величину электромагнитных потерь в трансформаторной стали // ФММ. 1978. Т. 45. № 45. № 4. С. 723-728.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭКСПЕРТНОГО АНАЛИЗА ВО ВНУТРИТРУБНОЙ МАГНИТНОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

Федулов С. В., Повагин В. А.

Магистральные трубопроводы являются самыми капиталоемкими сооружениями нефтегазового комплекса, и продление их функционирования обеспечивает огромный выигрыш для экономики страны. Поэтому поддержание трубопроводной системы в рабочем состоянии и, следовательно, предупреждение катастроф является важнейшей технической и экономической задачей, и большую роль в ее решении играют внутритрубные методы дефектоскопии.

Неотъемлемой частью внутритрубной магнитной дефектоскопии магистральных газопроводов является анализ результатов инспекции и экспертное заключение о состоянии обследованного газопровода. Характерной особенностью анализа является значительный объем обрабатываемой информации и комплексная, трудоемкая технология обработки. В среднем объем данных, подлежащих обработке, в год превышает 10 терабайт, а процесс обработки включает в себя свыше пятидесяти технологических этапов. По этой причине наиболее приоритетной становится задача автоматизации экспертного анализа данных. Для ее решения была разработана многофункциональная корпоративная информационная система, насчитывающая несколько десятков тесно интегрированных программных продуктов.

Ключевым и наиболее наукоемким компонентом этой системы является модуль автоматизации экспертных функций, реализующий функции искусственного интеллекта для решения задачи распознавания образов. Он отвечает за описание газопровода в виде математической модели по результатам магнитометрического обследования в рамках решения классической обратной задачи. В экспертной системе в автоматическом режиме реализованы такие функции как поиск дефектов на стенках газопровода по данным его магнитограммы (трещины, вмятины, коррозии, технологические дефекты и пр.), их анализ, классификация, а также оценка их опасности и выработка рекомендации для эксплуатационных служб относительно их устранения и режима дальнейшей эксплуатации газопровода. В связи с тяжестью последствий, возникающих при погрешностях в реконструкции, требования к достоверности распознавания образов крайне жестки и являются определяющим фактором в оценке пригодности экспертной системы к эксплуатации. В настоящее время система может классифицировать несколько десятков типов объектов и до 50 типов шумов различной природы, в т.ч. взаимно наложенных. При этом достоверность распознавания составляет до 99% в зависимости от качества исходного сигнала и типа распознаваемого объекта.

Обратная задача магнитной дефектоскопии нетривиальна. Ее решение сопряжено с целым рядом серьезных проблем научного, экономического и технического характера. При этом только с точки зрения математики ее сложность значительно превышает сложность задачи, к примеру, автоматического распознавания текста.

В реализации экспертной системы принципиально новыми являются методика реконструкции объектов, а также технология интеграции ее в ту информационную систему, в рамках которой она существует. Математический аппарат, составляющий фундамент алгоритмического обеспечения системы, включает в себя элементы статистического, частотного и частотно-временного анализа, нейросетевые технологии, численные методы, теорию обратных и экстремальных задач и некоторые другие направления прикладной математики и информатики. В силу магнитной природы сигнала разработанные методики машинного зрения во многом обусловлены физикой магнитных явлений.

Разработанная информационная система в целом и экспертная система в частности по тем или иным причинам не имеют аналогов в мире. В условиях разветвленных газотранспортных систем России, ближнего и дальнего зарубежья, где программный комплекс находит широкое применение, услуги по поддержанию их в рабочем состоянии как никогда востребованы и таковыми останутся в обозримом будущем. А автоматизация контроля состояния газотранспортной системы как стратегически важного компонента энергетической отрасли, имеющего государственное значение, позволяет в десятки раз ускорить его и, соответственно, увеличить объем предоставляемых услуг. На сегодняшний день 95% инспекции магистральных газопроводов России проводится с помощью данной экспертной системы, что в условиях рыночной экономики и жесткой конкуренции является значимым показателем.

Технические науки

ЭВОЛЮЦИЯ ЛЕЗВЕННЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Бареян А.Г.

Изучение истории применения лезвенных орудий труда, оружия, режущих инструментов и режущих аппаратов, раскрытие и изучение "секретов" конструирования и технологии производства древних режущих предметов и приспособлений не потеряло интереса и в наши дни и помогает понять целенаправленность тех или иных конструктивных и технологических мероприятий по совершенствованию оружия или орудия.

Исследования закономерностей в развитии основных орудий каменного века, позволили выявить