

УДК 621.317

М.А. Анкуда, И.О. Оробей, В.В. Сарока

РАЗРАБОТКА ДАТЧИКА ХОЛЛА НА ПЕРЕМЕННОМ ТОКЕ

В настоящее время магнитометры на основе датчиков Холла (д. Х.) широко применяются для прецизионного измерения индукции магнитного поля. Однако при разработке электромагнитных расходомеров, радиоспектрометров, исследований магнитных свойств веществ и т. д. требуется измерение с относительной погрешностью до 1 % индукции низкочастотных (до 100 Гц) магнитных полей, амплитуда которых может изменяться в диапазоне $5 \cdot 10^{-5} - 1$ Тл. Такая чувствительность не обеспечивается известными схемотехническими решениями. В этом случае необходимо принимать меры по уменьшению влияния синфазного сигнала, создаваемого управляющим током д. Х., а также температурных дрейфов преобразователя и схемы.

Разработанный измеритель индукции на переменном токе работает в диапазоне полей $5 \cdot 10^{-5} - 1$ Тл с контурами подавления синфазного сигнала и термостабилизации. Первичным преобразователем устройства является GaAs д. Х. ПХЭ 602.118В, имеющий следующие характеристики: размеры – $3 \cdot 3 \cdot 0,6$ мм; входное и выходное сопротивления $R_{ВХ} = 2,6$ Ом и $R_{ВЫХ} = 3,9$ Ом; магнитная чувствительность $S = 0,045$ В / Тл при номинальном управляющем токе $I_y = 0,1$ А; остаточное напряжение $3 \cdot 10^{-6}$ В; температурные коэффициенты э.д.с. Холла и остаточного напряжения $K_{ЭДС} = 0,0006$ %/К и $K_T = 4 \cdot 10^{-8}$ В/К; нелинейность 0,12 %; диапазон рабочих температур 1,5–373 К; верхний предел индукции 15 Тл.

Магнитометр работает следующим образом. Генератор формирует симметричные прямоугольные импульсы частотой 10^3 Гц. и управляет коммутатором, вырабатывающим импульсы задающего напряжения $\pm 2,5$ В частотой 10^3 Гц для источника тока. Контур источника тока включает датчик тока с дифференциальным усилителем и пропорциональный регулятор с усилителем мощности. Через д. Х. проходят импульсы тока $\pm I_y$ с частотой 10^3 Гц.

Нестабильность их амплитуды, определяемая температурными коэффициентами сопротивления (т. к.с.) и напряжения, не превышает 0.05 % на 50 °С.

Усилитель переменной составляющей э.д.с. Холла состоит из дифференциального измерительного и выходного усилителей.

Погрешности аналоговой части обусловлены суммарной нелинейностью, синфазным сигналом, температурными дрейфами и погрешностями калибровки. Нелинейность статической характеристики определяется параметрами д. Х. и тракта усиления. Она не превышает 0.2 % в диапазоне $5 \cdot 10^{-5}$ –1 Тл и может быть уменьшена на порядок при калибровке. Температурные погрешности обусловлены дрейфами напряжений смещения, входных токов и К_{тд} Х., а также К_{эдс} и дрейфами коэффициентов усиления.

Применение схемы на переменном токе с синхронным детектированием позволяет подавить температурные дрейфы напряжений смещения, входных токов. Дальнейшее подавление температурных погрешностей обеспечивает система термостабилизации д. Х. и электронного блока. Ее термодатчиком является сам датчик Холла. Датчик находится в тепловом контакте с корпусом аналогового блока. Тепловое сопротивление между корпусом и внешней средой увеличено с помощью теплоизоляции, что обеспечивает разницу температур между корпусом и д. Х. не более 4 °С

Калибровка измерителя производилась по магнитометру на ядерном магнитном резонансе в полях 0.4, 0.2 и 0.1 Тл. Для индукций 0.05, 0.01, 10^{-3} , 10^{-4} и 10^{-5} Тл калибровка осуществлялась в поле катушек Гельмгольца. Поле Земли учитывалось переориентацией д. Х. на 180°. После калибровки максимальная относительная погрешность при изменении температуры окружающей среды от 0 до 70 °С в диапазоне полей $5 \cdot 10^{-5}$ – 10^{-4} Тл не превышает 0.7 %; 10^{-4} – 10^{-3} Тл – 0.4 %; 10^{-3} –0.625 Тл – 0.1 %. В диапазоне $5 \cdot 10^{-5}$ – $5 \cdot 10^{-4}$ Тл погрешность определяется синфазным сигналом.