

*Бахышев И.М.*

**ДИАГНОСТИКА И МОНИТОРИНГ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ  
НА ПОДСТАНЦИЯХ 110кВ И ВЫШЕ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ  
КЫРГЫЗСТАНА**

*I.M. Bakhyshev*

**DIAGNOSTICS AND MONITORING OF THE ELECTRICAL EQUIPMENT  
OF 110 KV IN ELECTRICAL NETS OF KYRGYZSTAN**

УДК: 621.311

*Статья посвящена проблеме повышения надёжности электрических сетей Кыргызстана путём возможности продления срока службы электрооборудования. Рассматривается настоящее состояние электрооборудования 110 кВ и выше Кыргызстана. В статье представлены основные принципы диагностики и отслеживания состояния электрооборудования.*

*The article considers the problem of the improvement of reliability of Kyrgyzstan's electrical nets by means of the extension of the life time of the electrical equipment. The present condition of Kyrgyzstan's electrical equipment of 110 kV is argued. There are the basic principles of diagnostics and monitoring of the condition of the electrical equipment in the article.*

Техническая диагностика – это установление и изучение признаков, характеризующих наличие дефектов в машинах, устройствах, их узлах и элементах для предсказания возможных отклонений в режимах их работы (или состояния), разработка методов и средств обнаружения и локализации дефектов в технических системах.

Состояние силового высоковольтного электрооборудования 110-500кВ в электрических сетях Кыргызстана характеризуется в основном длительным сроком эксплуатации, который значительно превышает нормированные величины.

Основные фонды, отработавшие нормативный срок, составляют по ОАО «НЭС Кыргызстана»:

- воздушные линии электропередачи - 18,0%;
- подстанции 110-500кВ, эксплуатируемые 25 лет и более - 40,5%;
- высоковольтные выключатели - 37,8%;
- ячейки КРУН 6-10кВ - 58,0%;
- отделители и короткозамыкатели - 58,8%;
- аккумуляторные батареи - 70,0%.

Степень физического износа высоковольтных линий:

- ВЛ-500кВ – 48,83%;
- ВЛ-220кВ – 17,12%;
- ВЛ-110кВ – 41,48%.

Степень физического износа оборудования подстанций 110-500кВ:

- ПС 500кВ – 29,88%;
- ПС 220кВ – 31,33%;
- ПС 110кВ – 42,51%.

Вышеприведённые сведения показывают высокую степень физического износа электрооборудования. Но как показывает практика, это предположение не является безусловным. Нормативные сроки эксплуатации силового электрооборудования, гарантированные производителями, значительно отличаются от фактических сроков службы в меньшую сторону. Кроме того, реальные сроки безопасной эксплуатации электрооборудования во многом зависят от качества используемых элементов конструкций, соблюдения технологий производства монтажных работ и в не последнюю очередь – условий его эксплуатации.

Эксплуатация сверх нормативного срока возможна при наличии положительной информации о действительном техническом состоянии силового электрооборудования. Отсутствие подробной и, что не менее важно, объективной информации о техническом состоянии позволяет реализовать эксплуатацию электрооборудования только по наработке на отказ, либо на плановое техническое обслуживание в соответствии с нормативами планово-предупредительных ремонтов (ППР).

Однако практика показывает, что такая эксплуатация силового электрооборудования ведет к большим производственным потерям и к необоснованному растрачиванию средств на его техническое обслуживание и ремонт. Отсюда следует вывод, что планы планово-предупредительного ремонта высоковольтного электрооборудования, продление сроков эксплуатации необходимо реализовывать в соответствии с действительным техническим состоянием электрооборудования.

Для электроэнергетики использование систем мониторинга и диагностики является актуальным, т.к. примерно 50% высоковольтного электрооборудования, как было показано выше, выработало свой ресурс и продление его срока службы без внедрения современных средств контроля практически невозможно.

Поэтому мировой тенденцией в последние десятилетия является отнюдь не замена отработавшего свой нормативный срок электрооборудования, а продление сроков его эксплуатации. В конечном итоге за «дополнительно

отработанное оборудование» время можно аккумулировать средства на его безболезненную модернизацию и замену.

Диагностические испытания высоковольтного электрооборудования, как правило, выполняются методами, не травмирующими изоляцию. Они позволяют определять не только техническое состояние объекта, но и локализовать имеющиеся проблемные места. Проведение комплексных диагностических испытаний различными методами неразрушающего контроля позволяет оценить степень старения изоляции и остаточный ресурс электрооборудования.

Техническое состояние высоковольтного электрооборудования можно определить следующими способами:

- Испытание повышенным напряжением в соответствии с действующими нормативами;
- Единовременное испытание диагностическими методами (диагностика).

Однако, в первом случае мы не получаем достоверной информации о реальном техническом состоянии электрооборудования, так как в процессе проведения испытаний повышенным напряжением в изоляции высоковольтного электрооборудования могут возникнуть дефекты, которые не будут выявлены этими самыми испытаниями. Они с достаточно высокой степенью вероятности разовьются уже в процессе эксплуатации в межремонтный период.

Второй же способ позволяет получить полную картину фактического технического состояния, так как не травмирует изоляцию и в большинстве случаев проводится на оборудовании, находящемся в штатном режиме работы. Кроме того, он позволяет контролировать изменения диагностических параметров во времени.

Контроль над изменениями технического состояния высоковольтного электрооборудования во времени обеспечивается следующими методами:

- Периодическое испытание диагностическими методами с целью определения динамики процессов старения или развития дефектов (так называемый «тренд»);
- Непрерывный контроль технического состояния, позволяющий контролировать процессы в изоляции в каждый момент времени (мониторинг).

Эффективность диагностики технического состояния высоковольтного электрооборудования определяется эффективностью работы с информацией, подразумевающей оперативность, достоверность, всесторонность и адекватную степень обработки информации.

Работу с информацией в организации эксплуатации высоковольтного электрооборудования можно разложить на этапы:

1. Создание баз данных, необходимость в которых вызвана ростом объемов технологической информации (в том числе и оперативной), возрастом требований к продолжительности и степени обработки информации.

2. Создание программ, автоматизирующих рабочее место. Программы необходимы для того, чтобы в сжатые сроки проанализировать большой объем информации и просмотреть несколько вариантов решения задачи;

3. Использование систем искусственного интеллекта для решения тактических задач. Необходимость применения таких систем на производстве обусловлена отсутствием квалифицированных экспертов на конкретном предприятии, особенно когда требуются специалисты в смежных областях (например, химии и специалисты по эксплуатации изоляции), а также страховкой лица, принимающего решения при высоких рисках.

Назначение системы искусственного интеллекта – это оперативное управление эксплуатацией высоковольтного электрооборудования, определение тактики эксплуатации. При этом решаются следующие задачи:

- Прогнозирование хода событий на основании модели прошлого и настоящего (например, прогнозирование процесса старения изоляции);
- Определение вида и места неисправности (по результатам наблюдений за контролируемым объектом);
- Планирование действий, которые следует выполнять для достижения поставленных целей (например, составление плана устранения обнаруженных дефектов, изменения режимов работы);
- Мониторинг, т.е. сравнение результатов наблюдений за объектом с контрольными показателями (например, мониторинг технического состояния высоковольтного электрооборудования, выполнения плана эксплуатационных мероприятий).

4. И, наконец, использование систем искусственного интеллекта для решения стратегических задач. Для поддержки принятия решений на всех уровнях эксплуатации высоковольтного электрооборудования желателен разносторонний, эффективный, полный анализ поступающей разнородной информации.

Основанием для продления срока эксплуатации является исправное техническое состояние высоковольтного электрооборудования и достаточный ресурс его безаварийной работы. Исправное техническое состояние должно, как правило, определяться неразрушающими методами контроля.

По результатам проведенных работ по определению возможности безопасной дальней-

шей эксплуатации высоковольтного электрооборудования принимается одно из решений:

- Продолжение эксплуатации при установленных параметрах (эксплуатация при номинальном рабочем напряжении, нагрузке);
- Продолжение эксплуатации с ограничением параметров (снижении рабочего напряжения, нагрузки);
- Ремонт;
- Вывод из эксплуатации.

Переход на систему обслуживания, контроля технического состояния и ремонт высоковольтного электрооборудования по техническому состоянию позволит получить экономический эффект за счет:

- Повышения надежности электроснабжения за счет снижения количества аварийных ситуаций;
- Повышения качества электромонтажных работ, при условии проведения диагностики на высоковольтном электрооборудовании после ремонта и вновь вводимого в эксплуатацию;
- Исключения затрат на проведение необоснованных ремонтов и модернизаций;
- Устранения неисправностей на ранних стадиях их возникновения;
- Рационального и обоснованного планирования сроков ремонта, объемов ремонтного вмешательства и финансовых затрат в связи с заранее известным объемом (составом) работ;
- За счет качества и своевременности принятых управленческих решений, на основании полученной достоверной информации о техническом состоянии высоковольтного электрооборудования.

Таким образом, диагностика технического состояния силового электрооборудования позволяет своевременно предупредить возникновение аварийных ситуаций, значительно снизить затраты на ремонты, оценить действительное состояние электрооборудования и оценить запас его работоспособности.

#### **Выводы**

- Планы планово-предупредительного ремонта высоковольтного электрооборудования, продление сроков эксплуатации необходимо

реализовывать в соответствии с его действительным техническим состоянием.

- Мировой тенденцией в последние десятилетия является отнюдь не замена отработавшего свой нормативный срок электрооборудования, а продление сроков его эксплуатации с тем, чтобы в конечном итоге за «дополнительно отработанное оборудованием» время аккумулировать средства на его безболезненную модернизацию и замену.
- Эффективность диагностики технического состояния высоковольтного электрооборудования определяется эффективностью работы с информацией, подразумевающей оперативность, достоверность, всесторонность и адекватную степень обработки информации.
- Основанием для продления срока эксплуатации является исправное техническое состояние высоковольтного электрооборудования и достаточный ресурс его безаварийной работы. Исправное техническое состояние должно, как правило, определяться неразрушающими методами контроля.

#### **Литература:**

5. Современный словарь иностранных слов. – М.: Русский язык, 1992
6. Советский энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1990
7. Техническая диагностика. Термины и определения. ГОСТ 20911-89. Издательство стандартов, 1990
8. *В.А.Савельев, А.И.Таджибаев, А.Н.Назарычев*, Техническое диагностирование в терминологическом пространстве надёжности. IV-th International Scientific Symposium ELEKTROENERGETIKA 2007, 19-21.9.2007, Stara Lesna, Slovak Republik
9. *Руденко Ю.Н.* Задачи и методы исследования и обеспечения надёжности систем энергетики. В кн.: Методические вопросы исследования надёжности больших систем энергетики.- Вып.39. Научные и практические проблемы надёжности систем энергетики. Иван. Энерг. ит-т. – Иваново,1992. –С. 6-46.
10. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). 6-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1985.

**Рецензент: к.тех.н., доцент Симаков Ю.П.**