

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ УСИЛИЙ РАСЧЛЕНЕНИЯ СОЕДИНИТЕЛЕЙ И КОНТАКТНЫХ ПАР

Вопросы повышения качества и надёжности современных средств радиоэлектроники и вычислительной техники являются одной из актуальнейших проблем. По статистическим результатам экспериментальных исследований 50-80% отказов радиоэлектронной аппаратуры происходит из-за некачественных электрических соединений. Качество электрических соединений определяется множеством факторов, но в любом случае необходимо обеспечить надёжность и долговечность соединений; минимальное переходное сопротивление; максимальную механическую прочность; минимальные значения основных параметров процесса контактирования (температуры, времени выдержки, давления), возможность соединения сочланий различных материалов и типоразмеров; стойкость и стабильность свойств при различных видах испытаний; отсутствие деградации (ухудшения свойств во времени) соединений; проведение контроля простыми и надёжными методами; экономическую эффективность и необходимую производительность.

Для удобства эксплуатации и ремонта радиоэлектронной аппаратуры отдельные узлы и блоки снабжают электрическими соединителями. Электрический соединитель состоит из двух несущих контакты частей: вилочной планки (с плоскими или цилиндрическими контактами) и соответствующей ей розеточной планки (с пружинными контактами). Как правило, вилочную планку располагают в узле (на печатной плате), в то время как розеточная планка находится в раме блока или прибора. Контакты розеточной планки, служащие для контактирования и электро монтажа, выполняют в виде флажков, пружин. Большое значение придаётся исполнению разъединяющихся контактов. При этом к ним предъявляются следующие требования:

- незначительное и постоянное контактное сопротивление;
- предельно допускаемая токовая нагрузка;
- высокое сопротивление изоляции;
- незначительная ёмкость;
- небольшое усилие сочленения и расчленения;
- большое количество сочленений-расчленений;
- самоочистление контактов;
- устойчивость к климатическим воздействиям.

– устойчивость к вибрациям и ударам.

Все электромеханические параметры можно разделить на два вида: эксплуатационные, определяющие режимы работы аппаратуры, и контрольные, по значениям которых оцениваются и прогнозируются качество и надёжность контактов.

Следует отметить, что ряд параметров можно отнести как к первому, так и ко второму виду. К параметрам первого вида относятся: контактное и переходное сопротивление, статическая и динамическая нестабильность переходного сопротивления, усилие расчленения. К параметрам второго вида: переходное сопротивление, динамическая нестабильность переходного сопротивления, усилие расчленения, контактное нажатие.

Усилие расчленения разъёмных контактов пропорционально контактному нажатию. Для обеспечения возможности многократного сочленения и расчленения разъёмов, а также исходя из удобства их эксплуатации, целесообразно иметь малые усилия расчленения контактов, что повышает износоустойчивость контактов и корпусов изделий, а также уменьшает вероятность вырывов контактов из изолятора при расчленении. Однако наибольшую надёжность электрический контакт может дать только при больших контактных нажатиях, которые приводят к увеличению усилия расчленения.

Эти противоречивые требования заставляют искать компромиссные решения, при которых контактное нажатие за весь срок службы не должно быть ниже своего минимально допустимого значения

Рассмотрим для примера контакты разъёмов типа 2РМ с золочёным и палладированным покрытиями, имеющими диаметр 1 мм. На рис. 1 представлены зависимости контактного сопротивления, статической нестабильности переходного сопротивления и усилия расчленения от контактного нажатия, из которых видно, что, начиная с нажатий 0,15 кГ для золочёного контакта и 0,275 кГ для палладированного, электрические параметры практически не изменяются при увеличении нажатия. Эти нажатия поэтому можно принять за минимальные для данной конструкции.

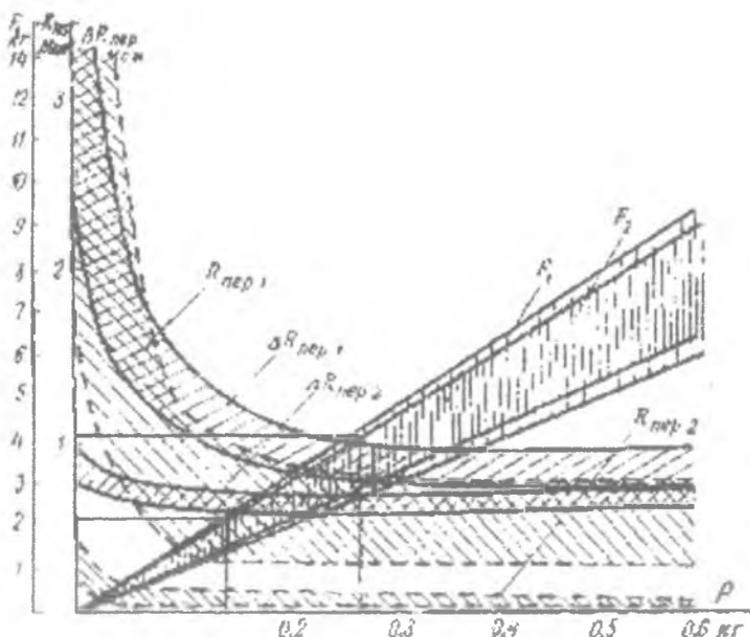


Рис. 1. Зависимости контактного сопротивления, статической неустойчивости переходного сопротивления и усилия расчленения от контактного нажатия

При многократном сочленении и расчленении контактов первоначальный изгиб пружины изменяется, причём это изменение будет наибольшим, когда штырь, выполненный по верхнему допуску, вставляется в гнездо с некоторым перекосом, обусловленным технологическими допусками.

Увеличение усилия расчленения контактов за пределы норм повышает износ контактных поверхностей и вероятность вырыва контактов из изолятора.

Уменьшение контактного нажатия за пределы норм ухудшает электрические параметры контактов и уменьшает надёжность электрического контакта в условиях воздействия климатических и механических факторов.

Усилие расчленения отдельных контактов (например, гнезд) проверяется контрольными штырями-калибрами. Чертёж и описание калибров приводятся в технических условиях на изделие. Калибры изготавливаются под каждый диаметр гнезда по размерам контактного штыря с отрицательным допуском (чтобы можно было определить усилие при наихудшем контактировании). Калибры изготавливаются с высокой точностью из металлов повышенной твёрдости и по износоустойчивости рассчитываются на несколько десятков тысяч включений.

Усилие расчленения такого штыря-калибра с гнездом измеряется динамометром или другим прибором с погрешностью, не превышающей 10%. Эти усилия должны быть в пределах значений норм, указанных в технических условиях.

В тех случаях, когда проверяется соответствие усилия расчленения только нижнему пределу нормы (не ниже определённого значения), штырь-калибр ввёртывается в специальный груз весом, равным нижнему пределу нормы, и тогда проверка производится на удержание гнездом штыря-калибра с грузом в строго вертикальном положении. Если штырь-калибр с грузом выпадает из гнезда, то, следовательно, усилие расчленения ниже допустимой нормы.

Усилие расчленения многштырьевого разъёма или ламповой панели с макстом лампы (или с многштырьевым калибром) проверяется любым методом и прибором, обеспечивающим действие силы вдоль оси сочленённых контактов с погрешностью измерения не более 10%.

В настоящее время проверка единичного усилия (каждого контакта) расчленения происходит при помощи тарированных грузиков. Так как усилие желательно обеспечивать ближе к нижнему пределу (для более лёгкого сочленения вилки и розетки), то диапазон грузиков технологически сужается, т. е. в производстве используется грузик с диапазоном от 0,25 Н до 0,5 Н. Контакт одевается на грузик и поднимается за хвостовик вверх. Верхний грузик должен подняться, а нижний остаться на месте; контакт при этом должен соскочить со штыря. Данным способом определяется, что усилия расчленения контакта с контрольным грузиком находятся в пределе между верхним и нижним грузиками.

Недостаток данного метода заключается в том, что нет объективной точности оценки фактического значения единичного усилия, т. к. не учитываются инерционные силы при подъёме руки в момент поднятия контакта, а так же дополнительные силы, возникающие при несоблюдении строго параллельно-перпендикулярного поднятия руки с контактом.

Аналогично проверяется единичное усилие после сборки контакта в изолятор: собранной розеткой каждое контактное гнездо поочерёдно одевается на грузик, и поднятием собранным изолятором – вверх-вниз проверяется 100% каждый контакт.

За величину усилия сочленения или расчленения принимают среднеарифметическое результатов пяти последовательных измерений.

Процесс является очень трудоёмким и недостаточно объективным по вышеуказанным причинам.

Дальше проверяется суммарное усилие расчленения на динамометрической машине с рабочей собранной вилкой.

Здесь тоже возникает погрешность: самой машины, увеличивается (или уменьшается) сила трения за счёт покрытия контактных пар и т. д.

Современные мировые тенденции связаны с автоматизацией производственных процессов, максимальным исключением человеческого фактора, сокращением временных затрат. Поскольку сегодня применяется метод ручного измерения, на предприятиях-изготовителях электронных компонентов и бытовых соединителей существует заинтересованность в технологии автоматизированных испытаний универсальным измерительным прибором, лишенным перечисленных недостатков. В частности ФГУП Карачаевский завод «ЭЛЕКТРОДЕТАЛЬ» объявил в 2010 конкурс на разработку нового метода измерений.

Проведённые патентные исследования показали, что в рассматриваемой области имеется только один патент на полезную модель, косвенно связанный с измерениями усилий расчленения – контроль усилия нажатия контактов и натяжения, прекративший поддержку в 2006 году. И один аппарат для соединителей, как возможную дополнительную опцию, предусматривающий измерение усилий расчленения динамометром. Перечисленные моменты свидетельствуют о том, что у предприятий-изготовителей разъемов есть актуальная потребность в новой технологии испытаний продукции.

Предложена модель прибора для автоматического измерения единичного и суммарного усилий расчленения контактных пар соединителей. В качестве чувствительного элемента используются миниатюрные тензометрические датчики балочного типа (рисунки 2 и 3).



Рис. 2. Внешний вид тензодатчика балочного типа

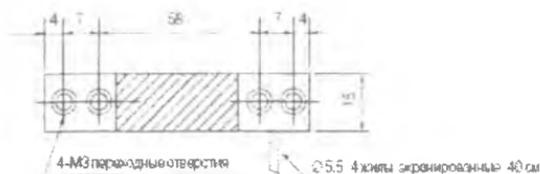


Рис. 3 Габаритные размеры тензодатчика

Используемые датчики разрабатывались для электронных весов для коммерческого взвешивания с высокой точностью и низкой стоимостью. В сравнении с аналогичными, эти датчики обеспечивают малые перемещения. Благодаря стандартному выходному сигналу, они находят применение в различных измерительных задачах.

Прибор измерения усилий расчленения контактных пар обеспечивает:

- автоматическое сочленение/расчленение испытуемого соединителя с контрольным штырём-калибром (автоматический сменный «инструмент»);
- автоматическое сочленение/расчленение испытуемого разъёма с контрольным разъёмом;
- управление прибором клавишами на лицевой панели и выдачу результатов измерения на ЖК-дисплей;
- управление прибором и выдачу результатов измерения с ЭВМ;
- выбор типа разъёма на пульте управления или в управляющей программе на ЭВМ и индикацию имеющихся контактных групп на трёхцветной матрице;
- контроль установленного единичного усилия расчленения каждой контактной пары и соединителя в целом;
- индикацию номера контакта и измеренного усилия на ЖК-дисплее и ЭВМ;
- индикацию результата измерения каждой контактной пары на трёхцветной матрице («зелёный»/«красный» цвет – соответствие или несоответствие допускам по результату измерений. «синий» – наличие контакта в выбранном типе соединителя).
- калибровку прибора при помощи внешней тарировочной тензометрической станции (комплектуется опционально).

Прибор имеет небольшие габариты и может располагаться на столе в лаборатории рядом с ЭВМ или как самостоятельное устройство. Для работы необходимо только наличие сети 220 В 50 Гц.

На рисунке 4 представлена функциональная схема прибора.

Ядром системы является микроконтроллер (ЦВУ -1), обеспечивающий:

- управление трёхканальной схемой управления шаговыми приводами (2):
 - а) двухосевая платформа с датчиком с контрольным диаметром (оси Y и Z);
 - б) контрольный разъем (ось X);
- управление многоканальной измерительной схемой, ввод и обработку результатов измерений;
- связь с ЭВМ (8) по интерфейсу.

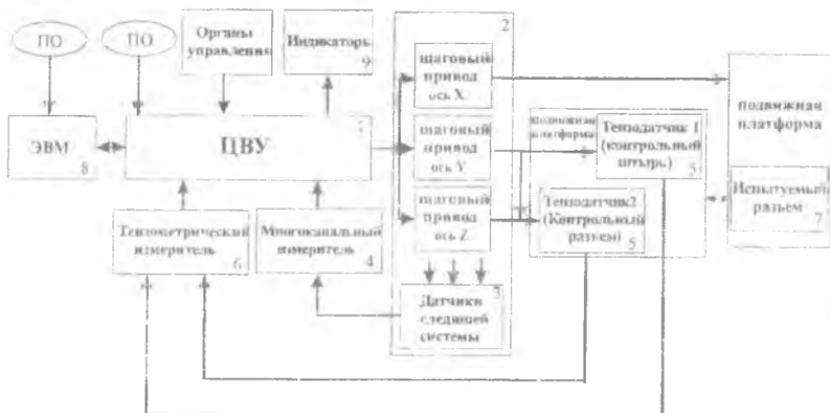


Рис. 4. Функциональная схема прибора измерения усилий расчленения контактных пар соединителей

Схема управления подвижной платформой охвачена обратной связью. Текущие значения положений подвижных элементов отслеживаются датчиками следящей системы (3), сигналы с которых через многоканальную схему измерения (4) вводятся в виде пропорционального двоичного кода в управляющий микроконтроллер.

В составе системы имеется два тензометрических датчика (5) со схемой тензометрического измерителя (6). Один установлен на подвижной платформе и обеспечивает сочленение контрольного калибра с испытуемым разъемом (8), другой неподвижный и связан с контрольным разъемом.

Результат измерения выводится на приборную панель (индикаторы 9)

В программе микроконтроллера на базе ЖК-дисплея организовано меню.

которое позволяет с помощью клавиш управления выбрать тип испытываемого разъема, запустить цикл измерений и выводить результат на ЖК-дисплей и на экран монитора ЭВМ, а также реализует функции управления функциональными узлами и самодиагностику прибора.

Соосность обеспечивается конструкцией механических узлов прибора, в частности, методом крепления испытываемого разъема и контрольного шттыря-калибра (сочленяемого разъема). Построение подвижной трёхкоординатной измерительной платформы рассмотрено в статье «Подвижная платформа прибора измерения усилий расчленения контактных пар» настоящего сборника.

Кроме того, прибор опционально дополняется системой измерения сопротивления изоляции.

Универсальность прибора заключается в адаптируемости его под любой тип соединителей, от плоских разъемов типа СНП-260 до бытовых розеток. Очевидно, что это позволяет выпускать линейку моделей измерительного прибора и тем самым расширить круг потенциальных покупателей.