

УДК 629.735

С.В. ГУБИН, М.Н. НАКАЗНЕНКО*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина***ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО НАКОПИТЕЛЯ ЭНЕРГИИ
В СОСТАВЕ СИСТЕМ ГАРАНТИРОВАННОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ
МЕТОДАМИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ**

Приведен аналитический обзор методов диагностирования электрохимических накопителей, и диагностических математических моделей. Рассмотрены и проанализированы методы повышения надежности работы системы гарантированного энергоснабжения, особенности интеллектуального диагностирования элементов системы гарантированного энергоснабжения. Описаны основные этапы интеллектуального диагностирования. Выделены преимущества применения нейросетевых методов моделирования и прогнозирования в диагностике. Введены основные показатели качества интеллектуального диагностирования с использованием нейросетевых моделей прогнозирования работы ЭХН.

система гарантированного питания, диагностирование, контроль, нейросетевое моделирование, надежность, источник бесперебойного питания, электрохимический накопитель

Введение

Практика показывает, что одной из самых ответственных и уязвимых частей системы гарантированного энергоснабжения является, электрохимический накопитель. Поэтому немаловажным в работе системы, является качественный контроль и диагностирование ЭХН. Это позволит определить текущее состояние накопителя и предотвратить его преждевременный отказ. В системах гарантированного энергоснабжения целесообразно использовать системы функционального диагностирования и контроля, которые позволяют оценивать техническое состояние аккумуляторной батареи, не отрывая ее от работы.

Развитие функционального диагностирования и контроля ЭХН имеет несколько путей – контроль и диагностирование ЭХН по входным и выходным характеристикам накопителя и используя методы бесконтактного диагностирования.

К первому подходу можно отнести следующие методы контроля и диагностирования ЭХН [4]:

- учет полученного и отданного батареей количества электричества предполагает использование так называемых счётчиков ампер-часов;
- потенциометрический метод контроля заряда;
- потенциостатический метод ограничения заряда;
- барометрический метод ограничения заряда;

– гальваностатический метод ограничения заряда;

Можно отметить, что более эффективным является поэлементное диагностирование и регулирование. Это следует из того, что ЭХН, входящие в состав батареи изнашиваются неоднозначно, что приводит к «выпадению» из функционирования отдельных составляющих, а соответственно понижает ресурс всей батареи в целом.

Одним из путей развития функционального диагностирования ЭХН является построение систем диагностирования на основе микропроцессоров или ЭВМ. С использованием различных математических моделей ЭХН, как объектов диагностирования, и алгоритмов проведения диагностики.

Выше рассмотренные методы диагностирования и контроля не позволяют «изнутри» оценить состояние батареи. Поэтому следует отметить еще одно направление развития систем диагностирования – бесконтактное диагностирование (ультразвуковые и радиационные методы).

Ультразвуковые методы основаны на способности ультразвуковых колебаний распространяться в материале ОД в виде направленных пучков и отражаться как от границ раздела сред: от противоположной поверхности ОД, от внутренних дефектов — трещин, раковин, расслоений и т. п. Метод обеспечивает кон-

троль ОД, изготовленных из любых материалов, обнаруживает поверхностные и внутренние дефекты деталей, дефекты пайки, склеивания. При этом могут быть не только выявлены дефекты, но и определены их размеры и координаты положения. Учитывая актуальность проблемы диагностирования можно поставить задачу неразрушающего анализа внутреннего состояния электрохимической системы и определения текущей емкости аккумулятора в составе СГЭС.

1. Постановка проблемы

Надежность систем гарантированного энергоснабжения напрямую зависит от надежности и качества работы ее составляющих. Для преждевременного определения слабого звена в работе СГЭ необходимо проводить контроль и диагностирование всех ее элементов. Учитывая то что ЭХН являются резервным источником тока то его работа может быть определяющей в аварийных условиях питания потребителя.

Контроль и функциональное диагностирование ЭХН позволит своевременно (до выхода из строя) определить отработавший свой ресурс накопитель и, соответственно, улучшить качество электроснабжения и надежность все системы

Для контроля и диагностики ЭХН широко используются их математические модели. Диагностические модели в отличии от обычных математических моделей, которые отражают номинальный режим функционирования ЭХН, описывает существенные свойства аварийных режимов, вызванных различными отказами элементов СГЭ (сеть электроснабжения общего назначения, ДГУ и т.п.).

Можно выделить несколько типов диагностических моделей [5, 6] :1) аналитический модели; 2) экспериментально-аналитические модели; 3) регрессионные модели (уравнение регрессии 1-го или 2-го порядка); 4) корреляционные модели для идентификации объекта; 5) нейросетевая модель позволяющая синтезировать в себе четыре предыдущих модели.

Особого внимания требует нейросетевая модель, которая позволяет не только точнее, нежели остальные модели, отображать функционирование ЭХН,

но и проводить адаптацию модели к разным условиям функционирования. Еще к одному преимуществу моделей такого типа можно отнести их способность проводить качественный прогноз работы ЭХН.

2. Решение проблемы

Основным способом защиты критичной нагрузки от возможных неполадок в электросети является установка источника бесперебойного питания (ИБП). Широкое распространение получила централизованная и распределенная схемы электропитания с использованием одномодульного ИБП. Однако для проведения профилактических, регламентных и др. работ ИБП переводится в режим Вурасс, и нагрузка остается незащищенной на некоторое время. Для определенных типов нагрузок при непрерывном производственном цикле данный риск неприемлем. Одним из решением проблем надежности гарантированного питания может быть использование резервирование ИБП.

Надежность энергосистем, можно повысить не только схемотехническими решениями, но и своевременным определением самых «слабых» частей системы. Таким образом, важную роль в надежном функционировании энергосистемы и ее составляющих, играет качественный функциональный контроль и диагностика. Ввиду особенностей работы энергосистем можно выделить следующие требования: контроль и диагностика не должны нарушать работы самой системы и в тоже время и должны обеспечить необходимый уровень надежности. Таким образом, сталкиваемся с несколькими проблемами – отсутствие достаточного количества информации об объекте диагностирования (ЭХН), необходимость прогнозирования его состояний, отсутствие возможностей тестирования системы и ее составляющей, определение неявных зависимостей надежности объекта от его характеристик, и др. Вышеупомянутые проблемы возможно решают методами интеллектуальной диагностики.

Интеллектуальная диагностика представляет собой совокупность средств, позволяющих строить надежные и адекватные модели диагностируемых

сложных технических объектов и процессов по экспериментальным данным, обладающие при этом низкой избыточностью, высокой эффективностью и способностью адаптироваться к изменениям во внешней и внутренней средах диагностируемого объекта (процесса), что достигается обучением (переобучением).

Инструментальным базисом для осуществления интеллектуальной диагностики является теория распознавания образов и методы нейроинформатики.

Решение задач диагностики всегда связано с прогнозированием надежности на ближайший период эксплуатации (до следующего технического осмотра).

Можно выделить несколько этапов интеллектуального диагностирования [2,3] (рис.1).

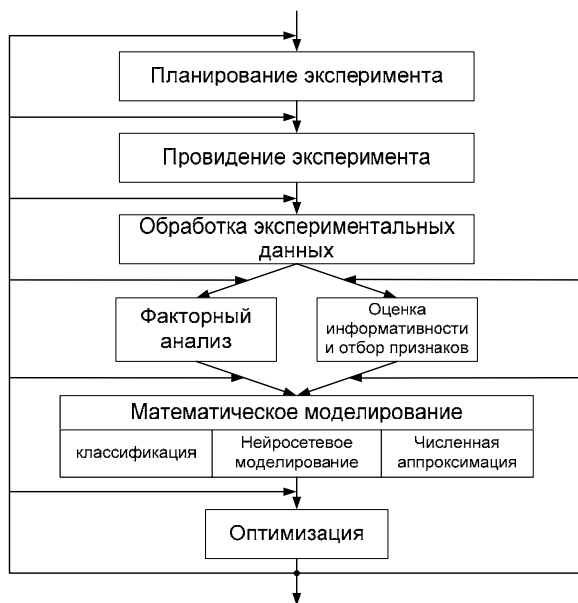


Рис. 1. Схема интеллектуального диагностирования

Этап планирования эксперимента ставит своей задачей получение модели эксперимента (испытаний), позволяющей при минимальном количестве испытаний изделий на надежность, долговечность и т.п. получить экспериментальные данные, характеризующие свойства объекта, на основе которых можно построить его математическую модель, удовлетворяющую определенным требованиям, главнейшим из которых является адекватность модели. После построения плана эксперимента логичным является осуществление этапа проведения эксперимента.

Сбор экспериментальных данных об объекте диагностирования должен оканчиваться обработкой

экспериментальных данных – факторный анализ, оценка информативности и отбор признаков, статистическая обработка. Эти этапы позволяют упростить в будущем математическую модель ЭХН.

После обработки и анализа экспериментальных данных следует приступать к математическому моделированию накопителя, которое может заключаться в моделировании качественной либо количественной (численной) связи между определенными параметрами ЭХН и условий его работы, для чего необходима локализация познавательной процедуры, т.е. задание (или нахождение) той области во времени и в физическом пространстве или в структуре объекта, к которой должен быть отнесен результат процедуры. Получив модель объекта познания, эту модель, как правило необходимо оптимизировать с целью того, чтобы она как можно ближе характеризовала объект познания. После построения и оптимизации математической модели объекта познания необходимо оценить ее достоверность – адекватность объекту познания при определенных допущениях.

В условиях функционального диагностирования процесс сбора информации дополняет концептуальную модель экспериментальными данными полученным в процессе работы объекта.

В связи с возрастающей ролью автоматических и автоматизированных систем диагностирования возрастает значение предвидения состояния ЭХН. Без прогнозирования нельзя управлять состоянием ЭХН и ИБП, нельзя своевременно предупреждать аварийные ситуации.

Процесс прогнозирования преследует различные цели. Он позволяет определить:

- 1) протекание процесса на протяжении будущего отрезка времени в конкретной размерности (используются методы аналитического прогнозирования);
- 2) ожидаемую вероятность того, что исследуемый процесс не выйдет за установленные допусковые границы (используются методы вероятностного прогнозирования);
- 3) определить к какому классу по долговечности следует отнести исследуемый процесс (используется теория распознавания образов).

Особенностью нейросетовых методов является то, что они позволяют решать все три задачи прогнозирования, используя один математический аппарат.

Заключение

Для того, что бы иметь возможность количественно оценить качество прогнозирования, с использованием той или иной нейронной сети необходимо ввести показатели качества прогнозирования. К числу наиболее важных показателей качества прогнозирования относятся [1, 2]:

1. Точность прогнозирования K_T , которая характеризуется степенью соответствия величины, полученной в результате прогноза, и величины действительной. Она измеряется величиной ошибки $\Delta\varphi$, равной разности между прогнозируемой величиной $\varphi_{пр}$, полученной в результате прогноза, и действительной, истинной величиной φ :

$$\Delta\varphi = \varphi_{пр} - \varphi.$$

2. Достоверность прогнозирования K_D , которая совпадает с понятием достоверности оценки, полученной в результате прогнозирования. Точность и достоверность - взаимосвязанные понятия

3. Быстродействие прогнозирования, измеряемое затратами времени на процесс прогнозирования K_B . Разновидностью этого показателя является отношение времени прогнозирования к времени, на которое распространяется прогнозирование.

4. Стоимость прогнозирования K_C , измеряемая затратами материальных средств на операцию прогнозирования, т.е. на создание специальной аппаратуры и на эксплуатацию этой аппаратуры.

5. Информационный показатель качества прогнозирования, который указывает, насколько увеличилась информация об исследуемом объекте в результате прогнозирования: $K_u = \sum_{i=1}^n (H_{0i} - H_i) / \sum_{i=1}^n H_{0i}$, где H_{0i} и H_i - начальная и конечная энтропии по i -му параметру соответственно.

Энтропия характеризует меру неопределенности состояния объекта: $H(x) = -\sum_{i=1}^n p_i \log p_i$, где p_i - ве-

роятность возможного i -го состояния объекта, n - число всех возможных состояний.

6. Показатель полноты прогнозирования K_n , который представляет собой отношение числа параметров, охваченных контролем, к общему числу параметров, определяющих работоспособность изделия: $K_n = n / N$.

7. Показатель эффективности прогнозирования $K_э$, который показывает, насколько улучшились эксплуатационные характеристики исследуемого изделия в результате прогноза, и является обобщенным показателем качества прогноза.

Литература

1. Биргер. И. А. Техническая диагностика – М.: Машиностроение, 1978. – 240 с.
2. Интеллектуальные средства диагностики и прогнозирования надежности авиадвигателей: Монография / В.И. Дубровин, С.А. Субботин, А.В. Богуслаев, В.К. Яценко – Запорожье: ОАО «МоторСич», 2003. – 279 с.
3. Адаменко В.А., Дубровин В.И., Субботин С.А. Нейросетевая диагностика деталей энергетических установок, работающих при циклических нагрузках // Новые технологии, методы обработки и упрочнения деталей энергетических установок: Тез. докл. / Под ред. В.К. Яценко – Запорожье: ЗГТУ, 2000. – С. 4-6.
4. Романов В.В., Хашев Ю.М. Химические источники тока. – М.: Сов. радио, 1978. – 264 с.
5. Планирование эксперимента в задачах нелинейного оценивания и распознавания образов / Г.К. Круг, В.А. Кабанов, Г.А. Фомин, Е.С. Фомина. – М.: Наука, 1981. – 172 с.
6. Гуляев В.А., Кудряшов В.К. Автоматизация наладки и диагностирования микро УВК. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 256 с.
7. Прогнозирование с помощью искусственных нейронных сетей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://paukoff.fromru.com/neuro/wneuro>.

Поступила в редакцию 28.05.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.Ю. Соколов, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.