

УДК 621.316

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)
г. Кемерово

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МИКРОПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ НА КРУПНОСЕРИЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Актуальность темы

Микропереключатели 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.

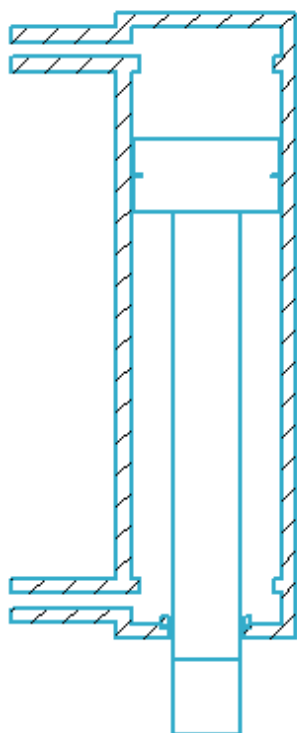
Таким образом, автоматизация контроля качества микропереключателей является не просто опциональным улучшением, а необходимым условием для конкурентоспособности, снижения затрат на гарантийное обслуживание и укрепления репутации производителя.

Постановка задачи

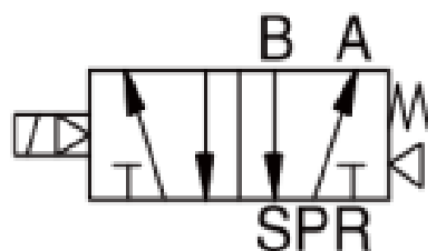
Разработать автоматизированную систему контроля ключевых параметров микропереключателя на крупносерийном производстве, которая должна:

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).



(а)



(б)

Рис.1. Пневматические исполнительные механизмы:

а – чертёж пневмоцилиндра в разрезе; *б* – внешний вид и условное графическое обозначение электромеханического 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 с помощью вибротолка или конвейерной ленты подаются в рабочую зону и фиксируются в кондукторе, обеспечивающем 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 управляется 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.

Схематичный алгоритм работы цикла контроля:

Шаг 1: Подача детали в зону контроля.

Шаг 2: ПЛК подает сигнал на пневмораспределитель – поршень начинает плавный ход вниз.

Шаг 3: Тензодатчик и энкодер непрерывно считывают данные. Одновременно проверяется состояние контактов микропереключателя.

Шаг 4: В момент щелчка система фиксирует текущие значения усилия ($F_{сраб}$) и хода ($L_{сраб}$).

Шаг 5: ПЛК сверяет $F_{сраб}$ и $L_{сраб}$ с эталонными значениями.

Шаг 6: На основании результата проверки ПЛК активирует механизм сортировки.

Шаг 7: Пневмораспределитель получает сигнал на реверс – поршень возвращается в исходное положение.

Цикл повторяется.

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. – URL: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/2427.pdf> (дата обращения: 10.10.2025).
2. Башта, Т. М. Гидравлика, гидромашины и гидропневмопривод: Учебник для вузов / Т. М. Башта. – 5-е изд., стер. – Москва: Альянс, 2017. – 423 с. – URL: <https://djvu.online/file/eKbIaMJspTocr?ysclid=mguoh8xmw9471465702> (дата обращения: 10.10.2025).
3. Рачков, М. Ю. Пневматические системы автоматики : учебное пособие для вузов. – URL: <https://urait.ru/viewer/pnevmaticheskie-sistemy-avtomatiki-556662#page/1> (дата обращения: 10.10.2025).
4. Каталог распределителей SMARTA с электромагнитным управлением серии RV. Электронный ресурс: URL: https://docs.smarta.ru/catalogues/PNA/Valves/RV_Valves_SMARTA_2024.pdf#page=6 (дата обращения: 10.10.2025).

Информация об авторах:

Егоров Даниил Максимович, студент гр. НЭБ-251, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, egdaniel228@gmail.com

Кирюшкин Андрей Евгеньевич, студент гр. НЭБ-251, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, Kirushkin.2016@mail.ru

Григорьев Александр Васильевич, к.т.н., доцент, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, gav.eav@kuzstu.ru