

# Бесконтактные датчики положения.

## Проблемы выбора и практика применения

Александр КРИВОРУЧЕНКО  
sensor@etel.ru

**Разработчики и сотрудники служб эксплуатации на практике сталкиваются с двумя видами проблем при работе с датчиками положения: выбор датчика при конструировании оборудования и подбор датчика для замены вышедшего из строя.**

**Предприятие «Сенсор» уже более 16 лет занимается разработкой и производством бесконтактных датчиков положения. Советы и рекомендации наших специалистов, предлагаемые в данном цикле статей, помогут в решении этих проблем.**

### Классификация и общая схема выбора датчиков положения

Бесконтактные датчики положения (часто их называют просто датчики положения или бесконтактные выключатели) пришли на смену традиционным концевым выключателям более 20 лет назад, и теперь они широко применяются во всех отраслях промышленности для определения положения механизмов, счета и позиционирования продукции.

Датчики положения являются первичными источниками информации для систем автоматики, как на основе релейных или логических схем, так и на базе программируемых контроллеров. Надежность всей системы определяется надежностью элемента, наиболее подверженного воздействию дестабилизирующих факторов.

Именно бесконтактные датчики положения часто располагаются в зоне воздействия вибрации, пыли, воды, агрессивных жидкостей, предельных температур, электромагнитных помех, и надежность их работы определяет надежность работы всей системы управления.

Технические характеристики бесконтактных выключателей нормируются действующими стандартами, в частности ГОСТ Р 50030.5.2 99, соответствующим стандарту МЭК IEC 60947-5 2.

Предприятие «Сенсор» с помощью сертифицированной системы управления качеством обеспечивает выполнение требований ГОСТа, а значит и МЭК, что позволяет производить успешную замену дорогостоящих импортных датчиков положения на датчики «Сенсор».

Бесконтактные датчики положения классифицируются по следующим основным параметрам:

1. Принцип действия чувствительного элемента — индуктивный, оптический, емкостный и др.
2. Вид корпуса — цилиндрический, фланцевый, щелевой и др.
3. Расстояние срабатывания датчика и соответствующие ему размеры корпуса.
4. Индуктивные датчики различаются по условиям установки в конструкцию — утапливаемого и неутапливаемого исполнения, последним необходимо наличие вокруг чувствительного элемента датчика зоны, свободной от металла.
5. Напряжение питания и схема подключения — 220 В AC, 12-24 В DC; двух- и трехпроводные схемы подключения.
6. Функция коммутационного элемента — «НО», «НЗ», функция «ИЛИ», программируемая функция.
7. Способ подключения (электрический монтаж) — встроенный кабель, встроенная клеммная коробка, разъем.
8. Вид защиты выходного каскада от аварийных режимов (перегрузок по току, перенапряжений, ошибки полярности).
9. Модификация, определяющая изменение отдельных серийных параметров или возможность применения датчика в конкретных условиях эксплуатации. Нормальные условия эксплуатации серийных индуктивных датчиков «Сенсор»: IP67; -45...+80 °C; вибростойкость 8 g при 10-100 Гц; ЭМС по ГОСТ Р 51317.

Параметры пунктов 1-4 и 9 определяют конструктивное исполнение датчика и его

конструктивную совместимость с оборудованием и условиями эксплуатации. Остальные параметры определяют совместимость датчика со схемой электроавтоматики.

Более подробно классификация и значения параметров отражены в каталоге «Сенсор» или на сайте предприятия: [www.sensor-com.ru](http://www.sensor-com.ru).

Выбор по виду чувствительного элемента производится в первую очередь, как при разработке, так и при замене датчика.

При разработке нового оборудования приведенный в классификации порядок следования параметров, как правило, соответствует порядку пошагового выбора параметров требуемого датчика.

При замене вышедшего из строя датчика электрическую схему оборудования изменить невозможно или нецелесообразно, и приоритетно рассматривается ряд датчиков с соответствующим напряжением питания и схемой подключения (п. 5).

Далее приводятся рекомендации по выбору индуктивных датчиков. Рекомендации по выбору и применению других датчиков положения будут приведены в последующих публикациях.

### Рекомендации по выбору и замене индуктивных датчиков положения

Индуктивные датчики срабатывают при приближении к их чувствительному элементу металлической пластины или конструкции (рис. 1).

Эти устройства применяются повсеместно, благодаря их работоспособности в широком диапазоне температур и надежности в тяжелых промышленных условиях.

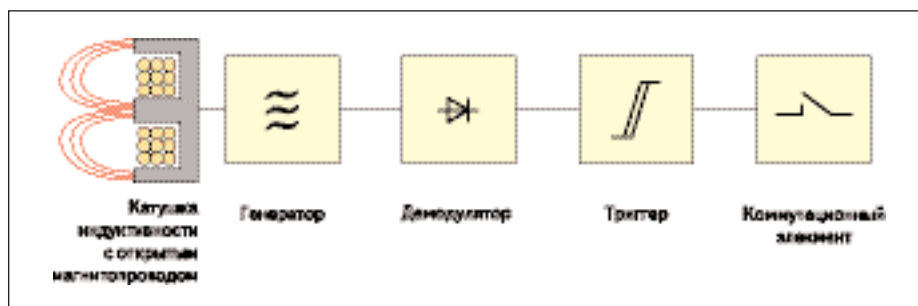


Рис. 1. Функциональная схема индуктивного датчика положения

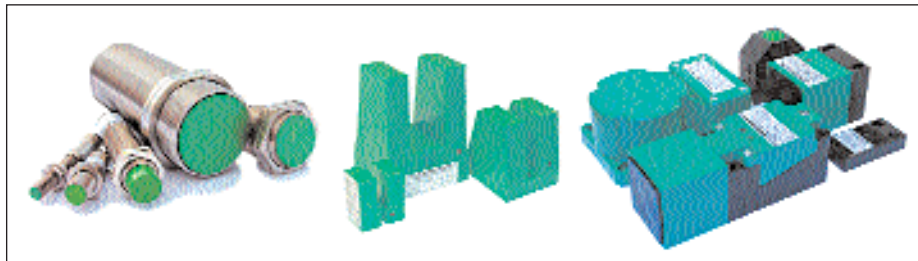


Рис. 2. Виды корпусов индуктивных датчиков

При разработке оборудования мы рекомендуем использовать наиболее применяемые датчики, они дешевле, технически совершеннее, легче заменяются.

Наиболее часто применяются индуктивные датчики, имеющие цилиндрический корпус с наружной резьбой и двумя гайками (рис. 2). Под пластиковым колпачком с одного торца корпуса находится чувствительный элемент. Этот корпус позволяет легко обеспечить установку и регулировку положения датчика относительно объекта воздействия.

Относительная простота конструкции делает индуктивные датчики наиболее дешевыми среди прочих видов. Цена наиболее применяемых индуктивных датчиков «Сенсор» составляет 300–500 руб.

Функциональные параметры индуктивного датчика определяют характеристики его чувствительного и полупроводникового коммутационного элементов.

Номинальное расстояние срабатывания ( $S_n$ ) — основной параметр датчика, нормируемый для данного типоразмера при номинальном напряжении питания и температуре. Расстояние срабатывание увеличивается с ростом габаритов чувствительного элемента и, соответственно, с ростом габаритов датчика.

Согласно ГОСТ Р 50030.5.2-99 индуктивный датчик должен срабатывать в гарантированном интервале срабатывания, а именно в диапазоне от 0 (то есть от поверхности чувствительной головки датчика) до 81% от заявляемого  $S_n$  для стандартизированного стального объекта воздействия.

Интервал срабатывания датчиков объективно зависит от температуры окружающей среды.

В сравнении с изделиями других фирм серийные индуктивные датчики «Сенсор» от-

личаются стабильностью расстояния срабатывания в диапазоне температур от  $-45$  до  $+80$  °С, что значительно превышает требования ГОСТа. Выпускаются также холодоустойчивые датчики ( $-55$  °С) и датчики для работы при повышенной температуре.

Как правило, датчик устанавливается так, чтобы объект воздействия (подвижный элемент конструкции) двигался параллельно чувствительной поверхности устройства.

Выбор номинального расстояния срабатывания, а следовательно и размера датчика, определяется люфтами подвижных элементов конструкции, перемещение которых контролирует это устройство. Люфт объекта воздействия, или амплитуда перемещений объекта воздействия, в плоскости, перпендикулярной активной поверхности чувствительного элемента, не должен превышать гарантированный интервал срабатывания, иначе, даже при правильной регулировке, объект может не вы-

звать срабатывание датчика или столкнуться с его чувствительной головкой. На практике, для надежной работы люфт должен быть в 2–3 раза меньше гарантированного интервала срабатывания.

Если объект воздействия перемещается с люфтом, то точка срабатывания датчика при прочих равных условиях может меняться, что приводит, в частности, к изменению точки останова механизма (рис. 3).

Для повышения точности позиционирования контролируемых объектов на станочном и другом оборудовании могут быть рекомендованы датчики положения в корпусе щелевого типа. Датчики в таком корпусе имеют меньшую зависимость точки срабатывания от люфта, но при люфтах более 1–3 мм применение их нежелательно, так как, имея паз для объекта воздействия шириной 6–25 мм, они могут быть повреждены при регулировке или эксплуатации.

Различаются датчики утапливаемого исполнения (допускающие установку заподлицо в металл) и неутапливаемого. Во втором случае датчики имеют большее расстояние срабатывания при том же размере корпуса и при цилиндрическом корпусе легко узнаются по выступающему на 2–15 мм пластмассовому колпачку. Ограничения на расположение относительно металлических конструкций индуктивных датчиков неутапливаемого исполнения приведены в каталоге «Сенсор».

Стандартный ряд расстояний срабатывания и соответствующих габаритов индуктивных датчиков положения приведен в таблице 1. Датчики промежуточных размеров являются нестандартными и не рекомендуются для применения в новых разработках, поскольку в будущем поставка нестандартных изделий может быть прекращена.

Например, распространенные на старом отечественном оборудовании изделия серии БТП 101...104 (диаметр корпуса 24 мм,  $S_n = 8$  мм, питание 24 В) сняты с производства. Для замены в старом оборудовании можно использовать их аналог марки «Сенсор» — ВБИ-М24-72С-1113-3,

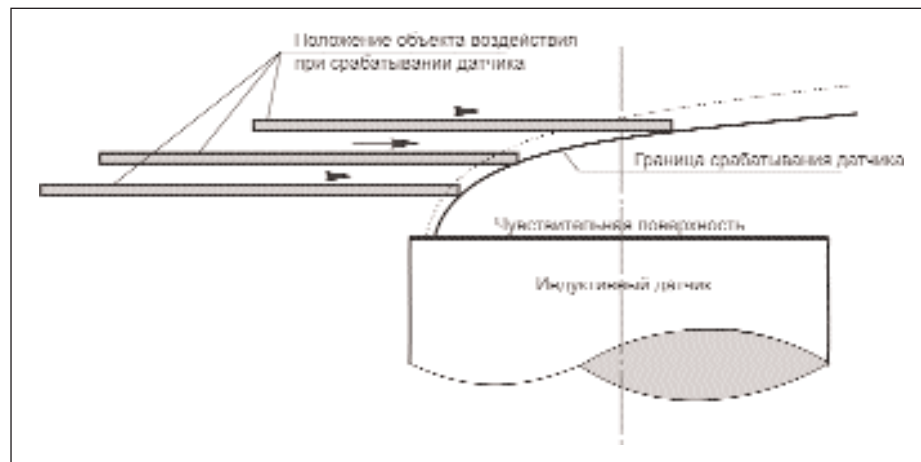


Рис. 3. Граница срабатывания бесконтактного индуктивного датчика

**Таблица 1.** Стандартные размеры и расстояния срабатывания индуктивных датчиков

Диаметр резьбы корпуса и диаметр чувствительного элемента датчика	Цилиндр М8	Цилиндр М12	Цилиндр М18	Цилиндр М30	Фланцевый Ф60
Sn датчика утапливаемого исполнения, мм	1,5	2	5	10	25
Sn датчика неутапливаемого исполнения, мм	2,5	4	8	15	35

**Таблица 2.** Трех- и четырехпроводные схемы подключения датчиков

	Нормально-открытый (NO) полупроводниковый контакт	Нормально-закрытый (NC) полупроводниковый контакт	Универсальный (NO+NC) полупроводниковый контакт (функция ИЛИ)
Датчик с PNP-выходом для применения в схемах с общим минусом			
Датчик с NPN-выходом для применения в схемах с общим плюсом			

но при разработке рекомендуется применять ВБИ-М30-76У-1113-3 (диаметр корпуса 30 мм, Sn = 10 мм) или ВБИ-М18-76У-2113-3 (диаметр корпуса 18 мм, Sn = 8 мм).

При выборе электрических параметров датчиков в первую очередь следует определить, каково будет напряжение питания и какой — схема подключения.

Для сетей постоянного тока 12–24 В используются датчики с двух- и трехпроводной (четырёхпроводной) схемой подключения (таблица 2).

В схемах электрооборудования постоянного тока с общим минусом применяются трехпроводные (четырёхпроводные) датчики с общим минусом (PNP-выход). В схемах электрооборудования с общим плюсом применяются трехпроводные (четырёхпроводные) датчики с общим плюсом (NPN-выход). Название соответствует типу силового транзистора выходного каскада датчика. Нагрузка датчика подключается между выходом (выходами) и общим выводом схемы.

Датчики с разным типом выхода не взаимозаменяемы.

Наибольшее применение находят датчики с напряжением питания 24 В постоянного тока с PNP-выходом.

Индуктивные датчики постоянного тока с двухпроводной схемой подключения применяются реже. При грамотном монтаже они более помехоустойчивы, но не имеют защиты от перегрузок. Нагрузка двухпроводных датчиков включается в цепь питания последовательно с датчиком.

Индуктивные датчики переменного тока напряжением 20–250 В имеют двухпроводную схему подключения. Номинальный ток 250 мА позволяет использовать эти датчики для непосредственного управления пускателем, контактором, золотником и т. п. Применение индуктивных датчиков переменного тока 220 В позволяет снизить стоимость электрооборудования в простых схемах электроавтоматики за счет исклю-

чения блока питания, промежуточных реле и защитных конструкций для оборудования.

Новинкой фирмы «Сенсор» являются универсальные двухпроводные индуктивные датчики, имеющие возможность работать при напряжении питания как переменного, так и постоянного тока 20–250 В. Что важно, они имеют защиту от перегрузок и КЗ. Пример типоразмера — ВБИ-М30-76С-1351-3.

Выбор коммутационной функции датчика допускает несколько большую свободу.

С точки зрения универсальности применения и оптимизации складских запасов потребителя мы рекомендуем использовать датчики с функцией коммутационного элемента «ИЛИ» (замыкающий и размыкающий контакты), особенно вместо датчиков с функцией «НЗ» (размыкающий контакт). По цене у фирмы «Сенсор» они одинаковы.

Большинство датчиков положения «Сенсор» имеют встроенную защиту выходного каскада от выбросов напряжения, ошибки в полярности питания, от перегрузок по току и короткого замыкания нагрузки (буквы «З» и «С» в обозначении). Именно такие датчики «выживают» в наших условиях эксплуатации электрооборудования и соответственно пользуются спросом.



**Рис. 4.** Виды разъемов и клеммных коробок датчиков ВБИ

Однако в оборудовании с протяженными коммуникациями (прокатные станы и т. п.) через длинные (с большой емкостью) провода подключения на датчик воздействуют броски тока, которые могут вызвать ложные срабатывания защиты от перегрузок по току. В этих случаях мы рекомендуем использовать датчики без токовой защиты (буква «Л» в обозначении).

По способу подключения наиболее применимы (и имеют меньшую цену) датчики со встроенным кабелем. Но там, где вероятна частая замена датчика (например, по причине механической поломки) или есть сложность в прокладке встроенного кабеля датчика, целесообразно использовать устройства с подключением через разъем или встроенную клеммную коробку (рис. 4).

Если при срочной замене датчика нет возможности приобрести полный его аналог, то можно рассматривать иные варианты, особенно по условиям установки, коммутационной функции и способу подключения. Консультации специалистов «Сенсор» в этом случае могут быть полезны.

## Нестандартные индуктивные датчики

Чаще всего, естественно, используются стандартизованные датчики, но реальные потребности заказчиков стали основанием для разработки специалистами компании «Сенсор» индуктивных датчиков специального назначения.

Они сейчас будут представлены отдельными сериями. Знакомство с ними может быть полезно разработчикам и работникам служб эксплуатации.

Индуктивные датчики с номинальным расстоянием Sn = 150 мм применимы в оборудовании с большими колебаниями объекта воздействия, например, в прокатных и трубопрокатных станах, зерновых элеваторах и т. п. Размеры датчика 270×165×110 мм. Наиболее применимый типоразмер этой серии ВБИ-Ф270-110У-3А.

Датчик контроля скорости является индуктивным датчиком со встроенной схемой контроля частоты импульсов. Определяя частоту вращения объекта, он сравнивает ее с заданной в самом датчике максимальной или минимальной пороговой частотой. В случае превышения или снижения частоты вращения относительно пороговой выдается сигнал на систему управления. Обычно этот датчик применяется для контроля остановки или снижения скорости вращения (движения) таких устройств, как конвейеры, транспортеры, барабаны, он может применяться для выявления аварийного проскальзывания ленты на транспортере. Применение ДКС позволяет в таких случаях «не плодить сущности без надобности» и обойтись без применения таймеров, счетчиков, контроллеров. Напряжение питания датчика — 10–30 В DC или

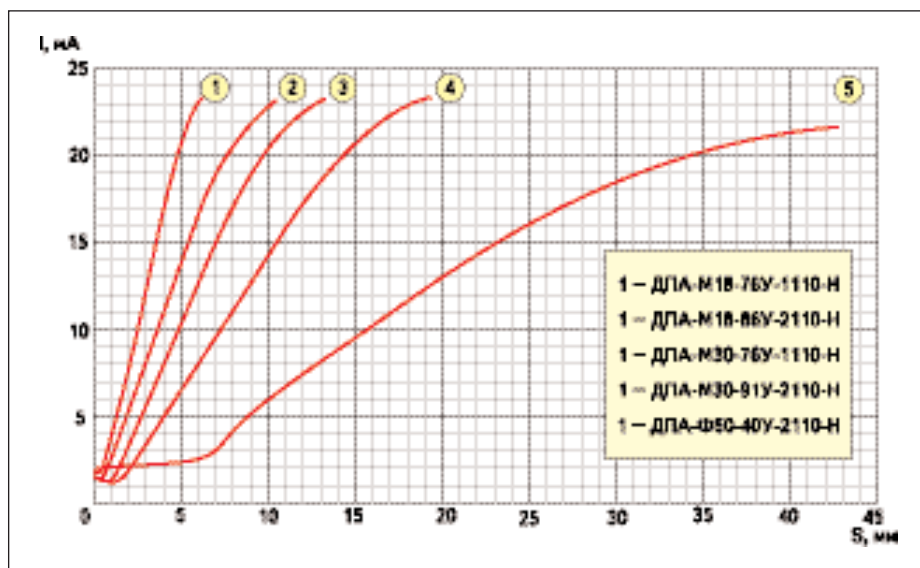


Рис. 5. Зависимость выходного тока от расстояния в датчиках серии ДПА

90–250 В АС, цена этого устройства невысока. Наиболее применяемый типоразмер этой серии ДКС-М30-81У-1251-ЛА.01.

Для применения во взрывоопасных зонах выпускается серия бесконтактных индуктив-

ных датчиков взрывобезопасного исполнения с номинальным расстоянием срабатывания от 1,5 до 15 мм. Разрешение на применение — № РРС 00-19692. Пример типоразмера — ДВИ-М18-44С-2130-Х.

Индуктивные датчики с аналоговым выходом серии ДПА преобразуют значение расстояния между активной поверхностью датчика и объектом воздействия в величину токового сигнала на выходе. В определенном диапазоне эта зависимость линейна (рис. 5).

Эти устройства применяются как простые и малоинерционные датчики регуляторов положения в системах управления. Наибольшее применение они находят в системах регулировки натяжения ленты, троса, провода в кабельном производстве.

## Заключение

Рациональность, эффективность технического решения часто зависят от объема той технической информации, которой владеет специалист, и его опыта.

На протяжении многих лет сотрудничества с заказчиками нашей продукции мы имели возможность обобщить их опыт эксплуатации бесконтактных датчиков положения.

Этой информацией мы поделились с вами, и надеемся, что данная серия статей поможет принимать грамотные, рациональные решения в вашей производственной деятельности. ■