



мера  
прибор

# АКВА МП-2000

ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК  
РАСТВОРЕННОГО СО<sub>2</sub>  
С ВЫХОДОМ RS485

РУКОВОДСТВО ПО  
ЭКСПЛУАТАЦИИ





**1 ВВЕДЕНИЕ**

**2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

**3 КОНСТРУКЦИЯ ДАТЧИКА**

**4 ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ**

**5 ИЗМЕРЕНИЕ И КАЛИБРОВКА**

5.1 Концентрация CO<sub>2</sub> внутри датчика

5.2 Расчет концентрации CO<sub>2</sub> в воде

5.3 Расчет общего неорганического углерода (TIC)

5.4 Калибровка

**6 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ**



## 1. Введение

Измерение растворенного углекислого газа (за исключением  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{CO}_3^{2-}$ ) в воде — одна из наиболее важных задач мониторинга.

До сих пор использовался метод ручного отбора проб, который имеет некоторые недостатки. Он трудоемкий, а результат зависит не только от  $\text{CO}_2$ , но и присутствия других соединений, влияющих на значение pH (например, фосфаты, силикаты, гидрокарбонаты, карбонаты). Кроме того, данный метод требует выборки, что также может привести к ошибкам. Новый оптический датчик лишен перечисленных проблем, к тому же позволяет контролировать условия в воде посредством прямого считывания.

Мембранный оптический датчик АКВА МП-2000 разработан для определения содержания углекислого газа в воде на глубине до 1000 м (давление до 1000 дбар). Принцип работы этого датчика можно объяснить следующим образом:

Внутренний объем датчика отделен от измеряемого образца газопроницаемой силиконовой мембраной, через которую жидкости и твердые вещества проникнуть не могут. Когда датчик погружается в измеряемую среду, достигается выравнивание парциального давлениям  $\text{CO}_2$  между внутренним объемом датчика и средой. Внутри датчика установлен оптический сенсор, работающий по принципу однолучевого NDIR с двойной длиной волны. Измерение парциального давления  $\text{CO}_2$  сопровождается измерением температуры воды для расчета концентрации углекислого газа в воде.

Безупречное функционирование и эксплуатационная безопасность датчика могут быть обеспечены только в том случае, если пользователь соблюдает меры предосторожности и особые указания по технике безопасности, изложенные в настоящем руководстве.



## 2. Технические характеристики

Принцип измерения	Оптический датчик с мембранным покрытием на основе однолучевого двухволнового NDIR
Источник питания	12...30 В постоянного тока
Выходные сигналы	RS485
Размеры	Максимальный диаметр: 36 мм, общая длина: 225 мм
Коннектор	Присоединение MCBH4M (титан)
Корпус	Титан
Диапазон измерений	0...50 мг/л CO <sub>2</sub>
Точность (25°C)	0...5 мг/л CO <sub>2</sub> ; ± 0,06 мг/л 5...15 мг/л CO <sub>2</sub> ; ± 2 % от измеренного значения 15...50 мг/л CO <sub>2</sub> ; ± 3,5 % от измеренного значения
Диапазон давления	1000 дбар
Температура хранения и измерений	0...+60 °C
Время отклика	t <sub>90</sub> : около 10 мин. (зависит от шагов концентрации)
Долговременная стабильность	< ±1 % от полной шкалы в год
Потребляемая мощность	< 0,4 Вт
Время разогрева	< 2 мин.

\* Возможны изменения с целью улучшения технических данных

### Определение контактов разъема датчика

## Подключение датчика

### Электрическое подключение

Датчики подключены правильно, как указано в таблице ниже.

**Комментарии:** Версия с авиационным штекером не требует от пользователя подключения проводов.

#### Схема подключения без коннектора

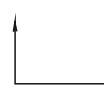
Цвет	Красный	Черный	Белый	Зеленый
Определение терминала	мощность положительная	мощность отрицательная	RS 485 A+	RS 485 B-
Символы	V +	V -	AS	BS

#### Схема подключения с коннектором

Цвет	Белый	Голубой	Серый	Черный
Определение терминала	+ 12 В	Земля	RS 485 A+	RS 485 B -
Символы	V +	V -	AS	BS



### 3. Конструкция датчика



Выгравированный номер датчика



## 4. Ввод в эксплуатацию

### Порядок ввода в эксплуатацию:

1. Сравните штекерные соединения вашей системы датчика с штекерными соединениями датчика, как описано в главе Убедитесь, что назначение контактов правильное.
2. Смажьте соединительную головку датчика силиконовой смазкой и соедините его с системой датчиков или интерфейсным кабелем.
3. Поместите датчик в измеряемый образец.
4. Включите питание. Подождите до двух минут для прогрева, чтобы достичь полной точности.  
Теперь датчик готов к измерениям.

Настройки последовательного интерфейса RS 485:

битрейт: 19200

паритет: нет

биты данных: 8

стоповый бит: 1

контроль потока: нет



## 5. Измерение и калибровки

Датчик углекислого газа подходит как для жидкостей, так и для газов.

Очень важно учитывать, что датчик обнаруживает только растворенный углекислый газ. Датчик не чувствителен к карбонату и гидрокарбонату. Для расчета концентраций применяются математические формулы. Будьте осторожны при использовании прибора. Всегда используйте единицы измерения, указанные ниже.

### 5.1 Концентрация CO<sub>2</sub> внутри датчика (=первый шаг для расчета)

Датчик выдает СВ объемной концентрации CO<sub>2</sub> (с внутренней температурной компенсацией) в единицах объема в процентах (%Vol):

$$CV [\%Vol] = U (V) \times 3\% / 5 V DC$$

CV [%Vol]

CO<sub>2</sub> объемная концентрация [%Vol]

U

выходной сигнал напряжения [V]

### 5.2 Расчет концентрации CO<sub>2</sub> в воде C water

Теперь вам нужно определить парциальное давление двуокиси углерода p, используя объемную концентрацию CO<sub>2</sub> CV:

$$p = CV \times 1.013/100\%$$

p [бар] ... парциальное давление Co<sub>2</sub>

Коэффициенты Генри при разной температуре (Зонтеймер и др., 1980 г.):

$$KH = \sum (ai \times ti) \text{ with } i = 0...4$$

$$a0 = 76,811667$$

$$a1 = -3,348169$$

$$a2 = 0,1198361$$

$$a3 = -3,1048148 \times 10^{-3}$$

$$a4 = 3,5666666668 \times 10^{-5}$$

KH [mmol/lbar] Коэффициент температуры Генри

t [°C]

Расчет концентрации CO<sub>2</sub> в воде по закону Генри:

$$Cf = KH \times p$$

Cf [mmol/l] Концентрация в воде CO<sub>2</sub>

p [bar] Парциальное давление Co<sub>2</sub>

Если вы предпочитаете единицу измерения мг/л, рассчитайте:

$$C Water [мг/л] = Cf \times 44$$



Пример расчета C<sub>water</sub>:

U = 4,8 В

CV = 2,88 %

t = 20 °C

KH = 38,651 mmol/l bar

p = 0,0291744 bar

Cf = 1,1276 mmol/l

C<sub>water</sub> = 49,615 mg/l

### 5.3 Расчет общего неорганического углерода (TIC)

Если вы рассчитали концентрацию CO<sub>2</sub> в воде (C<sub>water</sub>), используя уравнения из глав 5.1 и 5.2, вы также можете рассчитать концентрацию общего неорганического углерода (CTIC), если измерено и известно значение pH. Следует отметить, что CTIC представляет собой сумму концентраций CO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> и CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>.

Используйте следующие уравнения для расчета CTIC:

$$c_{H^+} = 10^{-pH}$$

$$C_{TIC} = C_{water} \times 0,272727 \times (c_{H^+}^2 + c_{H^+} K_1 + K_1 K_2) / c_{H^+}^2$$

K1=10<sup>-6,35</sup>

K2=10<sup>-10,33</sup>

CTIC сумма концентраций CO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> и CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> в мл/л

C<sub>water</sub> концентрация в воде CO<sub>2</sub> в мг/л

CH + концентрация ионов H<sup>+</sup>, рассчитанная с использованием значения pH

K<sup>1</sup>, K<sup>2</sup> коэффициенты равновесия

### 5.4 Калибровка

Датчик углекислого газа поставляется откалиброванным. Если используются математические уравнения, описанные в главах 5.1 и 5.2, заводская калибровка учитывается автоматически. Дрейф датчика составляет менее ±1 % от полной шкалы в год.

Для повторной калибровки верните датчик в компанию "Мераприбор".



## 5. Техническое обслуживание

Датчик углекислого газа практически не требует технического обслуживания, за исключением периодической повторной калибровки. Но мы рекомендуем тщательно промыть датчик водой после использования, если вы планируете длительный перерыв в эксплуатации или отправить датчик на хранение.

Подводный коннектор практически не требует обслуживания. Однако зарекомендовало себя смазывание уплотнительных поверхностей штифтов силиконовой смазкой. Это снижает износ при подключении и отключении.