

Цифровые датчики напряжения —

очередной шаг развития

В статье приведены данные о сертификации серийной датчиковой продукции от российского производителя и проанализированы новые требования, которые предъявляет рынок к первичным преобразователям. На примере датчика напряжения рассмотрены возможности измерения различных видов напряжений, основные требования и методы их реализации в конструкции аналогового датчика. Представлена конструкция и описаны особенности нового цифрового датчика напряжения.

**Николай Гребенчиков
Григорий Портной, к. т. н.
Константин Разумовский
Николай Фотов**

sensor@gorizont-plus.ru

Сегодня значительно выросло количество научных статей и обзоров, а также рекламных материалов, посвященных исследованию и использованию первичных преобразователей (датчиков). Применение новых материалов и комплектующих позволяет не только совершенствовать технические характеристики этих приборов, но и влияет на конструктивные особенности датчиков: они становятся легче, долговечнее, удобнее в монтаже и, главное, предоставляют разработчикам большую свободу выбора. Однако разработчики различных видов техники выдвигают специфические требования, которые учитываются при совершенствовании конструкции датчиков.

НПО «Горизонт Плюс» (г. Истра, Московская обл.) много лет занимается разработкой и постановкой

на серийное производство датчиков, предназначенных для измерения базовых электрических величин: тока, напряжения и активной мощности [1]. Уход с этого рынка иностранных компаний освободил место российским производителям, но при этом не только вынудил их максимально увеличить выпуск недостающей продукции, но и потребовал соответствия зарубежным образцам, к высокому качеству которых уже привык потребитель.

Чтобы соответствовать предъявляемым сегодня требованиям, специалисты компании активно занимаются сертификацией ранее разработанных приборов и столь же активно ищут способы совершенствования технических характеристик новых датчиков. В данной статье сделана попытка кратко рассказать об этих направлениях работы НПО «Горизонт Плюс».



Рис. 1. Внешний вид типовых датчиков измерения тока для монтажа:

а) на печатную плату; б) DIN-рейку; в) датчика для измерения тока до 4000 А с диаметром отверстия под токовую шину 60 мм

Сертификация датчиковой продукции НПО «Горизонт Плюс»

За годы работы компании линейка датчиковой продукции была значительно расширена и превысила две сотни модификаций. Причем если первые модели датчиков создавались для использования в преобразовательной технике, то позже стали разрабатываться приборы для систем автоматизации, частотных электроприводов, сварочного оборудования, энергоёмких производств, подвижного электротранспорта и других промышленных применений. Это означает, кроме всего прочего, повышенные требования по электрическим параметрам и точности этого оборудования. Широкая номенклатура выпускаемых датчиков потребовала корректировки и систематизации конструкторско-технологической документации, изменения наименования и маркировки приборов и т. д.

Промежуточным итогом такой работы стала сертификация в 2019 году самой большой группы выпускаемых приборов — датчиков (преобразователей) тока серии ПИТ, которые позволяют измерять различные виды тока в широком диапазоне, с гальванической развязкой цепей входа и выхода [2]. Типичные представители данного класса приборов представлены на рис. 1. По результатам проведенных испытаний все датчики тока ПИТ (от единиц миллиампер до десятков килоампер) были сертифицированы и внесены в Государственный реестр средств измерений РФ под номером № 74910-19.

Были проведены испытания и сертифицированы преобразователи напряжения серии ПИН. Датчики этой серии предназначены для преобразования напряжения постоянного и (или) переменного тока в цепях, гальванически изолированных от выхода. Повышенные требования к таким датчикам напряжения предъявляются в самых разных областях техники: в инверторных приводах и частотно-регулируемых электроприводах переменного тока, в статических преобразователях для электроприводов постоянного тока, в железнодорожной инфраструктуре широкого применения и т. д.

По результатам испытаний датчики напряжения с диапазоном 1–6000 В (рис. 2) внесены в Госреестр СИ РФ под номером № 75210-19. Сертификация позволила расширить область применения этих приборов и повысила уровень их продаж. Датчики оказались весьма востребованными для решения задач в самых различных отраслях народного хозяйства, для АСУ предприятий и АСУ технологических процессов. Такие датчики являются функциональными аналогами продукции многих зарубежных производителей и используются для замены аналогичных зарубежных образцов. Аналоговые датчики напряжения серии ПИН преобразуют:

- мгновенные значения измеряемого напряжения постоянного и переменного тока в пропорциональные значения силы постоянного и переменного тока;

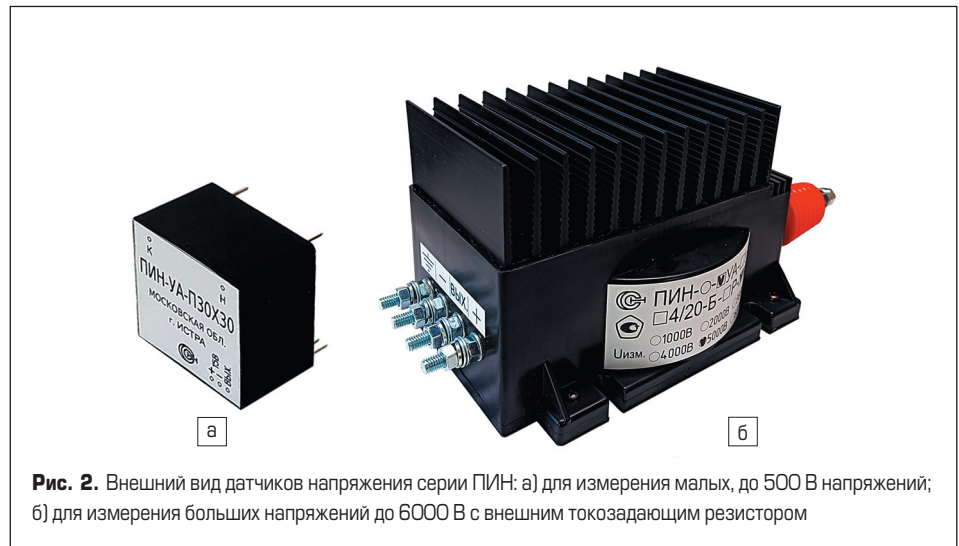


Рис. 2. Внешний вид датчиков напряжения серии ПИН: а) для измерения малых, до 500 В напряжений; б) для измерения больших напряжений до 6000 В с внешним токозадающим резистором

- среднееквадратичное значение напряжения постоянного и переменного тока в пропорциональное значение силы постоянного тока, соответствующее требованиям к стандартному интерфейсу «токовая петля»;
 - среднееквадратичное значение напряжения переменного тока в пропорциональное значение силы постоянного тока, соответствующее требованиям к стандартному интерфейсу «токовая петля 4/20 мА»;
 - среднееквадратичное значение напряжения постоянного и переменного тока в пропорциональное значение силы постоянного тока, соответствующее требованиям к стандартному интерфейсу «токовая петля 4/20 мА», используя специализированные способы гальванической изоляции.
- Одновременно широкое использование датчиков напряжения и эксплуатация в самых разных условиях выявили их узкие места и, соответственно, обусловили новые требования рынка к этим приборам.

Цифровая модель нового датчика напряжения

Наиболее существенными требованиями рынка к новому датчику являются, прежде всего, уменьшения габаритных размеров, массы и снижения энергопотребления датчиков. Действительно, на рис. 2б хорошо видно, что

для обеспечения широкого диапазона измерений датчика до 6000 В и обеспечения хорошего теплоотвода в его конструкции приходится использовать весьма объемистый и тяжелый радиатор. Подача измеряемого напряжения осуществляется через токозадающий резистор, который также приходится размещать либо внутри корпуса датчика, либо снаружи. Кроме того, в первичной цепи прибора, в которой используется магниточувствительный датчик Холла, имеются межвитковые емкости, что в сумме не позволяет снизить потери и свести к минимуму энергопотребление.

Чтобы устранить все вышеперечисленные недостатки, пришлось пересмотреть подход к конструированию датчика и качеству его начинки. Во главу угла было поставлено удобство использования такого прибора для потребителей. Многие из них привыкли к использованию аналогового датчика напряжения предыдущей серии, поэтому все посадочные места нового преобразователя напряжения ПНИ (рис. 3) остались прежними. Основные технические характеристики и функциональность сохранены, что позволяет сделать переход на новые датчики наиболее безболезненным.

Модульный принцип конструирования в новом датчике позволил скомпоновать все электронные компоненты на трех печатных платах, которые монтируются в корпус. Этот метод монтажа привел к снижению трудо-



Рис. 3. Внешний вид цифрового датчика серии ПНИ, для измерения действующего значения напряжения до 6000 В, созданного на платформе предыдущего датчика ПИН-3000-УА-Б1-М: габаритные размеры 179×78×50 мм, подача измеряемого напряжения непосредственно на вход датчика

емкости при сборке приборов. Кроме того, данный принцип сборки и сама электронная начинка делают относительно нечувствительными датчики к влиянию внешних магнитных полей по сравнению с ранее использовавшимися датчиками Холла. Электроника нового ПНИ позволяет обеспечить малое энергопотребление и сводит к минимуму потери в первичной цепи. Эти факторы чрезвычайно важны, поскольку исчезает необходимость в мощных резисторах и, как следствие, удается избавиться от громоздкого и тяжелого внешнего радиатора. При этом обеспечивается по-

вышенная до 0,7% точность измерений и хорошая температурная стабильность.

Таким образом, цифровой датчик стал легче своего аналогового предшественника на 25–30% при сохранении основных характеристик и высокого уровня надежности. Например, в отличие от аналоговых датчиков серии ПИН, цифровой ПНИ отличается стабильной частотной характеристикой, линейной в диапазоне 0–14 кГц. Минимальная задержка сигнала, свойственная цифровым устройствам, является задержкой используемого цифрового фильтра. Малое потребление

при питании датчика ± 24 В постоянного тока стало дополнительным преимуществом цифрового датчика.

Литература

1. Новые серийные датчики тока и напряжения от российского производителя // Силовая электроника. 2023. № 6.
2. Новые серийные датчики тока и напряжения в Госреестре СИ РФ // Информатизация и системы управления в промышленности. 2024. № 2.