

НПП Эконикс®

Датчики контроля электропроводности воды WA01-A с выходом 4-20мА серии «ЭКОТЕСТ-W»



- Контроль электропроводности воды различного назначения на потоке
- Размещение в стандартном тройнике с присоединительной резьбой 3/4"
- Встроенная схема преобразования с 2-х проводным выходом 4-20мА
- Стандартные диапазоны преобразования 0...20 / 200 / 2000 мкСм/см
- Доступны нестандартные диапазоны измерения из интервала 10...2000 мкСм/см
- Штыревые электроды из специально подготовленной нержавеющей стали AISI304

Применение

Датчики WA01-A применяются в составе трубопроводных систем, в которых согласно техпроцессу, необходимо вести непрерывный контроль электропроводных параметров рабочей жидкости, в качестве которой может использоваться подготовленная, стандартная водопроводная вода или дистиллированная вода. Датчики ориентированы на применение в составе различных систем очистки воды, например, на основе обратного осмоса, и могут использоваться как контрольные элементы в контуре управления таких систем.

При монтаже датчик WA01-A устанавливается в стандартном пластиковом тройнике или специальном подготовленном посадочном месте с присоединительной резьбой 3/4 дюйма. Уплотнение места установки осуществляется по резьбе. В качестве принадлежности к датчикам доступна для заказа рекомендованная сварная втулка с внутренней резьбой 3/4 дюйма.

Чувствительный элемент построен на базе 2-х электродной кондуктометрической ячейки со штыревыми электродами из нержавеющей стали AISI304. Применение штыревых электродов обеспечивает низкое гидравлическое сопротивление чувствительного элемента на потоке, устойчивость к перегрузкам, свойство самоочистки электродов.

Датчик WA01-A включает встроенную схему преобразования электропроводности водных растворов в стандартный токовый сигнал 4-20мА с 2-х проводной схемой подключения. Встроенного канала измерения температуры датчик не имеет. В качестве канала измерения температуры рекомендуется использовать отдельный датчик температуры серии TF01-A.

Обозначение датчиков и принадлежности

Обозначение датчиков приведено в таблице 1. Перечень принадлежностей к датчикам, поставляемых по отдельному заказу, приведен в таблице 2.

Таблица 1. Обозначение датчиков

Обозначение датчиков	Стандартные диапазоны измерения	Напряжение питания и выходной сигнал	Примечание
WA01-A-XXXXмкСм/см, где XXXX – диапазон измерения	20мкСм/см 200мкСм/см 2000мкСм/см	Uп ≥ 9В + 0,02А × Rн Выход 4-20мА с 2-х проводной схемой	Доступны дополнительные диапазоны измерения из интервала 10...2000мкСм/см

Таблица 2. Принадлежности к датчикам

Наименование	Краткая характеристика
Контрольные платы стандарта 4-20мА	Имитируют выходной сигнал датчиков. Обеспечивают на выходе точные значения тока шкалы 4-20мА (0%, 20%, 80%, 100%). Используются на этапе ввода датчиков в эксплуатацию, а также в процессе эксплуатации для проверки исправности датчиков, регистратора, кабельной сети.
Имитатор сигналов стандарта 4-20мА с 2-х проводной схемой подключения	Обеспечивает на выходе 11 градаций тока стандарта 4-20мА, переключаемых с помощью галетного переключателя. Используются для тестирования оборудования с выходом 4-20мА, а также проверки параметров систем регулирования на основе датчиков с выходом 4-20мА.
Контрольные растворы	Доступны для поставки следующие растворы пр-ва ф. HANNA: 1) HI7033L с электропроводностью 84 мкСм/см при температуре 25°С для датчиков с диапазоном 200мкСм/см, 2) HI7031 с электропроводностью 1413 мкСм/см при температуре 25°С для датчиков с диапазоном 2000мкСм/см.
Вварная втулка с внутренней резьбой 3/4 дюйма	Втулка (бобышка) приварная с внутренней трубной резьбой 3/4 дюйма предназначена для размещения на месте эксплуатации датчиков серий WA01/02, WD01/02. Для фиксации втулки на трубопроводе используется сварка. Материал втулок: сталь 20 (по спецзаказу сталь AISI304).

Обозначение при заказе

При заказе указывается наименование датчика в соответствии с таблицей 1 и, если необходимо, комплект принадлежностей из перечня таблицы 2. Например:

1. «Датчик WA01-A-200мкСм/см» (датчик электропроводности воды с диапазоном 200мкСм/см и выходом 4-20мА с 2-х проводной схемой подключения);
2. «Контрольный раствор HI7033L 84мкСм/см».

Конструкция датчика

Датчик состоит из 3-х основных частей: проточного чувствительного элемента, резьбового штуцера и герметичной клеммной коробки с защитой IP65 со встроенной платой преобразования.

Чувствительный элемент включает изолирующее основание D22мм из фторопласта и два впрессованных в основание штыревых электрода D5мм, изготовленных из специально подготовленной нержавеющей стали. Основание с электродами фиксируется в резьбовом штуцере с присоединительной резьбой 3/4 дюйма. В свою очередь штуцер с помощью неразъемного резьбового соединения соединен с клеммной коробкой.

На встроенной в клеммную коробку печатной плате расположена электронная схема преобразования электропроводности воды в ток 4-20мА, 2-х контактный клеммный соединитель для подключения проводников выходного кабеля способом «под винт» и переменный многооборотный резистор для целей подстройки диапазона преобразования датчика при калибровке датчика по контрольному раствору. Методика калибровки датчика приведена в разделе «Рекомендации по эксплуатации» данного описания.

Для обеспечения герметичности кабель уплотняется в кабельном вводе, а съемная часть корпуса клеммной коробки (крышка) фиксируется на её основании на резьбе с уплотнением с помощью резиновой прокладки. Клеммная коробка изготовлена из алюминиевого сплава.

Измерение электропроводности воды построено на основе метода контроля тока через электроды чувствительного элемента при его запитке переменным напряжением амплитудой 1В и частотой 100Гц. Измерительный сигнал снимается с токового шунта, подключенного последовательно с чувствительным элементом, усиливается, выпрямляется, а затем преобразуется в выходной ток.

Технические характеристики

Общие данные:

1. Напряжение питания: $30V \geq U_{пит} \geq 9V + 0,02A \times R_n$, где R_n – сопротивление нагрузки
2. Потребляемая мощность: не более 0,6Вт
3. Допустимая длина кабеля: до 500м.
4. Срок службы: 10 лет

Функциональные данные:

1. Стандартные диапазоны измерения: 0...20 / 0...200 / 0...2000 мкСм/см
2. Выходной сигнал: 4-20мА с 2-х проводной схемой подключения

2. Погрешность измерений при температуре окружающей среды 25°C: $\pm 3\%$ от диапазона
3. Линейность в пределах диапазона: не хуже $\pm 2\%$
4. Дополнительная погрешность от изменения температуры корпуса: $\pm 0,2\%$ на каждые 10 °C
5. Зависимость показаний электропроводности от температуры контролируемого раствора: определяется температурным коэффициентом контролируемого раствора, датчик не имеет внутреннего канала компенсации показаний электропроводности от температуры
6. Постоянная времени по уровню 0,9: менее 0,5сек.

Условия окружающей среды:

1. Максимальная рабочая температура чувствительного элемента на потоке: +85°C
2. Предельная кратковременная температура чувствительного элемента на потоке: +95°C
3. Максимальное давление со стороны рабочего процесса: до 1 МПа
4. Диапазон рабочих температур корпуса со схемой преобразования: -40...+65°C
5. Влажность при эксплуатации: 0...100% отн. влажности без конденсации влаги
6. Температура при хранении и транспортировании: -40...+50°C
7. Влажность при хранении и транспортировании: $\leq 95\%$ отн. влажности

Габаритно-установочные размеры (см. раздел «Размеры датчиков»):

1. Длина погружной части электродов: 18мм
2. Присоединительная резьба датчика: 3/4 дюйма трубная x 15мм
3. Габаритные размеры датчика: 80x55x120мм
4. Диаметр кабеля, уплотняемого кабельным вводом: стандарт 4...8мм, по спецзаказу 2...5мм
5. Вес датчика: не более 150гр.

Материалы и цвета:

1. Корпус клеммной коробки: алюминиевый сплав, порошковая окраска
2. Резьбовой штуцер и электроды: нержавеющая сталь AISI304

Рекомендации по монтажу

1. При монтаже датчик устанавливается в стандартном пластиковом тройнике или специально подготовленном посадочном месте с резьбой 3/4 дюйма и не требует дополнительных крепежных элементов. Уплотнение места установки осуществляется по резьбовой части штуцера датчика с помощью различных уплотняющих материалов. Для герметизации резьбы датчика необходимо использовать гаечный ключ на 27мм, соответствующий размеру шестигранника штуцера.

2. Рекомендуется таким образом устанавливать датчик на трубопроводе, чтобы кабельный ввод датчика был ориентирован вдоль трубы. Это позволяет ориентировать штыри по сечению потока контролируемого раствора с целью получения более достоверных показаний датчика и дополнительно защитить выходной кабель датчика.

3. Диапазон рабочих температур корпуса датчика с платой преобразования находится в пределах от минус 40°C до +65°C. Максимальная рабочая температура контролируемого раствора в трубопроводе не более +85°C, кратковременно не более +95°C.

4. После ввода кабеля в корпус с платой преобразования и подключения проводников кабеля к клеммам датчика, необходимо уплотнить кабельный ввод и зафиксировать съемную верхнюю часть корпуса (крышку) на основании корпуса с помощью резьбового соединения, обеспечив необходимое уплотнение в месте стыка 2-х частей корпуса.

5. При прокладке кабелей необходимо соблюдать условия по допустимой длине соединительных проводов. Не допускается прокладка кабелей от датчиков вместе с силовыми и силовыми кабелями сети 220В.

Порядок подключения датчиков к регистратору

Таблица 3. Схема подключения датчиков WA01-A с выходом 4-20мА

	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2-х проводная схема подключения. 2. Маркировка клемм на датчике: «+» - напряжение питания «-» - общий провод и выход 4-20мА 3. Длина линии связи датчик-регистратор до 500м. 4. Алгоритм выбора величины сопротивления нагрузки R_n приведен ниже.
--	---

Для подключения датчика с выходом 4-20мА к регистратору в разрыв общего провода токовой петли канала измерения датчика необходимо включить сопротивление нагрузки. Измерительное напряжение, выделяемое относительно общей точки на сопротивлении нагрузки, будет являться входным напряжением для регистратора. Выбор величины сопротивления нагрузки определяется входным диапазоном применяемого регистратора, напряжением питания со стороны регистратора и допустимым минимальным напряжением непосредственно на клеммах датчика, т.е. напряжением между клеммами датчика с маркировкой «+» и «-».

Величина напряжения питания датчика со стороны регистратора и величина сопротивления нагрузки связаны следующим соотношением:

$$U_{пит} \geq 9В + 0,02А \cdot R_n, \text{ где}$$

U_{пит}, В – напряжение питания датчика со стороны регистратора;

9 В – минимально допустимое напряжение непосредственно на клеммах датчика;

0,02 А – максимальный измерительный ток от датчика;

R_n, Ом – сопротивление нагрузки, с которого снимается напряжение.

Внимание! Напряжение на клеммах датчика с учетом падения напряжения на сопротивлении нагрузки R_n и соединительных проводах при максимальном выходном токе датчика 20 мА не может быть меньше 9 В. В противном случае достоверность показаний датчика не гарантируется.

Рекомендуется следующий алгоритм выбора сопротивления нагрузки токовой петли и напряжения источника питания датчика со стороны регистратора (контроллера):

а) Из спецификации на применяемый контроллер получают данные о диапазоне входного напряжения контроллера, например, 0-10 В;

б) Выбирают номинал сопротивления нагрузки, равный 500 Ом из расчета, что при максимальном токе с датчика, равном 20 мА, на сопротивлении нагрузки должно падать 10В;

в) Рассчитывают минимально допустимую величину напряжения источника питания путем сложения минимально допустимого напряжения на клеммах датчика, равного 9 В, и падения напряжения на сопротивлении нагрузки, равного 10 В. Получают величину 19 В. В качестве источника питания датчика можно выбрать блок питания со стандартным выходом 24 В. Таблица соответствия между рядом стандартных входных диапазонов контроллеров, сопротивлением нагрузки токовой петли и необходимым напряжением источника питания приведена ниже.

Таблица 4. Соответствие между входным диапазоном контроллера, сопротивлением нагрузки токовой петли датчика и напряжением источника питания				
Входной диапазон контроллера	0...1В	0...2В	0...5В	0...10В
Сопротивления нагрузки токовой петли R _n	50 Ом	100 Ом	250 Ом	500 Ом
Напряжение на R _n при токе 4мА	0,2 В	0,4 В	1 В	2 В
Напряжение на R _n при токе 20мА	1 В	2 В	5 В	10 В
Диапазон изменения напряжения на R _n	0,2...1 В	0,4...2 В	1...5 В	2...10 В
Рекомендуемое стандартное напряжение источника питания датчика со стороны контроллера	12 В	12 В	15 В	24 В
Напряжение на клеммах датчика при токе 20мА	11 В	10 В	10 В	14 В

Примечание: некоторые типы контроллеров имеют встроенное сопротивление нагрузки, в этом случае внешнего сопротивления нагрузки не требуется.

Использование для датчиков WA01-A интерфейса 4-20мА обеспечивает преимущества:

1. Допустимая длина линии связи датчик-регистратор до 500 м;
2. Экономия за счет использования 2-х жильного кабеля вместо 3-х жильного;
3. Высокая помехоустойчивость, использование неэкранированного кабеля;
4. Диагностика состояния «Обрыв линии связи» по отсутствию начального тока 4 мА.

Рекомендации по эксплуатации

Техническое обслуживание датчиков

Техническое обслуживание датчика WA01-A в процессе эксплуатации включает две основные процедуры: периодическая очистка электродов датчика и периодическое проведение калибровки, включая калибровку перед началом эксплуатации. Периодическое проведение калибровки является важным, поскольку параметры кондуктометрической ячейки датчика могут изменяться в процессе эксплуатации, главным образом из-за загрязнения электродов. Вследствие этого перед проведением очередной калибровки датчика всегда необходимо проводить процедуру очистки электродов. И наоборот, после проведения очередной очистки электродов необходимо провести

калибровку датчика. Частота проведения процедур очистки и калибровки зависит от условий эксплуатации датчика и типа контролируемого рабочего водного раствора.

Общий принцип калибровки заключается в погружении датчика в контрольный раствор с известным значением удельной электропроводности (УЭП) и последующим регулировании с помощью встроенного подстроечного элемента (многооборотного резистора) выходного сигнала датчика таким образом, чтобы его показания совпали с номинальным значением УЭП контрольного раствора при температуре проведения процедуры. Для проведения калибровки необходимо наличие таблицы значений УЭП контрольного раствора при различных температурах, или же калибровка должна проводиться при стандартной температуре 25°C, для которой, как правило, указывается номинальное значение УЭП контрольного раствора.

Общие правила работы с датчиками

1. Перед проведением измерений и соответственно перед проведением калибровки чувствительный элемент датчика, хранившегося в сухом виде, следует выдержать в течение 5-8 часов в дистиллированной воде.

2. При проведении измерений и калибровки датчика рекомендуется обеспечить непрерывный проток контролируемой воды через чувствительный элемент датчика.

3. В перерывах между измерениями чувствительный элемент датчика следует хранить в дистиллированной или деионизированной воде. Если перерывы между измерениями более суток, то датчик необходимо хранить в сухом состоянии, предварительно промыв чувствительный элемент датчика в дистиллированной водой и протерев его фильтровальной бумагой.

Очистка датчиков

Для очистки электродов необходимо использовать моющие растворы, не разрушающие нержавеющие электроды чувствительного элемента датчика. Запрещается использовать для очистки абразивные вещества, которые могут повредить поверхность нержавеющих электродов. Также запрещается механическая очистка электродов. Применение абразивных веществ и механической очистки электродов может привести к значительному изменению параметров кондуктометрической ячейки датчика.

Если загрязнения являются водорастворимыми, то рекомендуется промывать электроды дистиллированной водой.

Если необходимо удалить более сложные загрязнения, в том числе маслянистые отложения, то рекомендуется применять раствор спирта этилового с водой в соотношении 1:2, предварительно необходимо выдержать электроды в промывочном растворе в течение 10-30 минут. Промывку проводить путем многократного погружения чувствительного элемента на полную его высоту в промывочный раствор, либо осуществлять промывку в потоке моющего вещества. Если это необходимо, то используйте для удаления размягченных отложений мягкую щетку.

Внимание! Не допускается использовать для очистки электродов серосодержащие и кислотосодержащие растворы, т.к. данные среды противопоказаны для нержавеющей стали AISI304, из которой изготовлены электроды датчика.

Калибровка датчика

Датчик WA01-A поставляется с соответствующим заказу установленным диапазоном. Однако перед эксплуатацией датчик рекомендуется повторно откалибровать на контрольном растворе. В качестве контрольных растворов могут быть использованы готовые растворы, доступные для поставки (84мкСм/см и 1413мкСм/см). Также могут быть использованы самостоятельно приготовленные растворы на основе соли KCl с концентрацией 0,001Н (146,9 мкСм/см) и 0,01Н (1409 мкСм/см), см. раздел ниже «Приготовление контрольных растворов». Для исключения ошибок во время процедуры калибровки электропроводность контрольных растворов и растворов, приготовленных самостоятельно, рекомендуется контролировать эталонным кондуктометром.

Алгоритм калибровки датчика WA01-A следующий:

1. Подготовить к работе эталонный кондуктометр.
2. В цилиндрический сосуд емкостью до 1дм³ залить готовый эталонный раствор или самостоятельно приготовленный раствор. Раствор выбирается в зависимости от диапазона измерения калибруемого датчика: 84мкСм/см или 146,9мкСм/см для датчика с диапазоном 200мкСм/см и 1413мкСм/см или 1409мкСм/см для датчика с диапазоном 2000мкСм/см.
3. Сосуд установить на магнитную мешалку.
4. С помощью лабораторных штативов установить в сосуде с эталонным раствором:
 - датчик эталонного кондуктометра;
 - калибруемый датчик (он должен быть установлен таким образом, чтобы его чувствительный элемент был погружен в эталонный раствор на полную высоту, включая фторопластовый изолятор и желателно в комплекте с применяемым при эксплуатации посадочным местом);

- термометр;
- термостат.

4. Используя магнитную мешалку, добиться постоянной циркуляции контрольного раствора через чувствительные элементы калибруемого и эталонного датчиков.

5. С помощью термостата установить температуру раствора $(25,0 \pm 0,2)^\circ\text{C}$.

6. После установления термического равновесия определить по эталонному кондуктометру значение УЭП раствора Хэтал, мкСм/см.

7. По формуле из раздела «Описание характеристики преобразования» рассчитать величину выходного тока датчика, соответствующего электропроводности контрольного раствора с учетом установленного диапазона измерения датчика: $I_{\text{вых}} = \text{Хэтал}(\text{мкСм/см}) \times \text{SLI}(\text{мА/мкСм/см}) + 4\text{мА}$;

8. Датчик подключить к источнику питания и к регистратору, если будет проводиться контроль показаний датчика в физических единицах. В случае, если регистратор недоступен, включить в разрыв цепи питания «Общий» мультиметр в режиме измерения тока с целью альтернативного контроля токовых показаний датчика. Далее с помощью вращения подстроечного резистора, расположенного на плате преобразования, добиться на табло регистратора показания физических единиц электропроводности, соответствующего значению Хэтал. Если проводится контроль токовых показаний датчика, то добиться показания тока на табло мультиметра, совпадающего с вычисленным в п.7 значением.

9. После проведения такой процедуры датчик является откалиброванным в установленном диапазоне измерения и с ним можно работать, измеряя линейно электропроводность рабочих водных растворов в пределах этого диапазона.

Примечания:

1. Если это технически возможно, то рекомендуется уточнить калибровку датчика на потоке, в составе реального технологического процесса, используя метод сличения показаний датчика с показаниями эталонного кондуктометра, также на потоке измеряющего электропроводность контролируемого рабочего раствора. Калибровка датчика на потоке позволяет добиться максимальной точности калибровки, поскольку кондуктометрическая ячейка датчика WA01 построена по открытой схеме и конфигурация окружающих ячейку конструктивных элементов может влиять на мультипликативную составляющую её характеристики преобразования.

2. В случае, если калибровка датчика на потоке технически неосуществима, то при лабораторной калибровке датчика рекомендуется вокруг чувствительного элемента воспроизвести конфигурацию посадочного места датчика на трубопроводе, это позволит исключить ошибки калибровки датчика с полностью открытым чувствительным элементом.

3. При калибровке датчика в обязательном порядке необходимо исключить наличие пузырьков воздуха на электродах датчика, в противном случае измерения будут недостоверными. Для этого необходимо обеспечить равномерный непрерывный проток контрольного раствора через электроды, а перед калибровкой принять специальные меры по удалению пузырьков методом многократного встряхивания датчика в процессе погружения его чувствительного элемента в раствор.

4. Допускается не использовать термостат, но в этом случае показания Хэтал электропроводности контрольного раствора должны быть пересчитаны с учетом текущей температуры контрольного раствора и его температурного коэффициента.

Приготовление контрольных растворов

В качестве контрольных растворов можно использовать готовые контрольные растворы. Доступны к поставке по отдельному заказу готовые контрольные растворы пр-ва ф. HANNA: 1) HI7033L 84 мкСм /см (500мл) и 2) HI7031 1413мкСм/см (500мл).

Альтернативно возможно самостоятельное приготовление контрольных растворов 0,01N и 0,001N на основе соли хлористого калия KCl.

1. Для приготовления раствора 0,1N растворите 7,4365гр. KCl в 1 литре деионизированной воды. Полученный раствор при 25°C будет иметь электропроводность 12,85 мСм/см.

2. Для приготовления раствора 0,01N растворите 0,7440гр. KCl в 1 литре деионизированной воды. Полученный раствор при 25°C будет иметь электропроводность 1,409 мСм/см.

3. Для приготовления раствора 0,001 N растворите 100мл раствора 0,01N в 1 литре деионизированной воды. Полученный раствор будет иметь электропроводность 146,9 мкСм/см.

Для приготовления контрольных растворов необходимо использовать хлористый калий марки ACS с чистотой $100\% \pm 0,1\%$. Предварительно необходимо высушить соль в печи при температуре 150°град.С в течение двух часов и дать ей охладиться в сушильной печи. Деионизированная вода должна иметь удельную проводимость менее чем 1,5мкСм/см.

Температурная компенсация показаний датчика

Показания электропроводности водных растворов в значительной степени зависят от температуры растворов. Датчик WA01-A не имеет внутреннего канала компенсации изменения электропроводности рабочего раствора от температуры и соответственно без компенсации может применяться для измерения электропроводности растворов, температура которых изменяется незначительно. Если для технологического процесса характерны значительные колебания температуры рабочего раствора, то рекомендуется совместно с датчиком WA01-A применение отдельного погружного датчика температуры TF01-A с быстрым откликом. Конструкция датчика TF01-A аналогична конструкции датчика WA01-A: он размещается в стандартном тройнике с присоединительной резьбой 1/2 дюйма и имеет встроенную схему преобразования с аналогичным выходом 4-20мА по току. Выход датчика температуры подключается на второй вход контроллера, в котором может быть запрограммирован алгоритм необходимой температурной компенсации показаний электропроводности рабочего раствора.

Описание характеристики преобразования

Каждый экземпляр датчиков WA01-A с выходом 4-20мА имеет стандартную характеристику преобразования следующего типа:

$$EC \text{ (мкСм/см)} = (I_{\text{вых}} - I_0) / SLI, \text{ где}$$

EC мкСм/см – текущее измеряемое значение электропроводности рабочего раствора;

I_0 (мА) – начальное смещение схемы преобразования датчика;

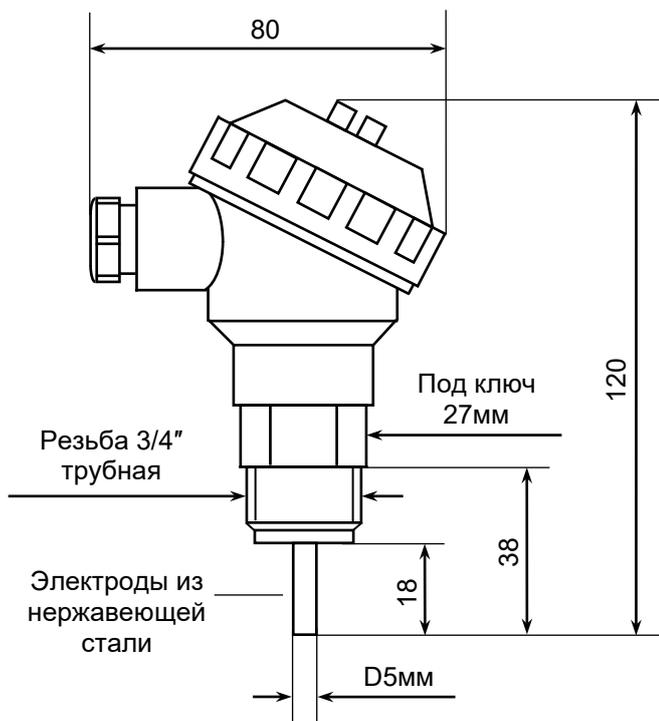
$I_{\text{вых}}$ (мА) – текущий выходной ток датчика;

SLI (мА/мкСм/см) – коэффициент преобразования, определяется диапазоном, см. табл. 5.

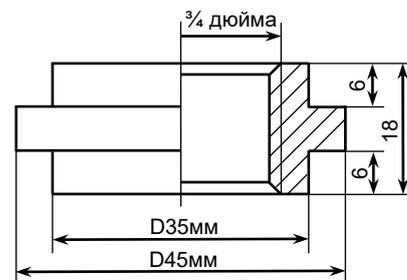
Таблица 5

Значения коэффициентов преобразования датчиков серии WA01-A	Действительное значение
Начальное смещение I_0 для всех диапазонов	4 мА
Коэффициент преобразования SLI для диапазона 0...20мкСм/см	0,8 мА/мкСм/см
Коэффициент преобразования SLI для диапазона 0...200мкСм/см	0,08 мА/мкСм/см
Коэффициент преобразования SLI для диапазона 0...2000мкСм/см	0,008 мА/мкСм/см

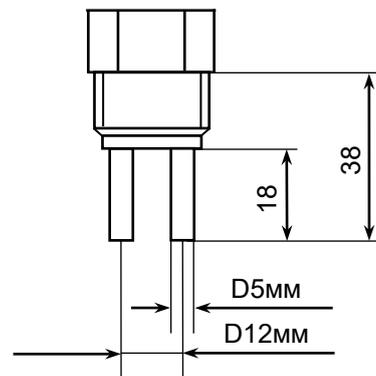
Размеры датчиков (в мм)



Датчик WA01



Размеры сварной втулки (бобышки)



Размеры чувствительного элемента датчика WA01