

Российские датчики тока и напряжения для замещения импортных аналогов



В статье рассмотрены основные требования, предъявляемые к таким массовым приборам, как датчики измерения тока и напряжения. Показан внешний вид и приведены основные массогабаритные параметры датчиков, разработанных в НПО «Горизонт Плюс» (г. Истра Московской области). Рассмотрены специфические требования, накладываемые силовой электроникой на разрабатываемые приборы. Приведены параметры разработанного в рамках импортозамещения датчика тока и представлены основные данные разъемных датчиков тока, которые можно использовать без демонтажа токовой шины.

ООО «НПО «Горизонт Плюс», г. Истра, Московская область

Силовая электроника накладывает целый ряд специфических ограничений при использовании стандартных электронных компонентов и узлов, с этим столкнулись многие ее разработчики. Специалистам компании ООО «НПО «Горизонт Плюс» тоже пришлось решать эту проблему при разработке новых электронных приборов несколько лет назад.

С начала 2000-х годов компания последовательно развивала новое на тот момент направление бесконтактного (без разрыва токовой цепи) измерения силы тока и напряжения. Все разработанные предприятием приборы содержали в своей конструкции полупроводниковый миниатюрный элемент Холла, основным свойством которого является преобразование магнитного потока, проходящего через его корпус, в пропорциональное выходное напряжение. В нашем случае магнитное поле, на которое реагирует элемент Холла, образуется вокруг

токовой шины, проходящей через отверстие в корпусе прибора. Именно это свойство и послужило основой для разработки различных серий датчиков бесконтактного измерения силы тока, напряжения, датчиков активной мощности и токоизмерительных клещей [1, 2].

Первые приборы, работа которых основывалась на описанном выше принципе, предназначались, конечно, для низковольтной электроники. Например, широко используемые сегодня датчики тока ПИТ-150-УА-П15 или датчики напряжения ПИН-500-УА-П (рис. 1) предназначались для измерения соответственно различных видов силы тока до 150 А и напряжения до 500 В. Выводы приборов формировались со стандартным шагом 2,5 мм, поскольку сами датчики монтировались на печатных платах, что привычно для всех разработчиков электроники.

В отличие от низковольтной, силовая электроника, как правило, требует монтажа приборов в блок. Если конструкция датчика позволяет, то он монтируется непосредственно в блок. В противном случае для этого используется DIN-рейка, как указано на рис. 2. Датчик тока ПИТ-300-УА-Б14 как раз предназначен для монтажа в блок либо самостоятельно, либо с помощью переходной пластины для крепления на DIN-рейку и способен измерять любые виды силы тока до 300 А.

Для контроля токов от 300 до 750 А разработчики ООО «Горизонт Плюс» предложили датчик ПИТ-750-УА-Б30 с диаметром отверстия под токовую шину 30 мм. В дальнейшем эта конструкция была модернизирована, новый датчик позволял измерять токи уже до 4000 А с увеличением диаметра токовой шины до 40 мм (рис. 3). При маркировке этого и последующих разработанных приборов сохраняется одна и та же аббревиатура: буква «П» означает монтаж датчика на печатную плату, а «Б» — монтаж в блок.

Силовая электроника для транспорта — это особая подотрасль, которая во главу угла ставит надежность ра-



Рис. 1. Внешний вид датчиков, монтируемых на печатную плату: а — датчик тока; б — датчик напряжения



Рис. 2. Внешний вид датчика контроля токов до 400 А, конструкция которого позволяет монтировать его в блок с помощью DIN-рейки



а



б

Рис. 3. Датчик тока ПИТ-750-УА-Б30: а – под токовую шину 30 мм; б – модернизированный вариант под шину 40 мм

боты приборов в условиях повышенного влияния внешних механических и климатических воздействий. Если, например, к приборам предъявляются требования по ГОСТ 30631-99 (группа М25) или по ГОСТ 15150-69 (исполнение УХЛ), то есть повышенные требования по выносливости и температурной стабильности, то это сразу же выдвигает дополнительные требования к внешней и внутренней конструкции прибора. В нашем случае, например, для удовлетворения этих требований внутренняя часть конструкции приборов была перекомпонована и датчики заливались по всему объему специальным компаундом, что делало прибор неремонтопригодным (рис. 3). Выводы датчиков, в качестве которых раньше использовались стандартные пластмассовые разъемы

15EDGRC-3,81-04P и 15EDGVC-3,81-04P и которые устраивали всех разработчиков, в данном случае уже невозможно использовать из соображений надежности. Поэтому транспортный вариант датчиков на 30 и 40 мм комплектовался резьбовыми шпильками под гайку с размером резьбы не менее М5 (рис. 4).

В случае использования датчиков напряжения [3] все описанные выше требования дополняются еще и дру-

гими, специфическими и присущими именно датчикам напряжения. Основное из них – это значительная величина пробивного напряжения прибора.

Известно, что полупроводниковый датчик Холла, входящий в состав датчика напряжения, обеспечивает гальваническую развязку между группами входа и выхода. Это одно из важных преимуществ, которыми обладает прибор. Однако величина пробивного напряжения датчика ПИН-500-УА-П (рис. 1б) составляет всего 3 кВ, что, конечно, неприемлемо для использования в высоковольтных цепях большинства транспортных устройств и систем.

В связи с вышеизложенным и с учетом предъявляемых требований в ООО «НПО «Горизонт Плюс» была разработана конструкция нового датчика напряжения, удовлетворяющего основным транспортным требованиям. На рис. 5 представлен внешний вид датчиков измерения напряжений до 3000 и 6000 В. Специальная конструкция обеспечивает приборам величину пробивного напряжения соответственно 9 и 13 кВ. Сегодня такие датчики серийно поставляются транспортникам и энергетикам страны, а отсутствие рекламаций подтверждает их высокую надежность.

Датчики для замены импортных аналогов

После ухода с российского рынка ведущих зарубежных фирм, поставлявших электронику, вопрос импортозамещения перешел из теоретической в сугубо практическую плоскость. При этом требовалось предложить для замены не только приборы с аналогичными параметрами, но и воспроизвести конструкцию, которая по своим габаритам и массе была бы максимально близка к импортному аналогу. Даже посадочные места датчика необходимо было сохранить в точности, чтобы в дальнейшем не ломать конструкцию дорогостоящих систем или блоков, в которые уже был вписан этот прибор.

Примером такого подхода к конструированию может служить датчик тока ПИТ-3000-УА-Б60 с увеличенным до 60 мм диаметром отверстия под токовую шину (рис. 6). Датчик полностью воспроизводит массогабаритные параметры своего импортного аналога, включая размещение посадочных мест. При этом использование современной



Рис. 4. Транспортное исполнение датчиков измерения тока ПИТ-750-УА-Б30/К-Ш и ПИТ-2000-УА-Б40/К-Ш



а



б

Рис. 5. Внешний вид датчиков напряжения для транспортных устройств и систем: а – ПИН-3000-УА-Б-М с пробивным напряжением 9 кВ; б – ПИН-6000-УА-Б-М с пробивным напряжением 13 кВ



Рис. 6. Внешний вид датчика тока ПИТ-3000-УА-Б60, габариты и посадочные размеры которого соответствуют импортному аналогу

схемотехники позволило получить высокие электрические характеристики датчика при сохранении хорошего соотношения цены и качества.

Часто к стандартным требованиям, которые должны учесть разработчики систем и комплексов, добавляются и весьма специфические. Например, требование мониторинга ответственных токовых цепей, когда остановка производства невозможна или нежелательна. В этом случае конструкция датчика должна обеспечить его монтаж непосредственно на токовой шине, без демонтажа последней. Подробно перечень таких разъемных датчиков, разработанных ООО «НПО «Горизонт Плюс», описан в статье [4]. Здесь же приведем только основные параметры датчиков тока под плоскую (рис. 7а) и круглую (рис. 7б) токовые шины. Основным критерий для использования таких приборов – это величина изме-

ряемого тока (соответственно 3000 А и 1500 А) и размеры отверстия датчика под плоскую или круглую шину (соответственно 10 × 80 мм и диаметр 54 мм).

Разнообразие требований привело к появлению новых конструктивных решений при разработке разъемных датчиков. Примером может служить датчик измерения тока до 10000 А, разработанный компанией «Горизонт Плюс». Здесь уже размеры токовой шины, на которой можно закрепить датчик, составляют 78 × 110 мм (рис. 8). Такой датчик может поставляться в комплектации с совмещенным блоком вентиляторов, что позволяет использовать прибор в условиях повышенных рабочих температур на шине или повышенных температур окружающей среды.

При необходимости увеличения размеров токовой шины можно использовать датчик тока ПИТ-10000-УНА-Б42х162, внешний вид и габаритные размеры которого представлены на рис. 9.



Рис. 7. Внешний вид датчиков тока для монтажа непосредственно на токовой шине: а – под плоскую шину; б – под круглую шину

Литература

1. Портной Г. Я., Болотин О. А., Разумовский К. П. и др. Современные датчики для измерения тока и напряжения // ИСУП. 2016. № 1.
2. Портной Г. Я., Болотин О. А. и др. Применение датчиков измерения тока и напряжения для решения инженерных задач // Компоненты и технологии. 2016. № 1.
3. Портной Г. Я. и др. Новые датчики тока и напряжения НПО «Горизонт Плюс» // ИСУП. 2022. № 5.
4. Портной Г. Я. Разъемные датчики измерения тока под плоскую и круглую шины // Электронные компоненты. 2015. № 9.

О. А. Болотин, научный сотрудник,
Н. Ю. Гребенщиков, ведущий инженер,
Г. Я. Портной, к. т. н., главный конструктор,
К. П. Разумовский, ведущий инженер,
О. Е. Яценко, инженер-конструктор,
ООО «НПО «Горизонт Плюс»,
г. Истра, Московская область,
тел.: +7 (929) 924-8104,
e-mail: sensor@gorizont-plus.ru,
сайт: gorizont-plus.ru



Рис. 8. Внешний вид разъемного датчика с блоком вентиляторов для наружного охлаждения



Рис. 9. Габаритные размеры датчика измерения тока ПИТ-10000-УНА-Б42х162 под максимально большую токовую шину размером 42 × 162 мм