

УДК 621.316**АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА
МИКРОПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ НА КРУПНОСЕРИЙНОМ
ПРОИЗВОДСТВЕ**

Д.М. ЕГОРОВ, студент гр. НЭБ-251 (КузГТУ)

А.Е. Кирюшкин, студент гр. НЭБ-251 (КузГТУ)

Научный руководитель А.В. ГРИГОРЬЕВ, к.т.н., доцент (КузГТУ)

Кузбасский Государственный Технический Университет
г. КЕМЕРОВО**Актуальность темы**

Микрореле являются ключевыми элементами в тысячах видов электронной и электротехнической продукции: от бытовой техники и автомобилей до промышленного оборудования и авиации. На крупносерийном производстве, где объемы выпуска исчисляются сотнями тысяч и миллионами штук в месяц, обеспечение стабильного качества каждой единицы продукции становится критически важной задачей.

Ручной контроль таких параметров, как усилие срабатывания, ход кнопки, тактильность (наличие четкого щелчка) и электрическая проводимость, обладает рядом фундаментальных недостатков:

- субъективность: оценка усилия и тактильности разными операторами может отличаться;
- низкая скорость: не соответствует темпу крупносерийного производства;
- высокая утомляемость: влияет на внимание оператора и приводит к пропуску брака;
- воспроизводимость: сложно добиться идентичных условий проверки для каждой детали.

Таким образом, автоматизация контроля качества микрореле является не просто опциональным улучшением, а необходимым условием для конкурентоспособности, снижения затрат на гарантийное обслуживание и укрепления репутации производителя.

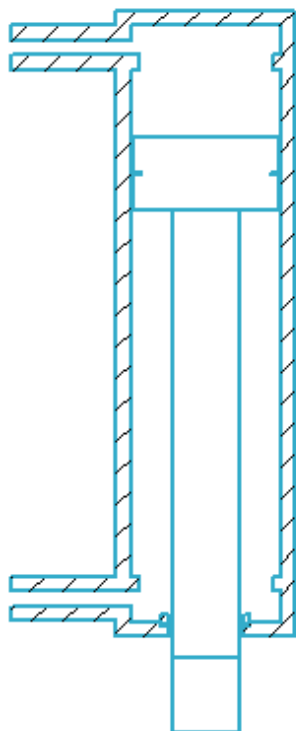
В частности потребность в такой системе возникла на АО «НПП «Кузбассрадио».

Постановка задачи

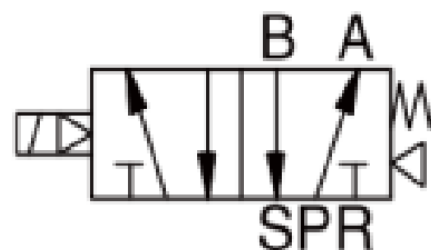
Разработать автоматизированную систему контроля ключевых параметров микрореле на крупносерийном производстве определённого предприятия, которая должна:

1. Фиксировать усилие срабатывания с высокой точностью (± 0.01 Н).
2. Контролировать ход кнопки до момента щелчка.

3. Проверять электрическую цепь на замыкание/размыкание контактов в момент срабатывания.
4. Обеспечивать высокую производительность (не менее 3000 циклов в час).
5. Автоматически сортировать изделия на годные и бракованные.
6. Исключить субъективный человеческий фактор из процесса контроля.
7. Работать с использованием пневматических исполнительных устройств (рис. 1).
8. Так как идёт выполнение задачи для конкретного предприятия, то должны быть изучены возможные модели для проведения проверки, а автоматизированный стенд должен универсально подходить для разных моделей микропереключателей производства «Кузбассрадио».



(а)



(б)

Рисунок 1 – Пневматические исполнительные механизмы:
а – чертёж пневмоцилиндра в разрезе, б – внешний вид и условное графическое обозначение электропневматического пневмораспределителя
RV N2R251-08QE4

Для решения поставленной задачи предлагается конструкция автоматизированного стенда, основным исполнительным механизмом которого

является пневматический привод, управляемый пневмораспределителем с электромагнитным управлением (см. рис. 1).

Принцип работы и компонентная база:

1. Подача и позиционирование: микропереключатели фиксируются в зажимах автоматизированного стенда, обеспечивающих точное положение под наконечником поршня.

2. Исполнительный механизм: в качестве источника точно дозированного усилия используется пневмоцилиндр. По сравнению с электромоторами, пневмопривод обладает рядом преимуществ для данной задачи:

- высокая скорость перемещения;
- плавность хода;
- возможность точного регулирования усилия с помощью редукционного клапана;
- надежность и долговечность в условиях непрерывной работы.

3. Система управления: к штоку пневмоцилиндра жестко крепится тензометрический датчик силы, который в реальном времени передает данные о прилагаемом усилии на программируемый логический контроллер (ПЛК). Параллельно энкодер или датчик положения отслеживает перемещение штока (ход кнопки).

4. Управление подачей воздуха: поток сжатого воздуха к пневмоцилиндру направляется с помощью соленоидного пневмораспределителя. ПЛК подает электрический сигнал на катушку распределителя, который, в свою очередь, направляет воздух в соответствующую полость цилиндра, обеспечивая его движение вниз (рабочий ход) или вверх (возврат).

5. Контроль электрических параметров: в момент движения штока ПЛК с помощью встроенных дискретных входов непрерывно опрашивает состояние контактов самого микропереключателя. Система фиксирует точный момент, когда происходит переключение (замыкание или размыкание цепи).

6. Анализ и сортировка: ПЛК в реальном времени строит график "Усилие-Ход". На этом графике четко видна точка срабатывания. Система сравнивает полученные значения (усилие в точке срабатывания, ход) с заданными допусками. Если параметры находятся в пределах нормы, ПЛК дает команду на открытие пневмозаслонки, направляющей деталь в тару для годных к эксплуатации изделий. В противном случае деталь отправляется в брак.

Выбор компонентов и их параметров

Проанализировав каталог продукции АО «НПП «Кузбассрадио», видно, что пневмоцилиндр автоматизированного стенда должен развивать усилие 40Н для возможности проверки всех моделей (микропереключателей и тумблеров). Хода цилиндра в 30мм будет достаточно для всех моделей производства.

Компрессор будет создавать в пневмомагистрали давление, превосходящее давление, подаваемое на пневмоцилиндр. Блок подготовки воздуха будет ограничивать подаваемое через пневмораспределитель на пневмоцилиндр давление. Это нужно для регулировки максимального давления пневмо-привода

Для управления автоматизированным стендом будет использоваться микроконтроллер АТМega328 на базе платы Arduino Nano благодаря его дешевизне и легкости в использовании.

Автоматизированный стенд будет питать AC/DC преобразователь $\sim 220/12$ В. Микроконтроллер и тензодатчик питаются через DC/DC преобразователь $=12/5$ В.

Рисунок 2 – Принципиальная схема автоматизированного стенда: ТД – тензодатчик; L1 – катушка электромагнита пневмораспределителя; SW – микропереключатель.

Расчёт параметров пневмоцилиндра

Максимальная сила давления, создаваемая цилиндром, равно:

$$F = P * S$$

Где F – сила давления цилиндра, P – давление воздуха, S – площадь давления поршня. S круглого штока поршня равно $\pi * r^2$, где r – радиус штока. Для пневмоцилиндра с $r=8\text{мм}$ вычислим значение давления воздуха, для достижения максимальной силы давления в 40Н.

$$P = \frac{F}{\pi * r^2}$$

Получим $P \approx 200000\text{Па}$ или $P \approx 2 \text{ bar}$. Такое давление должно поддерживаться блоком подготовки воздуха для нормальной работы стенда.

Процесс проверки качества серии

Из всей серии произведённых микроконтроллеров делается небольшая выборка изделий. Каждый микропереключатель из выборки тестируется на стенде автоматического контроля качества, где фиксируется соответствие его параметров заявленным нормам. Если же данного соответствия нет, то модель считается бракованной. Если процент брака в выборке превышает определённый порог, то вся серия снимается с производства, а произведенные модели идут на переработку.

Заключение

Предложенное решение на основе пневматического привода и программируемого контроллера позволяет полностью автоматизировать процесс контроля качества микропереключателей. Это обеспечивает высочайшую объективность, повторяемость и скорость проведения испытаний, что напрямую соответствует требованиям крупносерийного производства. Внедрение подобной системы значительно снижает процент выходного брака, минимизирует затраты на ручной труд и повышает общую надежность выпускаемой продукции.

Список литературы:

1. Яблочников Е. И. Автоматизация технологической подготовки производства в приборостроении/ Е. И. Яблочников, А. В. Пирогов, Ю. С. Андреев <https://books.ifmo.ru/file/pdf/2427.pdf>
2. Башта, Т. М. Гидравлика, гидромашины и гидропневмопривод: Учебник для вузов / Т. М. Башта. — 5-е изд., стер. — М.: Альянс, 2017. — 423 с. <https://djvu.online/file/eKbIaMJspTocr?ysclid=mguoh8xmww9471465702>
3. Рачков, М. Ю. Пневматические системы автоматики : учебное пособие для вузов <https://urait.ru/viewer/pnevmaticheskie-sistemy-avtomatiki-556662#page/1>
4. Каталог распределителей SMARTA с электромагнитным управлением серии RV. Электронный ресурс:

https://docs.smarta.ru/catalogues/PNA/Valves/RV_Valves_SMARTA_2024.pdf#page=6

5. Каталог продукции АО «НПП «Кузбассрадио» : [сайт]. – URL: <https://kuzrad.ru/page92414556.html> (дата обращения 20.02.2026).

Информация об авторах:

Егоров Даниил Максимович, студент гр. НЭб-251, КузГТУ, г. Кемерово, 650003, пр-кт Химиков д34 к1, egdaniel228@gmail.com

Кирюшкин Андрей Евгеньевич, студент гр. НЭб-251, КузГТУ, г. Кемерово, 650068, ул Халтурина д23а, Kirushkin.2016@mail.ru

Григорьев Александр Васильевич, к.т.н., КузГТУ, 650061, г. Кемерово, пр. Шахтеров 62а, кв. 51, gav.eav@kuzstu.ru