

Анализаторы растворенного кислорода МАРК-409

Назначение средства измерений

Анализатор растворенного кислорода МАРК-409 (в дальнейшем – анализатор) предназначен для измерения массовой концентрации растворенного в воде кислорода (КРК) и температуры анализируемых водных сред.

Описание средства измерений

Анализатор растворенного кислорода МАРК-409 – это двухканальный измерительный прибор, конструктивно состоящий из блока преобразовательного и датчика кислородного ДК-409, ДК-409Т либо ДК-409ТМ. Анализатор МАРК-409 выпускается в следующих исполнениях:

- МАРК-409, МАРК-409Т, МАРК-409/36, МАРК-409Т/36, МАРК-409Т/МВ, МАРК-409Т/36/МВ с блоком преобразовательным щитового исполнения;
- МАРК-409/1, МАРК-409Т/1, МАРК-409/1/36, МАРК-409Т/1/36, МАРК-409Т/1/МВ, МАРК-409Т/1/36/МВ с блоком преобразовательным настенного исполнения.

В зависимости от исполнения анализатора, питание блока преобразовательного может осуществляться от сети 220 В, 50 Гц (МАРК-409, МАРК-409Т, МАРК-409/1, МАРК-409Т/1, МАРК-409Т/МВ, МАРК-409Т/1/МВ) либо 36 В, 50 Гц (МАРК-409/36, МАРК-409Т/36, МАРК-409/1/36, МАРК-409Т/1/36, МАРК-409Т/36/МВ, МАРК-409Т/1/36/МВ).

При измерении КРК используется амперометрический датчик, по принципу работы совпадающий с полярографической ячейкой закрытого типа.

Каждый датчик оснащен микросхемой энергонезависимой памяти, в которой изначально записаны параметры термодатчика, а также фиксируются значения солесодержания в анализируемой воде и длины подключенной кабельной вставки, вводимые с блока преобразовательного.

Датчики кислородные - проточные (ДК-409Т, ДК-409ТМ) либо проточно-погружные (ДК-409). Они могут быть удалены с помощью кабельной вставки от блока преобразовательного: ДК-409 и ДК-409Т на расстояние до 100 м, ДК-409ТМ на расстояние до 31 м.

В зависимости от комплекта поставки в состав анализатора входит один либо два датчика кислородных.

Блок преобразовательный – микропроцессорный, осуществляющий отображение результатов измерений значений КРК и температуры анализируемой среды, которые выводятся на экран графического ЖК индикатора (в дальнейшем индикатор). При этом возможны режимы индикации канала А, канала В либо режим одновременной индикации двух каналов измерения.

Блок преобразовательный щитового и настенного исполнения в металлическом корпусе со степенью защиты от воздействия окружающей среды IP30 и IP65 соответственно.

По каждому каналу предусмотрен программируемый диапазон измерений по токовому выходу, верхний предел которого (от 10 до 20000 мкг/дм³) соответствует 5 мА для токового выхода 0-5 мА и 20 мА для токового выхода 4-20 мА. Это позволяет осуществлять удобную регистрацию измеряемых значений на самописце с использованием токовых выходов. Установка унифицированного выходного сигнала (от 0 до 5 мА либо от 4 до 20 мА) может производиться отдельно для каждого канала.

Нижний предел всегда равен нулевому значению КРК. Значения пределов диапазонов отображаются на экране индикатора.

Градуировка анализатора - полуавтоматическая, по двум точкам:

- по бескислородному («нулевому») раствору;
- по воздуху с относительной влажностью 100 % с учетом атмосферного давления.

Внешний вид анализатора растворенного кислорода МАРК-409 показан на рисунке 1.

Архангельск (8182)63-90-72
Астана (7172)727-132
Астрахань (8512)99-46-04
Барнаул (3852)73-04-60
Белгород (4722)40-23-64
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58
Иркутск (395)279-98-46
Казань (843)206-01-48
Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Липецк (4742)52-20-81
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41
Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Новосибирск (383)227-86-73
Омск (3812)21-46-40
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Казахстан (772)734-952-31

Пермь (342)205-81-47
Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78
Севастополь (8692)22-31-93
Симферополь (3652)67-13-56
Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Таджикистан (992)427-82-92-69

Сургут (3462)77-98-35
Тверь (4822)63-31-35
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)74-02-29
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Уфа (347)229-48-12
Хабаровск (4212)92-98-04
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Ярославль (4852)69-52-93

Место пломбирования
блока преобразовательного
настенного исполнения

Задняя крышка блока
преобразовательного



Место пломбирования
блока преобразовательного
щитового исполнения

a – Блок преобразовательный



б – Датчик кислородный ДК-409



в – Датчик кислородный ДК-409Т
либо ДК-409ТМ

Рисунок 1 – Анализатор растворенного кислорода МАРК-409

Программное обеспечение

В анализаторе имеется встроенное программное обеспечение.

Программное обеспечение «МАРК-409» предназначено для измерения тока датчика кислородного, температуры, для градуировки анализатора, для вывода значения КРК, температуры на индикатор, обработки команд, задаваемых кнопками управления, для преобразования результатов измерения КРК в унифицированный электрический сигнал постоянного тока (в диапазонах от 0 до 5 мА либо от 4 до 20 мА), для управления реле уставок и обмена информацией с персональным компьютером (ПК) по интерфейсу RS-485.

Идентификационные данные программного обеспечения соответствуют таблице 1.

Таблица 1

Идентификационные данные (признаки)	Значение		
	Исполнение анализатора		
	МАРК-409, МАРК-409/36, МАРК-409/1, МАРК-409/1/36.	МАРК-409Т, МАРК-409Т/36, МАРК-409Т/1, МАРК-409Т/1/36.	МАРК-409Т/МВ, МАРК-409Т/36/МВ, МАРК-409Т/1/МВ, МАРК-409Т/1/36/МВ.
Идентификационное наименование ПО:			
— для платы индикации	409I_430_07_06	409I_430_07_06	409I_430_08_00
— для платы усилителя	409U_430_05_08	409U_430_06_00	409U_430_06_00
Номер версии (идентификационный номер) ПО:			
— для платы индикации	07.06	07.06	08.00
— для платы усилителя	05.08	06.00	06.00
Цифровой идентификатор ПО:			
— для платы индикации	0x96A9FED8	0x96A9FED8	0x63E83AB3
— для платы усилителя	0x5521E869	0x20F23FA4	0x20F23FA4
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора	CRC-32		

Конструкция анализатора исключает возможность несанкционированного влияния на ПО анализатора и измерительную информацию.

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений в ПО в соответствии с Р 50.2.077-2014 – высокий.

Метрологические и технические характеристики

Диапазон измерений массовой концентрации растворенного в воде кислорода при температуре анализируемой среды 20 °С, мг/дм³ от 0 до 10,00.

Верхний предел диапазона измерений КРК зависит от температуры анализируемой среды и приведен в таблице 2.

Таблица 2

t, °С	0	10	20	30	40	50	60	70
КРК, мг/дм ³	17,45	13,48	10,00	8,98	7,69	6,59	5,63	4,63

Диапазоны унифицированного электрического выходного сигнала постоянного тока:

- от 4 до 20 мА на нагрузке, не превышающей 500 Ом;
- от 0 до 5 мА на нагрузке, не превышающей 2 кОм.

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности анализатора при измерении КРК при температуре анализируемой среды (20,0 ± 0,2) °С и температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С, мг/дм³:

1) с датчиком кислородным ДК-409:

- по индикатору ± (0,0027 + 0,035С);
- по токовому выходу ± [(0,0027 + 0,005С_{дан}) + 0,035С];

2) с датчиками кислородными ДК-409Т, ДК-409ТМ:

- по индикатору ± (0,001 + 0,035С);
- по токовому выходу ± [(0,001 + 0,005С_{дан}) + 0,035С].

где C – здесь и далее по тексту - измеренное значение КРК, мг/дм³;

$C_{\text{дан}}$ – здесь и далее по тексту – запрограммированный диапазон измерений КРК по токовому выходу, мг/дм³ (в дальнейшем – диапазон измерений КРК по токовому выходу).

Диапазон измерений температуры анализируемой среды, °С.от 0 до плюс 70.

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности анализатора при измерении температуры анализируемой среды при температуре окружающего воздуха (20±5) °С, °С...± 0,3.

Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности анализатора при измерении КРК по индикатору и по токовому выходу, обусловленной изменением температуры анализируемой среды, на каждые ± 5 °С от нормальной (20,0 ± 0,2) °С в пределах всего рабочего диапазона температур от 0 до плюс 70 °С, мг/дм³ ± (0,0005 + 0,013C).

Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности анализатора при измерении КРК, обусловленной изменением температуры окружающего воздуха, на каждые ± 10 °С от нормальной (20 ± 5) °С в пределах всего рабочего диапазона от плюс 5 до плюс 50 °С, мг/дм³:

- по индикатору ± (0,0004 + 0,006C);
- по токовому выходу ± [(0,0004 + 0,0025 $C_{\text{дан}}$) + 0,006C].

Пределы допускаемой абсолютной погрешности анализатора при измерении КРК при температуре анализируемой среды, совпадающей с температурой градуировки, находящейся в диапазоне температур от плюс 15 до плюс 35 °С, при температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С, мг/дм³:

1) с датчиком кислородным ДК-409:

- по индикатору ± (0,0027 + 0,035C);
- по токовому выходу ± [(0,0027 + 0,005 $C_{\text{дан}}$) + 0,035C];

2) с датчиками кислородными ДК-409Т, ДК-409ТМ:

- по индикатору ± (0,001 + 0,035C);
- по токовому выходу ± [(0,001 + 0,005 $C_{\text{дан}}$) + 0,035C].

Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности анализатора при измерении температуры анализируемой среды, обусловленной изменением температуры окружающего воздуха, на каждые ± 10 °С от нормальной (20 ± 5) °С в пределах всего рабочего диапазона от плюс 5 до плюс 50 °С, °С ± 0,1.

Время установления показаний анализатора при измерении КРК, $t_{0,9}$, мин, не более 2.

Время установления показаний анализатора при измерении КРК t_y , мин, не более:

- с датчиком кислородным ДК-409 30;
- с датчиками кислородными ДК-409Т, ДК-409ТМ 60.

Время установления показаний анализатора при измерении температуры анализируемой среды $t_{0,9}$, мин, не более:

- с датчиком кислородным ДК-409 7;
- с датчиками кислородными ДК-409Т, ДК-409ТМ 1.

Время установления показаний анализатора при измерении температуры анализируемой среды t_y , мин, не более:

- с датчиком кислородным ДК-409 20;
- с датчиками кислородными ДК-409Т, ДК-409ТМ 3.

Нестабильность показаний анализатора при измерении КРК за время 8 ч мг/дм³:

1) с датчиком кислородным ДК-409:

- по индикатору ± (0,00135 + 0,0175C);
- по токовому выходу ± [(0,00135 + 0,0025 $C_{\text{дан}}$) + 0,0175C];

2) с датчиком кислородным ДК-409Т, ДК-409ТМ:

- по индикатору ± (0,0005 + 0,0175C);
- по токовому выходу ± [(0,0005 + 0,0025 $C_{\text{дан}}$) + 0,0175C];

3) с датчиком кислородным ДК-409ТМ:

- по индикатору $\pm (0,0005 + 0,01C)$;
- по токовому выходу $\pm [(0,0005 + 0,0025C_{\text{дан}}) + 0,01C]$.

При подключении к персональному компьютеру (ПК) через разъем интерфейса «RS-485» анализатор осуществляет обмен информацией с ПК.

Электрическое питание анализатора осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 либо 36 В в зависимости от исполнения, при частоте (50 ± 1) Гц, с допускаемым отклонением напряжения питания от минус 15 до плюс 10 %.

Потребляемая мощность при номинальном значении напряжения питания, В·А, не более 10.

Габаритные размеры и масса узлов анализатора соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Исполнение анализатора	Наименование узлов	Габаритные размеры, мм, не более	Масса, кг, не более
МАРК-409, МАРК-409/36, МАРК-409Т, МАРК-409Т/36, МАРК-409Т/МВ, МАРК-409Т/36/МВ	Блок преобразовательный (щитового исполнения)	252´ 146´ 100	2,60
МАРК-409/1, МАРК-409/1/36 МАРК-409Т/1, МАРК-409Т/1/36 МАРК-409Т/1/МВ, МАРК-409Т/1/36/МВ	Блок преобразовательный (настенного исполнения)	266´ 170´ 95	
МАРК-409, МАРК-409/36, МАРК-409/1, МАРК-409/1/36	Датчик кислородный ДК-409 (без кабеля)	Æ30´ 135	0,10
МАРК-409Т, МАРК-409Т/36, МАРК-409Т/МВ, МАРК-409Т/36/МВ, МАРК-409Т/1, МАРК-409Т/1/36, МАРК-409Т/1/МВ, МАРК-409Т/1/36/МВ	Датчик кислородный ДК-409Т (без кабеля) Датчик кислородный ДК-409ТМ (без кабеля)	Æ50´ 110	0,30

Электрическая изоляция между цепями питания блока преобразовательного и его корпусом выдерживает без пробоя и поверхностного перекрытия в течение 1 мин действие испытательного напряжения переменного тока со среднеквадратичным значением 1500 В и частотой (50 ± 1) Гц в нормальных условиях применения.

Электрическое сопротивление изоляции цепей питания анализатора между штырями вилки и корпусом, МОм, не менее:

- при температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С 40;
- при температуре окружающего воздуха 50 °С 10;
- при температуре окружающего воздуха 35 °С и относительной влажности 80 % 5.

Электрическое сопротивление между внешним зажимом (контактом) защитного заземления блока и его корпусом, Ом, не более 0,1.

Рабочие условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха, °С от плюс 5 до плюс 50;
- относительная влажность окружающего воздуха при температуре плюс 35 °С и более низких температурах без конденсации влаги, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) от 84,0 до 106,7 (от 630 до 800).

Параметры анализируемой среды:

- температура, °С от 0 до плюс 70;
- давление (равно атмосферному давлению), МПа 0,1;
- содержание солей, г/дм³ от 0 до 40;
- рН от 4 до 12;
- расход анализируемой воды через кювету проточную для датчика кислородного ДК-409, см³/мин от 70 до 600;

Продолжение таблицы 6

Наименование	Обозначение	Количество на исполнение МАРК-							
		409Т	409Т/36	409Т/1	409Т/1/36	409Т/МВ	409Т/36/МВ	409Т/1/МВ	409Т/1/36/МВ
2 Датчик кислородный ДК-409Т	ВР40.05.000	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*
2.1 исполнение ДК-409Т:									
- без кабельной вставки;	ВР40.05.000-01								
- с кабельной вставкой.	ВР40.05.000-02								
2.2 исполнение ДК-409ТМ									
- без кабельной вставки;	ВР40.05.000-03								
- с кабельной вставкой.	ВР40.05.000-04								
3 Комплект монтажных частей	ВР37.03.000	1	1	1	1	1	1	1	1
4 Комплект монтажных частей	ВР49.06.000	1	1	—	—	1	1	—	—
5 Руководство по эксплуатации	ВР37.00.000РЭ	1	1	1	1	1	1	1	1
6 Паспорт	ВР37.00.000ПС	1	1	1	1	1	1	1	1

* Количество по согласованию с заказчиком, но не более двух.

Комплект поставки каждого датчика кислородного ДК-409 соответствует таблице 6.

Таблица 7

Наименование	Обозначение	Количество на исполнение ВР40.02.000	
		—	-01
1 Датчик кислородный ДК-409		1	1
2 Вставка кабельная ВК409/509.L*	ВР40.02.100	—	1
3 Комплект запасных частей	ВР11.06.100	1	1
4 Комплект инструмента и принадлежностей	ВР37.02.500	1	1

* Длина L по согласованию с заказчиком (от 1 до 99 м).

Комплект поставки каждого датчика кислородного ДК-409Т соответствует таблице 7.

Таблица 8

Наименование	Обозначение	Количество на исполнение ВР40.05.000	
		-01	-02
1 Датчик кислородный ДК-409Т		1	1
2 Вставка кабельная ВК409/509.L*	ВР40.02.100	—	1
3 Комплект запасных частей для ДК-409Т	ВР40.05.200	1	1
4 Комплект инструмента и принадлежностей ЭК-2	ВР54.04.300	1	1
5 Комплект поверочный	ВР40.05.250	1	1

* Длина L по согласованию с заказчиком (от 1 до 99 м).

Комплект поставки каждого датчика кислородного ДК-409ТМ соответствует таблице 8.

Таблица 9

Наименование	Обозначение	Количество на исполнение ВР40.05.000	
		-03	-04
1 Датчик кислородный ДК-409ТМ		1	1
2 Вставка кабельная ВК409/509.L*	ВР40.02.100	–	1
3 Комплект запасных частей для ДК-409ТМ	ВР40.05.300	1	1
4 Комплект инструмента и принадлежностей ЭК-3	ВР40.05.350	1	1
5 Комплект поверочный	ВР40.05.250	1	1

* Длина L по согласованию с заказчиком (от 1 до 30 м).

Поверка

осуществляется по документу, приведенному в Приложении А к Руководству по эксплуатации ВР37.00.000РЭ «Анализатор растворенного кислорода МАРК-409. Методика поверки» и утвержденному ФБУ «Нижегородский ЦСМ» 15 апреля 2015 г.

Основные средства поверки:

- кислородно-азотные поверочные газовые смеси (ПГС) ГСО 10253-2013 1 разряда, пределы допускаемого относительного отклонения ± 5 % отн., пределы допускаемой относительной погрешности $\pm (-0,046X+1,523)$ % отн., где X – номинальное значение объемной доли; с объемной долей кислорода от 3,5 до 4,6 % и от 10,4 до 12,7 %;
- мультиметр цифровой АРРА-305, используемый предел измерения переменного напряжения 400 В; основная абсолютная погрешность измерения, В: $\pm (0,007X + 0,05)$, где X – измеренное, значение переменного напряжения, В; используемый предел измерения силы постоянного тока 40 мА; основная абсолютная погрешность измерения, мА: $\pm (0,002X + 0,004)$, где X – измеренное значение силы постоянного тока, мА;
- термометр лабораторный электронный ЛТ-300 ТУ 4211-041-44229117-2005, диапазон измерений от минус 50 до плюс 300 °С, погрешность измерения $\pm 0,05$ °С;
- термостат жидкостный ТЖ-ТС-01/26, диапазон регулирования температуры от 10 до 100 °С; погрешность поддержания температуры не более $\pm 0,1$ °С;
- весы лабораторные электронные В1502, диапазон взвешивания от 0,5 до 1500 г, погрешность взвешивания не более ± 30 мг.

Сведения о методиках (метода) измерений

Методы измерений содержатся в Руководстве по эксплуатации ВР37.00.000РЭ.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к анализатору растворенного кислорода МАРК-409

1. ГОСТ 22018-84 «Анализаторы растворенного кислорода амперометрические ГСП. Общие технические требования».
2. ГОСТ 8.766-2011 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений массовой концентрации растворенных в воде газов (кислорода, водорода)».
3. Р 50.2.045-2005 «Анализаторы растворенного в воде кислорода. Методика поверки».
4. Технические условия ТУ 4215-037-39232169-2010.

Архангельск (8182)63-90-72
Астана (7172)727-132
Астрахань (8512)99-46-04
Барнаул (3852)73-04-60
Белгород (4722)40-23-64
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58
Иркутск (395)279-98-46
Казань (843)206-01-48
Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Липецк (4742)52-20-81
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41
Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Новосибирск (383)227-86-73
Омск (3812)21-46-40
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Казахстан (772)734-952-31

Пермь (342)205-81-47
Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78
Севастополь (8692)22-31-93
Симферополь (3652)67-13-56
Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Таджикистан (992)427-82-92-69

Сургут (3462)77-98-35
Тверь (4822)63-31-35
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)74-02-29
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Уфа (347)229-48-12
Хабаровск (4212)92-98-04
Челябинск (351)202-03-61
Чероовец (8202)49-02-64
Ярославль (4852)69-52-93

<https://mark.nt-rt.ru/> || mrk@nt-rt.ru