Высокоточный измеритель-калибратор сопротивлений ИКС-1: электронная замена магазинов сопротивлений

Новая разработка российской компании, измеритель-калибратор сопротивлений прецизионный ИКС-1, является современной цифровой заменой магазинов сопротивлений и обеспечивает недостижимые для них показатели: разрешающую способность 1 μОм и высокую точность воспроизведения заданных значений. В статье рассказано о функциональности, устройстве и сферах применения прибора.

ООО «ИзТех», Зеленоград, г. Москва

Говоря о новом этапе импортозамещения и технологической независимости, особенно приятно рассказывать о российских компаниях, которые создают оригинальные разработки и воплощают их исключительно на собственных производственных мощностях. И пусть таким разработчикам тоже приходится пробивать себе дорогу, даже с учетом в целом благоприятного для наших компаний положения на рынке, – мы верим, что за ними будущее.

К когорте таких разработчиков и производителей относится зеленоградская компания «ИзТех», которая выпускает высокоточное оборудование с 1996 года. Основная сфера деятельности предприятия – разработка и изготовление средств измерения температуры, причем в первую очередь поверочного оборудования для разнообразных датчиков температуры. С помощью технологий ООО «ИзТех» можно решить любую задачу по поверке и калибровке термометров сопротивления, термоэлектрических преобразователей (термопар), комплектов термометров для теплосчетчиков (КТПР), жидкостных стеклянных термометров, манометрических термометров, биметаллических термометров и других приборов.

В настоящей статье мы хотим рассмотреть относительно новое изделие компании, которое, на наш взгляд, заслуживает самого пристального внимания: прецизионный измеритель-калибратор сопротивлений ИКС-1 (рис. 1). Приказом Федерального агентства по техническому регулированию № 1747 от 18 июля 2022 года он был утвержден в качестве средства измерения, то есть прошло уже около года, как этот прибор выпущен на рынок. И надо сказать, что рынок его пока не распробовал. А зря! Мы рекомендуем посмотреть на него повнимательней.

Измеритель-калибратор сопротивлений ИКС-1 – электронное устройство, которое представляет собой современную альтернативу классическим многозначным мерам электрического сопротивления (ММЭС) – магазинам сопротивлений. Это настольный прибор, хотя малый вес и компактность позволяют с легкостью переносить его с места на место. Он оснащен сенсорным дисплеем, на котором отображаются измеренные значения, результаты настройки, статические характеристики, значения опор, время и т. д. Здесь же, на передней панели, расположены клеммы входа и выхода для



Рис. 1. Прецизионный измеритель-калибратор сопротивлений ИКС-1

исполнения основных задач прибора: измерения и воспроизведения сигналов электрического сопротивления (рис. 2).

Диапазон измеряемых и воспроизводимых значений электрического сопротивления у ИКС-1 составляет от 0,001 Ом до 100 кОм. Несомненно, широкий диапазон, хотя уникальным его не назовешь. А вот какой показатель можно назвать выдающимся, так это разрешающую способность, которая составляет всего 1 μОм. Для классических магазинов сопротивлений с их ступенями и декадами это недостижимый показатель. На сенсорном экране измерителя-калибратора можно выставить произвольную величину электрического сопротивления от 0,001 Ом до 100 кОм, и прибор воспроизведет ее с высокой точностью. Причем не требуется вносить никаких поправок к воспроизводимому значению: оно будет в точности соответствовать цифре на дисплее прибора. Встроенный термостат поддерживает опоры ИКС-1 при постоянной температуре, поэтому прибору не требуется дополнительное термостатирование. Высокая разрешающая способность и прецизионная точность – важнейшие преимущества измерителя-калибратора сопротивлений ИКС-1. Калибраторы соответствуют обязательным метрологическим требованиям к рабочим эталонам 2-го, 3-го и 4-го разрядов, установленным Государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456, в поддиапазонах:

- от 2,5 Ом до 9,99999 кОм – 2-й разряд;
- от 0,5 Ом до 100 кОм – 3-й разряд;
- от 0,001 Ом до 100 кОм – 4-й разряд.

ИКС-1 выполняет три основные функции:

- измерение и воспроизведение электрического сопротивления;
- измерение и воспроизведение сигналов термопреобразователей сопротивления (ТС);
- прецизионные измерения температуры.

Как уже упоминалось, *для измерений* ИКС-1 оснащен клеммами входа, к которым подключаются меры электрического сопротивления и термометры сопротивления, сигналы которых необходимо измерять. Через измеряемое сопротивление пропускается высокостабильный ток изменяющейся полярности, напряжение падения подается на вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП). После преобразования входного сигнала полученную информацию обрабатывает микропроцессор. Результаты измерений отображаются на дисплее.

При измерении температуры прибор сначала измеряет сопротивление ТС, а затем по стандартным (НСХ) или индивидуальным (ИСХ) статическим характеристикам преобразования вычисляет температуру в градусах Цельсия. Индивидуальные статические характеристики ТС могут быть представлены в следующих форматах: по международной температурной шкале МТШ-90, в стандарте Каллендара – Ван Дюзена (КВД), в виде полинома девятой степени ($T = C_0 + C_1 \cdot R + C_2 \cdot R_2 + ...$, где R – сопротивление ТС) и в таблице (до 20 точек).

Для воспроизведения прибор снабжен клеммами выхода. К ним подключаются входы калибруемых или поверяемых приборов, сигналом для которых служит электрическое сопротивление. Аналоговый сигнал, эмулирующий электрическое сопротивление, поступает на клеммы выхода воспроизведения электрического сопротивления и эмуляции ТС. При эмуляции сигналов термосопротивлений прибор переводит заданную температуру в соответствии с выбранной НСХ в омы, а затем воспроизводит рассчитанное значение электрического сопротивления.

Для реализации указанных функций ИКС-1 имеет четыре режима работы: «Измерение», «Воспроизведение», «Измерение/воспроизведение» и «Настройки». Для каждого режима предназначена своя вкладка, открыть которую можно, прикоснувшись к виртуальной клавише на сенсорном дисплее, или в ПО на мониторе компьютера.

В режиме «Измерение» прибор осуществляет измерение электрического сопротивления или температуры. Для измерения температуры ему необходим первичный преобразователь, в качестве которого может использоваться термопреобразователь сопротивления по ГОСТ 6651-2009. Для прецизионных измерений температуры используются эталонные первичные преобразователи: платиновые термометры сопротивления (ТСПВ, ПТС-10 и др.) со статическими характеристиками преобразования, представленными в виде коэффициентов функции отклонения МТШ-90.

В режиме «Воспроизведение» прибор воспроизводит электрическое сопротивление (Ом/кОм) или эмулирует (имитирует) сигналы термопреобразователей сопротивления в соответствии с НСХ по ГОСТ 6651-2009. При воспроизведении электрического сопротивления или эмуляции сигналов ТС по двухпроводной (или трехпроводной) схеме прибор имеет возможность измерять сопротивление подводящих проводов с последующим его учетом. Для каждого типа воспроизводимых величин (Ом/кОм или ТС) ИКС-1 запоминает по восемь значений, что поз-



Рис. 2. Передняя панель ИКС-1

воляет быстро переключаться между ними.

Третий режим предназначен для одновременного осуществления измерения и воспроизведения. Это достигается благодаря тому, что каналы измерения и воспроизведения гальванически развязаны.

Работа в четвертом режиме, «Настройки», выполняется с помощью одноименной вкладки, которая позволяет вводить индивидуальные статические характеристики (ИСХ) термосопротивлений, выбирать режим работы, редактировать опоры и выполнять другие настройки прибора.

Для работы с электронным прибором специалисты компании создали ПО – управляющую программу, с помощью которой ИКС-1 можно программировать, управлять его работой, получать результаты измерений в файлах разного формата. При изменении режима работы (то есть при смене вкладки) программа автоматически передает команду в прибор, после чего ИКС-1 переходит к работе по новым настройкам.

Измеренные значения, а также запись результатов автоматически ведется на SD-карту в формате CSV, что позволяет использовать данные для дальнейшего анализа. Отметим, что измеритель-калибратор сопротивлений ИКС-1 может работать и автономно, и в составе автоматизированных систем под управлением ПО верхнего уровня, установленного на компьютере. Для подключения прибора компьютер должен иметь порт USB, а также работать с операционными системами MS Windows или Linux.

Немного скажем об областях применения. О том, что этот прибор – высокоточный и удобный аналог классических магазинов сопротивления, мы уже сказали. В этом качестве он может служить для поверки и калибровки температурных каналов теплосчетчиков: измеритель-калибратор сопротивлений ИКС-1 воспроизводит электрическое сопротивление в соответствии с НСХ термосопротивлений, используемых в теплосчетчике. Также ИКС-1 можно использовать для прецизионных измерений температуры, то есть как эталонный цифровой термометр. В этом случае совместно с ИКС-1 необходимо применять эталонный термопреобразователь сопротивления. Наконец, третья область применения ИКС-1 – поверка и калибровка измерителей, регуляторов температуры и других вторичных приборов, входным сигналом которых является электрическое сопротивление.

Заказчики, которые приобрели ИКС-1 для поверки-калибровки вторичных приборов и измерительных преобразователей, отмечали полную совместимость измерителей-калибраторов с любыми типами данных устройств. Кроме того, высокую оценку получили такие преимущества, как отсутствие потребности в учете начальных сопротивлений, введении поправок, дополнительном термостатировании и дружественный, интуитивно понятный интерфейс ПО. На высоте оказались и метрологические характеристики: практика показала, что действительное значение погрешности измерения/воспроизведения сопротивления не превышает 40 % от допустимого значения, а нестабильность воспроизведения сопротивления близка к нулю, то есть сопоставима с погрешностью эталонных приборов.

ООО «ИзТех», Зеленоград, г. Москва,
тел.: +7 (495) 665-5143,
e-mail: iztech@iztech.ru,
сайт: www.iztech.ru

