

## Датчики линейного положения для современных систем автоматизации

Илья ТАРАСОВ  
tarasov@rentek.ru

Во всем мире уже более двадцати лет (с 1984 года) с успехом применяются датчики линейных перемещений или, как их еще называют, датчики линейного положения, а также датчики и измерители пути, основанные на эффекте магнитострикции.

Один из лидеров в производстве таких датчиков — компания MTS Sensors, основанная как подразделение известной американской корпорации MTS Systems. Появление на свет MTS Sensors произошло благодаря тому, что MTS Systems приобрела компанию Temposonics Inc. На данный момент марку Temposonics можно видеть на любом магнитострикционном датчике перемещения MTS Sensors (рис. 1).

Сам процесс измерения основан на физическом феномене — магнитострикции (изменении формы и размеров тела при намагничивании), который был обнаружен исключительно в ферромагнитных материалах, таких как железо, кобальт, никель и их сплавы. Если ферромагнетик находится в области действия магнитного поля, то это приводит к микроскопическим изменениям его физических размеров вследствие деформации его молекулярной структуры. Сама же деформация обусловлена тем, что в теории ферромагнитный материал состоит из бесчисленного количества бесконечно маленьких элементарных магнитов — доменов. Если изначально магнитное поле не приложено, магнитные домены, которые содержатся в ферромагнетике, расположены хаотично, и внешне тело ведет себя как немагнитное. Как только прикладывается магнитное поле, эти так называемые домены выстраиваются по направлению поля



Рис. 1. Датчики линейного перемещения MTS E, G, R серий

и выравниваются параллельно друг другу. Вследствие этого появляются магнитные поля, которые в десятки или даже сотни раз могут превышать собственное магнитное поле ферромагнетика.

Ферромагнитные материалы, как и все остальные, имеют совокупность магнитных и механических свойств, которыми, в свою очередь, обусловлен прямой магнитострикционный эффект, также его называют эффектом Видемана. Его можно оптимизировать путем создания «эффективных» сплавов и управлять им с помощью прикладываемого внешнего магнитного поля. Данный эффект описывает «скручивание» (механическую деформацию) тонкого, длинного железосодержащего стержня, который находится под действием двух магнитных полей: внутреннего

и внешнего. Внутреннее поле создается самим стержнем — из-за проходящего по нему электрического тока (рис. 2). А внешнее поле, в свою очередь, создается внешним магнитом. При пересечении с внутренним магнитным полем оно вызывает механическую деформацию в небольшой области измерительного элемента (стержня), распространяемую как ультразвуковая волна.

Также в датчиках используется магнитоупругий эффект (эффект Виллари), который связан с изменением магнитных свойств ферромагнетика при механической деформации (обратный магнитострикционный эффект).

В прямой измерительной системе в ферромагнитном измерительном элементе или волноводе, по которому проходит ультразвуковая волна до преобразователя импульсных

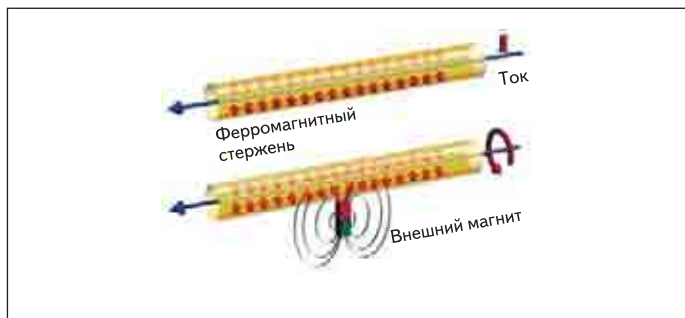


Рис. 2. Магнитострикционный эффект в датчиках линейного перемещения

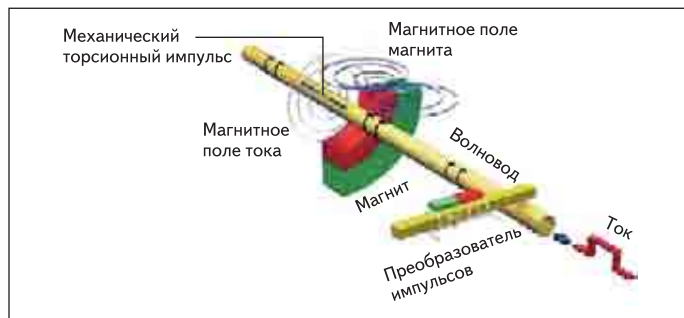


Рис. 3. Конструкция датчика линейного перемещения

сигналов (рис. 3), внешний магнит окружает волновод, создавая в нем магнитное поле. Волновод связан с объектом измерения, при этом между магнитом и волноводом отсутствует механическая связь.

Для измерения положения импульс тока посылается через волновод, при этом возникает радиальное магнитное поле. При пересечении магнитного поля, созданного волноводом с внешним магнитом, как раз и происходит эффект Видемана, сопровождаемый деформацией волновода. Из-за этого возникает ультразвуковая волна, которая распространяется от места пересечения двух полей в оба конца стержня. В одном из концов волновода волна полностью гасится, что исключает возможность возникновения помех. Обработка импульса происходит на противоположном конце волновода в преобразователе (рис. 3). Преобразователь состоит из жестко связанного с волноводом магнитострикционного металла, распознающей катушки индуктивности и неподвижного смещающего магнита.

Ультразвуковая волна перемещается по волноводу с постоянной скоростью (выше скорости звука в 340 м/с, приблизительно 3000 м/с). Абсолютное положение определяется методом измерения промежутка времени между стартом токового импульса и временем регистрации ответного электрического сигнала, который фиксируется в преобразователе токовых импульсов.

Используются такие датчики, например, для обеспечения контроля перемещения различных объектов, грузов, лифтовых кабин, гидравлических подъемников в системах погрузки и т. д., то есть в системах, которые требуют точной информации о положении объекта в процессе его движения; совместно с прецизионными управляющими клапанами они применяются в составе гидравлических цилиндров автомобилей.

Основные характеристики датчиков:

- измеряемые величины — абсолютное положение, перемещение, скорость;
- измеряемая длина пути от 50 до 2500 мм (или до 10 000 мм);
- поддерживаемые интерфейсы — аналоговый, SSI, CANbus, Profibus, Interbus, старт/стоп;
- мультипозиционирование — до 15 путей;
- диапазон рабочих температур (без электроники) от  $-400$  до  $+750$  °С;
- гибкое и жесткое исполнение волновода.

Отдельного внимания заслуживает специальная серия датчиков Mobilhydraulik (M серия, МН и MS), разработанная для гидравлических механизмов, где датчик эксплуатируется в тяжелых условиях с неблагоприятными воздействиями окружающей среды.

Основные характеристики датчиков Mobilhydraulik:

- измеряемая длина пути от 50 до 2500 мм;
- аналоговый интерфейс.

К преимуществам этих датчиков можно отнести:

- высокую точность показаний измерения расстояния, так как ферромагнитные материалы обладают высокой долговременной стабильностью;
- защиту измеряемой системы от внешних воздействий, в том числе от вибрации;
- простоту использования;
- долгий срок службы — из-за бесконтактного метода измерения;
- высокую линейность, повторяемость и разрешение;
- абсолютный выходной сигнал, отсутствие необходимости возвращаться в начальную точку при отключении питания;
- высокую степень пыле- и влагозащиты IP67/IP68.

Нельзя не отметить то, что MTS Sensors — не единственная фирма, производящая датчики линейного перемещения для рынка АСУТП, для которого предлагаются магнитострикционные датчики уровня и линейных перемещений других производителей: TR-Electronic (Германия) — магнитострикционные датчики серии LA; Gefran (Италия) — серии IK1 (стержневые) и МК4 (профильные); Turck и KSR-Kuebler (Германия) — серии FFG и Balluff (Германия) — BTL5. ■