

УДК 681.518.5: 658.562.47

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНИТЕЛЕЙ

П. А. АКУЛОВ¹, Д. И. ПЕТРЕШИН², О. Н. ФЕДОНИН², А. В. ХАНДОЖКО²

¹Дубненский завод коммутационной техники

Дубна, Россия

²Брянский государственный технический университет

Брянск, Россия

Введение

В настоящее время подавляющее большинство электронных систем проектируется на основе блочно-модульного подхода. Взаимодействие отдельных блоков и модулей обеспечивается за счет разнообразных электрических соединителей (ЭС) [1]. Ключевая задача таких соединителей – создать стабильный электрический контакт, который обеспечит корректную передачу сигналов даже в сложных условиях эксплуатации. К числу неблагоприятных факторов относятся:

- вибрационные нагрузки;
- запыленность среды;
- температурные колебания;
- повышенные токовые нагрузки.

Таким образом, работоспособность всей электронной системы напрямую зависит от качества электрического контакта в соединении типа «вилка – розетка».

Важный этап производства электрических соединителей – контрольная операция [2]. Ее цель – проверить, соответствует ли изделие установленным техническим требованиям. Эти требования фиксируются:

- в технических условиях (ТУ) на продукцию;
- в государственных стандартах (ГОСТ).

Для верификации соответствия применяются различные виды испытаний. В частности, проводится проверка сил, необходимых для сочленения и расчленения соединителей [3, 4].

Постановка задачи

При внедрении автоматизации контроля силы сочленения-расчленения соединителей возникает потребность в разработке специальной методики. Она должна гарантированно фиксировать момент полного сочленения пары «вилка – розетка» в ходе испытаний.

На рис. 1 продемонстрированы возможные сценарии сочленения электрического соединителя.

Полное сочленение (см. рис. 1, а) определяется по следующему признаку: изоляторы розетки и вилки соприкасаются без возникновения механического

напряжения в зоне контакта. Это оптимальный сценарий, при котором следует измерять силу сочленения.

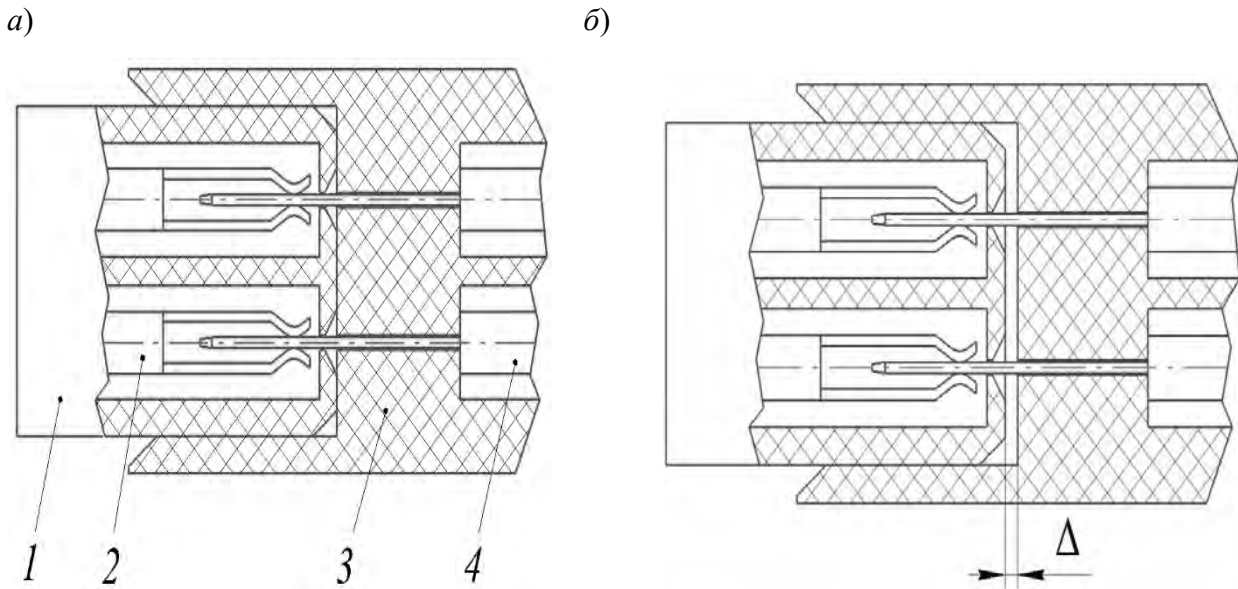


Рис. 1. Варианты сочленения электрического соединителя: *а* – полное сочленение; *б* – неполное сочленение: 1 – изолятор розетки; 2 – гнездовой контакт; 3 – изолятор вилки; 4 – штыревой контакт; Δ – зазор в соединении

Неполное сочленение (см. рис. 1, *б*) характеризуется наличием воздушного зазора Δ между изоляторами розетки и вилки. Такая ситуация считается нежелательной: измерение силы сочленения в этом случае даст недостоверные результаты.

Еще один неблагоприятный сценарий – пересочленение. Он возникает, если после достижения полного сочленения продолжает действовать сила, приводящая к механическому напряжению в зоне контакта изоляторов. Это вызывает их деформацию. На рис. 1 данный вариант не показан. При пересочленении измеренное значение силы сочленения окажется завышенным.

В условиях ручного контроля оператору крайне сложно точно определить момент полного сочленения – когда в зоне контакта отсутствует как механическое напряжение, так и зазор Δ . По этой причине ручной метод измерения силы сочленения нередко приводит к получению некорректных данных [5, 6].

Решение поставленной задачи

Для повышения производительности при контроле сил сочленения и расчленения контактных пар ЭС и минимизации влияния человеческого фактора предлагается создать две автономные автоматизированные системы управления (АСУ) операциями контроля (ОК) ЭС [5].

Функциональное разделение систем:

- первая АСУ предназначена для контроля сил сочленения-расчленения отдельных контактов ЭС со штырем-калибром (рис. 2);
- вторая АСУ ориентирована на работу с парой «вилка – розетка».

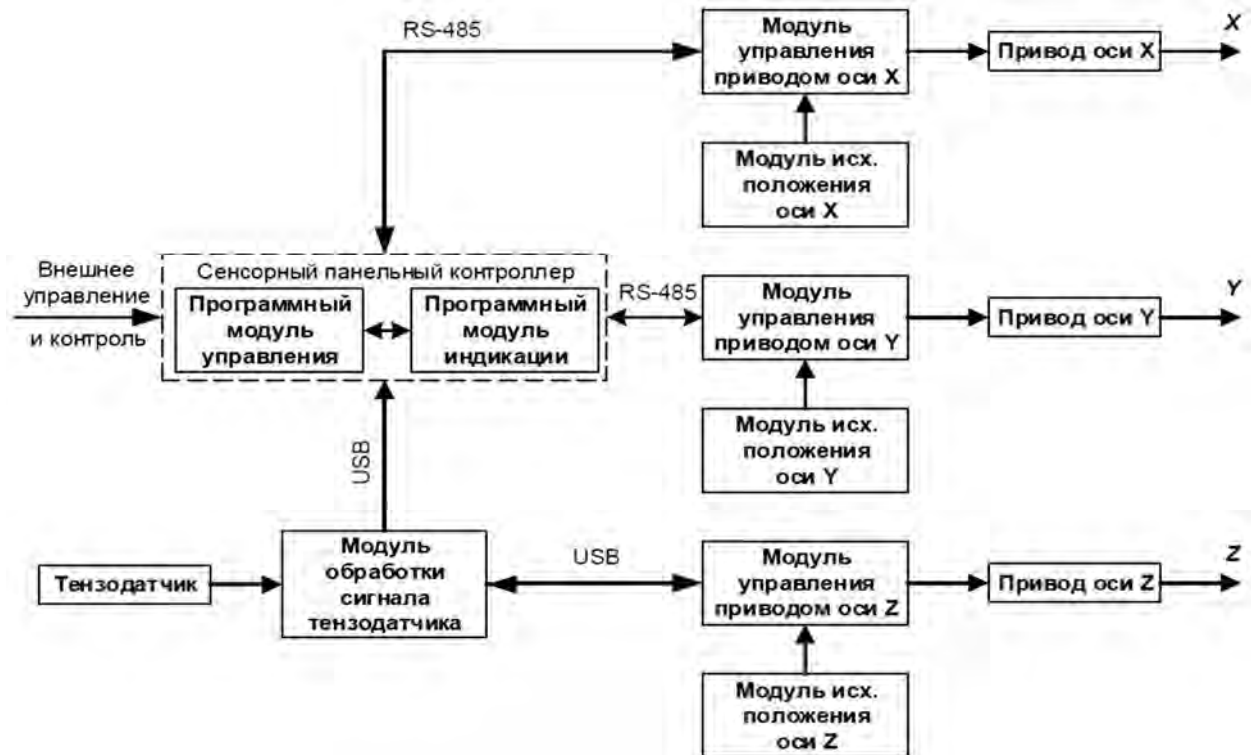


Рис. 2. Структурная схема АСУ ОК сил сочленения-расчленения гнездовых контактов ЭС

Обе системы должны обеспечивать реализацию следующего набора базовых функций [6].

1. Управление кинематикой испытательного процесса:

- точное задание и поддержание требуемого расстояния перемещения подвижных элементов;
- регулирование скорости движения узлов;
- контроль ускорения в процессе испытаний.

2. Универсальность применения: возможность проведения испытаний для различных типов электронных систем на единой технологической установке.

3. Интерактивный интерфейс мониторинга и настройки:

- визуализация хода испытательного процесса в реальном времени;
- оперативный ввод и корректировка параметров измерений;
- сохранение заданных значений для последующего использования.

4. Автоматизированная обработка данных:

- непрерывная фиксация текущих параметров в ходе испытаний;
- алгоритмическая обработка полученных значений;
- формирование протоколов испытаний;
- представление актуальных данных в удобной для анализа форме.

Каждая из АСУ включает следующие основные компоненты [7]:

- 1) базовая механическая платформа с интегрированными управляемыми электроприводами;
- 2) сменная технологическая оснастка, обеспечивающая адаптацию к различным типам испытуемых изделий;

3) система визуализации и управления, реализующая интерфейс взаимодействия оператора с оборудованием;

4) измерительный модуль, ответственный за сбор и первичную обработку данных.

Автоматизированная система контроля силы сочленения и расчленения ЭС реализует поэтапное введение калибровочного штыря во все гнезда разъема с параллельным фиксированием силы его вставки и извлечения из гнездового контакта.

Механическая подсистема данной автоматизированной установки состоит из трех линейных осей:

1) ось X отвечает за перемещение между гнездами в пределах одного ряда;

2) ось Y обеспечивает переход между рядами гнезд;

3) ось Z непосредственно задействована в измерении силы, требуемой для ввода и извлечения калибровочного штыря из проверяемого гнезда.

Автоматизированное устройство для оценки силы сочленения и расчленения пар электрических соединителей содержит одну линейную ось, на которой размещены подвижная и неподвижная плиты, оснащенные общими направляющими элементами. На подвижной плите посредством специальной оснастки закреплен тестируемый ЭС. Неподвижная плита, соединенная с тензодатчиком, также оснащена ответной частью ЭС через соответствующую оснастку.

Система визуализации и управления для обеих разрабатываемых автоматизированных систем контроля ЭС включает следующие функциональные модули [7].

1. Модуль управления приводом – реализован на базе контроллера шагового двигателя, обеспечивающего точное позиционирование подвижных элементов.

2. Модуль определения исходного положения – включает набор датчиков, фиксирующих начальную позицию подвижной плиты на линейной оси установки.

3. Модуль индикации – выполнен в виде сенсорного панельного контроллера, который позволяет:

- вводить и корректировать параметры испытаний;
- отображать текущее состояние технологического процесса;
- визуализировать результаты проведенных тестов.

4. Модуль управления установкой – представляет собой микропроцессорную систему, реализующую управление оборудованием в соответствии с заданным алгоритмом работы.

Разработанные автоматизированные методы испытания электрических соединителей существенно отличаются от существующих аналогов благодаря комплексному применению:

- оригинального подхода к автоматизированному контролю сил сочленения и расчленения ЭС;
- оригинальных технических решений в области автоматизации;
- специализированных АСУ, обеспечивающих точное перемещение подвижных элементов.

Ключевые технические характеристики системы:

- строгое соблюдение параметров перемещения (расстояние, скорость, ускорение) в соответствии с требованиями ГОСТ 23784–98;
- объективная фиксация реальных значений сил сочленения-расчленения;
- полная автоматизация процесса, исключая влияние человеческого фактора.

Достигнутые результаты

Внедрение предложенного решения позволило добиться следующих результатов [7].

1. Рост производительности контрольных операций:

- для гнездовых контактов ЭС с использованием контрольного штыря-калибра (на примере ЭС типа СНП388) – увеличение на 24 %;
- для пар разъемов – увеличение на 176 %.

2. Повышение точности измерений:

- сокращение среднего отклонения регистрируемых значений сил сочленения-расчленения до 8 %...15 % (против 33 %...56 % при ручном контроле);
- снижение погрешности измерений с 18 % (при жестком креплении тензодатчика) до 1 % благодаря оригинальной конструкции крепления тензометрического датчика к неподвижной плите.

Таким образом, разработанные системы обеспечивают значительное улучшение ключевых показателей процесса контроля как в плане производительности, так и в отношении точности измерений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Пивоваров, В.** Анализ мировых тенденций развития и проблем производства электрических соединителей / В. Пивоваров, Л. Сафонов, И. Хохлов // Компоненты и технологии. – 2007. – № 2. – С. 1–4.
2. **Сафонов, А. Л.** Общие принципы организации и технологии испытаний электрических соединителей / А. Л. Сафонов, Л. И. Сафонов // Технологии в электронной промышленности. – 2008. – № 7. – С. 44–51.
3. Соединители низкочастотные, низковольтные и комбинированные. Технические условия : ГОСТ 23784–98. – М. : Изд-во стандартов, 2003. – 24 с.
4. Изделия электронной техники. Правила приемки : ГОСТ 25360–82. – М. : Изд-во стандартов, 2003. – 14 с.
5. **Акулов, П. А.** Автоматизация контрольной операции проверки электрических соединителей / П. А. Акулов, Д. И. Петрешин // Автоматизация. Современные технологии. – 2019. – Т. 73, № 6. – С. 257–262.
6. Патент RU 177529. Установка для измерения усилия сочленения и расчленения соединителей: № 2017130135 : заявлено 25.08.2017 / Сырых А. Д., Акулов П. А.
7. **Акулов, П. А.** Повышение производительности при выполнении контрольных операций в технологическом процессе изготовления электрических соединителей за счет применения автоматизированных систем управления : дис. ... канд. техн. наук : 2.3.3 / Акулов Павел Александрович. – Брянск, 2023. – 252 л.