



Общество с ограниченной ответственностью Научно-
Технический Центр «Комплексные системы мониторинга»
Адрес: ул. Фучика, д.4, лит. К, пом. 12Н, офис 408,
Санкт-Петербург, Россия, 192102

Тел: +7 (812) 775-10-82

Сайт: www.ntc-ksm.ru

E-mail: office@ntc-ksm.ru

**Руководство по эксплуатации
Инклинометры скважинные IPI
модели ISSO-IPIA/IPIB/IPIAD
26.51.66-005-05877021-2024.РЭ**

2024



Оглавление

1. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ	3
2. КОМПЛЕКТАЦИЯ СКВАЖИННОГО ИНКЛИНОМЕТРА.	4
3. МОНТАЖ ИНКЛИНОМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ.....	7
4. ПОКАЗАНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ.....	9
5. ОБРАБОТКА ДАННЫХ.	12
6. СБОИ В РАБОТЕ.....	13
7 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	13
8. ХРАНЕНИЕ.....	13
9. УТИЛИЗАЦИЯ.	134

1. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Горизонтальная и вертикальная стационарная инклинометрическая система ISSO-IPIA /IPIB /PIAD MEMS предназначена для долгосрочного мониторинга состояния различных сооружений таких как плотины, свалки, насыпи, резервуары хранилищ и тому подобное. Основным принципом системы является использование сенсоров для точного измерения наклона по сегментам в скважинах, пробуренных в исследуемой структуре. Непрерывный характер работы прибора позволяет наблюдать за изменениями в профиле скважины, подлежащей контролю.

ISSO-IPIA /IPIB /PIAD MEMS горизонтальные и вертикальные инклинометры производятся в металлических корпусах, устанавливаются в инклинометрические обсадные трубы диаметром $\varnothing 70\text{mm} \sim 80\text{mm}$. В одной скважине можно установить 12 приборов (количество не ограничено при изменении способа прокладки кабелей при подключении). Рис. 1.1 – вертикальный скважинный инклинометр. Рис. 1.2 – горизонтальный скважинный инклинометр.

Предусмотрена установка на склонах, что является опцией горизонтального скважинного инклинометра. Инклинометры устанавливаются в скважине с заданным углом β в качестве исходного положения. Угол наклона устанавливается заказчиком по индивидуальному заказу и фиксируется на обратной стороне модели датчика, например, ISSO-IPIB (35°), что означает, что угол монтажа датчика равен 35 градусам.

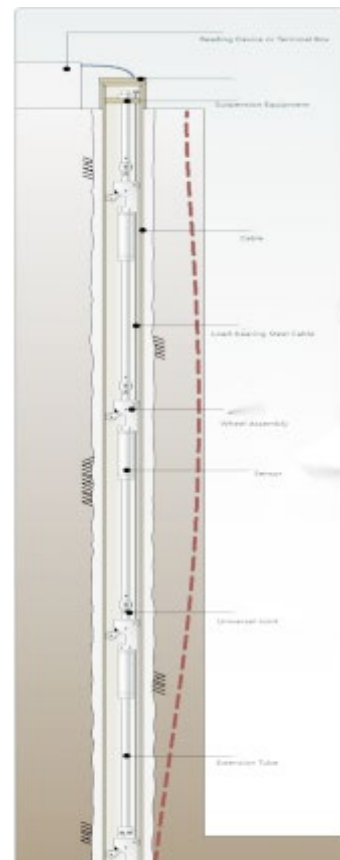


Рис. 1.1 Вертикальный скважинный инклинометр.

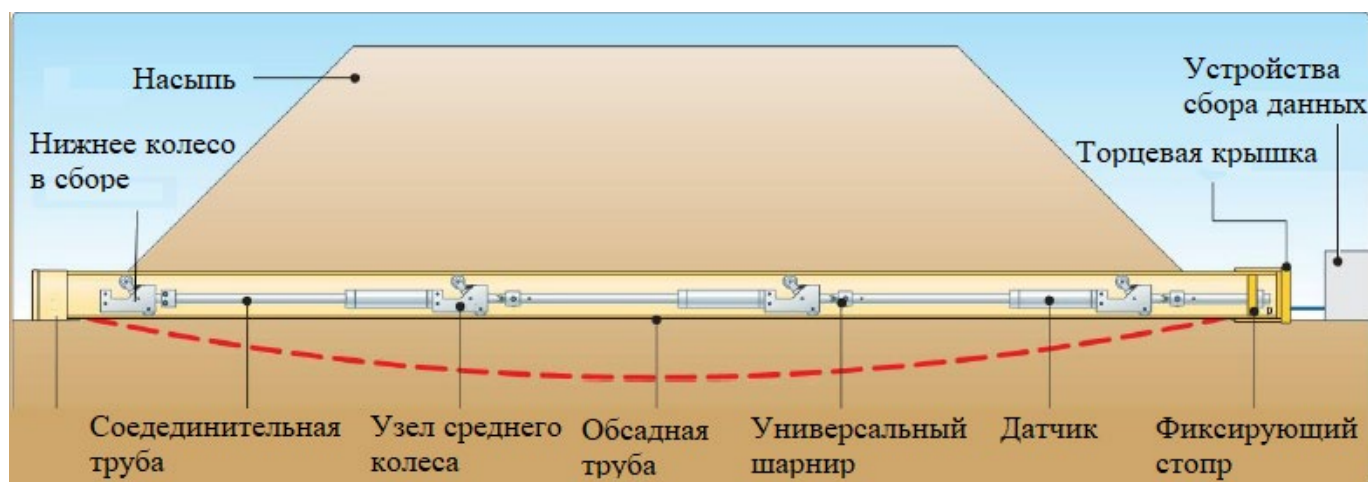


Рис. 1.2 Горизонтальный скважинный инклинометр.

2. КОМПЛЕКТАЦИЯ СКВАЖИННОГО ИНКЛИНОМЕТРА.

2.1 Датчик модификации ISSO-IPIA /IPIB /IPIAD MEMS.

Система состоит из 4-х встроенных компонентов: инклинометрического сенсора, включая микро-электромеханический датчик, плату преобразователя сигналов и передатчика, установленных в герметичный корпус. На секции соединительной пластины корпуса датчика имеются два монтажных отверстия для крепежа к соединительному узлу и резьбовое отверстие в нижней части датчика, для установки клиновидной муфты и соединительной трубки.

На датчике рядом с кабелем имеются знаки “+” и “-”. Если датчик находится в горизонтальном положении (модификация ISSO-IPIB Рис. 2.1), выходные показания должны быть равны нулю. Для смонтированного инклинометра выходные показания должны быть близки к нулю, когда он находится в исходном положении на заданном β -наклоне, см. Рис. 2.2. Вертикальные скважинные инклинометры модификации ISSO-IPIA /IPIAD (Рис. 2.3) имеют показания равные нулю при вертикальном положении. Стандартный 8-жильный кабель используется для электропитания датчика и вывода информации о наклоне температуры.

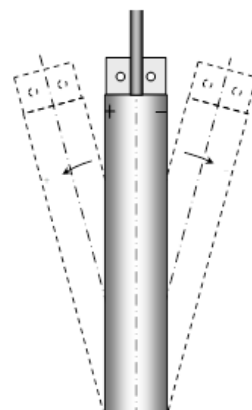


Рис. 2.3 Вертикальный инклинометр ISSO-IPIA / IPIAD

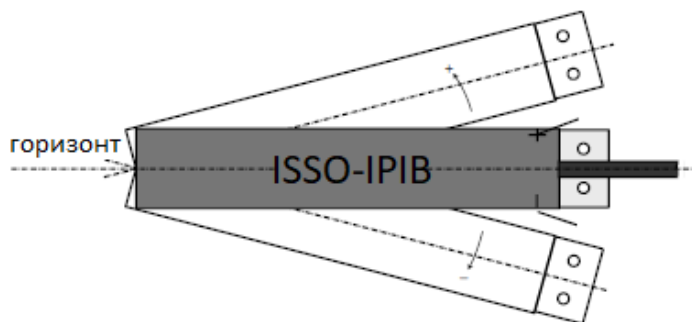


Рис. 2.1 Инклинометр ISSI-IPIB

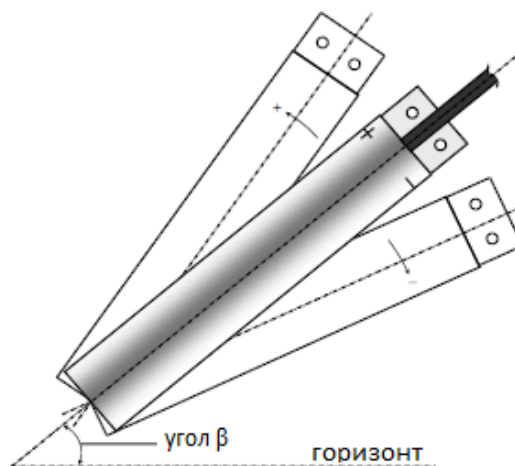


Рис. 2.2 Наклонный инклинометр серии ISSO-IPIB

Датчик ISSO-IPIA /IPIB /IPID имеет резьбовое отверстие в нижней части и клиновидные соединительные детали, которые входят в монтажный комплект. Рис. 2.4



Рис. 2.4 Скважинный инклинометр ISSO-IPIA / IPIB / IPIAD

2.2 Узел среднего колеса.

Как показано на рисунке 2.5, узел среднего колеса состоит из кронштейнов, неподвижного колеса, подпружиненного колеса, универсального шарнира, вращающегося в направлении оси, и клиновидного компенсатора.

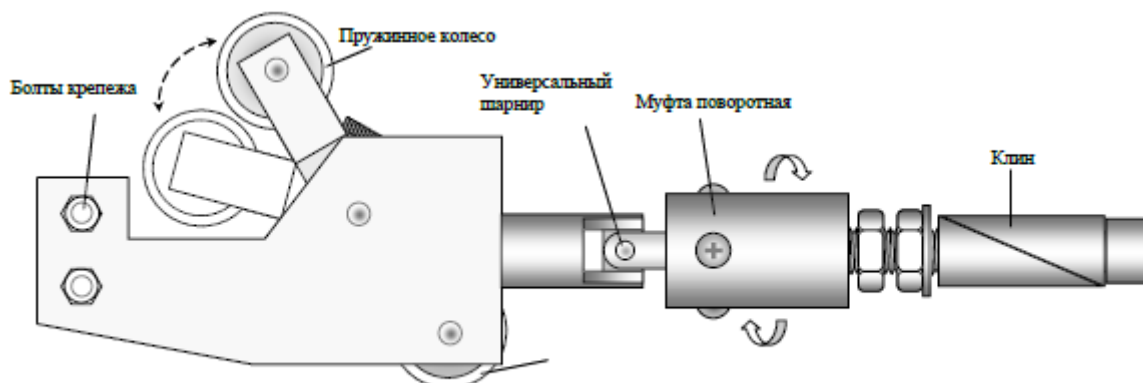


Рис. 2.5 Узел среднего колеса

В нижней части среднего колеса в сборе имеются два монтажных отверстия крепления датчика наклона, а в верхней части - клиновидный компенсатор для соединения с трубкой. Среднее колесо в сборе и датчик наклона используются в паре, поэтому их количество равное. Колесный узел состоит из неподвижного колеса и подпружиненного нагрузочного колеса. На конце колесного узла установлен универсальный шарнир и поворотная муфта, которые предотвращают выход колесных узлов из пазов корпуса.

2.3 Нижнее колесо в сборе.

Нижнее колесо в сборе рис. 2.6, используется для установки в конце сегмента, аналогично среднему колесу в сборе, за исключением отсутствия универсальной муфты, и не используется вместо среднего колеса в сборе.

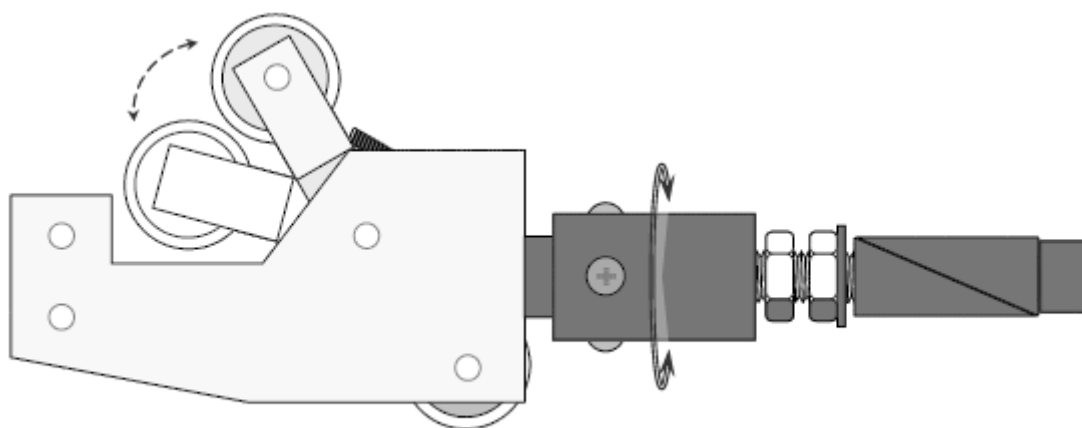


Рис. 2.6 Нижнее колесо в сборе

Каждая группа горизонтальных инклинометров включает только одно нижнее колесо в сборе.

2.4 Фиксирующий стопор (оголовок).

Данный стопор рис. 2.7 установлен над обсадной трубой скважины и соединен с ближайшим средним колесом в сборе, его функция заключается в предотвращении соскальзывания всей встроенной системы инклинометров. Стопор подходит для обсадных труб диаметром 58-86 мм. Стопор состоит из клиновидной муфты для соединения, корпуса и звена подвески. Каждая горизонтальная стационарная инклинометрическая система включает один комплект фиксирующего стопора.

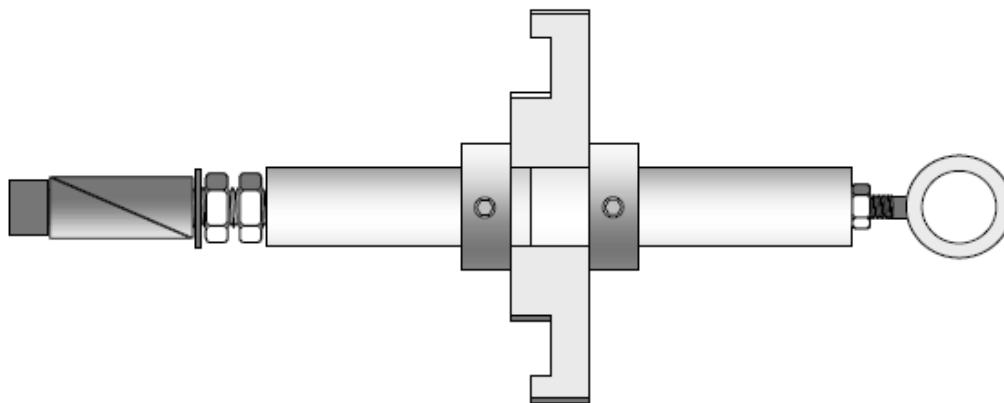


Рис. 2.7 Фиксирующий стопор (оголовок)

2.5 Соединительная трубка.

Устройство представляет собой специальную трубку из нержавеющей стали рис. 2.8, диаметром 20 мм стандартной длиной 1м, 2м и 3м. Соединительная трубка имеет некоторый запас длины, поэтому трубку следует обрезать по заданной необходимой длине.



Рис. 2.8 Соединительная трубка

2.6 Клиновидная муфта.

Существуют два вида клиновидных муфт рис. 2.9, соединяющих один узел и два соответственно. Одинарная клиновидная муфта обычно устанавливается на конце датчика, колесного узла и фиксирующего стопора. Двойная муфта используется для удлинения трубы.

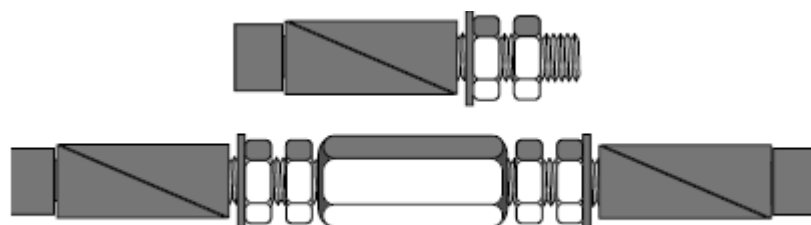


Рис. 2.9 Клиновидные муфты

Клиновидная муфта состоит из соединительного резьбового стержня, клиновидной расширительной трубки, контргайки, подпорки и удлиненного соединительного резьбового стержня. Стандартная клиновидная муфта может выдерживать вес не менее 500 кг.

2.7 Обсадная инклинометрическая труба (опция).

Обсадная труба не входит в состав компонентов стационарной системы, но может быть заказана дополнительно. Существует несколько типов обсадных инклинометрических труб: из стекловолокна, алюминиевых сплавов, инженерных пластмасс ABS и ПВХ. Корпуса труб из стекловолокна обладают наилучшими функциональными возможностями, а также хорошей устойчивостью к давлению и коррозии. Отличительная особенность инклинометрических обсадных труб, наличие двух пар продольных пазов, необходимых для фиксации среднего и нижнего колеса стационарной системы. Диаметры труб составляют 70 мм, 80 мм.

3. МОНТАЖ ИНКЛИНОМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ.

3.1 Подготовка к установке.

Монтажные инструменты: трубкины 2 шт., гаечные ключи на 16мм - 2 шт., ножовка, рашпиль, а также инструменты и материалы, необходимые для крепежа пластины инклинометра.

3.2 Использование соединительных деталей и основы монтажа.

Клиновидная муфта предназначена для крепления датчика, колесного узла, фиксирующего стопора, соединительной трубы и состоит из болта с резьбой, пары клиновидных распорок, шайбы и двух гаек. Необходимо установить пары клиновидных распорок, шайбу, накрутить пару гаек на болт, затем отрегулировать клиновидный распор и вставить в соединительную трубку, обращая внимание на правильное размещение подпорки. Расположите шайбу вплотную к концу соединительной трубы и зафиксируйте гайку вручную, закрепите соединительную трубку трубкиной и затяните гайку ключом. При надлежащем соединении между клиновидной муфтой и соединительной трубой прочность соединения составляет не менее 500 кг.

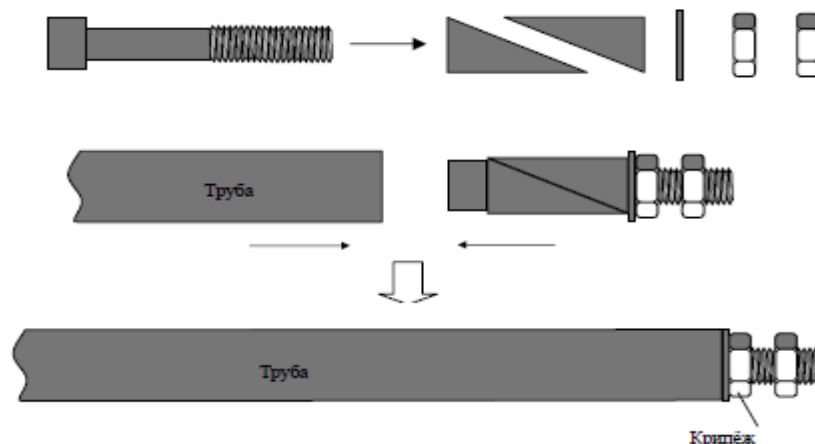


Рис. 3.1 Соединение клиновидной муфты

После соединения клиновидной муфты с соединительной трубой, оставшуюся резьбу соедините с следующей деталью (узел среднего колеса, датчик, фиксирующий стопор и т.д.), затяните контргайку с помощью гаечного ключа, чтобы зафиксировать резьбовой стержень. Внимание, при крепеже избегайте ослабления гайки на соединительном конце рис. 3.2.

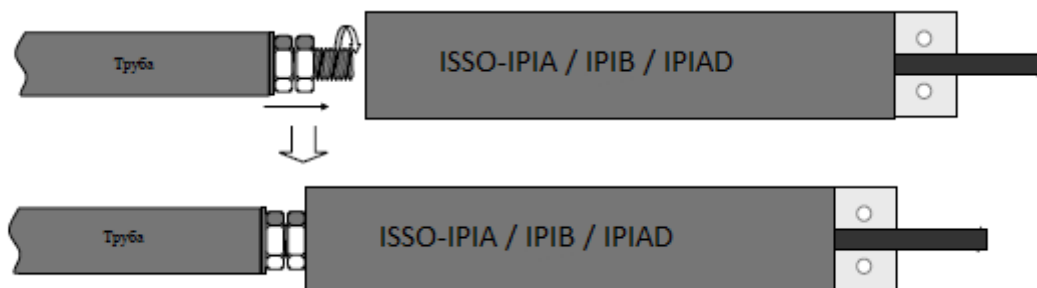


Рис. 3.2 Узел соединения муфты с датчиком

3.3 Этапы монтажа.

Установка системы скважинного инклинометра выполняется в сборе. Инклинометрическая обсадная труба для монтажа должна быть качественно уплотнена и находиться в проектном горизонтальном, вертикальном или наклонном уровне. При монтаже в зоне каменной засыпки следует уложить слои переходного материала и крупнозернистого песка.

Монтаж системы скважинного инклинометра начинается с дальнего конца. Тупиковая часть обсадной трубы скважины должна быть герметичной для препятствия проникновения грунтовых вод. При подключении инклинометра необходимо оставить запас кабеля для крепежа. Крепление корпуса инклинометра производится на заклепки либо винтами М4 с гайками.

Монтаж системы скважинного инклинометра начинаться с нижнего колеса, соединяться с соответствующим разъемом и трубкой, при сборке сегментов, следует определить расстояние между двумя соседними средними колесами, исходя из проектного размера, отрезать лишнюю часть трубы ножовкой, зачистить заусенцы на отверстиях и соединить датчик и колесо.

При завершении соединения двух соседних колесных узлов следует измерить центральное расстояние между двумя колесами и записать длину L , показанную на рисунке 3.3. Расстояние L будет важным параметром для расчета положения инклинометра.

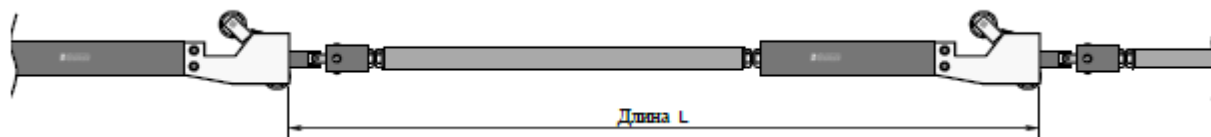


Рис. 3.3 Часть системы скважинного инклинометра

Обратите внимание на направление датчика при монтаже и убедитесь в том, чтобы подпружиненное нагрузочное колесо и знак «+» на датчике были направлены в одном направлении, то есть, чтобы положительное направление датчика было вверх, и затем закрепите его болтом. После завершения первого этапа установки вставьте колесо в сборе с датчиком в обсадную трубу. Дальнейший монтаж заключается в том, чтобы сначала собрать компоненты инклинометра, а только затем поместить их в скважину. Все кабели приборов должны быть промаркированы, включая серийный номер датчика, длину кабеля, и в то же время необходимо записать положение прибора, глубину установки, расстояние L и другие необходимые данные. Крепление кабеля осуществляется металлическими или нейлоновыми стяжками к ставу системы рис 3.4, в местах подключения датчика оставляется компенсационный запас 10см, запрещено крепить кабель в натяг.

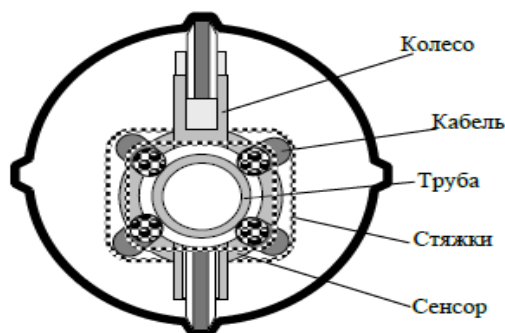


Рис. 3.4 Крепление кабеля внутри скважины

3.4 Засыпка траншей горизонтальных инклинометрических систем. Методики и рекомендации.

Инструкция по засыпке относится к каменным отвалам, методику также можно применить к другим грунтам. Материалы засыпки должны быть постоянной фракции - крупный песок, промежуточные материалы следует засыпать слой за слоем, толщина слоя из крупного и переходного материалов должна быть не менее 50 см. рис. 3.5. Произведите уплотнение засыпки ручным способом.

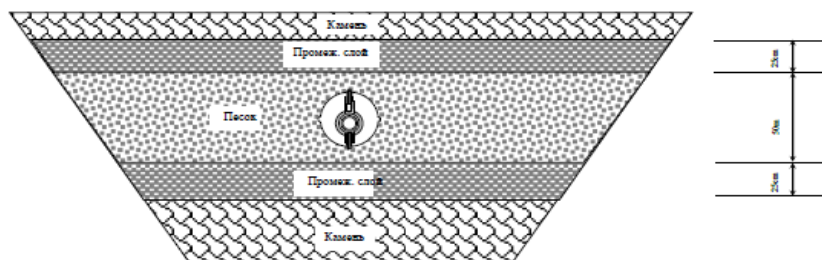


Рис. 3.5 Методика засыпки траншей

4. ПОКАЗАНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ.

Все показания измерений приборов выводятся в центр мониторинга или в офис к соответствующему оборудованию для обработки информации. Программное обеспечение (далее – ПО) датчиков встроенное и устанавливается при их изготовлении.

Считывания данных с цифровых датчиков модификации ISSO-IPIAD производится ноутбуком или другим аппаратным средством с установленным ПО TILTG 1.2 v1.0. Датчик подключается к линии данных через серийный порт (COM) или через сетевой преобразователь RS-

485 – ETHERNET (MOXA NPort IA5450A). В программном обеспечении выбирается тип подключения и указывается Slave ID (указан на корпусе датчика).

Получение результатов измерения с аналоговых датчиков модификации ISSO-IP1A / IP1B происходит методом замера постоянного напряжения на паре сигнальных жил заданной оси.

Каждому датчику прилагается калибровочный лист (рис. 4.1), в котором показана зависимость между выходным напряжением на линии данных и наклоном. Электрические провода датчика подключаются к регистратору или блоку считывания, и текущие показания сравниваются с показаниями калибровки. Следует держать датчик в заданном положении и наблюдать за показаниями. Датчик должен находиться в устойчивом положении. Показания должны быть близки к заводским значениям калибровочного листа. Благодаря сигналу напряжения на выходе, датчик можно подключить к большому количеству устройств сбора данных. Для считывания показаний на месте вручную можно использовать мультиметр или вольтметр.

Этап тестирования: подключите прибор к стабильному источнику питания напряжением 12 Вольт. Диапазоны показаний по осям А и В составляют $\approx -1,9999 \sim 1,9999$ Вольт, изменяйте угол наклона инклинометра, чтоб убедиться, что показания в норме, инклинометр должен выдать стабильные показания, соответствующие калибровочному листу.

Наклон		Измерительная величина			Среднее значение	Точность	
θ	$\sin\theta$	1	2	3			
-12.0	-0.2079	-1.6712	-1.6712	-1.6712	-1.6712	-0.03%	0.01%
-9.0	-0.1564	-1.2580	-1.2579	-1.2580	-1.2579	-0.01%	-0.01%
-6.0	-0.1045	-0.8415	-0.8415	-0.8413	-0.8414	0.00%	-0.01%
-3.0	-0.0523	-0.4227	-0.4226	-0.4225	-0.4226	0.02%	0.00%
0.0	0.0000	-0.0025	-0.0022	-0.0021	-0.0022	0.02%	0.00%
3.0	0.0523	0.4180	0.4182	0.4182	0.4181	0.03%	0.01%
6.0	0.1045	0.8378	0.8380	0.8379	0.8379	0.02%	0.01%
9.0	0.1564	1.2556	1.2559	1.2558	1.2557	0.00%	0.00%
12.0	0.2079	1.6705	1.6708	1.6709	1.6707	-0.05%	-0.01%
/		/	/	/	/	/	/

Датчик температуры является независимым элементом в составе датчика, используйте аппаратный конвертер для считывания и отображения значений в градусах Цельсия. Значение должно быть близко к температуре окружающей среды. Можно использовать омметр или другой цифровой мультиметр для контроля сопротивления термистора. Сопротивление датчика температуры при температуре 25°C составляет около 3000 Ом. Формула расчета температуры:

$$T = \frac{1}{A + B(\ln R) + C(\ln R)^3} - 273.2$$

где; $T = ^\circ\text{C}$.

$\ln R$ = Натуральный Log сопротивления термистора

$A = 1.4051 \times 10^{-3}$ (расчётный коэффициент от -50 °C до +150°C)

$B = 2.369 \times 10^{-4}$

$C = 1.019 \times 10^{-7}$

4.1 Обозначение кабельных жил инклинометра.

ISSO-IPIA /PIB /PIAD скважинный инклинометр использует 8-жильный кабель состоящий из 4 витых пар и одного экранирующего провода. Функция каждой жилы кабеля указана ниже:

Цвет жилы	Модификация прибора				
	ISSO-IPIA-1.1	ISSO-IPIA-1.2	ISSO-PIB-2.1	ISSO-IPIAD-1.1	ISSO-IPIAD-1.2
Красный	12 Вольт +	12 Вольт +	12 Вольт +	12 Вольт +	12 Вольт +
Черный	12 Вольт -	12 Вольт -	12 Вольт -	12 Вольт -	12 Вольт -
Белый	1-я ось, Сигнал +	1-я ось, Сигнал +	1-я ось, Сигнал +	Данные А, Дата +	Данные А, Дата +
Черный, пара с белым	1-я ось, Сигнал -	1-я ось, Сигнал -	1-я ось, Сигнал -	-	-
Зеленый	-	2-я ось, Сигнал +	-	Данные Б, Дата -	Данные Б, Дата -
Черный, пара с зеленым	-	2-я ось, Сигнал -	-	-	-
Синий	Температура, +	Температура, +	Температура, +	-	-
Черный, пара с синим	Температура, -	Температура, -	Температура, -	-	-
Оголенный провод	Экран	Экран	Экран	Экран	Экран

4.2 Тест изоляции.

В отличие от обычных потребителей, датчик содержит высокоточные электронные компоненты и работает в диапазоне низких напряжений, поэтому нельзя использовать традиционный замер сопротивления изоляции для проверки сопротивления изоляции прибора, иначе это может привести к поломке. При замере изоляции необходимо скрутить все жилы кабеля вместе и использовать мегомметр напряжением 50 Вольт или цифровой мультиметр для контроля сопротивления изоляции между жилами и экранирующим проводом, сопротивление изоляции которых должно превышать 2 МОм. Гарантия на прибор не распространяется, если было зафиксировано напряжение в 50 Вольт.

4.3 Компенсация температур.

Влияние температуры окружающей среды на проводимые измерения угла наклона находятся практически на уровне погрешности, каждый датчик оснащен термистором для считывания температуры окружающей среды и это позволяет отличить изменения наклона, вызванные температурой, от изменений, вызванных другими причинами. Термистор выдает переменное выходное сопротивление при изменении температуры. Влияние температур на ISSO-IPIA /PIB /PIAD заключается в том, что выходной сигнал уменьшается на 0,0005 при увеличении на 1°, тогда показание с поправкой на температуру будет вычисляется по формуле: $RT = R + 0.0005 \cdot (T1 - T0)$

4.4 Влияния окружающей среды.

Поскольку целью установки ISSO-IPIA /IPIB /PIAD является мониторинг состояния объекта, необходимо отслеживать и регистрировать факторы, которые могут оказать на это влияние. Кажущиеся незначительными эффекты могут иметь значительное воздействие на поведение контролируемой конструкции и быть признаками потенциальных проблем. Некоторые из этих факторов включают, но не ограничиваются ими: взрывные работы, количество осадков, уровень приливов, этапы и последовательность земляных работ, движение транспорта, вариации температур и барометрических показателей, смена персонала, строительные работы, сезонные изменения и т.д.

5. ОБРАБОТКА ДАННЫХ.

Предположим, как показано на рисунке 5.1, L – расстояние между датчиками в скважине, угол θ показания измерения наклона, тогда смещение между точками A и A' находится по формуле: $D=L \times \sin \theta$.

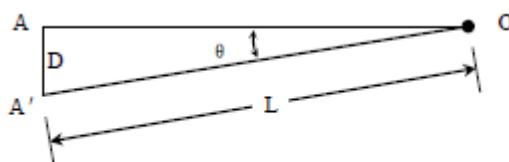


Рис. 5.1 Расчет смещения

При последовательном расположении нескольких приборов рис. 5.2 суммарное смещение этих приборов приведет к получению кривой вертикальной деформации всего профиля скважины. Рассмотрим установку 5 датчиков в горизонтальной скважине, общее вертикальное смещение, генерируемое в конце L , равно: $D = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5$

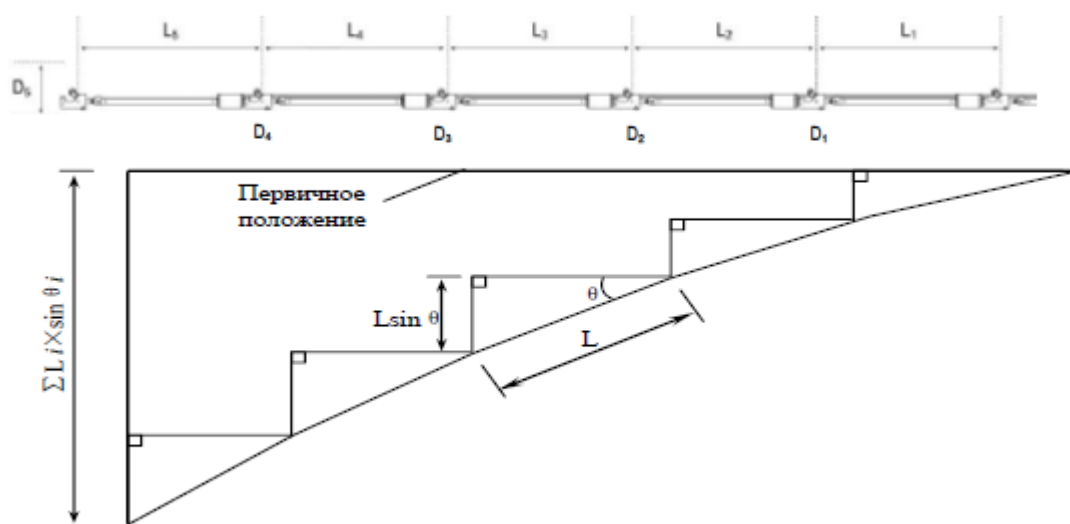


Рис. 5.2 Суммарное смещение инклинометрической системы

6. СБОИ В РАБОТЕ.

Техническое обслуживание и устранение неисправностей модели ISSO - IPIA /IPIB /IPIAD, сводятся к периодическим проверкам качества кабельных соединений. Вышеуказанные инклинометры изготовлены герметичными, и в них нет деталей, которые подлежат обслуживанию пользователем.

Ознакомьтесь со следующим списком проблем и возможных решений. В случае возникновения затруднений, обратитесь к производителю за дополнительной информацией по устранению возможных неполадок.

Неисправность: Показания датчика нестабильны

✓ Нет ли поблизости источник электрических помех? Наиболее вероятными источниками таких помех являются двигатели, генераторы и антенны. Убедитесь, что провод отвода защитного экрана заземлен, независимо от того, используется ли портативный считыватель или регистратор данных.

✓ Ознакомьтесь со следующим списком проблем и возможных решений. В случае возникновения затруднений, обратитесь к производителю за дополнительной информацией по устранению возможных неполадок.

Неисправность: Нет показаний датчика

✓ Не повреждён ли кабель? Это можно проверить с помощью омметра. Номинальное сопротивление терморезистора составляет 3000 Ом при температуре 25°C. Если известна приблизительная температура, можно оценить сопротивление выводов термистора и использовать его для проверки кабеля. Если сопротивление бесконечно или очень высокое (мом), возможно порван провод. Если сопротивление очень низкое (<20 Ом) вероятно короткое

✓ Работает ли индикатор или регистратор данных с другим датчиком наклона? Если нет, возможно, неисправен индикатор либо регистратор.

Неисправность: Сопротивление термистора очень высокое

✓ Нет ли обрыва в цепи? Проверьте все соединения, клеммы и розетки.

Неисправность: Сопротивление термистора очень низкое

✓ Нет ли короткого замыкания? Проверьте все соединения и клеммы.

7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Не допускается вскрытие корпуса инклинометра. При обнаружении неисправности до установки в рабочее положение ремонт может быть произведен только организацией-изготовителем либо специализированными организациями, сертифицированными организацией-изготовителем.

Инклинометры скважинные не требуют проведения периодического обслуживания. Проверки необходимо проводить при возникновении подозрений в некорректности результатов измерений.

8. ХРАНЕНИЕ

Инклинометры скважинные должны храниться в индивидуальной упаковке в закрытом вентилируемом помещении при температуре -30 ... +50 °C. Влажность воздуха не должна превышать 80% при температуре +25°C. В воздухе помещения не должно быть пыли и примесей, вызывающих коррозию или повреждение электрической изоляции.



Общество с ограниченной ответственностью Научно-
Технический Центр «Комплексные системы мониторинга»
Адрес: ул. Фучика, д.4, лит. К, пом. 12Н, офис 408,
Санкт-Петербург, Россия, 192102

Тел: +7 (812) 775-10-82

Сайт: www.ntc-ksm.ru

E-mail: office@ntc-ksm.ru

9. УТИЛИЗАЦИЯ

Утилизацию инклинометра скважинного производит потребитель.