

Абсолютный измеритель

Магнитострикционные датчики обеспечивают «микронную» точность при измерениях в метровом диапазоне

Александр Карман,
karman@micropribor.kiev.ua,

Алексей Келин,
kelin@micropribor.kiev.ua,

Александр Кожемяка,
kozheмиака@micropribor.kiev.ua

Высокая точность позиционирования длинномерных деталей при их обработке на промышленном оборудовании — одна из сложнейших технологических задач, от решения которой зависит качество выпускаемых изделий, реальная производительность оборудования и, в конечном счете, себестоимость продукции. Сложность заключается в том, что разрешающая способность измерительных приборов и устройств должна быть в диапазоне микрометров при длине контролируемой детали до 10 м. К тому же к высоким техническим требованиям, предъявляемым к датчикам, добавляются, как правило, весьма непростые требования к условиям их работы — широкий диапазон температур, запыленность, наличие разнообразных промышленных помех, которые могут повлиять на точность измерений, и т. д.

Линейное перемещение подвижной детали промышленного оборудования может быть зафиксировано в качестве параметра как бесконтактным методом (например, ультразвуковым), так и параллельным повторением этого движения штоком, лентой или позиционирующим магнитом, жестко связанными с подвижной деталью. При этом параллельный отсчет перемещения может быть реализован различными методами, один из которых — магнитострикционный — представлен в нашей статье.

Магнитострикция как физическое явление, заключающееся в изменении внешних размеров ферромагнитного материала в магнитном поле вследствие упорядоченной ориентации магнитных доменов, изучена достаточно хорошо, имеет строгое объяснение в рамках доменной структуры и представлена в учебниках [1]. Применительно к магнитострикционным датчикам говорить о прямом использовании этого эффекта для оценки позиционирования не приходится,



так как величина изменения размеров не превышает 1 мкм на 1 м длины материала. Принцип действия таких датчиков сложнее: он основан на двух эффектах — Видемана (распространение волны упруго-механического возбуждения в магнестрикционном материале) и Вилари (изменение магнитной проницаемости при упруго-механическом воздействии на материал — явление, обратное магнестрикции).

Принцип работы датчика

Магнестрикционный датчик — это линейная измерительная система, состоящая из магнестрикционного волновода (круглый полый прут или плоский профиль), подвижного постоянного магнита, определяющего позицию, и измерительной головки. Импульс тока, посылаемый через волновод датчика, генерирует вокруг него концентрическое магнитное поле, а позиционирующий магнит создает локальное магнитное поле, ориентированное вдоль оси волновода. В результате взаимодействия этих двух полей в волноводе возникает упруго-механическая волна возбуждения, которая распространяется с ультразвуковой скоростью от местоположения постоянного магнита вдоль волновода (эффект Видемана).

Физический механизм возникновения этой волны без большого ущерба для научной строгости изложения может быть объяснен как результат взаимодействия спиновых моментов электронов внешней оболочки атомов магнестрикционного материала с внешним магнитным полем. Спины электронов поворачиваются в результирующем магнитном поле импульса тока и постоянного магнита позиционирования, изменяя энергию связи электронов внешней орбитали. В результате в кристаллической решетке возникают упругие напряжения (магнестрикция), позволяющие релаксировать электронам в состоянии с более низкой энергией. Кроме того, в точке постоянного магнита возникает волна упруго-механического возбуждения, которая и используется для оценки позиционирования.

Упруго-механические волны, возбуждаемые короткими импульсами тока (1–2 мкс), распространяются по волноводу с ультразвуковой скоростью около 3000 м/с. Одновременно с импульсом тока запускается таймер, оценивающий время распространения волны от постоянного магнита (жестко связанного с подвижной деталью оборудования) до измерительной головки, где появление упруго-

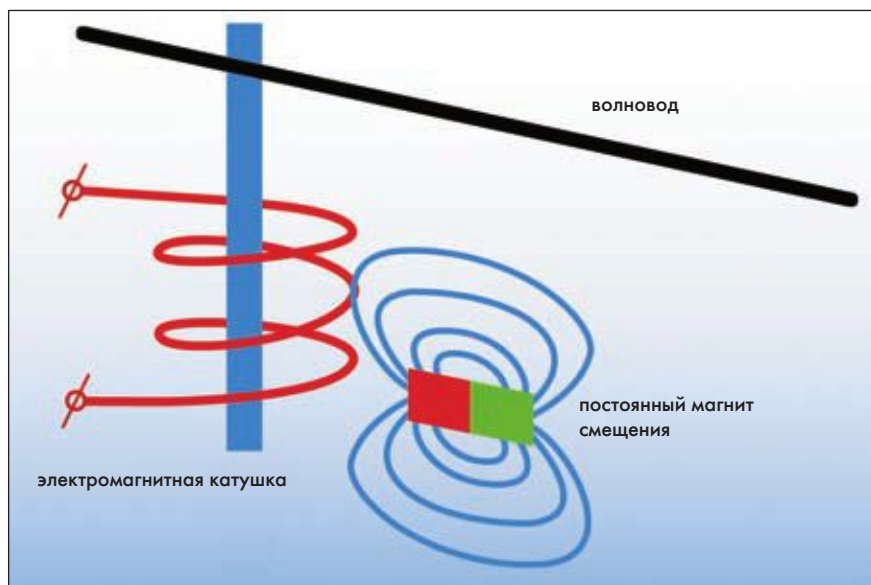


Рис. 1. Детектор упруго-механической волны

механической волны регистрируется детектором на основе эффекта Вилари, сигнал которого останавливает таймер. Время распространения этой волны пропорционально длине измеряемого перемещения детали.

Упруго-механическая волна распространяется по волноводу и в противоположном направлении. И для того чтобы избежать возможных помех, связанных с сигналом, отраженным от границы волновода, энергия этой части волны поглощается демпфирующим устройством.

Принцип работы детектора

Детектор датчика, находящийся в измерительной головке, состоит из электромагнитной катушки, сердечником которой является лента из магнестрикционного материала, приваренная к волноводу датчика. Все устройство помещается в магнитное поле постоянного магнита смещения.

При переходе упруго-механической волны из волновода в ленту магнитная проницаемость последней изменяется (эффект Вилари — изменение магнитных свойств при появлении дополнительных напряжений в кристаллической решетке). Результирующая плотность магнитного потока через электромагнитную катушку изменяется, и на концах ее обмотки появляется импульс напряжения, который обеспечивает отключение таймера, то есть регистрацию упруго-механической волны. Пересчет зафиксированного времени в параметры перемещения является стандартной операцией в рамках любого из возможных интерфейсов.

Датчики компании Megatron

Рассмотрим особенности конструктивного исполнения магнестрикционных датчиков. Этот вид измерительных устройств разрабатывается и

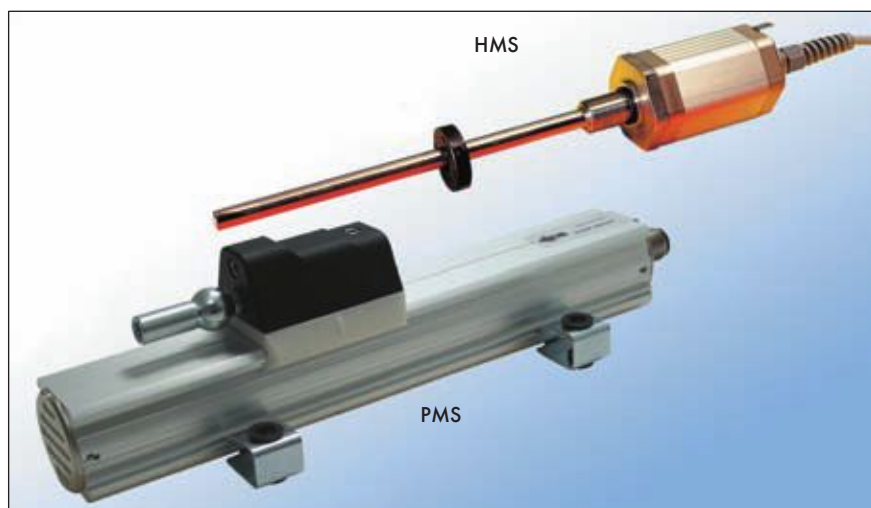


Рис. 2. Магнестрикционные датчики перемещений компании Megatron

Основные параметры магнитоотриксционных датчиков

Тип	Диапазон измерений, от 0 до XXX, мм	Допуск по линейности	Выходы	Диапазон рабочих температур, °С	Степень защиты
HMS (Megatron)	100—4000	±0,02 %/± 0,03 %	0—10 В 4—20 мА 0—20 мА	-40 — +70	IP 67
PMS (Megatron)	100—4000	±0,02 %	0—10 В 4—20 мА 0—20 мА	-30 — +75	IP 67
PCQA22 (ASM)	100—5750	±0,1мм /±0,02 %	0—10 В 4—20 мА	-40 — +85	IP 67
PCRP21 (ASM)	100—5750	±0,1мм /±0,02 %	0—10 В 4—20 мА, SSI	-40 — +85	IP 64
PCFP 22 (ASM)	100—5750	±0,1мм /±0,02 %	4—20 мА 0—10 В	-40 — +85	IP 67
PCST21Ex (ASM)	100—5750	±0,1мм /±0,02 %	4—20 мА 0—10 В	-40 — +85	IP 67

производится немногим более 20 лет, но ряд фирм уже представили на рынке эффективные решения для различных областей применения.

Так, магнитоотриксционные датчики Megatron серии HMS (рис. 2) ориентированы на применение в гидравлических системах. Они имеют высокие параметры точности измерения во всем 4-метровом диапазоне линейных перемещений (см. таблицу). Данные на выходе представляются в аналоговом виде: 0—10 В, 4—20 мА [2].

Шток диаметром 10 мм вводится во внутреннюю полость поршня, который движется в гидравлическом цилиндре, перемещая постоянный магнит, фиксирующий местоположение поршня в любой момент времени. Высокоплотное резьбовое соединение датчика с корпусом цилиндра обеспечивает работоспособность измерительной системы до давлений около 700 бар.

Магнитоотриксционные датчики серии PMS выпускаются в 16 версиях, отличающихся диапазонами измеряемого перемещения. Они имеют высокий допуск по линейности (0,02 %) и снабжены стандартными аналоговыми выходами. Отличием датчиков PMS от HMS является наличие защитного кожуха волновода, вдоль которого перемещается постоянный магнит, что позволяет использовать датчики PMS в

неблагоприятной внешней среде, например в условиях высокой запыленности в цехах деревообработки.

Датчики компании ASM

Магнитоотриксционные датчики компании ASM позволяют определять линейное перемещение в диапазоне до 5,75 м (10 типонаименований) и отличаются конструктивным разнообразием. Выпускаются модели с внешним магнитом позиционирования (PCQA 22), с магнитом, скрытым в кожухе волновода (PCQA 23, PCRP 21), в особо плоском исполнении PCFP 22 (толщина 12 мм), а также взрывобезопасная серия датчиков PCST 21 Ex (см. таблицу).

В датчиках ASM предусмотрено большое разнообразие представления выходной информации: кроме стандартных аналоговых выходов есть возможность встраивания на заказ наиболее распространенных интерфейсов — SSI, CANop, DeviceNet, Profibus [3].

Эффективность применения магнитоотриксционных датчиков обусловлена их основными преимуществами:

- ▶ абсолютный принцип измерения — движение подвижной детали оборудования отслеживается непосредственно постоянным магнитом позиционирования, который не нуждается в юстировке нулевой позиции;

- ▶ устойчивость к влаге, пыли, загрязнению — степень защиты IP-67;
- ▶ высокая устойчивость к вибрации и ударам — бесконтактное (относительно волновода) позиционирование постоянным магнитом и прохождение волны возбуждения по волноводу не зависят от механических воздействий;
- ▶ высокое разрешение позиционирования — 2 мкм;
- ▶ отсутствие электропитания позиционирующего магнита.

Магнитоотриксционные датчики обеспечивают высокую надежность измерения в очень широком диапазоне — от 0,1 до 10 м и более. При этом отсутствуют проблемы необратимого износа трущихся активных поверхностей, как в потенциометрических датчиках, и ограничений ресурса по количеству циклов измерения.

Многочисленное перемещение постоянного магнита вдоль волновода не влияет на его способность передавать магнито-упругие возбуждения, и если и сопряжено с износом держателя магнита, то замена изношенной детали не является проблематичной.

Анализ рынка датчиков линейного перемещения показывает, что на сегодняшний день абсолютные магнитоотриксционные датчики точного позиционирования являются наиболее оптимальным решением в различных условиях применения и, прежде всего, в метровом диапазоне позиций. **MA**

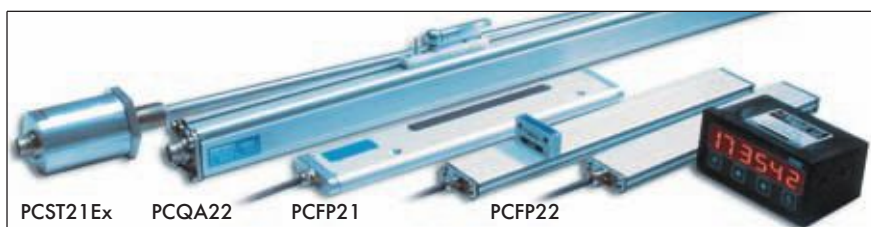


Рис. 3. Магнитоотриксционные датчики перемещений компании ASM

Литература.

1. Ч. Уэрт, Р. Томсон. Физика твердого тела. «Мир», Москва, 1969 г.
2. www.megatron.de
3. www.asm-sensor.com

Відмінний спектр виробів



Енкодери

Датчики сили

Датчики
переміщення

Пристрої
обробки сигналу

ТОВ «МИКРОПРИЛАД»
1, вул. Котельникова, Київ, 03115, Україна
тел.: 38 (044) 459 6895, факс: 38 (044) 459 6894

sales@micropribor.kiev.ua
www.micropribor.com.ua

ПАРТНЕРСТВО В ЕЛЕКТРОНИЦІ