

Применение подпружиненных щупов для тестирования электропроводки и разъёмов

Электропроводка — основа функционирования электрической системы автомобиля. В её состав входят модули и устройства, а также провода, разъёмы и гнезда. Электропроводка обеспечивает подачу энергии и обмен информацией между различными электрическими и электронными компонентами автомобиля. Возрастающее применение систем, обеспечивающих комфорт и безопасность водителя, увеличивающаяся функциональность аудио и навигационных устройств, а также растущее количество гибридных автомобилей приводят к постоянному увеличению требований к качеству электропроводки. Чем более современной является электрическая начинка автомобиля, тем длиннее и тяжелее становится электропроводка. Сегодня типичная проводка легкового автомобиля включает до трёх километров кабелей и весит до 60 кг. Это означает, что электропроводка является самым большим, тяжелым и сложным электрическим компонентом автомобиля.

Электропроводка тестируется на больших тестовых столах, которые позволяют обеспечить контакт каждого разъёма и гнезда с индивидуальным тестовым модулем (рис. 1). При этом к тестовым щупам выдвигаются очень специфичные требования. В целом, структура не является столь прецизионной, как при тестировании печатных плат. Однако, жёсткие щупы для тестирования электропроводки часто обладают дополнительными интегрированными функциями для различных целей. Стандарты качества в области тестирования электропроводки являются очень жёсткими.



Тестирование правильности разводки и геометрии разъёмов

Тестирование проводки включает большое количество аспектов. Прежде всего, следует обеспечить электрический контакт с каждым разъёмом и гнездом для тестирования правильности разводки. В то же время, следует проверить геометрию разъёмов, например, форму и длину контактов, глубину отверстий в корпусе и правильное расположение деталей, полученных литьём. Для реализации данных задач эффективным и экономным путём требуется специальная конструкция тестовых щупов (рис. 2).

Для тестирования проводки в основном используются щупы с резьбой. У данных щупов один



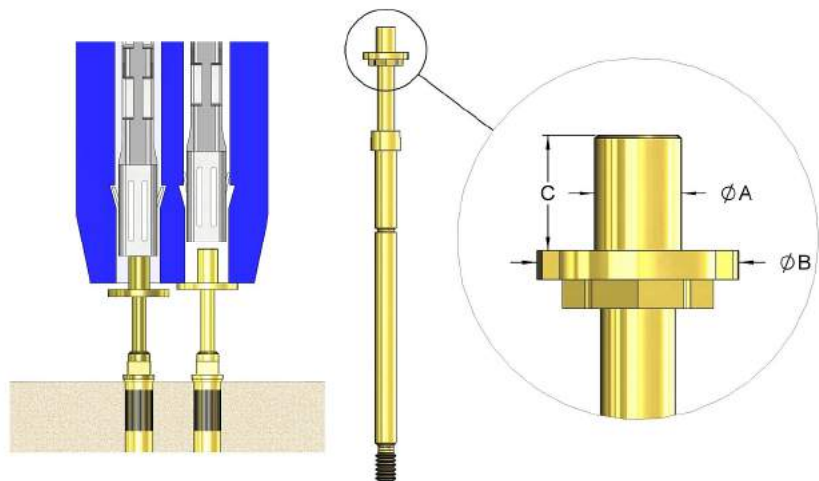
конец вкручивается в соответствующий держатель, снабженный внутренней резьбой. Преимуществом данной конструкции является то, что даже при жёстких условиях эксплуатации, например, при сильной вибрации, держатели не выпадают из разъемов, что гарантирует надёжность работы тестового устройства в целом. Для контакта с элементом продолговатой формы тестовый щуп должен быть похож по форме на ножевой разъем. Для данной цели используется тестовый щуп с наконечником в форме лопатки. Для обеспечения правильного углового расположения щупа относительно тестируемого элемента данные щупы изготавливают устойчивыми к кручению. Защита от кручения реализуется либо при помощи направляющей для плунжера внутри щупа либо при помощи направляющего слота в держателе.

Для проверки корректности геометрии разъемов существует несколько решений:

- Щупы с уступом
- Тестовые щупы с изолирующим колпачком
- Щупы, устойчивые к кручению, с изолирующим колпачком
- Щупы с выключателями
- Щупы со встроенным потенциометром для определения хода

Щупы с уступом используются, когда компонент, который необходимо протестировать, погружен в корпус разъёма. Принцип тестирования основан на том, что площадка на щупе упирается в корпус тестируемого разъёма. Таким образом, ограничивается глубина погружения в корпус. Электрический контакт возникает только если тестируемый элемент находится в правильном положении.

Если разъем смонтирован неаккуратно или не полностью, электрического контакта не происходит и детектируется ошибка (рис. 3). Принцип тестирования очень прост, однако требуется щуп с уступом, обладающий размерами, точно соответствующими необходимым для тестирования конкретного разъёма. Это означает, что

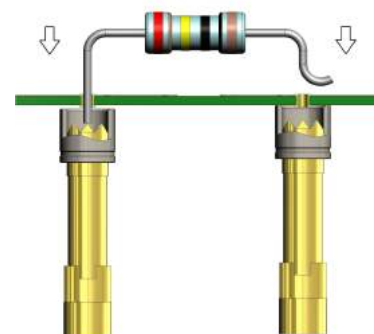


предварительным условием для использования щупа с уступом является наличие щупа с соответствующими размерами. Поэтому выпускается большое количество типоразмеров щупов данного вида.

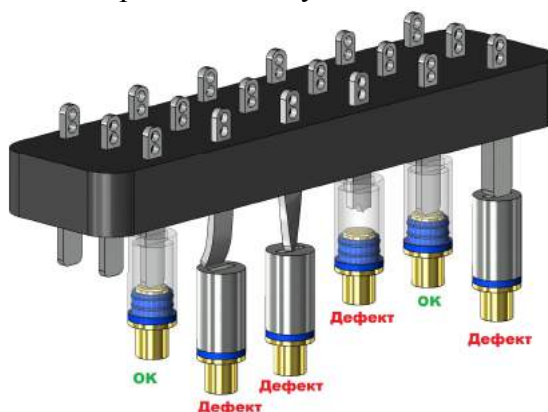
Щупы с изолирующими колпачками используются, когда тестируется длина контакта, выступающего из разъёма. Принцип тестирования основан на том, что контактная поверхность внутри изолирующего колпачка контактирует с тестируемым элементом

только в том случае, если компонент обладает достаточной длиной для того, чтобы проконтактировать с контактной поверхностью внутри колпачка. Если тестируемый элемент слишком короткий, изолирующий колпачок упирается в корпус. В этом случае электрического контакта не возникает и детектируется ошибка (рис. 4).

Принцип работы данных щупов можно расширить путём комбинации изолирующих колпачков со щупами, устойчивыми к кручению. Для тестирования правильности расположения и



углового положения ножевых контактов можно использовать устойчивые к кручению щупы с изоляционным колпачком, имеющим прорезь на торце. При помощи такой комбинации можно проверить не только длину контактов, но и правильность углового положения. Если ножевые элементы изогнуты или перекручены, изолирующий колпачок упирается в них и контакта не происходит. Только если длина, угловое положение и форма ножевого элемента корректны, он проникает в слот в изолирующем колпачке и возникает электрический контакт. Данный метод тестирования является очень простым и эффективным для обнаружения множества возможных дефектов тестируемого разъёма. (рис. 5). Однако, размеры щупа и изолирующего колпачка должны точно соответствовать необходимым.



Более универсальным методом для тестирования правильности расположения контактов является использование щупов с выключателями. Они позволяют контактировать с тестируемым элементом и в то же самое время они замыкают или размыкают встроенный переключатель после определённого хода пружины (точка переключения), который, в свою очередь, замыкает или размыкает электрическую цепь. В зависимости от анализа в тестовой системе можно обнаружить слишком короткие или слишком длинные элементы. Если же требуется только функция переключения без электрического контакта с тестируемым элементом, можно использовать щупы с выключателями с электрически изолированными наконечниками. Щупы с выключателями выпускаются разных размеров и версий, в специальных версиях устанавливается два встроенных выключателя.

Для случаев, когда качественной оценки «да/нет» относительно правильности расположения либо наличия элемента недостаточно, выпускаются контактные щупы со встроенными потенциометрами. Данные щупы позволяют получить количественную оценку расположения тестируемого элемента.

Продавливающий тест

При помощи продавливающего теста проверяется правильность установки и крепления контактных элементов, а также надёжно ли они закреплены в корпусе или их можно выдавить с их позиций. Для данного теста используются контактные щупы с очень высоким усилием пружины в сочетании с функцией переключения (рис. 6).



Принцип тестирования основан на идее, что щуп сильно давит на контактный элемент, который следует протестировать. Если контактный элемент установлен правильно, он выдержит нагрузку и пружина щупа сожмётся. При этом активируется встроенный выключатель, что снова позволяет протестировать корректную посадку контактного элемента. В то же время, с тестируемым элементом можно обеспечить электрический контакт. Если контактный элемент установлен некорректно или закреплён неправильно, он не может выдержать давления и выдавливается со своего места, соответственно, пружина продавливающего щупа не сжимается, функция переключения не активируется и обнаруживается ошибка.

Существуют разные способы для реализации функции переключения в продавливающих щупах. Выключатель можно встроить прямо в щуп, как в прочих щупах с выключателем. Можно скомбинировать продавливающий щуп со вторым щупом с выключателем на разных уровнях. Это возможно, потому что у продавливающего щупа плунжер выступает с другого конца. Поэтому конец плунжера движется синхронно с его наконечником. Такая комбинация позволяет производить настройку точки переключения путём регулировки высоты на втором уровне.

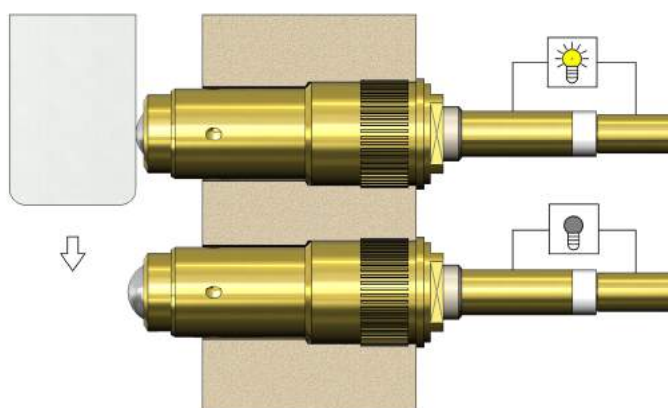
Ещё одна альтернатива в реализации функции переключения - комбинация продавливающего щупа со специальным держателем со встроенным переключателем. В этом случае ход переключения является фиксированным и не регулируется.

Специфические задачи, возникающие при конструировании тестовых модулей

Контактные щупы, используемые для конструирования тестовых модулей более жёсткие и, в общем случае, более длинные, чем, например, щупы для тестирования печатных плат, но пространство в тестовых модулях очень ограничено. Поэтому выпускается множество компактных щупов для применения в ограниченном пространстве. Кроме того, иногда требуются специальные решения для установки щупов. Например, существуют специальные щупы с выключателями, которые устанавливаются и заменяются не сверху, а снизу. Другой пример — специальные инструменты, которые позволяют вкручивать щуп и регулировать точку переключения без предварительного подключения электричества к щупу.

Ещё одна типичная задача, возникающая при конструировании модуля — встроенная проверка наличия разъёма. Например, необходимо обнаружить, находится тестируемый разъём в модуле или нет. Для обычного подпружиненного контактного щупа данный тест на наличие разъёма является проблемой, потому что при боковом перемещении тестируемого устройства возникает сильная боковая нагрузка на щуп, которая может повредить щуп.

Хорошим решением является применение в качестве контактного элемента щупа с вращающимся шариком на конце (рис. 7). Вращающийся шарик перенаправляет и снижает боковую нагрузку на щуп. Это приводит к увеличению срока эксплуатации по сравнению с контактными щупами с фиксированным наконечником той же формы.



Для тестирования проводки также требуются щупы с выключателем с электрически изолированной схемой выключателя. В данных щупах переключающая схема не имеет электрического контакта с наконечником. Это позволяет монтировать схемы с защитой от короткого замыкания. Это важно для использования на тестовых столах, которые оборудованы модулями от разных производителей. Из-за разных параметров переключения и уровней напряжения в данных модулях использование щупов с выключателями без электрической изоляции может сильно повысить риск короткого замыкания.

Для установки в вакуумные модули также выпускаются воздухонепроницаемые щупы. Данные щупы можно установить в вакуумные модули без дополнительного дорогостоящего уплотнения держателей или самих модулей. Вакуумные модули используются для так называемых «тестов на утечку», чтобы убедиться, например, что разъёмы, используемый в моторном отсеке герметично уплотнены.