

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Анализаторы трансформаторного масла моделей HYDROCAL 1005 и HYDROCAL 1008

#### Назначение средства измерений

Анализаторы трансформаторного масла модели HYDROCAL 1005 предназначены для непрерывного автоматического измерения объёмной доли газов (ацетилена, этилена, монооксида углерода и водорода) и объёмной доли воды в трансформаторном масле.

Анализаторы трансформаторного масла модели HYDROCAL 1008 предназначены для непрерывного автоматического измерения объёмной доли газов (метана, ацетилена, этилена, этана, монооксида углерода, диоксида углерода и водорода) и объёмной доли воды в трансформаторном масле.

#### Описание средства измерений

Принцип действия анализаторов трансформаторного масла моделей HYDROCAL 1005 и HYDROCAL 1008 - оптический и электромеханический (осуществление забора миниатюрной газовой пробы на основе принципа свободного пространства). В состав измерительного блока входят: тонкопленочный датчик для измерения объёмной доли воды в масле, металл-оксидный датчик на основе диоксида олова ( $\text{SnO}_2$ ) для измерения объёмной доли водорода ( $\text{H}_2$ ), инфракрасный газовый датчик ближней ИК-области для измерения объёмной доли монооксида углерода ( $\text{CO}$ ), метана ( $\text{CH}_4$ ), ацетилена ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ), этилена ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ), этана ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ).

Принцип действия тонкопленочного датчика для измерения объёмной доли воды в масле основан на изменении электрической емкости конденсатора. Пространство между пластинами конденсатора заполнено диэлектрическим материалом, сформированным на основе гигроскопической полимерной пленки. Емкость такого датчика прямо пропорциональна содержанию воды в исследуемой среде.

Принцип действия металл-оксидных датчиков основан на свойстве некоторых оксидов металлов в присутствии водорода менять свои электрические характеристики. При нагреве кристаллов  $\text{SnO}_2$  до определенной температуры поверхность кристаллов начинает адсорбировать атомы кислорода, в результате чего поверхность кристаллов становится заряженной, что уменьшает ток электронов. При последующем воздействии на поверхность детектора водородом происходит снижение ее потенциала, что значительно повышает проводимость кристалла.

Принцип действия инфракрасного газового датчика основан на измерении с помощью светочувствительных сенсоров с определением конкретного газа по длине волны с применением оптического фильтра.

Конструктивно анализаторы трансформаторного масла моделей HYDROCAL 1005 и HYDROCAL 1008 состоят из измерительных и микропроцессорного блоков, масляной камеры, компрессора и насоса, расположенных в едином корпусе. На передней панели расположены дисплей и органы управления анализатором. На задней панели расположены коммуникационные и системные выходы, а также адаптер для подключения анализатора к трансформатору. При подключении к трансформатору без системы охлаждения анализатор размещается на вентиле трансформаторного бака, забор масла обеспечивается входящим в конструкцию прибора насосом. При подключении к трансформатору с системой охлаждения и принудительной циркуляцией масла анализатор устанавливается на Т-образном вентиле при возврате масла из системы охлаждения.

Микропроцессорный блок предназначен для работы всего анализатора, а также для передачи выходной информации во внешние системы контроля. Информация о содержании объёмной доли газов (метана, ацетилена, этилена, этана, монооксида углерода, диоксида углерода и водорода) и объёмной доли воды отображается на передней панели анализатора. Анализатор имеет 4 независимых аналоговых выхода (4-20) мА, цифровые интерфейсы RS 232 и RS 485, передача данных осуществляется по протоколам обмена Ethernet, GSM, MODBUS, DNP.

Внешний вид анализаторов трансформаторного масла модели HYDROCAL 1005, приведен на рисунке 1, внешний вид анализаторов трансформаторного масла модели HYDROCAL 1008, приведен на рисунке 2.



Рисунок 1 - Внешний вид анализаторов трансформаторного масла модели HYDROCAL 1005



Рисунок 2 - Внешний вид анализаторов трансформаторного масла модели HYDROCAL 1008

Пломбирование анализаторов трансформаторного масла моделей HYDROCAL 1005 и HYDROCAL 1008 от несанкционированного доступа не предусмотрено.

#### **Программное обеспечение**

Анализаторы трансформаторного масла моделей HYDROCAL 1005 и HYDROCAL 1008 (далее анализатор) имеют встроенное и внешнее программное обеспечение.

Встроенное программное обеспечение (ПО) представляет собой микропрограмму, предназначенную для обеспечения нормального функционирования анализатора и управления интерфейсом. Оно реализовано аппаратно и является метрологически значимым. Программное обеспечение устанавливается в энергонезависимую память в производственном цикле на заводе-изготовителе и в процессе эксплуатации не подлежит изменению.

Внешнее программное обеспечение программа HydroSoft на базе Windows предназначено для считывания результатов измерений

Уровень защиты от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «средний» согласно Р 50.2.077-2014.

Идентификационные данные программного обеспечения анализатора приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Идентификационные данные программного обеспечения анализатора

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	HYDROCAL 1005	HYDROCAL 1008
Идентификационное наименование ПО	1.31	
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	c83135e2c30b9401 e1f300468df560f6	60f6c53965c8adfee 6a618d97c6f77e1
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения	MD5	
Номер версии ПО «HydroSoft», устанавливаемом на внешнем ПК	1.6.4	
Примечание - В случае изменения установленного программного обеспечения, номер версии и CRC - код ПО, указанные в таблице 3, сравнивают с номером версии и контрольной суммой, приведенными в документации на новое программное обеспечение.		

### Метрологические и технические характеристики

Метрологические характеристики анализаторов приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 - Метрологические характеристики анализаторов модели HYDROCAL 1005

Наименование компонента	Диапазон показаний, млн <sup>-1</sup> (ppm)	Диапазон измерений объёмной доли, млн <sup>-1</sup> (ppm)	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, ± Δ (Y), %
Водород (H <sub>2</sub> )	от 0 до 2000	от 5 до 50 включ.	0,6·Y
		св. 50 до 2000	0,12·Y + 0,0024
Монооксид углерода (CO)	от 0 до 5000	от 6 до 60 включ.	0,6·Y
		св. 60 до 5000	0,12·Y + 0,0028
Ацетилен (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )	от 0 до 2000	от 10 до 100 включ.	0,6·Y
		св. 100 до 2000	0,12·Y + 0,0048
Этилен (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> )	от 0 до 2000	от 4 до 30 включ.	0,6·Y
		св. 30 до 2000	0,15·Y + 0,0013
Вода (H <sub>2</sub> O)	от 0 до 100	от 4 до 5 включ.	0,5·Y
		св. 5 до 10 включ.	0,3·Y
		св. 10 до 50 включ.	0,25·Y
		св. 50 до 100	0,20·Y
где Y - измеренное значение объёмной доля, %			

Таблица 3 - Метрологические характеристики анализаторов модели HYDROCAL 1008

Наименование компонента	Диапазон показаний, млн <sup>-1</sup> (ppm)	Диапазон измерений объёмной доли, млн <sup>-1</sup> (ppm)	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, ± Δ (Y), %
Водород (H <sub>2</sub> )	от 0 до 2000	от 5 до 50 включ.	0,6·Y
		св. 50 до 2000	0,12·Y + 0,0024
Монооксид углерода (CO)	от 0 до 5000	от 6 до 60 включ.	0,6·Y
		св. 60 до 5000	0,12·Y + 0,0028
Диоксид углерода (CO <sub>2</sub> )	от 0 до 20 000	от 10 до 100 включ.	0,6·Y
		св. 100 до 20000	0,12·Y + 0,0048
Метан (CH <sub>4</sub> )	от 0 до 2000	от 4 до 15 включ.	0,6·Y
		св. 15 до 2000	0,12·Y + 0,00072
Ацетилен (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )	от 0 до 2000	от 10 до 100 включ.	0,6·Y
		св. 100 до 2000	0,12·Y + 0,0048
Этилен (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> )	от 0 до 2000	от 4 до 30 включ.	0,6·Y
		св. 30 до 2000	0,15·Y + 0,0013
Этан (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	от 0 до 2000	от 4 до 30 включ.	0,6·Y
		св. 30 до 2000	0,15·Y + 0,0013
Вода (H <sub>2</sub> O)	от 0 до 100	от 4 до 5 включ.	0,5·Y
		св. 5 до 10 включ.	0,3·Y
		св. 10 до 50 включ./	0,25·Y
		св. 50 до 100	0,20·Y

Примечание: где Y - измеренное значение объёмной доля, %

Таблица 4 - Основные технические характеристики анализаторов

Наименование характеристики	HYDROCAL 1005	HYDROCAL 1008
	Значение	
Габаритные размеры, мм, не более:		
-высота	274	274
-ширина	263	263
-глубина	327,5	327,5
Масса, кг, не более	13,5	16
Степень защиты от внешних воздействий по ГОСТ 14254-96	IP55	
Напряжение питания: - переменного тока частотой 50-60 Гц, В - постоянного тока	120 <sup>+15%</sup> <sub>+20%</sub> 230 <sup>+15%</sup> <sub>=20%</sub>	
Потребляемая мощность, В·А, не более	350	
Время анализа, мин	20	40
Условия эксплуатации:		
- диапазон температуры окружающего воздуха, °С (рабочие условия)	от -55 до +55	
- диапазон температуры масла, °С	от -20 до +90	
- диапазон атмосферного давления, кПа	от 84,0 до 106,7	
- давление масла, кПа	от 0 до 800 (вакуум допускается)	
- диапазон относительной влажности, % при t=+25 °С	от 0 до +90	
Средний срок службы, лет	10	10

### **Знак утверждения типа**

наносится типографским способом на титульные листы эксплуатационной документации и в виде наклейки на корпус анализатора.

### **Комплектность средства измерений**

Комплект поставки анализатора представлен в таблице 5.

Таблица 5

Наименование и условное обозначение	Количество
Анализатор	1 шт.
Руководство по эксплуатации	1 экз.
Методика поверки МП 242-2051-2016	1 экз.
Программное обеспечение HydroSoft	1 шт.

### **Поверка**

осуществляется по документу МП 242-2051-2016. «Анализаторы модели HYDROCAL 1005 и модели HYDROCAL 1008. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» 17.01.2017 года.

Основные средства поверки и методики измерений, применяемые при анализе проб масла:

Титратор кулонометрический, работающий по методу К. Фишера с кулонометрической ячейкой, снабженной полупроницаемой мембраной из прессованного стекла («двухкомпонентная ячейка»), встроенной магнитной мешалкой, детектором - двойным платиновым электродом. Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 31007-11.

Аппаратно-программный хроматографический комплекс на базе лабораторного хроматографа с пламенно-ионизационным детектором (ПИД) и детектором по теплопроводности (ДТП). Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 58954-14.

Пробы масла, проанализированные по следующим методикам:

- «Методика измерений объемной доли компонентов в газовых экстрактах проб трансформаторного масла, хроматографическим методом, № МИ 242/3-2016. Свидетельство № 785/КА-(01.00250)-2016 от 8 августа 2016 г., ФР.1.31.2016.24581.»

- «Методика измерений массовой (объемной) доли воды в пробах трансформаторного масла. Методика № 242/2-14. Свидетельство № 577/206-(01.00250)-2014 от 20 октября 2014 г., ФР.1.31.2014.18742.»

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

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

### **Сведения о методиках (методах) измерений**

приведены в эксплуатационном документе и РД 34.46.303-98 Методические указания по подготовке и проведению хроматографического анализа газов, растворенных в масле силовых трансформаторов

### **Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к анализаторам трансформаторного масла моделей HYDROCAL 1005 и HYDROCAL 1008**

ГОСТ Р 52931-2008 Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия

ГОСТ 8.578-2014 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений содержания компонентов в газовых средах

Техническая документация фирмы-изготовителя

**Изготовитель**

Компания «EMH Energie-Messtechnik GmbH», Германия  
Адрес: Vor dem Hassel 2, D-21438, Brackel, Germany  
Телефон: +49-41-85-5857-0; Факс: +49-41-85-5857-68  
E-mail: [info@emh.de](mailto:info@emh.de)

**Заявитель**

Общество с ограниченной ответственностью «МТЕ» (ООО «МТЕ»)  
ИНН 7701869183  
Адрес: РФ, 105082, Москва, ул. Большая почтовая, д. 26, стр. 1, оф. 501  
Тел.: +7 (495) 640-07-25  
E-mail: [info@meter-test.ru](mailto:info@meter-test.ru)

**Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научной-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»  
Адрес: 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 19  
Тел.: +7(812) 251-76-01, факс: (812) 713-01-14  
Web-сайт: <http://www.vniim.ru/>  
E-mail: [info@vniim.ru](mailto:info@vniim.ru)

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RA.RU.311541 от 23.03.2016 г.

Заместитель

Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.