

## ДИАГНОСТИКА ТЕКУЩЕЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ КОММУТАЦИОННЫХ АППАРАТОВ

Жаворонков М.А., к.т.н., доц., Ткаченко С.А.,

Московский энергетический институт (Технический университет)

Россия, 111250, Москва, Красноказарменная улица, д. 14, МЭИ (ТУ), каф. "Электрические и электронные аппараты"  
тел. +7 (495) 362-78-35, e-mail: tkachen\_sw@mail.ru

*Дана стаття присвячена дослідженню і аналізу результатів. Робота проводиться на кафедрі "Електричні і Електронні апарати" Московського Енергетичного інституту (Технічного університету).*

*Данная статья посвящена исследованию и анализу результатов. Работа проводится на кафедре "Электрические и Электронные аппараты" Московского Энергетического института (Технического университета).*

В настоящее время уровень износа основных фондов электроэнергетики России достиг 50% и в ближайшие 10 лет достигнет 70%. Анализ старения электротехнического оборудования показывает, что степень износа основных фондов, например в Федеральной сетевой компании (ФСК), в среднем составляет 48,5%. Наибольший износ имеет оборудование подстанций, на которых отработали свой нормативный срок 27% силовых выключателей напряжением 330-750 кВ.

В тоже время перед человечеством в мире все более остро стоит проблема эффективного пользования природных ресурсов. И все это происходит на фоне усиливающейся конкуренции и поглощением всех производителей на постсоветском пространстве в рыночные отношения.

Все это подталкивает современные энергосистемы максимально использовать коммутационную технику на местах.

В то же время диагностика текущей работоспособности коммутационного аппарата, на сегодняшний день сводится к периодической проверке свойств изоляции, переходного сопротивления силовой цепи, смазки всех трущихся узлов, замер хода подвижных частей и правильности функционирования, при этом сроки проведения проверок регламентирует производитель без учета особенности эксплуатации оборудования.

Если обратиться к реальным случаям эксплуатации оборудования, то можно отметить, что иногда реальный срок эксплуатации может измеряться десятком или единицами циклов "включение-отключение" (ВО), например, при работе выключателя в режиме короткого замыкания на дугowych печах, при регламентируемых нескольких десятках. Уровень отключаемого тока каждый раз будет разный, а значит и условия отключения, а, следовательно и износ для всех частей аппарата разные. При этом, технику не возможно после каждого цикла ВО подвергать диагностике из-за сложности технологического процесса и его дороговизны.

В конструкциях советских разработок эти вопросы решались достаточно просто. Так как все оборудование, которое находилось в эксплуатации, имело воздушную или масляную среду гашения дуги, то к каждому узлу имелся простой способ доступа. Другими словами можно было без ущерба для дальней-

шего использования этой техники разобрать ее и реально оценить состояние конкретной части аппарата: контактной системы, приводного механизма и других узлов аппарата в отдельно взятых условиях работы.

С внедрением новой техники (вакуумной и элегазовой), обслуживающий персонал, с большим опытом эксплуатации старого оборудования, может столкнуться с проблемой доступа к контактам (ВДК и элегазовые камеры /далее ЭГК/) или не возможностью разбора конструкции привода и т.д. (в случаях, когда техника не обслуживаемая).

На основании этого новым направлением в развитии системы технического обслуживания и ремонта является разработка подходов, основанных на индивидуальном наблюдении за реальными изменениями технического состояния оборудования в процессе эксплуатации.

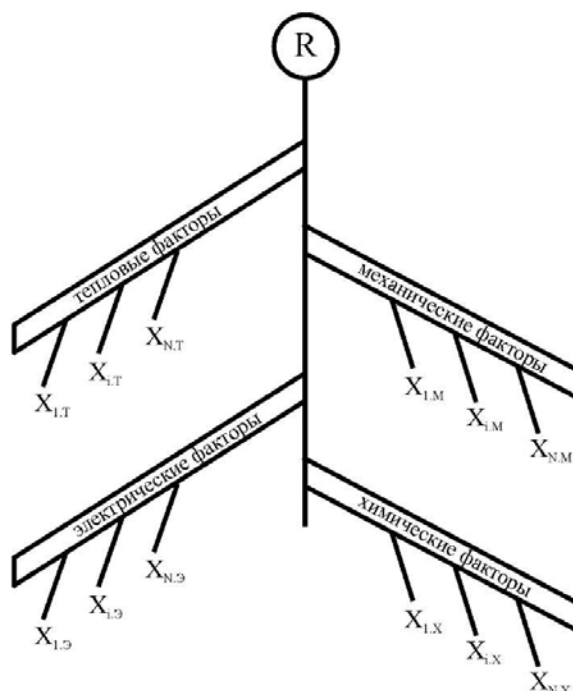


Рис. 1

В большинстве случаев измерение физических характеристик и величин не дают комплексной, качественной и количественной оценки технического со-

стояния электрооборудования или отдельной его сборочной единицы (рис. 1), а фиксируют лишь отдельные дефекты или их признаки. При этом, как правило, по результатам диагностирования сложно определить конкретную причину дефекта. Поэтому видится важной задачей создание комплексного метода определения технического состояния, способного объединить разностороннюю диагностическую информацию, и на этой базе дать количественную оценку технического состояния электрооборудования.

Действительно, при нахождении коммутационного аппарата во включенном состоянии, когда он находится под напряжением, процесс отработки ресурса происходит менее интенсивно, чем при выполнении операции отключения тока нагрузки или тока короткого замыкания. Во время выполнения операции отключения нагрузки (размыкания цепи) переходное сопротивление контактов высоковольтного коммутационного аппарата постепенно увеличивается, начинает гореть дуга, которая приводит к сильному нагреву контактной системы и дугогасительной камеры. Процесс сопровождается эрозией контактных поверхностей, выбросу расплавленного металла с поверхности контактов, а также разрушением материала изоляции ВДК или ЭГК тепловыми потоками. Кроме того, в процессе выполнения коммутационной операции происходит износ привода выключателя. Отметим, что погодные условия эксплуатации выключателей в северных районах являются наиболее тяжелыми, поэтому в статическом состоянии выключатели подвергаются большему износу, чем в центральных районах. Однако даже там техническое состояние выключателей присоединений хуже, чем состояние ШСВ и ОВ в связи с тем, что количество коммутаций, совершенное ими за межремонтный период, отличается более чем в 2 раза. Необходимо отметить, что количество коммутаций токов в функции величины отключаемого тока является основным фактором отработки ресурса выключателя, что подтверждает необходимость применения в качестве единиц измерения наработки количество коммутаций для конкретных условий применения ( $I_n$  - номинального тока,  $I_{o.n}$  - номинального тока отключения,  $U_n$  - номинального напряжения).

Контроль работоспособности аппарата, по материалам работы, может производиться путем постоянного контроля состояния контактной системы. Это можно реализовать двумя способами.

Способ 1. Так как величина переходного сопротивления определяет температуру в контактном узле (1), то необходимо установить термодатчик на оболочку ВДК или ГНДК и в соответствии с предельными температурными значениями производить вывод аппарата из эксплуатации.

$$T_M = T_{OKP} + \frac{\rho I^2}{K_T p S} + \frac{R_{\mu} I^2}{2\sqrt{\lambda} K_T p S} + \frac{R_{\mu} I^2}{8\lambda p}. \quad (1)$$

Подобный вариант уже применяется на некоторых аппаратах. В частности его можно встретить на платах микросхем, которые необходимо защищать от перегрева.

Такой способ очень прост и отражает реальность условий места эксплуатации. В финансовом плане он не требует существенных вложений, но необходимо устанавливать конкретные границы для каждого типа коммутационного аппарата каждого производителя.

Способ 2. Вместо термодатчика установить вольтметр, который так же в реальном времени отражать пригодность к коммутации аппарата.

Способ 3. Способом пересчета срока службы аппарата во временных единицах, основанный на пересчете величины тока коммутации и режима оперирования в безразмерные условные единицы с последующим расчетом необходимых значений. Теоретические расчеты показателей надежности в зависимости от наработки приведены на рис. 2.

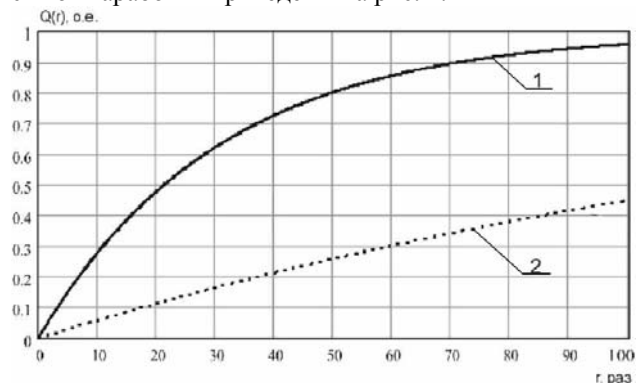


Рис. 2

Этот способ можно реализовать на базе современных микропроцессорных устройств постоянный пересчет вероятного срока эксплуатации после совершения каждой операции без вывода оборудования из строя.

Он позволит облегчить процесс эксплуатации оборудования и снизить риски в энергосети.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Электрические и электронные аппараты. Под ред. Ю.К. Розанова, М: Информэлектро, 2001. – 420 с.
- [2] Таев И.С. "Электрические контакты и дугогасительные устройства аппаратов низкого напряжения". М. "Энергия", 1973.
- [3] "Электрическая эрозия силовых контактов и электродов". Буткевич Г.В., Белкин Г.С., Ведешенков Н.А., Жаворонков М.А. – М. "Энергия" 1978. – 256 с., ил.

Поступила 07.09.2006