

системах малые изменения производят малые эффекты. В нелинейных системах малые изменения могут вызвать драматический эффект, если они многократно усиливаются через обратную связь. Такие нелинейные процессы с обратной связью лежат в основе неустойчивости и внезапного появления новых форм порядка, столь характерных для самоорганизации.

Математическая петля обратной связи соответствует особому типу нелинейного процесса, известному как итерация; в этом процессе функция многократно применяется к себе самой. Например, если функция состоит в умножении переменной на 3, т.е. $f(x) = 3x$, то итерация заключается в многократном умножении. Это записывается так:

$$\begin{aligned} x &\rightarrow 3x; \\ 3x &\rightarrow 9x; \\ 9x &\rightarrow 27x; \\ &\text{и т. д.,} \end{aligned} \quad (1)$$

каждый из этих шагов называется отображением. Если мы представим себе переменную x в виде числовой оси, то операция $x \rightarrow 3x$ отображает каждое число на другое число на этой же оси. В более общем случае отображение, состоящее в умножении x на постоянное число k , записывается в виде:

$$x \rightarrow kx; \quad (2)$$

Часто встречаемой в нелинейных системах итерацией, очень простой и в то же время производящей огромную сложность, является отображение:

$$x \rightarrow kx(1-x), \quad (3)$$

где переменная x ограничена значениями от 0 до 1. Это отображение, известное математикам как логистическое, имеет много важных приложений. Его, например, используют экологи для описания роста населения при противоположных тенденциях и поэтому оно известно как уравнение роста.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Капра Ф. Паутина жизни. / С.: изд-во «Гелиос». 2002. 335 с.

ЦЕНОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ТРАНСФОРМАТОРА НА ОСНОВЕ ЧИСЕЛ ФИБОНАЧЧИ

Южанников А.Ю., Чупак Т.М., Сизганова Е.Ю.
Сибирский федеральный университет
Красноярск, Россия

В настоящее время не только России, но и за рубежом более 50 % установленных силовых маслонаполненных трансформаторов выработали свой нормативный срок, но, несмотря на это, полная их замена в ближайшее время маловероятна. К тому же опыт эксплуатации показывает, что при соблюдении нормативных нагрузочных

режимов, своевременном и качественном проведении ремонтов срок службы трансформаторов может быть увеличен. Для этого необходимо проводить диагностику не по регламенту, а действительно техническому состоянию оборудования. Переход от планово-предупредительных ремонтов к обслуживанию по действительному состоянию предопределяет дальнейшее развитие нетрадиционной диагностики (в процессе эксплуатации).

Комплексная диагностика силовых маслонаполненных трансформаторов начинается с хроматографического анализа растворенных в масле газов (ХАРГ), так как он проводится наиболее регулярно и позволяет чутко следить за процессами, происходящими в трансформаторе. По составу растворенных в масле газов можно определить характер и вид развивающегося дефекта. Основные существующие методики основаны на расчёте отклонений от нормированных параметров, скорости изменения газа и выдачи рекомендации по дальнейшей эксплуатации.

Трансформатор – это динамическая система, которой присуща зависимость поведения в будущем от поведения в прошлом. Кафедра «Электроснабжение и электрический транспорт» политехнического института Сибирского федерального университета г. Красноярск проводит исследования по определению технического состояния силового маслонаполненного оборудования на основе техноценнологического подхода. Эта методика позволяет определять не только аномальные по содержанию газа трансформаторы, а также нормировать и прогнозировать на следующий временной интервал концентрацию газа для конкретного трансформатора.

На начальном этапе создаётся база данных, которая содержит статистическую информацию по силовым маслонаполненным трансформаторам. Затем проводится верификация данных с целью выявления нулевых, одинаковых значений, которых не должно быть с точки зрения физического смысла; восстанавливаются потерянные данные. Затем данные ранжируются по убыванию.

Ранговый анализ, как основной инструмент техноценнологического метода исследования больших технических систем определенного класса, базируется на трех основаниях:

1. технократическом подходе к окружающей реальности, восходящем к третьей научной картине мира Б.И. Кудрина;
2. началах термодинамики;
3. негауссовой математической статистике устойчивых безгранично делимых распределений.

Выборка проверяется на соответствие гиперболоическим H -распределениям, то есть анализируется совместное выполнения двух критериев: выборка является взаимосвязанной (по критериям корреляционного анализа) и выборка является

негауссовой, т.е. с ростом объема выборки среднее и стандарт изменяются значимо (по критериям максимума правдоподобия и Хинчина - Гнеденко).

В качестве стандартной задаем гиперболическое аналитическое выражение вида

$$y = f(x) = \frac{A_1}{r^\beta}, \quad (1)$$

где β – характеристический ранговый показатель, определяющий степень крутизны кривой; A_1 – константа распределения, в качестве которой используется содержание газа трансформатора с рангом 1, r – ранг объекта.

Выбор именно такой формы математической модели ранговых распределений объясняется удобством и приемлемой погрешностью. Данное выражение обладает неоспоримым достоинством, так как фиксация значения A_1 сводит задачу аппроксимации к определению любым известным методом только параметра β .

Анализ показателей и характер изменения рангового распределения β является критерием устойчивости техноценоза.

Тренд временного ряда рангового коэффициента отражает тенденцию изменения концентрации газов. Кроме того, изменение $\beta(t)$ характеризует структурные внутренние изменения в ценозе, а пределы β отражают устойчивость структуры в целом. Многолетний опыт исследо-

вания ценозов показывает, что наилучшим является такое состояние техноценоза, при котором в аппроксимационном выражении рангового параметрического распределения (1) параметр β находится в пределах $0 \leq \beta \leq 1,5$. Закон оптимального построения техноценоза предполагает, что оптимальное состояние достигается при значении β , близком к единице.

Предложенная Б. И. Кудриным модель Н-распределения для математического описания техноценозов предполагает существование идеального распределения элементов ценоза. Идеальное распределение ценоза как системы, выполняющей свое функциональное назначение, подчиняется «Золотому сечению», а понятие «Золотое сечение» неразрывно связано с числами Фибоначчи.

Для описания ценозов с использованием чисел Фибоначчи можно применять одну из формул

$$y = f(x) = \Phi e^{-0,4812 \cdot r}, \quad (2)$$

где $\Phi = 1,618$ – золотая пропорция, r – ранг объекта.

Исследования техноценозов с применением «золотой пропорции» показывают, что для более точного их описания необходимо учитывать поправки для рангового показателя в зависимости от принадлежности объекта к той или иной касте (ноевой, пойнтер или саранчовой). Это позволяет регулировать степень крутизны аппроксимационной кривой.

Следующим этапом является прогнозирование концентрации газа и интервальное оцени-

вание. Прогнозирование позволяет предположить о виде не только развивающегося, но и зарождающегося дефекта в трансформаторе.

Построение доверительных интервалов и анализ аномальных объектов, не попадающих в них, выявляет трансформаторы, которые необходимо поставить под учащенный контроль с целью выявления дефекта.

Если точка находится выше границы доверительного интервала, то этот объект содержит повышенную концентрацию газа и требует более тщательного обследования.

Эколого-гигиенические проблемы регионов России и стран СНГ

ВЛИЯНИЕ ВОДОРОДНЫХ СВЯЗЕЙ В ПРОЦЕССЕ СИНТЕЗА СОРБЕНТОВ

Боковикова Т. Н., Марченко Л. А., Шабанов А. С.
*Кубанский государственный технологический университет
Краснодар, Россия*

Разработка новых модифицированных сорбентов на основе гидроксидов металлов, изучение свойств и характеристик этих материалов позволяет внести существенный вклад в решение сложной задачи, рассматривающей поиск новых материалов в области сорбции.

При получении систем СОГ (совместно осажденных гидроксидов) непрерывным способом, концентрацию солей металлов подобрали

таким образом, чтобы их соотношение составило, соответственно, 80:20 %, 50:50% и 20:80%. Преимущество непрерывного способа осаждения заключается в том, что при сливании исходных растворов одновременно и по каплям поддерживается постоянство рН раствора, не создаются условия для местных пересыщений, что позволяет получать осадки вполне определенного состава, не содержащие примесей основных солей.

Введение в состав продукта большего количества ионов Al^{3+} приводит к более сильному смещению полосы валентного колебания гидроксила на ИК-спектрах, что говорит об образовании более сильных водородных связей. Энергия водородной связи была оценена по формуле Со-