

Три кита бесконтактных датчиков положения Honeywell S&C: магнитное поле, инфракрасный свет и ультразвук

Юрий ШИРЯЕВ
Shir@argussoft.ru

Статья знакомит с бесконтактными датчиками положения компании Honeywell S&C. Рассматриваются преимущества и недостатки используемых технологий. Приведены алгоритмы выбора датчиков.

Введение

Во всех отраслях промышленности существуют задачи, в которых необходимо определить положение объекта без механического воздействия на него, в условиях дестабилизирующих факторов окружающей среды. При этом должна быть обеспечена стабильность характеристик во времени. Для решений подобных задач используют бесконтактные датчики положения.

Среди производителей бесконтактных датчиков компания Honeywell S&C занимает особое место, предоставляя широкий выбор технологий измерения и параметров датчиков.

В спектре бесконтактных датчиков Honeywell S&C можно выделить три категории: датчики магнитного поля, инфракрасные датчики и датчики ультразвука.

Датчики магнитного поля

Семейство датчиков магнитного поля Honeywell S&C, определяющих положение объекта, включает в себя датчики Холла с логическим или линейным выходом, датчики положения лопатки и магниторезистивные датчики с логическим выходом. Все эти датчики объединяет одно: их показания зависят от величины и направления магнитного поля постоянного магнита.

Датчики магнитного поля (рис. 1) разбиваются на две категории: датчики первого и второго уровня. Датчики первого уровня — это, по сути, кремниевые ИС в пластиковом корпусе либо кремниевые ИС, расположенные на керамической подложке. Они имеют довольно низкую стоимость. Датчики второго уровня (или датчики с добавленной функциональностью) состоят из датчиков первого уровня, заключенных в корпус вместе с различными комбинациями магнитов,



Рис. 1. Внешний вид датчиков магнитного поля

проводами и схем, за счет чего обеспечивается дополнительная функциональность.

Датчики Холла с логическим выходом

Датчики Холла с логическим выходом делятся на униполярные, омниполярные, биполярные и биполярные защелки (bipolar latch).

Униполярные датчики реагируют на южный полюс магнитного поля, перпендикулярного датчику. Как только магнит приближается на определенное расстояние к датчику, пересекая контрольную точку (set point), датчик меняет свое логическое состояние, выдавая высокий уровень сигнала на выходе. Как только предмет удаляется, пересекая точку отпуска (release point), датчик начинает снова выдавать низкий уровень сигнала. Униполярные датчики, в основном, используются как датчики приближения в приложениях, где нужен лишь один магнитный полюс.

Омниполярные датчики, так же как и униполярные, включают и выключаются одним полюсом. Разница в том, что магнитный полюс может быть как южным, так и северным.

Биполярные датчики включаются южным полюсом, а отключаются северным полюсом. То есть если включить датчик южным полюсом магнита, а затем убрать магнит, датчик останется во включенном состоянии. Так как биполярные датчики реагируют на смену по-

лярности, они используются с круглыми магнитами и применяются для измерения скорости вращения и в качестве угловых энкодеров.

Но стоит заметить, что, в связи со спецификой производства, часть датчиков из партии могут отключаться при повторном приложении слабого поля южного полюса (а не северного), то есть они становятся униполярными. В приложениях, где необходимо исключить подобную возможность, используются биполярные защелки.

Биполярная защелка гарантирует переключение датчика при изменении полюса приложенного магнитного поля, что позволяет добиваться большей точности измерений в приложениях, где используется биполярный датчик.

Датчики Холла с линейным выходом

Датчики Холла с линейным выходом применяются для точного бесконтактного определения небольших перемещений. Также они используются как чувствительный элемент в датчиках тока. Напряжение на выходе меняется пропорционально силе магнитного поля.

Датчики положения лопатки и ротора

Датчики положения лопатки и ротора состоят из магнита и датчика Холла в одном корпусе. Магнит отделен от датчика Холла небольшим зазором, через который может пройти лопатка, сделанная из черных металлов. При прохождении лопатки высокий уровень сигнала датчика сменяется низким уровнем. Датчики положения лопатки применяются для измерения скорости вращения и в качестве угловых или линейных энкодеров.

Магниторезистивные датчики

Магниторезистивные датчики (также известные как MR) реагируют на магнитное

поле, направленное параллельно датчику (в отличие от датчиков Холла, которые реагируют на перпендикулярно направленное магнитное поле). Они омниполярные, то есть не чувствительны к знаку поля. Главной особенностью магниторезистивных датчиков является высокая чувствительность к магнитному полю, поэтому их можно использовать в приложениях, где нужен большой воздушный зазор между датчиком и магнитом (либо менее мощный магнит), чем при использовании датчика Холла.

Датчики магнитного поля нечувствительны к грязи, свету и жидкости, но по сравнению с инфракрасными и ультразвуковыми датчиками они обладают меньшей точностью определения положения и большим временем отклика.

Инфракрасные датчики

Инфракрасные датчики Honeywell S&C (рис. 2) работают в диапазоне от 880 до 935 нм (диапазон видимого света — от 400 до 750 нм). Они позволяют решать задачи определения положения, малых перемещений и скорости вращения объектов (в том числе неферромагнитных). Можно выделить две категории инфракрасных датчиков Honeywell S&C: инфракрасные датчики первого и второго уровня.

Датчики первого уровня

Датчики первого уровня называются детекторами инфракрасного света. Портфолио детекторов состоит из фотодиодов, фототранзисторов, фотодарлингтонов и оптоШмидтов (фототранзистор с триггером Шмидта). ОптоШмидт — это единственный детектор с логическим выходом. Для детектора всегда необходим эмиттер. Эмиттеры Honeywell S&C изготавливаются на основе арсенида галлия (GaAs) и арсенида галлий-алюминия (AlGaAs). Эмиттеры на арсениде галлий-алюминия на 70% более производительны, чем эмиттеры на арсениде галлия.

Детекторы и эмиттеры имеют в названии префиксы SD и SE соответственно. D обозначает детектор, а E — эмиттер. Добавление буквы P обозначает пластиковый корпус. Корпуса детекторов и эмиттеров производятся из металла или пластика. Металлический корпус позволяет выдерживать довольно широкий рабочий температурный диапазон: от -50 до $+125$ °C. Также он хорошо защищает от влаги и различных растворителей. Но он не герметичен и допускает большее рассеивание мощности. Компоненты в пластиковом корпусе стоят дешевле, обладают стойкостью к коррозии и имеют лучшие оптические характеристики, но у них уже температурный диапазон: от -40 до $+85$ °C.

Датчики второго уровня

Названия почти всех датчиков второго уровня начинаются с префикса NOA (Honeywell Optoelectronic Assembly). Они представляют



Рис. 2. Внешний вид инфракрасных датчиков

Таблица. Сравнение датчиков магнитного поля и инфракрасных датчиков

Параметры сравнения	Датчики магнитного поля	Инфракрасные датчики
Точность определения положения	Меньшая точность	Высокая точность
Факторы окружающей среды	Не чувствительны к грязи, свету и жидкости	Могут использоваться при магнитном зашумлении
Дополнительные приспособления	Требуется магнит	Требуется эмиттер
Длительный срок эксплуатации	Более 30 млрд операций	Практически неограниченное количество операций
Быстрый отклик	Меньшая скорость отклика	Да
Компактный корпус	Существуют датчики с меньшими корпусами	Да
Аналоговый либо логический выход	Да	Да
Разнообразие типов корпусов и способов монтажа	Да	Да
Возможность использования в линейных и угловых энкодерах	Да	Да
Широкий температурный диапазон	Да	Да
Невысокая стоимость	Да	Да

собой эмиттер и детектор, расположенные в одном корпусе. Компоненты второго уровня могут быть просветного или отражательного типа либо комбинацией того и другого. Принцип действия датчика просветного типа (датчика положения лопатки и ротора) основан на прерывании непрозрачным предметом ИК-луча, идущего от эмиттера к детектору. Там, где нет возможности расположить эмиттер и детектор напротив друг друга, используют датчик отражательного типа. Этот датчик имеет стреловидную форму, что позволяет оптическим осям эмиттера и детектора, расположенным в его корпусе, пересекаться под определенным углом вне корпуса. Когда объект находится в области пересечения осей детектора и приемника, детектор улавливает отраженный объектом сигнал, испускаемый эмиттером.

Датчики уровня жидкости имеют в своем составе фототранзистор с триггером, что обуславливает логический выходной сигнал, который информирует о наличии или отсутствии жидкости. Эмиттер и детектор расположены внутри прозрачного колпака, находящегося в той части датчика, которая должна непосредственно контактировать с измеряемой жидкостью. ИК-сигнал, в отсутствие жид-

кости, отражается от внутренней поверхности колпака и принимается детектором. При погружении колпака в жидкость на границе между колпаком и жидкостью изменяется коэффициент преломления, что позволяет части ИК-излучения вырваться наружу. Детектор перестает получать ИК-излучение в прежнем количестве, что приводит к переключению логического сигнала на выходе датчика. Датчики уровня обладают быстрым откликом и длительным сроком службы. Они производятся в пластиковых и металлических корпусах. Рабочий температурный диапазон: от -40 до $+125$ °C.

Преимущества инфракрасных датчиков перед датчиками магнитного поля — это возможность работы в условиях магнитного зашумления, возможность определять положение неферромагнитных объектов, быстрый отклик, высокая точность и разрешение. Но они чувствительны к грязи, пыли и свету.

Для наглядности сравнения датчиков магнитного поля и инфракрасных датчиков составлена таблица.

Ультразвуковые датчики

Ультразвуковые датчики положения Honeywell S&C (рис. 3) обеспечивают бесконтактное обнаружение присутствия и отсутствия объекта в тех приложениях, в которых многие другие технологии работать не могут. Они определяют точное расстояние, уровень,



Рис. 3. Внешний вид ультразвуковых датчиков

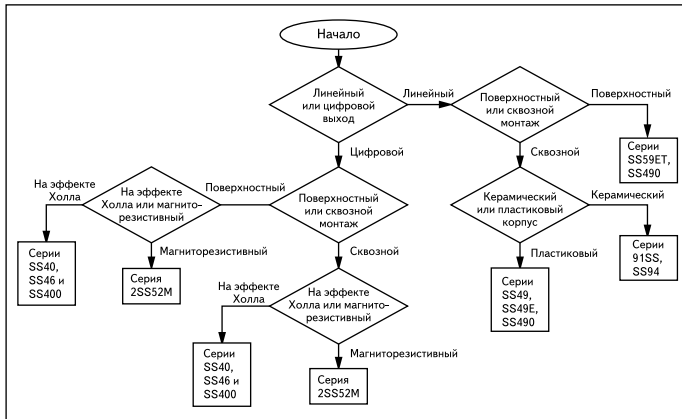


Рис. 4. Алгоритм выбора датчика магнитного поля первого уровня

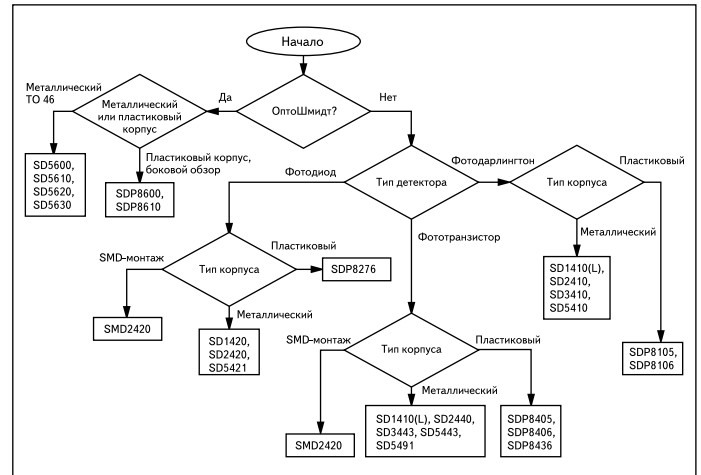


Рис. 6. Алгоритм выбора инфракрасных датчиков первого уровня (детекторов)

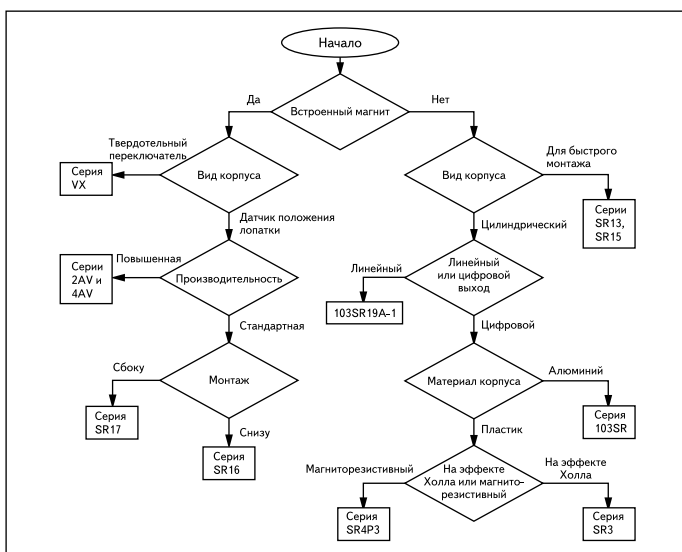


Рис. 5. Алгоритм выбора датчика магнитного поля второго уровня

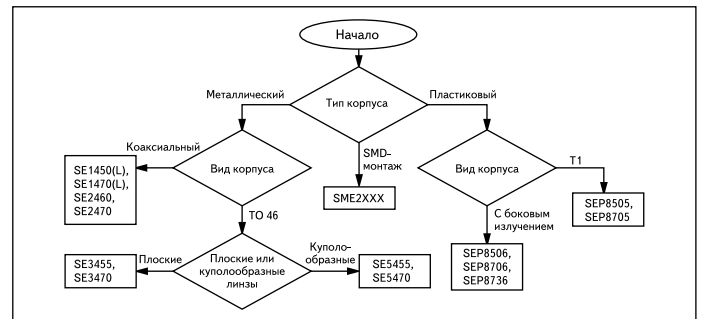


Рис. 7. Алгоритм выбора инфракрасных эмиттеров

диаметр и положение за счет измерения времени, за которое приходит отраженный от объекта сигнал. Принцип действия датчика схож с восприятием расстояния у летучих мышей: в сторону объекта, расстояние до которого нужно измерить, посылается ультразвуковой импульс, который затем отражается от объекта и улавливается датчиком. Расстояние определяется временем, за которое отраженный сигнал возвращается обратно к датчику.

Доступны как датчики с аналоговыми или цифровыми выходными сигналами, так и с комбинацией аналоговых и цифровых сигналов. Диапазон измерений может быть от нескольких сантиметров до 6 метров.

Ультразвуковой датчик будет «видеть» объект, пока тот не достигнет сверхвысоких температур или не окажется под углом 45 или более градусов к траектории прохождения импульса, вследствие чего отраженный сигнал не вернется к датчику (по крайней мере, по прямой траектории).

Благодаря богатому портфолио, Honeywell S&C может предложить ультразвуковые датчики для большинства известных приложений. Семейство ультразвуковых датчиков включает в себя следующие серии:

- Серия 940-F. Датчики этой серии — это своего рода ультразвуковой концевой выключатель с цифровым выходным сигналом. Его цилиндрический корпус выполнен из пластика.
- Серия 941-D. Эти датчики используются в ограниченном пространстве. Корпус пластиковый, плоской формы. Доступны версии как с аналоговым, так и с цифровым выходом.

- Серия 942. Датчики состоят из двух частей: усилителя и считывающей головки. Считывающая головка отвечает за диапазон измерений. Доступно 4 различные головки, чье попеременное использование позволяет работать в диапазоне от 100 мм до 3 м. Выходной сигнал считывается посредством интерфейса RS-232.
- Серия 942-T — самая функциональная в линейке ультразвуковых датчиков Honeywell S&C, так как датчики этой серии программируемы. Удобный интерфейс специального ПО, работающего в Windows, облегчает настройку параметров датчика. Связь с компьютером осуществляется при помощи интерфейса RS-232.
- Серия 943-F является самым недорогим решением. Она предназначена для изделий массового производства.
- Серия 944. В датчиках этой серии можно сохранять настройки во встроенном перепрограммируемом ПЗУ при помощи специальной кнопки, расположенной на корпусе.
- Серия 946-A. В этих датчиках также можно сохранять настройки в ПЗУ. Но их главное отличие — в корпусе из нержавеющей стали, что делает датчики серии 946-A идеальным решением для работы в особо тяжелых условиях.
- Самые миниатюрные ультразвуковые датчики относятся к серии 948-H. Они предназначены для использования в труднодоступных местах. Ультразвуковые датчики хороши тем, что способны решать сложные измерительные задачи, так как могут работать с объектами, сделанными практически из любых материалов. Цвет объекта тоже не имеет значения. Такие сложные рабочие условия, как сухость, задымленность, запыленность, повышенная влажность, туман и шум, — не проблема для ультразвуковых датчиков. Они особенно полезны при обнаружении ярких, прозрачных и блестящих объектов любой формы. Например, при операции по упаковке датчик будет точно детектировать материал упаковки, независимо от того, насколько он яркий и блестящий.

Ультразвуковые датчики идеально подходят для измерения диаметра катушки, определения уровня жидкости в баке, обнаружения при-

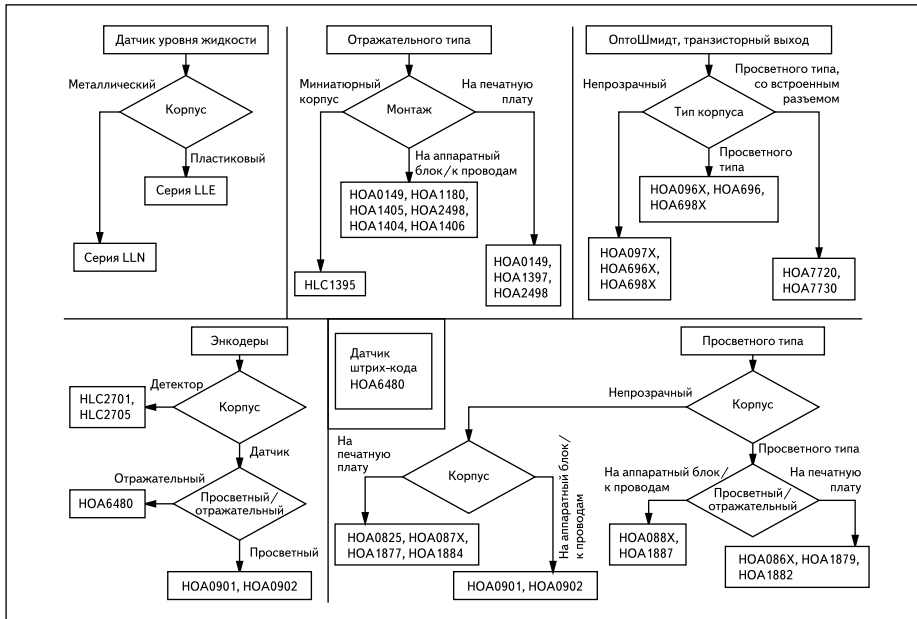


Рис. 8. Алгоритм выбора инфракрасных датчиков второго уровня

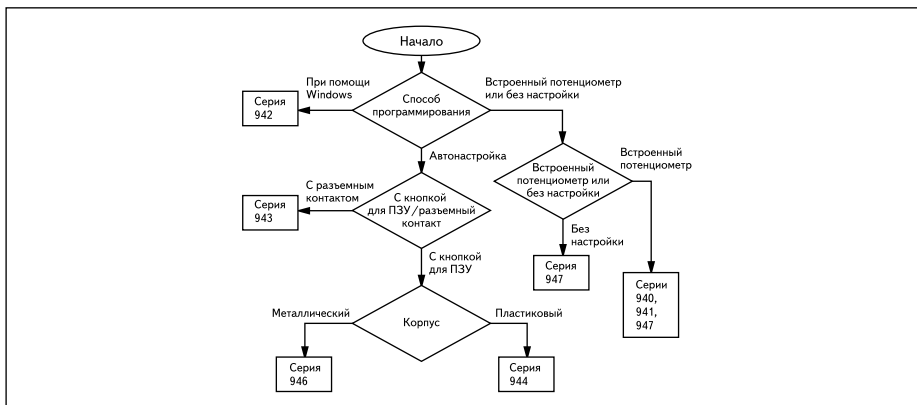


Рис. 9. Алгоритм выбора ультразвуковых датчиков

сутствия или отсутствия человека или другого объекта, контроля натяжения в намоточном станке, измерения высоты изделия и многого другого. Датчики можно применять для обнаружения как твердых, так и жидких объектов, так как от них отражается более 99% энергии полученного ультразвукового сигнала.

К недостаткам ультразвуковых датчиков можно отнести трудность измерения объектов малого размера, которые звук может пропустить, а также измерение звука на очень коротких дистанциях, когда передача импульса не успевает закончиться перед тем, как приходит его отражение. Эти датчики невозможно применять в приложениях, требующих большого разрешения, при условии, что объект не перпендикулярен направлению испускаемого импульса или его поверхность состоит из неровностей.

Заключение

Почему важно выбрать правильный датчик? От корректности информации, по-

лученной с датчиков, зависит надежность и эффективность всей системы, в которой они используются. В то же время бесконтактные датчики положения часто устанавливаются в зонах, наиболее подверженных неблагоприятным воздействиям окружающей среды: предельным температурам, пыли, грязи, прямому воздействию солнечных лучей, повышенной влажности, электромагнитным помехам и т. д. На рис. 4–9 приведены алгоритмы выбора бесконтактных датчиков положения Honeywell S&C. Автор надеется, что эта информация поможет читателям сделать грамотный выбор датчиков, которые наилучшим образом подойдут для решения их задач. ■

Литература

1. http://sensing.honeywell.com/index.cfm?Ne=2308&ci_id=154336&N=3094&la_id=1
2. http://sensing.honeywell.com/index.cfm?Ne=2308&ci_id=154329&N=3244&la_id=1
3. http://sensing.honeywell.com/index.cfm?ci_id=140264&defId=152912