



## Высокоточные приборы

*И. Поляков*

### для измерения магнитных параметров

*В век электроники и всеобщей компьютеризации не обойтись без средств измерения магнитного состояния различных материалов и сред. Приборы для измерения магнитных параметров нужны при производстве любой техники — от космической и вычислительной до бытовой. Отечественная промышленность выпускает разнообразные устройства, обеспечивающие высокоточные измерения магнитных полей и свойств материалов.*

**Р**азвитие и совершенствование запоминающих устройств на магнитных дисках, лентах, структурах на цилиндрических магнитных доменах и магнитооптических пленках требует постоянного исследования и непрерывного улучшения состава и структуры рабочих магнитных слоев. Достоверная информация о параметрах этих слоев — одна из важнейших задач таких исследований. Для ее решения при изучении новых тонкопленочных магнитных и магнитооптических носителей информации по заказу Института химической физики РАН разработана и изготовлена **высококочувствительная компьютерная система**, работающая на принципе магнитометра с колеблющимся образцом, **типа МКО**. Устройство отличается высокой универсальностью, надежностью и относительно малой погрешностью измерения (менее 0,5%).

Сложные проблемы измерения магнитных свойств слоев чрезвычайно малой толщины (около 0,01 мкм) с содержанием вещества массой менее 0,01 мг успешно решены в системе МКО благодаря применению оригинальной конструкции управляемого высокостабильного электромагнитного вибратора для возбуждения прецизионных колебаний исследуемых образцов, компьютерных методов компенсации магнитного фона, усовершенствованной техники фильтрации и усреднения сигнала, а также оптимального алгоритма управления магнитным полем прецизионного электромагнита. В системе на базе персонального компьютера обеспечен автоматический выбор режимов работы и управления, а также цифровая обработка результатов измерений. Все это позволяет получать и регистрировать

такие характеристики испытуемых образцов, как магнитные моменты, восприимчивость, кривые намагничивания и параметры петли гистерезиса (коэрцитивная сила, момент насыщения, остаточный момент и т.п.).

Наиболее высокие точностные характеристики достигнуты в разработанном для решения космических навигационных задач трехкомпонентном **цифровом феррозондовом магнитометре (ЦФМ)**. Погрешность этого прибора в диапазоне магнитных полей 0—640 мЭ (что соизмеримо с магнитным полем Земли) составляет 0,03%.

Для контроля остаточной намагниченности деталей, узлов и приборов, уровня магнитной индукции на рабочих местах, магнитных экранов и других ферромагнитных изделий большой интерес представляет **микротесламетр постоянного магнитного поля типа Г74**. Микротесламетр измеряет три взаимно перпендикулярные составляющие вектора магнитной индукции в диапазоне 0,1—10000 мкТл с погрешностью 1,0%. Контроль магнитной совместимости с помощью этого прибора способствует уменьшению габаритов электро- и радиотехнического оборудования и увеличению плотности его компоновки. Используемые в нем малогабаритные датчики ферромодуляционного типа (13x8x8 мм) позволяют контролировать магнитную обстановку и пространственную ориентацию нефтяных и газовых скважин, трубопроводов и т.п.

Для измерения более сильных постоянных и пульсирующих магнитных полей в диапазоне 0,00005—1,5Тл разработан **тесламетр типа ЭМ-7000**. Прибор оснащен набором датчиков разнообразной конструкции на основе датчиков Холла, позволяющих вести измерения в узких зазорах электро-

технического оборудования, исследовать параметры ферромагнитных изделий, намагничивающих устройств, радио- и электроаппаратуры.

Введение обязательных международных и российских стандартов на электротехническое и радиоэлектронное промышленное и бытовое оборудование с требованиями обеспечения электромагнитной совместимости повысило потребность в приборах для надежного контроля уровня электромагнитных полей и помех. К таким устройствам относится **прибор типа Г74** с датчиками ферромодуляционного типа, который одновременно измеряет постоянную и переменную составляющие магнитного поля, генерируемого работающим силовым и радиотехническим оборудованием. Диапазон измерений прибора по постоянному полю равен 0,005—50 Э, по переменному — 0,00005—20 Э в частотном диапазоне 20—20000 Гц. Миниатюрный магниточувствительный датчик с сердечником из пермаллоя размером 1,5x1,0x1,0 мм позволяет проводить практически точечные измерения магнитных полей.

Сейчас ведется разработка **микротесламетра Г703** для измерения среднеквадратичных значений магнитной индукции в пределах 0,05—1000 мкТл магнитных полей, наводимых сигналом на частоте 20 — 20000 Гц в малом объеме.

Измерение и регулирование параметров магнитных полей, создаваемых сильными электрическими токами, имеют важное значение в энергосберегающих технологиях, используемых такими энергоемкими объектами, как электроплавильные печи и алюминиевые электролизеры. Искажение зеркала расплавленного металла в межэлек-

тродном пространстве электролизной ванны, вызываемое неоднородным магнитным полем, снижает выход металла, повышает расход электроэнергии, а в ряде случаев приводит к коротким замыканиям и аварийному выбросу высокотемпературного расплава из ванны. Чтобы избежать подобных осложнений, а также оптимизировать конструкцию и режимы работы электролизеров, необходимо получать информацию о распределении магнитного поля в межэлектродном пространстве и в электролизном цехе. Особую трудность при этом представляет измерение характеристик магнитного поля в активной зоне расплава, температура которой превышает 1000 °С. Для решения этой задачи был создан **магнитометр типа Г71**, испытания которого в электролизных цехах Волховского, Волгоградского и Новокузнецкого

алюминиевых заводов показали его надежную работу в особо тяжелых условиях эксплуатации. Благодаря предложенной оригинальной защите от перегрузок и перегревов электромагнитные датчики позволяют проводить долговременные измерения в активной зоне высокотемпературного расплава. Диапазон измерения трех компонент вектора напряженности магнитного поля прибора составляет 0—25000 А/м, относительная погрешность измерений — 1,5%, угловая погрешность — менее 0,5°. На основе результатов, полученных при измерении магнитных полей с помощью магнитометра Г71, была усовершенствована конструкция мощных электролизных ванн, оптимизирована схема ошиновки, что в свою очередь позволило повысить их коэффициент полезного действия, улучшить экологичность и безопасность эксплуатации.

Существенный вклад в разработку этих измерительных приборов и используемых в них высокочувствительных преобразователей внесли Н.И. Яковлев и С.Х. Карпенков — авторы многих авторских свидетельств, патентов и монографий в этой области.

### Литература

- Карпенков С.Х.** Тонкопленочные магнитные преобразователи. — М.: Радио и связь, 1998.  
**Яковлев Н.И.** Бесконтактные электроизмерительные приборы. — М.: Энергоатомиздат, 1990.  
**Карпенков С.Х.** Тонкопленочные накопители информации. — М.: Радио и связь, 1993.  
**Карпенков С.Х.** Тонкопленочные материалы для высокочувствительных преобразователей. — ПСУ, 1996, №3.  
**Яковлев Н.И., Карпенков С.Х., Абрамзон Г.В.** Возможности и перспективы создания высокочувствительных преобразователей в интегральном исполнении. — Тезисы доклада на 2-й Международной конференции ФИЗМЕТ—96, июль 1996 г.

### Недорогое дозирующее устройство для технологической линии поверхностного монтажа

На японской фирме Yamaha Motor разработано недорогое дозирующее устройство с высокой точностью позиционирования для гибкой технологической линии поверхностного монтажа средней производительности. В дозаторе применяется рабочая головка нового типа с усовершенствованным пневматическим управлением, которая обеспечивает покрытие одной точки за 0,13 с с точностью ±0,01 мм. Такая высокая точность позиционирования достигается благодаря введению в конструкцию жесткой литой рамы и регулировке осевого ускорения с помощью сервосистемы, что приводит к подавлению вибрации.

Новое дозирующее устройство совместимо с фирменной системой технического зрения. К устройству прилагается система автоматического определения и регулирования количества наносимого вещества на базе ПЗС-камеры.

Стоимость новой установки значительно снижена (до 8 млн. иен) благодаря использованию стандартных частей аналогов дозаторов.

*New Technology Japan, 1997, v.25, №8, p. 19,20*

### ИС в персональных компьютерах

По мере увеличения степени интеграции ИС доля продаж таких полупроводниковых приборов, как микропроцессоры, схемы основной памяти и логические ядра, растет, тогда как продажи суперпортов ввода/вывода, графических устройств, аудиосистем, модемов, средств сетевого интерфейса, графических ЗУ падают. Многие средства суперпортов ввода/вывода интегрированы в логические ядра, а модемы “растворяются” в микропроцессорах. Эта тенденция сохранится до конца столетия. Если в 1997 году на долю микропроцессоров приходилось 50,4% мирового объема продаж (35 млрд. долл.), то к 2001 году она увеличится до 52,6% (от более 67 млрд. долл.). Для схем основной памяти эти цифры равны 25,8% и 29,3%, а логических ядер — 7,4 и 7,9% соответственно. В то же время продажи модемов снизятся с 1,9 до 0,8%.

<http://www.instat.com>

### “Гориллы” и “газели” высокой технологии

В Соединенных Штатах существует практика оценки городов, где доминируют предприятия высокой технологии, с точки зрения степени сосредоточения в них таких предприятий и темпов роста промышленности. Города, лидирующие по первому показателю, называют “гориллами”, по второму — “газелями”. По данным фирмы WEFA, Сан-Хосе — самая крупная “горилла” не только в Кремниевой долине, но и в США. Суммарный объем производства сосредоточенных там предприятий высокой технологии в шесть раз превосходит средний показатель по стране. Ведущая в США “газель” — Лас-Вегас, где в 1990–1996 годах средние темпы прироста новых рабочих мест в промышленности высокой технологии составили почти 70%. Интересно, что пять городов: Остин-Сан Маркос (шт. Техас), Кноксвилл (Теннесси), Окленд (Калифорния), Портленд-Ванкувер и Вашингтон — вошли в список и “горилл” и “газелей”. Это означает, что для них характерны и быстрое развитие и большие объемы производства изделий высокой технологии.

*Electronic Business, Nov. 1997*

### Фотонный микрорезонатор

Группа ученых Университета северо-западных штатов США разработала микроминиатюрный фотонный резонатор для оптоэлектронных ИС. Прибор на основе AlGaAs/GaAs, получивший название “объемный микрорезонатор, управляющий связью между волноводами”, изготовлен на заводе нанотехнологии при Корнеллском университете. Он представляет собой дисковый резонатор диаметром 10,6 мкм с входным и выходным волноводами шириной 0,5 мкм каждый. Расстояние между каждым волноводом и диском — 0,1 мкм. Добротность резонатора, достигающая 10000, может регулироваться электронным способом, обеспечивая переключение или модуляцию потока фотонов. Ожидается, что новая оптоэлектронная ИС в первую очередь найдет применение в системах уплотнения лазерного излучения по длинам волн волоконно-оптических коммуникационных сетей.

*Semiconductor International, 1997, v.20, №9, p. 19*

### Дайджест