

Кондуктометры-солемеры МАРК-602

Назначение средства измерений

Кондуктометры-солемеры МАРК-602 предназначены для измерений удельной электрической проводимости (УЭП), удельной электрической проводимости, приведенной к температуре 20 либо 25 °С (УЭП₂₀, УЭП₂₅), удельного электрического сопротивления (УЭС), удельного электрического сопротивления, приведенного к температуре +20 °С либо +25 °С (УЭС₂₀, УЭС₂₅), эквивалентного солесодержания в пересчете на хлористый натрий (NaCl) воды и водных растворов, а так же температуры анализируемой среды. Параметры анализируемой среды должны соответствовать нормам, установленным приказом Минэнерго России от 19 июня 2003 года № 229 «Об утверждении Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации».

Описание средства измерений

Принцип действия кондуктометров-солемеров МАРК-602 (в дальнейшем - кондуктометры) основан на измерении активной составляющей проводимости водного раствора, измерении температуры и пересчете измеренных значений с учетом параметров датчика проводимости и температурных свойств водного раствора в значение УЭП, либо эквивалентное по УЭП солесодержание в пересчете на хлористый натрий (NaCl), либо обратно пропорциональное - УЭС.

Для удобства контроля УЭП (УЭС) предусмотрена температурная компенсация, то есть приведение абсолютного значения УЭП (УЭС) к УЭП (УЭС) при температуре +25 (+20) °С. Алгоритм термокомпенсации двойной - осуществляется термокомпенсация составляющей УЭП «чистой» воды и термокомпенсация солевой составляющей раствора.

Кондуктометры - это двухканальные измерительные приборы, которые выпускаются в следующих исполнениях:

- МАРК-602, МАРК-602/36, МАРК-602/1, МАРК-602/1/36 с блоком преобразовательным щитового либо настенного исполнения, с проточными датчиками проводимости ДП-025С либо ДП-2С;
- МАРК-602МП, МАРК-602МП/36, МАРК-602МП/1, МАРК-602МП/1/36 с блоком преобразовательным щитового либо настенного исполнения, с магистрально-погружными датчиками проводимости ДП-003МП;
- МАРК-602Т, МАРК-602Т/36, МАРК-602Т/1, МАРК-602Т/1/36 с блоком преобразовательным щитового либо настенного исполнения, с блоками усилителя БУ-602Т, магистрально-погружными датчиками проводимости ДП-003Т либо ДП-3Т.

В зависимости от исполнения кондуктометра питание блока преобразовательного осуществляется от сети 220 В, 50 Гц (МАРК-602, МАРК-602/1, МАРК-602МП, МАРК-602МП/1, МАРК-602Т, МАРК-602Т/1) либо 36 В, 50 Гц (МАРК-602/36, МАРК-602/1/36, МАРК-602МП/36, МАРК-602МП/1/36, МАРК-602Т/36, МАРК-602Т/1/36).

Блок преобразовательный - микропроцессорный, осуществляющий отображение результатов измерений УЭП (УЭП₂₅, УЭП₂₀), результатов вычислений УЭС (УЭС₂₅, УЭС₂₀), солесодержания и температуры анализируемой водной среды, которые выводятся на экран графического ЖК индикатора (в дальнейшем индикатор). При этом возможны режимы индикации одного из каналов либо режим одновременной индикации двух каналов измерений.

Блок преобразовательный выполнен в металлическом корпусе со степенью защиты от воздействия окружающей среды IP65.

Датчики проводимости ДП-025С (ДП-2С и ДП-003МП), представляющие собой пассивные устройства (без электронных элементов), могут быть удалены от блока преобразовательного на расстояние до 100 м, блоки усилителя БУ-602Т, представляющий собой активные

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
Пenza (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

устройства, с датчиками проводимости ДП-003Т (ДП-3Т) - на расстояние до 1000 м; датчики проводимости ДП-003Т и ДП-3Т могут быть удалены от блока усилителя БУ-602Т на расстояние до 20 м.

Датчики проводимости ДП-025С, ДП-2С и блоки усилителя БУ-602Т выполнены в металлическом корпусе со степенью защиты от воздействия окружающей среды IP62. Погружаемая часть датчиков проводимости ДП-003МП от воздействия окружающей среды имеет степень защиты IP62, датчики проводимости ДП-003Т и ДП-3Т - IP68.

Кондуктометр осуществляет обмен информацией по интерфейсу RS-485.

Общий вид кондуктометра МАРК-602 и его составных частей показан на рисунках 1-4.

Схема пломбирования от несанкционированного доступа к элементам конструкции, обозначение места нанесения знака поверки представлены на рисунке 1б.



а - Общий вид



б - Схема пломбирования от несанкционированного доступа

к элементам конструкции (наклейка изготовителя), обозначение места нанесения знака поверки

Рисунок 1 - Блок преобразовательный



а - ДП-025С (ДП-2С)



б - ДП-003МП

Рисунок 2 - Датчик проводимости



Рисунок 3 - Блок усилителя
БУ-602Т



а - ДП-003Т
б - ДП-3Т
Рисунок 4 - Датчик проводимости

Программное обеспечение

Кондуктометры функционируют под управлением микроконтроллера, который использует встроенное программное обеспечение (ПО), позволяющее управлять прибором и процессом измерений, осуществлять обмен информацией по интерфейсу RS-485.

Запись метрологически значимого программного компонента производится в процессе изготовления кондуктометров с помощью специальных программных средств. Конструкция кондуктометров исключает возможность несанкционированного воздействия на программные компоненты и измерительную информацию в процессе эксплуатации.

Уровень защиты программного обеспечения «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Таблица 1 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	Исполнение кондуктометра МАРК-	
	602, 602/36, 602/1, 602/1/36, 602МП, 602МП/1, 602МП/36, 602МП/1/36	602Т, 602Т/1, 602Т/36, 602Т/1/36
Идентификационное наименование ПО:		
– для платы индикации	602I.430.02.13	-
– для платы усилителя	602U.253.01.07	-
– для блока преобразовательного	-	602I.STM32.01.01
– для блока усилителя	-	602U.249.01.02
Номер версии (идентификационный номер) ПО:		
– для платы индикации	02.13	-
– для платы усилителя	01.07	-
– для блока преобразовательного	-	01.01
– для блока усилителя	-	01.02
Цифровой идентификатор ПО:		
– для платы индикации	0xC23FAD67	-
– для платы усилителя	0xFF94	-
– для блока преобразовательного	-	0x1ABFCDCE
– для блока усилителя	-	0xDEDO

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
<p>Диапазон измерений:</p> <p>а) УЭП, мкСм/см:</p> <ul style="list-style-type: none"> - для датчиков проводимости ДП-025С, ДП-003Т - для датчиков проводимости ДП-2С, ДП-3Т - для датчиков проводимости ДП-003МП 	<p>от 0 до 2000</p> <p>от 0 до 20000</p> <p>от 0 до 200</p>
<p>б) УЭС, кОм·см:</p> <ul style="list-style-type: none"> - для датчиков проводимости ДП-3Т - для датчиков проводимости ДП-003Т 	<p>от 0,05 до 1000</p> <p>от 0,5 до 100000</p>
<p>в) солесодержания в пересчете на хлористый натрий, мг/дм³:</p> <ul style="list-style-type: none"> - для датчиков проводимости ДП-025С, ДП-003Т - для датчиков проводимости ДП-2С, ДП-3Т - для датчиков проводимости ДП-003МП 	<p>от 0 до 1000</p> <p>от 0 до 10000</p> <p>от 0 до 100</p>
<p>г) температуры анализируемой среды, °С:</p> <ul style="list-style-type: none"> - для датчиков проводимости ДП-3Т и ДП-003Т 	<p>от 0 до 130</p>
<p>Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности кондуктометра при температуре анализируемой среды +(25±0,2) °С и температуре окружающего воздуха +(20±5) °С при измерении:</p>	
<p>а) УЭП, мкСм/см:</p> <ul style="list-style-type: none"> - для датчиков проводимости ДП-025С - для датчиков проводимости ДП-2С, ДП-3Т - для датчиков проводимости ДП-003МП - для датчиков проводимости ДП-003Т 	<p>±(0,004+0,02·γ)</p> <p>±(0,03+0,02·γ)</p> <p>±(0,001+0,02·γ)</p> <p>±(0,001+0,02·γ)</p>
<p>б) УЭС, кОм·см:</p> <ul style="list-style-type: none"> - для датчиков проводимости ДП-3Т - для датчиков проводимости ДП-003Т 	<p>±(0,0005+0,02·R)</p> <p>±(0,005+0,02·R)</p>
<p>в) солесодержания в пересчете на хлористый натрий, мг/дм³:</p> <ul style="list-style-type: none"> - для датчиков проводимости ДП-025С - для датчиков проводимости ДП-2С, ДП-3Т - для датчиков проводимости ДП-003МП - для датчиков проводимости ДП-003Т 	<p>±(0,003+0,025·C)</p> <p>±(0,03+0,025·C)</p> <p>±(0,001+0,025·C)</p> <p>±(0,001+0,025·C)</p>
<p>Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности кондуктометра при измерении температуры анализируемой среды при температуре окружающего воздуха +(20±5) °С, °С:</p> <ul style="list-style-type: none"> - для датчиков проводимости ДП-3Т и ДП-003Т. 	<p>±0,3</p>
<p>Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности кондуктометра:</p> <p>а) обусловленной изменением температуры анализируемой среды, на каждый ±1 °С от рабочей +(25±0,2) °С в диапазоне температурной компенсации от +5 до +50 °С для ДП-025С, ДП-2С и ДП-003МП и от 0 до +100 °С для ДП-3Т и ДП-003Т при измерении:</p> <ul style="list-style-type: none"> - УЭП, мкСм/см - УЭС с ДП-3Т и ДП-003Т, кОм·см - солесодержания в пересчете на хлористый натрий, мг/дм³ 	<p>±0,0008·γ</p> <p>±0,001·R</p> <p>±0,001·C</p>

Наименование характеристики	Значение
б) обусловленной изменением температуры окружающего воздуха, на каждые ± 10 °С от нормальной $+(20\pm 5)$ °С в пределах всего рабочего диапазона от $+5$ до $+50$ °С при измерении: <ul style="list-style-type: none"> – УЭП со всеми датчиками проводимости, мкСм/см – УЭС с ДП-3Т и ДП-003Т, кОм·см – солесодержания в пересчете на хлористый натрий со всеми датчиками проводимости, мг/дм³ – температуры анализируемой среды с ДП-3Т и ДП-003Т, °С 	$\pm 0,01 \cdot \chi$ $\pm 0,01 \cdot R$ $\pm 0,012 \cdot C$ $\pm (0,1 + 0,0025 \cdot l)$
в) обусловленной влиянием длины соединителя «датчик проводимости-блок преобразовательный» на каждые 5 м при длине кабеля соединительного от 5 до 100 м с ДП-025С, ДП-2С и ДП-003МП при измерении: <ul style="list-style-type: none"> – УЭП, мкСм/см – солесодержания в пересчете на хлористый натрий, мг/дм³ 	$\pm 0,0008 \cdot \chi$ $\pm 0,001 \cdot C$
Диапазон унифицированного электрического выходного сигнала постоянного тока (далее выходной ток), мА: <ul style="list-style-type: none"> – на нагрузке, не превышающей 500 Ом – на нагрузке, не превышающей 2 кОм 	от 4 до 20 от 0 до 5
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразования измеренного значения УЭП, УЭС либо солесодержания в выходной ток при температуре окружающего воздуха $+(20\pm 5)$ °С, % от диапазона токового выхода	$\pm 0,8$
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности преобразования измеренного значения УЭП, УЭС либо солесодержания в выходной ток, обусловленной изменением температуры окружающего воздуха, на каждые ± 10 °С от нормальной $+(20\pm 5)$ °С в пределах всего рабочего диапазона от $+5$ до $+50$ °С, % от диапазона токового выхода	$\pm 0,4$
Пределы допускаемой относительной погрешности определения электролитической постоянной S_d датчика проводимости, %	± 1
Сопротивление термодатчика R_t , приведенное к 0 °С, для ДП-025С, ДП-2С и ДП-003МП находится в пределах, Ом	от 995 до 1005
Пределы допускаемой абсолютной погрешности определения сопротивления термодатчика R_t , приведенного к 0 °С, для ДП-025С, ДП-2С и ДП-003МП, Ом	$\pm 1,0$
Время переходного процесса кондуктометра при скачкообразном изменении УЭП, с, не более	30
Время установления показаний кондуктометра при скачкообразном изменении температуры анализируемой среды, мин, не более	3
Стабильность показаний кондуктометра за время 8 ч при измерении: <ul style="list-style-type: none"> – УЭП, мкСм/см, не хуже – УЭС с ДП-3Т и ДП-003Т, кОм·см, не хуже – солесодержания в пересчете на хлористый натрий, мг/дм³, не хуже 	$\pm 0,01 \cdot \chi$ $\pm 0,01 \cdot R$ $\pm 0,012 \cdot C$
Время установления режима работы кондуктометра, мин, не более	15
<p>где χ - измеренное значение УЭП, мкСм/см; R - измеренное значение УЭС, кОм·см; C - измеренное значение солесодержания, мг/дм³; l - коэффициент, численно равный значению длины кабеля, м, от датчика проводимости до блока усилителя БУ-602Т (от 1 до 20).</p>	

Таблица 3 - Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
<p>Параметры электрического питания:</p> <p>а) напряжение переменного тока, В:</p> <ul style="list-style-type: none"> – для кондуктометра исполнений МАРК-602, МАРК-602/1, МАРК-602Т, МАРК-602Т/1, МАРК-602МП, МАРК-602МП/1 – для кондуктометра исполнений МАРК-602/36, МАРК-602/1/36, МАРК-602Т/36, МАРК-602Т/1/36, МАРК-602МП/36, МАРК-602МП/1/36 <p>б) частота переменного тока, Гц</p>	<p>220^{+22}_{-33}</p> <p>36^{+4}_{-6}</p> <p>50 ± 1</p>
<p>Потребляемая мощность при номинальном значении напряжения питания, В·А, не более:</p> <ul style="list-style-type: none"> – для кондуктометра исполнений МАРК-602, МАРК-602/36, МАРК-602/1, МАРК-602/1/36, МАРК-602МП, МАРК-602МП/1, МАРК-602МП/36, МАРК-602МП/1/36 – для кондуктометра исполнений МАРК-602Т, МАРК-602Т/1, МАРК-602Т/36, МАРК-602Т/1/36 	<p>10</p> <p>14</p>
<p>Габаритные размеры, мм, не более:</p> <p>а) блок преобразовательный щитового исполнения (без кабеля)</p> <ul style="list-style-type: none"> – высота – ширина – длина <p>б) блок преобразовательный настенного исполнения (без кабеля)</p> <ul style="list-style-type: none"> – высота – ширина – длина <p>в) датчики проводимости ДП-025С, ДП-2С</p> <ul style="list-style-type: none"> – высота – ширина – длина <p>г) датчик проводимости ДП-003МП</p> <ul style="list-style-type: none"> – диаметр – длина <p>д) блок усилителя БУ-602Т</p> <ul style="list-style-type: none"> – высота – ширина – длина <p>е) датчик проводимости ДП-003Т (без кабеля)</p> <ul style="list-style-type: none"> – диаметр – длина <p>ж) датчик проводимости ДП-3Т (без кабеля)</p> <ul style="list-style-type: none"> – диаметр – длина <p>з) датчик расхода</p> <ul style="list-style-type: none"> – высота – ширина – длина 	<p>115</p> <p>146</p> <p>252</p> <p>95</p> <p>170</p> <p>266</p> <p>30</p> <p>108</p> <p>115</p> <p>Æ41</p> <p>135</p> <p>30</p> <p>75</p> <p>115</p> <p>41</p> <p>130</p> <p>41</p> <p>183</p> <p>42</p> <p>60</p> <p>90</p>
<p>Масса, кг, не более:</p> <ul style="list-style-type: none"> – блок преобразовательный – датчики проводимости ДП-025С, ДП-2С – датчик проводимости ДП-003МП – блок усилителя БУ-602Т 	<p>2,6</p> <p>0,3</p> <p>1,0</p> <p>0,3</p>

Наименование	Количество, штук, на исполнение МАРК-											
	602	602/36	602/1	602/1/36	602МП	602МП/36	602МП/1	602МП/1/36	602Г	602Г/36	602Г/1	602Г/1/36
- ДП-003МП; - ДП-003Г; - ДП-3Г.	-	-	-	-	*	*	*	*	-	-	-	-
Блок усилителя БУ-602Г	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1
Датчик расхода	-	-	-	-	-	-	-	-	**	**	**	**
Кабель соединительный	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Комплект монтажных частей	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Комплект монтажных частей (для блоков преобразователь- ных щитового исполнения)	1	1	-	-	1	1	-	-	1	1	-	-
Руководство по эксплуатации	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Паспорт	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

* Тип и количество (не более двух) по согласованию с заказчиком.

** Поставляется по согласованию с заказчиком.

*** Количество соответствует количеству датчиков проводимости.

Поверка

осуществляется по документу ВР30.00.000РЭ «Кондуктометр-солемер МАРК-602. Методика поверки», Приложение А1, утвержденному ФБУ «Нижегородский ЦСМ» 30.03.2017 г.

Основные средства поверки:

- рабочий эталон второго разряда - кондуктометр лабораторный КЛ-С-1А (регистрационный номер 46635-11);

- термометр лабораторный электронный ЛТ-300 (регистрационный номер 61806-15).

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых кондуктометров с требуемой точностью.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и паспорт, и на блок преобразовательный.

Сведения о методиках (метода) измерений

приведены в эксплуатационном документе.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к кондуктометрам-солемерам МАРК-602

ГОСТ 13350-78 Анализаторы жидкости кондуктометрические ГСП. Общие технические условия.

ГОСТ 8.457-2015 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений удельной электрической проводимости жидкостей.

ГОСТ Р 8.722-2010 ГСИ. Анализаторы жидкости кондуктометрические. Методика поверки.

ТУ 4215-025-39232169-2006 Кондуктометр-солемер МАРК-602. Технические условия.

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