

ДАТЧИКИ ПРИБЛИЖЕНИЯ КОМПАНИИ KLASCHKA

Немецкая компания KLASCHKA Elektronik разрабатывает и производит множество разнообразных электронных компонентов и приборов: от промышленных контроллеров и ЭВМ до шкафов управления. В частности, компания выпускает около 1500 наименований датчиков, используемых в автоматике многих отраслей промышленности.

Большинство датчиков в номенклатурном перечне компании KLASCHKA – это датчики приближения. Сигналы на их выходе всегда связаны с приближением к ним объекта воздействия. Эти датчики (табл.1) являются бесконтактными: их рабочие поверхности не контактируют с оборудованием, не влияют на его работу и не подвержены механическому износу. Они не чувствительны к загрязнениям, устойчивы к вибрации и работают в широком диапазоне температур. В качестве бесконтактных выключателей и измерителей с малым временем срабатывания они широко используются в автоматическом оборудовании, промышленных роботах, на транспорте и в других областях для фиксации положения автоматизированных механизмов. Их применяют для автоматического распознавания типа материалов, измерения размеров и динамических характеристик (рис.1). Они также работают в системах безопасности, охраны, защиты окружающей среды.

К преимуществам бесконтактных датчиков приближения кроме надежности и точности можно отнести простоту их установки и наладки.

Таблица 1. Основные характеристики датчиков приближения KLASCHKA

Типы датчиков	Объекты реагирования	Типоразмер, Ø мм	Расстояние срабатывания, мм	Частота коммутаций f_{max} , Гц
Индуктивные Ferro	Черные металлы	8–240	2–200	10 000
Индуктивные Allmetall	Все металлы	4–80	0,9–80	20 000
Емкостные	Металлы	12–60	1–50	20 000
Емкостные	Неметаллы	12–80	3–60	10 000
Магниточувствительные	Магнитные материалы	12–18	0,9–2,5	30 000
Акустические	Твердое тело	12–60	100–6000	12
Оптические	Твердое тело, жидкость	8–30	50–20 000	100

В. Коснырев
vladimirk@zolshar.ru

Все типы датчиков выпускаются в нескольких вариантах, различающихся по конструктивному исполнению, размерам, напряжениям питания, защите, аксессуарам.

ИНДУКТИВНЫЕ ДАТЧИКИ ПРИБЛИЖЕНИЯ

Индуктивные датчики приближения (рис.2) составляют одну из самых многочисленных групп датчиков, выпускаемых компанией KLASCHKA. Чувствительный элемент индуктивного датчика приближения – индуктивность – является колебательным контуром генератора, к выходу которого подключен дискриминатор с усилителем (рис.3).

Генератор вырабатывает высокочастотные колебания, переменное магнитное поле которых излучается катушкой на открытой стороне ферритового сердечника. При приближении металлического предмета на определенное расстояние к индуктивности энергия колебательного контура поглощается и расходуется на перемагничивание и образование вихревых токов. На достаточно малом расстоянии поглощение энергии становится максимальным, амплитуда колебаний генератора уменьшается, и дискриминатор, реагируя на этот процесс, выдает сигнал. Величина переменного магнитного поля, излучаемого датчиком, зависит от его размеров и является одним из факторов, определяющих расстояние срабатывания датчика.

Одна из основных технических характеристик индуктивных датчиков – максимальная частота срабатывания или, как ее еще называют, максимальная частота коммутаций f_{max} . Под этим термином понимают максимально возможное число включений датчика в секунду. Верхний предел частоты ком-



Рис. 1. Примеры применения датчиков приближения компании KLASCHKA

мутацій индуктивного датчика ограничен временем, которое необходимо для восстановления амплитуды колебаний генератора. От частоты коммутаций датчика зависит скорость его включения и собственное время срабатывания. В зависимости от размеров собственное время срабатывания "классических" индуктивных датчиков приближения составляет от 0,1 до 3–5 мс. У датчиков нового поколения этот показатель может быть менее 12 мкс.

Другая важная характеристика индуктивных датчиков – расстояние срабатывания s . Это расстояние, на котором приближающийся к активной поверхности датчика объект вызывает изменение его выходного сигнала. Величина s зависит как от размеров и формы активной поверхности,

так и от размеров и формы объекта воздействия, а также от материала, из которого этот объект изготовлен.

В соответствии со стандартом VDE 660/208 различаются номинальное s_n и рабочее s_a расстояния срабатывания. Их измеряют с помощью стандартной квадратной пластины толщиной 1 мм, изготовленной из материала Fe360. Стандарт ISO 630 определяет длину стороны измерительной пластины равной диаметру активной поверхности датчика или величине $\geq 3s_n$. Величина $s_e = 0,81 - 1,21 s_n$ по VDE 660/208, в свою очередь, определяется как эффективное расстояние срабатывания. Это расстояние, на котором частота срабатывания датчика приближается к его f_{max} . Рабочее расстояние срабатывания $s_a = 0,01 - 0,81 s_n$ соответствует надежному рабочему диапазону срабатывания.

По функциональному назначению индуктивные датчики можно условно разделить на три основные подгруппы: собственно датчики приближения, датчики расстояния и датчики пути (рис.4).

При приближении объекта на определенное расстояние уровень напряжения на выходе датчика приближения резко изменяется, а при удалении объекта от датчика напряжение возвращается к первоначальной величине (рис.4а). На графике видно, что датчик приближения имеет своеобразный "гистерезис", который обусловлен остаточными вихревыми токами.

В отличие от датчика приближения, напряжение на выходе датчика расстояния изменяется плавно – в зависимости от



Рис. 2. Индуктивные датчики компании KLASCHKA: радиационно стойкий датчик (а), датчик для измерения толщины стального листа (б), датчик Allmetal для измерения толщины листа цветного металла (в), датчик в защищенном (NAMUR) исполнении (г), датчик для контроля толщины металлической фольги (д)

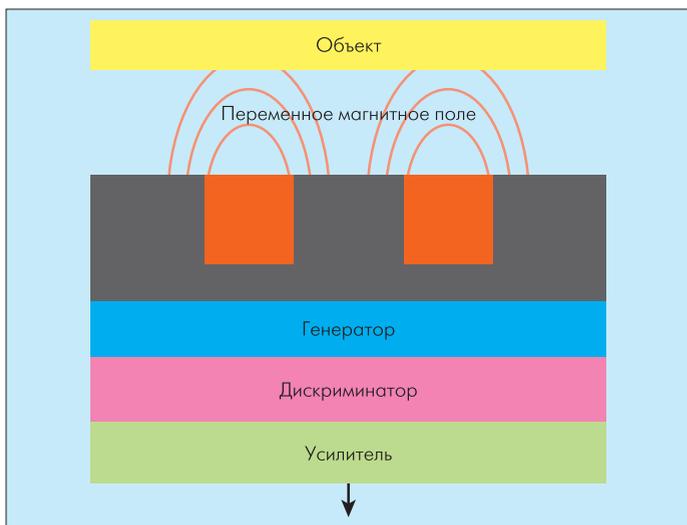


Рис.3. Устройство индуктивного датчика

расстояния до объекта (рис.4б). Величина напряжения на выходе датчика пропорциональна пути, пройденному объектом вдоль датчика (рис.4в).

Характеристики срабатывания датчика зависят от нескольких факторов, в том числе величины и формы катушки колебательного контура и материала сердечника. Круглые катушки образуют симметричное относительно оси датчика поле, определяющее зону срабатывания, которую можно упрощенно представить в виде двумерной модели (рис. 5). На рис.5 зона срабатывания датчика ограничена кривыми срабатывания K_a и K_b зеленого цвета. Промежуток H_s между этими линиями определяется "гистерезисом" датчика. Точки включения A_w и A_s расположены на внутренних кривых срабатывания, а точки выключения B_w и B_s — на внешних. Синим цветом обозначены объекты реагирования, а красные стрелки указывают направление их движения. Величина гистерезиса датчика при фронтальном приближении объекта к датчику (на рис.5 сверху вниз) несколько больше, чем при боковом. При этом гистерезис тем меньше, чем меньше расстояние s_n при боковом приближении.

В зависимости от материала объекта реагирования индуктивные датчики компании KLASCHKA делятся на две группы — Ferro и Allmetall.

Основной объект срабатывания датчиков Ferro — это сплавы железа (сталь, чугун), хотя эти датчики реагируют и на другие металлы. Они выпускаются в разных вариантах: цилиндрические, в форме параллелепипеда, с торцевым и боковым расположением активной зоны, с токами нагрузки от 0,1 до 0,5 А, различными схемами коммутаций на выходе.

Серия двухполюсных индуктивных датчиков Ferro AC DC-2, предназначенных для работы в цепях постоянного и переменного тока, состоит из шести конструктивных рядов: от IAB-8eg до IAB-80fq по каталогу KLASCHKA. В составе серии — 23 наименования датчиков с размерами активной зоны от 8 до 80 мм. Двухполюсные датчики с рабочим переменным напряжением от 20 до 250 В в настоящее время применяются

реже, так как промышленная аппаратура автоматического управления, построенная на контакторах и электромагнитных реле переменного тока, повсеместно вытесняется микроконтроллерами. Эти датчики поставляются потребителям в основном как запасные части.

Серия трех- и четырехполюсных индуктивных датчиков Ferro DC-3/4 состоит из девяти конструктивных рядов: от IAD-8eg до IAD-80fr. В серию входит 160 наименований датчиков с размерами активной зоны от 8 до 80 мм, рабочим напряжением от 10 до 30 В, частотами коммутаций от 0,2 до 3,0 кГц, расстояниями срабатывания от 1,5 до 80 мм.

Плоские датчики Ferro DC-4A составляют серию из 22 датчиков диаметром активной зоны 120 и 240 мм, с частотой коммутаций до 2,2 кГц и временем срабатывания от 0,1 до 2 мс. Толщина этих датчиков — 20 мм. Они пригодны там, где допускается относительно большой разброс точности позиционирования крупногабаритных объектов, например для фиксации автотранспорта при автоматизированной погрузке или разгрузке.

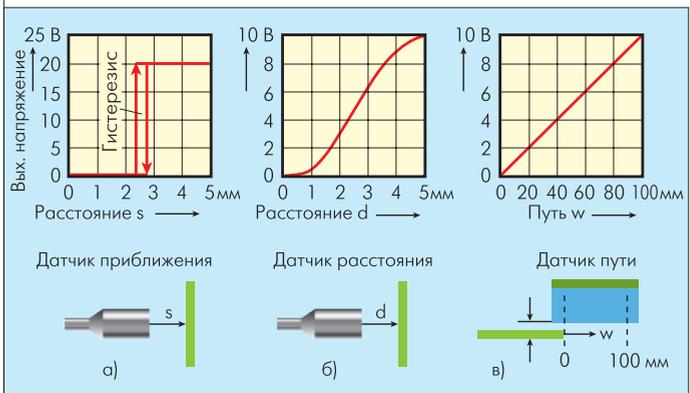


Рис.4. Изменение напряжения на выходах датчиков: приближения (а); расстояния (б); пути (в)

Название датчиков типа Allmetall ("Все металлы") указывает на то, что датчики этой группы реагируют на все металлы и их сплавы, как черные, так и цветные.

Серия трех- и четырехполюсных индуктивных датчиков Allmetall Standard состоит из восьми конструктивных рядов: от IAD/AHM-8eg до IAD/AHM-40fq. В составе серии 72 датчика с размерами активных зон от 8 до 80 мм, рабочими напряжениями от 10 до 30 В, частотами коммутаций от 15 до 25 кГц и расстояниями срабатывания от 1,5 до 40 мм.

Для сравнения расстояний срабатывания индуктивных датчиков разных групп применяется коэффициент пересчета R. Он показывает, во сколько раз расстояние срабатывания дат-

Таблица 2. Коэффициент пересчета расстояния срабатывания

Материалы	Датчики Ferro	Датчики Allmetall
Железо	1,00	1,00
Алюминий	0,33–0,42	1,00
Латунь	0,35–0,45	1,00
Легированная сталь	0,56–1,00	1,00
Медь	0,30–0,45	1,00
Чугун	0,88–1,00	1,00

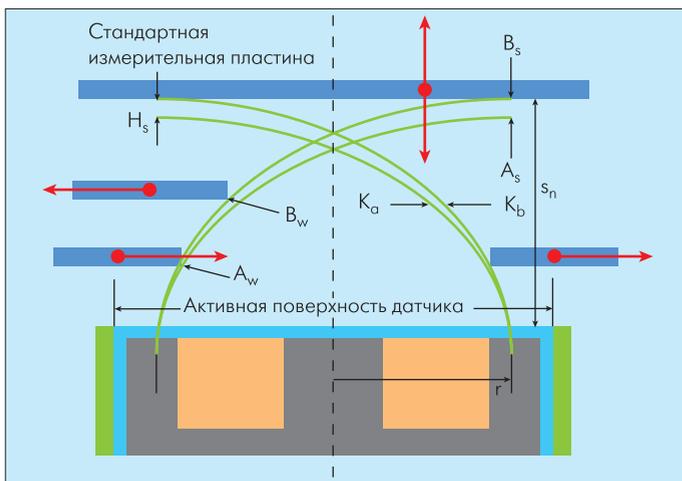


Рис.5. Зона срабатывания и гистерезис датчика

чика одной группы отличается от расстояния другой группы при реагировании на разные металлы (табл.2). Коэффициент пересчета для датчиков Allmetall одинаков для всех металлов и их сплавов и принимается равным единице (100%), а коэффициент пересчета для тех же материалов для индуктивных датчиков Ferro будет несколько меньше. Каждый датчик имеет индивидуальный коэффициент пересчета, который указан в технической документации.

Датчики Allmetall имеют ряд преимуществ по сравнению с датчиками Ferro. Частота их коммутаций выше, чем у Ferro (табл.3), а время срабатывания меньше. Датчики Allmetall для измерения пути и расстояния имеют более высокую точность срабатывания при большем возможном расстоянии срабатывания.

Компания KLASCHKA выпускает индуктивные датчики специального применения для эксплуатации в условиях неблагоприятных воздействий внешней среды при высокой запыленности, влажности, в широком температурном диапазоне. Так, для оснащения сварочных автоматов, которые задействуются в цехах сборки кузовов автомобилей и арматурных цехах заводов железобетонных конструкций, выпускается специальная серия трех- и четырехполюсных индуктивных датчиков Allmetall Automotive, состоящая из двух конструктивных рядов IAD/AHMS-8eg и IAD/AHM-40aq. В состав серии входит 22 датчика с размерами рабочей зоны от 12 до 80 мм, рабочим напряжением от 10 до 30 В, частотами коммутаций от 15 до 20 кГц и расстояниями срабатывания от 1,5 до 40 мм. Время срабатывания этих датчиков составляет от 25 до 33 мкс. Датчики Allmetall Automotive устойчивы к сильным магнитным полям, возбуждаемым большими токами в проводах сварочных автоматов. Хотя они разрабатывались

Таблица 3. Максимальные частоты коммутаций индуктивных датчиков различных диаметров

Тип датчика	Максимальная частота коммутаций, кГц			
	Ø датчика 8 мм	Ø датчика 18 мм	Ø датчика 40 мм	Ø датчика 80 мм
Ferro	9,5	2,8	1,0	0,4
Allmetall	22	20	20	18

для автоматических сборочных линий автозаводов, сегодня эта серия наряду с другими сериями индуктивных датчиков широко применяется в производственной автоматике других отраслей промышленности, в частности в энергетике.

Для особо опасных условий эксплуатации, например в зонах сильной загазованности и повышенной пожарной опасности (шахты, нефтегазовые установки и терминалы, химические производства), выпускаются специальные индуктивные взрывозащищенные датчики, которые соответствуют требованиям спецификации NAMUR и стандарта DIN 19 234. Для использования в условиях воздействия сильных электрических и радиационных полей на атомных электростанциях, а также для работы под высоким давлением и даже под водой выпускаются специальные индуктивные датчики по спецификациям заказчика.

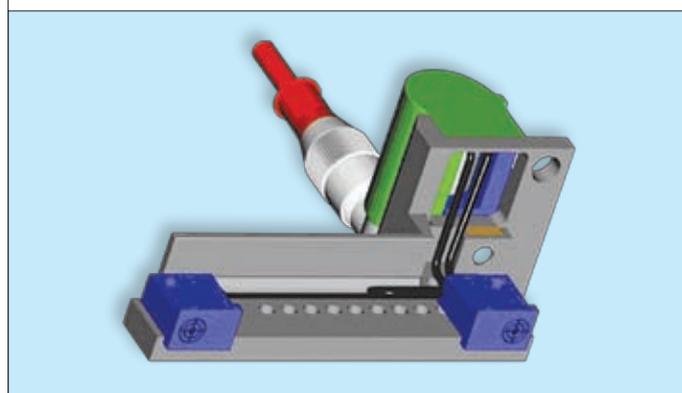


Рис.6. Двойной датчик с консолью

Двойные датчики предназначены для замены пар индуктивных датчиков. Двойной датчик представляет собой два датчика, имеющих общую схему коммутации выходного сигнала и установленных на специальную консоль (рис.6). Использование вместо двух датчиков одного двойного позволяет предварительно, до установки в оборудование, задать необходимые расстояния срабатывания и правильно сориентировать активные поверхности. Двойные датчики применяют для фиксации конечных положений исполнительных механизмов, например пневмоцилиндров промышленных автоматов. Это сокращает время наладки и повышает надежность автоматического устройства. Выпускается стандартный

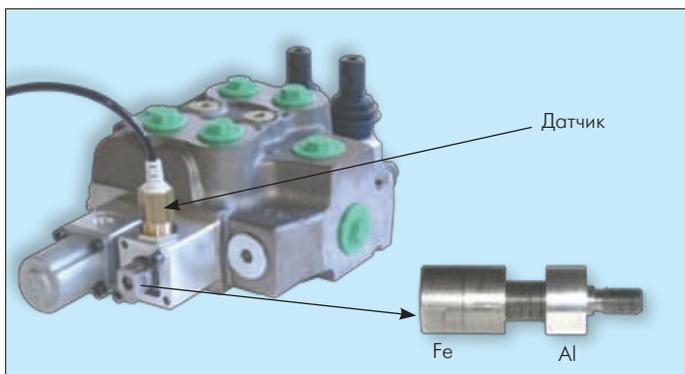


Рис.7. Устройство управления штоком трубопроводного вентиля

ряд из восьми типов двойных датчиков на основе 8-, 12- и 18-миллиметровых датчиков Ferro IAD2, 4 с несколькими вариантами консолей.

Измерительные датчики используются в автоматическом оборудовании, где требуется различать толщину листового материала. Компания KLASCHKA выпускает серию индуктивных измерительных датчиков IGm-40sx, позволяющих контролировать толщину металлических листов от 0,3 до 14 мм. Эти датчики применяются в устройствах автоматической подачи стального листа на обрабатывающие установки, где слипание листов может привести к аварии и порче дорогостоящего оборудования. Все датчики этой серии соответствуют требованиям NAMUR и стандарта DIN 19 234.

Встроенные датчики применяются в составе различных устройств автоматики, выпускаемых компанией KLASCHKA. Они имеют конструктивные особенности (размеры корпуса, способ крепления), определяемые соответствующим устройством. Например, устройство с встроенным индуктивным 18-миллиметровым датчиком Ferro IVA-2ds обеспечивает управление штоком трубопроводной задвижки или вентиля (рис.7). Оно предназначено для автоматизации управления запорной арматурой трубопроводов нефтебаз, технологических установок, городских водопроводных и тепловых сетей.

Принцип работы устройства основан на способности индуктивных датчиков по-разному реагировать на различные металлы. Одновременно со штоком редуктора, управляющего задвижкой, движется жестко соединенный с ним стержень с втулками из сплава железа и алюминия (рис.7,8). При перемещении втулок относительно датчика напряжение на выходе датчика будет изменяться так, как показано на гра-

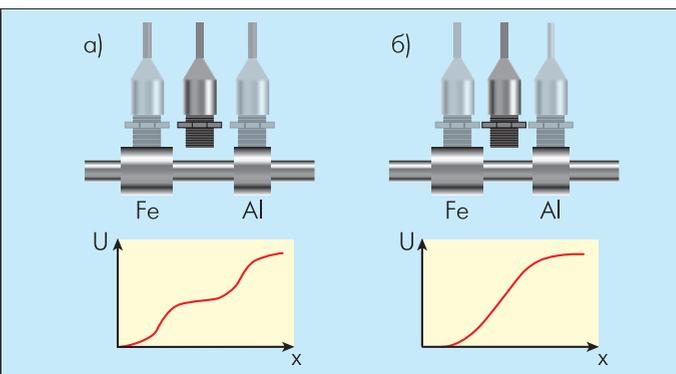


Рис.8. Зависимость выходного напряжения датчика от его положения при большом (а) и малом (б) расстояниях между втулками

фиках (см. рис.8). При увеличенном расстоянии между втулками на графике напряжения появляется "полка", которая служит указателем среднего положения штока (рис.8а). При некотором уменьшении расстояния между втулками "полка" исчезает, и зависимость напряжения от пути становится плавной (рис.8б). Датчики IVA-2ds подключаются напрямую к промышленному контроллеру SECONIX MX (производства KLASCHKA), управляющему несколькими задвижками.

Импульсный датчик вращения используется для измерения скорости вращения (рис.9). Он состоит из стального перфорированного диска толщиной 1 мм, индуктивного датчика Ferro и детектора вращения ADN2s-1,25 (на рис.9 не показан) производства компании KLASCHKA. Датчик работает оптимально при скважности импульсов 0,5 и соблюдении следующих соотношений между величинами, указанными на рис.9: $s_a = 0,6 s$, $b \approx 2d$, $e \approx d$, $T = b + e$, $R = zT/(2\pi)$, где s_a – рабочее расстояние срабатывания, z – число отверстий в диске. В этом случае частота коммутаций $f = zn/60$, где n – скорость вращения диска (об/мин).

Если, кроме измерения скорости вращения, необходимо определять направление вращения, то устанавливают второй индуктивный датчик. Работа устройства понятна из диаграммы входных и выходных сигналов на детекторе вращения (рис.10). На входы детектора поступают сигналы от двух датчиков с разностью фаз 0,25 периода. Пока сигналы поступают, на первом и втором выходах детектора соответственно высокий и низкий уровень напряжения. Когда на входы детектора перестают поступать сигналы, то на первом выходе вырабатывается импульс останова длительностью $t_{ост}$. В результате напряжения на обоих выходах становятся равными нулю. Если направление не изменилось, при возобновлении вращения электрические сигналы принимают такой вид, как слева от импульса останова (от вертикальных штриховых линий). При перемене направления вращения сигналы принимают вид, аналогичный виду справа от импульса останова.

Детектор вращения ADN2s-1,25 имеет следующие основные технические характеристики:

Число подключаемых датчиков	4
Число выходов	4

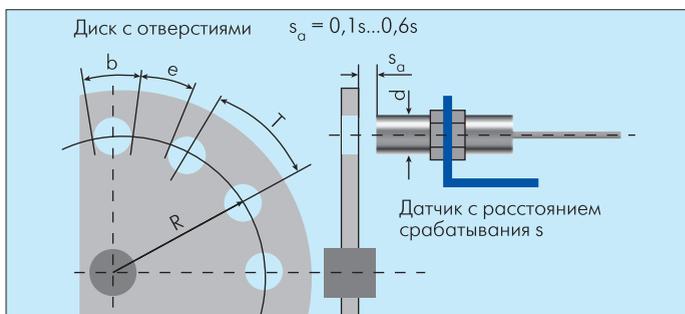


Рис.9. Схема работы импульсного датчика скорости вращения

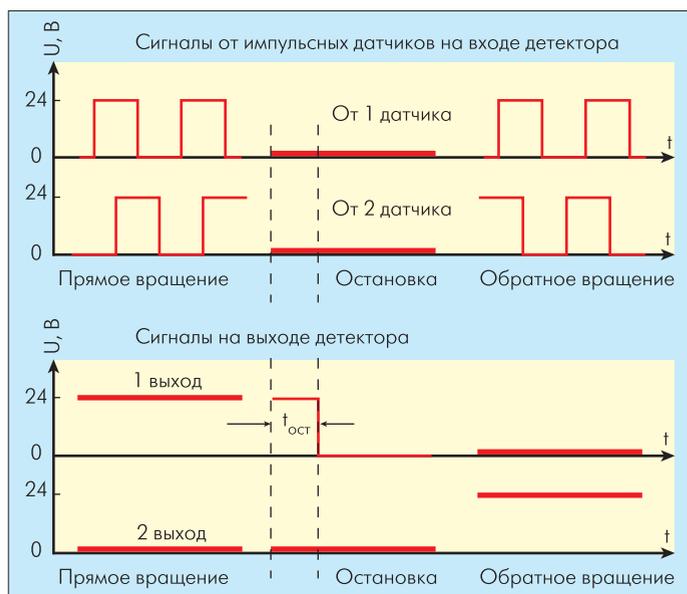


Рис. 10. Сигналы на входе и выходе детектора вращения ADN2s-1,25

Диапазон частот входных сигналов, кГц..... 0,01–3
 Уровни входного импульсного напряжения TTL
 Выходной ток нагрузки на каждом из выходов, мА 200
 Размеры герметичного (IP 68) корпуса, мм..... 45×110×32
 Если невозможно использовать металлический диск, то применяют диск из фольгированного стеклотекстолита ФР-4 толщиной 1,2–1,5 мм, на котором вместо отверстий методом травления формируются медные диски.

МАГНИТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ДАТЧИКИ

Магниточувствительные датчики (рис.11) в качестве чувствительного элемента используют магниточувствительный резистор или элемент Холла. Объектами реагирования для этих датчиков служат магнитные материалы. На выходе датчики выдают импульсы напряжения, следующие с частотой коммутаций, поэтому иногда их называют импульсными. Компания KLASCHKA выпускает быстродействующие датчики с частотой коммутаций до 30 кГц, что выше средней величины для аналогичных устройств, представленных сегодня на рынке. Более высокая по сравнению с индуктивными датчиками частота коммутаций магниточувствительных датчиков объясняется отсутствием у них инерционных процессов, подобных гистерезису, и малыми размерами чувствительных элементов.

Благодаря малым размерам чувствительного элемента точность срабатывания этих датчиков значительно выше, чем индуктивных и емкостных.

Магниточувствительные датчики применяются в основном для контроля скорости вращающихся с высокими скоростями частей механизмов, валов двигателей, зубчатых колес (рис. 12). При измерении скорости вращения зубчатого колеса с помощью датчика основное значение имеет соотношение его диаметра и количества зубьев. Для оценки этого соотношения используется так называемый модуль (М), величина которого равна расстоянию между двумя соседними зубьями колеса (см. рис.12) и всегда кратна числу π. Так, модуль М1 = 3,14 мм; М2 = 6,28 мм; М3 = 9,42 мм; М4 = 12,56 мм и т.д. Например, при диаметре колеса D=90 мм и модуле М3, что соответствует расстоянию между зубьями 9,42 мм, количество зубьев на колесе $n = \pi D/M = 30$.

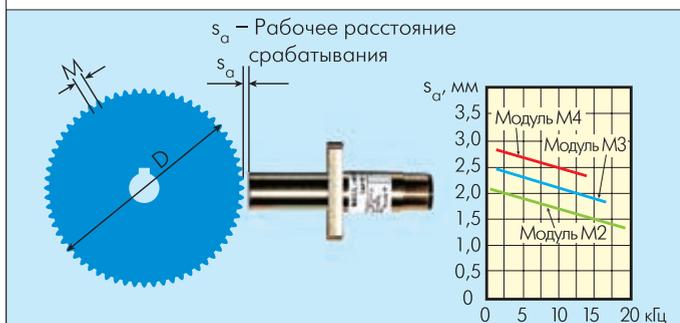


Рис. 12. Применение датчиков для измерения скорости вращающихся механизмов

Из графика зависимости рабочего расстояния срабатывания датчика (s_a) от частоты коммутаций (см. рис.12) видно, что чем больше величина модуля, то есть чем больше расстояние между зубьями, тем больше величина s_a .

Магниточувствительные датчики применяются в быстродействующих механизмах прядильных и вязальных машин, ткацких станков, турбинах электростанций. Выпускаются также кольцевые магниточувствительные датчики для поворотных механизмов и рулевого управления автопогрузчиков, автокранов и т.п.

ЕМКОСТНЫЕ ДАТЧИКИ

Принцип действия емкостных датчиков приближения (рис.13) подобен индуктивным датчикам. При этом, в отличие от

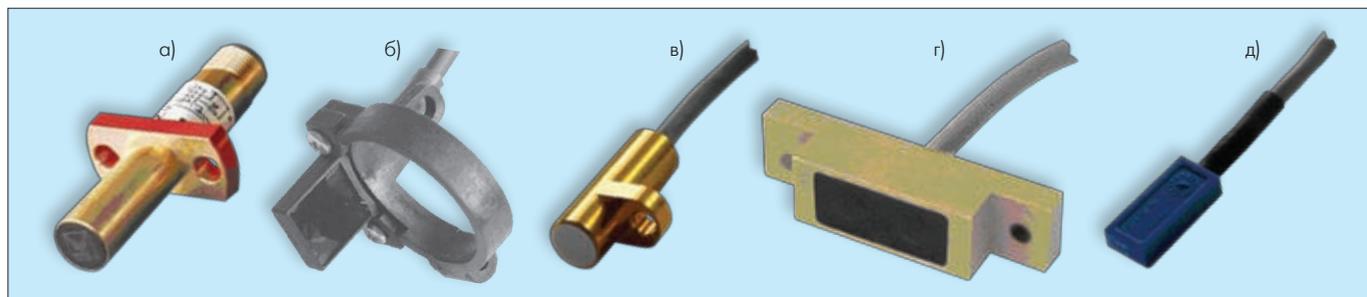


Рис. 11. Магниточувствительные датчики компании KLASCHKA: универсальный датчик (а), кольцевой датчик на элементах Холла (б), датчик для турбин и высокооборотных двигателей (в), быстродействующие датчики широкого применения (г, д)

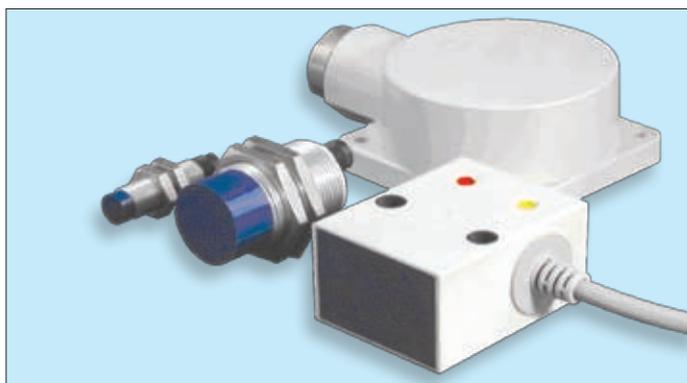


Рис. 13. Емкостные датчики компании KLASCHKA в различных исполнениях

индуктивных датчиков, чувствительным элементом в них служит не катушка индуктивности, а конденсатор, емкость которого изменяется при приближении к нему объекта. Эта группа датчиков условно делится на две подгруппы: металлические и неметаллические. Датчики из первой подгруппы реагируют на металлы, а из второй – на диэлектрики (пластмасса, бумага, картон, дерево, жидкости и т.п.). Емкостные датчики используются в автоматизированном оборудовании, где необходимы распознавание и контроль листовых материалов – фольги, пленок, бумаги и т.п. Частота коммутаций емкостных датчиков для неметаллов несколько ниже, чем у индуктивных датчиков, расстояния срабатывания приблизительно такие же.

Научно-техническая конференция

"Энергетика и силовая электроника"

5 сентября 2007 года состоится научно-техническая конференция "Энергетика и силовая электроника" на базе отдыха "ТЗ "Октябрь" в Тамбове.

Темы конференции:

- Автономные системы электроснабжения;
- Состояние и перспективы развития элементной базы для силовой электроники.

Оргкомитет:

- Ассоциация "Электропитание", секция "Научные проблемы электропитания" Научного Совета ПАН РФ по комплексной проблеме "Электрофизика, электроэнергетика, электротехника"
- ФГУ "22 ЦНИИ МО РФ"
- ЗАО "Аппаратура Систем Связи"
- "ТЗ "Октябрь"

Информационная поддержка – журнал "ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес"

Участники смогут продемонстрировать свою продукцию и разместить информацию в материалах конференции.

Заявки на выступления (с полным текстом) принимаются до 20 августа 2007 года.

На все вопросы о конференции Вам ответят Людмила Иванова Тихонова и Кристина Роландовна Павлова

Москва, ул. Штурвальная, д.3 корп.1,
ЗАО "Аппаратура Систем Связи"
Телефон/факс: (495) 105-50-12
E-mail: tihonova@escltd.ru

ДАТЧИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Датчики безопасности используются как в виде отдельных компонентов, так и в составе комплексных систем безопасности, поставляемых компанией KLASCHKA. Одна из них – система SIDENT (рис.14). Она предназначена для обеспечения регламентированного доступа в опасные производственные зоны, служебные или складские помещения, гаражи и т.п. Основными элементами системы являются датчики безопасности SIDENT-4, оснащенные транспондерной системой распознавания. Они устанавливаются на дверных коробках. Транспондеры используются персоналом в качестве переносного "ключа" или монтируются в ригель дверного замка. Транспондер, встроенный в ригель замка (см. рис.14), защищает от имитации запираения двери с помощью постороннего предмета вместо ригеля. Устройство распознавания датчика опрашивает транспондер и выдает соответствующий сигнал. Разблокирование датчика происходит, если транспондер находится в зоне его действия и кодовые номера датчика и транспондера соответствуют друг другу.

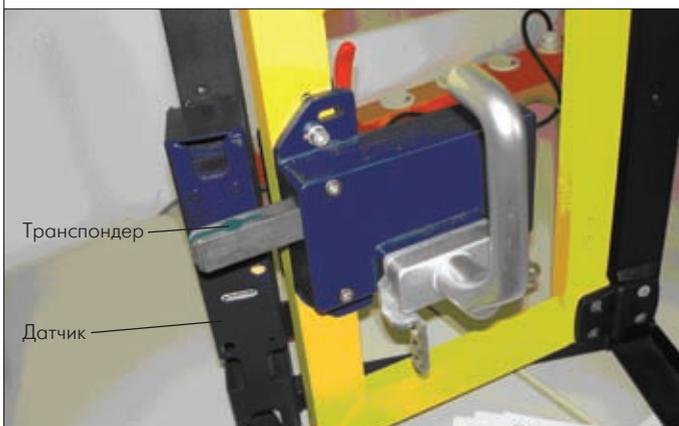


Рис. 14. Система безопасности SIDENT

Расстояние срабатывания датчика SIDENT-4 равно 20 мм, а ширина петли гистерезиса – 1–2 мм.

Датчики SIDENT-4 и система безопасности SIDENT полностью соответствуют стандартам безопасности групп А, В и С EN 292 и EN 1050 "Безопасность машин", EN 954-1 "Безопасность отдельных частей аппаратов управления" и EN 1088 "Запирающие устройства с возможностью блокировки". Датчик SIDENT-4 выпускается для четырех и пяти положений запираения (с четырьмя и пятью транспондерами, соответственно).

В настоящее время на основе системы SIDENT разработана и производится полностью автономная система безопасности SIDENT Y-UV с дистанционным контролем. Она предназначена для установки на люки подземных объектов водо- и газоснабжения, теплотрасс, хранилищ нефтепродуктов на нефтебазах и автозаправочных станциях.

Остается добавить, что на российском рынке с 2006 года продукцию компании KLASCHKA представляет официальный дистрибьютор – московская компания "Золотой Шар".