

Современные датчики для измерения тока и напряжения



В статье приведены основные требования к современным датчикам измерения тока, с успехом заменяющим традиционно используемые шунты и трансформаторы тока. Представлена конструкция и основные технические характеристики датчиков измерения постоянного и переменного тока. Рассмотрены достоинства и недостатки датчиков напряжения на основе эффекта Холла и чисто электронных приборов.

АО «НИИЭМ», г. Истра, МО

Анализ мировых тенденций в использовании датчиков измерения тока свидетельствует о том, что такие приборы сегодня весьма востребованы в самых разных областях промышленности. Происходит массовая замена традиционно применяемых токовых шунтов, трансформаторов тока, магнитных усилителей на современные миниатюрные датчики тока. Большинство этих датчиков используют принцип измерения тока с помощью эффекта Холла, что обеспечивает их основные преимущества: гальваническую развязку первичной (силовой) и вторичной (измерительной) цепей, высокую чувствительность, широкий диапазон рабочих температур и др. Низкая цена, малые габариты и в то же время высокая надежность работы способствуют тому, что их начинают применять в электроприводах многих устройств, в том числе в устройствах подвижного транспорта. В качестве первичных преобразователей такие датчики являются основой систем автоматизации и управления производством, автоматизированных систем управления технологическими процессами и т. д. [1]. Приятно отметить, что датчики измерения тока отечественного производства также представлены на рынке и сегодня уже хорошо известны российским потребителям [2, 3].

Со своей стороны, производство, широко используя эти датчики, выдвигает новые требования к техническим характеристикам приборов и качеству их изготовления. В ряде случаев для достижения низкого температурного дрейфа, малого времени отклика, обеспечения широкой полосы пропускания и низкого уровня шума сопутствующих компонентов меняется технология изготовления датчиков тока. Например, вместо эффекта Холла используется феррозондовый (fluxgate) детектор, у которого выше температурная стабильность. Вместе со встроенным задающим генератором такие датчики обеспечивают высокий уровень помехозащищенности, малый фазовый сдвиг, низкий уровень шумов [4].

Распространенные сегодня системы мониторинга токовых цепей также базируются на применении датчиков измерения тока. Это, в свою очередь, стимулировало разработку разъемных датчиков тока, которые позволяют проводить мониторинг тока без разрыва цепи и остановки производства. В отличие от ранее используемых резистивных шунтов разъемные датчики не приводят к потере мощности, исчезают проблемы с точки зрения установки и безопасности. Сегодня отечественному потребителю предлагаются разъемные датчики тока

серии ДТР (под круглую токовую шину) и серии ДТХ-Ж (под плоскую шину) [5]. Отдельной опцией является изготовление разъемного датчика больших токов (до 25 000 ампер) серии ДБТ [6]. Десятилетний срок безаварийной эксплуатации датчиков ДБТ на Иркутском алюминиевом заводе (г. Шелехов) подтвердил удобство и надежность работы этих приборов в непростых условиях электролитического производства.

Следующее требование разработчиков – это возможность измерения не только всех видов тока, но и напряжения постоянного и переменного тока с обеспечением гальванической развязки. Эта задача тем более актуальна, если учесть, какие жесткие требования предъявляются, например, в железнодорожной отрасли и других отраслях промышленности к учету потребляемой электрической энергии. Кроме того, датчики напряжения должны не просто обладать высокими эксплуатационными характеристиками и надежностью, но и обеспечивать максимально высокий уровень электрической безопасности и гальванической развязки.

Работа датчиков напряжения, выпускаемых АО «НИИЭМ», также основана на использовании эффекта Холла. К измеряемому источнику напряжения подключается тарирован-

Таблица 1. Основные технические характеристики датчиков напряжения ДНТ-051 и ДНТ-053

№ п/п	Характеристика	ДНТ-051	ДНТ-053
1.	Диапазон измеряемых напряжений, В	0–50; 0–100; 0–250; 0–500	0–250
2.	Допустимая перегрузка по измеряемому напряжению, раз	1,3	
3.	Основная приведенная погрешность, 50 Гц, %	0,5	
4.	АЧХ в диапазоне 0,02...10 кГц, не более, %	1	
5.	Максимальный диапазон рабочих температур, °С	-40...+70	
6.	Выходной ток, мА	4–20	
7.	Питание, В	9–36	
8.	Габаритные размеры, мм	95 × 54 × 65	
9.	Масса, г	150	210



Рис. 1. Общий вид трехфазного датчика напряжения ДНТ-053 в корпусе KZ-102

ный токозадающий резистор. Ток, протекающий через этот резистор, создает магнитное поле, регистрируемое датчиком Холла.

Датчики выпускаются в различных конструктивных исполнениях и могут как устанавливаться на печатную плату, так и крепиться на DIN-рейку. Внешний токозадающий резистор включается между источником измеряемого напряжения и выводом датчика. Производятся модификации датчиков, измеряющие мгновенные значения напряжения (ДНХ-03) и среднеквадратичные значения напряжения (ДНХ-03 RMS).

В производственной линейке компании присутствуют также недорогие датчики, предназначенные для работы в цепях только переменного тока. Например, датчик ДНТ-051 предназначен для преобразования напряжения переменного тока в стандартный токовый сигнал 4–20 мА со средневывыпругленным значением. И конечно, такой прибор обеспечивает гальваническую развязку входной цепи и цепи контроля.

Датчик напряжения ДНТ-051 предназначен для работы в одно-

фазных цепях. Для работы в трехфазных цепях разработан прибор ДНТ-053 (рис. 1). Такой датчик содержит три независимых гальванически изолированных канала, каждый из которых идентичен схеме датчика ДНТ-051.

Указанные датчики предназначены для контроля напряжения переменного тока до 500 В, основные технические параметры их приведены в табл. 1. Отличительной особенностью датчиков ДНТ является питание по «токовой петле» 4–20 мА, что создает удобство для последующей обработки сигнала. Конструктивно датчики напряжения выполнены в корпусе KZ-102, электрическое соединение производится с помощью клеммных соединителей. Кон-

струкция корпуса позволяет также крепить датчики на DIN-рейку.

Конечно, современный рынок требует наличия датчиков с более широким диапазоном измерения напряжений как постоянного, так и переменного тока. Ответом на эти вызовы стала разработка специалистами АО «НИИЭМ» датчиков напряжения серии ДНХ-3000. Датчики этой серии позволяют расширить диапазон измеряемых напряжений и закрыть проблему измерения напряжений до 3000–4000 В.

В конструкции датчика напряжения ДНХ-3000-Л (рис. 2) применен прецизионный датчик Холла, что в сочетании с используемой схемой компенсационного типа позволило получить неплохие технические



Рис. 2. Общий вид датчика напряжения ДНХ-3000-Л

Таблица 2. Основные технические характеристики датчиков напряжения ДНХ-3000-Л и ДНХ-3000-С

№ п/п	Характеристика	ДНХ-3000-Л	ДНХ-3000-С
1.	Диапазон измеряемых напряжений, В	3000	
2.	Допустимая перегрузка по измеряемому напряжению, раз	1,2	
3.	Основная приведенная погрешность, 50 Гц, %	1,5	1,0
4.	Выходной аналоговый сигнал, мА	±(0–50)	0–20
5.	Максимальный диапазон рабочих температур, °С	-40...+70	
6.	Выходной ток открытого коллектора компаратора, не менее, мА	-	150
7.	Выходное напряжение открытого коллектора компаратора, В	-	60
8.	Источник питания, В	15–30	
9.	Габаритные размеры, мм	120 × 117 × 115	
10.	Масса, г	1200	800

характеристики (табл. 2). Высокая точность измерений достигается благодаря целому ряду новых конструктивных решений, которые дополняют традиционное для таких датчиков исполнение.

У датчика ДНХ-3000-Л снижен ток потребления от измеряемой цепи до 1,5 мА. Величина испытательного напряжения гальванической изоляции возросла до 12 кВ (50 Гц, 1 мин). Опытная партия таких датчиков успешно выдержала натурные испытания на подвижном составе.

В табл. 2 представлены технические характеристики опытных образцов модифицированного датчика ДНХ-3000-С. Этот прибор предназначен для измерения только постоянных напряжений с высокой точ-

ностью. ДНХ-3000-С можно назвать электронным вариантом датчиков напряжения. В конструкции прибора отсутствует датчик Холла, а измерение напряжения производится с помощью аналого-цифрового преобразователя с последующей передачей результата измерения через схему гальванической развязки и преобразования в аналоговый выходной сигнал с помощью цифроаналогового преобразователя. Ток потребления в данной модели датчика снижен до 0,14 мА, а величина испытательного напряжения гальванической развязки составляет 12 кВ.

Современные требования промышленности к датчикам как к компонентам, используемым в цепях измерения и контроля сложных систем, вынуждают и дальше совершен-

ствовать конструкции и улучшать характеристики приборов: необходимо обеспечить высокую помехоустойчивость, низкий температурный дрейф в широком диапазоне температур, повышать точность измерений. Электронный датчик напряжения DVL, описанный в работе М. Жилярди [7], способен обеспечить суммарную погрешность измерения напряжения $\pm 0,5\%$. При этом его объем меньше, а масса приблизительно на 30% ниже, чем у предыдущих моделей с датчиками Холла.

Литература

1. Данилов А. Современные промышленные датчики тока // Современная электроника. 2004. № 10.
2. Болотин О., Портной Г., Разумовский К. Первичные датчики для предприятий энергетики // Энергобезопасность и энергосбережение. 2012. № 5.
3. Портной Г., Болотин О., Разумовский К. Новые компоненты на рынке бесконтактных датчиков тока // Компоненты и технологии. 2012. № 9.
4. Жилярди М. Новые горизонты технологии датчиков тока на эффекте Холла // Силовая электроника. 2013. № 3.
5. Портной Г. Разъемные датчики тока – актуальный сегмент на рынке датчиков // Компоненты и технологии. 2014. № 1.
6. Датчики больших токов от АО «НИИЭМ» вместо устаревших токовых шунтов // Электронные компоненты. 2015. № 10.
7. Жилярди М. Новое поколение датчиков напряжения // Силовая электроника. 2014. № 2.

О.А. Болотин, научный сотрудник,
Г.Я. Портной, к.т.н., зам. гл. конструктора,
К.П. Разумовский, ведущий инженер,
С.А. Старков, инженер-технолог,
АО «НИИЭМ», г. Истра, МО,
тел.: +7 (495) 994-5188,
e-mail: sensor@niiem46.ru,
www.niiem46.ru

Эффективная реклама за разумные деньги

Журнал “ИСУП”

Отраслевой научно-технический журнал

www.isup.ru

Сайт, знакомый каждому специалисту