

# ТОКОВЫЕ КЛЕЩИ АТК-4001 — НОВЫЙ ШАГ В ТЕХНОЛОГИИ ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Афонский А.А.

**М**ногочисленные токовые клещи (клалпметры), рассмотренные ранее в журнале КИПиС (см., напр., № 1-1997, стр.16 или № 5-2002, стр. 17), являются относительно простыми измерительными приборами, так как имеют в качестве чувствительного элемента один измерительный трансформатор с разъемным магнитопроводом. Поэтому, они предназначены для измерения постоянного и переменного тока, а в сочетании с функцией измерения напряжения позволяют измерять активную и реактивную мощность, а также частоту, сдвиг фаз и некоторые другие величины.



Рис. 1. Токосые клещи АТК-4001

Но если в состав измерительной головки токовых клещей включить и второй разъемный магнитопровод, то такая модификация может обеспечить новые интересные функциональные возможности для клалпметров. В модельном ряду токовых клещей АКТАКОМ (АТК) имеется такая модель — АТК-4001 (рис. 1).

Она имеет два разъемных магнитопровода (рис. 2) и отличается от других своих собратьев по классу тем, что через дополнительную обмотку может производить дополнительное воздействие на объект измерения, что позволяет выполнять измерения контура сопротивления.



Рис. 2. Разъемные магнитопроводы АТК-4001

Контроль сопротивления контура заземления является важным элементом оборудования любой лаборатории. В соответствии с требованиями ПЭУ такие измерения требуется выполнять с периодичностью не реже 1 раза в год и при каждой перестановке оборудования.

Основным достоинством рассматриваемого прибора является возможность измерения сопротивления без разрыва цепей заземления. Это позволяет осуществлять контрольные замеры сопротивления без демонтажа электрических цепей установленного оборудования (рис. 3) и может применяться для тестирования систем с множественным заземлением без их отключения (рис. 4). Во многих реальных случаях любой демонтаж цепей на работающем оборудовании является, как правило, сложным, длительным и, в результате, дорогостоящим мероприятием, поэтому данная модель клалпметра может оказаться поистине находкой для специалиста: ведь кроме измерения сопротивления заземления этот прибор позволяет измерять ток утечки и производить бесконтактную прозвонку цепи.

Процессы калибровки и измерений в приборе полностью автоматизированы. В начале работы следует убедиться, что поверхности контактов магнитопровода свободны от пыли, грязи и других посторонних веществ. Для данной модели (и вообще, для всех приборов этого класса) это очень важное эксплуатационное требование. По опыту эксплуатации прибора рекомендуется несколько раз открыть и закрыть клещи, чтобы обеспечить наилучший контакт между пластинами измерительного трансформатора. Далее следует включить питание прибора установив поворотный переключатель, например, в положение «Ω». При этом следует иметь в виду, что в момент включения прибор начинает производить автоматическую калибровку для обеспечения более высокой точности измерений. В процессе автокалибровки на дисплее будут последовательно высвечиваться надписи CAL7, CAL6, ..., CAL2, CAL1.

Следует дождаться окончания этого процесса — когда прибор будет готов к работе, раздастся звуковой сигнал. Обязательным требованием автокалибровки является условие замкнутости контура магнитопровода в момент включения прибора и до появления звукового сигнала.

Процедура измерения обычна для всех клалпметров. Следует охватить клещами измеряемый провод (только один!) или электрод заземления. Как

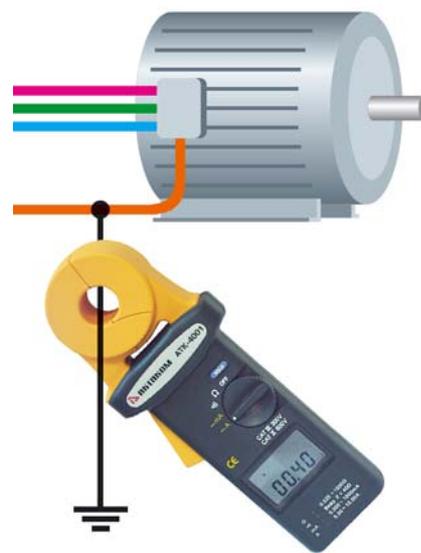


Рис. 3. Измерение сопротивления без демонтажа электрических цепей установленного оборудования

уже указывалось, для обеспечения большей точности измерений следует несколько раз открыть и закрыть клещи. Модель АТК-4001 имеет автоматический выбор предела измерений, что значительно упрощает эксплуатацию прибора. Период выборки значений составляет 0,4 секунды. В случае установки поворотного переключателя в положение «» (звуковая прозвонка цепи), звуковой сигнал появляется при сопротивлении цепи менее 40 Ом.

Следует отметить, что прибор не позволяет производить измерения сопротивления шины заземления при отсутствии контура заземления. Поэтому,

ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАЗЕМЛЕНИЯ

Таблица 1

Диапазон измерений	Разрешение	Погрешность
0,025...0,250 Ом	0,002 Ом	$\pm(0,02 \cdot R_{изм} + 0,05 \text{ Ом})$
0,250...9,999 Ом	0,02 Ом	$\pm(0,02 \cdot R_{изм} + 0,1 \text{ Ом})$
10,00...99,99 Ом	0,04 Ом	$\pm(0,02 \cdot R_{изм} + 0,3 \text{ Ом})$
100,0...199,9 Ом	0,4 Ом	$\pm(0,03 \cdot R_{изм} + 1,0 \text{ Ом})$
200,0...400,0 Ом	2 Ом	$\pm(0,05 \cdot R_{изм} + 5 \text{ Ом})$
400,0...600,0 Ом	5 Ом	$\pm(0,1 \cdot R_{изм} + 10 \text{ Ом})$
600,0...1500 Ом	20 Ом	около $\pm 0,2 \cdot R_{изм}$

где  $R_{изм}$  — измеренное значение сопротивления заземления

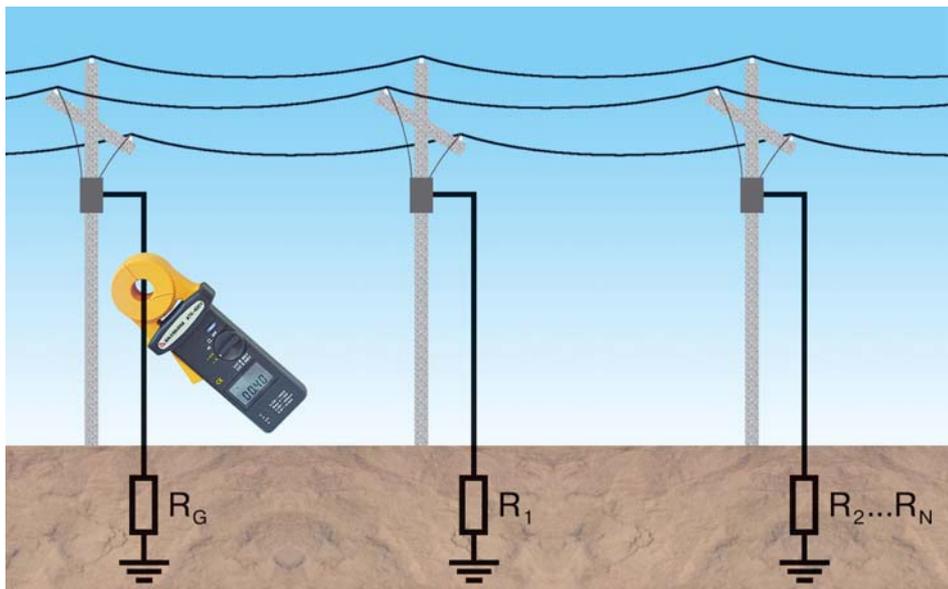


Рис. 4. Тестирование систем с множественным заземлением без их отключения

для проведения измерения нужно создать контур: например, использовать другую линию заземления, имеющуюся в цехе, или использовать цепь заземления по сети питания. Проще всего использовать в этом случае провод защитного заземления, используемого в электрических сетях, выполненных с нулевым защитным проводником (РЕ). Но в этом случае следует учитывать сопротивление этих цепей (рис. 5).

Для фиксации результатов в процессе измерений предусмотрен режим «HOLD». Этот режим особенно удобен при проведении измерений в труднодоступных местах, когда непосредственное наблюдение результатов на дисплее прибора затруднительно. Тогда, зафиксировав результат с помощью функции «HOLD», пользователь имеет возможность рассмотреть и проанализировать показания в более удобной обстановке.

ИЗМЕРЕНИЕ ТОКА УТЕЧКИ			Таблица 2
Диапазон	Разрешение	Погрешность	
0,200...1,000 мА	0,001 мА	$\pm(0,025 \cdot I_{\text{изм}} + 0,05 \text{ мА})$	
1,00...10,00 мА	0,01 мА	$\pm(0,025 \cdot I_{\text{изм}} + 0,05 \text{ мА})$	
10,0...100,0 мА	0,1 мА	$\pm(0,02 \cdot I_{\text{изм}} + 0,03 \text{ мА})$	
100...1000 мА	1 мА	$\pm(0,02 \cdot I_{\text{изм}} + 3 \text{ мА})$	
0,20...15,00 А	0,01 А	$\pm(0,02 \cdot I_{\text{изм}} + 0,03 \text{ А})$	

где  $I_{\text{изм}}$  — измеренное значение тока

Отображение результатов измерений осуществляется на жидкокристаллическом дисплее с максимальным показанием 9999. На индикаторе отображается, кроме собственно результатов измерений, открытое положение магнитопровода клещей — символ «C» и слово «OPEN», а также символ разряда батареи питания «X».

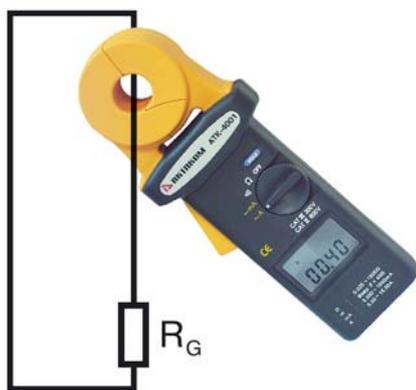


Рис. 5. Измерительный контур сопротивления

При проведении измерений сопротивления заземления устройство данной модели токовых клещей предусматривает выделение основной измерительной частоты. В этом режиме при наличии шумов в контуре или электроде заземления, а также при наличии в контуре заземления тока свыше 3 А или напряжения свыше 30 В на дисплее отображается символ «NOISE».

В этом случае следует перейти в режим измерения тока утечки. В этом режиме измерения производятся на двух диапазонах: «мА» (при токе от 200 мкА до 1000 мА) и «А» (при токе от 200 мА до 15 А).

Основные технические характеристики прибора приведены в таблицах 1 и 2.

При проведении бесконтактного измерения сопротивления следует иметь в виду следующие особенности:

- измерительная частота при измерении сопротивления и прозвонке цепи равна 1,667 кГц;
- сопротивление контура должно быть без индуктивной составляющей;

- напряженность внешнего магнитного поля должна быть не более 50 А/м;
- напряженность внешнего электрического поля должна быть не более 1 В/м.

При проведении измерения тока утечки:

- частота 50...60 Гц;
- измеряется истинное среднеквадратическое значение;
- коэффициент амплитуды не более 3.

Прибор предусматривает защиту входных цепей по току 100 А непрерывно или 200 А в течение не более 60 с; частота тока 50...60 Гц.

Конструкция прибора позволяет охватывать провода с максимальным диаметром до 23 мм. Прибор выполнен в ударопрочном, полистироловом корпусе и имеет габаритные размеры 257×100×47 мм и массу около 650 г. Питание осуществляется от 9 В батареи типа «Крона». Рабочие условия применения клампметра — температура от



Рис. 6. Набор эталонных сопротивлений

+5 до +40°С при относительной влажности не более 85%.

С точки зрения эксплуатации важным достоинством является входящий в комплект поставки прибора набор эталонных сопротивлений (рис. 6), который позволяет оперативно производить контроль правильности функционирования токовых клещей в реальных производственных условиях.

В заключении следует отметить, что 2002 году токовые клещи ATK-4001 успешно прошли испытания с целью утверждения типа и включены в Государственный реестр средств измерений за номером 23543-02. Применение данной модели в производственных и лабораторных измерениях и тестировании позволяет значительно сократить время контроля состояния оборудования и, таким образом, обеспечить высокую производительность труда. Не вызывает сомнения, что этот прибор будет по достоинству оценен специалистами-электриками и энергетиками и найдет широкое применение при проведении наладочных и ремонтных работ в любом электрохозяйстве.

*New clamp meter ATK-4001 designed for measuring of ground resistance is described in this article. Specifications, features and capabilities as well as examples of the use of this device are represented.*