

экономической эффективности. Повышение эффективности агропромышленного производства объективно требует внедрения новых совершенных устройств управления на базе микропроцессорной техники, позволяющих в достаточной мере учесть его сложность и специфику. Компьютерное управление широко применяется в промышленности, энергетике, транспорте, системах связи и во многих случаях не имеет реальной альтернативы.

Таким образом, для улучшения характеристик технологического процесса необходимо, используя возможности микропроцессора, обрабатывать всю доступную полезную информацию. Эффективность микропроцессорных устройств управления во многом определяется не их вычислительной мощностью, а способами обработки информации, являющимися неотъемлемой частью, заданными в виде алгоритмов и программ.

## **МИНИАТЮРНЫЕ ДАТЧИКИ И УСТРОЙСТВА НА ЭФФЕКТЕ ХОЛЛА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ АПК**

Прокошин В.А., БРФФИ, г. Минск,

Драпезо А.П., Ярмолович В.А., ОИФТТП НАН Беларуси, г. Минск

В настоящее время с использованием эффекта Холла изготавливается большое количество технических устройств в миниатюрном исполнении. Их характерной особенностью является отсутствие механического контакта между объектом контроля или измерения и органом преобразования, что значительно повышает надежность таких устройств. Связь в них осуществляется по магнитному полю.

Физический принцип построения устройств измерения и контроля на эффекте Холла – бесконтактное преобразование индукции магнитного поля в унифицированный электрический выходной сигнал (ток или ЭДС) и его дальнейшее преобразование и обработка. В качестве источников магнитного поля обычно используются миниатюрные магнитные системы постоянных магнитов из редкоземельных материалов, например, из  $\text{SmCo}_5$ . Изготовление устройств, функционирующих на эффекте Холла, имеет следующие технологические преимущества: групповое изготовление миниатюрных элементов Холла стандартными

методами микроэлектроники (фотолитография, скрайбирование, приварка контактов золотым микропроводом, герметизация), использование взаимозаменяемых групп источников магнитных полей и малогабаритных корпусов, применение унифицированных плат усиления и обработки сигнала.

Магниточувствительные элементы Холла изготавливаются из разработанных нами гетероэпитаксиальных структур антимонида индия на полуизолирующем арсениде галлия с высокой подвижностью носителей заряда  $n$ -типа. При этом миниатюрные элементы могут объединяться в двухкомпонентные или трехкомпонентные магниточувствительные зонды, собираться в виде матриц.

При изготовлении двухкомпонентных зондов миниатюрные элементы Холла располагаются в двух взаимноперпендикулярных плоскостях, а в трехкомпонентных зондах – в трех взаимноперпендикулярных плоскостях соответственно. Применение двух- и трехкомпонентных зондов весьма широкое: от устройств контроля в автоматике АПК и автомобильном транспорте до новых разработок в медицине. Так, магниточувствительные зонды нашего производства хорошо себя зарекомендовали в космосе на летательном аппарате "Марс-экспресс", где они выполняли функцию угловой ориентации сложного спектрометрического оборудования. Матрицы из элементов Холла применяются во внутритрубных диагностических снарядах типа MFL для диагностики магистральных нефте- и газопроводов. Они способны различать трещины, коррозионные участки и другие дефекты.

Одно- и двухкомпонентные зонды на эффект Холла широко используются в машиностроении для построения датчиков. В основе функционирования ряда устройств, таких как измеритель уровня топлива УТ-90 большегрузных карьерных самосвалов белорусского производства, электронных педалей "газа" и "тормоза", инклинометров и других изделий лежит использование датчиков угла поворота на эффекте Холла серии ДУПХ, основные технические характеристики которых приведены в таблице 1:

Таблица 1

1	Габариты - не более,	мм	Ø45X60 (Ø 45X90)
2	Напряжение питания,	В	+12±5 (4,8±1,5)
3	Диапазон угла поворота,	град.	-15°...0...+15° (0°...360°)
4	Разрешающая способность,	угл. минута	5'
5	Рабочий температурный диапазон,	оС	-60...+120
6	Выходной сигнал,	В	2...6
7	Ток питания,	мА	20...40
8	Основная погрешность не более		0,5 %
9	Дополнительная погрешность в диапазоне температур от - 40°С до +80°С, не более от - 60°С до +120°С, не более		0,25% - 1,8 %
1	Изменение выходного сигнала от угла поворота, функция вида		$Y1=k1 \sin x$ $Y2=k2 \cos x$

Датчик предназначен для преобразования угла поворота вала в аналоговый электрический выходной сигнал. Он может быть как полнооборотным, так и секторным. Датчик выполнен в виде цилиндрического корпуса с фланцем и вращающимся валом. Для точной фиксации имеет шлицевое самоцентрирующееся крепление. Преобразование угла поворота вала в электрический сигнал производится бесконтактным способом за счет изменения индукции магнитного поля в области расположения чувствительного зонда. В ДУПХ применяются различные варианты элементов Холла. Для секторного датчика используется однокомпонентный зонд, а для полнооборотного - двухкомпонентный зонд.

Сигнал с магниточувствительного элемента подается на встроенный усилитель, выполненный в виде интегральной схемы. Датчики серии ДУПХ рассчитаны для работы в условиях повышенных температурных воздействий и агрессивных сред (соляной туман, кислотные и щелочные воздействия и др.). Датчик радиационностоек, имеет пожарно-взрыво-безопасное исполнение и большую износостойкость (количество рабочих циклов более 106). По характеристикам точности и надежности датчик предназначен для работы в составе сложных микропроцессорных систем. Он может также применяться для систем военной и космической техники, авиационных и автотракторных систем управления и контроля, станкостроения и др. В отличие от существующих аналогов на других принципах функционирования (потенциметрических, индукцион-

ных), датчик имеет меньшие габариты, на порядок более высокую надежность, простоту конструкции, современную элементную базу.

Еще одним направлением, где особенно перспективно использовать миниатюрные элементы Холла являются бесконтактные измерения электрических параметров, таких как ток и электрическая мощность. При измерении электрического тока токопроводящую шину охватывает кольцо из магнитомягкого феррита, в узком разрезе которого размещается магниточувствительный элемент Холла. Проходящий ток вызывает появление магнитного поля, которое усиливается ферритовым кольцом и детектируется элементом Холла. В настоящее время выпускаются датчики тока на различные диапазоны от (0-100) мА до (0-1) кА. При измерениях электрической мощности в устройствах обычно используется два датчика Холла и два магнитопровода. Один датчик Холла вырабатывает ЭДС пропорционально току нагрузки, а второй выполняет функцию перемножения величин, пропорциональных напряжению (разности потенциалов) и току нагрузки. В результате устройство выдает сигнал, прямо пропорциональный измеряемой мощности. Эти изделия рассчитаны на различные уровни мощности, вплоть до 450 кВт и имеют гальваническую развязку по току и напряжению с цепью измерения, чем и обеспечивается высокая их надежность. Для обеспечения высокой точности измерения электрической мощности (погрешность не превышает 1%) в устройствах используется компенсационный принцип построения схемы измерений.

## **АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРВИЧНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ В ТЕМПЕРАТУРНЫХ ЗАЩИТАХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ**

Равинский Н. А.

УО Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

Первичный преобразователь температуры должен иметь следующие свойства: 1 – малую величину постоянной времени нагревания (до 3 с)<sup>†</sup>; 2 – малые размеры (до 3 мм); 3 – рабочий диапазон измерения от 0 °С до +150 °С (кратко-