

## Использование контраста для идентификации изделий

Александр ЗЫБАЙЛО  
info@sensorica.ru

Производство и упаковка продукции сопряжены с различными процессами автоматизации. В автоматизированных системах управления часто применяются специальные маркеры или метки для выполнения определенного технологического этапа: подсчета, сортировки или контроля качества. Например, специальные метки наносятся для разрезания упаковочной бумаги, оптические метки используются для подсчета единиц продукции, широкое применение имеют голографические знаки. Метки применяются и для правильного позиционирования объектов в процессе производства, для наполнения емкостей, проверки присутствия наклейки на парфюмерных изделиях или наличия крышки на бутылках и т. д. Кроме того, все большее значение сегодня имеют вопросы защиты оригинальной продукции от фальсификации и подделки, где один из способов борьбы — также специальные метки. При некоторых технологических процессах производства используются невидимые люминесцентные метки, для их считывания необходимы специальные датчики.



Такие метки, как правило, имеют общий признак — яркий контраст между меткой и фоном. Это может быть специальная метка, нанесенная методом печати (в примере с разрезанием печатного листа на упаковочном оборудовании), или естественный контраст в оформлении производимого изделия. Например, это может быть особенность контрастного дизайнерского оформления наклейки, белые косметические бутылочки на темном фоне конвейера, то есть любые внешние особенности, как самого предмета, так и технологического процесса, которые приводят к образованию яркого контраста цветов. Это свойство и использует сканер контраста.

Применение датчиков контраста настолько широко и многообразно, что нам придется ограничиться только самыми распространенными примерами:

- определение цветных меток в упаковочной и печатной промышленности;
- сортировка изделий по цветовым параметрам в электронной и фармацевтической промышленности;
- определение сварных швов на консервных банках;
- обнаружение акцизных марок на сигаретных блоках;

- определение материалов в химической промышленности;
- сортировка древесины по цветовому признаку;
- проверка качества цвета в текстильной промышленности и др.

На российском рынке сегодня представлены датчики различных производителей (Omron, Pepperl+Fuchs, Leuze Electronic и др.), потребитель имеет широкую возможность выбора изделий, наиболее полно соответствующих требованиям его конкретной задачи. Речь пойдет о датчиках контраста, производимых компанией SICK. Несмотря на то, что свою официальную деятельность в России компания начала только несколько лет назад, ее продукция широко применялась на отечественном оборудовании многие годы. А в прошлом году компания SICK AG отметила свой 50-летний юбилей.

Приведем основные преимущества датчиков контраста SICK перед другими производителями:

- Пожалуй, SICK — одна из немногих компаний, предлагающих самый широкий модельный ряд датчиков различных модификаций (прямоугольные и цилиндрические корпуса, оптоволоконные, с различными интерфейсами управления, высокоскоростные и т. д.).
- Использование трехцветных светодиодов, которые позволяют работать с метками любого цвета без смены датчика.
- Высокая скорость работы датчиков (особенно важна в печатной промышленности), до 10 мкс.

- Возможность работы с блестящими и бликующими поверхностями.
- Режимы обучения teach-in, позволяющие вводить датчик в эксплуатацию всего за несколько минут.
- Цифровые и шкальные дисплеи для контроля рабочего статуса датчика.

### Датчики КТ5-2 — стандарт для упаковочной промышленности

Принцип работы фотоэлектрических датчиков контраста основан на сравнении сканируемых цветов с двумя эталонными оттенками цвета, сохраненными в его память при установке. Датчик различает до 30 градаций серого и изменяет состояние выходного сигнала при детектировании разницы в контрасте. Скорость считывания меток достигает 10 000 в секунду. Это позволяет использовать датчики на самом быстром технологическом оборудовании. Датчики других серий, например, КТ10W, имеют частоту срабатывания 25 кГц.

Оптические датчики меток КТ5-2 отличаются высокой степенью интеграции. Они предлагают не только регулировку порога срабатывания, но и несколько методов обучения датчика рабочим условиям, а также датчики с трехцветными светодиодами, позволяющими работать с метками любого цвета.

Серия КТ5-2 — это серия универсальных датчиков с самыми широкими возможностями. Она представлена и моделями со шкальными светодиодами дисплеями, и моделя-

ми для оптоволоконных кабельных систем. Перечислим все эти возможности.

Модели KT5-2 Display имеют шкальный дисплей, который визуально отображает работу датчика, насколько точно сканер детектирует различные уровни контраста. Чем больше светодиодов горит в шкале, тем выше качество сканирования датчика. Такие модели оснащены трехцветным светодиодом, который позволяет работать с метками различного цвета и фактуры.

Подсерия KT5-2 включает модели с разными методами настройки датчика: ручной настройкой, со статическим и динамическим обучением, а также с полностью автоматической настройкой сканера контраста. Динамический режим обучения удобен в тех случаях, когда доступ к датчику ограничен или нежелательна остановка оборудования. В зависимости от условий эксплуатации, выпускаются модели с зеленым или трехцветным светодиодом. Также некоторые модели с зеленым светодиодом имеют аналоговый выходной сигнал.

KT5L — это модели с лазером, предназначенные для безошибочного обнаружения самых маленьких меток на больших рабочих расстояниях.

KT5 — датчики с оптоволоконными кабелями, их применение оправдано в условиях ограниченного пространства, когда использование стандартных датчиков невозможно из-за их габаритных размеров.

Вне зависимости от подвида датчиков, все модели не чувствительны к отражающим качествам рабочих объектов, другими словами, они одинаково эффективно работают с любыми блестящими поверхностями. Кроме того, датчики выпускаются в литых металлических корпусах, поэтому обладают высокой герметичностью, позволяющей им работать в любых, даже самых тяжелых, условиях эксплуатации.

## Зависимость работы датчика от целевого объекта

Многие сканеры контраста чувствительны к цвету метки. Это связано с тем, что в их корпусе установлен светодиод определенного цвета, красный или зеленый. Таким образом, датчики с красным источником излучения не реагируют на красные метки, а датчики с зеленым светодиодом — на зеленые. Поэтому многие потребители вынуждены согласовывать цвет метки с поставщиками продукции.

Иначе обстоит дело с датчиками контраста SICK. Производитель предусмотрительно интегрировал в устройство трехцветный светодиод со схемой управления. В зависимости от цвета метки, датчик сам выбирает, какой цвет излучения использовать. Поэтому потребителям продукции SICK не придется производить замену оборудования при производстве новой продукции с метками другого цвета.

## Рабочие характеристики и параметры датчиков метки

### Рабочий диапазон сканирования

Это расстояние от лицевой стороны линзы датчика до объекта. Дальность действия сканеров контраста данной серии составляет 10, 20 и 40 мм (рис. 1).

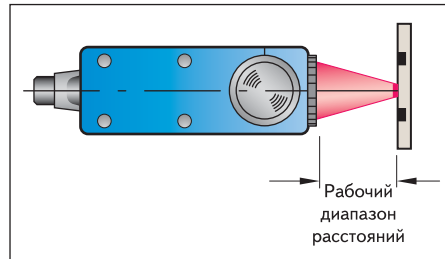


Рис. 1. Рабочий диапазон сканирования

### Точность/допуски рабочего диапазона датчика

Это изменения в расстоянии рабочего диапазона (например, 3 мм), в пределах которого не происходит ошибочного срабатывания датчика. Значение параметра зависит от уровня контраста (рис. 2).

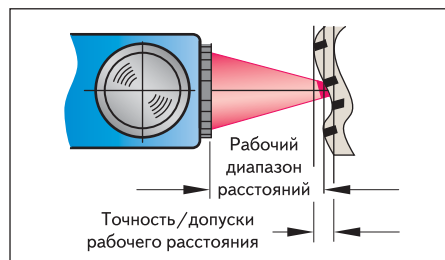


Рис. 2. Точность срабатывания датчика контраста

### Размеры световой метки

Это площадь поверхности сканируемого материала, покрытая излучением светодиода датчика, расположенного на номинальном рабочем расстоянии (рис. 3).

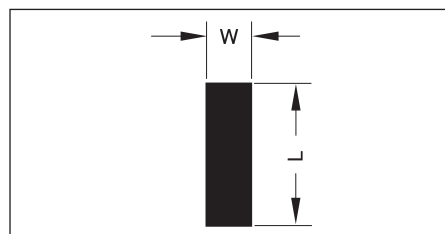


Рис. 3. Световая метка

### Положение световой метки

Данный параметр определяется горизонтальным или вертикальным расположением линзы по отношению к длинной стороне корпуса датчика. Чем больше световая метка датчика совпадает по размерам с меткой сканируемого материала, тем лучше параметры срабатывания датчика (рис. 4).

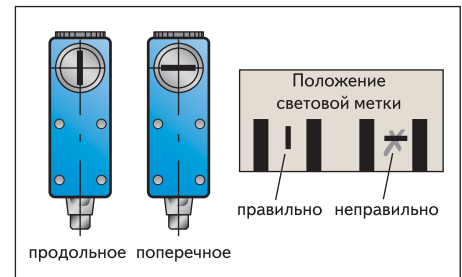


Рис. 4. Положение световой метки

### Сторона излучения датчика

Датчики серии KT5-2 дают пользователю возможность выбрать, на какой стороне датчика будет расположен источник излучения (рис. 5).

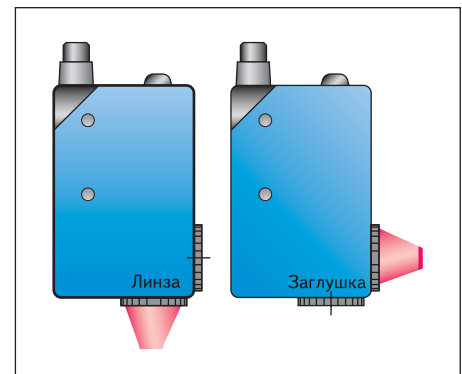


Рис. 5. Выбор стороны датчика

### Задержка срабатывания

Присутствует задержка включения/выключения величиной 20 мс (рис. 6).

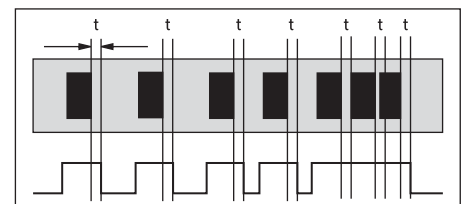


Рис. 6. Задержка срабатывания

### Сканирование блестящих поверхностей

Фактура материала не влияет на результаты измерений, при необходимости при измерении кодов на блестящих поверхностях можно использовать наклонный монтаж датчика (рис. 7).

### Напряжение питания

Сканеры контраста работают от источника постоянного тока в широком диапазоне питающего напряжения, от 10 до 30 В. Сканеры имеют несколько степеней защиты: выход Q защищен от короткого замыкания, вывод Vs защищен от переплюсовки питающего напряжения, а схема датчика имеет подавитель помех и шумов. Пользователь

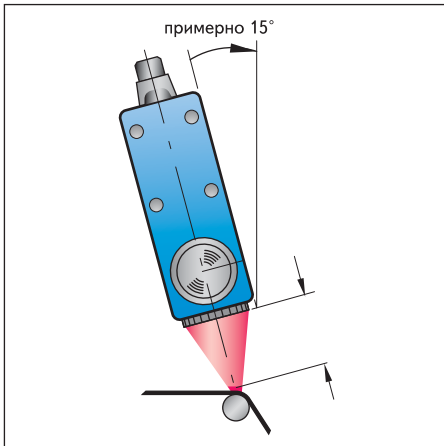


Рис. 7. Сканирование блестящих поверхностей

может задать «направление» срабатывания датчика, при переходе от темного к светлому, или наоборот.

### Время срабатывания

Короткое время срабатывания 50 мкс обеспечивает отличную повторяемость — и в случае контроля высокоскоростных объектов.

Последней и, пожалуй, одной из главных характеристик является скорость срабатывания датчика — 10–25 кГц. Отметим, что «усредненная» рыночная модель оптического датчика метки имеет частоту срабатывания 4 кГц.

### Настройка датчиков метки

Обычно для датчиков контраста необходимо время — для настройки датчика на целевой объект. Поскольку такие объекты могут меняться в процессе работы (например, в печатной промышленности), датчики требуют постоянного инженерного обслуживания.

Самый простой способ настройки датчика — это его ручная регулировка (последняя цифра маркировки 1). С помощью переменного резистора (рис. 8) устанавливается принцип срабатывания датчика — на темное или светлое, а светодиод function является индикатором выходного сигнала (желтый). Второй потенциометр предназначен для регулировки чувствительности датчика к кон-

трасту. Зеленые светодиоды служат индикаторами направления вращения.

Приведем пример установки темной метки на светлом фоне. Для этого необходимо установить верхний потенциометр в положение dark (темный кружочек), поместить метку в зону работы датчика и навести ее на светодиод. Затем повернуть нижний регулятор чувствительности, пока не загорится светодиод function. Теперь необходимо поместить фрагмент фона в рабочую зону действия датчика. Для этого нужно поворачивать регулятор чувствительности, пока не загорится светодиод function. Подсчитайте число вращений и верните назад регулятор на половину значений сделанных вращений.

### Методы обучения

Однако ручная настройка — это уже «дела давно минувших дней». Современные технологии предлагают пользователям различные методы обучения. Такие датчики имеют два режима: рабочий и режим обучения. В рабочем режиме датчик контраста изменяет выходной сигнал в зависимости от того, что находится в зоне его контроля — метка или фон. При этом уровни включения и выключения задаются пользователем заранее.

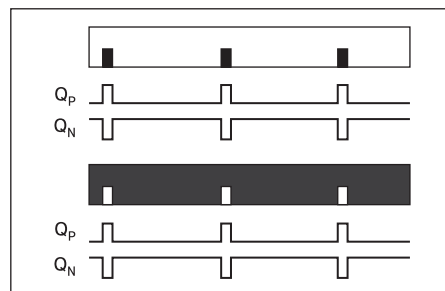


Рис. 9. Рабочий режим датчика

Режим обучения может быть динамическим или статическим. Однако следует заметить, что уже само применение технологии обучения сводит процесс настройки к минимальному набору действий. Статическое и динамическое программирование, а также установка выходов осуществляются с помощью кнопок на датчике или подачей импульсов на вход внешнего обучения. В процессе стати-

ческого или динамического программирования на основании контраста между меткой и фоном датчик автоматически выбирает цвет свечения 3-цветного излучающего светодиода: красный, зеленый или голубой.

### Статическое обучение

При статическом обучении достаточно разместить в зоне контроля датчика объект и нажать на кнопку teach (рис. 10). Датчик запомнит индивидуальные световые условия.

Компания SICK выпускает датчики со статическим обучением только метки (последняя цифра маркировки датчика 2) или метки и фона (последняя цифра маркировки 6).

Перед светодиодом датчика необходимо разместить метку, а регулятор контраста (потенциометр, рис. 10) установить в положение fine (небольшой контраст) или coarse (значительный контраст). Одно нажатие на кнопку teach (или активизация соответствующего сигнала управления) — и обучение датчика завершено. В качестве подтверждения загорится светодиод Q. Порог срабатывания сохранится после выключения питания. Для установки двух уровней контраста процедура повторяется еще раз (рис. 11).

Таким образом, статический обучающий режим teach-in позволяет одновременно проводить сразу две настройки: уровня контраста и цвета метки. Срабатывание на темное или светлое устанавливается датчиком автоматически.

### Динамическое обучение

При обучении в динамическом режиме (последняя цифра маркировки 3) датчик анализирует серию изменяющихся состояний при чередовании меток и фона, вычисляет и запоминает порог срабатывания. Такой режим используется для программирования чувствительности в реальных условиях работы оборудования. Так же как и статическое обучение, динамическое обучение позволяет одновременно проводить настройки двух параметров: уровня контраста и цвета метки.

Для обучения датчика необходимо установить срабатывание на темное или светлое с помощью потенциометра на панели датчика (L или D) и нажать на кнопку teach (рис. 12). Теперь можно включить оборудование, и датчик автоматически настроится на уровень контраста «метка – фон». Если уровень кон-

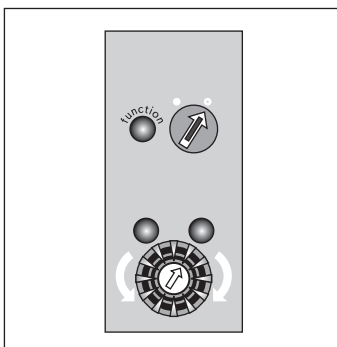


Рис. 8. Переменный резистор

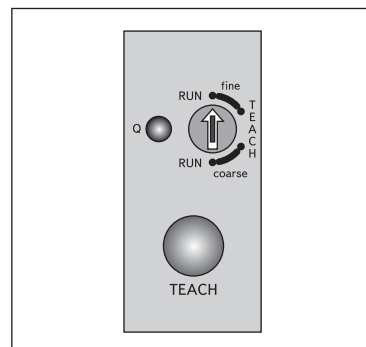


Рис. 10. Датчик со статическим обучением

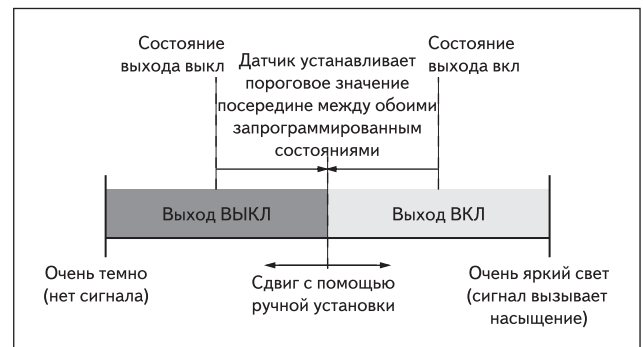


Рис. 11. Процедура установки уровня контраста

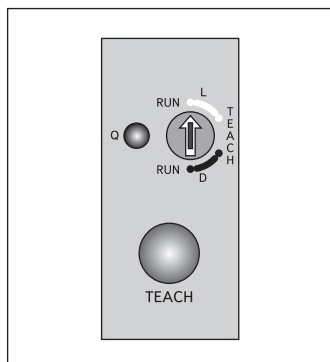


Рис. 12. Датчик с динамическим обучением

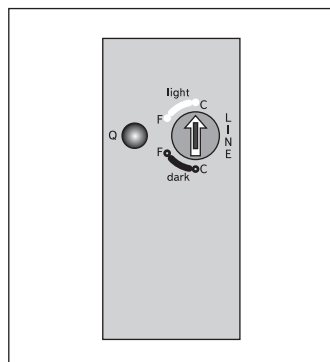


Рис. 14. Датчик с автоматическим динамическим обучением

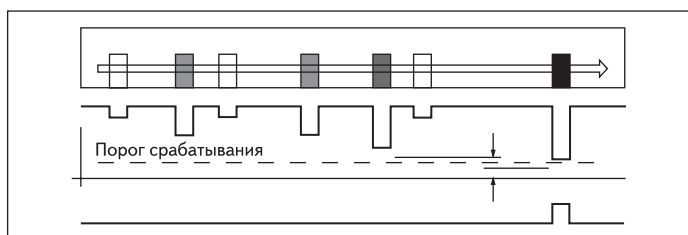


Рис. 13. Движение меток в процессе обучения

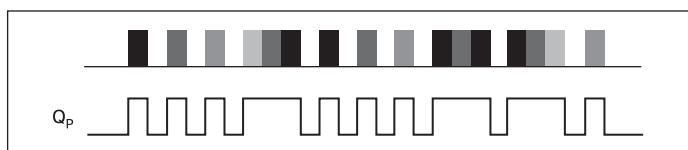


Рис. 15. Работа датчика при установках на большой уровень контраста и срабатывание на темное

траста недостаточен для нормальной работы датчика, мигает светодиод Q. Скорость движения меток в процессе обучения может составлять 25–300 мм/с (рис. 13).

#### Автоматическое динамическое обучение

Последний метод обучения — автоматический динамический (последняя цифра маркировки 4). Для него обучения вообще не требуется. Потенциометр на панели датчика позволяет проводить сразу две настройки: срабатывание на темное или светлое и уровень контраста (fine или coarse, рис. 14).

Следующий пример показывает работу датчика при установках на большой уровень контраста и срабатывание на темное (рис. 15).

#### Метод внешнего программирования

Все методы обучения доступны посредством кнопки teach, а также могут осуществляться методом внешнего программирования, с помощью внешнего сигнала ET. В этом режиме можно не только установить задержку включения и выключения, но и заблокировать кнопку регулировки во избежание несанкционированного изменения установок. Программирование проводится с помощью последовательности входных импульсов.

#### Система обозначений

KT5 G—2 N 1 1 5 1  
1 2 3 4 5 6 7 8

- 1 — серия.
- 2 — источник света:  
G — зеленый светодиод, W — трехцветный светодиод.
- 3 — номер разработки.
- 4 — тип выходного сигнала Q: N — NPN, P — PNP.
- 5 — направление излучения:  
1 — горизонтальное, 2 — вертикальное.
- 6 — зона контроля: 1 — 10 мм, 2 — 20 мм, 4 — 40 мм.
- 7 — схема задержки: 1 — отсутствует, 2 — 20 мс,  
5 — аналоговый выход без таймера.
- 8 — режим обучения:  
1 — ручной, 2 — статический teach-in на метку,  
3 — динамический teach-in, 4 — автоматическое обучение,  
6 — статический teach-in на метку и фон.

В данной статье мы подробно рассмотрели модельный ряд популярных датчиков контраста серии KT5-2. Все описанные режимы работы применимы и для датчиков других серий. В таблице приведены сравнительные характеристики датчиков контраста SICK различных серий. ■

Таблица. Сравнительные характеристики датчиков контраста SICK различных серий

Серия	Внешний вид	Источник излучения	Особенности
KT1M		Белый, 450–650 нм	Цилиндрический корпус для монтажа в ограниченном пространстве Светодиодный индикатор работы Широкий выбор крепежных аксессуаров
KT2		Красный, зеленый	Небольшой корпус Регулировка чувствительности Частота переключений до 10 кГц
KT3		RGB, белый	Миниатюрный корпус Настройка teach-in Автоматическая регулировка для блестящих поверхностей
KT6-2		RGB	Крепкий металлический корпус Расположение светодиода на фронтальной или поперечной стороне корпуса Автоматическая регулировка для блестящих поверхностей
KT5-2		RGB	Широкий модельный ряд Регулируемые пороги срабатывания Несколько обучающих режимов teach-in Модели с лазерами и оптоволоконном Металлический корпус
KT8/ KT8L		RGB	Модели с CAN-bus интерфейсом Модели с лазером Автоматическая коррекция наклона Частота срабатывания — 30 кГц
KT10-2		RGB	Высокая скорость Высокое разрешение Автоматическая коррекция наклона Настройка teach-in Частота срабатывания — 30 кГц