

KYOWA

ДАТЧИКИ ДЛЯ ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

**ВЫСОКАЯ ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ, ДЛИТЕЛЬНЫЙ СРОК СЛУЖБЫ И ДИСТАНЦИОННОЕ
УПРАВЛЕНИЕ / ИНДИКАЦИЯ**



ДАТЧИК • СИСТЕМА • РЕШЕНИЯ

**Дистрибьютор фирмы KYOWA в России – ЗАО «ПромДиаОборудование».
107241, г.Москва, Щёлковское шоссе, д.23А.**

Тел. (495)690-79-29. Факс (499)166-51-90. www.p-d-o.ru www.kyowa.ru tenzo@p-d-o.ru

О датчиках гражданского строительства

С момента первого выпуска датчиков Карлсона в Японии компания KYOWA достигла успеха в проектировании и производстве измерительных приборов и систем для управления, технического обслуживания, дизайна и исследований в ходе выполнения крупномасштабных строительных работ и создания различных конструкций, как в Японии, так и за рубежом.

Сейчас компания KYOWA предлагает не только всевозможные строительные датчики, но и специальное измерительное оборудование, системы автоматического мониторинга и обработки данных для безопасного выполнения и технического обслуживания строительных и конструкторских работ относительно поведения пластов горных пород, оползней и платин.

Тензодатчики для строительства

Основой для датчиков для гражданского строительства компании KYOWA являются фольговые тензорезисторы с температурной самокомпенсацией, формирующие мост Уитсона. С помощью тензорезисторов эти датчики преобразуют давление почвы и воды в соответствующее электрическое напряжение, которое измеряется с помощью тензоусилителей и прочего периферийного оборудования. Так как используются фольговые тензорезисторы с температурной самокомпенсацией, данные датчики обеспечивают получение стабильных показаний с меньшим смещением при изменении температуры.

Компания KYOWA также разработала уникальные строительные датчики, которые обеспечивают наряду с определением температуры измерение деформации, напряжения или перемещения.

Особенности

- Имеются модели для измерения физических величин наряду с температурой.
- Отличные характеристики нелинейности, гистерезиса и повторяемости.
- Устойчивость к температурным изменениям; фактически не требуется компенсация теплового воздействия.
- Простота составления конфигурации автоматических измерительных систем за счет непосредственного подключения к тензоусилителям и периферийному оборудованию.
- Безопасность измерений в условиях неблагоприятных температуры, влажности и вибрации.
- Меры защиты от удара молнии.

Переход на международную систему единиц

Единицы измерения были переведены в международную систему единиц (СИ) в соответствии с законом "О весах и мерах", вступившим в силу 1 октября 1999 года. После этого компания KYOWA осуществляет проверку и поставку всех товаров в соответствии с маркировкой и инспекционными стандартами, оговоренными в законе.

Во всех документах и на маркировке строительных тензодатчиков (для измерения почвенного давления, напряжения, порового давления, нагрузки, и т.д.), датчиках силы, давления, ускорения и крутящего момента указан номинальный диапазон в единицах СИ, а заключенные в скобки значения выражены в условных единицах и приведены в качестве ссылки

Например, 500 Кпа (5.099 кгс/см²), 50 кН (5.099 тс) Самым важным моментом в переходе на международную систему единиц (СИ) является небольшое изменение номинального диапазона вышеописанных тензодатчиков.

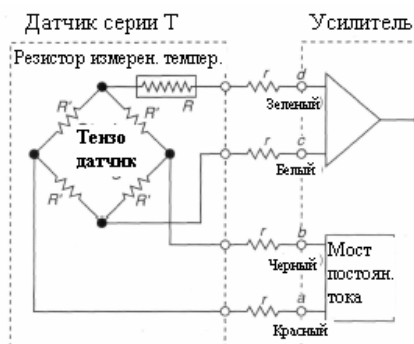
Датчики для гражданского строительства серии Т для одновременного измерения физической величины и температуры

При использовании обычных тензодатчиков (в отличие от датчиков Карлсона) нельзя выполнять наряду с определением деформации, напряжения или смещения измерение температуры. При встраивании таких датчиков в железобетонные конструкции необходимо дополнительно устанавливать термометры.

Для решения данной проблемы компанией KYOWA были разработаны строительные датчики с функцией измерения температуры. Данной функцией оснащены тензодатчики, датчики напряжений в арматуре, датчики напряжений и уровня воды. У них на выходе установлен резистор для измерения температуры (из платины).

Физическая величина и температура измеряются отдельно.

С электрической точки зрения, резистор измерения температуры, установленный на выходе мостовой схемы, игнорируется со стороны входа измерения физической величины, тем самым, обеспечивая одновременное измерение физической величины и температуры. Используется отдельная от схемы измерения физической величины цепь, которая для определения температуры замеряет изменение сопротивления резистора. Обычно, строительные датчики с функцией измерения температуры подключаются к приборам с питанием моста постоянного тока, что исключает влияние сопротивления кабеля-удлинителя на измерения.



R; Резистор измерения температуры
R¹: Сопротивление тензорезистора
r: Сопротивление кабеля-удлинителя

Мостовая схема датчиков серии Т

Номинальный диапазон датчиков, купленных 1 октября 1999 года и позднее на 2% больше, чем было указано в предыдущих технических характеристиках.

Соответственно, номинальный выход меньше номинального диапазона примерно на 2%, как показано в таблице ниже.

	Номинальный диапазон	Номинальный выход
Предыдущее значение	2 кгс/см ²	2000 x 10 ⁻⁶ деформации
Настоящее значение	200 кПа (2.039 кгс/см ²)	2000 x 10 ⁻⁶ деформации

Так как единица "G", означающая ускорение силы тяжести, прочно укоренилось в области промышленности, компания KYOWA указывает номинальный диапазон каждого датчика ускорения следующим образом: ±19.61 м/с² (±2 G).

Предыдущие единицы, использующиеся для обозначения номинального диапазона и т.д. датчиков смещения и уклона, соответствуют международной системе единиц, тем самым не претерпели никаких изменений в технических характеристиках.

Представители KYOWA ответят на ваши вопросы.

Системы питания моста датчиков для гражданского строительства

Типы

Усилители, используемые с датчиками для гражданского строительства, представлены в двух вариантах – с системой питания моста постоянного напряжения и постоянного тока. Усилитель с системой питания постоянного напряжения применяет постоянное напряжение к датчику, тогда как усилитель с системой питания постоянного тока применяет к датчику постоянный ток. Ниже в таблице приведены характеристики, которые позволят сделать выбор соответствующей системы на основании целей и области применения.

На заводе выполняется калибровка всех тензодатчиков компании KYOWA, включая датчики для гражданского строительства, с помощью системы постоянного напряжения.

Система питания моста	Постоянное напряжение	Постоянный ток
Строительные датчики	Применяется	Применяется
Датчики серии T	Только величина деформации (техническая величина)	Величина деформации и температура
Используемый мостовой датчик	60-1000Q	350Q
Расчет компенсации снижения чувствительности из-за кабеля-удлинителя	Требуется	Не требуется
Область применения	Измерение при использовании короткого кабеля. В основном для экспериментальных измерений	Измерение с помощью кабеля-удлинителя. В основном измерения в полевых условиях

Причина использования системы постоянного тока при измерениях с кабелем-удлинителем

При подключении датчика KYOWA для гражданского строительства с сопротивлением 350Q кабелем длиной 100м с поперечным сечением 0.5мм² к усилителю с системой питания моста постоянного напряжения, чувствительность уменьшается примерно на 2%. Во избежание этого рекомендуется использовать усилитель системы питания моста постоянного тока, который обеспечивает измерение с минимальной погрешностью.

См рис. 1. Если усилитель системы постоянного напряжения подает напряжение E, к мостовой системе датчика подается напряжение E'. Т.е.

$$E' = E - 2 \cdot I \cdot r$$

где, I-r - это напряжение, уменьшенное из-за сопротивления кабеля, а 2-I-r - это уменьшенное напряжение в результате прохождения по мостовой цепи. Если кабель короткий и r = 0,

$$E = E' \text{ and } e = \frac{E}{4} \cdot K_s \cdot \epsilon$$

А если кабель удлинен,

$$E' = E - 2 \cdot I \cdot r$$

$$e = \frac{E'}{4} \cdot K_s \cdot \epsilon < \frac{E}{4} \cdot K_s \cdot \epsilon$$

Таким образом, напряжение на выходе падает.



Рис. 1

Rg: Мостовое сопротивление датчика
r: Сопротивление кабеля
E: Напряжение питания моста
I: Ток питания моста
E': Напряжение возбуждения моста
e: Напряжение на выходе
Ks: коэфф-т тензочувствительности
ε: Деформация

Со стороны входа на рис.1 могут происходить изменения, как показано на рис.2.

$$E' = \left(\frac{R_g}{R_g + 2r} \right) \cdot E$$

$$e = \frac{E'}{4} \cdot K_s \cdot \epsilon = \frac{E}{4} \cdot K_s \cdot \epsilon \left(\frac{R_g}{R_g + 2r} \right)$$

Таким образом, выходное напряжение e снижается на $\frac{R_g}{R_g + 2r}$.

При системе постоянного тока в течение всего времени поддерживается постоянный ток. При этом сопротивление кабеля r не приводит к падению значения на выходе.

$$E' = I \cdot R_g$$

$$e = \frac{E'}{4} \cdot K_s \cdot \epsilon = \frac{I \cdot R_g}{4} \cdot K_s \cdot \epsilon$$

Так как разница между номинальным и фактическим сопротивлением моста датчиков чрезвычайно мало, ее значение не считается погрешностью.

Например, уравнение для исправления сопротивления моста выглядит следующим образом:

e x (Номинальное сопротивление моста/Rg)

Связь между деформацией и напряжением на выходе датчика

На выходе строительного датчика компании KYOWA определяются переменные либо в величине деформации (10⁻⁶ деформации), либо напряжения (инициированного при подаче 1В к мостовой схеме; мВ/В или JLV/В). Величина деформации (ε) и выходное напряжение (e) имеют следующую зависимость:

$$e = \frac{1}{4} K_s \cdot E \cdot \epsilon$$

где, Ks: Коэффициент тензочувствительности датчика

E: Напряжение моста

$$\therefore \frac{e}{E} = \frac{1}{4} K_s \cdot \epsilon$$

Если коэффициент тензочувствительности равен 2.00, 2 -I- = e, и если E = 1 (В), 2e = ε.

Соответственно, выход деформации и напряжения будут иметь зависимость 2:1.

Например, 3000 x 10⁻⁶ деформации = 1500JLV/В = 1.5мВ/В

Конвертирование измеренной деформации (или выходного напряжения) в физическую величину

Деформация или напряжение, измеренное датчиком порового давления, датчика силы или датчика для измерения зазоров соединений, конвертируется в физическую величину (техническую величину) с помощью коэффициента калибровки, указанного в сертификате:

При использовании тензоусилителя

Искомая физическая величина =

Деформация измерения (x10⁻⁶) x A

где A - это коэффициент калибровки, указывающий на эквивалентность физической величины 1 x 10⁻⁶ деформации.

При использовании усилителя (кроме тензоусилителей) или записывающего устройства

Искомая физическая величина = Выходное напряжение моста (μВ)/Напряжение возбуждения моста (В) x B

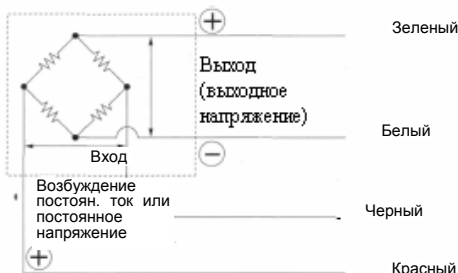
где B - это коэффициент калибровки, отражающий физическую величину, соответствующую выходному напряжению в 1 JLV с подачей на мостовую схему 1В.

Использование кабельного удлинителя для проведения длительных измерений

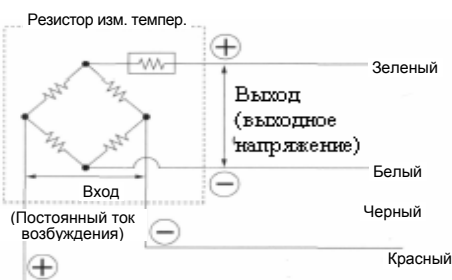
Большинство кабелей, которые подключаются к строительным датчикам компании KYOWA, имеют длину 1м для обеспечения оптимального соединения датчиков с усилителями, использующими удлинители соответствующих данному расстоянию. Измерение в рамках строительства и конструирования выполняется в течение сравнительно длительного периода времени, что требует прочности и надежности не только датчиков, но и удлинительных кабелей. Компания KYOWA занимается разработками удлинительных кабелей для использования в полевых условиях, считая их важной частью датчиков. Для сохранения изоляционных характеристик кабелей компания KYOWA использует этиленпропиленовый каучук, который обладает высокими изоляционными качествами. А также, все кабели-удлинители компании KYOWA являются repletion type кабелями для обеспечения надежной работы в течение длительного срока. Выберите самый подходящий удлинительный кабель на основании области применения, условий эксплуатации и прочности на растяжение.

Мостовая схема и подключение кабеля строительного датчика

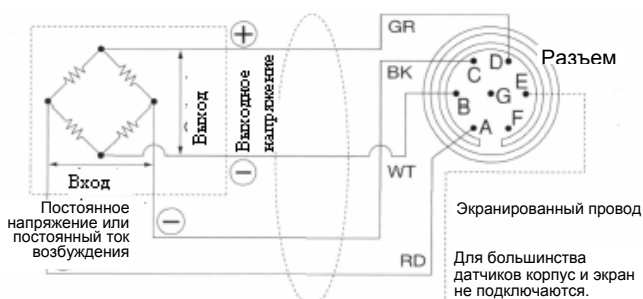
Если на конце кабеля нет разъема



Строительный датчик без разъема с функцией измерения температуры



Если кабель оснащен NDIS разъемом

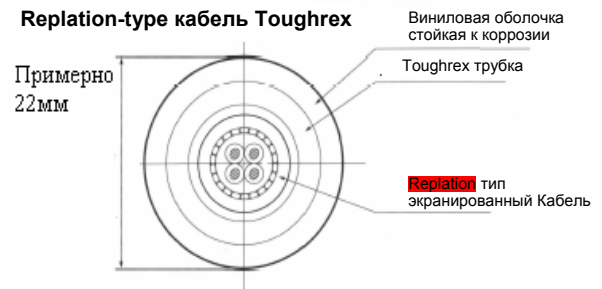


Доступные типы

Repletion-type экранированный кабель



Repletion-type кабель Toughrex



4-проводной кабель



Описание	Repletion-type экранированный кабель	Repletion-type Toughrex кабель	4-проводной кабель
Название продукта	0.5x4C Repletion-type сетчатый экранированный шланговый кабель	0.5x4C Repletion-type сетчатый кабель с покрытием из Toughrex	0.5x4C Хлоропрен. шланговый кабель
Модель	TF-0.5 (K-PNCT-SB(2)4x0.5)	K-PNCT-SB(2) TX(FE)ZV4x0.5	K-PNCT 4x0.5
Применение	Установка на поверхности Заделка в бетон	Установка на поверхности Заделка в бетон	Установка на поверхность
	Статическое измерение Динамическое измерение	Статическое измерение Динамическое измерение	Статическое измерение
Корпус	Хлоропреновый шланговый кабель		
Экран кабеля	Замкнутый экран	Замкнутый экран	Без экрана
Изолятор	EP резиновый изолятор		
Структура	Repletion type		
Прочность на растяжение, примерно	147Н(15кгс)	147Н(15кгс) Оплетка 2.942кН (300кгс)	147Н(15кгс)

ПРИМЕЧАНИЕ:

- 1- Может быть изготовлен кабель, устойчивый к воздействию холода, повышенных температур и масла.
2. Обратитесь в представительство компании KYOWA для получения информации о многожильном кабеле, соединяющем несколько датчиков с усилителем, расположенным на расстоянии.
3. Используйте соединительный кабель JB-100C, JB-200A или JB-210A для соединения кабелей.
4. Используйте настоящий кабель компании KYOWA для выполнения надежных измерений в течение длительного срока.

Материал соединительного кабеля

Наборы для сращивания кабелей компании KYOWA JB-200A/JB-210A

Данные наборы созданы из высокопрочного соединительного материала, облегчающего удлинение кабеля датчика. С основой Sumitomo-3M Scotchcast 82-JA1 все необходимые элементы для сращивания кабелей включены в каждый набор. Каждый набор рассчитан на производство одного соединения. Набор JB-200A используется для обычного 4-жильного кабеля. Набор JB-210A – для 8-жильного кабеля, а также для двухосных датчиков наклона серии ВКJ-A и т.д.

Технические характеристики

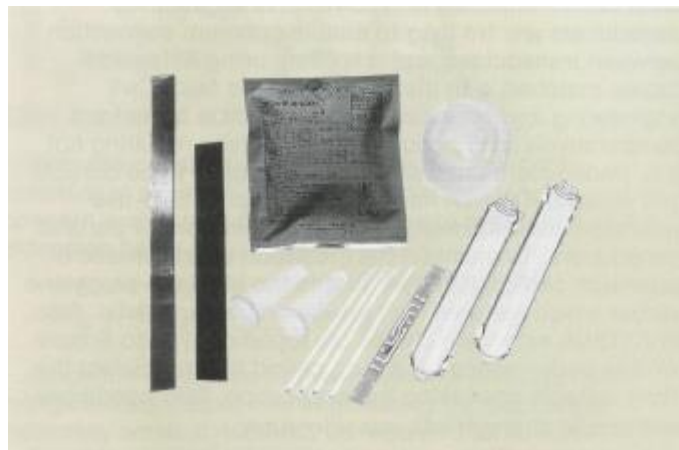
JB-200A: для 4-жильного кабеля

JB-210A: для 8-жильного кабеля

Используемый наружный диаметр покрытия кабеля: 6-16мм

Время выдержки: примерно 1 час при 23°C, 3-5 часов при 0°C

Размеры: максимум 32мм в диаметре x максимум 183мм длиной



Грозовой разрядник JB-100C компании KYOWA

Данное устройство создано для подключения к кабелю рядом с датчиком или индикатором. Эта специальная внутренняя схема защищает оборудование от повреждений в результате удара молнии или индуцированного напряжения.

Технические характеристики

Применимый наружный диаметр покрытия кабеля: 6-16мм

Встроенные грозовые разрядники: 5 формованных приборов; также доступен отдельный громоотвод (HJB-001B).

Время выдержки: примерно 1 час при 23°C, 3-5 часов при 0°C

Размеры: максимальный диаметр 44мм x максимальная длина 190мм

Информацию о мерах защиты от удара молнии см. на следующей странице.



Разъем кабеля с водонепроницаемым колпачком В-10В/В-15В

Данные кабельные разъемы поставляются с водонепроницаемым колпачком для защиты наконечника удлинительного кабеля датчика для гражданского строительства. Данные устройства не только устраняют необходимость обеспечения защиты наконечника кабеля и гидроизоляции, но и улучшают водонепроницаемость. NDIS разъем обеспечивает подключение к индикатору нажатием одной кнопки для быстрых измерений. Подключенный кабель длиной 1м имеет хлоропреновую шланговую оплетку и четыре проводника 0.5мм². Колпачок В-15В сделан из reptition type кабеля. По желанию колпачок В-10А или В-15А можно приобрести отдельно.

Технические характеристики

Модель	Подключенный кабель (хлоропреновый шланговый кабель)
В-10В	4-проводной (0.5мм ²) кабель длиной 1м
В-15В	Repletion-type 4-проводной (0.5мм ²) кабель длиной 1м

Доступны только В-10А и В-15А кабели.



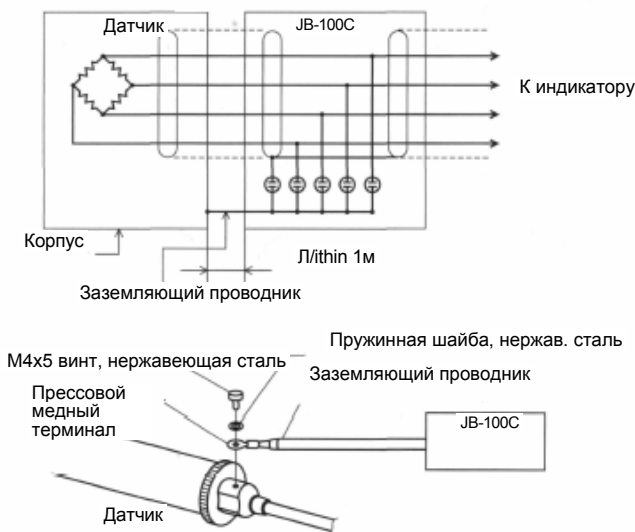
Меры защиты от удара молнией

Меры защиты от удара молнией в сфере гражданского строительства

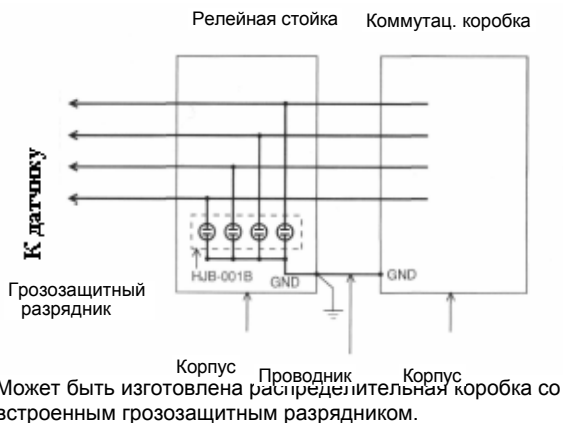
Когда между грозowymi тучами или грозовой тучей и землей появляется разряд молнии, даже индуцированный удар молнии может повредить зарытые в земле датчики или находящиеся поблизости измерительные приборы, если удар молнии не попадает в датчик непосредственно. В результате разряда между грозowymi тучами или падения молнии в периферии резко меняет электрический заряд на поверхности земли, он моментально индуцирует высокое напряжение между землей и сигналом или силовым кабелем датчиков и измерительных приборов. Такое высокое напряжение может сжечь элемент датчика и полупроводники измерительного прибора, а также ухудшить их изоляционные характеристики.

Чтобы свести к минимуму возможность повреждения зарытых датчиков и расположенных рядом приборов в результате удара молнии, на проводник рядом с каждым зарытым датчиком устанавливается грозовой разрядник JB-100C компании KYOWA; на распределительную коробку и индикатор устанавливается грозовой разрядник HJB-001B. Так как линия питания также может быть повреждена в результате удара молнии, к источнику питания подключается развязывающий трансформатор UPT-300V или разрядник напряжением 400V.

Как подключить грозовой разрядник - (1) Если JB-100C установлен рядом с датчиком



(2) Если грозовой разрядник установлен перед распределительной коробкой



Грозовой разрядник JB-100C компании KYOWA

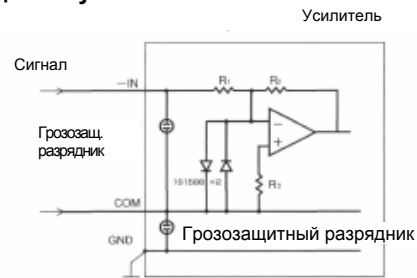
См. также предыдущую страницу. Данный набор обеспечивает следующие характеристики:

- Низкое начальное разрядное напряжение 75В постоянного тока $\pm 20\%$,
- Устойчивость к повторному удару; 500 раз при 8x20JLiS, выброс тока 500А
- Выдерживает большой ударный ток (1 раз при 8x20JIS, выброс тока 10кА)
- Небольшая электростатическая емкость, максимум 1 pF
- Высокое сопротивление изоляции, 10000MQ минимум
- Встраиваемые датчики:
BS-25AT, VJ-AT, BR-BIT, BE-E/F/M/N, BP-B/VT/C/CT, BT-100B и т.д.

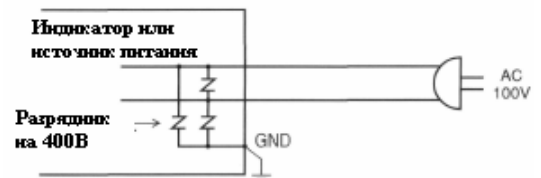
Заземление

- Соедините терминал заземления (GND) грозового разрядника класса А с землей. Если терминал GDN соединен с землей, с которой соединен еще один прибор, или если заземление невозможно, грозовой разрядник не будет функционировать должным образом.
- А также заземление кабельного трубопровода, кабельного туннеля, соединительной коробки, распределительной коробки и корпуса индикатора обеспечивает положительный эффект с точки зрения электромагнитного экранирования.

(3) При установке двух грозовых разрядников и двух диодов на усилитель



(4) При установке разрядника в источник питания



(5) При установке развязывающего трансформатора перед индикатором или источником питания



(6) В случае линии передачи данных



Таблица выбора критериев

ОПИСАНИЕ	МОДЕЛЬ	ПРИМЕНЕНИЕ												
		Сталь- ные конст- рукци и	Армиро- ванные бетон- ные конст- рукции	Времен- ные конст- рукции	Мони- торинг де- фор- маций	Изме- рения на грунте	Тонне- ли	Насып- ные дамбы	Грави- тацион- ные плотины	Грави- тацион- ные плотины (RCD метод)	Смот- ровые галереи платин	Опол- зни	Насы- пи	Бере- говые изме- рения
		Steel structu- re	Reinfor- ced concrete structure	Tempora- ry structure	Defor- mation monito- ring	Earth Retai- ning measu- rement	Tunnel	Fill dam	Gravity dam	Gravity dam (RCD method)	Dam inspect- tion gallery	Lamd- slide	Soft (weak) ground emban- kment	Off-shore (marine) recla- mation
Полый датчик силы	BL- B/E, BLD-A-S	—	○	○	△	◎	○	—	—	—	—	◎	—	—
Датчик нагрузки грунта	BEM-A	—	△	◎	—	◎	○	—	—	—	—	—	—	◎
Датчик нагрузки грунта	BEE-A / BEF-A	—	△	◎	—	◎	○	◎	—	△	—	—	◎	○
Датчик давления в порах	BPB-A / BPC-A	—	△	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎	△	◎	◎	◎
Датчик напряжений	BR-BT	—	○	—	—	△	—	—	◎	◎	—	—	—	—
Температурный датчик	BT-100B	—	◎	◎	◎	○	○	—	◎	◎	◎	—	—	—
Потенциометричес- кий датчик смещения	DTP-D-S	◎	◎	○	△	—	△	—	—	—	—	—	—	—
Датчик смещения	DTH, DTJ, DT	◎	◎	○	△	○	△	—	—	—	—	—	—	—
Комбинированный датчик	BJ-AT	—	○	—	△	△	△	—	◎	◎	◎	—	—	—
Миниатюрный тензодатчик	BS-8FT	◎	◎	◎	—	◎	◎	—	—	—	—	—	—	—
Тензодатчик	BS-AT/BT	—	◎	△	—	○	◎	—	◎	◎	○	—	—	—

ОПИСАНИЕ	МОДЕЛЬ	ПРИМЕНЕНИЕ												
		Сталь-ные конструкции	Армиро-ванные бетон-ные конст-рукции	Времен-ные конст-рукции	Мони-торинг де-фор-маций	Изме-рения на грунте	Тонне-ли	Насып-ные дамбы	Грави-тацион-ные плотины	Грави-тацион-ные плотины (RCD метод)	Смот-ровые галереи платин	Опол-зни	Насы-пи	Бере-говые изме-рения
		Steel structure	Reinfor-ced concrete structure	Tempora-ry structure	Defor-mation monito-ring	Earth Retai-ning measu-rement	Tunnel	Fill dam	Gravity dam	Gravity dam (RCD method)	Dam inspect-ion gallery	Lamd-slide	Soft (weak) ground emban-kment	Off-shore (marine) recla-mation
Датчик напряжений в арматуре	BF-CT, BFD-A-TS	—	○	○	—	○	—	△	△	○	—	—	—	
Поверхностный датчик наклона	BKK-A	△	○	△	○	○	△	—	△	△	—	○	○	—
Встраиваемый датчик наклона	BKJ-A	—	—	○	○	○	—	—	—	—	—	○	○	○
Накладной датчик наклона	BKA-A, BKL-A, BK-G	—	—	○	○	○	—	○	—	—	—	○	○	○
Датчик уровня воды	BWL-ET	—	—	○	○	○	△	○	○	○	—	○	○	○
Высокочувствительный датчик давления в порах	BPG-A-S	—	—	△	—	—	○	○	—	—	○	○	○	○
Датчик давления почвенной влаги	BPT-A-80KPS	—	—	—	—	○	△	△	—	—	—	○	○	—
Датчик смещения при сжатии скалистых пород	BRD-AT	—	—	—	—	—	—	○	○	○	○	—	—	—