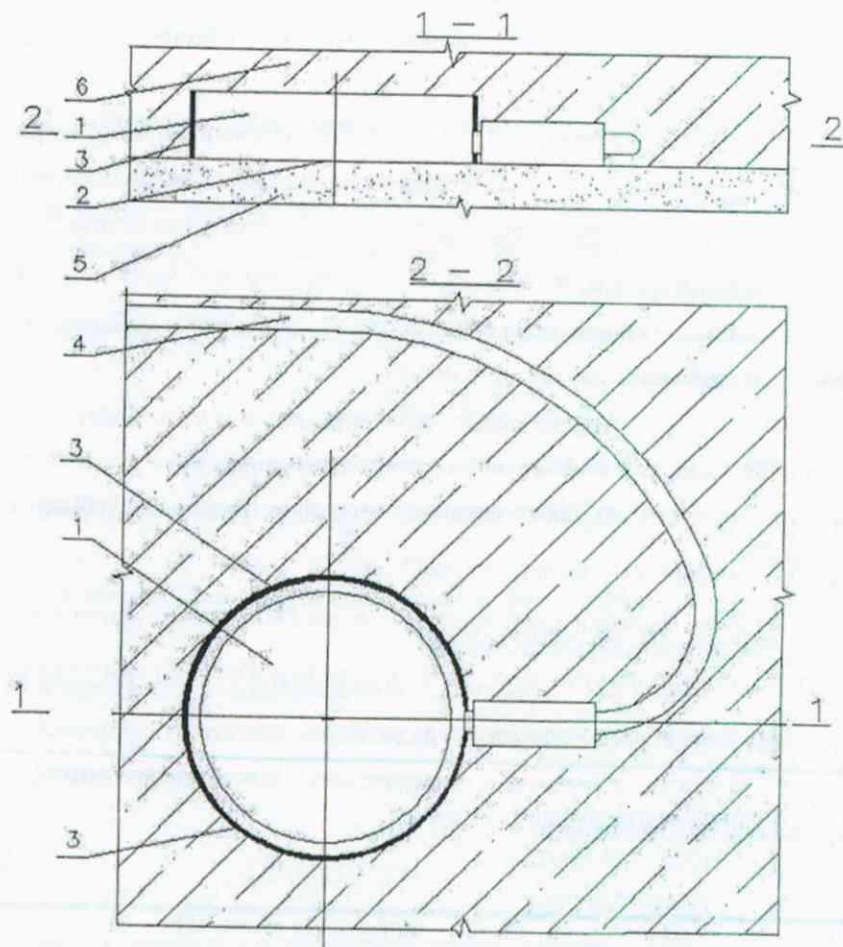


Рис. 1

- 1 - преобразователь, 2 - плоскость мембраны преобразователя, 3 - демпфирующая изоляция,
- 4 - кабель от преобразователя, 5 - песчаный грунт, 6 - бетон сооружения

7. Порядок получения результата измерения

7.1. Проведение измерения осуществляют в следующей последовательности:

7.1.1. Подключают жилы 1 и 2 и 3 кабеля связи от преобразователя к входу периодомера МПП, и, установив его в режим измерения периода (Т), производят измерение периода выходного сигнала преобразователя и фиксируют его показание X (мкс). По градуировочной характеристике преобразователя (1) и измеренному периоду X определяют наблюдаемое значение измеряемого напряжения Y (кПа).

7.1.2. Переводят периодомер МПП в режим измерения электрического сопротивления и измеряют электрическое сопротивление постоянному току обмотки катушки электромагнитного устройства преобразователя R_T при температуре окружающей среды T_i , Ом;

7.1.3. По функции влияния температуры (3) и определенному значению R_T определяют значение функции влияния Ψ_T в кПа при температуре окружающей преобразователь среды T_i .

7.1.4. Значение измеренного напряжения G в контролируемой точке определяют по зависимости:

$$G = G_H \pm \Psi_T; \quad (5)$$

где: G - результат измерения напряжения грунта, кПа;

G_H - наблюдаемое значение напряжения, определенное по градуировочной характеристике преобразователя, кПа;

Ψ_T - значение функции влияния температуры при температуре окружающей среды T_i , кПа;

Примечание: методические погрешности измерения, если это необходимо, устанавливают на стадии анализа напряженно-деформированного состояния сооружения путем учета в расчетных моделях фактического расположения преобразователей в сооружении и их механических свойств.

ствующей на периодомер технической документации.

С помощью грузопоршневого манометра задают на входе преобразователя контролируемое напряжение грунта, равное сначала нижнему пределу измерений модификации преобразователя, и условно принимаемое за точку 0.00 диапазона измерений преобразователя. За точку 1.00 диапазона измерений преобразователя принимают верхний предел измерений, соответствующий наибольшему измеряемому напряжению грунта.

Значение амплитуды напряжения выходного сигнала определяют по шкале экрана осциллографа в момент времени T_2 (см. рис. 2) в точках 0.00; 0.25; 0.50; 0.75; и 1.00 от диапазона измерений напряжения грунта.

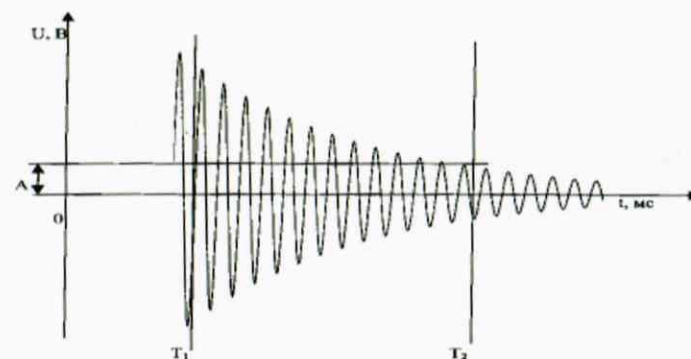


Рис. 2

A - амплитуда напряжения выходного сигнала, мВ на момент T_2 ;

T_2 - конец измерения (200 периодов после окончания действия импульса возбуждения), мкс.

Значение амплитуды напряжения выходного сигнала в момент времени T_2 должно быть не менее 4 и не более 37 мВ во всех проверяемых точках диапазона измерений преобразователя.

При невыполнении данного условия преобразователь к дальнейшим операциям поверки не допускается и считается непригодным.

8.9.2. Проверка основной погрешности преобразований напряжения грунта

должны быть заполнены все строки, кроме строк X_M и X_B в таблице 1 и $R_{пов}$ в таблице 2, заполняемых в процессе поверки;

- наличие на преобразователях маркировки с указанием условного обозначения типа преобразователя, заводского номера по системе нумерации предприятия-изготовителя, а также года и квартала изготовления;

- отсутствие механических повреждений, препятствующих нормальному применению преобразователя (вмятин, сколков, трещин и т.п.), видимых на глаз.

8.8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- средства измерений и вспомогательное оборудование должны быть подготовлены к работе согласно их технической документации;

- поверяемые преобразователи должны быть выдержаны в условиях указанных в п. 8.3 не менее 3 ч.

Опробование проводят следующим образом.

Жилы 1, 2 и 3 выводного кабеля преобразователя подключают к входу периодомера и определяют значение периода выходного сигнала, которое должно находиться в пределах его допускаемых значений между X_B и X_H при "нулевом" ("0") значении измеряемого напряжения (см. приложение 1).

8.9. Определение метрологических характеристик средства измерений

8.9.1 Проверка амплитуды напряжения выходного сигнала преобразователя

Преобразователь (см. рис. 2) закрепляют в УГ, а его выход (жилы 1 и 2) подключают ко входу периодомера.

В связи со специфическими особенностями периодометров, предназначенных для работы с преобразователями (формирование импульса запроса), подключение осциллографа С1-83 к периодометру производят по схеме, приведенной в приложении 2 в соответствии с требованиями дей-

7.2. Результат измерения напряжения грунта, определенный по формуле (5), представляют именованным (в кПа) числом.

7.3. По градуировочной характеристике термометра сопротивления (2), подставляя в неё измеренное значение электрического сопротивления R (п.7.1.2.), определяют температуру окружающей преобразователь среды T .

7.4. Результат измерений температуры окружающей преобразователь среды представляют именованным (в °С) числом с округлением до десятых долей °С.

7.5. Результаты измерений, представленные в виде, указанном в п.п. 7.2. и 7.4. должны быть записаны в журнале наблюдений или памяти компьютера.

8. Методика поверки

8.1. Общие положения

Первичная поверка преобразователя производится на предприятии - изготовителе, в соответствии с указаниями настоящего раздела.

В случае если до установки преобразователя на объекте эксплуатации со времени первичной поверки истекло два года и более, перед установкой необходимо его поверить заново.

Для преобразователей, эксплуатируемых с возможностью их демонтажа, интервал между поверками (межповерочный интервал) – 2 года.

8.2. Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки преобразователя должны быть выполнены операции указанные в таблице 3.

Таблица 3

Наименование операции	Номер раздела, пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	6	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	да	да

Определение метрологических характеристик средства измерений	9	да	да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	да	да
Оформление результатов поверки	11	да	да

8.3. Требования к условиям проведения поверки.

При проведении поверки преобразователей должны быть соблюдены следующие условия:

- температура воздуха в помещении, в котором производят поверку, должна быть $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;

- относительная влажность воздуха не более 80 % при температуре плюс $25 ^\circ\text{C}$;

- атмосферное давление должно быть от 84 до 106 .

8.4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

Поверку преобразователей должен проводить персонал, соответствующий требованиям пунктов 44, 45 Приказа Министерства экономического развития РФ от 30 мая 2014 г. № 326 «Об утверждении критериев аккредитации, перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации, и перечня документов в области стандартизации, соблюдение требований которых заявителями, аккредитованными лицами обеспечивает их соответствие критериям аккредитации», а также изучивший настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию на преобразователи, имеющий стаж работы по данному виду измерений не менее 1 года, а также прошедший инструктаж по охране труда на рабочем месте.

8.5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться рекомендуемые применяться средства поверки, указанные в таблице 4.

Таблица 4

Раздел, пункт методики поверки	Наименование и тип	Основные метрологические и технические характеристики
	Периодомер мультиметр портативный МПП	Диапазон измерений от 400 до 1400 мкс, относительная погрешность не более $\pm 0,07 \%$. Диапазон измерений от 50 до 300 Ом, абсолютная погрешность не более $\pm 0,5$ Ом.
	Грузопоршневой манометр МП-60	Диапазон давлений от 0,1 до 6 МПа, класс точности 0,05
	Осциллограф универсальный С1-83	Относительная погрешность измерений амплитуды напряжения не более $\pm 5 \%$
	Устройство градуировочное УГ	-
	Температурная камера тепла и холода серии CLIMATS модель 80 ТМХ	Диапазон температур от -30 до $+100 ^\circ\text{C}$, погрешность задания температуры $\pm 3 ^\circ\text{C}$
	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-2 - 2 шт.	Диапазон температур от -30 до $+100 ^\circ\text{C}$, погрешность не более $\pm 0,3 ^\circ\text{C}$
Примечание. Допускается замена указанных СИ на другие типы, обеспечивающие определение метрологических характеристик преобразователей с требуемой точностью.		

8.6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

Требования безопасности изложены в разделе 5 настоящего руководства.

К проведению поверки допускаются лица, имеющие II квалификационную группу по электробезопасности.

8.7. Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре устанавливают:

- наличие у преобразователя свидетельства о приемке (или паспорта) с градуировочными характеристиками преобразователей ГД и температур и заготовки протокола поверки (при необходимости). Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении 1. В протоколе