ООО «НТП «ГОРИЗОНТ-М»

ДАТЧИКИ ДЕФОРМАЦИИ СТРУННЫЕ SVWG

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
МПГТ 401261.08.01РЭ

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется на Датчики деформации струнные SVWG (далее по тексту – датчики). Руководством по эксплуатации содержит информацию необходимую для ознакомления с датчиками, его принципом действия, правил эксплуатации и технического обслуживания. К работе допускаются лица, изучившие настоящее руководство по эксплуатации.
Изготовитель оставляет за собой право вносить изменения, не влияющие на технические и метрологические характеристики, без изменения эксплуатационной документации.

Датчики относятся к утвержденному типу средств измерений. Номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 80143–20. Тип средства измерений утвержден приказом Росстандарта от 10.12.2020 N 2073.

Датчики соответствует требованиям технического регламента Таможенного союза ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств». Регистрационный номер декларации о соответствии ЕАЭС N RU Д-RU.PA01.B.65819/22.

По заказу датчики могут быть выполнены во взрывозащищенном исполнении, соответствующие требованиям технического регламента Таможенного союза ТР ТС 012/2011 «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах». Регистрационный номер сертификата соответствия ЕАЭС RU C-RU.АЖ58.B.03972/23.
Маркировка взрывозащиты 0Ex ia IIC T4 Ga X. Знак X, стоящий в маркировке взрывозащиты, означает, что при эксплуатации необходимо соблюдать особые условия. Специальные условия применения для взрывозащищённого исполнения приведены в п.2.1.2.

Изготовитель:
Общество с ограниченной ответственностью "НТП "Горизонт-М" (ООО «НТП «Горизонт-М»),
Адрес: 125130, г. Москва, проезд Старопетровский, д.7а, стр.23
Тел/факс 8-800-333-01-40
E-mail: info@ntpgorizont.ru
Сайт: www.ntpgorizont.ru

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА....4
1.1 Назначение....4
1.2 Исполнения датчиков....4
1.3 Технические характеристики....5
1.4 Состав и комплектность....6
1.5 Устройство и работа....7
1.6 Маркировка....7
2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ....8
2.1 Эксплуатационные ограничения....8
2.2 Подготовка к работе....8
2.2.1 Проверка работоспособности....8
2.2.2 Монтаж датчиков исполнений SVWG–X–Y–M на металлическую поверхность....8
2.2.3 Монтаж датчиков исполнений SVWG–X–Y–C на бетонную поверхность....10
2.2.4 Монтаж закладных датчиков исполнений SVWG–X–Y–EC....10
2.2.5 Монтаж датчиков исполнений SVWG–X–Y–RB на арматурный каркас....11
2.2.6 Монтаж датчиков исполнений SVWG–X–Y–V на ванту....11
2.2.7 Подключение аналоговых датчиков....13
2.2.8 Подключение цифровых датчиков со стандартным электронным блоком (исполнения SVWG–X–Y–Z)....13
2.2.9 Подключение цифровых датчиков с электронным блоком с функцией разветвителя (исполнения SVWG–X–Y–Z2)....15
2.3 Использование датчиков....18
2.3.1 Выполнение измерений....18
2.3.2 Описание протокола обмена....18
2.3.3 Расчет относительной деформации для датчиков с аналоговым выходным сигналом....19
2.3.4 Расчет силы растяжения-сжатия (для исполнений SVWG-X-Y-RB)....20
3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ....20
4 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ....20
5 ХРАНЕНИЕ....21
6 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ....21

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1 Назначение

Датчики деформации струнные SVWG предназначены для измерений относительной деформации стальных, бетонных и железобетонных конструкций.
Основными областями применения датчиков являются:

- длительный мониторинг и измерение относительной деформации и напряжения в сваях, подпорных стенках, распорках, балках, колоннах и других элементах строительных конструкций;
- контроль напряженно-деформированного состояния строительных конструкций при строительстве и эксплуатации.

1.1.1 Требования к персоналу

К эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту датчика допускается персонал, прошедший инструктаж по технике безопасности, имеющий соответствующую квалификацию и ознакомленный с настоящим Руководством.
Ответственность за квалификацию персонала несёт организация-эксплуатант.

1.2 Исполнения датчиков

1.2.1 Структура условного обозначения

Датчики выпускаются в исполнениях, определяемых в соответствии со следующей структурой условного обозначения *:

Датчик деформации струнный SVWG – X – Y – ZZ

Тип выходного сигнала	аналоговый выходной сигнал – **01** цифровой выходной сигнал (RS-485) – **D01**
Длина измерительной базы	длина измерительной базы 70 мм – **07** длина измерительной базы 120 мм – **12**
Способ монтажа датчика	установка креплением на металл – **M** установка креплением на бетон – **C** установка погружением в цементный раствор (закладной) – **EC** установка креплением на арматурный каркас – **RB** установка креплением на ванту – **V**
Тип электронного блока цифрового датчика	для стандартного электронного блока обозначение пропускается электронный блок с функцией разветвителя – **2**

* – *Возможны не все варианты конфигураций. Возможность изготовления требуемого исполнения уточняйте при заказе.*

1.2.2 Пример условного обозначения

Датчик деформации струнный SVWG–01–07–M
Датчик с аналоговым выходным сигналом, длиной измерительной базы 70 мм и комплектом крепления на металл.

Датчик деформации струнный SVWG–D01–12–C2
Датчик с цифровым выходным сигналом RS-485, длиной измерительной базы 120 мм, электронным блоком с функцией разветвителя и комплектом крепления на бетон

1.3 Технические характеристики

1.3.1 Метрологические характеристики

Метрологические характеристики датчиков представлены в таблице 1.
Таблица 1

Наименование характеристики	Значение			
	SVWG-01-12	SVWG-D01-12	SVWG-01-07	SVWG-D01-07
Диапазон измерений относительной деформации на 1 м, мкм	от 0 до 3300			
Предел допускаемой приведенной погрешности измерений относительной деформации, %	±1			

1.3.2 Технические характеристики

Технические характеристики датчиков представлены в таблице 2.
Таблица 2

Наименование характеристики	Значение			
	SVWG-01-12	SVWG-D01-12	SVWG-01-07	SVWG-D01-07
Тип выходного сигнала	аналоговый	цифровой RS-485	аналоговый	цифровой RS-485
Протокол обмена цифрового датчика	–	ModBUS	–	ModBUS
Длина измерительной базы, мм	120±0,3		70±0,3	
Диапазон выходного сигнала, Гц	от 400 до 1440	–	от 480 до 2400	–
Диапазон рабочих температур, °С	от -52 до +60			
Способ измерения температуры	Термистор NTC	Встроенный датчик температуры	Термистор NTC	Встроенный датчик температуры
Параметры электрического питания, - напряжение постоянного тока, В, не более - потребляемый ток (при напряжении 24В), мА, не более		от 9 до 28 8		от 9 до 28 8
Габаритные размеры (длина × диаметр), мм, не более (бе электронного блока)	205×18	205×18	155×18	155×18
Масса, кг, не более	0,3	0,6	0,25	0,55
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	180000			
Срок службы, лет, не менее	10			

Параметры искробезопасных цепей, датчиков взрывозащищенного исполнения, при внешнем питании датчика, приведены в таблице 3.
Таблица 3

Наименование характеристики	Цепь внешнего питания	Цепь интерфейса RS-485
Максимальное входное напряжение Ui, В	24	3,3
Максимальный входной ток Ii, мА	38,4	10
Максимальная входная мощность Pi, мВт	192	–
Максимальная внутренняя ёмкость Ci, мкФ	0,1	0,01
Максимальная внутренняя индуктивность Li, мкГн	0,01	0,01

1.4 Состав и комплектность

Датчики состоят из:

- измерительная часть, выполненная в форме трубки;
- электронного блока, соединенного с первичным преобразователем кабелем (исполнение с цифровым выходным сигналом).

1.4.1 Датчики для крепления на металл и бетон

1.4.1.1 Поверхностные датчики исполнений SVWG–X–Y–**M**, для крепления на металл, и исполнений SVWG–X–Y–**C**, для крепления на бетон, отличаются монтажным комплектом, входящим в комплект поставки.
1.4.1.2 Комплектные анкеры исполнений SVWG–X–Y–**M** позволяют крепить датчик к металлической поверхности сваркой.
1.4.1.3 Комплектные анкеры исполнений SVWG–X–Y–**C** позволяют крепить датчик к бетонной поверхности с помощью клеевого состава BIT-EX или аналогов.
1.4.1.4 Форма анкеров из установочного комплекта могут отличаться в зависимости от заказа и особенностей объекта.

1.4.2 Датчики для погружения в бетон (закладные)

1.4.2.1 Закладные датчики исполнений SVWG–X–Y–**EC**, для погружения в цементный раствор, отличаются закрепленными на корпусе измерительной части, на этапе производства, анкерными кольцами.
1.4.2.2 Форма и размеры анкерных колец могут отличаться в зависимости от заказа и особенностей объекта.

1.4.3 Датчики для крепления на арматурном каркасе

1.4.3.1 Датчики исполнений SVWG–X–Y–**RB**, для крепления на арматурном каркасе, отличаются закрепленной на арматуре, на этапе производства, измерительной части.
1.4.3.2 Форма и размеры комплектной арматуры может отличаться в зависимости от заказа особенностей объекта.

1.4.4 Датчики для крепления на ванту

1.4.4.1 Датчики исполнений SVWG–X–Y–**V**, для крепления на ванту, отличаются монтажным комплектом, входящим в комплект поставки.
1.4.4.2 Комплектные крепление представляет из себя два хомута с расположенными на них анкерами.
1.4.4.3 Форма и размеры хомутов могут отличаться в зависимости от заказа и особенностей объекта.

1.4.5 Комплект поставки

Комплектность поставки датчиков представлен в таблице 4.
Таблица 4

Наименование	Обозначение	Количество
Датчик деформации струнный	SVWG	1 шт.
Комплект монтажный	–	1 комп. [1)]
Шаблон установочный	–	1 шт. [2), 3)]
Руководство по эксплуатации	МПГТ 401261.08.01РЭ	1 шт. [3)]
Паспорт	МПГТ 401261.08.01ПС	1 шт.
Методика поверки	МП-ТМС-034/20	1 шт. [3)]
Примечание: [1)] – отличается в зависимости от исполнения по способу монтажа; [2)] – отсутствует в исполнениях SVWG–X–Y–**EC** и SVWG–X–Y–**RB**; [3)] – поставляется одно на партию.		

1.5 Устройство и работа

1.5.1 Принцип действия

Принцип действия датчиков основан на изменении собственной частоты колебаний струны в зависимости от осевой деформации его базы.
Внутри трубки находится натянутая струна, прикреплённая к анкерным блокам на концах трубки. Изменение расстояния между анкерными блоками на концах датчиков приводит либо к увеличению, либо к уменьшению натяжения струны, что, в свою очередь, приводит к изменению ее резонансной частоты колебаний, считываемой электрокатушкой. Частота колебаний струны пропорциональна величине измеряемой деформации.
Внутри тела датчика находится термочувствительный элемент (термистор), позволяющий автоматически корректировать показания в зависимости от температуры окружающей среды.

1.5.2 Встроенное программное обеспечение

Датчики в исполнении с цифровым выходным сигналом имеют встроенное метрологически значимое микропрограммное обеспечение (далее – МПО) предназначенное для проверки работоспособности внутренних компонентов, настройки параметров и контроля процесса измерений.
МПО устанавливается в микроконтроллер на заводе-изготовителе во время производственного цикла. Конструкция средства измерений исключает возможность несанкционированного влияния на программное обеспечение (далее – ПО) и измерительную информацию. Обновление МПО в процессе эксплуатации не осуществляется.

Идентификационные данные МПО приведены в таблице 5.
Таблица 5

Идентификационное данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	–
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	5.91

1.6 Маркировка

Маркировка выполняется способами, обеспечивающими четкость и сохранность ее в течение всего срока службы.
В зависимости от исполнения маркировка может быть размещена на измерительной части датчика, на электронном блоке или на табличке, закрепленной на кабеле датчика.
Маркировка выполняется для каждого датчика методом лазерной гравировки (или нанесением маркировочной наклейки) и содержит:

- наименование изготовителя или его зарегистрированный товарный знак;
- обозначение типа датчика;
- порядковый (заводской) номер датчика по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- единый знак обращения продукции на рынке Евразийского экономического союза;
- знак утверждения типа средства измерения.

Дополнительно для взрывозащищенного исполнения:

- специальный знак взрывобезопасности в соответствии с ТР ТС 012/2011;
- шифр маркировки взрывозащиты;
- номер сертификата соответствия ТР ТС 012/2011 и наименование органа по сертификации;
- степень защиты от внешних воздействий по ГОСТ 14254-2015.

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 Эксплуатация датчиков должна производиться на параметрах, не превышающих указанных в технической документации.
2.1.2 Для датчиков взрывозащищенного исполнения допускается применение при соблюдении нижеследующих условий:

- внешние подключения к датчикам по цепям электропитания и сигнальным цепям осуществлять только через взрывозащищенные барьеры, имеющие вид защиты «ia» подгруппы IIC с параметрами, обеспечивающими безопасную работу датчиков.

2.2 Подготовка к работе

2.2.1 Проверка работоспособности

2.2.1.1 Перед монтажом датчика необходимо убедиться в его работоспособности. Для снятия показаний с датчика с аналоговым выходным сигналом необходимо подключить вторичное считывающее устройство струнных датчиков или портативный считыватель Smart Logger для цифрового датчика.

Для снятия показаний датчиков в полевых условиях рекомендуется использовать портативный считыватель Smart Logger производства ООО «НТП «Горизонт-М»

ДЛЯ ЗАКАЗА:	IU_SL	Портативный считыватель Smart Logger

2.2.1.2 Показания датчиков в ненагруженном состоянии должны соответствовать значениям, указанным в таблице 6.
Таблица 6

Длина измерительной базы	Значение	
	Аналоговый выход	Цифровой выход
120 мм	500 – 1000 Гц	0 – 3300 мкм/м
70 мм	1000 – 1600 Гц	

2.2.1.3 Легкое нажатие или растягивание датчика руками должно приводить к изменению показаний датчика.

2.2.2 Монтаж датчиков исполнений SVWG–X–Y–M на металлическую поверхность

2.2.2.1 Выбор места установки датчика деформации осуществляется с учетом следующих факторов:

- поверхность должна быть ровной и однородной: на расстоянии не менее 100 мм от места установки датчика вдоль оси датчика и 50 мм от места установки поперек оси датчика не должно быть сварных швов, трещин, отверстий, создающих неоднородности распределения деформаций в зоне измерения;
- при выборе места установки датчика необходимо учитывать, что датчик измеряет только линейные деформации растяжения-сжатия вдоль своей оси, поэтому лучшим местом установки датчика является место, в котором концентрируются максимальные деформации растяжения-сжатия вдоль оси измерений и минимальные изгибные деформации поперек оси измерений;
- желательно, чтобы в зоне установки датчика отсутствовало освещение прямыми солнечными лучами.

ВНИМАНИЕ! При выборе места размещения датчика необходимо учесть, что с одной стороны от датчика, должно быть достаточно места для беспрепятственного извлечения датчика, протаскиванием через установленные анкеры

2.2.2.2 Крепление датчика на металл осуществляется с помощью анкеров, входящих в комплект поставки.
2.2.2.3 Рекомендуется использовать следующие способы крепления анкеров к металлической поверхности:

- сварка;

- установка на шпильки М6, привариваемые точечной конденсаторной сваркой (рекомендации по сварки необходимо запросить в ООО «НТП «Горизонт-М»);
- установка на шпильки Hilti X-Bt. М6 и большего диаметра

ВНИМАНИЕ! Производитель не ограничивает возможности применения иных способов крепления анкеров в рамках конкретных проектных решений, но оставляет ответственность за правильность проектных решений на проектировщике применяемого решения

2.2.2.4 Далее описан способ монтажа на металлическую поверхность с помощью сварки.
2.2.2.5 Для позиционирования анкеров в местах сварки закрепите анкеры на установочный шаблон, входящий в комплект поставки, как показано на рисунке 1. Для фиксации установочного шаблона в анкерах использовать стопорные винты, входящие в комплект поставки. После фиксации стопорными винтами убедиться, что стопорные винты попали в пазы установочного шаблона. Затяжку стопорных винтов производить попеременно, избегая чрезмерного затягивания.

Рисунок 1 – Размещенный на анкерах установочный шаблон

2.2.2.6 Зачистить поверхность металла от грязи и защитных покрытий в месте сварки.
2.2.2.7 Установить сборку вдоль направления измерения деформации.
2.2.2.8 Сварку осуществить вдоль короткой стороны контактной поверхности, избегая перегрева.

ВНИМАНИЕ! Проведение сварочных работ с закрепленным датчиком вместо установочного шаблона не допускается

2.2.2.9 После остывания демонтировать установочный шаблон.
2.2.2.10 Удалить окалину, место сварного шва защитить антикоррозионной эмалью Армакот F-100 или аналогом.
2.2.2.11 Установить датчик деформации в приваренные анкеры.
2.2.2.12 Затянуть стопорные винты неподвижной части датчика (со стороны гермоввода), убедившись, что стопорные винты упираются в установочный паз датчика. Затяжку стопорных винтов осуществлять попеременно, увеличивая момент затяжки до 2 Н·м.
2.2.2.13 Растягивая датчик рукой, установить датчик примерно на середину диапазона по показаниям вторичного прибора. Для цифрового датчика это соответствует показаниям датчика 1600 – 1700 мкм/м. Для аналогового датчика значение частоты, соответствующее середине диапазона, определяется по формуле $\left(\boldsymbol{F_{min}^2}+\boldsymbol{F_{max}^2}\right)/\mathbf{2}$,где $\boldsymbol{F_{min}}$ – частота колебания струны, соответствующая нижней границе измерения датчика, указывается в паспорте, $\boldsymbol{F_{max}}$ – частота колебания струны, соответствующая верхней границе измерения датчика, указывается в паспорте на датчик.
2.2.2.14 Затянуть стопорные винты подвижной части датчика, контролируя показания датчика с помощью вторичного прибора. Затяжку стопорных винтов осуществлять попеременно, увеличивая момент затяжки до 2 Н·м (соответствует затягиванию винта небольшой отверткой, без чрезмерных усилий).

ВНИМАНИЕ! При проведении работ по установке датчика обязательно контролируйте показания датчика с помощью вторичного прибора, не допускайте выход датчика за верхнюю границу диапазона рабочих частот колебания струны. Это может привести к обрыву струны и выходу датчика из строя

ВНИМАНИЕ! Не допускается скручивание подвижной части датчика относительно неподвижной. Это приведет к выходу датчика из строя

2.2.2.15 Не менее чем через 6 часов после установки провести измерение показаний датчика. Для аналоговых датчиков провести измерение частоты колебания струны, для цифровых датчиков провести

измерение начального значения относительной деформации. Эти показания будут приняты за начальное значение при расчете изменения относительных деформаций.
2.2.2.16 Провести фиксацию резьбового соединения стопорных винтов фиксатором резьбы средней фиксации.

2.2.3 Монтаж датчиков исполнений SVWG–X–Y–C на бетонную поверхность

2.2.3.1 Выбор места крепления осуществить с учетом п.2.2.2.1.
2.2.3.2 Крепление датчика на бетонную поверхность осуществляется с помощью приклеиваемых анкеров, входящих в комплект поставки.
2.2.3.3 Для позиционирования анкеров для установки на бетон закрепить анкеры на установочный шаблон, входящий в комплект поставки, как показано на рисунке 1. Для фиксации установочного шаблона в анкерах использовать стопорные винты, входящие в комплект поставки. После фиксации стопорными винтами убедиться, что стопорные винты попали в пазы установочного шаблона.
2.2.3.4 Провести разметку мест сверления отверстий для установки анкеров. Расстояние между центрами отверстий должно быть L±0,5 мм, где L – длина измерительной базы датчика.
2.2.3.5 Просверлить отверстия диаметром 8 мм на глубину 50 – 60 мм. Очистить отверстия от пыли.
2.2.3.6 Провести установку анкеров, смонтированных на установочный шаблон, в отверстия на клеевой состав BIT-EX или аналог в соответствии с руководством по эксплуатации на клеевой состав.
2.2.3.7 После полного застывания клеевого состава демонтировать установочный шаблон.
2.2.3.8 Установить датчик деформации в наклеенные анкеры.
2.2.3.9 Затянуть стопорные винты неподвижной части датчика (со стороны гермоввода), убедившись, что стопорные винты упираются в установочный паз датчика. Затяжку стопорных винтов осуществлять попеременно, увеличивая момент затяжки до 2 Н·м (соответствует затягиванию винта небольшой отверткой, без чрезмерных усилий).
2.2.3.10 Растягивая датчик рукой, установить датчик примерно на середину диапазона по показаниям вторичного прибора. Для цифрового датчика это соответствует показаниям датчика 1600 – 1700 мкм/м. Для аналогового датчика значение частоты соответствующее середине диапазона определяется по формуле $(\boldsymbol{F}_{min}^2 + \boldsymbol{F}_{max}^2)/\mathbf{2}$,где $\boldsymbol{F}_{min}$ – частота колебания струны, соответствующая нижней границе измерения датчика, указывается в паспорте, $\boldsymbol{F}_{max}$ – частота колебания струны, соответствующая верхней границе измерения датчика, указывается в паспорте на датчик.
2.2.3.11 Затянуть стопорные винты подвижной части датчика, контролируя показания датчика с помощью вторичного прибора. Затяжку стопорных винтов осуществлять попеременно, увеличивая момент затяжки до 2 Н·м.

ВНИМАНИЕ! Производитель не ограничивает возможности применения иных способов крепления анкеров в рамках конкретных проектных решений, но оставляет ответственность за правильность проектных решений на проектировщике применяемого решения

ВНИМАНИЕ! При проведении работ по установке датчика обязательно контролируйте показания датчика с помощью вторичного прибора, не допускайте выход датчика за верхнюю границу диапазона рабочих частот колебания струны. Это может привести к обрыву струны и выходу датчика из строя.

ВНИМАНИЕ! Не допускается скручивание подвижной части датчика относительно неподвижной. Это приведет к выходу датчика из строя

2.2.3.12 Не менее чем через 6 часа после установки провести измерение показаний датчика. Для аналоговых датчиков провести измерение частоты колебания струны, для цифровых датчиков провести измерение начального значения относительной деформации Эти показания будут приняты за начальное значение при расчете изменения относительных деформаций.

2.2.4 Монтаж закладных датчиков исполнений SVWG–X–Y–EC

2.2.4.1 Крепление датчиков производится до заливки арматурного каркаса цементным раствором.
2.2.4.2 Крепление осуществляется подвешиванием датчика между арматурными стержнями каркаса, как показано на рисунке 2. Для крепления применяется тонкая проволока диаметром 0,5 – 1 мм.

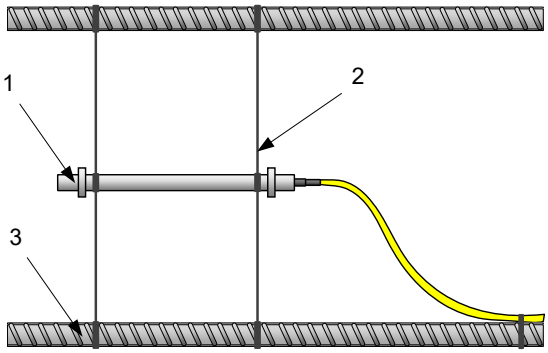

Рисунок 2 – Крепление датчика исполнения SVWG–X–Y–EC перед заливкой цементным раствором
1 – датчик исполнения SVWG–X–Y–**EC**; **2** – проволока; **3** – стержень арматурного каркаса.

2.2.4.3 После полного застывания бетона провести измерение показаний датчика. Для аналоговых датчиков провести измерение частоты колебания струны, для цифровых датчиков провести измерение начального значения относительной деформации Эти показания будут приняты за начальное значение при расчете изменения относительных деформаций.

2.2.5 Монтаж датчиков исполнений SVWG–X–Y–RB на арматурный каркас

2.2.5.1 Установка датчиков SVWG-X-Y-**RB** осуществляется на арматурный каркас сваркой (рисунок 3) или вязальной проволокой (рисунок 4). Обратите внимание, что места связывания проволокой не должны быть ближе 250 мм от рабочего тела датчика.

Рисунок 3 – Крепление датчика исполнения SVWG–X–Y–**RB** к арматурному каркасу сваркой

Рисунок 4 – Крепление датчика исполнения SVWG–X–Y–**RB** к арматурному каркасу вязальной проволокой

2.2.5.2 Кабель фиксируется к арматурному каркасу нейлоновыми стяжками. При установке первой (ближайшей к датчику) стяжки необходимо создать слабину кабеля, чтобы кабель не тянул датчик. Выбор мест прокладки кабеля осуществляется таким образом, чтобы минимизировать возможность повреждения кабеля при вязке каркаса и заливке.
2.2.5.3 Запрещается прокладывать кабель датчика вместе силовыми кабелями, т.к. это может вызвать электрические наводки.
2.2.5.4 Для защиты кабеля от повреждений выход кабеля из тела заливаемого объема рекомендуется оборудовать в гофрированной полипропиленовой трубе или трубе ПНД.
2.2.5.5 На конце кабеля необходимо осуществить маркировку кабеля, указав проектный и заводской номер датчика. Эти номера необходимо занести в исполнительную схему. Способ нанесения маркировки должен гарантировать сохранность маркировки на весь период эксплуатации.
2.2.5.6 После установки необходимо произвести снятие показаний датчиков, чтобы убедиться в работоспособности датчика после монтажа в каркас.
2.2.5.7 После заливки бетона, его полного застывания производится первое снятие показаний датчика. Показания датчиков в отсутствии нагрузки в дальнейшем будут использоваться в качестве начальных значений и применяться в последующих расчетах изменения силы в арматурном каркасе.

2.2.6 Монтаж датчиков исполнений SVWG–X–Y–V на ванту

Выбор места установки датчика деформации осуществляется с учетом следующих факторов:

- датчик монтируется на ванту на расстоянии не менее чем 500 мм от места заделки ванты;

- желательно, чтобы в зоне установки датчика отсутствовало освещение прямыми солнечными лучами.

2.2.6.1 Крепление датчика на ванте осуществляется с помощью хомутов, входящих в комплект поставки.
2.2.6.2 С помощью винтов М6 закрепить хомуты анкеров на ванте, при этом не затягивайте винты хомутов для их дальнейшего позиционирования.
Для позиционирования хомутов в местах закрепите установочный шаблон в проушины для датчика, затяните стопорные винты М4, входящий в комплект поставки, как показано на рисунке 5. После фиксации стопорными винтами убедитесь, что стопорные винты попали в пазы установочного шаблона. Затяжку стопорных винтов производить попеременно, избегая чрезмерного затягивания.

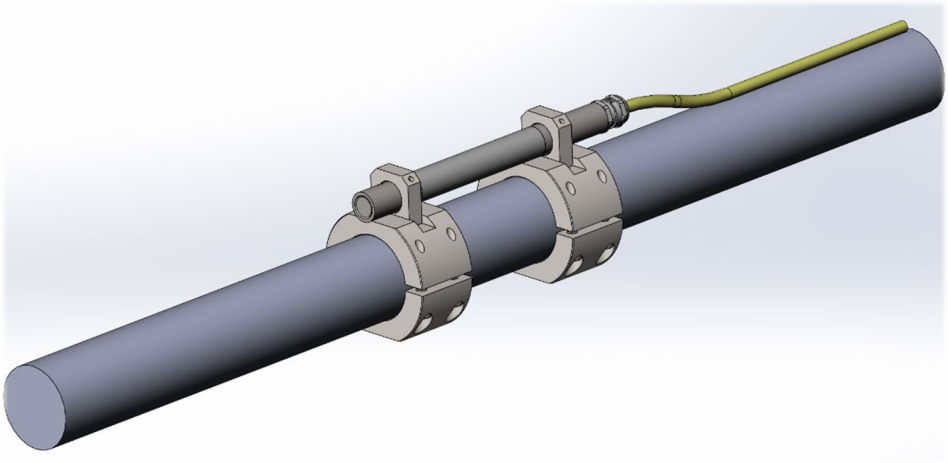

Рисунок 5 – Крепление датчика исполнения SVWG–X–Y–**V** на ванту

2.2.6.3 Переместите сборку собранную конструкцию в предполагаемое место установки датчика на ванте и затяните винты хомуты винтами М6.

ВНИМАНИЕ! Затяжка винтов крепления хомутов с закрепленным датчиком вместо установочного шаблона не допускается

2.2.6.4 После затяжки винтов М6, демонтируйте установочный шаблон, ослабив стопорные винты.
2.2.6.5 Установить датчик деформации в проушины хомутов вместо установочного шаблона.
2.2.6.6 Затяните стопорные винты неподвижной части датчика (со стороны гермоввода), убедившись, что стопорные винты упираются в установочный паз датчика. Затяжку стопорных винтов осуществлять попеременно, увеличивая момент затяжки до 2 Н·м.
2.2.6.7 Растягивая датчик рукой, установить датчик примерно на 2/3 диапазона по показаниям вторичного прибора. (Применимо для установки на уже нагруженную ванту). Для аналогового датчика значение частоты $\boldsymbol{F}$, соответствующее середине диапазона, определяется по формуле $\boldsymbol{F^2 = (F_{min}^2 + F_{max}^2)/2}$, где $\boldsymbol{F_{min}}$ – частота колебания струны, соответствующая нижней границе измерения датчика, указывается в паспорте, $\boldsymbol{F_{max}}$ – частота колебания струны, соответствующая верхней границе измерения датчика, указывается в паспорте на датчик.
2.2.6.8 Затянуть стопорные винты подвижной части датчика, контролируя показания датчика с помощью вторичного прибора. Затяжку стопорных винтов осуществлять попеременно, увеличивая момент затяжки до 2 Н·м (соответствует затягиванию винта небольшой отверткой, без чрезмерных усилий).

ВНИМАНИЕ! При проведении работ по установке датчика обязательно контролируйте показания датчика с помощью вторичного прибора, не допускайте выход датчика за верхнюю границу диапазона рабочих частот колебания струны. Это может привести к обрыву струны и выходу датчика из строя

ВНИМАНИЕ! Не допускается скручивание подвижной части датчика относительно неподвижной. Это приведет к выходу датчика из строя

2.2.6.9 Не менее чем через 6 часов после установки провести измерение показаний датчика и принять их в качестве начальных измерений «нулевого цикла» измерений.
2.2.6.10 Провести фиксацию резьбового соединения стопорных винтов фиксатором резьбы средней фиксации.

2.2.7 Подключение аналоговых датчиков

2.2.7.1 Принципиальная схема аналогового датчика представлена на рисунке 6.

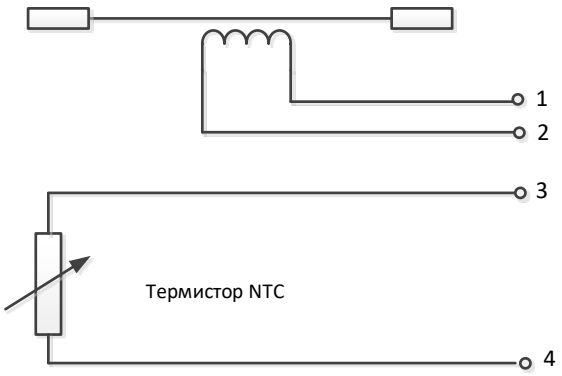

Рисунок 6 – Принципиальная схема датчика с аналоговым выходным сигналом

2.2.7.2 Колебание струны возбуждается магнитным полем, создаваемым коротким импульсом тока в катушке индуктивности. После возникновения устойчивого колебания струны – струна сама начинает создавать магнитное поле в катушке, частота которого зависит от натяжения струны.
2.2.7.3 Измерение температуры производится термистором NTC.
2.2.7.4 Аналоговый датчик имеет кабель длиной 2 м с четырьмя токопроводящими медными жилами.
2.2.7.5 Назначение и цветомаркировка проводов представлена в таблице 7.
Таблица 7

№ контакта	Обозначение	Цвет кабельной жилы	Назначение
1	Out 1	Бело-оранжевый	Провод 1 измерения деформации
2	Out 2	Оранжевый	Провод 2 измерения деформации
3	T1	Бело-синий	Провод 1 измерения температуры
4	T2	Синий	Провод 2 измерения температуры
5	–	Красный	Экран кабеля

2.2.7.6 Подключение датчиков к вторичному прибору, считывающему частоту колебаний струны и сопротивление термистора NTC, осуществляется в соответствии с руководством по эксплуатации на вторичный прибор.
2.2.7.7 Для ручного считывания НТП «Горизонт» рекомендует применять портативный считыватель Smart Logger IU-SL-4. Для сбора данных в системах мониторинга рекомендуем использовать многоканальные измерительные усилители на 8, 16 или 32 канала TSG-S01-8-VW, TSG-S01-16-VW, TSG-S01-32-VW.
2.2.7.8 Соединение кабеля датчика с отходящим кабелем к измерительной аппаратуре осуществляется пайкой к переходной плате в коммутационной кабельной муфте, входящей в комплект поставки.
2.2.7.9 Пайку нужно производить спирто-канифольным флюсом и припоем ПОС-61. Не допускается применение флюсов и припоев других видов. Место пайки хорошо промыть спиртовым раствором, чтобы удалить остатки флюса и обезжирить контактные площадки.
2.2.7.10 Заливку кабельной муфты осуществлять эпоксидной смолой, входящей в комплект поставки. Не допускается производить заливку другой смолой.
2.2.7.11 После заливки тщательно затянуть гермовводы муфты.

2.2.8 Подключение цифровых датчиков со стандартным электронным блоком (исполнения SVWG–X–Y–Z)

2.2.8.1 Подключение цифровых датчиков для проведения единичных измерений

2.2.8.1.1 Для настройки на этапе монтажа, проведения разовых или периодических измерений показаний цифровых датчиков деформаций подключите портативный считыватель Smart Logger как показано на рисунке 7.

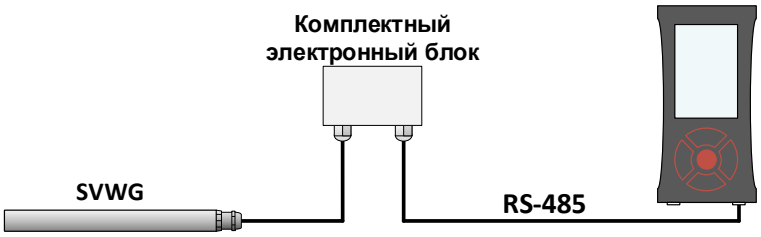

Рисунок 7 – Схема подключения датчика деформации к портативному считывателю Smart Logger

2.2.8.1.2 При подключении датчика на дисплее блока индикации отображаются значения относительной деформации и частоты колебания струны.

Для снятия показаний датчиков в полевых условиях рекомендуется использовать портативный считыватель Smart Logger производства ООО «НТП «Горизонт-М»

ДЛЯ ЗАКАЗА:	IU_SL	Портативный считыватель Smart Logger

2.2.8.2 Подключение нескольких цифровых датчиков в измерительной цепи для долговременных измерений

2.2.8.2.1 Распиновка разъема датчика с цифровым выходом представлена в таблице 8.

Таблица 8

№ контакта	Обозначение	Цвет кабельной жилы	Назначение
1	Y	бело-оранж	RS485 A
2	Z	оранжевый	RS485 B
3	GND	бело-зелёный	Питание 0 В
4	PWR	синий	Питание +5…36 В
5	GND	бело-синий	Питание 0 В
6	PWR	зелёный	Питание +5…36 В
7	B	бело-коричн	RS485 B (замкнут с Z)
8	A	коричневый	RS485 A (замкнут с Y)

Разъем PY-07

2.2.8.2.2 Схема подключения нескольких цифровых датчиков деформации в одной измерительной цепи представлена на рисунке 8.

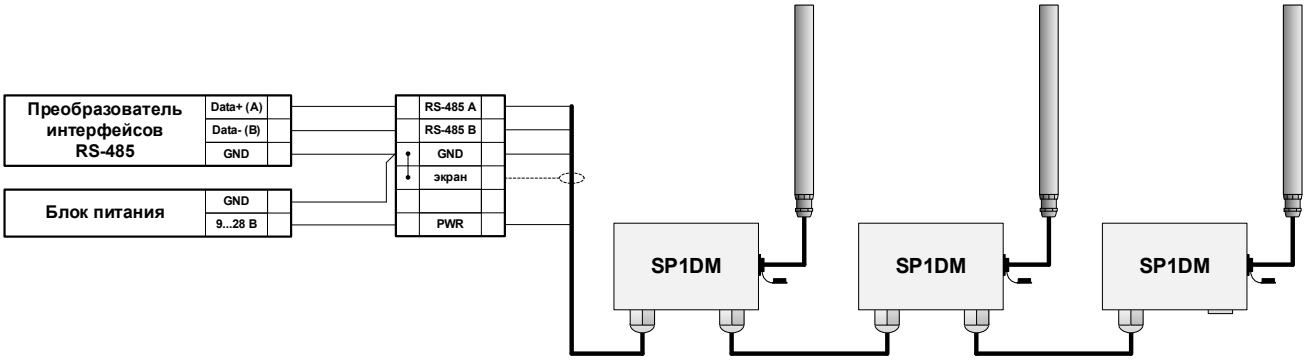

Рисунок 8 – Схема подключения датчиков в одну цифровую измерительную цепь
(на примере разветвителей SP1DM, производства ООО «НТП «Горизонт-М»)

2.2.8.2.3 Схемотехническое решение позволяет подключать цифровые датчики деформации SVWG вместе с другими цифровыми датчиками ООО «НТП «Горизонт-М», имеющими протокол обмена АСИН или ModBUS в одну цифровую линию RS-485.

2.2.8.2.4 При подключении нескольких цифровых датчиков в одну цифровую измерительную линию RS-485 необходимо учитывать ряд факторов:

- В одну измерительную цепь рекомендуется подключать не более 20 датчиков.

- Подключение датчиков в цифровой линии RS-485 осуществлять экранированным кабелем типа «витая пара» FTP Cat 5e 8 жил.
- Экранирование кабелей измерительной цепи значительно снижает влияние помех в случае применения линий большой длины и/или наличия электромагнитных помех.
- Экраны кабелей измерительной цепи должны соединяться между собой.
  Экраны кабелей измерительной цепи должны соединяться между собой. Экран кабеля измерительной линии RS-485 должен быть соединен с отрицательным проводом питания (GND), как можно ближе к клеммам источника питания.

Внимание! Экран сигнального кабеля измерительной линии не должен соединяться с корпусом электронного блока датчика, платой электронного блока датчика или корпусом стороннего преобразователя интерфейсов. Экран кабеля должен быть соединен с общим проводом питания (GND) только в одной точке, расположенной как можно ближе к источнику питания, чтобы по нему не протекал ток

- Рекомендуется на конце измерительной цепи RS-485 организовать терминирование линии.
- Датчики бесперебойно работают в диапазоне питания от +9 до +28 В, таким образом, с учетом падения напряжения в длинных линиях и/или при большом количестве датчиков, в измерительной цепи рекомендуем применять блоки питания, работающие в диапазоне от +12 до +36 В.
- Для уменьшения падения напряжения в цепи питания рекомендуем использовать 2 или 3 пары жил 4-х парного кабеля.

Меры предосторожности! При проведении монтажных и пусконаладочных работ исключить проведение сварочных работ в окрестности 20 м. от места установки датчиков и прокладки сигнальных кабелей, т.к. возможно наведение больших токов, способных вывести из строя датчик. При невозможности ограничения места размещения датчиков перед проведением сварочных работ необходимо отсоединить датчик от цифровой измерительной линии

Для организации цифровой линии связи RS-485, длиной менее 800 м, рекомендуется применять пассивные разветвители интерфейса RS-485 SP1DM.
В случае если длина измерительной линии RS-485 превышает 800 метров рекомендуется применение активного разветвителя-повторителя интерфейса RS-485.
Разветвители позволяют осуществлять подключение датчиков, а также производить терминирование линии.

ДЛЯ ЗАКАЗА:

SP1DM	Пассивный разветвитель интерфейса RS-485
SP1AM	Активный разветвитель-повторитель интерфейса RS-485

2.2.9 Подключение цифровых датчиков с электронным блоком с функцией разветвителя (исполнения SVWG–X–Y–Z2)

2.2.9.1 Подключение цифровых датчиков для проведения единичных измерений

2.2.9.1.1 Для настройки на этапе монтажа, проведения разовых или периодических измерений показаний цифровых датчиков деформаций подключите портативный считыватель Smart Logger как показано на рисунке 9. При этом нужно использовать переходник, входящий в комплект поставки блока портативного считывателя.

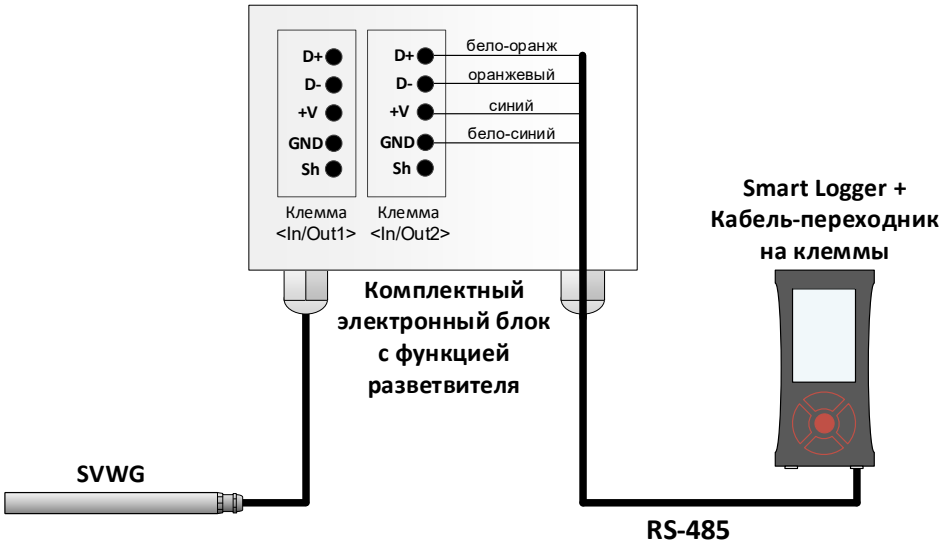

Рисунок 9 – Схема подключения датчика деформации к портативному считывателю Smart Logger

2.2.9.1.2 Назначение и цветомаркировка переходника блока индикации представлена в таблице 9.
Таблица 9

№ контакта	Обозначение	Цвет кабельной жилы	Клемма подключения
1	Y	бело-оранж	D+
2	Z	оранжевый	D-
3	PWR	синий	+V
4	GND	бело-синий	GND

2.2.9.1.3 При подключении датчика на дисплее блока индикации отображаются значения относительной деформации и частоты колебания струны.

2.2.9.2 Подключение нескольких цифровых датчиков в измерительной цепи для долговременных измерений

2.2.9.2.1 Внешний вид электронного блока с функцией разветвителя представлен на рисунке 10.

Рисунок 10 – Внешний вид электронного блока с функцией разветвителя

2.2.9.2.2 Для подключения линии RS-485 усилителя использовать клемму <In/Out1> или <In/Out2>.
2.2.9.2.3 Схема подключения нескольких цифровых датчиков деформации в одной измерительной цепи
2.2.9.2.4 представлена на рисунке 11.

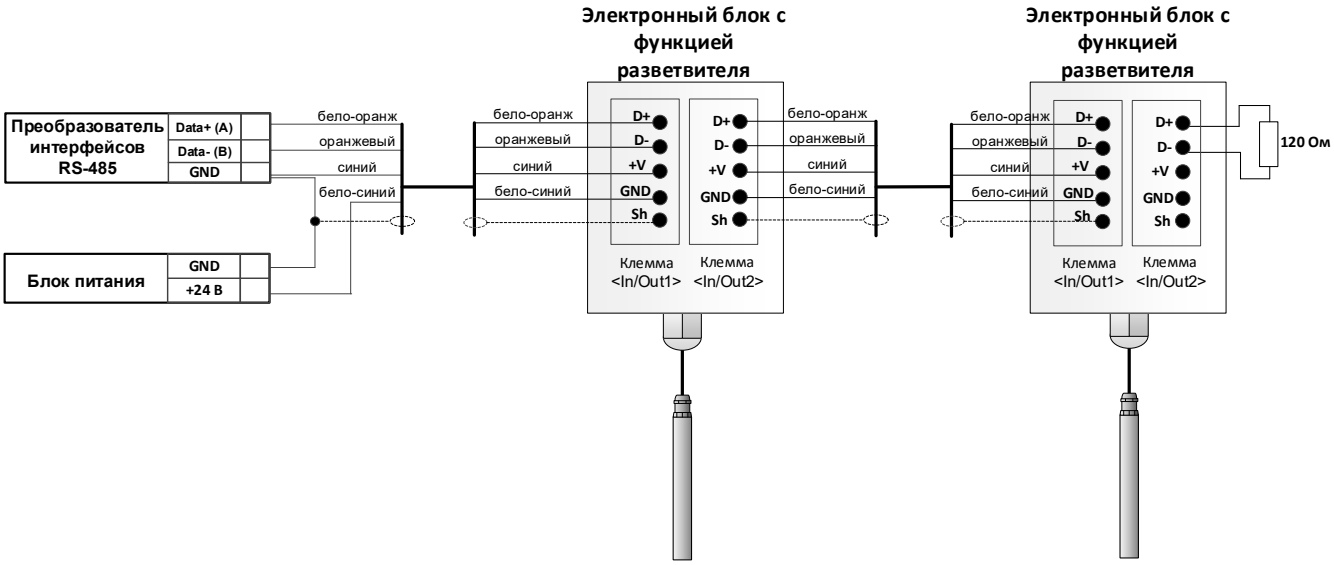

Рисунок 11 – Схема подключения датчиков в одну цифровую измерительную цепь

2.2.9.2.5 Схемотехническое решение позволяет подключать цифровые датчики деформации SVWG вместе с другими цифровыми датчиками ООО «НТП «Горизонт-М», имеющими протокол обмена АСИН или ModBUS в одну цифровую линию RS-485.
2.2.9.2.6 При подключении нескольких цифровых датчиков в одну цифровую измерительную линию RS-485 необходимо учитывать ряд факторов:

- В одну измерительную цепь рекомендуется подключать не более 20 датчиков.
- Подключение датчиков в цифровой линии RS-485 осуществлять экранированным кабелем типа «витая пара» FTP Cat 5e 8 жил.
- Экранирование кабелей измерительной цепи значительно снижает влияние помех в случае применения линий большой длины и/или наличия электромагнитных помех.
- Экраны кабелей измерительной цепи должны соединяться между собой.
  Экраны кабелей измерительной цепи должны соединяться между собой. Экран кабеля измерительной линии RS-485 должен быть соединен с отрицательным проводом питания (GND), как можно ближе к клеммам источника питания.

Внимание! Экран сигнального кабеля измерительной линии не должен соединяться с корпусом электронного блока датчика, платой электронного блока датчика или корпусом стороннего преобразователя интерфейсов. Экран кабеля должен быть соединен с общим проводом питания (GND) только в одной точке, расположенной как можно ближе к источнику питания, чтобы по нему не протекал ток

- Рекомендуется на конце измерительной цепи RS-485 организовать терминирование линии.
- Датчики бесперебойно работают в диапазоне питания от +9 до +28 В, таким образом, с учетом падения напряжения в длинных линиях и/или при большом количестве датчиков, в измерительной цепи рекомендуем применять блоки питания, работающие в диапазоне от +12 до +36 В.
- Для уменьшения падения напряжения в цепи питания рекомендуем использовать 2 или 3 пары жил 4-х парного кабеля.

Меры предосторожности! При проведении монтажных и пусконаладочных работ исключить проведение сварочных работ в окрестности 20 м. от места установки датчиков и прокладки сигнальных кабелей, т.к. возможно наведение больших токов, способных вывести из строя датчик. При невозможности ограничения места размещения датчика перед проведением сварочных работ необходимо отсоединить датчик от цифровой измерительной линии

Для организации цифровой линии связи RS-485, длиной менее 800 м, рекомендуется применять пассивные разветвители интерфейса RS-485 SP1DM.
В случае если длина измерительной линии RS-485 превышает 800 метров рекомендуется применение активного разветвителя-повторителя интерфейса RS-485.
Разветвители позволяют осуществлять подключение датчиков, а также производить терминирование линии.

ДЛЯ ЗАКАЗА:

SP1DM	Пассивный разветвитель интерфейса RS-485
SP1AM	Активный разветвитель-повторитель интерфейса RS-485

2.3 Использование датчиков

2.3.1 Выполнение измерений

2.3.1.1 При подключении датчиков деформации в измерительную цепь с использованием преобразователя интерфейсов сначала необходимо произвести настройку преобразователя интерфейсов в соответствии с инструкцией на применяемый преобразователь интерфейсов, установив следующие настройки в соответствии с таблицей 10.

Таблица 10

Параметр	Значение
Тип линии	RS485 2 wire
Скорость соединения	9600 Бит/сек
Проверка четности	Нет

2.3.1.2 Датчик деформации имеет одинаковые логические адреса, протоколов АН-Д3 и ModBus на линии RS-485 и ModBus-адрес. Логический адрес АН-Д3 и ModBus-адрес датчика деформации, установленный заводом изготовителем, указан в паспорте на изделие.
2.3.1.3 Логический адрес АН-Д3 может быть изменен с помощью ПО Gorizont Server. При этом изменяется ModBus - адрес датчика.

Руководство пользователя на ПО Gorizont Server представлено на сайте производителя: https://www.ntpgorizont.ru/biblioteka/documentation/

2.3.1.4 Провести настройку датчика в соответствии с Руководством пользователя на ПО Gorizont Server.
2.3.1.5 ПО Gorizont Server имеет следующие базовые возможности:

- подключение датчиков, производства ООО «НТП «Горизонт-М» разного типа
- пользовательская настройка датчиков ООО «НТП «Горизонт-М» разного типа;
- смена логического адреса датчиков;
- отображение показаний датчиков на графиках в режиме реального времени;
- запись показаний датчиков в файл;
- чтение записанных показаний датчиков из файла.
- передача данных с датчиков посредством OPC
- передача данных с датчиков по протоколу ModBus TCP.

2.3.2 Описание протокола обмена

Цифровые датчики поддерживают интерфейс RS-485 и протокол обмена данными AN-D3 и ModBUS.
Карта ModBUS регистров представлена в таблице 11.

Таблица 11

Адрес регистра	Размер, бит	Тип	Описание	Доступ	Функция
0	32	Int32	Температура. Градусы цельсия, умноженные на 1000	Read only	0x03
2	32	Int32	Деформация. Значение в мкм/м, умноженные на 1000	Read only	0x03
24	16	Uint16	Номер редакции ПО младший байт - номер сборки прошивки старший байт - номер версии прошивки	Read only	0x03
25	16	Uint16	Номер (адрес). Адреса 0x00, 0x7E, 0x9A, 0x9B,0x9C, 0x9D, 0xFF - зарезервированы	Read / Write	0x03 / 0x06
26	32	Uint32	Заводской номер	Read only	0x03

Примечание:
Пример определения номера редакции ПО:
Значение 24 регистра – 2247.
Определение старшего байта (целое без остатка) – 2247/256 = 8
Определение младшего байта (остаток от деления) – 2247-(8*256) = 199
Номер версии (идентификационный номер) ПО 8.199

2.3.3 Расчет относительной деформации для датчиков с аналоговым выходным сигналом

2.3.3.1 Собственная деформация $\boldsymbol{\varepsilon}_{\text{д}}$ аналогового датчика рассчитывается по формуле:

$$\boldsymbol{\varepsilon}_{\text{д}} = (\boldsymbol{K0} + \boldsymbol{K1} \cdot \boldsymbol{f} + \boldsymbol{K2} \cdot \boldsymbol{f}^{\boldsymbol{2}})/\boldsymbol{L} \quad (1)$$

где $\varepsilon_{\text{д}}$ – деформация датчика, мкм/м;
f – измеренная частота колебания струны, Гц;
$K0$, $K1$, $K2$ – коэффициенты полиномиального преобразования из паспорта на датчик;
L – измерительная база датчика, м.

2.3.3.2 Изменение деформации $\Delta\varepsilon$ конструкции с учетом температурной коррекции на расширение материала, на котором установлен и закреплен датчик, под действием нагрузки рассчитывается по формуле:

$$\Delta\boldsymbol{\varepsilon} = \boldsymbol{\varepsilon}_{\text{д}} - \boldsymbol{\varepsilon_0} + (\boldsymbol{T} - \boldsymbol{T_0}) \cdot (\boldsymbol{K}\text{м} - \boldsymbol{K}\text{д}) \quad (2)$$

где $\Delta\boldsymbol{\varepsilon}$ – изменение деформации конструкции, мкм/м;
ε_0 – измеренная деформация датчика при «нулевом цикле» измерений, мкм/м;
$\varepsilon_{\text{д}}$ – измеренная деформация датчика на ненагруженной конструкции, мкм/м;
T_0 – температура датчика и конструкции при «нулевом цикле» измерений, °С;
T – температура датчика и конструкции при измерении деформации датчика $\varepsilon_{\text{д}}$, °С;
Kд – коэффициент линейного температурного расширения датчика из паспорта на датчик, мкм/м/°С;
Kм – коэффициент линейного температурного расширения материала конструкции, мкм/м/°С;

2.3.3.3 Измерение температуры производится с помощью термистора NTC. Калибровочная таблица термистора NTC представлена в таблице 12.

Таблица 12

Температура (°С)	Сопротивление (кОм)
-50	201,1
-45	141,6
-40	101,0
-35	72,81
-30	53,1
-25	39,13
-20	29,13
-15	21,89
-10	16,6
-5	12,7
0	9,796

Температура (°С)	Сопротивление (кОм)
5	7,618
10	5,971
15	4,714
20	3,748
25	3,0
30	2,417
35	1,959
40	1,598
45	1,310
50	1,081

2.3.4 Расчет силы растяжения-сжатия (для исполнений SVWG-X-Y-RB)

2.3.4.1 Функция преобразования датчика в выходную величину силы растяжения-сжатия определяется по формуле:

$$\boldsymbol{F} = ((\boldsymbol{K2} \cdot (\boldsymbol{f^2}) + \boldsymbol{K1} \cdot (\boldsymbol{f}) + \boldsymbol{K0})/\boldsymbol{Kc} \quad (3)$$

где F -измеряемая сила, кН

$K2, K1, K0, K_c$ – коэффициенты полиномиального преобразования из паспорта на датчик.

f - измеренная частота колебания струны, Гц.

2.3.4.2 Значение изменения измеряемой силы растяжения-сжатия с учетом температурной коррекции рассчитывается по формуле:

$$\Delta\boldsymbol{F} = \boldsymbol{F}_{\text{д}} - \boldsymbol{F_0} + (\boldsymbol{T} - \boldsymbol{T_0}) \cdot (\boldsymbol{K}\text{м} - \boldsymbol{K}\text{д}) \quad (4)$$

где ΔF – изменение относительной деформация при температуре Т, кН

F_0 – измеренная сила растяжения-сжатия датчика при «нулевом цикле» измерений, кН;

$F_{\text{д}}$ – измеренная сила растяжения-сжатия датчика на нагруженной конструкции, кН;

T - температура окружающей среды, °С

T_0 – температура, измеренная при «нулевом цикле» измерений, °С

$K_{\text{д}}$ - коэффициент температурной коррекции датчика, указывается в паспорте на датчик, кН/°С

$K\text{м}$ - коэффициент температурного линейного расширения бетона, в котором установлен датчик, кН/°С.

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ

3.1 Техническое обслуживание

3.1.1 Общие указания

Техническое обслуживание (ТО) проводится по периодическому графику и носит профилактический характер. Все работы должны выполнять лица, допущенные к обслуживанию измерительного оборудования (см. п. «Требования к персоналу» РЭ).

Рекомендуемые виды работ при техническом обслуживании приведены в таблице 13.

Таблица 13

Вид работ	Периодичность	Описание
Визуальный осмотр датчика, креплений и кабелей	1 раз в полгода	Проверить отсутствие коррозии, механических повреждений, целостность изоляции кабелей и гермовводов
Примечания: Периодичность может (кроме поверки) корректироваться эксплуатирующей организацией (в большую или меньшую сторону) в зависимости от условий среды и интенсивности измерений		

3.1.2 Действия при обнаружении неисправности

При обнаружении неисправностей в работе изделия необходимо выполнить следующие действия:

- Зафиксировать дату, время и характер проявления отказа.
- Провести внешний осмотр, сравнить текущие параметры (частота/деформация и температура) с паспортными/

- Проверить состояние кабельных разъёмов, контактов, питания и цельность линии связи RS-485.
- При необходимости демонтировать и выполнить проверку работоспособности с помощью портативного считывателя Smart Logger (п.2.2.1).

При невозможности устранить неисправность — обратиться в техническую поддержку ООО «НТП «Горизонт-М».
Основные типовые неисправности и способы их устранения приведены в таблице 14.

3.1.3 Возможные неисправности и методы их устранения

В случае нарушения условий эксплуатации или ошибок при обслуживании возможны критические режимы, способные привести к отказу датчика или нарушению требований взрывозащиты. В таблице 14 приведены наиболее вероятные причины и рекомендации по их предотвращению.
Таблица 14

Возможная ошибка/отказ	Возможная причина	Возможные последствия	Предотвращающая мера	Действия по устранению
Отсутствие связи с преобразователем по RS-485	Разрыв кабеля, неправильная полярность D+/D- (A/B), отсутствие терминации	Потеря данных с узла	Регламентная проверка линии, терминация с обеих сторон	Проверить целостность кабеля, восстановить соединение, убедиться в правильности обжатия витой пары, установить терминатор 120 Ом
Нет изменения показаний при нагрузке	Избыточная затяжка стопорных винтов	Обрыв струны	Контроль показаний при монтаже	Замена датчика

3.2 Ремонт

При проведении работ необходимо руководствоваться действующими нормативными актами.
Среднее время наработки на отказ датчика не менее 180000 часов. Критерием отказа является нарушение функционирования и (или) неустранимое несоответствие прибора требованиям, указанным в таблице 1.
Полный средний срок службы датчика не менее 10 лет. За предельное состояние принимается прекращение функционирования и (или) неустранимый уход параметров, указанных в таблице 1.
При выполнении ремонтных работ необходимо соблюдать следующие условия:

- Приборы с признаками внутренних повреждений подлежат ремонту в условиях производителя.
- Замена электронных блоков выполняется комплектным узлом; вмешательство в схемотехнику не допускается.
- После ремонта обязательны повторные испытания: функциональный тест, проведение внеочередной поверки.

4 ХРАНЕНИЕ

4.1 Хранение датчика может проводиться в неотапливаемом помещении при температуре от -40 до +50 °С с относительной влажностью не более 70% без конденсации влаги.
Упаковку не вскрывать до ввода в эксплуатацию.
4.2 Назначенный срок хранения - не более 10 лет.
4.3 При длительном хранении или нарушении условий хранения, изделие подлежит переосвидетельствованию состояния с целью подтверждения его дальнейшей пригодности к эксплуатации. Переосвидетельствование включает:

- ежегодно — внешний осмотр тары;
- каждые 5 лет — запуск питания и проверка связи RS-485;
- по истечении 10 лет — проверка работоспособности с помощью портативного считывателя Smart Logger, при положительном результате срок хранения продлевают ещё на 5 лет актом ТО.

4.4 Консервация (при запланированном хранении более 12 месяцев). Консервация включает:

- очистить элементы датчика;
- поместить датчики в герметичную упаковку с осушителем (силикагель).
- каждые 12 месяцев проверять влажность индикатора силикагеля; при насыщении — заменять.

5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Транспортирование датчиков может производиться всеми видами транспорта без ограничения высоты. Транспортировать датчик аккуратно, не допуская падений или иных сильных воздействий.

6 УТИЛИЗАЦИЯ

6.1 В ходе штатной эксплуатации датчик отходы не образует
По окончании срока службы составные части изделия подлежат утилизации в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации в области обращения с отходами.
Таблица 15

Вид отхода	Код ФККО	Класс опасности	Рекомендации по обращению
Корпус датчика из нержавеющей стали 12Х18Н10Т	4 61 204 11 20 3	III	Сдать в пункт приёма лома металлов
Комплект креплений для датчика исполнений SVWG–X–Y–M, SVWG–X–Y–C, SVWG–X–Y–V из стали	4 61 200 01 51 5	V	Сдать в пункт приёма лома металлов
Фиксатор струны из ABS-пластика	4 34 142 01 51 5	V	Собирать раздельно и передавать на переработку пластмасс
Защитный кожух из ABS-пластика (SVWG–X–Y–RB)	4 34 142 01 51 5	V	Собирать раздельно и передавать на переработку пластмасс
Печатные платы и электронные компоненты преобразователя/ЭБ	4 81 121 91 52 4	IV	Передать лицензированной организации по утилизации РЭА

6.2 Запрещается:
- сжигать изделие и его элементы;
- выбрасывать в бытовые отходы;
- вскрывать элементы с признаками вздутия, повреждений или утечек.

6.3 Утилизацию необходимо осуществлять через организации, имеющие лицензию на обращение с отходами соответствующих классов опасности.