



## БЕСКОНТАКТНЫЕ ДАТЧИКИ ПОЛОЖЕНИЯ: емкостные, индуктивные, оптические

Литвин А.М., "ХОЛИТ Дэйта Системс", г. Киев

**Б**есконтактные датчики положения, или датчики приближения, или бесконтактные "концевики", а проще говоря, выключатели бесконтактные (ВБ) - это устройства, приводимые в действие внешним движущимся объектом без механического контакта, чем во многом обеспечивается высокая надежность систем, где они применяются. Такие датчики используются при контроле уровня жидких и сыпучих материалов, в станках с ЧПУ, в системах доступа, на автоматических линиях, в упаковочных автоматах. В системах управления ВБ выполняют функцию "концевиков", сигнализирующих о завершении выполнения исполнительным механизмом команды перемещения. Но этим применение ВБ не ограничивается, все не перечислить. А кроме классических ВБ, существуют датчики контроля скорости, датчики положения с аналоговым выходом, взрывобезопасные ВБ, оптические датчики метки и др., использующие бесконтактный чувствительный элемент.

Структура ВБ содержит три основных функциональных узла: Движущийся объект, попадая в зону чувствительности

ВБ, вызывает его срабатывание, при этом его коммутационный элемент включает/отключает нагрузку (обычно до 0.5А на постоянном или переменном токе).

Электрическая часть ВБ помещается в корпус, выполненный из алюминия, никелированной латуни, нержавеющей стали, полипропилена, полиамида или полистирола и для обеспечения работоспособности в "жестких условиях" эксплуатации герметизируется компаундом.

Ведущие мировые производители ВБ OMRON, TURCK, BALLUFF, PERPERL+FUCHS, SENCOP и др. разработа-

тывают и производят ВБ в соответствии с стандартом IEC 60947-5-2.

Классификация ВБ основывается на основных характеристиках, используемых обычно и в системе обозначений. Основным классификационным признаком ВБ следует считать принцип действия чувствительного элемента, в соответствии с которым наиболее распространенные датчики можно разделить по группам как:

- индуктивные (ВБИ);
- емкостные (ВБЕ);
- оптические (ВБО);
- ультразвуковые (ВБУ);
- магнитные (ВБМ).

В индуктивных датчиках создается электромагнитное поле в зоне чувствительности, а в емкостных - электрическое. В магнитных датчиках чувствительный элемент обнаруживает магнитное поле, а в оптических - объект, прерывающий или отражающий видимое или невидимое излучение.

Другими классификационными признаками ВБ являются условия установки в конструкцию (например ВБИ и ВБЕ производятся в утопленном или неутопленном исполнении), возможности коммутационного элемента (функция, тип выхода, схема подключения), особенности конструктивного исполнения.

### Основные термины и определения

**Активная поверхность.** Поверхность ВБ, излучающая и воспринимающая электромагнитное или электрическое поле.

**Относительная ось.** Ось, перпендикулярная активной поверхности и проходящая через ее центр.

**Объект воздействия.** Специальный объект, предназначенный для сравнительных измерений расстояний срабатывания и зоны чувствительности.

**Свободная зона.** Пространство вокруг ВБ, свободное от присутствия

материалов, способных влиять на характеристики ВБ.

#### Демпфирующий материал.

Материал, который оказывает влияние на характеристики ВБ.

#### Утапливаемое исполнение.

Тип конструктивного исполнения для ситуаций, когда демпфирующий материал может окружать ВБ до плоскости активной поверхности без влияния на характеристики ВБ.

#### Неутапливаемое исполнение ВБ.

Вокруг активной поверхности выключателя необходима свободная от демпфирующего материала зона.

#### Расстояние срабатывания (S).

Расстояние, при котором объект воздействия, приближаясь к активной поверхности по относительной оси, изменяет выходной сигнал ВБ.

**Номинальное расстояние срабатывания (S<sub>n</sub>).** Условное значение расстояния срабатывания. Оно не учитывает допуски при изготовлении или отклонения, обусловленные внешними факторами (напряжение питания, температура и т.п.).

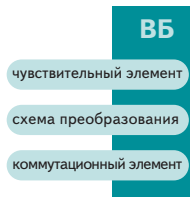
**Реальное расстояние срабатывания (S<sub>r</sub>).** Расстояние срабатывания конкретного ВБ, измеренное при номинальном напряжении питания, определенной температуре и условиях монтажа.

**Используемое расстояние срабатывания (S<sub>u</sub>).** Расстояние срабатывания конкретного ВБ, измеренное во всем диапазоне рабочих напряжений питания и температур.

**Гарантированный интервал срабатывания (S<sub>a</sub>).** Интервал, начинающийся от активной поверхности, внутри которого гарантируется нормальная работа ВБ при нормированных условиях эксплуатации.

**Точность повторения.** Изменение реального расстояния срабатывания S<sub>r</sub> в нормированных условиях.

**Дифференциальный ход (H).** Расстояние между точкой срабатывания ВБ при приближении объекта воздействия вдоль относительной оси



и точкой возврата в исходное положение при удалении объекта.

**Независимое срабатывание.**

Однократное срабатывание коммутационного элемента, не зависящее от скорости движения объекта воздействия.

**Частота циклов срабатывания (f).**

Число циклов срабатывания за единицу времени.

**Задержка готовности (tv).**

Промежуток времени между включением питания и моментом готовности ВБ к нормальному функционированию.

**Номинальное напряжение питания (Ue).** Базовое напряжение питания при проведении испытаний.

**Диапазон напряжений питания (Ub).** Диапазон номинальных напряжений питания, допускаемых производителем для верхних и нижних пределов.

**Падение напряжения (Ud).**

Напряжение, измеренное при активном выходе ВБ при протекании номинального тока.

**Номинальный ток (Ie).** Максимально допустимое значение тока в нагрузке, коммутируемое ВБ.

**Остаточный ток (Ir).** Ток в цепи нагрузки при выключенном состоянии коммутационного элемента ВБ.

**Минимальный рабочий ток (Im).**

Значение тока, необходимое для сохранения включенного состояния коммутационного элемента ВБ.

**Собственный ток потребления (Io).**

Ток, потребляемый ВБ с тремя или четырьмя выводами при отключенной нагрузке.

**Функция включения (НО)**

обеспечивает протекание тока в нагрузке при обнаружении объекта воздействия и прерывание протекания тока при его отсутствии.

**Функция отключения (НЗ),**

наоборот, при отсутствии объекта воздействия обеспечивает протекание тока в нагрузке, а при его присутствии - отключает нагрузку.

**Функция переключения ("ИЛИ")** является комбинацией НЗ и НО.

**Программируемая функция** - один из выходов ВБ может программироваться пользователем как НО или НЗ.

Потребность в бесконтактных выключателях возникает при замене вышедших из строя моделей старого образца и при создании или модернизации оборудования с применением ВБ.

ПАРАМЕТР	СТАНДАРТ	ДАТЧИКИ СЕНСОР
<b>функциональные параметры</b>		
реальное расстояние срабатывания	0.9Sn < Sr < 1.1Sn	0.9Sn < Sr < 1.1Sn
используемое расстояние срабатывания ВБИ	0.9Sr < Su < 1.1Sr	0.9Sr < Su < 1.1Sr
используемое расстояние срабатывания ВБЕ	0.8Sr < Su < 1.2Sr	0.8Sr < Su < 1.2Sr
гарантированный интервал ВБИ	0 < Sa < 0.81Sn	0 < Sa < 0.81Sn
гарантированный интервал ВБЕ	0 < Sa < 0.72Sn	0 < Sa < 0.72Sn
точность повторения	не более 0.1Sr	не более 0.1Sr
дифференциальный ход	не более 0.2Sr	не более 0.2Sr
задержка готовности	не более 300 мс	не более 200 мс
<b>электрические параметры</b>		
падение напряжения для ВБ постоянного тока, имеющих 3 или 4 вывода	не более 3.5 В	не более 2 В
падение напряжения для ВБ постоянного тока, имеющих 2 вывода	не более 8 В	не более 6 В
падение напряжения для ВБ переменного тока, имеющих 2 вывода	не более 10 В	не более 8 В
номинальный ток ВБ постоянного тока	50 мА	200 мА
номинальный ток ВБ переменного тока	200 мА	250 мА
собственный ток потребления	не регламентируется	25 мА
максимальная величина пульсаций	не более 0.1Ue	не более 0.1Ue
минимальный рабочий ток для ВБ постоянного тока, имеющих 3 или 4 вывода	не более 1 мА	не более 0.1 мА
минимальный рабочий ток для ВБ постоянного или переменного тока, имеющих 2 вывода	не более 5 мА	не более 5 мА
остаточный ток для ВБ постоянного тока, имеющих 3 или 4 вывода	не более 0.5 мА	не более 0.01 мА
остаточный ток для ВБ постоянного тока, имеющих 2 вывода	не более 1.5 мА	не более 1.5 мА
остаточный ток для ВБ переменного тока, имеющих 2 вывода	не более 3 мА	не более 3 мА
герметизация и класс изоляции	класс II	класс II
напряжение изоляции (постоянный ток)	500 В	500 В
напряжение изоляции (переменный ток)	1500 В	1500 В
<b>эксплуатационные параметры</b>		
диапазон рабочих температур для ВБИ	-25..+70°C	-45..+80°C
расширенный диапазон рабочих температур для ВБИ холодоустойчивого исполнения	не регламентируется	-55..+80°C
диапазон рабочих температур для ВБЕ	-25..+70°C	-25..+80°C
диапазон рабочих температур для ВБО	-5..+55°C	-25..+80°C
степень защиты для ВБИ и ВБЕ	IP 65	IP 67
степень защиты для ВБО	IP 54	IP 65
влажность окружающего воздуха	< 90% при +20°C	> 90% при +20°C
вибрационная стойкость	8g при 0..100 Гц	8g при 0..100 Гц
стойкость к механическим ударам	30 г, имп. 11 мс	75 г, имп. 11 мс
устойчивость к воздействию электромагнитных полей	3 В/м при 80..1000 МГц	3 В/м при 80..1000 МГц
устойчивость к импульсным помехам	1 кВ	1 кВ
устойчивость к электростатическим разрядам	4 кВ	4 кВ
устойчивость к кондуктивным помехам	не регламентируется	класс 5
посторонняя подсветка для ВБО	не более 5000 лк	не более 5000 лк



Для подбора замены можно получить рекомендацию специалиста, но в большинстве случаев достаточно использовать таблицы соответствия (замены). Например, ВБ марки "СЕНСОР" с успехом заменяют как отечественные (времен СССР), так и импортные бесконтактные выключатели: модель ВБИ-М12-60У-1111-3 является эквивалентом:

<b>БВИ 231-00</b>	"СССР"
<b>Bi-G12-AP6X</b>	TURCK
<b>NBB2-12GM50-E2</b>	PEPPERL+FUCHS
<b>NBB2-12GM50-E2</b>	OMRON
<b>BES 516-325-B0-Y</b>	BALLUF

При проектировании нового оборудования следует учитывать следующие характеристики ВБ:

- вид объекта, воздействующего на чувствительный элемент ВБ;
- требуемые параметры коммутационного элемента;
- параметры условий эксплуатации и конструктивные особенности оборудования.

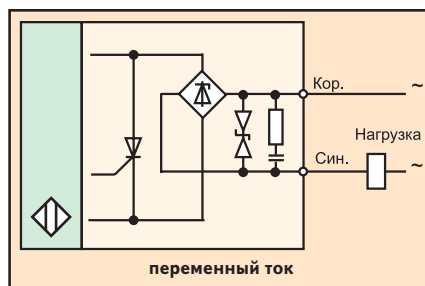
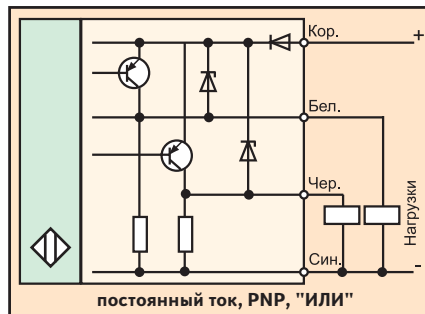
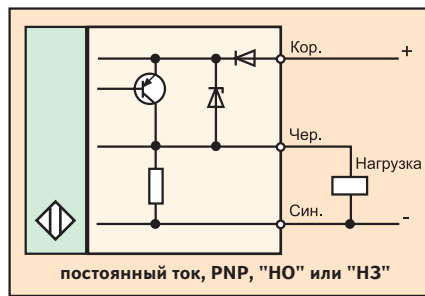
Индуктивные ВБ срабатывают при приближении объектов, выполненных из металла. Объектом может быть как металлический элемент конструкции оборудования, так и металлическая пластина, установленная на движущемся элементе.

Емкостные ВБ традиционно используют при контроле перемещения или наличия любого материала, в том числе сыпучего или жидкого.

Оптические ВБ находят применение при решении задач определения перемещения, наличия или отсутствия, контроля размеров и т.п. объектов из непрозрачного материала.

Электрические параметры коммутационного элемента следует выбирать исходя из параметров схемы питания и характера коммутируемой нагрузки. Стандартными категориями применения для ВБ постоянного тока являются категории DC-12 и DC-13, а для переменного - AC-12 и AC-14. При этом обеспечивается коммутация активной и индуктивной нагрузки для цепей постоянного тока напряжением 10...30 В и переменного - напряжением 60...250 В (для ВБИ - 20...250 В).

Ниже приведены примеры фрагментов схем коммутационных элементов различных ВБ с подключением питания и нагрузки:



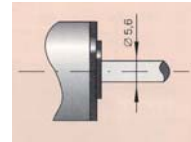
Большинство ВБ спроектировано с учетом возможного некачественного питания, перегрузок и ошибок обслуживающего персонала. В случае применения бистабильной защиты при перегрузке выхода по току защита прерывает ток через ВБ. Для восстановления функционирования после срабатывания защиты необходимо кратковременно отключить напряжение питания. При использовании тактовой защиты восстановление ВБ происходит автоматически через короткий интервал времени, а если перегрузка осталась, защита вновь срабатывает, и циклы повторяются до устранения перегрузки. ВБ постоянного тока имеют также защиту от переплюсовки.

Следует отметить, что ВБ переменного и постоянного тока с двумя выводами не могут иметь защиту от перегрузки. Поэтому недопустимо подключать такие ВБ к источнику питания без нагрузки или даже кратковременно превышать значение номинального тока.

**Совет.** Рекомендуем использовать ВБ с функцией "ИЛИ" и при напряжении питания постоянного тока применять ВБ с защитой от перегрузки и ошибок подключения.

Схема электрического подключения ВБ, допустимый ток нагрузки, цветовая маркировка выводов обычно отражены на этикетке каждого изделия.

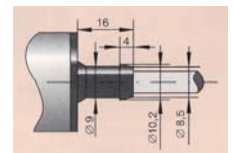
Подключение ВБ возможно встроенным кабелем, встроенным кабелем со штуцером, штепсельным



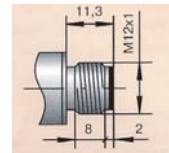
разъемом или зажимом проводов под винт в клеммной коробке с гермовводом. Встроенный ка-

бель используется типа ПВС с поливинилхлоридной изоляцией длиной до 2 м и с сечением провода 0.35 мм<sup>2</sup>.

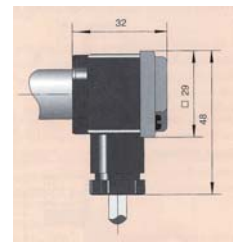
Штуцер предоставляет возможность закрепить пластиковую трубку или металлорукав поверх кабеля, чтобы дополнительно



защитить его от механических воздействий. Способы подключения кабелем надежны и обеспечивают степень защиты от струи жидкости по



IP67. А подключение штепсельным разъемом или зажимом кабеля под винт в клеммной коробке обеспечит степень защиты по IP65.



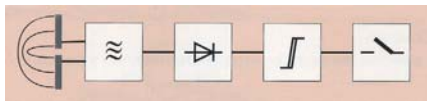
**Замечание.** При монтаже на объекте ВБ в цилиндрическом металлическом корпусе с резьбой, момент усилия затяжки крепежных гаек не должен превышать следующих значений: для резьб М8 - 0.2 кгм, М12 - 0.6 кгм, М18 - 1.6 кгм, М30 - 5.2 кгм. А для корпусов из пластика момент усилия для резьб М18 - 0.16 кгм, М30 - 0.26 кгм.

Решая конкретную задачу необходимо сформулировать следующие требования к ВБ:

- принцип действия чувствительного элемента;
- напряжение питания и схема подключения;
- функция коммутационного элемента и тип защиты выходного каскада;
- вид корпуса, его размер, расстояние срабатывания;
- исполнение по условиям установки.

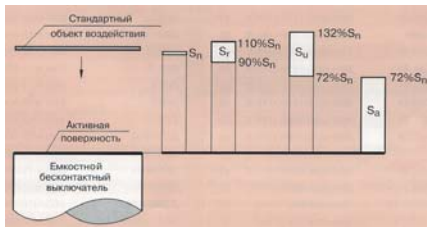
**ЕМКОСТНЫЕ ВБ**

Датчики этого типа имеют чувствительный элемент в виде вынесенных к активной поверхности пластин конденсатора. Приближение объ-

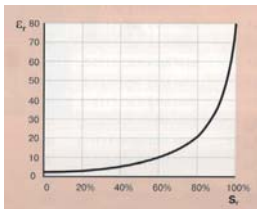


екта из любого материала к активной поверхности приводит к изменению емкости конденсатора, параметров генератора и, в конечном итоге, к переключению коммутационного элемента.

Объекты из металла или диэлектрика с большой диэлектрической постоянной  $\epsilon_r$ , например вода, воздействуют на ВБЕ в большей степени. ВБЕ практически не реагирует на мелкие и тонкие объекты. Реальные расстояния срабатывания  $S_r$  измеряются стандартным объектом воздействия из металла (квадратная пластина из



Ст3 толщиной 1 мм со стороной, равной  $3S_n$ ). При работе с объектами из различных материалов расстояния срабатывания могут уменьшаться и для предварительных расчетов необходимо пользоваться графиком коррекции  $S_r$  в зависимости от  $\epsilon_r$ . Значения  $\epsilon_r$  для некоторых материалов:



аммиак	16	полиамид	5
бумага	2.3	полипропилен	2.3
бензол	2.3	полистирол	3
винилпласт	4	полиэтилен	2.3
вода	80	спирт	26
гетинакс	7.5	стекло	5
дерево	2..7	тальк	1.6
мрамор	8.3	толуол	2.4
нефть	2.2	масло	2.3
оргстекло	3.2	цемент	2

Широкое применение ВБЕ нашли в качестве надежных и недорогих датчиков контроля уровня жидких и сыпучих материалов. Причем монтаж и обслуживание ВБЕ выполняется вне резервуаров и бункеров. ВБЕ срабатывает и от материала, находящегося

за каким-либо диэлектриком. Например, он будет "чувствовать" муку через пластину из стеклотекстолита.



При диаметре отверстия в металлическом резервуаре, равном тройному диаметру активной поверхности датчика ВБЕ-Ц30-96У он будет реагировать на минеральное масло ( $\epsilon_r=2$ ) через стекло толщиной 18 мм, а при диаметре отверстия в резервуаре, равном двойному диаметру активной поверхности, то через стекло толщиной 6 мм.

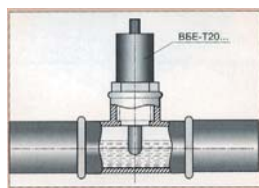
**ВБЕ-Ц30-96К-2241-ЛА**



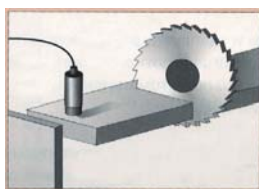
расстояние срабатывания $S_n$	20 мм
диапазон $U_e$	110..220 В
номинальный ток	250 мА
коммутационная функция	НО
частота циклов	10 Гц
вес	0.35 кг
регулировка чувствительности	есть
индикация срабатывания	есть
степень защиты	IP65
материал корпуса	полиамид

Штыревые ВБЕ находят применение для контроля наличия жидкостей в трубах.

ВБЕ используются также для счета или позиционирования объектов из неметаллических материалов.



Емкостные бесконтактные выключатели выпускаются с напряжением питания 12..24В постоянного тока и 110..220В переменного тока. Расстояние срабатывания составляет от 5 до 40 мм. Существуют также модели для погружения чувствительного элемента в регистрируемую среду. Датчики обычно снабжены индикатором срабатывания и регулировкой чувствительности.



**ОПТИЧЕСКИЕ ВБ**

Структура ВБО содержит излучатель и приемник оптического излучения, использующие кодированное излучение инфракрасного диапазона.



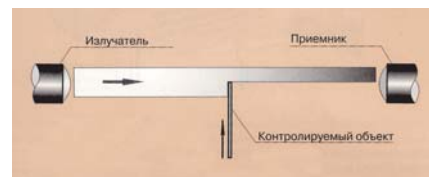
Излучатель состоит из источника оптического излучения, линз и электрической схемы формирования луча. Приемник содержит чувствительный элемент, систему линз, схему формирования и коммутационный элемент. В комплекте ВБО может входить также и отражатель - специальное устройство для отражения луча к приемнику (для ВБО типа R).



Зона, в пределах которой может устанавливаться расстояние срабатывания ВБО, именуемая зоной чувствительности  $S_d$ , ограничена максимальным и минимальным расстоянием срабатывания ВБО. В слепой зоне объект не обнаруживается. Важным параметром ВБО, который нельзя не учитывать на реальном производственном объекте, является посторонняя подсветка, т.е. свет поступающий в приемник не от собственного излучателя.

Различают три типа ВБО: тип Т - с приемом прямого луча от излучателя; тип R - с приемом луча, возвращенного от отражателя и тип D - с приемом луча, рассеянно отраженного от объекта.

В ВБО типа Т излучатель и приемник расположены в отдельных корпусах. Прямой луч от излучателя поступает к приемнику и может перекрываться объектом воздействия, Излучатель и приемник имеют разные обозначения и заказываются отдельно.



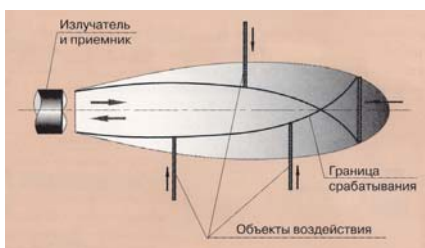
В ВБО типа R излучатель и приемник размещены в одном корпусе. Приемник принимает луч, отраженный от специального отражателя. Возможны два варианта использования таких ВБО:

- объект воздействия прерывает луч при неподвижно закрепленном отражателе;
- отражатель устанавливается на подвижном объекте.



Для ВБО этого типа зона чувствительности  $S_d$  определяется расстоянием между ВБО и отражателем.

В ВБО типа D излучатель и приемник также размещены в одном корпусе. Но приемник реагирует на луч, рассеянно отраженный от объекта воздействия. Причем объект может перемещаться как вдоль относительной оси, так и под углом к ней.

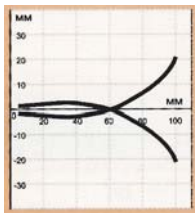


Нормированные расстояния срабатывания определяются для стандартного объекта - листа белой бумаги с отражающей способностью 90% и размерами 100x100 мм при  $S_{max}$  до 400 мм и 200x200 мм при  $S_{max}$  более 400 мм.

Если объект воздействия отличается от стандартного, то реальные расстояния срабатывания ВБО будут отличаться от регламентированных. В таких случаях можно использовать поправочные коэффициенты:

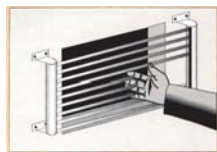
бумага белая	1.0
бумага черная матовая	0.1
металл полированный	1.2..1.6
дерево	0.4

На графике приведена зависимость реальных границ срабатывания модели ВБО - М18 - 76 С - 3111-С при движении стандартного объекта перпендикулярно относительной оси.



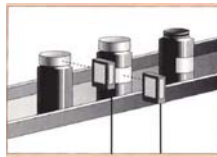
Особую группу ВБО образуют многоканальные датчики типа

T — многолучевые оптические защитные барьеры. Расположенные в ряд с шагом 20 мм, светодиоды излучателя и соответствующие фотодиоды приемника формируют параллельные лучи, расположенные в одной плоскости. Высота контролируемой плоскости определяется типоразмером барьера (до 1 м), а ширина - разнесением излучателя и приемника (до 16 м). Схема управления исключает срабатывание коммутационного элемента при случайном кратковременном пересечении лучей.

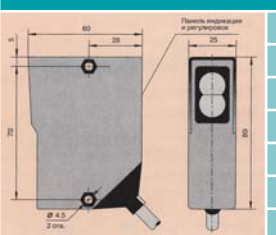


ВБО широко применяются при контроле провисания бумаги и тканей, обрыва клиновых ремней, наличия этикеток и крышек, контроле доступа и т.п. Зона чувствительности ВБО типов D и R составляет от 1 мм до 8 м, а типа T до 16 м.

Несмотря на кодированное излучение, повышающее помехоустойчивость ВБО, наличие таких факторов как дым, пыль, атмосферные осадки и т.п. приводит к уменьшению расстояния срабатывания. Поэтому для компенсации влияния фоновых объектов и адаптации под реальные условия эксплуатации многие модели ВБО имеют регулировку чувствительности. Чтобы сделать более узким, например с целью контроля тонких объектов, можно применить специальные насадки. Однако при этом расстояние срабатывания несколько уменьшится. Некоторые модели ВБО комплектуются световодными насадками для работ в труднодоступных зонах.



## ВБО-У25-80У-113-СА



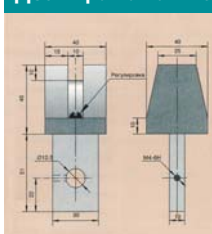
$S_d$ 0.01..1 м
тип D
$U_e$ 12..24 В
$U_e$ 10..30 В
$I_e$ 200 мА
f 250 Гц
IP 65
коммутационный элемент DC13, NO,PNP
защита коммутационного элемента
индикация срабатывания

## ОПТИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ МЕТКИ И УТОЧНОЙ НИТИ

В автоматических установках парфюмерной, пищевой, легкой промышленности, а конкретнее - в системах позиционирования объектов с цветной меткой - используются оптические датчики метки. Метка наносится на упаковочную пленку, тубик, флакон и т.п. для ориентировки объекта или его остановки с последующей технологической операцией. Такие датчики работают на рассеянное отражение в видимой области спектра с зоной чувствительности 5..10 мм и могут иметь излучение красного, зеленого и голубого цвета. Цвет излучателя выбирается из сочетания цвета метки и фона. Датчики плохо различают метку цвета своего излучателя на светлом фоне и надежно работают, если цвет метки (на цветовом круге) противоположен цвету излучателя, а фон при этом имеет цвет излучателя. Обратное сочетание цветов также обеспечивает устойчивую работу датчика. Желательно иметь различную степень насыщения цветом у метки и фона.

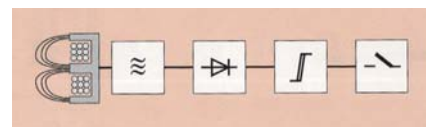
Физическая основа датчиков контроля уточной нити аналогична ВБО и датчикам метки. Они находят применение при контроле обрыва ворсистой нити из непрозрачного материала диаметром до 5 мм на комвольных комбинах и ковровых фабриках.

### ДОУ-Щ10-101-0111-С



## ИНДУКТИВНЫЕ ВБ

ВБИ содержат чувствительный элемент в виде катушки индуктивности с открытым в сторону активной поверхности магнитопроводом. Перед активной поверхностью образуется электромагнитное поле.



При внесении в это поле металлического объекта, колебания генератора затухают, демодулированное напряжение уменьшается, триггер срабатывает и коммутационный элемент переключается.

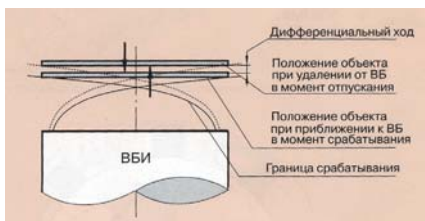
ВБИ традиционно выпускаются в латунных никелированных или пластмассовых корпусах различных форм с расстоянием срабатывания от 1 мм до 150 мм.

На практике объект воздействия изготавливается в виде стальной пластины, устанавливаемой на движущуюся деталь механизма, положение которой контролируется.

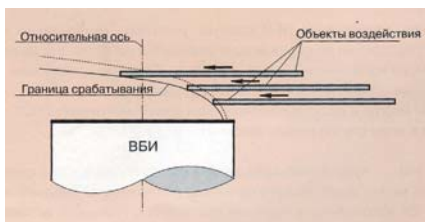
Если размер пластины отличается от стандартной (3Snх3Sn), то расстояние срабатывания может измениться. Характер этого изменения отражает зависимость S/Sn от K - отношения площади используемого объекта к стандартной.

На расстояние срабатывания влияет также материал, из которого изготовлен объект. Для предварительных расчетов можно использовать коэффициенты коррекции. Для надежного и однозначного переключения ВБИ расстояние срабатывания и отпускания делают разными:

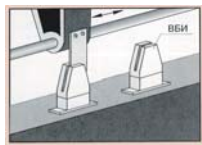
нержавеяка	0.8
латунь	0.5
нихром	0.9
алюминий	0.5
медь	0.48



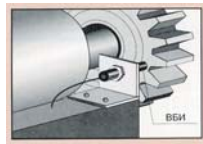
Приближение объекта к ВБИ, как правило, выполняется перпендикулярно относительной оси. При этом точка срабатывания в пределах регламентированного интервала зависит от удаления объекта от активной поверхности. Это означает, что если в механизмах есть люфт, то пластину следует располагать на минимально возможных расстояниях от активной поверхности:



При наличии в механизмах люфтов, более точное позиционирование обеспечивают щелевые ВБИ, так как граница срабатывания у них приближена к прямой линии.



ВБИ широко используются в станках с ЧПУ, в трубопрокатном производстве, на скребковых конвейерах и т.п. ВБИ в никелированном корпусе со степенью защиты IP67 могут работать при воздействии и СОЖ и масла.



Большинство индуктивных выключателей постоянного тока имеют бистабильную защиту выхода. Они без повреждения выдерживают короткое замыкание, кратковременные выбросы тока и хорошо себя зарекомендовали в типичных условиях эксплуатации. Но при работе на емкостную нагрузку начальные броски тока могут вызвать срабатывание защиты. Поэтому при подключении нагрузки кабелем длиной более 100..200 м, применять следует ВБИ без защиты, у которых максимальный ток составляет 400 мА.

На принципе ВБИ выпускаются также взрывобезопасные индуктивные датчики (ДВИ), датчики контроля скорости (ДКС) и датчики положения с аналоговым выходом (ДПА).

### ДАТЧИКИ ПОЛОЖЕНИЯ с аналоговым выходом ДПА

ДПА преобразует значение расстояния между активной поверхностью и металлическим объектом в токовый сигнал. Линейный участок составляет 80% рабочей зоны. Выпускаемые модели имеют диапазоны от 1.25..4 мм до 7..30 мм при максимальной скорости изменения тока 7 мА/мс.

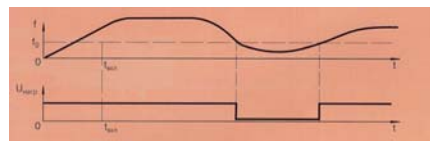
ДПА не является метрологическим устройством и применяется как простой и малоинерционный датчик регулятора положения: в системах регулирования натяжения ленты, троса, провода - в кабельном производстве.

### ДАТЧИК КОНТРОЛЯ СКОРОСТИ

ДКС — это тоже индуктивный датчик, содержащий схему контроля частоты импульсов. Вращающийся объект контроля воздействует на чувствительный элемент, непосредственно или с помощью установленной на него металлической пластины, с частотой пропорциональной частоте вращения f. При уменьшении частоты вращения ниже устанавливаемого с помощью потенциометра порога f<sub>0</sub>, напряжение на нагрузке падает. При включении питания в ДКС предусмотрена задержка 9с для разгона механизма.



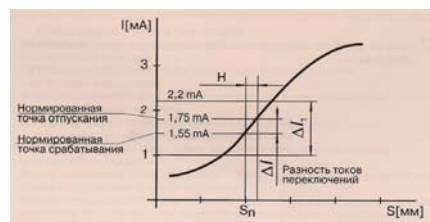
Эти датчики рассчитаны на частоты 0.1..50 Гц и используются при контроле остановки или снижения скорости движения конвейеров, транспортеров, барабанов. Они могут быть применены и для выявления аварийных проскальзываний ленты на транспортере.



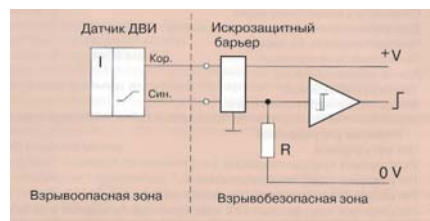
Эти датчики рассчитаны на частоты 0.1..50 Гц и используются при контроле остановки или снижения скорости движения конвейеров, транспортеров, барабанов. Они могут быть применены и для выявления аварийных проскальзываний ленты на транспортере.

### ВЗРЫВОБЕЗОПАСНЫЕ ИНДУКТИВНЫЕ ДАТЧИКИ ДВИ

ДВИ — это индуктивный двухпроводный датчик постоянного тока с изменяемым выходным сопротивлением. Его сопротивление меняется от 1 до 8 кОм, а ток через датчик - от 2.2 до 1.0 мА, по мере приближения объекта воздействия из металла к чувствительному элементу.



ДВИ имеют расстояния срабатывания в диапазоне 1.5..15 мм и могут эксплуатироваться во взрывоопасных зонах и помещениях повышенной пожарной опасности. Вид взрывозащиты - "искробезопасная цепь".



Для подключения датчика к системе управления необходим искрозащитный барьер и компаратор.

Статья подготовлена по материалам ЗАО "СЕНСОР", Россия

**КОНТАКТЫ:**  
 т. (044) 241-87-39, 241-67-54  
 e-mail: info@holit.com.ua