война , холодная война , l_8= демократическая Россия , l_9 = СНГ , l_{10} = локальные войны , l_{11} = союзное государство (Россия – Беларусь , таможенный союз в СНГ и т.д.), f (x) = x, (x ∈ L) – функция истории России. В G выделяется 4 квази-цикла (квази - периода),определяемых предикатом P (x , y): “ x – наследница y “, определяющим пары: (Московская Русь , Киевская Русь), …., (Союзное государство, СНГ). Считая, что Россия находится в начале восходящей волны четвёртого квази-цикла , рассмотрим x & y , x ∨ y , где x – прирост ВВП (валовый внутренний продукт), y – снижение загрязнения окружающей среды, L = {нет, слабый, сильный}. Строка обобщённой таблицы истинности для x = слабый, y = нет даёт пессимистический анализ состояния России в 2003 году с помощью функций x & y = нет , x∨ y = слабый Строка для x = сильный , y = слабый с помощью функций x ∧ y = слабый, x ∨ y = сильный даёт более оптимистический прогноз состояния России в 2004 году. Аналогично рассматриваются и международные отношения [2], для которых L = {l_0, ... , l_3 }, где l_0 = нейтральные, l_1 = умеренно – дружественные, l_2 = дружественные, l_3 = партнёрские отношения. Если x, y обозначают соответственно Россию и США, то строка таблицы x = нейтральные, y = нейтральные для функций x & y = нейтральные , x ∨ y = нейтральные описывает отношения России и США в первые годы после распада СССР и окончания холодной войны. Строки таблицы для x = умеренно – дружеские, y = дружеские с x & y = умеренно – дружеские, x ∨ y = дружеские или для x = дружеские, y = умеренно – дружеские с x & y = умеренно – дружеские , x ∨ y = дружеские задают колебания этих отношений , вызванные , например, бомбардировкой Сербии, но с сохранением общей тенденции в виде неизменности функций x & y, x ∨ y. Строка x = партнёрские, y = партнёрские с x & y = партнёрские, x ∨ y = партнёрские задают верхний уровень этих отношений .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарушкин В.Т. Вероятностные методы оценки состояня Россиии..// Обозр. прикл. и пром. мат . Т 8, N 1. С. 340 – 341, М : “ТВП”, 2001.

2. Тарушкин В.Т. Вероятностные методы оценки состояния международных отношений России.// Обозр. прикл. и пром. мат.Т. 8, N 2. С. 696, М.: “ТВП”, 2001.

ДИНАМИКА ДВИЖЕНИЯ ДОМЕННЫХ ГРАНИЦ В ФЕРРОМАГНЕТИКЕ

Тимофеев И.А.
ЧГПУ,
Чебоксары

Систематические исследования показывают, что свойства магнитномягких материалов являются чрезвычайно структурно-чувствительными. Эти свойства значительно изменяются при небольших изменениях кристаллической структуры магнитных материалов. Дислокации, вакансии и их группировки возникают в процессе кристаллизации и механической обработки, при больших скоростях нагрева и охлаждения, а также при ядерном облучении магнитных материалов.

Дислокации не оказывают существенного влияния на магнитную индукцию насыщения, но значительно влияют на начальную и максимальную магнитную проницаемость, коэрцитивную силу. Магнитная индукция насыщения - это основной магнитный параметр материала, который целиком и полностью зависит от химического состава материала и не зависит от технологических режимов обработки. Если начальная магнитная проницаемость не имеет большого значения для практического применения в технике, то максимальная магнитная проницаемость и коэрцитивная сила имеют определяющее значение.

На рисунке в логарифмических координатах представлены результаты измерения максимальной магнитной проницаемости в зависимости от плотности дислокаций для различных магнитных материалов. Из рисунка видно, что с увеличением плотности дислокаций с $4\cdot10^{10}$ до $7\cdot10^{13}$ $м^{-2}$ максимальная магнитная проницаемость уменьшается в следующих пределах: для железного образца с 3680 до 370, для образца из сплава Fe-1,9% Si с 6900 до 530, для образца из сплава Fe-4% Si с 14600 до 910, а для образца из сплава Fe-6,5% Si с 47700 до 2170. Эксперименты показали, что максимальная магнитная проницаемость увеличивается с повышением содержания кремния. Чем меньше плотность дислокаций и чем выше содержание кремния в сплаве, тем выше максимальная магнитная проницаемость.

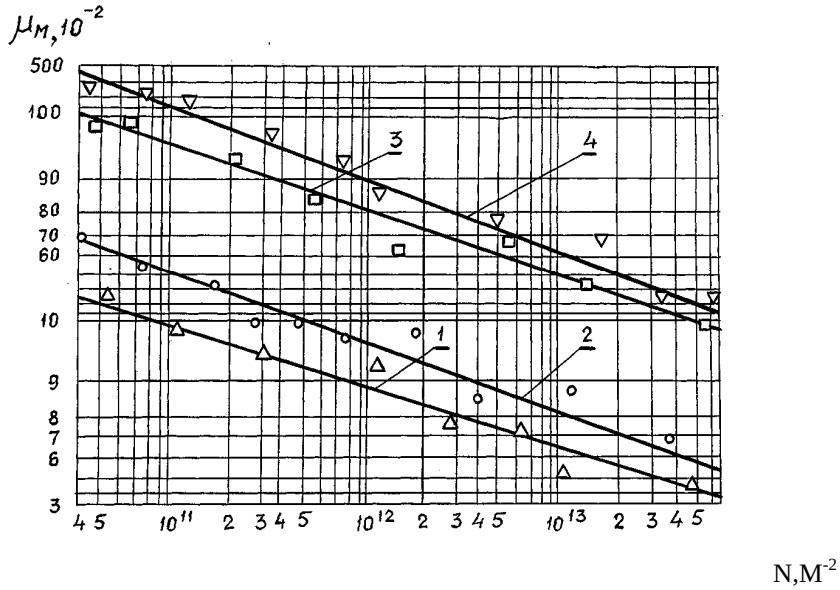

Рисунок 1. Зависимость максимальной магнитной проницаемости от плотности дислокаций для различных магнитных материалов: 1 - Fe; 2 - Fe-Si (1,9% Si); 3- Fe-Si (4% Si); 4 - Fe-Si (6,5% Si)

Для определения коэрцитивной силы автором предложена аналитическая зависимость коэрцитивной силы от концентрации доменов и плотности дислокаций:

$$H_c=1,5\,\frac{k\cdot\delta\cdot N^{\varepsilon}}{\mu_o\cdot I_s\cdot D\cdot n^{q}},$$

где k – константа магнитной анизотропии;

δ - толщина доменной стенки;

N – плотность дислокаций;

μ_o – абсолютная магнитная проницаемость;

I_s – самопроизвольная намагниченность;

D – диаметр кристаллита;

n – число доменов в единице объема;

ε - показатель степени плотности дислокаций;

q – показатель степени числа доменов.

Откуда видно, что коэрцитивная сила уменьшается с увеличением концентрации доменов и уменьшением плотности дислокаций.

Для плотности дислокаций $N=7\cdot10^{11}$ м$^{-2}$ и числа доменов n=650 показатели степени равны ε=0,08 и q=0,04, а для плотности дислокаций $N=2\cdot10^{14}$ м$^{-2}$ и числа доменов n=650 - ε=0,2 и q=0,16.

Домен со своими стенками является совокупным материальным макроскопическим объектом, для которого можно применить формулу кинетической энергии:

$$E=mV^2/2$$

Из этой формулы можно примерно оценить скорость движения ДГ:

$$V=\sqrt{2E/m},$$

где E – энергия доменной границы (для железа $E\approx5,35\cdot10^{-16}$ Дж);

m – эффективная масса 180° доменной границы (для железа $m\approx3,7\cdot10^{-20}$ кг).

Результаты измерения показали, что с увеличением плотности дислокаций от $4\cdot10^{10}$ до $7\cdot10^{13}$ м$^{-2}$ скорость движения ДГ уменьшается в следующих пределах: для железного образца с 172,5 до 9,9 м/с, для образца из сплава Fe-1,9% Si с 216,2 до 26,3 м/с, для образца из сплава Fe-4% Si с 257,6 до 43,4 м/с, а для образца Fe-6,5% Si с 293,7 до 58,8 м/с.

Выводы

1. Для образцов из сплава Fe-Si определено, что при уменьшении плотности дислокаций максимальная магнитная проницаемость увеличивается и тем в большей мере, чем выше содержание кремния в сплаве.

2. Автором предложена аналитическая формула $H_c=1,5\,\frac{k\cdot\delta\cdot N^{\varepsilon}}{\mu_o\cdot I_s\cdot D\cdot n^{q}}$, устанавливающая зависимость коэрцитивной силы от плотности дислокаций и числа доменов для низкомагнитострикционных образцов.

3. Установлено, что скорость движения доменных границ с увеличением плотности дислокаций уменьшается и тем больше, чем меньше содержание кремния в Fe-Si сплаве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tebble R.S. Ferromagnetic Domains. Amsterdam: North-Holland Publ. Co., 1969, p. 98.

2. Кандаурова Г.С. Оноприенко Л.Г. Доменная структура магнетиков. г. Свердловск, 1988.

3. Träuble H. Magnetisierungskurbe und magnetische Hysterese ferromagnetischer Einkristall. Berlin-Heidelberg-New-York, Springer, 1966, p. 318.

4. Vicena F. On the influence of dislocations on the coercive field of ferromagnetic / - «Chechosl. I. Phys.», 1955. V. 5, p. 480.

5. Ichiyama T. Structure and Control of Magnetic Domain in Crain-oriented Silicon Steel. Journal of the Iron and Steel Institute of Japan, 1983, v. 69, № 8, p. 895-902.

6. Nozawa T., Yamamoto T., Matsuo Y. and Ohya Y. IEEE Trans. Magne., MAG-14 (1978), p. 252-257.

7. Драгошанский Ю.Н. и др. Влияние совершенства кристаллографической текстуры (110) [001] на

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