

Техническое описание Memosens CPS97E

Датчик ISFET для измерения pH

Цифровой датчик с технологией Memosens 2.0



Применение

- Среда с загрязнениями:
 - твердые частицы;
 - эмульсии;
 - реакции осаждения.
- Процессы, для которых характерны следующие особенности:
 - быстро меняющиеся значения pH;
 - колебания температуры и давления.
- Водоочистка и водоотведение.

Сертификаты для эксплуатации во взрывоопасных зонах (зоне 0, зоне 1 и зоне 2): ATEX, МЭК Ex, CSA C/US, NEPSI, JPN Ex, INMETRO, UKCA и Korea Ex.

Преимущества

- Устойчивость к повреждениям
- Система сравнения: холодный спай и стабилизированный твердый гель.
- Подходит для использования в нагруженной частицами среде с высокой загрязненностью.
- Длиннее интервалы между калибровками по сравнению со стеклянными электродами:
 - менее длительный гистерезис при изменении температуры;
 - меньшая погрешность измерения после воздействия высокой температуры;
 - практически полное отсутствие кислотных и щелочных ошибок.
- Встроенный датчик температуры Pt1000 для эффективного ввода температурной компенсации.

EAC

[Начало на первой странице]

Дополнительные преимущества технологии Memosens

- Максимальная безопасность технологического процесса за счет применения бесконтактной, индуктивной передачи сигнала
- Безопасность данных благодаря цифровой передаче данных
- Чрезвычайная простота использования за счет хранения данных датчика в самом датчике
- Запись данных о нагрузке, которой подвергается датчик,

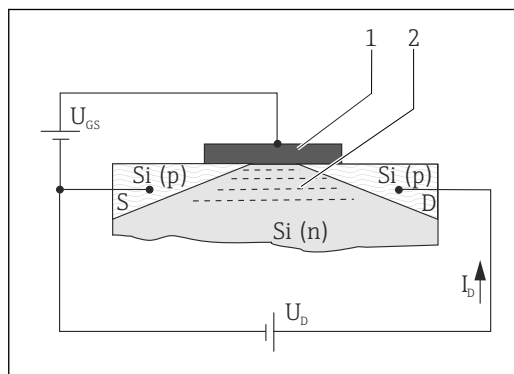
Принцип действия и конструкция системы

Принцип измерения

Ионоселективные или, в более широком смысле, ионочувствительные полевые транзисторы (ISFET) появились в 1970-х годах как альтернатива стеклянным электродам для измерения уровня pH.

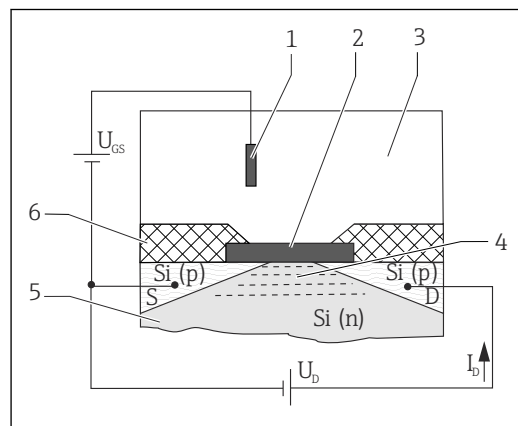
Измерение показателя pH с помощью датчиков ISFET

Ионоселективные полевые транзисторы основаны на схеме оксидно-полупроводникового транзистора MOS¹⁾ → 1, 3, но без металлического затвора (поз. 1) в качестве управляющего электрода. Вместо этого в датчике ISFET среда (поз. 3) → 2, 3 находится в прямом контакте с изолирующим слоем затвора (поз. 2). Две области с высокой р-проводимостью диффундируют в кремниевую n-проводящую подложку полупроводника (поз. 5). Эти Р-проводящие области являются источником тока («Исток», S) и приемником тока («Сток», D). Металлический затвор (в случае MOSFET) и среда (в случае ISFET) вместе с нижней подложкой образуют конденсатор. Разность потенциалов (напряжения) между затвором и подложкой (U_{GS}) вызывает высокую плотность электронов между «Истоком» и «Стоком». Формируется проводящий канал → 2, 3 (поз. 4) то есть ток I_D протекает при наличии напряжения U_D .



1 Принцип измерения технологии MOSFET

- 1 Металлический затвор
- 2 Проводящий канал (N-проводящий)



2 Принцип измерения технологии ISFET

- 1 Электрод сравнения
- 2 Диэлектрическая поверхность затвора
- 3 Среда
- 4 Проводящий канал (N-проводящий)
- 5 Кремниевая подложка N-типа
- 6 Стержень датчика

При использовании технологии ISFET ионы, имеющиеся в среде и расположенные в граничном слое среда/затвор, создают электрическое поле затвора. В связи с описанным выше эффектом формируется проводящий канал в кремниевой полупроводниковой подложке между «Истоком» и «Стоком» и индуцируется ток между «Истоком» и «Стоком».

Соответствующие цепи датчика используют зависимость ионоселективного потенциала затвора, чтобы создать выходной сигнал, пропорциональный концентрации ионов.

pH-селективная технология ISFET

Диэлектрическая поверхность затвора является ионоселективным слоем для H^+ ионов. Диэлектрическая поверхность затвора непроницаема для ионов (эффект изолятора), но допускает обратимые поверхностные реакции с H^+ ионами. В зависимости от кислотного или щелочного характера среды, функциональные группы на диэлектрической поверхности выступают в роли акцепторов или доноров H^+ ионов (атмосферность функциональных групп). От этого зависит положительный заряд диэлектрической поверхности (кислотная среда выступает акцептором H^+ ионов) или отрицательный заряд диэлектрической поверхности (щелочная среда выступает донором H^+ ионов). В зависимости от значения pH определенный заряд поверхности может использоваться для управления полевым эффектом в канале между «Истоком» и «Стоком». Процессы, которые ведут к формированию потенциала заряда и,

1) Metal oxide semiconductor

следовательно, к появлению управляющего напряжения U_{GS} между «Затвором» и «Истоком», описываются уравнением Нернста:

$$U_{GS} = U_0 + \frac{2,3 \cdot RT}{nF} \lg a_{\text{ион}}$$

U_{GS}	Потенциал между затвором и истоком	F	Постоянная Фарадея (26,803 А·ч)
U_0	Нулевое напряжение	$a_{\text{ион}}$	Активность ионов (H^+)
R	Газовая постоянная (8,3143 Дж/моль·К)	$\frac{2,3 \cdot RT}{nF}$	Коэффициент Нернста
T	Температура [К]		
n	Электрохимическая способность (1/моль)		

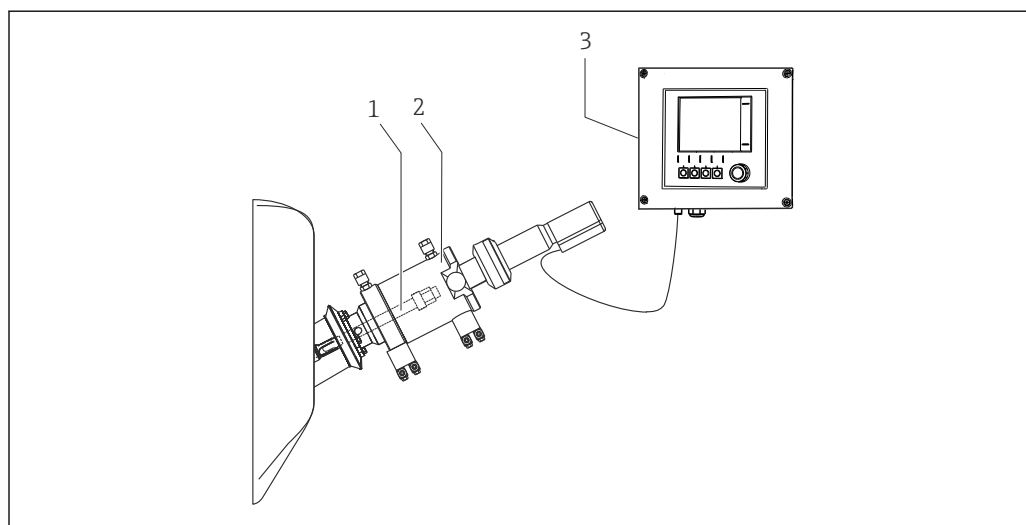
При температуре 25 °C (77 °F) коэффициент Нернста равен -59,16 мВ/рН.

Измерительная система

Полная измерительная система состоит по меньшей мере из следующих элементов:

- датчик ISFET;
- кабель передачи данных Memosens, CYK10;
- преобразователь, например Liquiline CM44х, Liquiline CM42;
- арматура:
 - погружная арматура, например Dipfit CPA111;
 - проточная арматура, например Flowfit CPA250;
 - выдвижная арматура, например Cleanfit CPA871;
 - несъемная арматура, например Unifit CPA842.

В зависимости от сфер использования предлагаются дополнительные комплектующие: автоматическая система очистки и калибровки, например Liquiline Control CDC90.



A0036024

3 Измерительная система

- 1 Датчик ISFET
- 2 Выдвижная арматура CPA871
- 3 Преобразователь Liquiline M CM42

Связь и обработка данных

Связь с преобразователем



Цифровые датчики на основе технологии Memosens необходимо подключать к преобразователю, поддерживающему технологию Memosens. Передача данных в преобразователь от аналогового датчика невозможна.

В цифровых датчиках могут храниться данные измерительной системы. Состав этих данных указан ниже.

- Данные изготовителя
 - Серийный номер
 - Код заказа
 - Дата изготовления
- Калибровочные данные
 - Дата калибровки
 - Крутизна характеристики при 25 °C (77 °F)
 - Рабочая точка при 25 °C (77 °F)
 - Смещение для встроенного датчика температуры
 - Количество калибровок
 - Хронология калибровки
 - Серийный номер преобразователя, использовавшегося при последней калибровке или настройке
- Эксплуатационные данные
 - Температурный диапазон применения
 - Диапазон pH
 - Дата первого ввода в эксплуатацию
 - Максимальное значение температуры
 - Время работы в экстремальных рабочих условиях
 - Счетчик циклов очистки SIP
 - Нагрузка на датчик

Перечисленные выше данные могут быть отображены с помощью преобразователя Liquiline CM42, CM44x, и ПО Memobase Plus CYZ71D.

Прочность

Надежность

Простое управление

Датчики с поддержкой технологии Memosens оснащаются встроенной электроникой, обеспечивающей сохранение данных калибровки и другой информации (например, общего времени работы и количества часов эксплуатации в экстремальных условиях измерения). При подключении датчика его данные автоматически передаются в преобразователь и используются при вычислении текущего измеренного значения. Благодаря тому что данные калибровки хранятся в датчике, датчик можно калибровать и подстраивать независимо от точки измерения. Результат:

- удобство калибровки в измерительной лаборатории в оптимальных условиях окружающей среды позволяет повысить качество калибровки;
- заранее калиброванные датчики легко и быстро заменяются, за счет чего значительно возрастает стабильность работы точки измерения;
- благодаря наличию информации о датчике можно точно определить периодичность технического обслуживания и спланировать профилактическое обслуживание;
- ;
- сохраненные данные применения датчика могут использоваться для целенаправленного определения дальнейшего использования датчика.

Устойчивость к помехам

Безопасность данных благодаря цифровой передаче информации

Технология Memosens оцифровывает измеренные значения в датчике и передает данные на преобразователь через бесконтактное соединение, не подверженное воздействию помех. Результат:

- если датчик выходит из строя или прерывается соединение между датчиком и преобразователем, такая неисправность достоверно обнаруживается с выдачей соответствующего оповещения;
- стабильность работы точки измерения достоверно обнаруживается с выдачей соответствующего оповещения.

Безопасность

Максимальная безопасность процесса

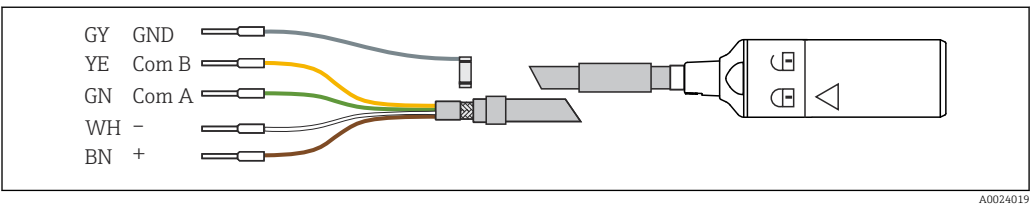
Благодаря индуктивной передаче измеренных значений через бесконтактное соединение технология Memosens гарантирует максимальную безопасность процесса и обеспечивает следующие преимущества.

- Исключение всех проблем, связанных с влиянием влаги:
 - соединение не подвержено коррозии;
 - предотвращение искажения измеренных значений под воздействием влаги;
- преобразователь гальванически отделен от измеряемой среды. «Симметричное высокоимпедансное» или «асимметричное» подключение, преобразователь импеданса – все это в прошлом.
- За счет цифровой передачи измеренных значений обеспечивается безопасность с точки зрения электромагнитной совместимости (ЭМС).
- Искробезопасная электроника гарантирует бесперебойную эксплуатацию во взрывоопасных зонах. Исключительная гибкость благодаря индивидуальным сертификатам взрывобезопасности для всех компонентов, таких как датчики, кабели и преобразователи.

Вход

Измеряемая переменная	Значение pH Температура
Диапазон измерений	■ pH: 0–14 pH ■ Температура: –15 до 110 °C (5 до 230 °F)  Обратите внимание на рабочие условия технологического процесса.

Блок питания

Электрическое подключение	
---------------------------	---

4 Измерительный кабель СУК10 или СУК20

- Подсоедините измерительный кабель Memosens, например СУК10 или СУК20, к датчику.

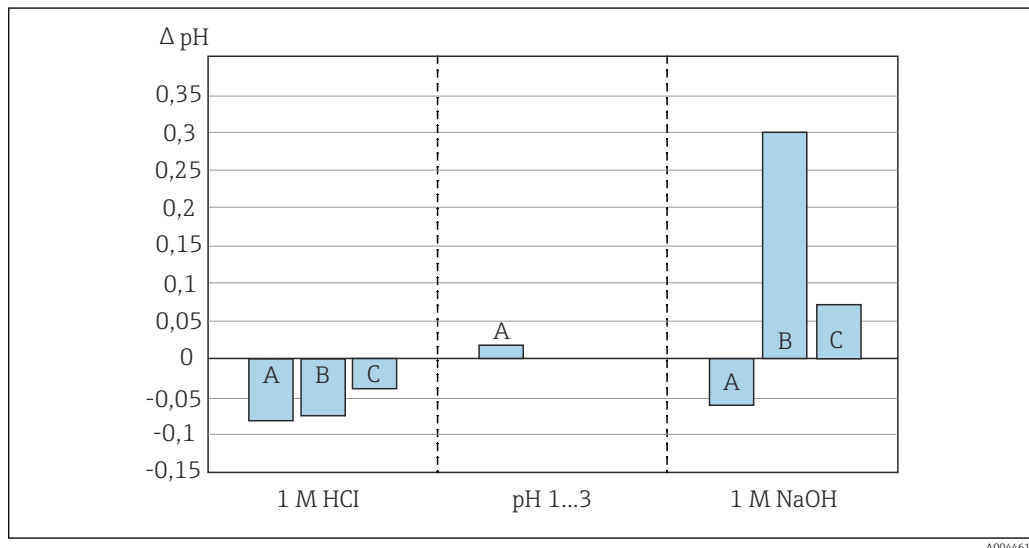
 Дополнительные сведения о кабеле СУК10 см. в документе BA00118C.

Рабочие характеристики

Стандартные рабочие условия	Стандартная температура: 25 °C (77 °F) Стандартное давление: 1013 гПа (15 psi)
Система сравнения	Электрод сравнения Ag/AgCl, стабилизированный мостиковый гелевый электролит
Гистерезис	Еще одно важное преимущество перед стеклянными pH-электродами – это менее существенные кислотные или щелочные ошибки в экстремальных диапазонах pH. В отличие от

стеклянного pH-электрода, на затворе ISFET практически невозможно накопление посторонних ионов. Между крайними значениями pH 1 и pH 13 средняя погрешность измерения составляет $\Delta \text{pH } 0,02$ (при 25 °C (77 °F)), что соответствует пределу обнаружения.

На следующем графике показана средняя погрешность измерения датчика ISFET в диапазоне pH 1–13 в сравнении с двумя стеклянными электродами pH (два разных pH-стекла) при крайних значениях pH 0,09 (1 M HCl) и 13,86 (1 M NaOH).



5 Погрешность измерения датчика ISFET по сравнению с двумя разными датчиками для измерения pH

- A ISFET
B Стекло типа A
C Стекло типа B

Повторяемость $\pm 0,01 \text{ pH}$

Время реакции Каждый раз при включении измерительного прибора происходит настройка контура управления. В этот период времени происходит регулировка и стабилизация величины измерения.

Время стабилизации зависит от вида прерывания измерения и времени прерывания:

- пропадание сетевого напряжения, датчик остается в среде: 3–5 минут;
- разрыв жидкостной пленки между датчиком ISFET и электродом сравнения: 5–8 минут;
- длительное «сухое» хранение датчика: до 30 минут.

Время отклика Время отклика датчика чрезвычайно мало во всем температурном диапазоне. Настройка (температурно-зависимая) уравнивания отсутствует. Как следствие, датчик можно использовать при низких температурах без увеличения времени отклика.

Время отклика t_{90}

$t < 5 \text{ с}$, при смене буферного раствора с уровнем pH 4 на буферный раствор с уровнем pH 7 и в эталонных условиях измерения



Время отклика встроенного датчика температуры при очень резких изменениях температуры может быть более длительным. В этом случае отрегулируйте температуру датчика перед калибровкой или измерением.

Монтаж

Ориентация

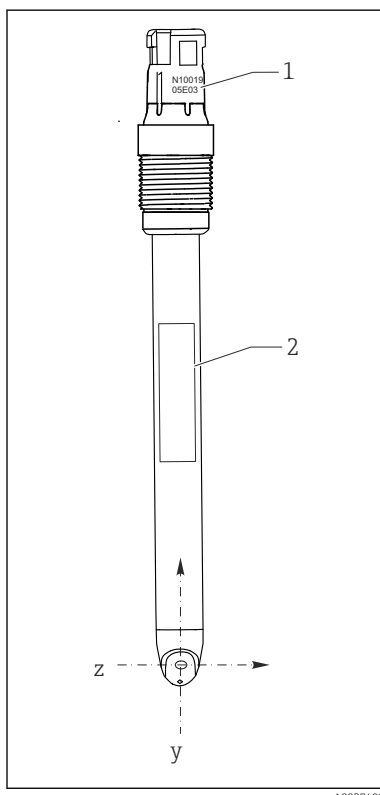
УВЕДОМЛЕНИЕ

Холодный спай

Пузырьки воздуха, появившиеся вследствие вытекания геля из датчика, могут разорвать электрический контакт!

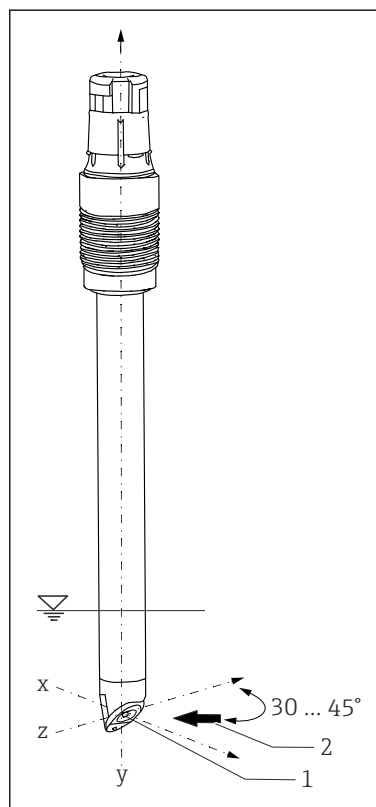
- ▶ Будьте осторожны при обращении с датчиком.
- ▶ Устанавливайте датчик под оптимальным углом к направлению потока.

1. При монтаже датчика обратите внимание на направление потока среды.
2. Расположите чип ISFET под углом припл. 30 до 45 град относительно направления потока (поз. 2). →  7,  8 Используйте для этого поворотную присоединительную головку.



 6 Монтажная позиция датчика, вид спереди

- 1 Серийный номер
2 Заводская табличка



 7 Монтажная позиция датчика, трехмерный вид

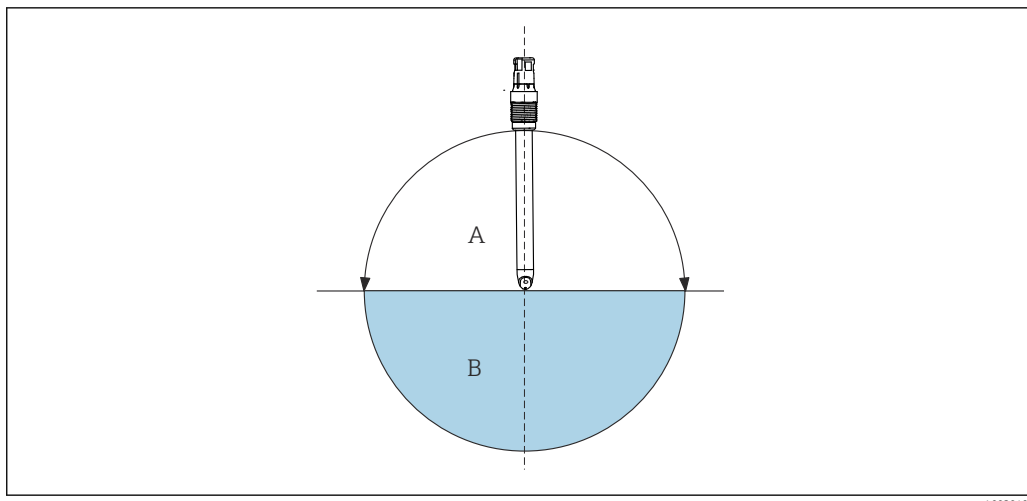
- 1 Чип ISFET
2 Направление потока технологической среды

При установке датчика в сборку серийный номер, выгравированный на съемной головке, можно использовать в качестве ориентира при выравнивании датчика →  6,  8. Гравировка всегда расположена в той же плоскости, что и полупроводниковый кристалл ISFET и заводская табличка (направление z-y).

Датчики ISFET не предназначены для использования в абразивных средах.

- ▶ Если эти датчики используются в таких приложениях, не следует допускать прямого попадания потока на чип.
- ↳ Недостатком является то, что отображаемое значение pH нестабильно.

Допускается монтировать датчики ISFET в любой позиции, так как внутри них нет жидкостных электродов. Однако при установке в перевернутом положении нельзя исключить возможность возникновения пузырька воздуха в системе сравнения, нарушающего электрический контакт между средой и или эталоном.



A0030407

8 Угол монтажа

A Рекомендуемый

B Разрешенный; уделяйте особое внимание соблюдению основных условий → 8

Базовые условия: датчик поставляется с завода без пузырьков воздуха. Однако при работе в условиях вакуума, например при опорожнении резервуара, происходит образование пузырьков.

- ▶ Не оставляйте смонтированный датчик в сухих условиях более чем на 6 часов (также относится к установке в перевернутом положении).

Руководство по монтажу



Подробные сведения о монтаже арматуры см. в руководстве по эксплуатации используемой арматуры.

1. Прежде чем устанавливать датчик, убедитесь в том, что монтажная резьба, уплотнительные кольца и уплотняемые поверхности не загрязнены и не повреждены, а также в том, что резьба исправна.
2. Вверните датчик усилием руки, с моментом затяжки 3 Нм (2,21 фунт сила фут) (относится только к монтажу арматур производства Endress+Hauser).

Подробное описание снятия увлажнительного колпачка см. в документе BA02154C.

Окружающая среда

Диапазон температуры окружающей среды

УВЕДОМЛЕНИЕ

Опасность повреждения под воздействием низких температур!

- ▶ Не используйте датчик при температуре ниже $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($5\text{ }^{\circ}\text{F}$).

Температура хранения

0 до $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (32 до $122\text{ }^{\circ}\text{F}$)

Чувствительность к свету

УВЕДОМЛЕНИЕ

Воздействие прямых солнечных лучей во время калибровки и эксплуатации
Колебания измеряемого значения!

- ▶ Избегайте воздействия прямых солнечных лучей во время калибровки и эксплуатации.

Как и другие полупроводниковые элементы, кристалл ISFET чувствителен к свету. Обычный рассеянный свет не влияет на процесс измерения.

Степень защиты

IP 68 (водяной столб 10 м (33 фут), $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($77\text{ }^{\circ}\text{F}$), 45 дней, до $135\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($275\text{ }^{\circ}\text{F}$))

Электромагнитная совместимость (ЭМС)

Излучение помех и помехоустойчивость в соответствии с:

- EN 61326-1:2013;
- EN 61326-2-3:2013;
- NAMUR NE21: 2012.

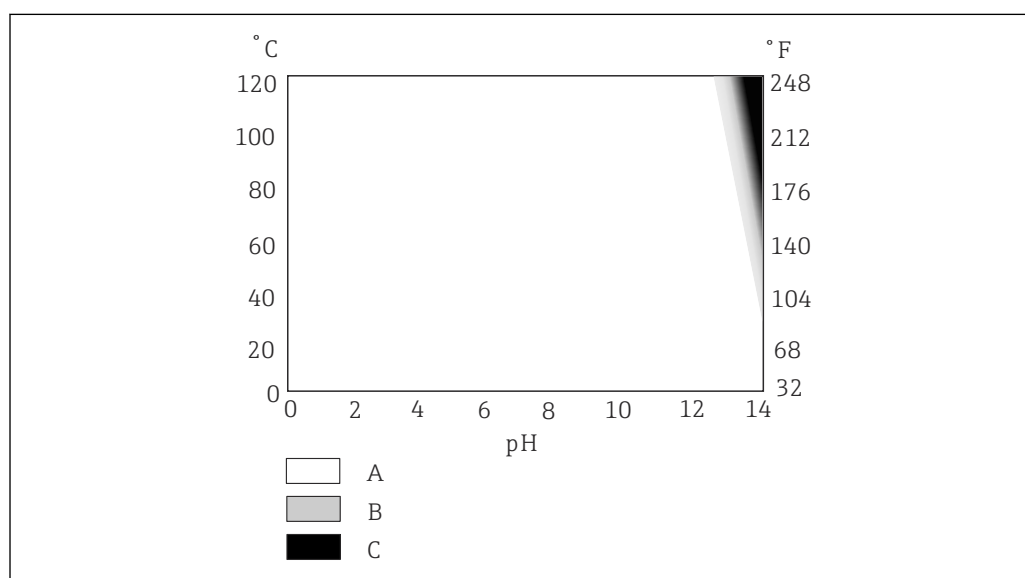
Процесс

Диапазон температуры процесса

–15 до 110 °C (5 до 230 °F)

Температура среды в зависимости от уровня pH

При длительном воздействии высоких температур щелочи могут безвозвратно повредить диэлектрический слой затвора. Использование датчика в указанном диапазоне (→ 9, 10) возможно только за счет сокращения срока его службы. При постоянном воздействии 1-молярного раствора NaOH при температурах свыше 65 °C (149 °F) срок службы датчика сокращается настолько сильно, что постоянная работа в этом диапазоне не рекомендуется.



A0037987

9 Области использования в зависимости от температуры и уровня pH

- A Использование возможно без ограничений
B Использование приведет к уменьшению срока службы
C Не рекомендуется

Диапазон давления процесса

0,8 до 11 бар (11,6 до 159,5 фунт/кв. дюйм) (абс.)

Проводимость

Минимальная проводимость²⁾: > 500 мкСм/см

Зависимости «давление/температура»

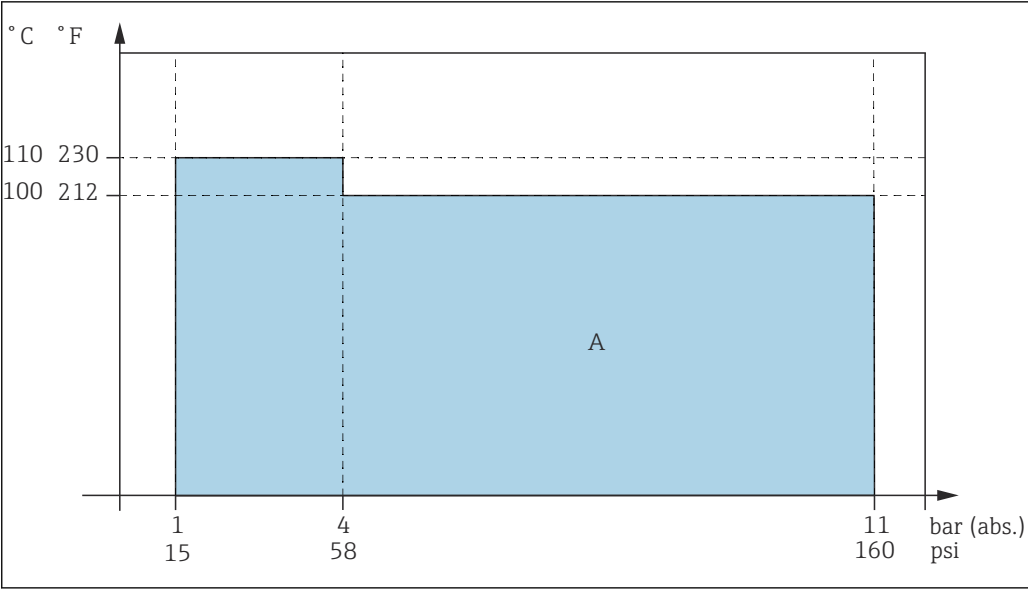
УВЕДОМЛЕНИЕ

Риск повреждения датчика!

- ▶ Никогда не используйте датчик в условиях, не соответствующих приведенным спецификациям!

Максимум 11 бар (160 фунт/кв. дюйм) (абс.)/100 °C (212 °F)

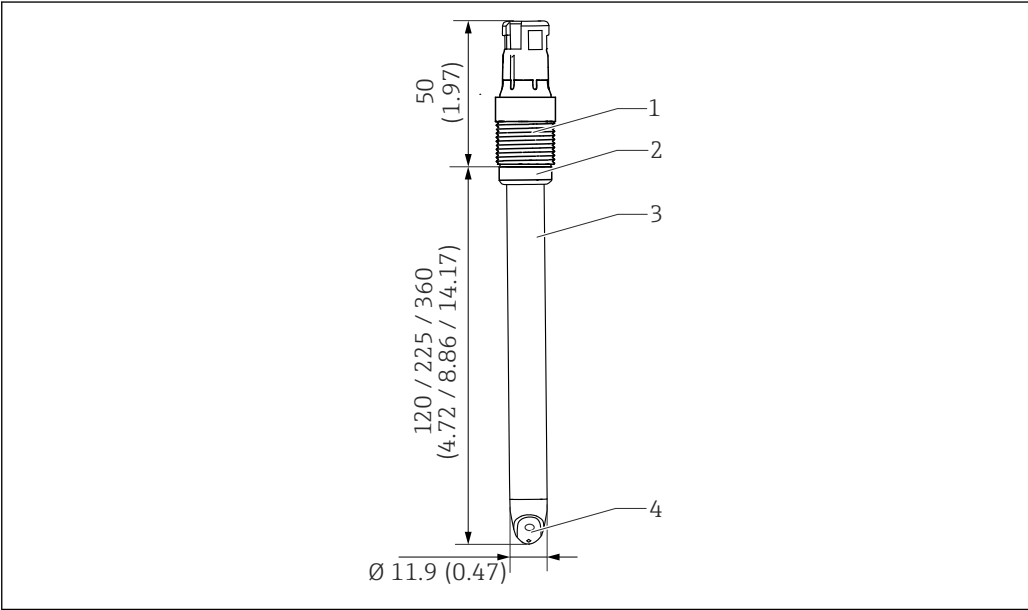
2) Стандартные условия: деминерализованная вода в качестве среды измерения, проводимость которой регулировалась с помощью NaOH, KCl или HCl; комнатная температура; работа датчика без давления; переключение между неподвижной средой и потоком среды к датчику со скоростью 2 м/с (6,6 фут/с) при боковом потоке среды в направлении микросхемы ISFET; указанное значение проводимости – это значение, определяемое при изменении измеренного значения менее чем на 0,2 pH во всех средах между неподвижной средой и текущей средой.



10 Диапазон давления/температуры
A Диапазон применения датчиков ISFET

Механическая конструкция

Конструкция, размеры



11 Датчик со съёмной головкой Memosens. Единицы измерения: мм (дюймы)
1 Съёмная головка Memosens с присоединением к процессу
2 Уплотнительное кольцо с опорным кольцом
3 Стержень датчика
4 Чип ISFET

Вес	Монтажная длина	120 мм (4,72 дюйм)	225 мм (8,86 дюйм)	360 мм (14,17 дюйм)
	Масса	35 г (1,2 унция)	50 г (1,8 унция)	66 г (2,3 унция)

Материалы	Корпус датчика	PEEK
	Уплотнение	FFKM

Электроды	Ag/AgCl
Уплотнительное кольцо	FKM
Адгезив	Эпоксидная смола
Чип ISFET	Оксид металла на основе пятиоксида тантала
Диафрагма	холодный спай
Технологическая муфта	Материал PPS, армированный стекловолокном

Ударопрочность

Устойчивость датчика к повреждениям – одна из его наиболее значимых особенностей. Вся структура датчика заключена в корпус из полимера PEEK. Непосредственно контактируют с технологической средой только долговечная микросхема ISFET и система сравнения.

Датчик температуры	Pt1000 (Класс А в соответствии с DIN МЭК 60751)
Съемная головка	Съемная головка Memosens для цифровой бесконтактной передачи данных, стойкая к воздействию давления 16 бар (232 фунт/кв. дюйм) (отн.)
Присоединения к процессу	Pg 13.5
Шероховатость поверхности	$R_a < 0,76$ мкм (30 микродюйм)

Сертификаты и свидетельства

Полученные для прибора сертификаты и свидетельства размещены в разделе www.endress.com на странице с информацией об изделии:

1. Выберите изделие с помощью фильтров и поля поиска.
2. Откройте страницу с информацией об изделии.
3. Откройте вкладку **Downloads** (документация).

Информация о заказе

Объем поставки	В комплект поставки входят следующие элементы. ■ Датчик в заказанном исполнении ■ Руководство по эксплуатации ■ Указания по технике безопасности для взрывоопасных зон (для датчиков с сертификатом взрывобезопасности) ■ Ведомость дополнительно заказанных сертификатов
Страница изделия	www.endress.com/cps97e
Конфигуратор выбранного продукта	1. Конфигурация: нажмите эту кнопку на странице с информацией об изделии. 2. Выберите пункт Extended selection. ↳ В отдельном окне откроется средство настройки. 3. Выполните настройку прибора в соответствии с вашими потребностями, выбрав нужный параметр для каждой функции. ↳ В результате будет создан действительный полный код заказа прибора.

4. **Ассепт:** добавить изделие с заданными параметрами в корзину.



Для многих изделий предусмотрена загрузка чертежей изделия в выбранном исполнении в формате CAD или 2D.

5. **CAD:** открыть эту вкладку.

➤ Откроется окно с чертежами. Вы можете переключаться между несколькими вариантами отображения. Можно загрузить чертежи в заданном формате.

Вспомогательное оборудование

Далее перечислены наиболее важные аксессуары, доступные на момент выпуска настоящей документации.

Перечисленные ниже аксессуары технически совместимы с изделием, указанным в инструкции.

1. Возможны ограничения комбинации продуктов в зависимости от области применения. Убедитесь в соответствии точки измерения условиям применения. За это отвечает оператор измерительного пункта.
2. Обращайте внимание на информацию в инструкциях ко всем продуктам, особенно на технические данные.
3. Для получения информации о не указанных здесь аксессуарах обратитесь в сервисный центр или отдел продаж.

Вспомогательное оборудование для конкретных устройств

Арматуры

Dipfit CPA111

- Погружная и монтажная арматура из пластмассы для открытых и закрытых резервуаров
- Онлайн-конфигуратор прибора на веб-сайте: www.endress.com/cpa111



Техническая информация TI00112C

Cleanfit CPA871:

- модульная выдвижная арматура для промышленной и муниципальной водоочистки и водоотведения, а также химической промышленности;
- для использования со стандартными датчиками диаметром 12 мм;
- Product Configurator на странице изделия: www.endress.com/cpa871.



Техническое описание TI01191C.

Cleanfit CPA875

- Выдвижная арматура для работы в стерильных и гигиенических процессах
- Для линейного измерения со стандартными датчиками диаметром 12 мм, например для измерения pH, ОВП, содержания кислорода
- Product Configurator на странице прибора: www.endress.com/cpa875



Техническое описание TI01168C

Cleanfit CPA450

- Механическая выдвижная арматура для установки датчиков диаметром 12 мм и длиной 120 мм в резервуарах и трубопроводах
- Конфигуратор выбранного продукта на странице изделия: www.endress.com/cpa450



Техническая информация TI00183C.

Flowfit CPA250

- Проточная арматура для измерения pH/ОВП
- Онлайн-конфигуратор прибора на веб-сайте: www.endress.com/cpa250



Техническая информация TI00041C

Unifit CPA842

- Монтажная арматура для пищевой, биологической и фармацевтической промышленности
- Сертификаты EHEDG и 3A
- Product Configurator на странице прибора: www.endress.com/cpa842



Техническое описание TI00306C

Система очистки и калибровки

Liquiline Control CDC90:

- полностью автоматическая система очистки и калибровки для точек измерения pH и ОВП во всех отраслях промышленности;
- очищено, проверено, откалибровано и отрегулировано;
- Product Configurator на странице изделия: www.endress.com/cdc90.



Техническое описание TI01340C.

Буферные растворы

Высококачественные калибровочные растворы производства Endress+Hauser - CPY20

Технические буферные растворы прошли проверку на соответствие DIN 19266 путем сопоставления с основным эталоном РТВ (German Federal Physico-technical Institute, Немецкий федеральный физико-технический институт) и со стандартным эталоном NIST (National Institute of Standards and Technology, Национальный институт стандартов и технологий), выполненную аккредитованной лабораторией DKD (German Calibration Service, Немецкая служба калибровки) согласно DIN 17025.

Product Configurator на странице изделия: www.endress.com/cpy20

Измерительный кабель

Кабель данных Memosens CYK10

- Для цифровых датчиков с поддержкой технологии Memosens
- Конфигуратор выбранного продукта на странице изделия: www.endress.com/cyk10



Техническая информация TI00118C.

Лабораторный кабель Memosens CYK20

- Для цифровых датчиков с поддержкой технологии Memosens
- Конфигуратор выбранного продукта на странице изделия: www.endress.com/cyk20

Портативный прибор

Liquiline Mobile CML18

- Многопараметрическое мобильное устройство для лабораторных и производственных условий
- Надежный преобразователь с дисплеем и подключением к приложению
- Конфигуратор выбранного продукта на странице изделия: www.endress.com/CML18



Руководство по эксплуатации BA02002C



www.addresses.endress.com
