

Цифровое будущее датчиков напряжения и тока



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. Представлены конструктивные и другие особенности нового цифрового датчика напряжения.

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

Легко заметить, что количество научных статей и обзоров, посвященных исследованию и использованию первичных преобразователей (датчиков), сегодня значительно выросло. 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. Имеет место и обратный эффект: разработчики различных видов техники выдвигают свои специфические требования, которые учитываются при совершенствовании конструкции датчиков.

НПО «Горизонт Плюс» (г. Истра Московской области) 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 производителей не просто освободил место российским производителям, но и, с одной стороны, вынудил их максимально увеличить выпуск недостающей продукции, а с другой – потребо-

вал соответствия зарубежным образцам, к высокому качеству которых уже привык потребитель.

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

Сертификация датчиков 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 в компании начали разрабатывать приборы для систем автоматизации, частотных электроприводов, сварочного оборудования, энергоёмких производств, подвижного электротранспорта и других промышленных применений. А это означает, кроме прочего, повышенные требования к электрическим параметрам и точности этого обо-

рудования. Широкая номенклатура выпускаемых датчиков потребовала корректировки и систематизации конструкторско-технологической документации, изменения наименования, 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]. Это одно из преимуществ данного класса приборов, типичные представители которых представлены на рис. 1. По результатам проведенных испытаний все датчики тока ПИТ (с диапазонами от единиц миллиампер до десятков килоампер) были сертифицированы и внесены в Государственный реестр средств измерений РФ под номером 74910-19.

Также были проведены испытания и сертифицированы преобразователи напряжения серии ПИН. Датчики этой серии предназначены для преобразования напряжения постоянного и (или) переменного токов в цепях, гальванически изолированных от выхода. Повышенные требо-

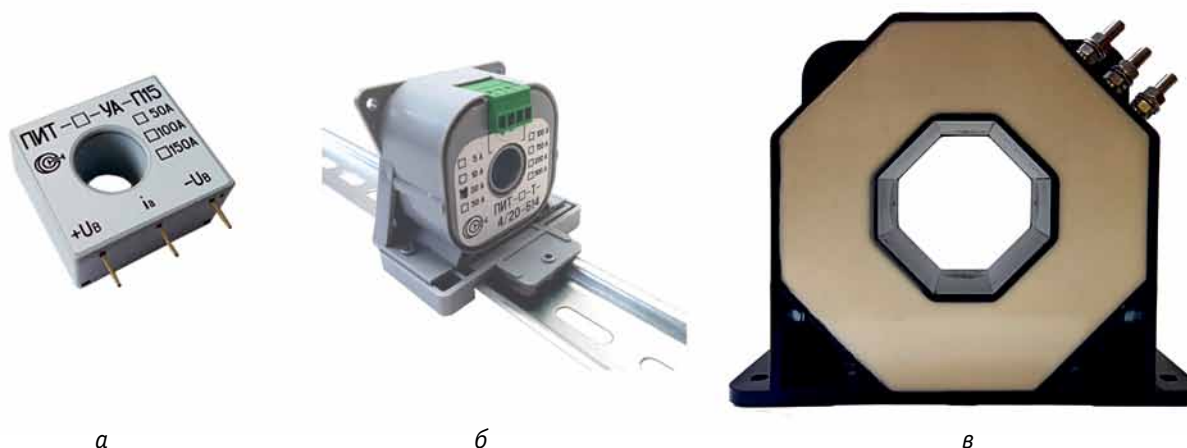


Рис. 1. Внешний вид типовых датчиков тока: *а* – для монтажа на печатную плату; *б* – для монтажа на DIN-рейку; *в* – для измерения тока до 4000 А с диаметром отверстия под токовую шину 60 мм

вания 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 от 1 до 6000 В (рис. 2) были внесены в Госреестр СИ РФ под номером 75210-19. Сертификация позволила расширить область применения этих приборов. Датчики оказались весьма востребованы для решения задач в самых разных отраслях народного хозяйства, для АСУ предприятий и АСУ технологических процессов. Такие датчики являются функциональными аналогами приборов многих зарубежных производителей и стали использоваться для их замены.

Аналоговые датчики напряжения серии ПИН преобразуют:

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

- ▶ среднеквадратичное значение напряжения постоянного и переменного тока в пропорциональное значение силы постоянного тока, соответствующее требованиям к стандартному интерфейсу «токовая петля»;

- ▶ среднеквадратичное значение напряжения переменного тока в пропорциональное значение силы постоянного тока, соответствующее требованиям к стандартному интерфейсу «токовая петля» 4–20 мА;

- ▶ среднеквадратичное значение напряжения постоянного и переменного тока в пропорциональное значение силы постоянного тока, соответствующее требованиям к стандартному интерфейсу «токовая петля» 4–20 мА; преобразование осуществляется с использованием специализированных способов гальванической изоляции.

Одновременно широкое применение датчиков напряжения и эксплуатация в самых разных условиях выявили их узкие места и, соответственно, обусловили возникновение новых требований к этим приборам.

Цифровая модель нового датчика напряжения

Наиболее существенными требованиями рынка к новому датчику являются уменьшение габаритных размеров, массы и снижение энергопотребления. Действительно, уже по

рис. 2б хорошо видно, что для обеспечения широкого диапазона измерений датчика до 6000 В и 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 перечисленные недостатки, пришлось пересмотреть подход к конструированию датчика и качеству его «начинки». Во главу угла было поставлено требование удобства использования такого прибора для потребителей. Многие из

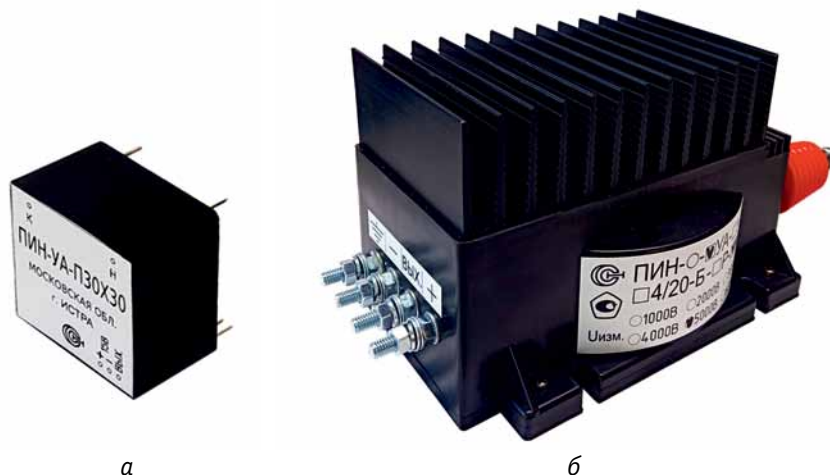


Рис. 2. Внешний вид датчиков напряжения серии ПИН: *а* – для измерения малых напряжений (до 500 В); *б* – для измерения больших напряжений (до 6000 В), с внешним токозадающим резистором



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: габариты 179 × 78 × 50 мм, подача измеряемого напряжения – непосредственно на вход датчика

них привыкли к аналоговому датчику напряжения предыдущей серии. Поэтому все посадочные места нового преобразователя напряжения ПНИ (рис. 3) остались прежними. Основные технические характеристики и функциональность тоже сохранены, что позволяет сделать переход на новые датчики наиболее безболезненным.

Модульный принцип конструирования в новом датчике позволил разместить все электронные компоненты на трех печатных платах, которые монтируются в корпус. Этот метод монтажа привел к снижению трудоемкости при сборке приборов. Кроме того, такой 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, это позволяет избавиться от громоздкого и тяжелого внешнего радиатора. При этом обеспечивается повышенная до 0,7% точность измерений и хорошая температурная стабильность.

Тем самым цифровой датчик стал легче своего аналогового предшественника на 25–30% при сохранении его основных характеристик и высокого уровня надежности. Например, в отличие от аналоговых датчиков серии ПИН, цифровой ПНИ имеет стабильную частотную характеристику, которая линейна в диапазоне от 0 до 14 кГц. Минимальная задержка сигнала, характерная для цифровых устройств, является задержкой используемого цифрового фильтра. Малое потребление прибора при питании ± 24 В постоянного тока представляет

собой дополнительное преимущество цифрового датчика.

Литература

1. Болотин О. А., Гребенщиков Н. Ю., Портной Г. Я., Разумовский К. П., Яценко О. Е. Новые серийные датчики тока и напряжения от российского производителя // Силовая электроника. 2023. № 6.
2. Болотин О. А., Гребенщиков Н. Ю., Портной Г. Я., Разумовский К. П., Яценко О. Е. Новые серийные датчики тока и напряжения в Госреестре СИ РФ // ИСУП. 2024. № 2.

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

16–18 СЕНТЯБРЯ 2025
МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ
КВЦ «ПАТРИОТ»

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНГРЕСС

СИНХРОНИЗАЦИЯ ОТРАСЛЕЙ
НОВЫЕ РЫНКИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ЛИДЕРСТВО

TECH-CONGRESS.RU

КОНГРЕССОЮЗ
мультиотраслевый союз

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ