

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Датчики перемещения ДП-И

Назначение средства измерений

Датчики перемещения ДП-И предназначены для измерения зазора (смещения относительно середины рабочего диапазона), размаха, амплитуды, мгновенного значения вибропере-мещения, размаха векторной суммы виброперемещения каналов "X" и "Y", частоты вращения с формированием фазовой отметки.

Датчики перемещения ДП-И применяются для контроля за положением, виброперемещением, частотой вращения элементов конструкции паровых и газовых турбин, насосов, двигателей и другого механического оборудования, контроля величины прогиба (искривления) вращающегося вала в составе измерительных систем на основе полевой шины стандарта IEC RS-485 и/или унифицированных электрических аналоговых сигналов.

Описание средства измерений

ДП-И состоит из преобразователя нормирующего (ПН) и двух (или одного) преобразователей вихретоковых (ПВ), соединенных жгутами с ПН. ДП-И изготавливается с разными исполнениями составных частей, представленными в таблицах 1 - 3.

ДП-И, в зависимости от исполнения ПН, выполняет разные режимы измерения и может иметь один или два канала измерения (условное обозначение каналов – "X" и "Y") с выходами: цифровым, токовым и напряжением.

В зависимости от применяемого ПН, ДП-И осуществляет измерения:

- с ПН1-ПН6 – зазора (смещения относительно середины рабочего диапазона); размаха и амплитуды (пиковое значение) виброперемещения; мгновенного значения виброперемещения; с ПН3 – размаха векторной суммы виброперемещения каналов (опция);
- с ПН7Б – зазора (смещения относительно середины рабочего диапазона); размаха (пиковое значение) виброперемещения; мгновенного значения виброперемещения;
- с ПН7Н – зазора (смещения относительно середины рабочего диапазона); размаха (пиковое значение) виброперемещения; размаха виброперемещения на инфранизких и низких частотах (НЧ); мгновенного значения виброперемещения;
- с ПН8, ПН9 – частоты вращения с формированием фазовой метки;
- с ПН10 – смещения, размаха и мгновенного значения виброперемещения.

ПН различаются конструкцией корпуса, для реализации однотипных режимов измерения или функций (контроль выходных сигналов, буферы, фильтры) используются однотипные программные и схемные блоки. ДП-И обеспечивает обмен данными (цифровой выход) по интерфейсу RS-485 в диапазоне скоростей: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 бит/с.

ДП-И осуществляет при измерении частоты вращения формирование фазовой отметки – импульса напряжения прямоугольной формы по выходу напряжения. ДП-И осуществляет непрерывный контроль обрыва линии связи между ПВ и ПН с выдачей сигнала об обрыве по цифровому и токовому выходам.

Таблица 1 – Исполнения ПН

Обозначение	Код	Маркировка взрывозащиты	Кол. каналов измерения
ИЦФР.411135.002	ПН1	1Ex[ib]mIIBT6	2
ИЦФР.411135.002-01	ПН2	1Ex[ib]mIIBT6	1
ИЦФР.411135.005	ПН3	1Ex[ib]dIIBT6	2
ИЦФР.411135.005-01	ПН4	1Ex[ib]dIIBT6	1
ИЦФР.411135.002-02	ПН5		2
ИЦФР.411135.002-03	ПН6		1
ИЦФР.411135.002-04	ПН7Б		1

Обозначение	Код	Маркировка взрывозащиты	Кол. каналов измерения
ИЦФР.411135.002-06	ПН7Н		1
ИЦФР.411135.002-05	ПН8		1
ИЦФР.411135.002-07			1
ИЦФР.411135.005-02	ПН9	1Ex[ib]dПВТ6	1
ИЦФР.411135.005-03	ПН10	1Ex[ib]dПВТ6	1

Таблица 2 – Исполнения ПВ

Обозначение	Код	Конструкция	Установочная резьба
ИКЛЖ.408113.003	ПВ1	металлорукав	М10×1
ИЦФР.408113.005	ПВ2		
ИКЛЖ.408113.011	ПВ3	штанга	М12×1
ИКЛЖ.408113.011-01	ПВ4		
ИКЛЖ.408113.012	ПВ5	кабель	М10×1
ИКЛЖ.408113.011-02	ПВ6	штанга	М12×1
ИЦФР.408113.007	ПВ10	кабель	3/8"-шаг 24 нитки на дюйм
ИЦФР.408113.007-01	ПВ11		
ИЦФР.408113.003	ПВ12		
ИЦФР.408113.007-02	ПВ13		
ИЦФР.408113.012	ПВ18		
ИЦФР.408113.013	ПВ19		
ИЦФР.408113.007-03	ПВ20		
ИЦФР.408113.007-04	ПВ21		
ИЦФР.408113.007-04	ПВ21		
ИКЛЖ.408113.012-03	ПВ14	кабель	М10×1
ИЦФР.408113.010	ПВ15	металлорукав	
ИЦФР.408113.011	ПВ16	кабель	
ИКЛЖ.408113.012-04	ПВ30		
ИКЛЖ.408113.012-05	ПВ23		
ИКЛЖ.408113.012-06	ПВ24		
ИЦФР.408113.014	ПВ22	штанга	
ИЦФР.408113.015	ПВ25	кабель	3/8"-шаг 24 нитки на дюйм
ИЦФР.408113.015-01	ПВ26		
ИЦФР.408113.017	ПВ27		
ИЦФР.408113.017-01	ПВ28		
ИЦФР.408113.018	ПВ29		
ИЦФР.408113.021	ПВ17		
ИЦФР.408113.019	ПВ31	кабель со вставкой	М10×1
ИЦФР.408113.019-01	ПВ32		
ИЦФР.408113.022	ПВ33	штанга	
ИЦФР.408113.023	ПВ34	кабель со вставкой	
ИЦФР.408113.023-01	ПВ35		
ИЦФР.408113.007-05	ПВ36	кабель	3/8", шаг-24 нитки на дюйм
ИЦФР.408113.007-06	ПВ37		
ИЦФР.408113.019-02	ПВ38	кабель со вставкой	М10×1
ИКЛЖ.408113.011-03	ПВ39	штанга	М12×1
ИЦФР.408113.029	ПВ40	кабель	М10×1
ИЦФР.408113.028, ИЦФР.408113.028-01, ИЦФР.408113.028-23	ПВ41- ПВ57, ПВ65- ПВ71	кабель с гермопереходом	М10×1

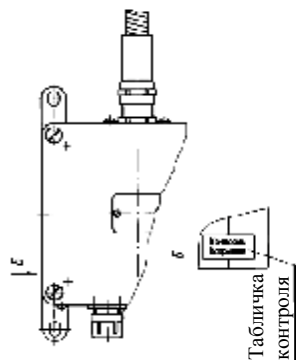
ИКЛЖ.408113.011-04	ПВ58	штанга	M12×1
ИКЛЖ.408113.011-05	ПВ59		
ИКЛЖ.408113.012-07	ПВ60	кабель	M10×1
ИЦФР.408113.022-01	ПВ61	штанга	M10×1
ИЦФР.408113.031	ПВ62	металлорукав в трубке	M10×1
ИКЛЖ.408113.011-06	ПВ63	штанга	M12×1
ИЦФР.408113.009-02	ПВ64	кабель с гермопереходом	M10×1
ИЦФР.408113.032	ПВ72	кабель	M10×1
ИЦФР.408113.034	ПВ73	металлорукав с трубкой	M10×1
ИЦФР.408113.034-01	ПВ74		
ИЦФР.408113.035	ПВ75	металлорукав в трубке	M10×1
ИЦФР.408113.033	ПВ76	металлорукав	M10×1
ИЦФР.408113.036	ПВ77	металлорукав	M10×1

Таблица 3 – Исполнения жгутов

Обозначение	Код	Конструкция
ИКЛЖ.685621.027	L1	металлорукав
ИКЛЖ.685621.027-01	L2	
ИКЛЖ.685621.027-02	L3	
ИКЛЖ.685621.027-03	L4	
ИКЛЖ.685621.029	L5	частично металлорукав
ИЦФР.685661.007	L6	
ИЦФР.685661.007-01	L13	
ИЦФР.685661.007-02	L14	
ИЦФР.685661.007-04	L17	
ИЦФР.685621.053	L9	металлорукав, соединитель угловой (к ПВ)
ИЦФР.685621.053-01	L10	
ИЦФР.685621.053-02	L11	
ИЦФР.685621.053-03	L12	
ИЦФР.685661.015	L15	металлорукав
ИЦФР.685661.015-01	L16	металлорукав с трубкой

Конструктивно ПН (все исполнения) выполнен в металлическом сборном корпусе. В соответствующих местах на ПН предусмотрены элементы ограничения доступа: табличка контроля вскрытия и место для пломбирования.

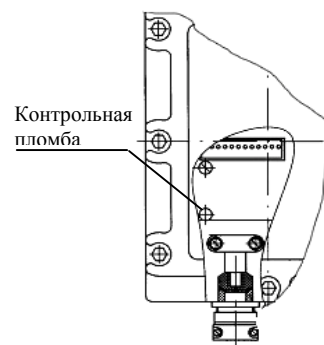
Схема пломбировки от несанкционированного доступа



ПН1, ПН2



ПН7Б, ПН7Н, ПН8



ПН3, ПН4, ПН9, ПН10

Фотографии общего вида датчиков



Программное обеспечение

ДП-И имеет встроенное энергонезависимое программное обеспечение (ПО). Идентификационные данные ПО определяются исполнением ПН. Функции встроенного ПО заключаются в обработке измерительной информации. Встроенное ПО датчика является метрологически значимым, в память при изготовлении записываются измерительные коэффициенты, изменение которых в процессе эксплуатации пользователем не предусмотрено.

Предусмотрены меры защиты ПО от преднамеренного и непреднамеренного изменения:

- пользователь не имеет возможность обновления или загрузки новых версий ПО;
- без нарушения целостности конструкции и заводских пломб невозможно удаление запоминающего устройства, или его замена другим устройством;
- в процессе работы невозможно ввести данные измерений, полученные вне датчика, данные результатов измерения не могут быть подвергнуты искажению в процессе хранения, так как происходит их обновление в каждом измерительном цикле, и отсутствуют требования по их хранению после окончания цикла измерения.

ДП-И имеет ПО с уровнем защиты С по МИ 3268-2010 и идентификационными данными в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4

Обозначение (код) ПН	Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
1	2	3	4	5	6
ПН1	dpi_2_3	643.07623615.44006	2.3	8EC5	CRC16
ПН2	dpi_2_3	643.07623615.44006	2.3	8EC5	CRC16
ПН3	dpi_2_3	643.07623615.44006	2.3	8EC5	CRC16
ПН4	dpi_2_3	643.07623615.44006	2.3	8EC5	CRC16
ПН5	dpi_2_3	643.07623615.44006	2.3	8EC5	CRC16
ПН6	dpi_2_3	643.07623615.44006	2.3	8EC5	CRC16

1	2	3	4	5	6
ПН7Б	dpi_5_0	643.07623615.44004	5.0	DA6F	CRC16
ПН7Н	dpi_6_1	643.07623615.44005	6.1	371C	CRC16
ПН8	dpi_7_0	643.07623615.44003	7.0	17EB	CRC16
ПН8	dpi_7_0	643.07623615.44003	7.0	17EB	CRC16
ПН9	dpi_3_4	643.07623615.44002	3.4	A350	CRC16
ПН10	dpi_4_7	643.07623615.44001	4.7	4A78	CRC16

Метрологические и технические характеристики

Диапазоны измерений ДП-И в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5

Режим измерения	Рабочий диапазон измерения
"Зазор" для ПН1-ПН6, ПН7Б для ПН7Н	от L_{min} до L_{max} , где $L_{min} \geq 0$; $L_{max} \leq 2,35$ мм, при условии $L_{max} - L_{min} \geq 1,2$ мм от L_{min} до L_{max} , где $L_{min} \geq 0$; $L_{max} \leq 2,35$ мм, при условиях: $L_{max} - L_{min} \geq 1,2$ мм ($L_{max} - L_{min}$) / $S_{r\ max} \leq 4$ мкм
"Размах виброперемещения", S_r , мкм, с постоянной времени $t = 0.3$ с для ПН1-ПН6 для ПН7Б для ПН7Н	от $0,1 \cdot S_{r\ max}$ до $S_{r\ max}$ при $S_{r\ max}$ от 125 до 250 мкм от 25 мкм до $S_{r\ max}^*$ при $S_{r\ max}$ от 250 до 350 мкм от $0,07 \cdot S_{r\ max}$ до $S_{r\ max}$ при $S_{r\ max}$ от 350 до 1000 мкм
"Амплитуда виброперемещения", S_a , мкм с постоянной времени $t = 0.3$ с	$S_a = S_r / 2$
"Векторная сумма виброперемещения каналов, S_e , мкм, с постоянной времени $t = 0.3$ с	от $0,1 \cdot S_{r\ max}$ до $S_{r\ max}$ при $S_{r\ max}$ от 125 до 250 мкм
"Виброперемещение НЧ", $S_{r\ нч}$, мкм с постоянной времени $t = 10$ мин, для ПН7Н	от 20 до 400 мкм
"Частота вращения", n , об/мин для ПН8, ПН9 для ПН10	от $60 / K_n$ до $2,4 \cdot 10^5 / K_n$, где K_n – количество зубьев колеса
смещение $L_{см}$, мм размах виброперемещения S , мкм	от минус 0,6 до плюс 0,6 мм; от минус 0,85 до плюс 0,85 мм $L_{min} \geq 0$; $L_{max} \leq 2,35$ мм; ($L_{max} - L_{min}$) $\geq 1,2$ мм от 0 до 350 мкм при смещении $\pm 0,6$ мм от 0 до 500 мкм при смещении $\pm 0,85$ мм

Диапазон частот ДП-И (ПН1-ПН6, ПН7Б, ПН10) при измерении размаха, амплитуды, мгновенного значения виброперемещения, размаха векторной суммы виброперемещения каналов от 10 до 1000 Гц, с ПН7Н - от 5 до 1000 Гц.

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности ДП-И при измерении зазора: по цифровому выходу ± 40 мкм; по токовому выходу ± 50 мкм.

Пределы допускаемой основной относительной погрешности ДП-И при измерении размаха, амплитуды виброперемещения на базовой частоте 160 Гц составляют $\pm(0,06 + 0,5 / S_i) \cdot 100$ %, где S_i – измеренное значение виброперемещения, мкм.

Пределы допускаемой основной относительной погрешности ДП-И при измерении размаха векторной суммы виброперемещения каналов на базовой частоте 160 Гц составляют ± 8 %.

Пределы допускаемой неравномерности АЧХ ДП-И при измерении размаха, амплитуды, размаха векторной суммы виброперемещения каналов составляют ± 10 %.

Диапазон частот ДП-И при измерении размаха виброперемещения НЧ от $1,67 \cdot 10^{-3}$ до 250 Гц.

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности ДП-И при измерении размаха виброперемещения НЧ ± 10 мкм.

Пределы допускаемой основной погрешности ДП-И (ПН8, ПН9) при измерении частоты вращения:

- по цифровому выходу (абсолютная погрешность) $\pm 1 \cdot 10^{-3} \cdot n_{\max}$, об/мин;
- по токовому выходу (относительная погрешность) $\pm (0,03 + 0,02/(I_{\text{вых}} - 4)) \cdot 100$ %, где $I_{\text{вых}}$ – измеренное значение выходного тока, мА.

Частота следования зубьев зубчатого колеса от 1 до 4000 Гц.

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности ДП-И (ПН10) при измерении смещения ± 25 мкм и основной относительной погрешности при измерении размаха и мгновенного значения виброперемещения на базовой частоте 160 Гц в диапазоне рабочих установочных зазоров $\pm (0,06 + 0,5/S_i + 3 \cdot 10^{-4} \cdot |\Delta L_{\text{уст}}|) \cdot 100$ %, где S_i – измеренное значение виброперемещения, мкм; $\Delta L_{\text{уст}}$ – отклонение от номинального зазора 1,35 мм.

ДП-И работоспособен при питании от источника постоянного тока напряжением от 18 до 36 В. Номинальное напряжение питания 24 В.

Потребляемая мощность и ток потребления ДП-И, не более:

- 2,3 Вт и 100 мА соответственно для ДП-И с двумя каналами;
- 2,0 Вт и 75 мА соответственно для ДП-И с одним каналом.

ПН1 и ПН2 ДП-И имеют уровень взрывозащиты "Взрывобезопасный" согласно ГОСТ Р 51330.0-99, обеспечиваемый видами взрывозащиты "Герметизация компаундом" по ГОСТ Р 51330.17-99 и "Искробезопасная электрическая цепь" по ГОСТ Р 51330.10-99.

ПН3, ПН4, ПН9, ПН10 ДП-И имеют уровень взрывозащиты "Взрывобезопасный" согласно ГОСТ Р 51330.0-99, обеспечиваемый видами взрывозащиты "Взрывонепроницаемая оболочка" по ГОСТ Р 51330.1-99 и "Искробезопасная электрическая цепь" по ГОСТ Р 51330.10-99.

ПВ ДП-И имеет уровень взрывозащиты "Взрывобезопасный" согласно ГОСТ Р 51330.0-99, обеспечиваемый видом взрывозащиты "Искробезопасная электрическая цепь" по ГОСТ Р 51330.10-99.

ДП-И устойчив к воздействию пониженной температуры минус 40 °С и прочен к воздействию температуры минус 60 °С.

ДП-И устойчив к воздействию повышенной температуры 70 °С на ПН, 100 °С на ПВ, 150 °С на ПВ41-ПВ57 и ПВ65-ПВ77.

ДП-И устойчив и прочен к воздействию повышенной влажности 95 % при температуре 35 °С.

Режим работы ДП-И – непрерывный круглосуточный.

Габаритные размеры:

- ПН1, ПН2, ПН5, ПН6 – не более 166 ´ 122 ´ 87 мм;
- ПН3, ПН4, ПН9, ПН10 – не более 284 ´ 188 ´ 71,5 мм;
- ПН7, ПН8 – не более 80 ´ 45 ´ 65 мм.

Масса ДП-И со жгутами не более 13,5 кг, в том числе:

- ПВ – не более 1,0 кг;
- жгут – не более 3,0 кг;
- ПН1, ПН2, ПН5, ПН6 – не более 2,0 кг;
- ПН3, ПН4, ПН9, ПН10 – не более 5,5 кг;
- ПН7, ПН8 – не более 0,3 кг.

Средняя наработка на отказ ДП-И не менее 50000 ч.

Назначенный срок службы ДП-И 12 лет.

Рабочие условия эксплуатации ДП-И:

- температура окружающего воздуха:
от минус 40 до плюс 70 °С для ПН;

- от минус 40 до плюс 100 °С для ПВ;
- от минус 40 до плюс 150 °С для ПВ41-ПВ57 и ПВ65-ПВ77;
- относительная влажность воздуха – до 95 % при температуре 35 °С;
- атмосферное давление – от 84,0 до 106,7 кПа.

Знак утверждения типа

наносится на корпус ПИ согласно ИЦФР.402248.001СБ и на титульный лист руководства по эксплуатации ИЦФР.402248.001РЭ в центре страницы типографским способом.

Комплектность средства измерений

Комплектность ДП-И соответствует указанной в таблице 6.

Таблица 6

Наименование	Обозначение	Кол.
Датчик перемещения ДП-И	ИЦФР.402248.001	1 шт.
Паспорт	ИЦФР.402248.001ПС	1 шт.
Руководство по эксплуатации	ИЦФР.402248.001РЭ	1 шт.
Компакт-диск	ИЦФР.467371.012	1 шт.

Поверка

осуществляется по методике ИЦФР.402248.001РЭ I, приведенной в приложении к Руководству по эксплуатации ИЦФР.402248.001РЭ и утвержденной ФБУ «Нижегородский ЦСМ» в III кв. 2011 г.

Основные средства поверки:

- поверочная вибрационная установка второго разряда по МИ 2070-90;
- устройство задания перемещений ИЦФР.442261.001 с головкой микрометрической серии MICROMASTER, тип 60.30039, погрешность задания смещения не более 3 мкм, зазора - не более 10 мкм.
- источник питания постоянного тока Б5-45, $U_{\text{ВЫХ}}$ от 0 до 36 В, $I_{\text{НАГР}}$ от 0 до 0,5 А;
- вольтметр универсальный цифровой В7-38, погрешность измерения: постоянный ток не более 0,25 %;
- вольтметр универсальный цифровой В7-78/1, погрешность измерения: пост. напряжение не более 0,5 %, переменное напряжение не более 0,5 %;
- генератор сигналов специальной формы ГСС-05, задание частоты от 0,001 до 500 Гц, погрешность задания частоты не менее $1 \cdot 10^{-5}$ Гц, погрешность задания напряжения не более 4 %;
- генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-122, задание частоты от 1 до 4000 Гц, погрешность задания частоты не более $1 \cdot 10^{-5}$ Гц.;
- осциллограф универсальный С1-96;
- персональный компьютер с интерфейсом RS-485, пользовательская программа UserProgDPI, устанавливаемая с компакт-диска ИЦФР.467371.012.

Сведения о методиках (методах) измерений

Методы измерений содержатся в Руководстве по эксплуатации ИЦФР.402248.001РЭ.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к датчику перемещения ДП-И

ИЦФР.402248.001ТУ. Датчик перемещения ДП-И Технические условия

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

- при осуществлении производственного контроля за соблюдением установленных законодательством Российской Федерации требований промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта.

Изготовители

1. ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ",
607190, г. Саров, Нижегородская область, пр. Мира, 37.
(только датчики перемещения ДП-И с преобразователями нормирующими ПН7Н, ПН7Б, ПН8)

2. Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное объединение САРОВ-ВОЛГОГАЗ» (ООО «НПО САРОВ-ВОЛГОГАЗ»), г. Саров, Нижегородская обл.
607188, г. Саров, Нижегородская область, ул. Железнодорожная, 4/1.

Испытательный центр

ФБУ "Нижегородский ЦСМ"
603950, г. Нижний Новгород, ул. Республиканская, 1,
Телефон/факс: (831) 428-78-78,
e-mail: mail@nncsm.ru

Аттестат аккредитации ФБУ "Нижегородский ЦСМ" по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30011-13 от 27.11.2013 г.

Заместитель
Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

Ф.В. Булыгин

М.п. « ____ » _____ 2014 г.