

# Отечественные датчики тока и напряжения

Компания «ИДМ-ПЛЮС» специализируется на разработке и производстве микросхем, датчиков и устройств, в состав которых входит в том числе отечественная элементная база. В структуре компании имеется собственный дизайн-центр проектирования специализированных интегральных микросхем, разработки которого активно внедряются в серийную продукцию. Например, разработанная микросхема датчика магнитного поля K5331HX011 (полный аналог Honeywell SS495A) входит в состав датчиков тока серии ДТК и ДМПК, микросхема K5331HH015 — в состав датчиков тока серии ДТМ. В настоящее время разрабатывается микросхема трехосевого датчика магнитного поля K5331ЧП01 (аналог Infineon TLV493D-A1B6), предназначенная для интеллектуальных приборов учета электроэнергии, а также ряд микросхем с интегрированными чувствительными элементами для использования в малогабаритных датчиках тока. Одно из ключевых направлений деятельности компании — разработка и производство датчиков тока и напряжения. В статье рассматриваются ключевые особенности и технические характеристики датчиков тока и напряжения различных типов.

Антон Обединин  
Алексей Тимофеев  
Евгений Стахин

sales@idm-plus.ru

## Введение

Датчики тока и напряжения незаменимы в самых различных отраслях промышленности и транспорта и призваны решать широкий спектр задач силовой электроники. Они применяются в частотно-регулируемых приводах, источниках бесперебойного питания, сварочных аппаратах, подъемном оборудовании (краны, лифты, эскалаторы и др.), системах кондиционирования, устройствах диагностики состояния энергосистем, а также в электротехнических и электронных изделиях и других областях. При проектировании новых устройств либо при улучшении ранее разработанных изделий перед инженером встает задача выбора подходящего датчика из ассортимента готовой продукции конкретной фирмы-производителя либо самостоятельного проектирования и сборки датчика на основе дискретных элементов. Второй подход требует больших затрат и наличия специфического опыта у разработчика, поскольку ему придется заниматься расчетами индукции трехмерных магнитных полей, выбором подходящего типа чувствительных элементов, усилителей, АЦП, схем коррекции и обработки выходного сигнала, однако все это не гарантирует успешного завершения процесса разработки. При отсутствии данного опыта процесс разработки, отладки и производства датчика может затянуться на длительный срок. Поэтому, учитывая современные требования к точностным характеристикам датчиков, надежности изделий, а также ограниченное время разработки, предпочтителен выбор уже существующих решений исходя из технических особенностей устройства.

Благодаря ряду преимуществ датчиков тока типа Close loop с гальванической развязкой от токово-

дущей цепи и датчиков на основе эффекта Холла (магниторезистивного), датчики данных типов постепенно заменяют традиционные решения типа токовых шунтов и трансформаторов Роговского. Разработкой и производством датчиков данного типа занимаются многие ведущие мировые производители: LEM, Allegro, Sensitec Honeywell и другие компании. Большое разнообразие существующих решений позволяет подобрать изделие с необходимыми параметрами, не затрачивая много времени на разработку и производство.

Среди отечественных производителей с быстрорастущими типонаминалами датчиков тока и напряжения можно выделить компанию «ИДМ-ПЛЮС», предлагающую своим заказчикам наиболее востребованные типы датчиков тока и напряжения для применений в военной технике, железнодорожном транспорте, авиации и на производстве. Все датчики тока и напряжения работают в температурном диапазоне  $-60...+85^{\circ}\text{C}$ .

Основу линейки составляют датчики тока компенсационного типа (Close loop) серии ДТК, позволяющие измерять силу постоянного и переменного (до 50 кГц) тока в обоих направлениях без разрыва цепи до 700 А. Датчики изготавливаются в металлических корпусах, в которых предусмотрена возможность жесткого крепления на посадочное место винтами (либо фиксация гайкой). Доступные типонаминалы датчиков:  $\pm 50$  (аналог LEM LA 55-P/SP43),  $\pm 100$ ,  $\pm 125$  (аналог LEM LA 125-P/SP15),  $\pm 150$ ,  $\pm 400$  и  $\pm 700$  А. Напряжение питания датчиков двухполярное  $\pm 15$  В, выходной интерфейс — аналоговый токовый со значениями от  $\pm 25$  до  $\pm 100$  мА в зависимости от типа датчика. Значение основной, приведенной к верхней границе диапазона погрешности не более  $\pm 1\%$  в нормальных климатических условиях.

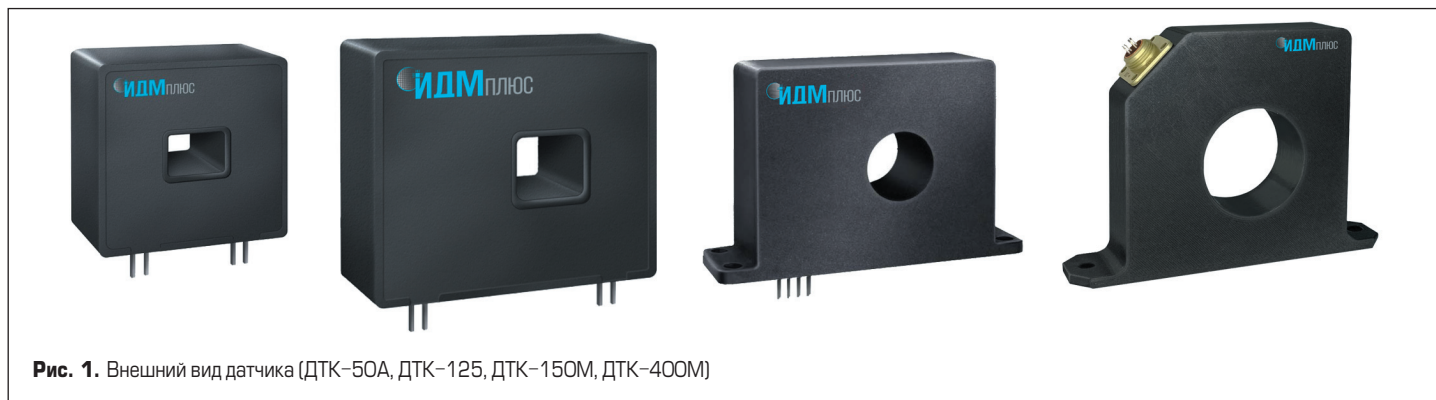


Рис. 1. Внешний вид датчика (ДТК-50А, ДТК-125, ДТК-150М, ДТК-400М)

Аналогичный принцип компенсации (Close loop) реализован в датчике напряжения ДНК (аналог LEM LV25-P/SP5), рассчитанном на работу с входным резистором для достижения номинального входного тока 10 мА при максимальном измеряемом напряжении. ДНК позволяет измерять постоянное и переменное (до 25 кГц) напряжение обеих полярностей с максимальным значением 600 В. Выходной интерфейс — аналоговый токовый с максимальным значением 25 мА. Значение основной, приведенной к верхней границе диапазона погрешности не более  $\pm 1,5\%$  в нормальных климатических условиях.

Датчики тока прямого усиления с концентратором (Open loop) серии ДМПК позволяют измерять силу постоянного и переменного тока в обоих направлениях без разрыва цепи до 300 А. Датчики изготавливаются в металлических либо пластиковых корпусах, в которых предусмотрена возможность жесткого крепления на посадочное место винтами. Доступные типонамины датчиков:  $\pm 100$ ,  $\pm 200$ ,  $\pm 300$  А. Напряжение питания ( $5,0 \pm 0,5$ ) В, выходной интерфейс — аналоговый ратиметрический. Значение основной, приведенной к верхней границе диапазона погрешности не более  $\pm 2\%$  в нормальных климатических условиях.

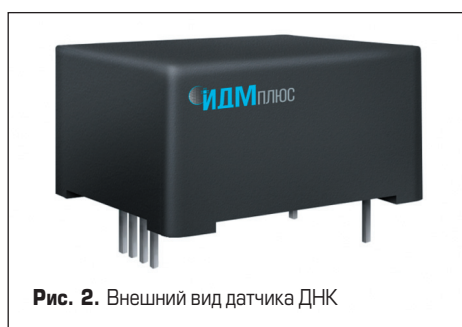


Рис. 2. Внешний вид датчика ДНК



Рис. 3. Внешний вид датчика ДМПК-100

Первым типом датчиков, выпущенных компанией, стали датчики тока серии ДТМ, которые устанавливаются в разрыв цепи и позволяют измерять силу постоянного и переменного тока обоих направлений величиной до 200 А. Датчики имеют встроенную токовую шину сопротивлением менее 3 мОм, изготавливаются в пластиковых корпусах и устанавливаются на плату с последующей распайкой выводов. Доступные типонамины датчиков:  $\pm 5$ ,  $\pm 10$ ,  $\pm 35$ ,  $\pm 50$ ,  $\pm 70$ ,  $\pm 200$  А. Напряжение питания ( $5 \pm 0,5$ ) В, выходной интерфейс — аналоговый ратиметрический. Значение основной, приведенной к верхней границе диапазона погрешности не более  $\pm 4\%$  в нормальных климатических условиях.

Далее рассмотрены ключевые области применения указанных типов датчиков, их принципы работы и технические характеристики.

#### Датчики тока серии ДМПК

Области применения:

- системы управления электродвигателями постоянного и переменного тока;
- источники питания;
- защитные устройства автоматики;
- аккумуляторные батареи.

Принцип работы датчика основан на преобразовании магнитного поля в выходное напряжение. Встроенный магнитопровод концентрирует магнитный поток, а микросхема датчика магнитного поля, расположенная в зазоре, преобразует магнитную индукцию в выходное напряжение, которое затем усиливается для получения требуемого размаха. Таким образом, выходное напряжение изменяется пропорционально силе протекающего тока в проводнике. Достоинства датчика такого типа: небольшие габаритные размеры, легкий вес, низкое энергопотребление, гальваническая развязка.

При подаче напряжения питания  $U_{cc}$  и отсутствии тока в проводнике выходное напря-

жение ДМПК устанавливается равным  $U_{cc}/2$ . Если направление тока в проводнике совпадает с положительной полярностью датчика, то выходное напряжение будет пропорционально увеличиваться с крутизной 22, 11 и 7,3 мВ/А (в зависимости от типа датчика, при  $U_{cc} = 5$  В). Поскольку датчик имеет потенциальный выход, ток потребления составляет не более 15 мА. При эксплуатации датчика в температурном диапазоне нужно учитывать дополнительную, приведенную к верхнему значению диапазона погрешность датчика  $\pm 2,5\%$ .

#### Датчики тока и напряжения серии ДТК и ДНК

Области применения:

- системы управления электродвигателями постоянного и переменного тока;
- источники питания;
- защитные устройства автоматики;
- аккумуляторные батареи.

Принцип работы датчика похож на ДМПК, но имеет несколько ключевых особенностей. Во-первых, это наличие компенсационной обмотки, которая создает компенсирующий магнитный поток. Во-вторых, выходным сигналом датчика является ток, протекающий через нагрузочный резистор. Величина выходного тока в N раз меньше измеряемого тока в проводнике, коэффициент пропорциональности определяется числом витков в компенсирующей обмотке N. Таким образом, основные преимущества данного типа состоят в широком частотном диапазоне, низком температурном дрейфе характеристик, высокой точности. На аналогичном принципе построен датчик напряжения ДНК, который имеет встроенную первичную обмотку и подключается к измеряемой цепи через внешний ограничивающий резистор.

При подаче двухполярного напряжения питания  $\pm 15$  В и отсутствии измеряемого тока в проводнике через нагрузочный резистор

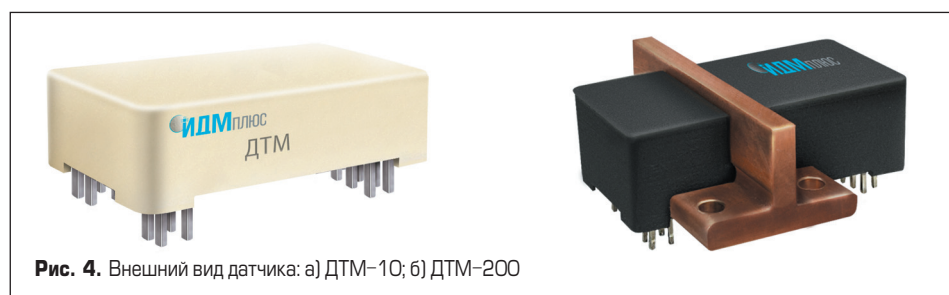


Рис. 4. Внешний вид датчика: а) ДТМ-10; б) ДТМ-200

протекает начальный выходной ток в пределах  $\pm 0,25$  мА. Потребление датчика в режиме покоя не более 25 мА. С увеличением измеряемого тока положительной полярности пропорционально увеличивается и выходной ток (напряжение на нагрузочном резисторе). Номинал нагрузочного резистора потребитель выбирает, исходя из входного размаха схемы обработки. Поскольку датчик имеет токовый выход, максимальный ток потребления зависит от исполнения ДТК. Также от исполнения зависит и основная, приведенная к верхнему значению диапазона погрешность датчика, которая не превышает  $\pm 1\%$ . При эксплуатации датчика в температурном диапазоне нужно учитывать величину температурного дрейфа начального выходного тока, которая составляет не более  $\pm 1$  мА.

При работе с датчиком напряжения необходимо рассчитать значение внешнего ограничивающего резистора как отношение максимального измеряемого напряжения к номинальному входному току 10 мА. По электрическим параметрам имеются отличия в основной, приведенной к верхнему значению диапазона погрешности датчика, которая не превышает  $\pm 1,5\%$ , начальном выходном токе  $\pm 0,37$  мА и его температурном дрейфе, который составляет не более  $\pm 1,5$  мА. Остальные аспекты применения ДНК аналогичны ДТК.

### Датчики тока серии ДТМ

Области применения:

- системы управления электродвигателями постоянного и переменного тока;
- источники питания;
- защитные устройства автоматики;
- аккумуляторные батареи.

Принцип работы датчика основан на преобразовании магнитного поля в выходное напряжение, цифровой код либо ШИМ-сигнал (в зависимости от исполнения). Измеряемый ток в проводнике создает магнитный поток, а микросхема K5331NH015 и чувствительные элементы преобразуют магнитную индукцию в выходное напряжение (цифровой код), которое затем усиливается для получения требуемого размаха. Таким образом, выходное напряжение (цифровой код) изменяется пропорционально силе протекающего тока в проводнике. Достоинства датчика такого типа: небольшие габаритные размеры, легкий вес, низкое энергопотребление, гальваническая развязка, возможность установки на плату, наличие цифровых интерфейсов.

При подаче напряжения питания  $U_{cc}$  и отсутствии тока в проводнике выходное напряжение ДТМ устанавливается равным  $U_{cc}/2$  или 2048 смр (для цифрового выхода). Если направление тока в проводнике совпадает с положительной полярностью датчика, то выходное напряжение будет пропорционально увеличиваться с крутизной 45 мВ/А или 35 смр/А (для ДТМ-50, при  $U_{cc} = 5$  В). Поскольку датчик имеет потенциальный выход, ток потребления составляет не более 25 мА. При эксплуатации датчика нужно учитывать влияние внешних магнитных полей, напряженность которого не должна превышать значение 0,37 кА/м.

### Заключение

Существующее разнообразие датчиков тока и напряжения позволяет устранить недостатки традиционных методов измерения токов и напряжений больших величин (отсутствие гальванической развязки, большие габаритные размеры, энергопотребление, необходимость дальнейшей обработки выходного сигнала), а также ускорить процесс разработки конечных приборов и устройств. Продукция компании «ИДМ-ПЛЮС» подходит для большинства типовых применений. Компания постоянно расширяет номенклатуру датчиков, инженеры компании работают над улучшением характеристик и расширением сфер возможных применений датчиков, а также осуществляют техническую поддержку поставляемой продукции. При отсутствии в ассортименте компании датчиков с необходимыми техническими параметрами можно провести разработку и изготовление по техническому заданию.

### Литература

1. [www.power-e.ru/power\\_supply/novinki-gaia-converter/](http://www.power-e.ru/power_supply/novinki-gaia-converter/)
2. [www.habr.com/ru/post/260639/](http://www.habr.com/ru/post/260639/)