

УДК 621.316

*Е.А. СЕДОВА*, ст. преподаватель, НТУ "ХПИ"

## **ОБЗОР МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ И ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОНТАКТОВ ПОД ТОКОМ**

Приведено результати аналізу схем вимірювання опору контактів електричного апарату під струмом. Показано перспективи розвитку методів контролю та вимірювання опору електричних контактів під струмом.

Приведены результаты анализа схем измерения сопротивления контактов электрического аппарата под током. Показаны перспективы развития методов контроля и измерения сопротивления электрических контактов под током.

**Введение.** Низковольтные электрические аппараты (НВА) являются неотъемлемой частью всех электрифицированных объектов народного хозяйства. По своей номенклатуре, типам, исполнениям и значениям НВА весьма разнообразны. Ряд из них является крупносерийными изделиями электротехнической промышленности. В связи с этим повышаются требования к параметрам и качеству производства НВА. Основным же средством проверки качества изделий является их испытание. Контакты и контактные узлы испытывают как в составе аппарата, так и отдельно, в виде сборочной единицы. Проверка электрического сопротивления производится специальными измерительными приборами по методам, изложенным в инструкциях или описаниях на эти приборы.

**Цель работы** – анализ методов контроля и измерения сопротивления электрических контактов под током.

**Методы контроля состояния контактов.** Для контроля состояния контактов главной цепи или полюсов аппарата с помощью микроомметров измеряют электрическое сопротивление контактов или полюса. Часто также пользуются методом амперметра-вольтметра [1]. Метод амперметра-вольтметра состоит в том, что по контактам (полюсам) аппарата во включенном состоянии пропускают постоянный ток и измеряют ток и падение напряжения на контактах (полюсах) аппарата. Сила тока и напряжение источника подбираются так, чтобы они не превышали номинальных (в пределах допусков) для данного аппарата, если иные ограничения не оговорены в стандартах или технических условиях на отдельные виды, серии и типы аппаратов. Измерение пе-

реходного сопротивления контакта или падения напряжения на нем следует проводить при токе, проходящем через контакт, и напряжении источника питания аппарата. Этот метод применяется также наряду с неуравновешенными мостами постоянного тока, при определении сопротивления на других участках (токовые катушки, резисторы, катушки реле и др.).

На рис. 1 приведены варианты схем, применяемых для измерения малых величин сопротивления  $R_x$  электрического аппарата этим методом. Обозначения на схемах:  $R_x$  – участок токоведущей цепи аппарата, на котором измеряются ток и напряжение; а – ток до 100 А и сопротивление  $R_x$  до 1 Ом; б – ток свыше 100 А и сопротивление  $R_x$  до 1 Ом; в – ток до 100 А и сопротивление  $R_x$  свыше 1 Ом.

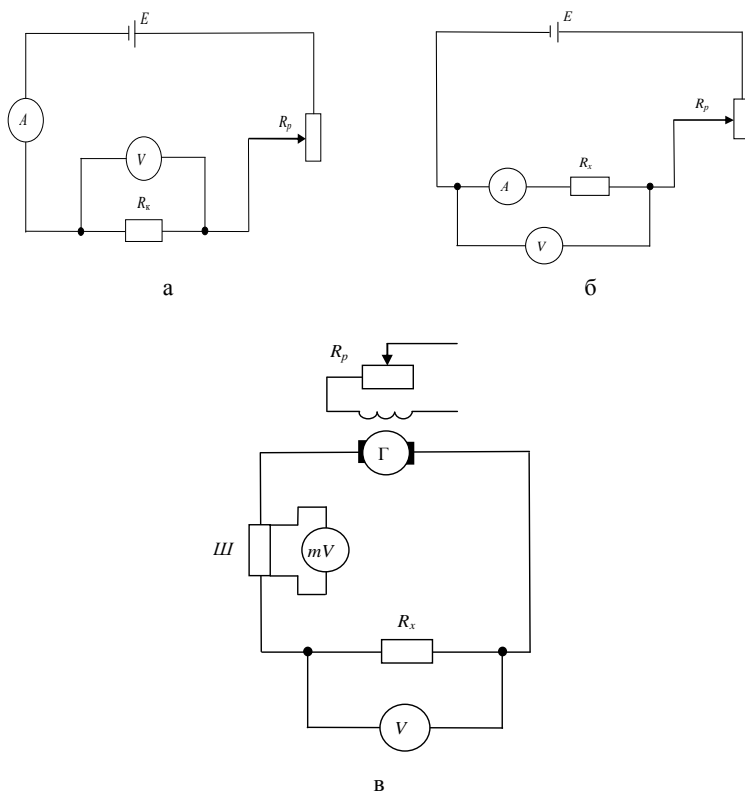


Рис. 1.

В качестве источника тока используют аккумуляторные батареи  $E$  или генераторы постоянного тока  $G$ . Ток регулируют с помощью реостатов  $R_p$  в цепи аппарата или цепи возбуждения генератора. Токи свыше 100 А измеряют с помощью шунтов  $Ш$ .

Падение напряжения на контактах (полюсах) аппарата измеряют при прохождении по ним номинального тока (для аппаратов до 1000А) или тока силой 1000 А (для аппаратов свыше 1000 А).

Искомое сопротивление участка цепи определяют по формулам: для схем на рис. 1 а,б:

$$R_x = U/(I - U/R_v),$$

для схемы на рис. 1,в:

$$R_x = U/(I - R_A),$$

где  $R_x$  – искомое сопротивление, Ом;  $R_v$  и  $R_A$  – сопротивления вольтметра и амперметра, Ом;  $U$  и  $I$  – измеренные падения напряжения (В) и ток (А).

При измерениях электрического сопротивления методом амперметра-вольтметра и падения напряжения на участках цепи измерительные провода вольтметра присоединяют прижатием в соответствующих точках токоведущей цепи аппарата остро отточенных игл, которыми заканчиваются провода. Допускается также привинчивание и припаивание этих проводов. Провода для измерения падения напряжения на выводах аппаратов присоединяют так, чтобы переходное сопротивление контакта этого участка с проводниками, проводящими ток, не входило в значение измеренного электрического сопротивления.

Подключение измерительного прибора к выводам контактов при измерении электрического сопротивления полюса аппарата производится в месте, предназначенном для присоединения аппарата при его монтаже.

При наличии в цепи коммутирующих контактов отсчет показаний приборов производится не ранее, чем через 1 с после начала протекания тока, если иное не указано в стандартах или технических условиях.

Существует ряд требований к методике проведения испытания контактов [2, 3]:

- должна быть однотипной, для того чтобы результаты испытаний контактных материалов и аппаратов, проводимые разными лабораториями, можно было сравнивать;
- должна давать результаты, близкие к тем, которые получаются в эксплуатационных условиях;
- должна быть простой, чтобы для испытания требовалось несложное оборудование и расход электрической энергии был мал;

– должна обеспечивать относительно быстрое получение результатов.

**Автоматизация контроля.** Для учета и контроля существенных электрических и механических параметров всех видов устройств коммутации на токи до 1000 А в настоящее время применяются автоматические проверочные устройства серии АСТАС [4]. Внешний вид трех устройств приведен на рис. 2, а-в.



а



б



в

Рис. 2.

Сплошная модульная архитектура устройства серии АСТАС обеспечивает его использование для всех видов эксплуатации, от портативной модели до полностью автоматизируемой установки в условиях производства. При этом уровень напряжения и механическая конструкция контролируемых электрических аппаратов не играют никакой роли, так как АСТАС пригоден для всех типов устройств коммутации.

Устройства АСТАС адаптируются к реальному контролю во времени и базируются на персональном компьютере, при поддержке которого происходит установка, визуализация и полный анализ исследуемых параметров. Все измерительные входы гальванически разделены с входными клеммами. Вследствие этого гарантируются высокая

точность, помехозащищенность и безотказная работа в присутствии электромагнитного поля.

Тестирование устройств коммутации происходит, как правило, динамично посредством различных последовательностей включений при одновременном учете измеряемых величин в силовой электрической цепи. Затем автоматически рассчитываются и контролируются все параметры на основе измеренных величин.

Для специальных проверок устройства серии АСТАС располагают разнообразными модулями. Так, например, опция "Dynamic Timing" позволяет определить время замыкания контактов на устройствах коммутации с двусторонним заземлением через динамическое измерение потери напряжения. При помощи измерения динамического падения напряжения определяется контактный статус до 6 каналов одновременно. Для определения статических и динамических сопротивлений контактов все системы АСТАС располагают интерфейсами связи для управления дополнительными источниками питания. Все серии устройств АСТАС располагают выходами управления внешними модулями для статического или динамического замера сопротивления главных контактов.

**Анализ методов контроля.** Рассмотренные методы контроля сопротивления электрических контактов под током имеют один общий недостаток: для оценки состояния контактов требуется высококвалифицированный персонал. В тоже время, одноразовые замеры в фиксированный момент времени не несут полной информации о состоянии контактов до и после испытаний. Следствие этого является ограниченные возможности диагностики сопротивления электрических контактов под током. И хотя методы измерения носят динамический характер, использовать эту информацию для прогнозирования состояния контактов в перспективе невозможно.

**Перспективы развития методов контроля.** Идея совершенствования методов контроля связана с получением данных замеров электрического сопротивления периодически, их запоминанием и сравнением текущих и хранящихся в памяти данных. Современная элементная база позволяет реализовать многие составляющие процесса диагностики состояния сопротивления контактов электрического аппарата под током. В качестве таких основных операций процесса можно выделить следующие:

- многократное измерение сопротивления контактов электрического аппарата под током и преобразование их в цифровые коды;
- запоминание полученных данных и формирование банка дан-

ных путем накопления;

– разработка методов статистической обработки данных банка;

– разработка критериев оценки функционального состояния электрических контактов;

– разработка методов прогнозирования состояния электрических контактов для конкретного электрического аппарата.

**Список литературы:** 1. *Петин О.В., Щербаков Е.Ф.* Испытание электрических аппаратов: Учеб. пособие для вузов по спец. "Электрические аппараты". – М.: Высш. шк., 1985. – 215 с. 2. *Намитоков К.К., Малюк А.Г.* Организация и методы испытаний аппаратов низкого напряжения. – М.: Инфорэлектро, 1979. – 95 с. 3. Сертифікація в Україні. Нормативні акти та інші документи. – Т. 2. – Київ: Держстандарт України, 1998. – 416 с. 4. Диагностика коммутационных аппаратов / <http://electrovymir.com.ua/download.php?file=117>.



**Седова Елена Александровна**, ст. преп. каф. "Электрические аппараты" Национального технического университета "ХПИ". Защитила диплом инженера-электромеханики в 1984 г. Научные интересы связаны с проблемами электрических аппаратов, в частности с методами контроля сопротивления контактов.

*Поступила в редколлегия 07.12.2009*