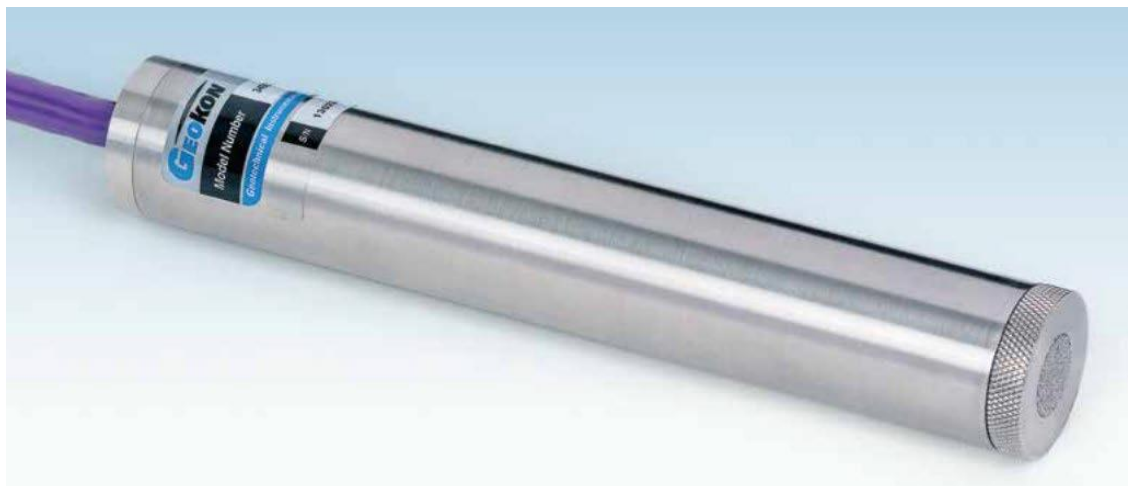


Инструкция по эксплуатации

Модель серии 3400

Полупроводниковый пьезометр



Никакая часть данной инструкции по эксплуатации никоим образом не может быть воспроизведена без письменного согласия компании Geokon, Inc.

Подразумевается, что информация, содержащаяся в данном документе, является точной и надежной. Тем не менее, компания Geokon, Inc. не несет ответственность за ошибки, упущение и неправильное истолкование. Данная информация может быть изменена без уведомления.

Copyright © 1984-2019 by Geokon®
(Doc Rev L, 04/30/2019)

Положение о гарантии

Компания Geokon, Inc. предоставляет гарантию на отсутствие дефектов материалов и производственных дефектов при нормальной эксплуатации устройства в течение 13 месяцев с даты приобретения. В случае неисправности устройства его следует вернуть на завод для проведения экспертизы, стоимость перевозки должна быть оплачена до отправки. После проверки компанией Geokon, если будет установлено, что устройство дефектное, оно будет бесплатно отремонтировано или заменено. Однако, ГАРАНТИЯ считается УТРАТИВШЕЙ СИЛУ, если будут выявлены признаки неправильного использования, или оно было повреждено в результате избыточной коррозии или избыточного тока, тепла, влаги или вибрации, непригодных технических характеристик, неправильного применения или использования, или других условий эксплуатации, находящихся вне контроля компании Geokon. Гарантия не распространяется на компоненты устройства, которые изношены или повреждены в результате неправильного использования. Это относится к предохранителям и батареям.

Компания Geokon выпускает научные приборы, неправильное использование которых может быть опасно. Такие приборы должны устанавливаться и эксплуатироваться только персоналом с надлежащей квалификацией. Других гарантий, кроме указанной в данном документе, не предусмотрено. Также отсутствуют и другие гарантии, выраженные явно или подразумеваемые, в том числе и подразумеваемые гарантии товарного состояния и пригодности для использования по назначению. Компания Geokon не несет ответственность за какие-либо повреждения или ущерб, причиненный другому оборудованию, прямой, косвенный, случайный, специальный или являющийся следствием, который покупатель может понести в результате установки или использования изделия. Единственное средство правовой защиты покупателя за любое нарушение данного соглашения компанией Geokon или нарушение любой гарантии компанией Geokon не должно превышать цену покупки, уплаченную покупателем компании Geokon за изделие или изделия, или оборудование, на которое непосредственно повлияло такое нарушение. Ни при каких обстоятельствах компания Geokon не возместит заявителю претензии потери, понесенные при перемещении и/или повторном монтаже оборудования.

При подготовке инструкций и/или программного обеспечения были предприняты все меры для обеспечения точности, тем не менее, компания Geokon, Inc не несет ответственность ни за какие-либо упущения или ошибки, которые могут появиться, ни за повреждения или ущерб, который появился в результате использования изделия в соответствии с информацией, содержащейся в инструкции по эксплуатации или в программном обеспечении.

Оглавление

1. Принцип работы	5
2. Предварительные испытания	6
3. Пропитка фильтра	7
3.1. Пропитывающие входные фильтры пониженного давления (стандартные)	7
3.2. Пропитывающие входные керамические фильтры повышенного давления	7
3.2.1. Фильтры на один бар	7
3.2.2. Фильтры на два бара и более высокое давление	8
3.3. Модель 3400DP	8
4. Установка	9
4.1. Установка показания нулевого давления	9
4.2. Установка в скважинах	9
Установка А:	9
Установка Б:	10
4.3. Установка в насыпях и дамбах	11
4.4. Установка втапливанием или вдавливанием в мягкий грунт	13
4.5. Установка в обсадных трубах и колодцах	14
4.6. Датчик/преобразователь модели 3400Н	15
4.7. Сращивание кабеля и распределительные коробки	15
Рисунок 7 - Типовая установка с несколькими пьезометрами	15
4.8. Электрические помехи	16
4.9. Защита от замерзания	16
4.10. Молниезащита	16
5. Процедуры снятия показаний	18
5.1. Начальные показания	18
5.2. Входное напряжение	18
5.3. Преобразование в давление	18
5.4. Измерение температуры	18
5.5. Калибровка	19
Протокол калибровки тензодатчика давления	20
Протокол калибровки тензодатчика давления	22
Протокол калибровки тензодатчика давления	24
6. Обработка данных	25
6.1. Вычисление давления	25
6.2. Температурная поправка	26
6.3. Поправка на атмосферное давление	26

7. Поиск и устранение неисправностей.....	26
Приложение А. Технические характеристики.....	28
А.1. Технические характеристики серии 3400.....	28
А.2. Термистор (Также смотрите Приложение В).....	29
Приложение Б. Температурные отклонения термистора.....	30
Приложение В. Схемы электропроводки.....	31
С.1. Выход мВ на В.....	31
С.2. Ноль к выходу 5 В постоянного тока.....	31
С.3. Выход от 4 до 20 мА.....	31

1. Принцип работы

Пьезометры Geokon модели 3400 предназначены для динамического измерения давления жидкостей и/или поровой воды в обсадных трубах, скважинах, насыпях, трубопроводах, сосудах под давлением, резервуарах и так далее. Также они используются для передачи данных о статическом давлении в случаях, когда измерительная система не совместима с вибрационными струнными датчиками/преобразователями. Сборочный узел пьезометра показан на Рисунке 1.

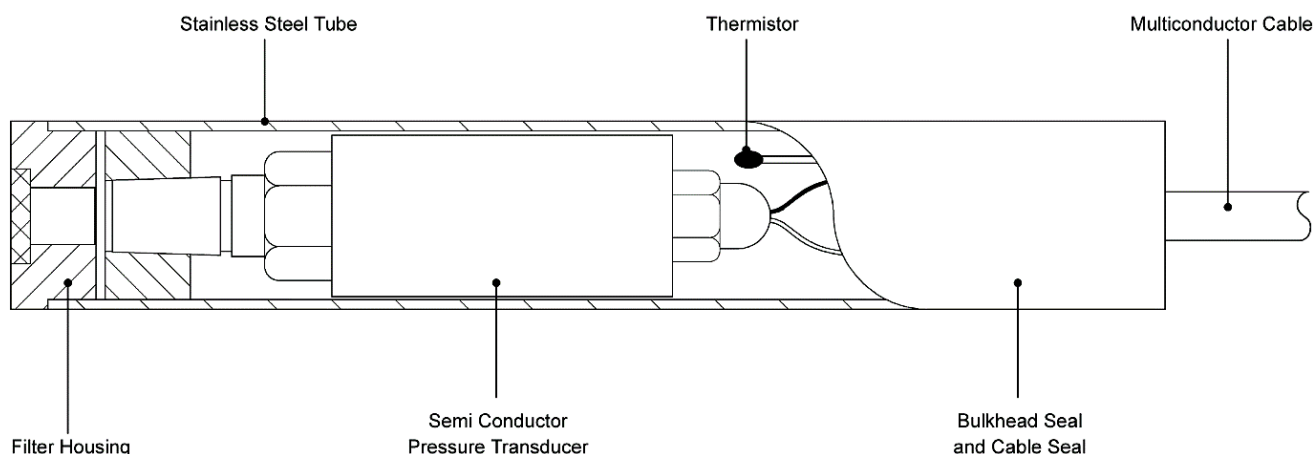


Рисунок 1 – Сборочный узел пьезометра модели 3400

Stainless steel tube =	Трубка из нержавеющей стали	Thermistor =	Термистор	Multiconductor cable =	Многожильный провод
Filter housing =	Кожух фильтра	Semiconductor pressure transducer =	Полупроводниковый датчик давления	Bulkhead seal and cable seal =	Герметичная переборка и герметизация кабеля

Стандартный датчик давления выполнен на полупроводниках. Выходной сигнал датчика может составлять 100 мВ/В, от 0 до 5 В, или от 4 до 20 мА, по выбору пользователя. Датчик давления размещен внутри трубки из нержавеющей стали диаметром 32 мм (по стандарту 304 SS или опционально 316 SS в случае агрессивной окружающей среды). На одном торце трубке расположен корпус фильтра, пропускающего воду, но препятствующего проникновению частиц почвы. На другом конце трубки имеется герметичная переборка и герметизация кабеля для воспрепятствования попадания воды на заднюю сторону датчика. Термистор, расположенный внутри главного корпуса, обеспечивает измерение температуры.

В качестве выходного кабеля используется многожильный провод, содержащий от двух до четырех экранированных пар проводов, в зависимости от выхода датчика. Тип напряжения, как правило, считывается методом удаленной телеметрии. Модели с низким давлением могут сообщаться с атмосферой через вентиляционную трубку внутри кабеля. Если влияние изменений барометрического давления на датчик необходимо устранить, то вентиляция датчика обязательно.

В случаях, когда используется вентиляция, наружный конец вентиляционной трубки следует подсоединить к влагопоглощающей камере, чтобы воспрепятствовать попаданию влаги на датчик.

2. Предварительные испытания

- После получения пьезометра, подсоедините его к измерительной блоку, используя схемы соединения, приведенные в Приложении В, и проверьте, что показание нулевого давления находится в пределах 1% значения полной шкалы, показанного в калибровочной карте, после выполнения надлежащих корректировок на барометрическое давление, высоту над уровнем моря и температуру.
- Приложите к пьезометру давление или вакуум, и убедитесь в том, что реакция измерительного блока адекватная.
- Проверьте сопротивление изоляции. Для измерения сопротивления между каким-либо проводником и экраном используйте омметр. Величина сопротивления должна превышать 50 МОм.
- При проверке калибровки убедитесь в том, что величина поданного давления надлежащая. Следует осознавать, что калибровки, проведенные посредством поднимания и опускания пьезометра внутри скважины или колодца, могут пострадать из-за смещения уровня воды, вызванного изменением объемов погружаемого кабеля.

Калибровки, выполняемые таким образом, следует выполнять с удаленным кожухом фильтра. Если фильтр остался на своем месте, убедитесь, что он полностью пропитан, и что пространство между фильтром и датчиком заполнено водой. Убедитесь, что выделено достаточное время (от 15 до 20 минут) для того, чтобы пьезометр достиг теплового равновесия, прежде чем начинать испытание.

3. Пропитка фильтра

Предупреждение! Не давайте возможности пьезометру заморозиться, как только пропитан щебеночный фильтр!

В разделе 4.9 приведена информация о защите пьезометра от замерзания.

Большинство фильтров можно снять для насыщения, а потом повторно собрать. Для поддержания уровня пропитки устройство следует держать под водой до его установки. Если пьезометр используется в обсадной трубе, в которой он будет часто подниматься и опускаться, кожух фильтра может разболтаться с течением времени, и может потребоваться несменяемый узел фильтра. Съемный фильтр может быть установлен на длительный срок посредством кернения трубки пьезометра размером примерно от 1/16" до 1/8" за стыковочным узлом фильтра.

Соли, находящиеся в воде, будут осаждаться на щебеночный фильтр, вызывая его закупоривание, если его полностью высушить. Щебеночные фильтры можно заменить экранами для установок в обсадных трубах. Экраны, имеющиеся в наличии у компании Geokon, собирают соль и закупориваются с меньшей вероятностью, чем стандартные фильтры.

3.1. Пропитывающие входные фильтры пониженного давления (стандартные)

Для обеспечения точных результатов необходима полная пропитка фильтра. При погружении пьезометра в воду, вода проникает в фильтр, сжимая воздух в пространстве между щебеночным фильтром и чувствительной к давлению диафрагмой. Через какое-то время воздух растворится в воде, фильтр и пространство над ним полностью заполнятся водой.

Для ускорения процесса пропитки удалите фильтр с пьезометра, аккуратно поворачивая и вытягивая сборочный узел фильтра (корпус) (или отвинтите наконечник пьезометра для модели 3400DP). Удерживайте пьезометр с выровненным фильтром и заполните пространство над диафрагмой водой. Медленно замените кожух фильтра, позволяя воде проходить через щебеночный фильтр, как только он установлен. Для пьезометров с диапазоном ниже чем 10 фунт/дюйм² (0,069 МПа) снимите показания с измерительного блока при переустановке кожуха фильтра для того, чтобы обеспечить, что пьезометр не вышел за пределы диапазона.

3.2. Пропитывающие входные керамические фильтры повышенного давления

Из-за входных характеристик сжатого воздуха керамического фильтра деаэрация играет важную роль. Для различных значений воздуха на входе требуются различные процедуры пропитки.

3.2.1. Фильтры на один бар

- 1) Удалите фильтр с пьезометра аккуратно поворачивая и вытягивая сборочный узел фильтра (корпус)
- 2) Прокипятите узел фильтра в дезаэрированной воде.
- 3) Заново соберите пьезометр под поверхностью контейнера с дезаэрированной водой. Используйте измерительный блок при установке фильтра для отслеживания давления диафрагмы. Если пьезометр начинает выходить за пределы диапазона, дайте давлению сброситься перед дальнейшим продавливанием.
- 4) Убедитесь в том, что в полость датчика не попал воздух.

3.2.2. Фильтры на два бара и более высокое давление

Соответствующая процедура деаэрации и пропитки этих фильтров достаточно сложная; поэтому рекомендуется, чтобы пропитка производилась на заводе компанией Geokon. Если пропитку надо осуществлять в полевых условиях, то следует строго соблюдать нижеприведенные инструкции:

- 1) Поместите собранный пьезометр фильтром вниз в вакуумную камеру, в которой имеется впускное отверстие на дне для деаэрированной воды.
- 2) Закройте вход воды и откачайте воздух из камеры. Следует наблюдать за датчиком в момент выкачивания воздуха из камеры.
- 3) При достижении максимального вакуума пустите деаэрированную воду в камеру, пока она не достигнет высоты в несколько дюймов над фильтром пьезометра.
- 4) Закройте впускное отверстие.
- 5) Сбросьте вакуум.
- 6) Наблюдайте за выходом датчика. На полную пропитку и подъем давления до нулевого значения может потребоваться около 24 часов.
- 7) После пропитки преобразователь следует держать в контейнере с деаэрированной водой до его установки. При деаэрации на заводе с пьезометром используется специальная крышка, чтобы сохранять пропитку.

3.3. Модель 3400DP

Пьезометр наконечника обсадной трубы 3400DP деаэрирован таким же образом, как и модели 3400, сначала следует открутить наконечник узла пьезометра, а затем следовать инструкциям для модели 3400.

4. Установка

Перед установкой убедитесь в том, что щебеночный фильтр полностью пропитан (смотрите Раздел 3), и что пространство между щебеночным фильтром и диафрагмой датчика заполнено водой.

Предупреждение! Не допускайте оледенения пьезометра, как только щебеночный фильтр пропитан!

4.1. Установка показания нулевого давления

Во многих случаях важно установить точное показание нулевого давления на рабочей площадке при известных условиях барометрического давления и температуры. Ниже приведены важные процедуры:

- 1) Или полностью снимите кожух фильтра (предпочтительно), или убедитесь в том, что щебеночный фильтр пропитан, а пространство между фильтром и диафрагмой датчика заполнено водой.
- 2) Опускайте пьезометр в скважину или колодец до тех пор, пока он не будет слегка над поверхностью воды.
- 3) Перед снятием показаний подождите 15 – 20 минут, пока температура не стабилизируется.

4.2. Установка в скважинах

Пьезометры Геокоп можно устанавливать в обсаженных и необсаженных скважинах, в конфигурации как одиночного пьезометра, так и нескольких пьезометров. Если необходимо отслеживать поровое давление в конкретной зоне, то следует обратить особое внимание на метод герметизации скважины

Скважина должна простираться на 6 – 12 дюймов (15,24 – 30,48 см) ниже предполагаемого размещения пьезометра. Скважина должна быть пробурена без использования бурового раствора или без использования таких материалов, которые быстро деградируют, как, например, Revert™. Скважину надо промыть от буровых отходов. Засыпьте скважину чистым мелким песком до точки в 6 дюймов (15,24 см) ниже желаемого положения наконечника пьезометра. Затем пьезометр можно будет опустить в это положение. (Предпочтительно, чтобы пьезометр был помещен в брезентовый чехол, содержащий чистый, пропитанный песок). Пока прибор удерживается в данном положении (полезно промаркировать кабель), заполните скважину частым мелким песком на высоту в 6 дюймов (15,24 см) выше пьезометра.

Ниже приведено подробное описание трех различных методов изоляции контролируемой зоны.

Установка А:

Сразу же над зоной, заполненной чистым, мелким песком, которая называется «зона сбора», скважину следует загерметизировать непроницаемым цементно-бentonитовым раствором, или чередующимися слоями засыпки бентонита и песка, утрамбованного по месту на величину в один фут (30,48 см) с последующей обычной засыпкой. (Смотрите Рисунок 2).

Если необходимо использовать несколько пьезометров в одиночной скважине, бентонит и песок следует утрамбовать по месту ниже и выше верхних пьезометров, также, как и в промежутках между зонами пьезометров. При использовании оборудования для утрамбовки следует обращать особое внимание на то, чтобы оболочка кабеля пьезометров была не повреждена при установке, так как это может привести к возможной утечке давления в кабеле.

Установка Б:

Скважина заполнена из «зоны сбора» по восходящей смеси непроницаемого (непромокаемого) бентонита. (Смотрите Рисунок 2).

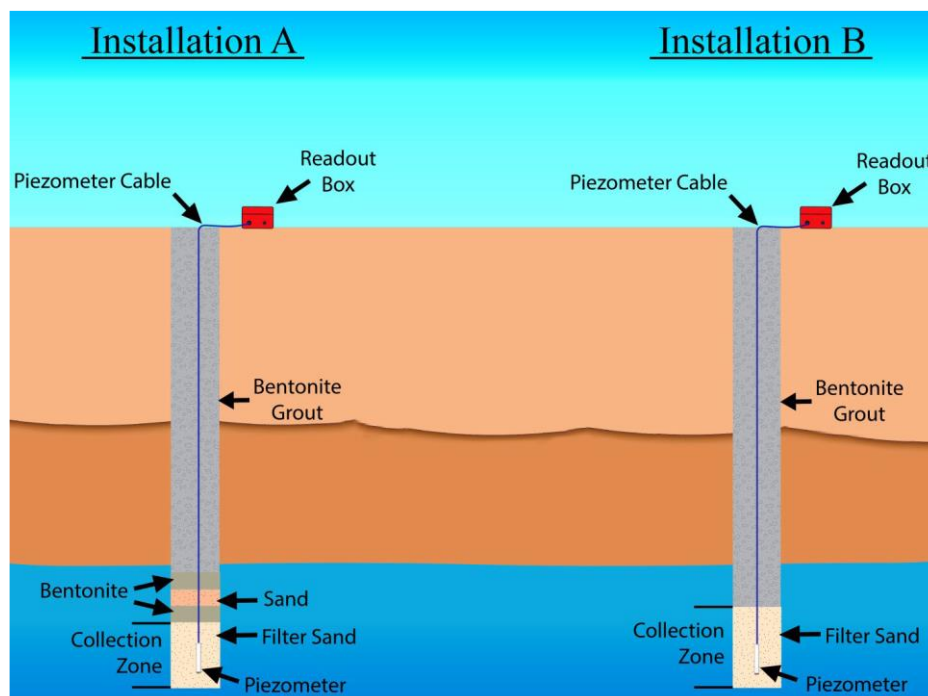


Рисунок 2 - Типовые установки в скважинах

Installation A =	Установка А	Installation B =	Установка В	Piezometer cable =	Кабель пьезометра
Readout box =	Измерительный блок	Bentonite grout =	Бентонитовая смесь	Bentonite =	бентонит
Sand =	Песок	Collection zone =	Зона сбора	Filter sand =	Песок фильтра
Piezpmeter =	Пьезометр				

Установка В:

Следует отметить, что так как вибрационный струнный пьезометр в основном является измерительным прибором без потока, то не требуются зоны сбора существенного размера. Пьезометр можно размещать с непосредственным контактом с большинством материалов, при условии, что мелкозернистые частицы не могут проходить через фильтр. По последним представлениям не обязательно обеспечивать зоны песка, и пьезометр можно залить раствором непосредственно в скважине, используя только бентонито-цементный раствор. Тем не менее, были получены хорошие результаты при размещении пьезометра в брезентовом чехле, заполненном песком, до заливки раствора.

Общим правилом для установки пьезометров таким способом является использование бентонитового раствора, который имитирует прочность окружающего грунта. Особое внимание следует уделить соотношению воды и цемента. Это осуществляется *при начальном смешивании цемента с водой*. Использование бурового насоса для размешивания смеси в бочке или чане емкостью от 50 до 200 галлонов (227,5 – 910 литров) является наиболее эффективным способом для перемешивания этих двух субстанций.

Любой тип бентопорошка в комбинации с портланд цементом типа 1 или 2 можно использовать для бурового раствора. В какой-то степени точное количество требуемого бентонита будет изменяться. В Таблице 1 показаны две возможных смеси для прочности 50 psi (0,34 Мпа) и 4 psi (0,028 Мпа).

	Смесь 50 фунт/дюйм ² (0,34 Мпа) для твердого и среднего грунта		Смесь 4 фунт/дюйм ² (0,028 Мпа) для мягкого грунта	
	Количество	Весовое соотношение	Количество	Весовое соотношение
Вода	30 галлонов (136,5 л)	2,5	75 галлонов (341,3 л)	6,6
Портландцемент	94 фунта (42,7 кг) (один мешок)	1	94 фунта (42,7 кг) (один мешок)	1
Бентонит	25 фунтов (11,35 кг) (как указано)	0,3	39 фунтов (17,7 кг) (как указано)	0,4
Примечание:	28-дневная прочность на сжатие этой смеси примерно 50 фунт/дюйм ² (0,34 Мпа), аналогично очень плотной (среднепластичной) – плотной глине. Модуль примерно равно 10,000 фунт/дюйм ²		28-дневная прочность на сжатие этой смеси примерно 4 фунт/дюйм ² (0,028 Мпа), аналогично очень мягкой глине.	

Таблица 1 – соотношения Цемент/Бентонит/Вода

Добавьте измеренное количество чистой воды в бочку, потом постепенно добавляйте цемент в правильном весовом соотношении. Медленно добавляйте бентопорошок таким образом, чтобы не образовывались комочки. Продолжайте добавлять бентонит до тех пор, пока водная смесь не достигнет маслянистой/вязкой консистенции. Пусть смесь сгущается в течение 5 – 10 минут. Добавляйте еще бентонит (как указано) до тех пор, пока смесь не станет гладкой, как густой крем, похожей на тесто для блинов. Теперь смесь настолько тяжелая, насколько допустимо для выкачивания.

При выкачивании раствора (до тех пор, пока бетонолитная труба не останется на месте), вытаскивайте бетонолитную трубу после каждого замеса на величину, соответствующую уровню раствора в скважине.

ВНИМАНИЕ! Если раствор закачивается в скважину, а не в бетонолитную трубу, то существует опасность, что пьезометр окажется за пределами диапазона и будет поврежден. Следует избегать непосредственного закачивания в скважину. Рекомендуется считывать показания пьезометра при закачивании.

Более подробная информация по заливке раствором приведена в работе Миккельсона и Грина «Пьезометры в скважинах, полностью залитых раствором» Миккельсона (“Piezometers in Fully Grouted Boreholes” Mikkelson, Green), научные труды Полевые Измерения в Геомеханике, Осло 2003. Данные труды имеются в наличии у компании Geokon.

4.3. Установка в насыпях и дамбах

Пьезометры Geokon обычно поставляются вместе с кабелем, укладываемым непосредственно в грунт, пригодным для использования в насыпях, таких как насыпи у дорог или дамбы, как в ядро насыпи, так и в окружающие материалы.

При установке в рыхлые наполнители, пьезометр можно разместить непосредственно в наполнителе, или, при наличии крупных фракций, в карман с насыщенным песком в наполнителе. При установке в крупнозернистые фракции следует предпринять дополнительные меры для защиты кабеля от повреждений.

В таких наполнителях, как непроницаемое ядро плотины, где может быть потребуется измерить отрицательное поровое давление воды (в отличии от порового давления воздуха) часто используется керамический наконечник с входным сжатым воздухом. Такой тип фильтра следует аккуратно разместить в непосредственном контакте с уплотненным заполняющим материалом. (Смотрите Рисунок 3).

Кабели обычно устанавливаются внутри неглубоких траншей с заполняющим материалом, состоящим из мелкозернистой субстанции. Такой наполнитель обычно уплотняется вручную вокруг кабеля.

Бентонитовые пробки размещаются через равные промежутки, чтобы воспрепятствовать перемещению воды вдоль кабеля. В зонах с высоким трафиком и в материалах, демонстрирующих резко выраженную неустойчивость следует использовать особо прочный армированный кабель.

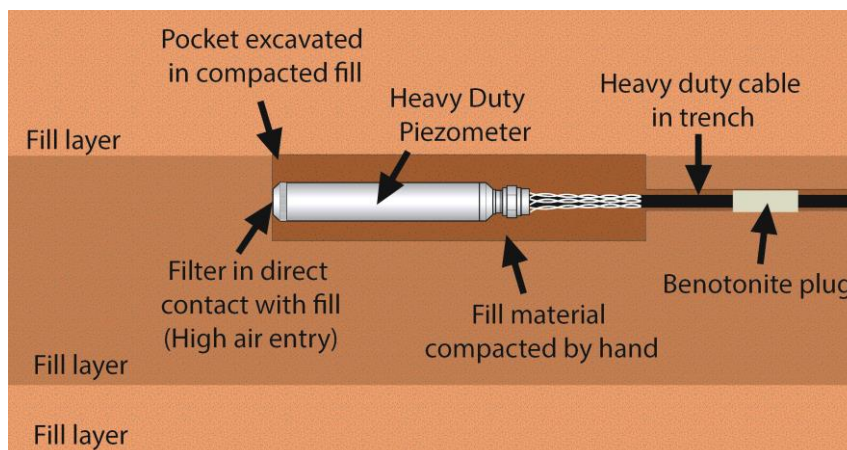


Рисунок 3 - Входной фильтр сжатого воздуха

Pocket excavated in compacted fill =	Вырытая полость в утрамбованной засыпке	Heavy duty piezometer =	Пьезометр повышенной прочности	Heavy duty cable in trench =	Кабель повышенной прочности в траншее
Filter in direct contact with fill (high air entry) =	Фильтр в прямом контакте с засыпкой (вход сжатого воздуха)	Fill layer =	Слой заливки	Fill material compacted by hand =	Материал засыпки, утрамбованный вручную
Benotinite plug =	Бентонитовая пробка				

В частично пропитанных заполнениях (если необходимо измерять только поровое давление воздуха), стандартный наконечник достаточен. Следует отметить, что стандартный шероховатый наконечник (вход воздушного подпора) измеряет давление воздуха, когда имеется разница между поровым давлением воздуха и поровым давлением воды. Разница между двумя этими значениями имеет место из-за капиллярного всасывания в грунте. Согласованное мнение относительно этого - это то, что данная разница не имеет последствий для стабильности насыпи.

Фильтр с шероховатым наконечником подходит для большинства рутинных измерений. Оба типа установки показаны на Рисунке 3, а установка, показанная на Рисунке 4, может использоваться со стандартным фильтром пьезометра.

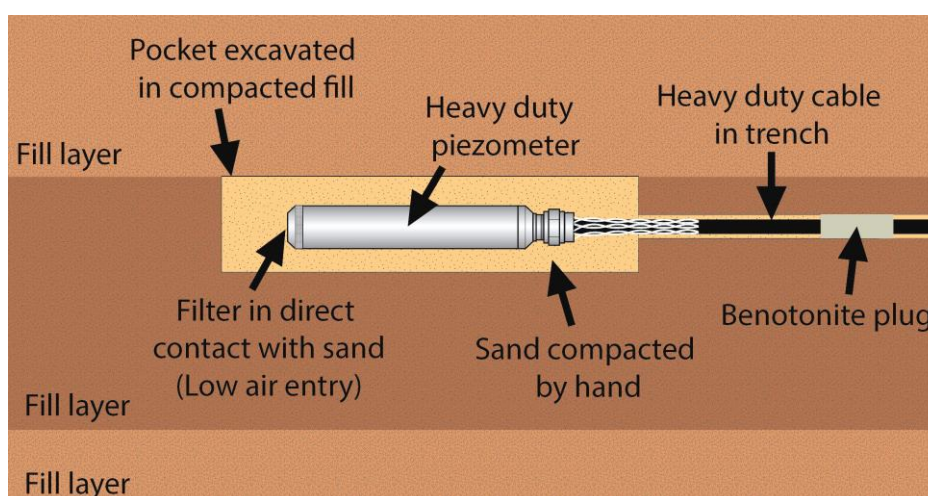


Рисунок 4 – входные фильтры воздушного подпора ТОЛЬКО

Pocket excavated in compacted fill =	Вырытая полость в утрамбованной засыпке	Heavy duty piezometer =	Пьезометр повышенной прочности	Heavy duty cable in trench =	Кабель повышенной прочности в траншее
Filter in direct contact	Фильтр в прямом контакте с	Fill layer =	Слой заливки	Sand compacted	песок, утрамбованный

with fill (high air entry) =	засыпкой (вход воздушного подпора)			by hand =	вручную
Benotinite plug =	Бентонитовая пробка				

4.4. Установка втапливанием или вдавливанием в мягкий грунт

Пьезометр модели 3400DP предназначен для втапливания в мягкие грунты. В мягких грунтах трудно обеспечить, чтобы скважина была открытая. Пьезометр модели 3400DP может полностью устранить необходимость в скважине. Устройство непосредственно подсоединяется к буровой штанге (AW, EW или другой) и вдавливается в грунт, или руками или гидравликой на буровой установке. (Смотрите Рисунок 5). Устройство можно также вдавить в грунт, но есть вероятность, что силы тяги могут сместить нулевое показание.

Для эффективного функционирования пьезометра модели 3400DP почва должна быть в относительно мягком состоянии. Мягкие грунты (такие, как глины или илистые грунты) с количеством ударов при динамическом зондировании грунтов менее 10 являются идеальными. В полутвердых грунтах можно пробурить отверстие, а затем протолкнуть пьезометр 3400DP только на несколько футов ниже дна отверстия, но в случае, если грунт слишком твердый, датчик может выйти за пределы диапазона или даже повредиться.

Пьезометр должен быть подключен к измерительному блоку и быть под контролем во время установки. Если давление достигло или превысило диапазон калибровки, то установку следует остановить. Дайте давлению упасть прежде чем продолжить.

Буровую штангу можно оставить или ее можно убрать. Если ее надо убрать, то 5-футовая секция штанги EW (или AW) с противодействующим подхватами и левосторонней резьбой непосредственно подсоединяются к наконечнику пьезометра. Эта секция отсоединяется от остальной буровой штанги посредством поворота по часовой стрелке. Противодействующие подхваты препятствуют поворачиванию штанги EW. В компании Geokon в наличии имеется левосторонний/правосторонний адаптер. Этот адаптер возвращается обратно вместе с буровой штангой.

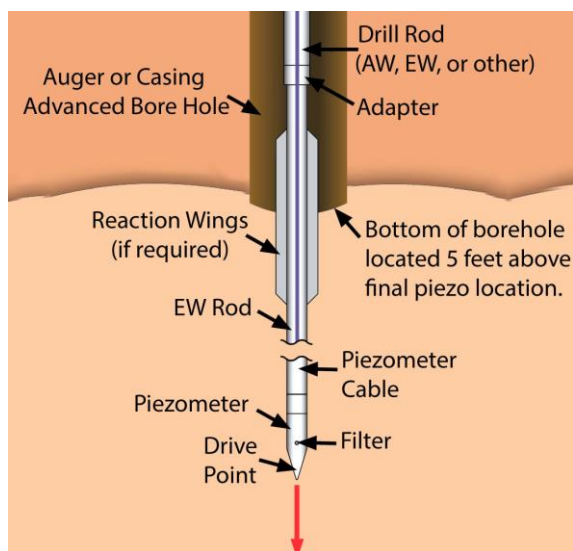


Рисунок 5 - Типовая установка в мягкий грунт

Auger or casing advanced bore hole =	Буровая или обсадная передовая скважина	Drill rod (AW, EW or other) =	Буровая штанга (AW, EW или другой тип)	Reaction wings (if required) =	Противодействующие подхваты (если требуются)
Bottom borehole located 5 feet above final piezo location =	Дна скважины, расположенное на 5 футов выше конечного положения пьезометра	EW rod =	Штанга EW	Piezometer cable =	Кабель пьезометра
Piezometer =	Пьезометр	Drive point =		Filter =	Фильтр
		Adapter =	Адаптер		

4.5. Установка в обсадных трубах и колодцах

- 1) Пропитайте щебеночный фильтр (Раздел 3) и установите начальное нулевое показание в последовательности, описанной в Раздел 4.1. **(Предупреждение! Не допускайте замерзания пьезометра после того, как пропитан щебеночный фильтр!).**
- 2) Сделайте отметку на кабеле в том месте, где верхушка колодца или обсадной трубы будет находиться при достижении пьезометром заданной глубины. (Диафрагма пьезометра располагается на расстоянии $\frac{3}{4}$ дюйма (1,9 см) над наконечником пьезометра).
- 3) Опустите пьезометр в обсадную трубу/колодец.
- 4) Убедитесь в надежном подсоединении кабеля, чтобы предотвратить соскальзывание пьезометра дальше в колодец, что будет причиной ошибок в показаниях.

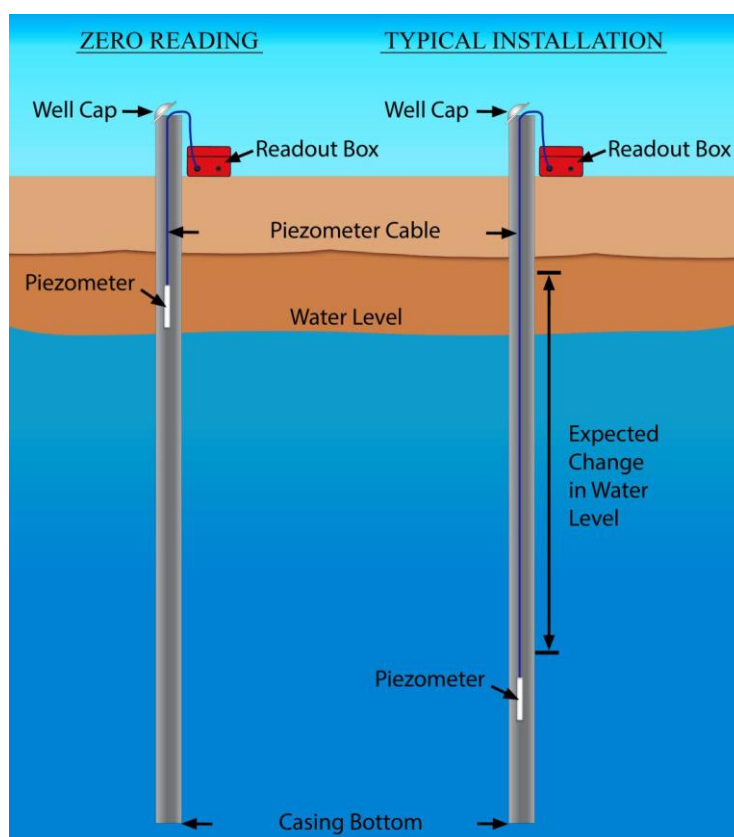


Рисунок 6 - Типовая установка для контроля уровня

Zero reading =	Нулевое показание	Well cap =	Крышка колодца	Piezometer =	Пьезометр
Typical installation =	Типовая установка	Readout box =	Измерительный блок	Water level =	Уровень воды
Expected change in water level =	Ожидаемое изменение уровня воды	Casing bottom =	Дно обсадной трубы		

Не рекомендуется устанавливать пьезометр в колодцах или обсадных трубах, в которых поблизости будет находиться электрический насос или кабель. Электрические помехи от этих источников могут быть причиной нестабильных показаний. Если нельзя избежать установки в таких условиях, то пьезометр должен быть помещен в часть стальной трубки. В ситуациях, когда в обсадных трубах используются уплотнители, следует быть внимательным, чтобы избежать повреждения изоляции кабеля уплотнителем, так как это может быть причиной возможного падения давления в кабеле.

4.6. Датчик/преобразователь модели 3400Н

При подсоединении преобразователя модели 3400Н к наружной арматуре, арматура должна быть затянута в гнезде с ¼-18 NPT (американская нормальная коническая трубная резьба) с помощью гаечного ключа на плоскостях на кожухе датчика/преобразователя. Избегайте затягивания поблизости к закрытой системе, так как процесс затягивания арматуры может вывести датчик/преобразователь за пределы диапазона и полностью разрушить его. В случае сомнений, подсоедините прибор к измерительному блоку и снимайте показания во время затягивания. Для более легкого и неподвижного соединения с преобразователем рекомендуется применять на резьбе герметизирующую тефлоновую ленту.

4.7. Сращивание кабеля и распределительные коробки

Сращивание кабеля желательно свести к минимуму, так как изменения в сопротивления кабеля могут привести к изменениям в калибровке, если не используются дистанционные методы мониторинга или выход 4 – 20 мА.

Модель 3400 использует полупроводниковый датчик и, таким образом, имеет слабый выходной сигнал. **В случае повреждения кабеля или ненадлежащего сращивания кабеля, выходные сигналы могут быть сильно ослаблены. Поэтому, крайне необходимо обеспечить высокую степень защиты кабеля. Если необходимо сращивание кабеля, то следует использовать только признанные методы высококачественного сращивания.** При сращивании необходимо обеспечить полную водонепроницаемость. Компания Geokon рекомендует использовать комплекты для сращивания, включающие в себя оболочку с заполнением эпоксидной смолой.

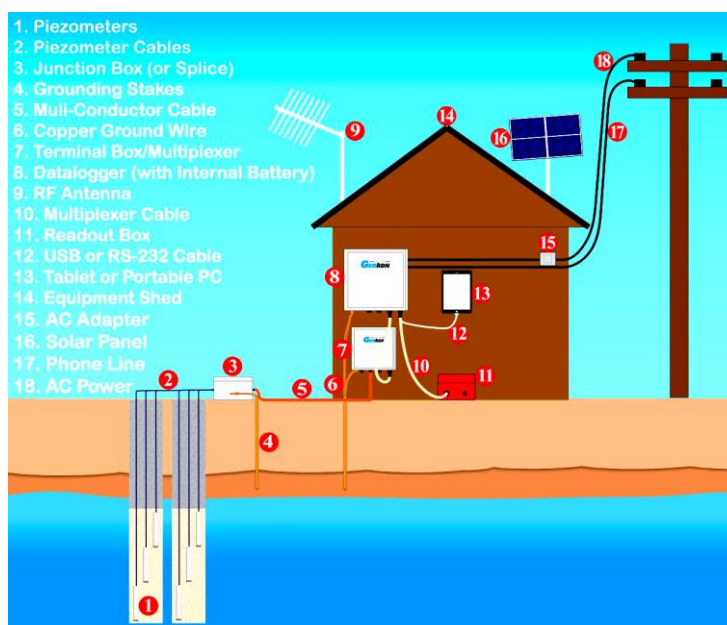


Рисунок 7 - Типовая установка с несколькими пьезометрами

1	Пьезометры	2	Кабели пьезометров	3	Распределительная коробка (или сращивание)
4	Кольшки заземления	5	Многожильный кабель	6	Медный провод заземления
7	Клеммная коробка/Мультиплексор	8	Устройство регистрации данных (с внутренней батарейкой)	9	Радиочастотная антенна
10	Кабель мультиплексора	11	Измерительный блок	12	USB или RS-232 кабель
13	Планшет или портативный ПК	14	Помещение для оборудования	15	Адаптер переменного тока
16	Панель солнечных батарей	17	Телефонная линия	18	Сеть переменного тока

Для сращивания следует использовать высококачественный кабель типа витая пара, со 100% экранированием и встроенным экранированным проводом заземления. При сращивании очень важно, чтобы экранированные провода заземления срачивались вместе! Наборы для сращивания, рекомендуемые компанией Geokon, включают в себя литые формы, которые помещаются вокруг сращивания, а затем заливаются эпоксидной смолой для обеспечения водонепроницаемости соединений. При надлежащем выполнении такой тип сращивания эквивалентен или даже лучше, чем просто кабель в отношении прочностных и электрических характеристик. Обратитесь в компанию Geokon за материалами для сращивания и дополнительными инструкциями по выполнению сращивания кабеля.

Распределительные и клеммные коробки имеются в наличии в компании Geokon для всех типов применений. К тому же, также имеются в наличии портативные измерительные блоки и устройства регистрации данных. На Рисунке 7 приведены примеры. Обратитесь в компанию Geokon за конкретной информацией в отношении конкретных применений.

4.8. Электрические помехи

Кабели КИП следует прокладывать как можно дальше от возможных источников электрических помех, как, например, электросеть, генераторы, двигатели, трансформаторы, сварочные аппараты и так далее. Кабели никогда нельзя закапывать или прокладывать вместе с линиями электропитания. Кабели КИП будут ловить 50 или 60 Гц (или другой частоты) помехи от кабеля питания, что вероятно затруднит получение стабильных показаний. При появлении проблем информацию о возможной фильтрации помех для использования с регистраторами данных и измерительными приборами компании Geokon.

4.9. Защита от замерзания

Замерзание воды вокруг пьезометра может быть причиной повреждения диафрагмы пьезометра, что приведет к большому смещению показания нулевого давления. Если предполагается использовать пьезометрах в местах, в которых возможно замерзание, компания Geokon может предоставить специальную модификацию устройства с защитой диафрагмы пьезометра от замерзания.

4.10. Молниезащита

В незащищенных местах жизненно важно, чтобы пьезометры были защищены от удара молнии.

Если показания с приборов будут считываться в ручном режиме с портативным считывающим устройством (без клеммной коробки), самым простым путем защиты от повреждения ударом молнии является подсоединения не используемых выводов кабеля к хорошему заземлению. Это поможет шунтировать переходные процессы в кабеле на землю, тем самым защищая измерительный прибор.

В компании Geokon можно заказать клеммные коробки с встроенной молниезащитой. Имеется два уровня защиты:

- Панель выводов для подсоединения датчика приспособлена для установки разрядника для защиты от атмосферных перенапряжений.
- Платы грозовых разрядников (LAV-3) можно встроить в клеммную коробку. Эти блоки используют разрядники для защиты от атмосферных перенапряжения и ограничители напряжения для дополнительной защиты пьезометра.

Во всех приведенных выше случаях, клеммная коробка будет заземлена.

Улучшенную защиту, использующую LAB-3, можно обеспечить, размещая плату соосно с кабелем, как можно ближе к установленному пьезометру (Рисунок 8). Это рекомендованный метод молниезащиты.

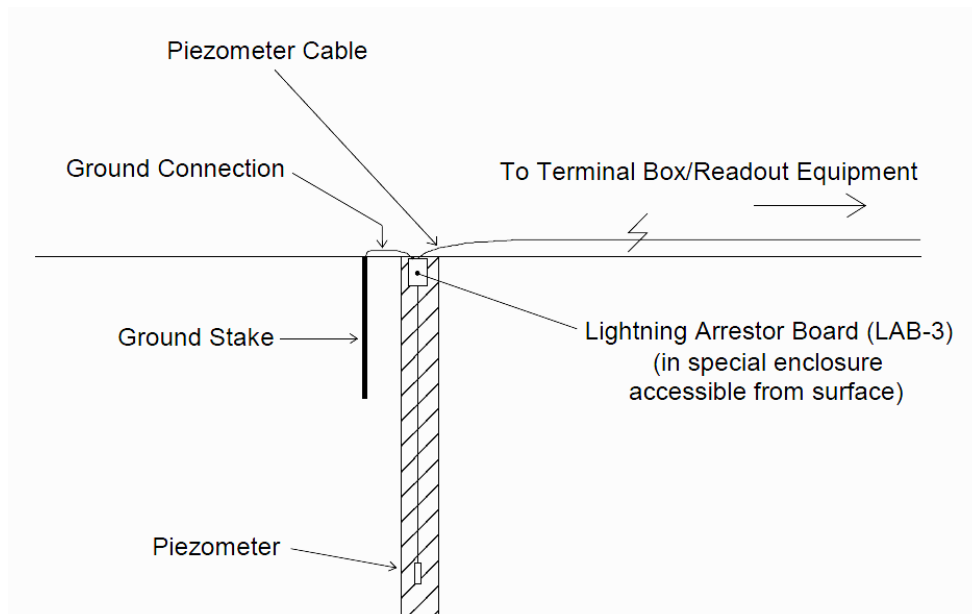


Рисунок 8 – Рекомендованная схема молниезащиты

Piezometer cable =	Кабель пьезометра	Ground connection =	Соединение заземления	To terminal box/readout equipment =	К клеммной коробке /считывающему оборудованию
Ground stake =	Кольшек заземления	Piezometer =	Пьезометр	Lightning arrester board (LAB-3) (in special enclosure accessisble from surface) =	Плата грозовых разрядников (LAB-3) (в специальном кожухе с доступом с поверхности)

5. Процедуры снятия показаний

Подсоедините пьезометр к измерительному блоку, используя соответствующую схему соединений, приведенную в Приложении В.

5.1. Начальные показания

Следует аккуратно записать начальные показания вместе с барометрическим давлением и температурой на момент установки. Необходимо следовать инструкциями Раздела 4.1.

5.2. Входное напряжение

Пьезометр модели 3400 использует полупроводниковой тензодатчик с выходным сигналом 0 – 100 мВ (модель 3400-1), или 0 – 5 В (модель 3400-2), или 4 – 20 мА (модель 3400-3).

Для модели с выходом до 100 мВ выходное напряжение прямо пропорционально как давлению, так и входному напряжению, поэтому очень важно, точно стабилизировать входное напряжение 10 В постоянного тока. При использовании другого напряжения следует отрегулировать калибровочный коэффициент G в соответствии с методом, приведенным в калибровочном протоколе. Для датчиков 0 – 5 В и 4 – 20 мА требуется нестабилизированное (нерегулируемое) входное напряжение 7 – 35 В.

5.3. Преобразование в давление

Формулы для преобразования показаний напряжения в давление приведены в калибровочном протоколе. Приведено как линейное выражение, так и полиномиальное. Для обеспечения большей точности следует использовать полиномиальное выражение с оговоркой, что значение коэффициента C будет получено в полевых условиях посредством снятия начальных показаний, когда датчик подвержен только атмосферному давлению, как это описано в Разделе 4.1. Затем подставляя это начальное значение в формулу и задавая значение P равным нулю получим в результате корректное значение C.

5.4. Измерение температуры


Все пьезометры оснащены термистором для измерения температуры. Термистор характеризуется изменением сопротивления при изменении температуры. В Приложении В показано, какие провода подсоединяются к термистору. Это провода следует подсоединить к цифровому омметру.

Снятие показаний температуры с помощью омметра:

- 1) Подсоедините омметр к зеленому и белому выводам термистора, выходящих из тензометрического датчика. Так как изменение сопротивления в зависимости от температуры большое, то влияние сопротивления кабеля незначительное. В отношении длинного кабеля можно применить поправку, равную примерно 14,7 Ом на тысячу футов (304,8 м) (48.5 Ом/км). Этот коэффициент следует умножить на два, чтобы учесть оба направления.
- 2) Найдите температуры для измеренных сопротивлений в Приложении Б. таблица 5.

5.5. Калибровка

Калибровочные протоколы поставляются вместе с датчиками. Типовые калибровочные протоколы для трех типов полупроводниковых пьезометров модели 3400 показаны на рисунках 9, 10 и 11.

		48 Spencer St. Lebanon, N.H. 03766 USA			
Pressure Transducer Calibration Report					
Model Number:	<u>3400-1</u>	Date of Calibration:	<u>October 09, 2012</u>		
Serial Number:	<u>1234234</u>	Temperature:	<u>22.7 °C</u>		
Pressure Range:	<u>100 kPa</u>	Barometric Pressure:	<u>1002 mbar</u>		
		Calibration Instruction:	<u>CI-VW Pressure Transducers</u>		
Technician:					
Applied Pressure (kPa)	Gage Reading (mV) 1st Cycle	Gage Reading (mV) 2nd Cycle	Average Gage Reading Change	Linearity (%FS)	Polynomial Fit (%FS)
0	-0.004	-0.007	-0.006	0.05	0.02
20	19.954	19.946	19.950	19.96	0.02
40	39.933	39.966	39.950	20.00	0.06
60	59.850	59.900	59.875	19.93	0.06
80	79.750	79.800	79.775	19.90	0.03
100	99.570	99.620	99.595	19.82	0.08
Linear Gage Factor (G):		<u>1.004</u>	(kPa / mV)		Regression Zero: <u>0.042</u>
Polynomial Gage Factors: A:		<u>4.86E-05</u>	B:	<u>0.9989</u>	C: <u>0.0221</u>
Calculated Pressures: Linear, $P = G(R_1 - R_0) \times 10 / V_1$					
Polynomial, $P = AR_p^2 + BR_p + C$ [$R_p = R_1 \times 10 / V_1$]					
Input Voltage, V_1 : <u>10</u> VDC					
Wiring Code: See manual for further information.					
The above instrument was found to be In Tolerance in all operating ranges.					
The above named instrument has been calibrated by comparison with standards traceable to the NIST, in compliance with ANSI Z540-1.					
This report shall not be reproduced except in full without written permission of Geokon Inc.					

Протокол калибровки тензодатчика давления

Номер модели:	<u>3400-1</u>	Дата калибровки:	<u>9 октября 2012</u>
Серийный номер:	<u>1234234</u>	Температура:	<u>22.7 °C</u>
Диапазон давления	<u>100 кПа</u>	Барометрическое давление:	<u>1002 мбар</u>
		Инструкция по калибровке:	СИ-VW (вибрационные струнные тензодатчики давления)
		Технический специалист:	

Прилагаемое давление. кПа	Показание датчика (мВ) 1-й цикл	Показание датчика (мВ) 2-й цикл	Усредненное показание датчика	Изменение	Линейность (% полной шкалы)	Аппроксимация с помощью полинома
0	-0.004	-0.007	-0.006		0.05	0.02
20	19.954	19.946	19.950	19.96	0.02	-0.03
40	39.933	39.966	39.950	20.00	0.06	0.00
60	59.850	59.900	59.875	19.93	0.06	0.00
80	79.750	79.800	79.775	19.90	0.03	0.02
100	99.570	99.620	99.595	19.82	0.08	-0.01

Линейный калибровочный коэффициент (G) =	1.004 кПа/мВ	Регрессивный ноль:	0.042
Полиномиальный калибровочный коэффициент	A = 4.86E - 0.5	B = 0.9989	C = 0.0221
Вычисленное давление:	Линейное	$P = G(R_1 - R_0) \times 10/V_1$	
	Полином	$P = AR_p^2 + BR_p + C$ [$R_p = R_1 \times 10/V_1$]	
Входное напряжение, $V_1 = 10$ В постоянного тока			
Код проводки			

Вышеупомянутый прибор во всех рабочих диапазонах был в пределах допуска.

Код проводки: информация приведена в инструкции по эксплуатации.

Вышеупомянутый прибор был откалиброван сравнением стандартов NIST (Национальный Институт Стандартов и Технологий (США) в соответствии с требованиями ANSI Z540-1 (Национальный Институт стандартизации США).

Данный протокол нельзя воспроизводить без полного письменного разрешения компании Geokon.

Рисунок 9 – Типовой калибровочный протокол модели 4300-1 с выходом 100 мВ



48 Spencer St. Lebanon, N.H. 03766 USA

Pressure Transducer Calibration Report

Model Number: 3400-2

Date of Calibration: September 10, 2012

Serial Number: 1227298

Temperature: 23.7 °C

Pressure Range: 6 MPa

Barometric Pressure: 994 mbar

Calibration Instruction: CI-VW Pressure Transducers

Technician:

Applied Pressure (MPa)	Gage Reading (Volts) 1st Cycle	Gage Reading (Volts) 2nd Cycle	Average Gage Reading	Change	Linearity (%FS)	Polynomial Fit (%FS)
0.0	0.001	0.001	0.001		0.10	-0.01
1.2	1.009	1.008	1.009	1.01	0.04	0.03
2.4	2.008	2.011	2.010	1.00	0.06	-0.01
3.6	3.009	3.011	3.010	1.00	0.06	-0.01
4.8	4.009	4.008	4.009	1.00	0.02	0.00
6.0	5.003	5.005	5.004	1.00	0.08	0.00

Linear Gage Factor (G): 1.1995 (MPa / Volt)

Regression Zero: 0.006

Polynomial Gage Factors: A: 1.50E-03

B: 1.1920

C: -0.0019

Calculated Pressures: **Linear, $P = G(R_1 - R_0)$**

Polynomial, $P = AR_1^2 + BR_1 + C$

Input Voltage: 24 VDC

Wiring Code: See manual for further information.

The above instrument was found to be In Tolerance in all operating ranges.

The above named instrument has been calibrated by comparison with standards traceable to the NIST, in compliance with ANSI Z540-1.

This report shall not be reproduced except in full without written permission of Geokon Inc.



48 Spencer St. Lebanon, N.H. 03766 USA

Pressure Transducer Calibration Report

Model Number: 3400-3

Date of Calibration: September 17, 2012

Serial Number: 1226986

Temperature: 22.3 °C

Pressure Range: 600 kPa

†Barometric Pressure: 998.4 mbar

Calibration Instruction: VW Pressure Transducers

Technician:

Pressure (kPa)	Reading 1st Cycle	Reading 2nd Cycle	Average Reading	Change	Linearity (%FS)	Polynomial Fit (%FS)
0	3.976	3.987	3.982		0.03	0.02
120	7.178	7.178	7.178	3.20	-0.02	-0.02
240	10.380	10.378	10.379	3.20	-0.05	-0.03
360	13.590	13.593	13.592	3.21	0.00	0.01
480	16.802	16.805	16.804	3.21	0.04	0.05
600	20.002	19.997	20.000	3.20	-0.01	-0.03

Linear Gage Factor (G): 37.44 (kPa/ mA) Regression Zero: 3.976

Polynomial Gage Factors: A: -2.71E-03 B: 37.51 C:* -149.17

Calculated Pressures: Linear, $P = G(R_1 - R_0)$

Polynomial, $P = AR_1^2 + BR_1 + C$

Input Voltage: 24 VDC

Wiring Code: See manual for further information.

The above instrument was found to be In Tolerance in all operating ranges.

The above named instrument has been calibrated by comparison with standards traceable to the NIST, in compliance with ANSI Z540-1.

This report shall not be reproduced except in full without written permission of Geokon Inc.

Протокол калибровки тензодатчика давления

Номер модели:	<u>3400-3</u>	Дата калибровки:	<u>17 сентября 2012</u>
Серийный номер:	<u>1226986</u>	Температура:	<u>22.3 °C</u>
Диапазон давления	<u>600 кПа</u>	Барометрическое давление:	<u>998,4 мбар</u>
		Инструкция по калибровке:	CI-VW (вибрационные струнные) тензодатчики давления
		Технический специалист:	

Прилагаемое давление. МПа	Показание датчика (В) 1-й цикл	Показание датчика (В) 2-й цикл	Усредненное показание датчика	Изменение	Линейность (% полной шкалы)	Аппроксимация с помощью полинома
0	3.976	3.987	3.982		0.03	0.02
120	7.178	7.178	7.178	3.20	-0.02	-0.02
240	10.380	10.378	10.379	3.20	-0.05	-0.03
360	13.590	13.593	13.592	3.21	0.00	0.01
480	16.802	16.805	16.804	3.21	0.04	0.05
600	20.002	19.997	20.000	3.20	-0.01	-0.03

Линейный калибровочный коэффициент (G) =	37.44 кПа/мА	Регрессивный ноль:	3.976
Полиномный калибровочный коэффициент	A = -2.71E - 0.3	B = 37.51	C* = -149.17
Вычисленное давление:	Линейное	$P = G(R_1 - R_0) \times 10/V_1$	
	Полином	$P = AR_p^2 + BR_p + C \quad [R_p = R_1 \times 10/V_1]$	
Входное напряжение, V ₁ = 24 В постоянного тока			
Код проводки			

Вышеупомянутый прибор во всех рабочих диапазонах был в пределах допуска.

Код проводки: информация приведена в инструкции по эксплуатации.

Вышеупомянутый прибор был откалиброван сравнением стандартов NIST (Национальный Институт Стандартов и Технологий (США) в соответствии с требованиями ANSI Z540-1 (Национальный Институт стандартизации США).

Данный протокол нельзя воспроизводить без полного письменного разрешения компании Geokon.

Рисунок 11 – Типовой калибровочный протокол модели 4300-3 с выходом от 4 до 20 мА

6. Обработка данных

6.1. Вычисление давления

Давление, измеряемое пьезометром, определяется следующим линейным уравнением:

$$\text{Давление} = (\text{Текущее показание} - \text{Начальное показание}) \times \text{калибровочный коэффициент}$$

или

$$P = (R_1 - R_0) \times G$$

Уравнение 1 – Преобразование цифр в давление

Где:

P - прилагаемое давление в кПа или фунт/дюйм².

R₀ – начальный выходной сигнал в мВ, В или мА.

R₁ - текущий выходной сигнал в мВ, В или мА.

G – калибровочный коэффициент, приведенный в прилагаемой калибровочном протоколе.

Например,

Model 3400-1-100 KPA Входное напряжение = 12.0 В

R₀ = -0.006 (-0.0.006 мВ в тексте оригинала-опечатка)

R₁ = 18.0 мВ

G = 1.004 кПа/мВ

P = 1.004 (18.0 – (-0.006)) x 10/12 = 15 кПа

Начальное показание (R₀) обычно получают в момент установки, как описано в Разделе 4.1. Для преобразования выходного сигнала в другие технические единицы измерения, умножьте калибровочный коэффициент на коэффициент преобразования, приведенный в Таблице 2.

Из → в ↓	Фунт /дюйм ²	"H ₂ O	'H ₂ O	мм H ₂ O	м H ₂ O	"HG	мм HG	атм	мбар	бар	кПа	МПа
Фунт /дюйм ²	1	.036127	.43275	.0014223	1.4223	.49116	.019337	14.696	.014503	14.5039	.14503	145.03
"H ₂ O	27.730	1	12	.039372	39.372	13.596	.53525	406.78	.40147	401.47	4.0147	4016.1
'H ₂ O	2.3108	.08333	1	.003281	3.281	1.133	.044604	33.8983	.033456	33.4558	.3346	334.6
мм H ₂ O	704.32	25.399	304.788	1	1000	345.32	13.595	10332	10.197	10197	101.97	101970
м H ₂ O	.70432	.025399	.304788	.001	1	.34532	.013595	10.332	.010197	10.197	.10197	101.97
"HG	2.036	.073552	.882624	.0028959	2.8959	1	.03937	29.920	.029529	29.529	.2953	295.3
мм HG	51.706	1.8683	22.4196	.073558	73.558	25.4	1	760	.75008	750.08	7.5008	7500.8
атм	.06805	.002458	.029499	.0000968	.0968	.03342	.001315	1	.000986	.98692	.009869	9.869
мбар	68.947	2.4908	29.8896	.098068	98.068	33.863	1.3332	1013.2	1	1000	10	10000
бар	.068947	.002490	.029889	.0000981	.098068	.033863	.001333	1.0132	.001	1	.01	10
кПа	6.8947	.24908	2.98896	.0098068	9.8068	3.3863	.13332	101.320	.1	100	1	1000
МПа	.006895	.000249	.002988	.0000098	.009807	.003386	.000133	.101320	.0001	.1	.001	1

Таблица 2. Переводные коэффициенты для различных технических единиц измерения

6.2. Температурная поправка

Стандартные датчики обычно имеют термокомпенсацию при нормальных температурах. Температурная поправка не требуется до тех пор, пока температура не начнет быстро изменяться. В таком случае необходимо время, чтобы датчик достиг теплового равновесия.

6.3. Поправка на атмосферное давление

Если пьезометры установлены в невентилируемом пространстве, то они будут непосредственно реагировать на изменения атмосферного давления. В случае, если требуется поправка, то следует записать атмосферное давление во время каждого считывания давления. Изменения в барометре ($S_1 - S_0$) следует вычесть из изменения измеренного давления (P).

7. Поиск и устранение неисправностей

Техническое обслуживание и поиск и устранение неисправностей пьезометра модели 3400 ограничиваются периодическими проверками кабельных соединений. После установки пьезометры часто бывают вне зоны доступа и поэтому устранение поломок ограничено. При появлении проблем следует обратиться к приведенному ниже перечню возможных неисправностей и методам их устранения. Дополнительную помощь можно получить, обратившись на завод.

Симптом: Нестабильные показания пьезометра

- ✓ Имеется ли поблизости источник электрических помех? Наиболее вероятные источники электрических помех: двигатели, генераторы, трансформаторы, сварочные аппараты и антенны. Убедитесь в том, что экранированный провод заземления заземлен, вне зависимости от того, используется ли портативный измерительный блок или регистратор данных.
- ✓ Работает ли измерительный блок с другим измерительным устройством? Если нет, то возможно сели батарейки, или возможно он неисправен. Более подробная информация о зарядке батареек или поиску и устранению неисправностей приведена в инструкции по эксплуатации соответствующего измерительного блока.
- ✓ Возможно засорился фильтр. Вытащите пьезометр (если возможно) и проверьте.

Симптом: Пьезометр не дает показания

- ✓ Проверьте целостность кабеля. Это можно проверить с помощью омметра (только датчики выходного напряжения). Если сопротивление очень высокое или равно бесконечности (мегаомы), возможно имеет место обрыв кабеля. Если сопротивление очень низкое ($<100 \text{ Ом}$), возможно кабель закорочен.
- ✓ Работает ли измерительный блок или регистратор данных с другим пьезометром? Если нет, то возможно измерительный блок или регистратор данных неисправен. Более подробная информация приведена в инструкции по эксплуатации измерительного блока или регистратора данных.

Симптом: Сопротивление термистора слишком высокое

- ✓ Вероятно, имеет место обрыв цепи. Проверьте все соединения, клеммы и разъемы. Если имеет место обрыв кабеля, выполните сращивание в соответствии с инструкциями в разделе 4.7.

Симптом: Сопротивление термистора слишком низкое

- ✓ Вероятно, имеет место закорачивание. Проверьте все соединения, клеммы и разъемы. Если имеет место закорачивание кабеля, выполните сращивание в соответствии с инструкциями в разделе 4.7.

- ✓ Возможно внутрь пьезометра попала вода. В этом случае нет метода устранения неисправности.

Приложение А. Технические характеристики

А.1. Технические характеристики серии 3400

Вход	
Диапазон давлений	От вакуума до 400 бар (6000 фунт/дюйм ²)
Испытательное давление	2 x полных шкалы (FS) (1.5 x FS для 400 бар, >=5000 фунт/дюйм ²)
Давление разрыва	>35 x FS <= 6 бар (100 фунт/дюйм ²) >320 x FS <= 60 бар (1000 фунт/дюйм ²) >5 x FS <= 400 бар (6000 фунт/дюйм ²)
Ресурс по усталостной прочности	Спроектирован на более чем 100 млн циклов FS
Рабочие параметры	
Долговременное смещение параметра	0.2% FS/год (некумулятивный)
Точность	< 0.1%FS (зависит от измерительного прибора)
Температурная погрешность	1.5% FS типовое значение (опционально 1% FS)
Сбалансированные температуры	От -20° до 80°C
Рабочие температуры	-40° до 125° C для эл. кодов А, В, С, 1 -20° до 80° C для эл. кодов 2, D, G, 3 -20° до 50° C для эл. кодов F, M, P Усиленные блоки > 100C питание максимум 24 В постоянного тока
Нулевой допуск	1% диапазона измерений
Допуск диапазона измерений	1% диапазона измерений
Механические характеристики	
Напорное отверстие	Смотрите схему заказа
Смачиваемые части	Нержавеющая сталь 17-4 PH
Электрические соединения	Смотрите схему заказа
Кожух	316 ss, 17-4 PH ss IP65 для эл. кодов А, В, С, D, G, 1, 2, 3 IP67 для эл. кодов "F" IP68 для эл. кодов M, P IP30 для эл. кодов "3" со свободными выводами
Вибрация	35 г пиковая синусоидальная, 5 до2000 Гц
Ускорение	100 г постоянное ускорение в любом направлении 0.032% FS/g для диапазона 1 бар, уменьшающееся логарифмически до 0.0007% FS/g для диапазона 400 бар
Удар	Выдерживает свободное падения в соответствии с IEC 68-2-32 процедура 1
Согласования	CE
Вес	Примерно 100 г (дополнительный кабель: 75 г/м)

FS = полная шкала

Выходные блоки с выходным сигналом в мВ	
Выход	100 мВ ± 1 мВ
Напряжение питания (VS)	10 В постоянного тока (15 В постоянного тока), стабилизированное
Сопротивление моста	2600 – 6000 Ом
Выходные блоки с выходным сигналом в В	
Выход	0-5 В постоянного тока
Напряжение питания (VS)	10 В постоянного тока (7 - 35 В постоянного тока) @ 6мА
Чувствительность по напряжению питания	0.01% FS/V
Минимальное сопротивление нагрузки	(FS выход / 2) кОм
Выходные блоки с выходным сигналом в мА	
Выход	4-20 мА (2 провода)
Напряжение питания (VS)	24 В постоянного тока, (7-35 В постоянного тока)
Чувствительность по напряжению питания	0.01% FS/V
Максимальное сопротивление контура	(Vs-7) x 50 Ом.

FS = полная шкала

Vs = напряжение питания

Таблица 4 – Спецификация выходных блоков

А.2. Термистор (Также смотрите Приложение В)

Диапазон: -80 до +150 °С

Точность: ±0.5 °С

Приложение Б. Температурные отклонения термистора

Тип термистора: YSI 44005, Dale #1C3001-B3, Alpha #13A3001-B3

Сопротивление к уравнению температуры:

$$T = \frac{1}{A+B(\ln R)+C(\ln R)^3} - 273.15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Уравнение 5 – Сопротивление к температуре

Где:

T = температура в °C.

LnR = натуральный Log сопротивления термистора

A = 1.4051 x 10⁻³

B = 2.369 x 10⁻⁴

C = 1.019 x 10⁻⁷

Примечание: Коэффициенты рассчитаны для диапазона от -50 до +150° C.

Ом	Темп.	Ом	Темп.	Ом	Темп.	Ом	Темп.	Ом	Темп.
201.1K	-50	16.60K	-10	2417	+30	525.4	+70	153.2	+110
187.3K	-49	15.72K	-9	2317	31	507.8	71	149.0	111
174.5K	-48	14.90K	-8	2221	32	490.9	72	145.0	112
162.7K	-47	14.12K	-7	2130	33	474.7	73	141.1	113
151.7K	-46	13.39K	-6	2042	34	459.0	74	137.2	114
141.6K	-45	12.70K	-5	1959	35	444.0	75	133.6	115
132.2K	-44	12.05K	-4	1880	36	429.5	76	130.0	116
123.5K	-43	11.44K	-3	1805	37	415.6	77	126.5	117
115.4K	-42	10.86K	-2	1733	38	402.2	78	123.2	118
107.9K	-41	10.31K	-1	1664	39	389.3	79	119.9	119
101.0K	-40	9796	0	1598	40	376.9	80	116.8	120
94.48K	-39	9310	+1	1535	41	364.9	81	113.8	121
88.46K	-38	8851	2	1475	42	353.4	82	110.8	122
82.87K	-37	8417	3	1418	43	342.2	83	107.9	123
77.66K	-36	8006	4	1363	44	331.5	84	105.2	124
72.81K	-35	7618	5	1310	45	321.2	85	102.5	125
68.30K	-34	7252	6	1260	46	311.3	86	99.9	126
64.09K	-33	6905	7	1212	47	301.7	87	97.3	127
60.17K	-32	6576	8	1167	48	292.4	88	94.9	128
56.51K	-31	6265	9	1123	49	283.5	89	92.5	129
53.10K	-30	5971	10	1081	50	274.9	90	90.2	130
49.91K	-29	5692	11	1040	51	266.6	91	87.9	131
46.94K	-28	5427	12	1002	52	258.6	92	85.7	132
44.16K	-27	5177	13	965.0	53	250.9	93	83.6	133
41.56K	-26	4939	14	929.6	54	243.4	94	81.6	134
39.13K	-25	4714	15	895.8	55	236.2	95	79.6	135
36.86K	-24	4500	16	863.3	56	229.3	96	77.6	136
34.73K	-23	4297	17	832.2	57	222.6	97	75.8	137
32.74K	-22	4105	18	802.3	58	216.1	98	73.9	138
30.87K	-21	3922	19	773.7	59	209.8	99	72.2	139
29.13K	-20	3748	20	746.3	60	203.8	100	70.4	140
27.49K	-19	3583	21	719.9	61	197.9	101	68.8	141
25.95K	-18	3426	22	694.7	62	192.2	102	67.1	142
24.51K	-17	3277	23	670.4	63	186.8	103	65.5	143
23.16K	-16	3135	24	647.1	64	181.5	104	64.0	144
21.89K	-15	3000	25	624.7	65	176.4	105	62.5	145
20.70K	-14	2872	26	603.3	66	171.4	106	61.1	146
19.58K	-13	2750	27	582.6	67	166.7	107	59.6	147
18.52K	-12	2633	28	562.8	68	162.0	108	58.3	148
17.53K	-11	2523	29	543.7	69	157.6	109	56.8	149
Таблица 5 – Сопротивление термистора в зависимости от температуры									55.6 150

Приложение В. Схемы электропроводки

С.1. Выход мВ на В

Кабель #04-375V9 (Violet)	Внутренняя проводка датчика	Функция/описание
Красный	Красный	Питание +
Красно-черный	Черный	Питание -
Белый	Белый	Сигнал +
Бело-черный	Черный	Сигнал -
Зеленый	Красный	Дистанционное измерение +
Зелено-черный	Черный	Дистанционное измерение -
Синий	Не регулируется	Термистор
Сине-черный	Не регулируется	Термистор
Экраны (5)	Не регулируется	Земля

Таблица 6 – проводка выхода мВ/В

Примечание:

Входное напряжение для модели 3400-1 с выходом мВ/В составляет 10 В постоянного тока. (Питание -, Сигнал -, Дистанционное измерение -, подсоединены внутри)

С.2. Ноль к выходу 5 В постоянного тока

Кабель Геокон #04-375V9 (Фиолетовый)	Внутренняя проводка датчика	Функция/описание
Красный	Красный	Питание +
Красно-черный	Черный	Питание -
Белый	Белый	Сигнал +
Бело-черный	Черный	Сигнал -
Синий	Не регулируется	Термистор
Сине-черный	Не регулируется	Термистор
Экраны (5)	Не регулируется	Земля

Таблица 7 – проводка выхода 0-5 В постоянного тока

ПримечаниеNote:

Входное напряжение для модели 3400-2, с выходом 0 – 5 В постоянного тока составляет 6.5–35 В постоянного тока

С.3. Выход от 4 до 20 мА

Кабель Геокон #02-250V6 (Синий)	Внутренняя проводка датчика	Функция/описание
Красный	Красный	Питание +
Черный	Черный	Питание -
Белый	Не регулируется	Термистор
Зеленый	Не регулируется	Термистор
Экран (1)	Не регулируется	Земля

Таблица 8 – проводка выхода 4-20 мА

Примечание:

Входное напряжение для модели 3400-3, с выходом 4–20mA составляет 6.5–35 В постоянного тока