

ДОНЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

Гуляева Ирина Борисовна

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ
ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Специальность: Электротехнические комплексы и системы,
включая их управление и регулирование
(05. 09. 03)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Донецк – 1996

АВ 35.282

Диссертация является рукописью

Диссертационная работа выполнена в Донецком Государственном
техническом университете

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Сивокобыленко Виталий Фёдорович

Официальные оппоненты: доктор технических наук
Мнухин Анатолий Григорьевич;
кандидат технических наук
Ткачук Николай Николаевич

Ведущее предприятие: институт " Укрэнергопроект ",
г. Донецк

Защита состоится 26 сентября 1996г. в 14ч 30мин на заседании
специализированного совета К.06.04.04 в Донецком Государственном
техническом университете по адресу:

г. Донецк, ул. Артёма 58, ауд. 1201.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Донецкого
Государственного технического университета.

Автореферат разослан 31 июля 1996г.

Учёный секретарь специализированного
совета, канд. техн. наук, доцент

А. М. Ларин А. М. Ларин



ЛНБ України ім.В.Стефаника



00752233 (M)

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

А к т у а л ь н о с т ь р а б о т ы .

Одним из ответственных элементов электротехнических комплексов энергосистем является изоляция электромашин и электроаппаратов.

Около 30% всех внезапных отказов в электротехнических комплексах, приводящих к большим потерям, происходят из-за поврежденных изоляционных конструкций.

Повышение надёжности выработки и распределения электроэнергии может быть обеспечено за счёт диагностирования состояния изоляции оборудования электротехнических комплексов и своевременного вывода его в ремонт.

В настоящее время применяются способы контроля и диагностирования изоляции электротехнических комплексов с использованием периодического измерения сопротивления изоляции, измерения адсорбции сопротивления, контроля $\text{tg}\delta$ и др. Однако применяемые способы не обеспечивают достаточной надёжности. В системе Донбасс-энерго только за последние 5 лет наблюдались более 10 случаев внезапных отказов в электротехнических комплексах, приведших к большим материальным потерям. Произошло также несколько взрывов высоковольтных трансформаторов напряжения и тока, в результате чего были обесточены целые районы и травмирован обслуживающий персонал.

Кроме того, на действующих электростанциях и подстанциях в настоящее время возникает дополнительные трудности в связи с тем, что некоторое оборудование электротехнических комплексов формально выработало ресурс изоляции (эксплуатируется 25 лет и более), а достаточно надёжных способов оценки состояния изоляционных конструкций такого оборудования - нет. В зарубежной энергетике также отсутствуют надёжные неразрушающие способы прогнозирования остаточного ресурса изоляции электрооборудования в процессе эксплуатации.

Изложенное подтверждает, что работа, направленная на создание нового способа контроля и прогнозирования ресурса изоляции электротехнических комплексов энергосистем - актуальна.

Ц е л ь р а б о т ы - разработка способа контроля состояния и диагностирования остаточного ресурса изоляции оборудования электротехнических систем и комплексов.

И д е я р а б о т ы состоит в измерении текущих значений

параметров частичных разрядов в изоляции в процессе эксплуатации и сопоставлении их с тестовыми параметрами образцов изоляции, подвергнутых ускоренному старению.

Для достижения цели поставлены следующие основные задачи исследований:

- разработать математическую модель процесса старения изоляции;
- обосновать рациональный принцип диагностирования изоляции оборудования электротехнических комплексов;
- разработать математический аппарат для обоснованного формирования критериев вывода из эксплуатации контролируемого оборудования.

Методы исследования. При разработке физической и математической моделей, необходимых для достижения поставленной в работе цели, использовалась методология исследований, состоящая в системном подходе к выбору принципа, структуры и оценке факторов, создающих помехи.

Для проведения испытаний образцов изоляции, на основании результатов которых определялся конечный показатель - остаточный ресурс, использовалась теория планирования экспериментов.

При обоснованном формировании критериев снятия контролируемого оборудования с эксплуатации использовались основные положения теории вероятностей.

Основные научные положения и результаты, выносимые на защиту, их новизна.

1. Обоснована рациональность проведения диагностики состояния изоляции электротехнических систем и комплексов на основе контроля параметров частичных разрядов и сопоставления их с тестовыми, полученными в процессе ускоренного старения образцов изоляции.
2. Экспериментальным путём выявлены информативные параметры частичных разрядов (кажущийся заряд $Q_{\text{чр}}$ и средний ток $I_{\text{ср}}$), необходимые для реализации предложенного способа диагностики и определения ресурса изоляции электротехнических систем и комплексов. Особенность способа состоит в неразрушающем определении напряжения пробоя контролируемых изоляционных конструкций по текущим значениям параметров частичных разрядов, измеренным в процессе эксплуатации.
3. Разработана математическая модель старения изоляции электротехнического оборудования, отличительная особенность которой заключается в возможности определения остаточного ресурса контролируе-

мой изоляционной конструкции до предпробойного состояния с учётом её фактического износа.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается корректным использованием современного математического аппарата, опробированием используемой программы ЭВМ на решении контрольных примеров, результатами экспериментальных исследований, получением конечных результатов с погрешностью, удовлетворяющей действующим ГОСТам.

Научное значение работы. Доказана рациональность моделирования процессов в изоляции посредством изменения параметров частичных разрядов при её ускоренном старении, с целью определения состояния и диагностики ресурса контролируемых изоляционных конструкций неразрушающим способом.

Практическая ценность работы. Результаты работы позволяют наиболее полно использовать ресурс изоляции электротехнических систем и комплексов и свести к минимуму аварийные состояния электрооборудования, обусловленные старением изоляции.

Разработан новый способ неразрушающего контроля состояния изоляции электрооборудования, приемлемый для реализации в промышленных условиях.

Реализация выводов и рекомендаций работы. Разработанный способ контроля изоляции электрооборудования принят для внедрения на Кураховской ГРЭС системы Донбассэнерго.

Апробация работы. Результаты исследований и разработок диссертации доложены, обсуждены и получили одобрение на научно-технической конференции ДонГТУ, в институте "Укр-энергопроект", в отделе электрооборудования МАКНИИ, в отделе изоляции УкрВНИИВЭ.

Публикации. По теме диссертации опубликованы четыре работы и получено положительное решение на выдачу патента Украины.

Структура и объём работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения, изложенных на 146 страницах машинописного текста, иллюстрированного 29 рисунками. Работа содержит 3 таблицы, список использованной литературы из 56 наименований и 4 приложения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, направленной на создание неразрушающего способа контроля изоляции и прогнозирования остаточного ресурса электрооборудования электротехнических комплексов.

Также сформулированы цель и задачи исследований и разработок. Приведена общая характеристика работы.

В первой главе выполнен сравнительный обзор известных способов контроля изоляции. Для обзора сформулированы требования, которым должен удовлетворять способ контроля изоляции оборудования электротехнических систем и комплексов.

Сделан обзор следующих способов:

- контроль изоляции повышенным напряжением;
- измерение сопротивления изоляции;
- измерение тангенса диэлектрических потерь;
- метод контроля изоляции по анализу газов, растворенных в трансформаторном масле;
- контроль изоляции по перегреву внутренних элементов контролируемого изделия;
- метод контроля изоляции по возникновению коронного разряда;
- метод контроля изоляции по параметрам частичных разрядов.

На основании выполненного обзора, для исследований и разработок принят метод контроля изоляции по параметрам частичных разрядов.

Во второй главе приведен анализ метода контроля изоляции по параметрам частичных разрядов.

Установлены условия возникновения и протекания частичных разрядов в изоляционных конструкциях при переменном напряжении промышленной частоты.

Приведены параметры, которыми могут быть охарактеризованы частичные разряды в изоляции. Проведено разграничение параметров на первичные, которые непосредственно могут быть измерены в контролируемой изоляции, и вторичные, которые могут быть получены путём соответствующей обработки первичных.

Показан механизм разрушения изоляции частичными разрядами.

Выполнен обзор отечественных и зарубежных работ по измерению частичных разрядов. Обобщен опыт контроля изоляции по параметрам частичных разрядов. На основании выполненного обзора, сделан вывод о том, что универсального способа контроля изоляции по па-

параметрам частичных разрядов не существует, и создать такой способ практически не возможно вследствие того, что характер и интенсивность частичных разрядов зависит от большого количества факторов:

- материалов изоляции;
- технологии изготовления изоляции;
- вида изоляционной конструкции;
- характера и величины рабочего напряжения и др.

На основании такого заключения, дальнейшие исследования были направлены на разработку способа, позволяющего индивидуально, для конкретных материалов и изоляционной конструкции, определять критерии оценки остаточного ресурса изоляции электрооборудования в процессе его эксплуатации.

В третьей главе сформулированы теоретические предпосылки способа контроля изоляции в процессе эксплуатации оборудования по параметрам частичных разрядов. Сущность разработанного способа заключается в том, что в качестве критерия остаточного ресурса изоляции принято напряжение пробоя контролируемой изоляционной конструкции. Напряжение пробоя в процессе эксплуатации оборудования определяется неразрушающим способом по параметрам частичных разрядов.

Для разработанного способа использована физическая модель изоляции, структурная схема которой представлена на рис. 1.

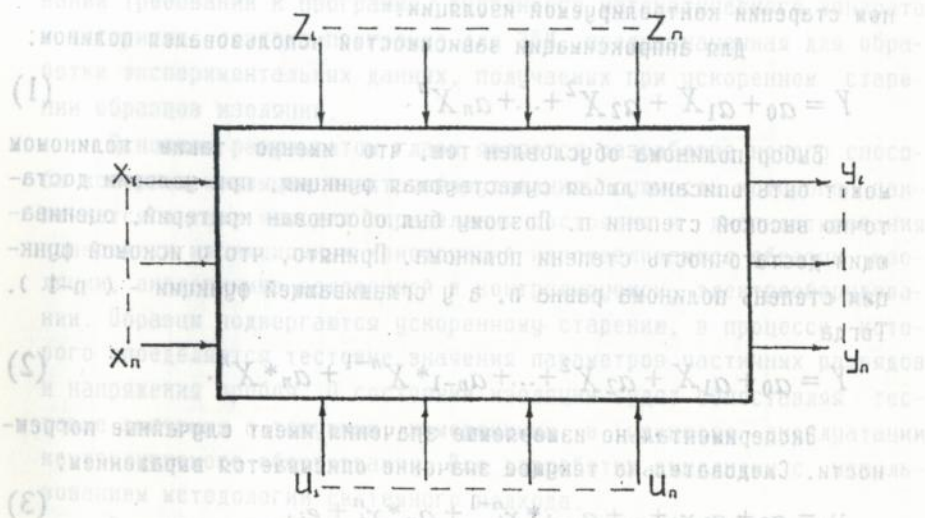


Рис.1. Структурная схема физической модели изоляции.

Группа $X = (x_1; x_2; \dots; x_n)$ – контролируемые параметры, оказывающие основное влияние на старение изоляции. Таковыми параметрами являются температура, напряжение, влажность, вибрация.

Группа $Y = (y_1; y_2; \dots; y_n)$ – параметры частичных разрядов в контролируемой изоляции.

Группа $Z = (z_1; z_2; \dots; z_n)$ – случайные параметры, значения которых можно предвидеть приблизительно и оценить их влияние на процесс старения изоляции. Например, коммутационные и грозовые перенапряжения, колебания температуры окружающей среды и др.

Группа $U = (u_1; u_2; \dots; u_n)$ – неконтролируемые случайные параметры, влияние которых не может быть определено даже с большим приближением. К таким факторам относятся нештатные случаи. Например, аварийные ситуации в системе, ошибочные действия обслуживающего персонала и др.

На базе физической модели, разработана математическая модель, необходимая для определения зависимостей $Q_{чр}(t)$, $I_{ср}(t)$ и $U_{пр}(t)$, где:

$Q_{чр}$ – кажущийся заряд частичных разрядов;

$I_{ср}$ – средний ток частичных разрядов;

$U_{пр}$ – напряжение пробоя контролируемой изоляционной конструкции;

t – время старения изоляции.

Для получения этих зависимостей, в математическую модель вводятся данные, получаемые экспериментальным путем при ускоренном старении контролируемой изоляции.

Для аппроксимации зависимостей использовался полином:

$$Y = a_0 + a_1 X + a_2 X^2 + \dots + a_n X^n. \quad (1)$$

Выбор полинома обусловлен тем, что именно таким полиномом может быть описана любая существующая функция, при условии достаточно высокой степени n . Поэтому был обоснован критерий, оценивающий достаточность степени полинома. Принято, что у искомой функции степень полинома равна n , а у сглаживающей функции – $(n-1)$. Тогда

$$Y = a_0 + a_1 X + a_2 X^2 + \dots + a_{n-1} * X^{n-1} + a_n * X^n. \quad (2)$$

Экспериментально измеряемые значения имеют случайные погрешности. Следовательно текущее значение описывается выражением:

$$y_i = a_0 + a_1 x_i + \dots + a_{n-1} * x_i^{n-1} + a_n * x_i^n + e_i, \quad (3)$$

где e_i – текущая случайная погрешность.

Если провести сглаживание полинома степени $n-1$, то текущая погрешность определяется выражением:

$$\hat{e}_i = a_n * x_i^n + e_i. \quad (4)$$

Для проверки достаточности степени полинома n , вводится эмпирический коэффициент корреляции r , который определяется выражением:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^L e_i * e_{i-1}}{\sum_{i=1}^L e_i^2} * \frac{L}{L-1}, \quad (5)$$

где L – количество измеренных значений.

Если коэффициент корреляции r равен нулю, то погрешности соседних точек кривой не коррелированы, и следовательно степень полинома n выбрана достаточной. В противном случае следует повышать степень сглаживающего полинома.

Для определения исконых функций, спроектирована система, структурная схема которой приведена на рис.2.

Для получения зависимостей параметров частичных разрядов и напряжения пробоя в функции времени старения необходимо обрабатывать экспериментальные данные по специальной программе. На основании требований к программе, выбранного математического аппарата и алгоритма, создана программа для ЭВМ, предназначенная для обработки экспериментальных данных, получаемых при ускоренном старении образцов изоляции.

Основным результатом главы является разработка нового способа контроля изоляции электрооборудования, сущность которого заключается в том, что для определения состояния и диагностирования конкретных изоляционных конструкций изготавливаются образцы изоляции, аналогичные заложенной в контролируемом электрооборудовании. Образцы подвергаются ускоренному старению, в процессе которого определяются тестовые значения параметров частичных разрядов и напряжения пробоя. О состоянии изоляции судят сопоставляя тестовые значения с текущими, измеренными в процессе эксплуатации контролируемого оборудования. Все разработки выполнены с использованием методологии системного подхода.

В четвёртой главе изложены результаты экспериментальных исследований.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ И НАПРЯЖЕНИЯ ПРОБОЯ В ФУНКЦИИ СТАРЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ

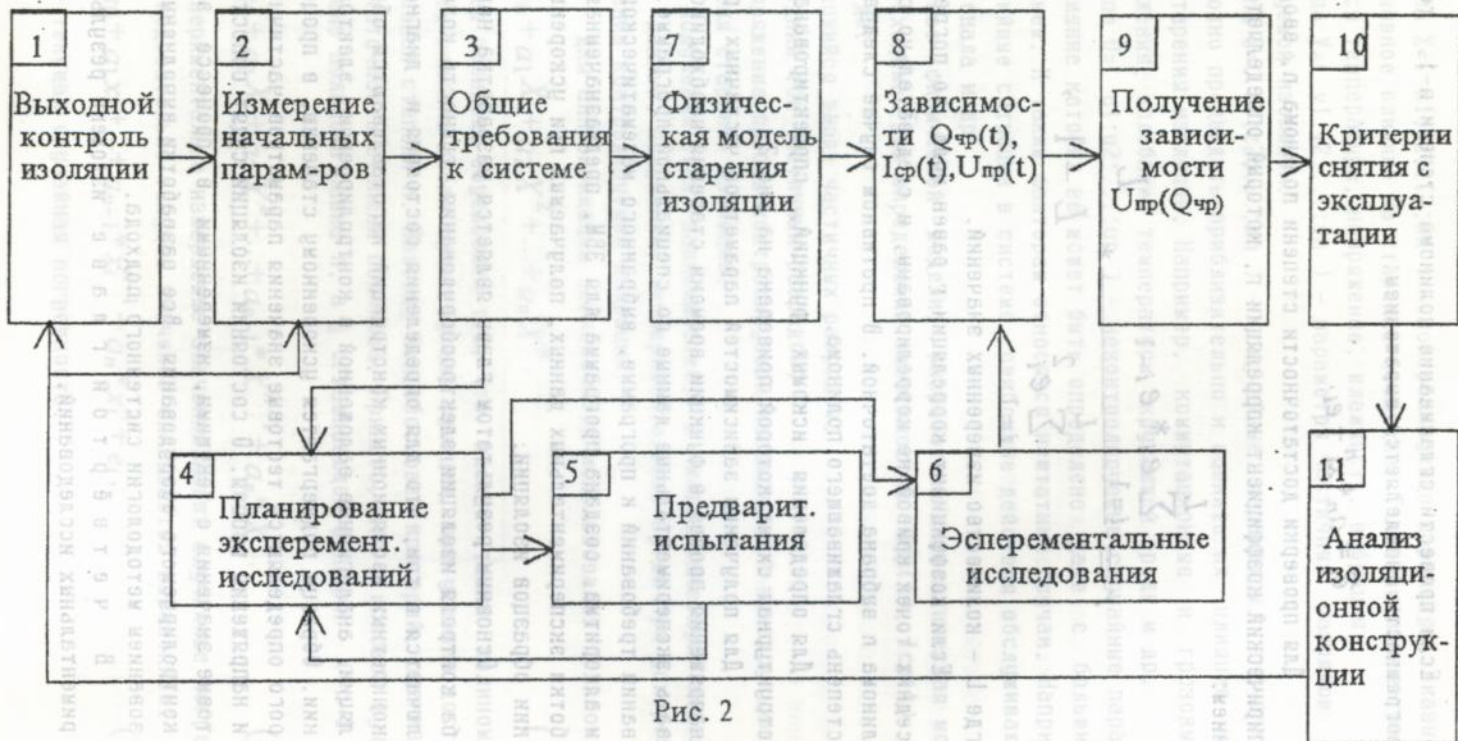


Рис. 2

Прежде всего были выбраны рациональные параметры экспериментальных образцов изоляции. Для этого были разработаны требования к образцам, а затем обобщён опыт передовых зарубежных стран в этой области. В экспериментальных образцах была использована изоляция "Монолит". Именно этот тип изоляции наиболее широко используется в оборудовании электротехнических комплексов как на Украине, так и за рубежом. Разработан план проведения экспериментальных исследований. Особенность плана — оптимальность по стратегии, насыщенность и композиционность.

Были проведены предварительные испытания, на основании которых установлено, что кажущийся заряд $Q_{\text{чр}}$ и средний ток $I_{\text{ср}}$ частичных разрядов несут достаточное количество информации и могут быть использованы для контроля изоляции.

Далее были разработаны требования и выбрана аппаратура для исследований. Разработаны методики измерения параметров частичных разрядов и напряжения пробоя. Важным этапом экспериментальных исследований являлся выбор режимов ускоренного старения образцов изоляции.

Основное условие, принятое при разработке методики ускоренного старения изоляции, заключалось в обеспечении идентичности физических процессов при ускоренном старении и при старении в нормальных условиях эксплуатации.

В качестве факторов, ускоряющих старение изоляции, приняты температура и напряжение. В качестве фактора окружающей среды принято увлажнение.

Температура ускоренного старения не должна превышать 500 часовый температурный индекс. С учётом этого была принята температура старения 200°C , продолжительность времени старения 600 часов. Тогда, для четырёх циклов — продолжительность цикла составляет 150 часов, для пяти циклов старения — 120 часов. После каждого цикла теплового старения, образцы подвергались увлажнению, а затем воздействию переменного напряжения 18кВ при температуре 200°C в течении 40 минут. После каждого цикла ускоренного старения, измерялись параметры частичных разрядов образцов изоляции, а напряжение пробоя определялось для той части образцов, которые снимались с дальнейших испытаний.

Все измеренные экспериментально данные были обработаны по специально разработанной программе, а затем построены графики зависимостей $Q_{\text{чр}}(t)$ и $U_{\text{пр}}(t)$. Типичные графики, полученные после обработки результатов экспериментов представлены на рис.3.

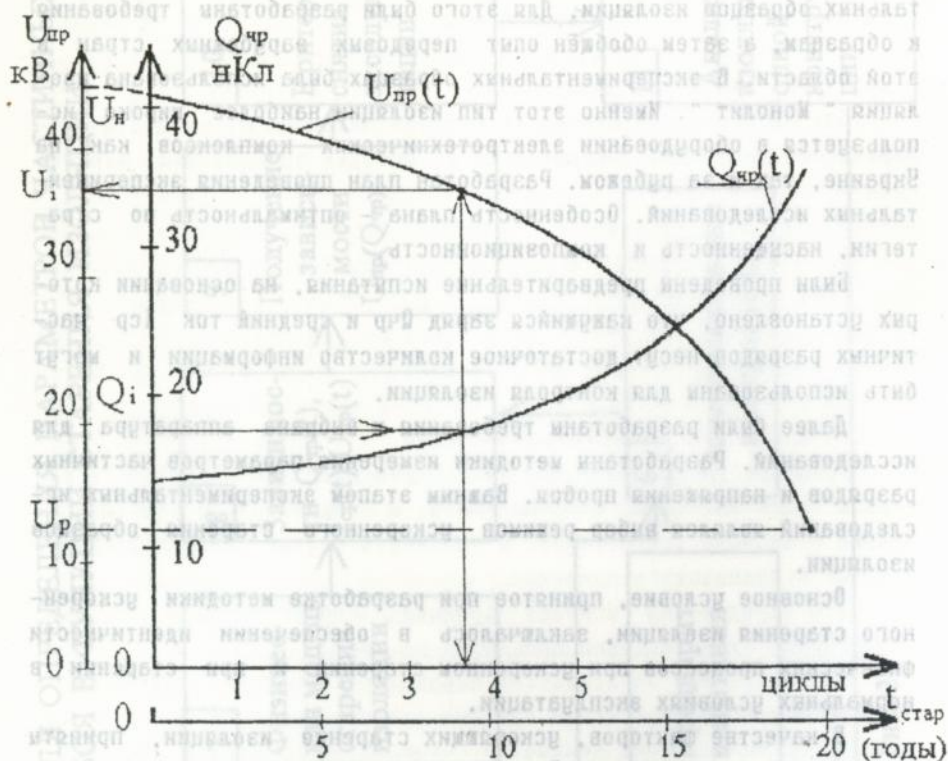


Рис. 3. Результаты экспериментальных исследований.

Результаты экспериментальных исследований подтвердили возможность контроля и диагностирования изоляции при использовании разработанных математической модели старения изоляции и способа контроля изоляции электрооборудования.

Пятая глава посвящена созданию принципов мониторинга диагностирования изоляции электротехнических комплексов энергосистем. Разработана структура мониторинга, которая приведена на рис. 4.

Основные принципы мониторинга включают:

- сбор данных об объектах контроля, формирование и контроль маршрутов;
- систематизация данных;
- хранение данных;
- обработка данных;
- выдача результатов.

Объекты мониторинга

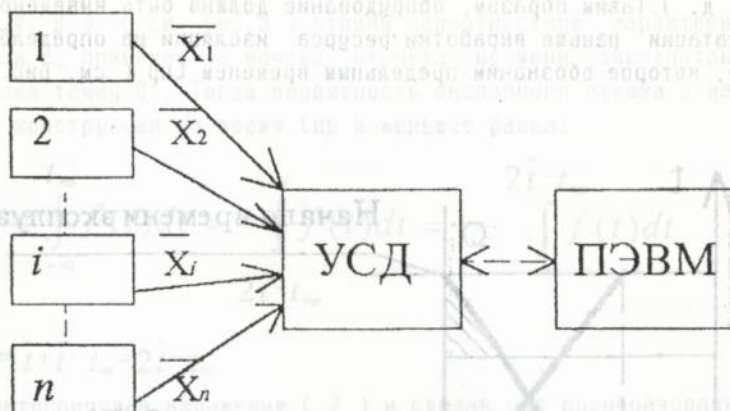


Рис.4.Обобщённая структура мониторинга, где
 $i = 1, 2, \dots, n$ - номер объекта мониторинга;
 \bar{x}_i - вектор параметра i -го объекта;
 УСД - устройство сбора данных;
 ПЭВМ - персональная ЭВМ.

Одним из важнейших вопросов при мониторинге электротехнических комплексов является обоснованное формирование критериев снятия контролируемого оборудования с эксплуатации.

Остаточный ресурс изоляции по времени t_p и крутизна параметров частичных разрядов B , связаны убывающей зависимостью:

$$t_p = \Phi(B), \quad (6)$$

которая приведена на рис.5, причём полученное соотношение характеризует связь средних значений крутизны \bar{B} и ресурса \bar{t}_p , то есть для каждого значения крутизны определена некоторая область среднего значения ресурса изоляции.

Этот разброс связан с погрешностями измерений, действием помех и другими случайными факторами, имеющими место в ходе измерения контролируемых параметров. Учитывая, что эти факторы многочисленны и влияние каждого из них незначительно, для определения вероятностных характеристик оборудования электротехнических комплексов в отечественной и зарубежной энергетике принят нормальный закон распределения (см. рис.5).

Эксплуатировать оборудование до полной выработки ресурса изоляции недопустимо в связи с тем, что для его замены необходимо определённое время (например, приобретение оборудования, доставка к месту монтажа, подготовка к замене, непосредственно замена и

т. д.). Таким образом, оборудование должно быть выведено из эксплуатации раньше выработки ресурса изоляции на определенное время, которое обозначим предельным временем $t_{пр}$ (см. рис.5).

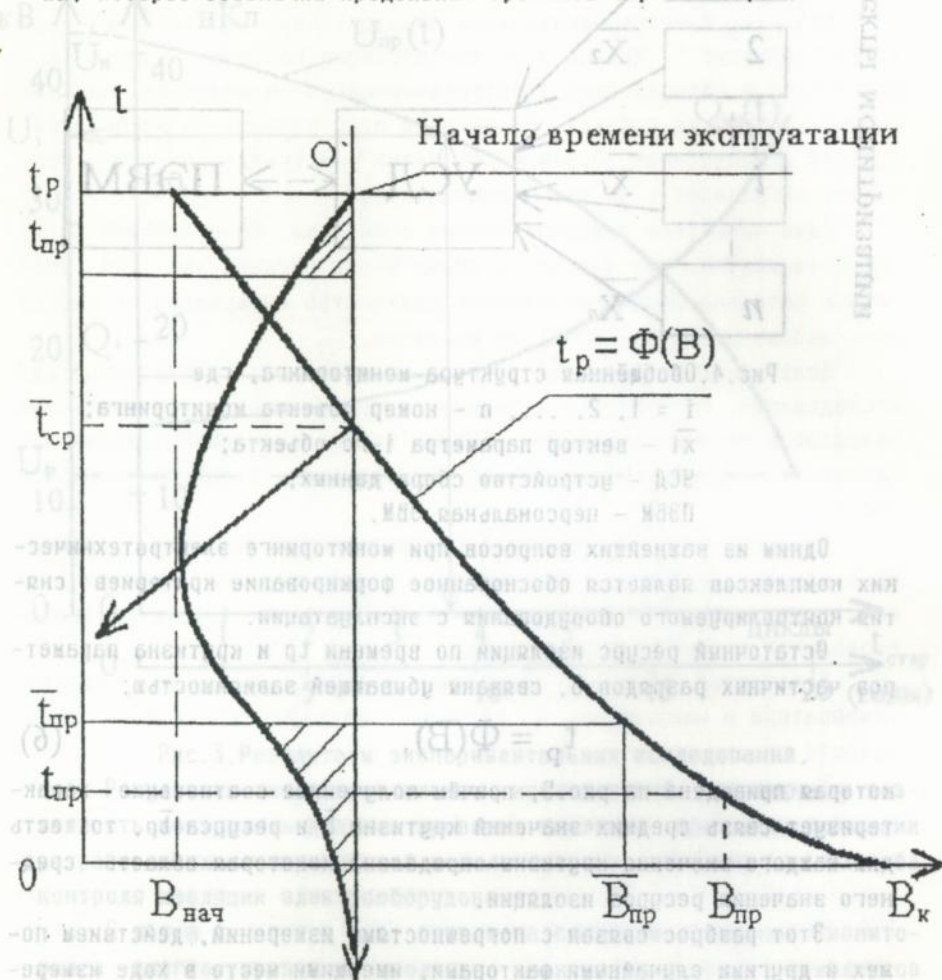


Рис.5. Зависимость ресурса изоляции в функции крутизны характеристики параметра частичных разрядов.

Время $t_{пр}$ должно определяться для каждой единицы контролируемой изоляционной конструкции заранее таким образом, чтобы к моменту отключения контролируемого оборудования, вероятность внезапного отказа была не ниже заданного значения (например 0.95).

Для обоснованного определения времени $t_{пр}$ на графике зависи-

мости $t = \Phi(V)$ (см. рис.5) строим вероятностную характеристику по оси z , принимая за начало отсчёта времени эксплуатации оборудования точку $0'$. Тогда вероятность внезапного отказа в изоляционной конструкции за время t_{np} и меньше равна:

$$P_{np} = \int_{-\infty}^{t_{np}} f(t) dt = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) dt - \int_{t_{np}}^{\infty} f(t) dt = 1 - \int_{t_{np}}^{\infty} f(t) dt \quad ; (7)$$

где $t_{np} = \bar{t} + \bar{t} - t_{np} = 2\bar{t} - t_{np}$.

Проинтегрировав выражение (7) и сделав ряд преобразований, получим:

$$P_{np} = e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\bar{t} - t_{np}}{\sigma} \right)^2} * \frac{\sigma_t}{t - t_{np}} * \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \quad . \quad (8)$$

После введения переменной

$x = \frac{\bar{t} - t_{np}}{\sigma_t}$, получаем выражение:

$$\sqrt{2\pi} P_{np} * x = e^{-\frac{x^2}{2}} \quad . \quad (9)$$

Полученное трансцендентное уравнение целесообразно решить графическим способом, выразив двумя функциями следующее:

$$F_1 = \sqrt{2\pi} P_{np} * x; \quad F_2 = e^{-\frac{x^2}{2}} \quad . \quad (10)$$

Путём построения графиков этих функций в одной системе координат, находится точка их пересечения. Найденное значение $x = x_{np}$ позволяет определить среднее значение остаточного ресурса, соответствующего заданной вероятности внезапного отказа изоляционной конструкции:

$$X = \frac{t - \bar{t}}{\sigma}; \quad \text{тогда} \quad X_{np} = \frac{t_{np} - \bar{t}_{np}}{\sigma_t}; \quad \text{откуда}$$

$$\bar{t}_{np} = t_{np} - \sigma_t * x. \quad (11)$$

По полученному значению t_{np} и в полученной зависимости $t = \Phi(B)$, определяется значение крутизны изменения параметра частичных разрядов, при которой возможен отказ с вероятностью P_{np} .

Потери от недоиспользования ресурса изоляции C определяются выражением:

$$C = C_0 * \Delta t', \quad (12)$$

где C_0 — потери от недоиспользования ресурса изоляции за единицу времени. Значение C_0 определяется путём деления стоимости контролируемого оборудования на средний ресурс изоляции;

$\Delta t'$ — средняя величина недоиспользованного ресурса.

При условии $t_{np} \ll t$, что всегда имеет место для изоляции типа "Монолит", после решений, аналогичных (7) и (8), и преобразований (8), получаем следующее выражение для $\Delta t'$:

$$\Delta \bar{t}' = \left\{ -\frac{\sigma_t}{2\pi} * \left[1 - e^{-\frac{(t_{np} - \bar{t})^2}{2\sigma_t^2}} * \left(1 - \frac{\bar{t}}{t_{np} - \bar{t}} \right) \right] \right\} \quad (13)$$

При анализе потерь от недоиспользования ресурса изоляции отдельных единиц оборудования с использованием выражения (12), производится численное решение выражения (13).

Для анализа потерь от недоиспользования ресурса изоляции электротехнического комплекса, включающего большое количество оборудования, целесообразно строить графики зависимостей $\Delta t'$ для однотипных изделий, что значительно уменьшит трудоёмкость экономических расчётов.

В диссертации дано новое решение актуальной научной задачи, заключающейся в определении ресурса изоляции оборудования электротехнических систем и комплексов посредством сопоставления параметров частичных разрядов с тестовыми, определёнными в процессе ускоренного старения образцов изоляции. Это позволяет своевременно выводить из эксплуатации оборудование с предпробойным состоянием изоляционных конструкций и тем самым повышать надёжность выработки и распределения электроэнергии.

Основные выводы по работе:

1. На основании анализа передовых работ по изоляции, обоснованно выбрано направление исследований и разработок совершенствования контроля изоляции по параметрам частичных разрядов. Разработан новый способ контроля изоляции и диагностирования её остаточного ресурса. Сущность этого способа сводится к контролю и диагностированию изоляции по текущим параметрам частичных разрядов, измеряемых в процессе эксплуатации контролируемого оборудования с конкретными материалами, технологией изготовления и конструктивными особенностями. Остаточный ресурс определяется по значению пробивного напряжения Упр изоляции неразрушающим методом. Предложено Упр находить экспериментально, путём испытаний серии образцов изоляции с параметрами, идентичными реальному оборудованию.
2. Разработана математическая модель старения изоляции, позволяющая учитывать фактический износ контролируемых изоляционных конструкций. В отличие от известных моделей, представлен математический аппарат, позволяющий, на основании ввода измеряемых в процессе эксплуатации контролируемого электрооборудования параметров частичных разрядов, определять состояние и остаточный ресурс изоляции.
3. Разработаны требования к аппаратуре для проведения экспериментальных исследований и выбрана аппаратура им соответствующая. Составлены методики измерений параметров частичных разрядов и напряжения пробоя образцов изоляции. Разработаны конструкция и рациональные параметры экспериментальных образцов изоляции. Экспериментальные исследования проводились на изоляции "Монолит", которая наиболее широко применяется в оборудовании электротехнических комплексов энергосистем. В качестве факторов старения приняты тепловое, электрическое старение и увлажнение изоляции. Сформулированы условия, обеспечивающие аналогию физических про-

цессов при ускоренном старении изоляции и старении в условиях эксплуатации электрооборудования. Выбраны режимы ускоренного старения образцов изоляции, особенность которых является минимально возможное время старения и ограничение значений факторов, ускоряющих старение, а также проверка режимов экспериментальным способом. Основная особенность экспериментов — поэтапность проведения и корректировка методик после проведения испытаний каждой партии образцов. Результаты экспериментальных исследований подтвердили теоретические предпосылки о характере изменений параметров ЧР и пробивного напряжения и наличии корреляционной зависимости между этими параметрами в процессе старения изоляции.

4. Разработаны требования и алгоритмы программы ЭВМ для определения зависимостей параметров частичных разрядов и пробивного напряжения в процессе старения изоляции. Обоснованно выбран математический аппарат для разработанной программы.

5. Сформулированы основные принципы мониторинга диагностирования оборудования электротехнических комплексов энергосистем.

6. Разработан математический аппарат для обоснованного формирования критериев снятия контролируемого электрооборудования с эксплуатации, благодаря чему повышается надёжность функционирования электротехнических комплексов.

7. Разработанный способ контроля внедрён на Кураховской ГРЭС системы Донбассэнерго.

Основные научные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Гуляева И. Б. Экспериментальные исследования изоляции методом измерения частичных разрядов. — Донецк, 1996. — Юбилейный сборник статей Дон. гос. техн. ун — та.

2. Гуляева И. Б. Способ контроля изоляции по параметрам частичных разрядов. Дон. гос. техн. ун — т. — Донецк, 1995. — 10с. — Деп. N 515 — Чк 95.

3. Гуляева И. Б. Математическая модель старения изоляции. МЧП " Лик ". — Донецк, 1996. — 10с.

4. Гуляева И. Б. Критический обзор способов контроля изоляции. Дон. гос. техн. ун — т. — Донецк, 1993. — 11с. — Деп. N 815 — Чк 94.

5. Гуляева И. Б. Способ контроля изоляции электрооборудования. Патент Украины (положительное решение о выдаче патента Украины от 15.02.1996г. по заявке N 96010205).

АНОТАЦІЯ

Гуляєва І. Б. Розробка способу діагностування ізоляції електротехнічних комплексів.

Робота є рукописом на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.09.03 "Електротехнічні комплекси і системи, включаючи їх управління та регулювання".

Донецький держ. техн. університет, Донецьк, 1996.

У дисертації розроблена математична модель старіння ізоляції. Створений новий спосіб контролю ізоляції електроустаткування. З використанням математичної моделі і нового способу, розроблені принципи моніторингу діагностування ізоляції устаткування електротехнічних комплексів. Розроблен математичний апарат для обґрунтованого формування критеріїв вчасного виводу устаткування, що контролюється, з експлуатації з метою підвищення надійності електротехнічних комплексів.

ANNOTATION

I. B. Gulyaeva. The development of the diagnosing method for the electrical complexes isolation.

The present study is a manuscript the author of which is aspiring to be made Candidate of Engineering Sciences (speciality number 05.09.03, " Electrotechnical complexes and systems including their control and regulation ". Donetsk State Technical University, Donetsk, 1996).

The mathematical model of isolation aging has been developed in the thesis. The new method of electrical equipment isolation control has been devised. The principles of isolation diagnostics monitoring for the electrical complexes equipment has been worked out using the mathematical model and the new method. The mathematical structures for the justified formation of the criteria for the timely removal of the control equipment from operation have been developed to increase the electrical complexes reliability.

Ключові слова:

ізоляція, часткові розряди, модель, спосіб контролю, моніторинг комплексів, критерії, надійність

Гуляєва

436198

AB 35.282