

УДК 658.562.47

DOI:

П.А. Акулов, Д.И. Петрешин

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ИЗМЕРЕНИЯ СИЛЫ СОЧЛЕНЕНИЯ И РАСЧЛЕНЕНИЯ ЕДИНИЧНОГО КОНТАКТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОЕДИНИТЕЛЯ

Предложена автоматизированная измерительная установка для повышения производительности процесса сборки и испытания электрических соединителей и исключения человеческого фактора при испытаниях. Обоснована структура автоматизированной установки. Проанализированы результаты работы установки при измерении силы сочле-

нения и расчленения единичного контакта электрического соединителя.

**Ключевые слова:** измерение силы, сочленение контакта, расчленение контакта, автоматизированная измерительная установка, единичный контакт.

P.A. Akulov, D.I. Petreshin

## AUTOMATED PLANT FOR MEASUREMENT OF JOINT AND DISJOINT FORCE OF ELECTRIC CONNECTOR SINGLE CONTACT

At present in industry the whole process of assembling and tests of electric connectors is carried out manually. Such processes, on the one hand, lead to rise in price of products caused by inefficient use of manpower reserves, and on the other hand, do not exclude a moment of a so-called human factor. The purpose of this work is an increase of productivity and accuracy of the measurement of joint and disjoint forces of contacts in electric connectors at the expense of measurement process automation. We have an electric connector in which it is necessary to determine a joint and disjoint force of the contact by means of the input reply part (pin) of the connector with the fixation of measurement results, storage and retention for the further analysis. In the structure of the automated plant for the joint and disjoint force measurement of electric connector con-

tacts there are following units: a measurement units, a unit for symbolic information mapping, a unit for drive control of the measurement plant. The measurement time of a joint and disjoint force for one contact makes 1.5 – 2s, joint-disjoint rate – 10 mm/s.

The developed automated plant for the measurement of a joint and disjoint force of the electric connector single contact and realized as a prototype has shown its working capacity. An error in the definition of a joint and disjoint force of an electric connector single contact made  $\pm 0.01$  N. The data obtained are new and of a certain interest at the production quality assessment of electric connector contacts.

**Key words:** force measurement, contact joint, contact disjoint, automated measuring apparatus, single contact.

### Введение

Практически во всех современных электрических устройствах есть электрический соединитель (рис. 1). Электрический соединитель – электротехническое устройство, предназначенное для механи-

ческое соединение. Данная продукция в процессе производства проходит несколько тестирований, в том числе и измерение силы сочленения и расчленения контактов.

В настоящий момент на производстве весь процесс сборки и испытания электрических соединителей проходит вручную (рис. 2). На ряде этапов сборки и испыта-



Рис. 1. Электрический соединитель

ческого соединения и разъединения электрических цепей, состоящее из двух или более частей (вилки, розетки), образующих



Рис. 2. Ручной процесс контроля силы расчленения контакта

ний используются ручные приспособления и механизмы. Такие процессы, с одной стороны, ведут к удорожанию готовой продукции в результате неэффективного использования трудовых резервов, а с другой - не исключают момент так называемого человеческого фактора. С какой бы тщательностью ни выполнялись сборка и испытание электрических соединителей, полностью исключить ошибки человека не представляется возможным. Более того, брак продукции, возникший в результате

### Цель работы

Целью работы является повышение производительности и точности измерения силы сочленения и расчленения контактов

### Постановка задачи

Пусть имеем электрический соединитель, у которого необходимо определить силу сочленения и расчленения единичного контакта путем ввода ответной части (штыря) соединителя с фиксацией резуль-

### Решение задачи

Для определения силы сочленения и расчленения контакта путем ввода ответной части соединителя необходима измерительная установка, оснащенная датчиком измерения силы с закрепленной на нем ответной штырьковой частью разъема. Для обеспечения универсальности измерительной установки ответная часть может быть съемной - для возможности одной установкой осуществлять измерения различных типов электрических соедините-

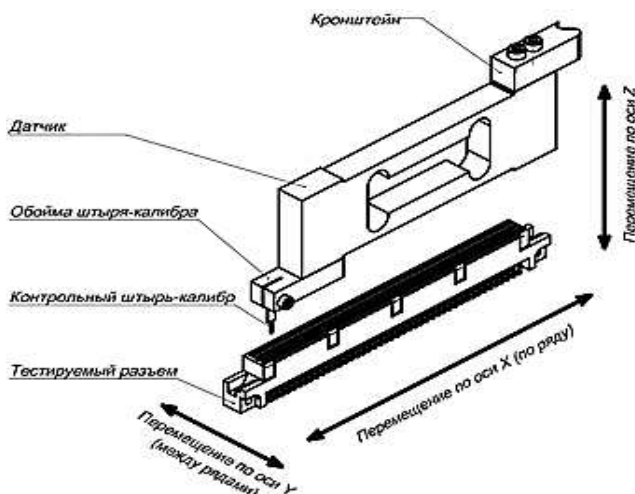


Рис. 3. Схема измерительной установки

сборки и изготовления элементов разъемов, не всегда выявляется в результате испытания. Само испытание электрического соединителя на определение силы сочленения и расчленения его контакта выполняется с использованием модифицированной гирьки и ответной части разъема (рис. 2), что дает весьма субъективные результаты. Фактически в настоящее время каких-либо реальных данных испытаний электрических соединителей нет.

электрических соединителей за счет автоматизации процесса измерения.

татов измерений. При проведении испытаний электрического соединителя необходимо результаты испытаний запоминать и сохранять для последующего анализа.

лей. В таком случае можно представить измерительную установку в виде «швейной машинки», где в качестве «иголки» выступает ответная штырьковая часть разъема с датчиком силы. Перемещение датчика силы осуществляется трехкоординатной измерительной установкой. Схематично предлагаемая измерительная установка представлена на рис. 3.

Перемещение по оси X обеспечивает переход от одного контакта к другому в ряду, перемещение по оси Y - переход между рядами, а перемещение по оси Z - проведение измерений силы сочленения и расчленения контакта с ответной штырьковой частью разъема, соединенной с датчиком силы.

По сигналу с датчика силы блок управления измерительной установки принимает решение о продолжении процесса измерения или его остановке - в том случае, если фиксируется перегрузка (попадание посторонних предметов, остатков материала корпуса, деформация контакта в разъеме при его некачественной сборке).

Для позиционирования испытуемого электрического соединителя предполагается ввести в состав измерительной установки сменное посадочное место, которое зафиксирует испытуемый соединитель данного типа в определенном положении. Это позволит приводам установки передвинуть испытуемый электрический соединитель из позиции загрузки-выгрузки к месту проведения измерений, а после проведения измерений обеспечит возврат соединителя в положение загрузки-выгрузки.

С целью исключения ошибок человеческого фактора предполагается ввести специальную электронную идентификацию сменного посадочного места для установки испытуемого электрического соединителя и измерительной головки, с тем чтобы блок управления еще до начала измерений самостоятельно считал эти идентификационные данные и сопоставил их с требуемыми.

Если текущие идентификационные данные сменного посадочного места для установки электрического соединителя совпадают с модификаций установленного датчика силы, то блок управления принимает решение о проведении дальнейших измерений с автоматической установкой требуемых параметров перемещения по координатам и допустимом диапазоне измеряемых сил.

Таким образом, оказывается невозможным один алгоритм измерений при установке посадочного места другого типа, проведение измерений при установке датчиков сил, не соответствующих установленному типу разъема.

Безусловно, все вышеперечисленное не отменяет пошагового контроля сил во избежание поломки измерительной головки бракованными разъемами или при попадании в зону проведения измерений инородных предметов. Блок управления измерительной установки оставляет возможность изменения параметров измере-

ний только квалифицированному персоналу.

Блок управления измерительной установки должен:

- обеспечивать питание и обработку сигналов установленного датчика усилия;
- обеспечивать формирование сигналов управления тремя шаговыми двигателями для перемещения разъема относительно измерительной головки по 3 координатам с постоянным контролем усилия при перемещении по вертикальной оси;
- позволять для выбранного типа тестируемого разъема хранить характеристики движения измерительной головки при перемещении от контакта к контакту, число проверяемых контактов, рядов контактов и характеристики допустимого диапазона усилий;
- отображать на модуле индикации результаты проведенных измерений, текущие параметры хода измерений и, если необходимо, контакты, не прошедшие проверку;
- в случае необходимости выводить протокол испытаний с указанием даты/времени проведения измерений, результатов проведенных измерений по каждому из контактов.

Во избежание ошибок при введении параметров предполагается, что все требуемые параметры хранятся в энергонезависимой памяти, а модуль управления после установки посадочной площадки для данного типа разъема самостоятельно устанавливает требуемые параметры (предварительно установленные квалифицированным персоналом) и проверяет соответствие установленного типа датчика усилия тому типу, который необходим для проведения измерений.

Блок-схема предлагаемой автоматизированной установки измерения силы сочленения и расчленения контакта электрического соединителя представлена на рис. 4.

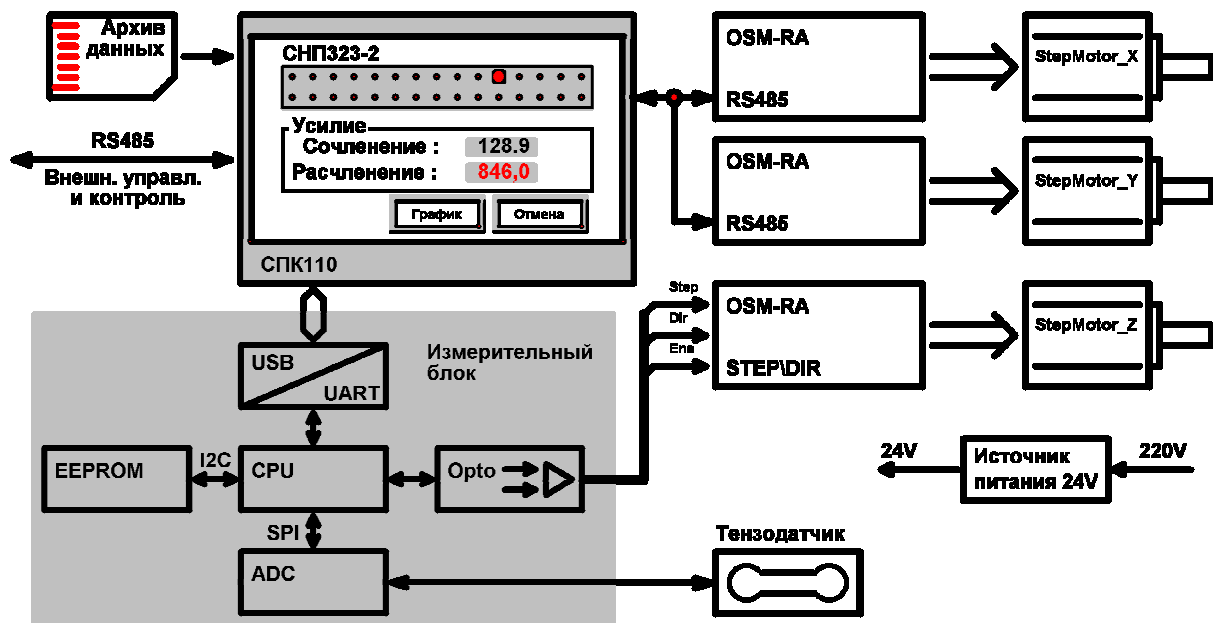


Рис. 4. Блок-схема автоматизированной измерительной установки

В состав автоматизированной установки измерения силы сочленения и расчленения контакта электрического соединителя входят следующие блоки:

- измерительный блок;
- блок отображения символьной информации;
- блок управления приводами измерительной установки.

Измерительный блок обеспечивает:

- прием информации с датчика силы - тензодатчика;
- обработку и анализ измерительной информации;
- управление приводом перемещения датчика силы;
- сохранение результата измерения;
- обмен информацией с блоком отображения символьной информации.

Блок отображения символьной информации представляет собой устройство класса «человеко-машинный интерфейс» со встроенными функциями свободно программируемого контроллера [1]. Блок отображения символьной информации осуществляет:

- управление координатными перемещениями измерительной установки в ручном и автоматическом режимах;
- выбор режима работы автоматизированной измерительной установки;
- настройку режима работы;
- отображение информации;
- архивирование данных.

Блок управления приводами измерительной установки осуществляет управление шаговыми двигателями для реализации координатных перемещений в установке. В автоматизированной измерительной установке используются три управляемые координаты. Блок управления приводами реализует несколько режимов работы. Это позволяет использовать его для различных целей, начиная от применения в координатных станках с ЧПУ и заканчивая автономной работой в составе технологических линий. Устройство может управляться стандартными логическими сигналами «Шаг», «Направление» и «Разрешение», работать в автоматическом режиме, вращая двигатель со скоростью, заданной потенциометром, а также управляться в режиме реального времени по последовательному порту [2].

### Результаты исследований

Макетирование прототипа установки для измерения силы сочленения и расчленения единичного контакта на базе гравировального станка показывает, что реа-

лизация возможна. Измерение силы сочленения и расчленения испытуемого электрического соединителя с тестовым шты-

рем может проводиться с достаточно высокой скоростью в соответствии с [3].

На рис. 5 представлен прототип установки измерения силы сочленения и



Рис. 5. Прототип измерительной установки

расчленения единичного контакта, а на рис. 6 - процесс измерения силы сочленения и расчленения единичного контакта электрического соединителя с использованием датчика силы с закрепленной на нем ответной штырьковой частью разъема.

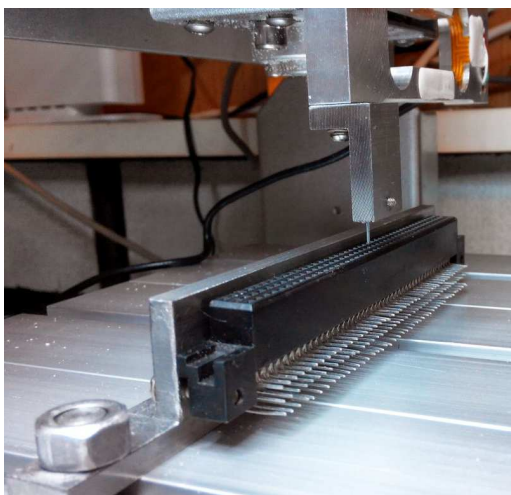


Рис. 6. Процесс измерения силы сочленения и расчленения единичного контакта

Данные, получаемые со схемы измерения, обрабатывались внешним ком-

пьютером. Данные записываются в текстовый файл, после чего импортируются в MS Excel для построения графиков. На рис. 7 представлены результаты измерения сил, фиксируемые датчиком, в процессе вхождения штыря в измеряемый контакт и в процессе выведения штыря из испытуемого контакта. Измерения проведены для нескольких последовательно расположенных контактов в одном ряду разъема. На рис. 7 по оси ординат откладывается сила сочленения и расчленения контакта, а по оси абсцисс - порядковый номер точки измерения. Время измерения силы сочленения и расчленения для одного контакта составляет 1,5 - 2 с, скорость сочленения-расчленения - 10 мм/с [4].

Анализ полученных результатов измерения силы сочленения и расчленения единичного контакта (рис. 7) показывает, что сочленение штырьковой части разъема с единичным контактом происходит на участке В от точки С до точки А. На этом участке сила сочленения резко возрастает и достигает своего максимума в точке А, происходит проникновение единичного штырька в контакт. Сила сочленения представляет собой сумму силы от действия упругих элементов контакта на единичный штырек  $F_y$  и силы трения  $F_{тр}$  штырька об упругие элементы контакта:

$$F_c = F_y + F_{тр}$$

На участке А-Б единичный штырек перемещается внутри контакта и испытывает действие силы трения  $F_{тр}$ . Глубина проникновения штыря в контакт задается в измерительном блоке и зависит от типа электрического соединителя. Глубина проникновения штыря в контакт в процессе испытания контролируется измерительным блоком.

На участке Г (от точки Б до точки Д) происходит расчленение штырька и контакта. На этом этапе на штырь также действует сумма силы со стороны упругих элементов контакта и силы трения штырька и упругих элементов контакта.

## Выводы

Разработанная автоматизированная установка измерения силы сочленения и расчленения единичного контакта электрического соединителя, впервые реализованная в виде прототипа, показала свою работоспособность. Погрешность определения силы сочленения и расчленения

единичного контакта электрического соединителя составила  $\pm 0,01$  Н. Полученные данные (рис. 7) являются новыми и представляют определенный интерес при оценке качества изготовления контактов электрических соединителей.

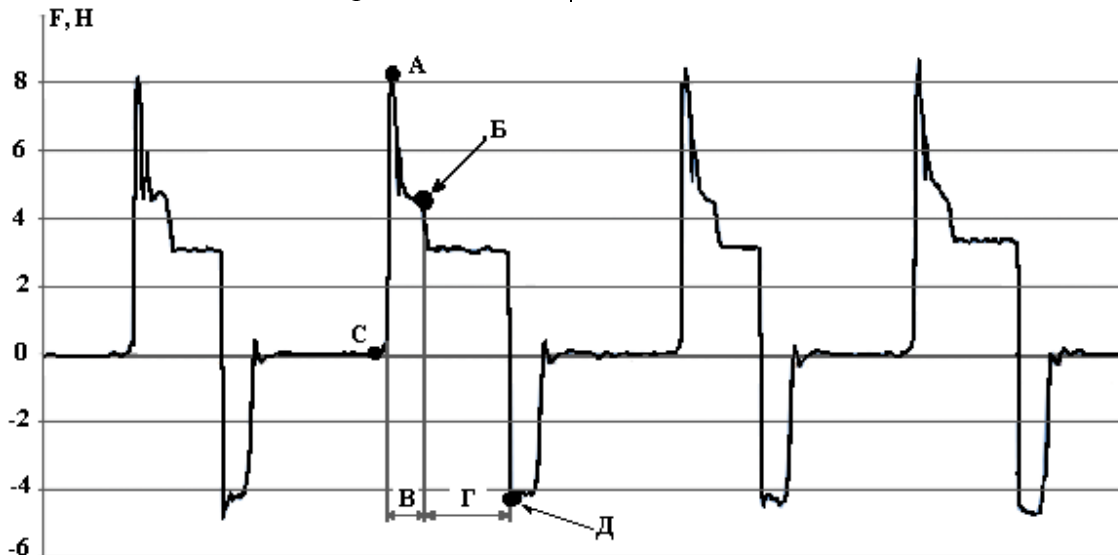


Рис. 7. Результаты измерения силы сочленения и расчленения единичного контакта

## Заключение

В дальнейшем исследования будут продолжены и направлены на совершенствование разработанного прототипа автома-

тизированной установки измерения силы сочленения и расчленения контакта электрического соединителя.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- СПК1xx. Панель оператора программируемая (панельный контроллер). Руководство по эксплуатации / ОВЕН. - URL: [http://www.oven.ru/uploads/re\\_spc1xx\\_1760.pdf](http://www.oven.ru/uploads/re_spc1xx_1760.pdf) (дата обращения: 16.05.2017).
- Контроллер шагового двигателя OSM -17RA/ OSM -42RA. Прошивка OSM MB. Полное описание и руководство по эксплуатации. Версия 25-0413 / ООО «Онитекс». - СПб., 2013. - URL: [http://onitex.ru/files/Documentation/OSM/datasheet\\_OSM17RA\\_OSM42RA.pdf](http://onitex.ru/files/Documentation/OSM/datasheet_OSM17RA_OSM42RA.pdf) (дата обращения: 16.05.2017).
- ГОСТ Р 51325.2.2-99. Соединители электрические бытового и аналогичного назначения. Ч. 2-2. Дополнительные требования к вилкам и розеткам для взаимного соединения в приборах и методы испытаний. - М.: Изд-во стандартов, 2000. - 31 с.
- ГОСТ 23784-98. Соединители низкочастотные низковольтные и комбинированные. Общие технические условия. - Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2004.
- SRS the RF 51325.2.2-99. Electric Connectors of Domestic and Similar Use. Part. 2-2. Additional Requirements to Plugs and Sockets for Mutual Joint in Devices and Test Methods. - M.: Standards Publishing House, 2000. - pp. 31.
- SRS 23784-98. Low-frequency Low-voltage and Combined Connectors. General Technical Conditions. - Minsk: Inter-State Council on Standardization, Metrology, and Certification, 2004.



*Статья поступила в редколлегию 12.05.17.*

*Рецензент: д.т.н., профессор Брянского  
государственного технического университета  
Киричек А.В.*

**Сведения об авторах:**

**Акулов Павел Александрович**, аспирант Брянского государственного технического университета, e-mail: [akulov.paul@mail.ru](mailto:akulov.paul@mail.ru).

**Akulov Paul Alexandrovich**, Post graduate student, Bryansk State Technical University, e-mail: [akulov.paul@mail.ru](mailto:akulov.paul@mail.ru).

**Петрешин Дмитрий Иванович**, д.т.н., директор учебно-научного технологического института Брянского государственного технического университета, e-mail: [dipetreshin@yandex.ru](mailto:dipetreshin@yandex.ru).

**Petreshin Dmitry Ivanovich**, D. Eng., Director of Educational-Scientific Technological Institute of Bryansk State Technical University, e-mail: [dipetreshin@yandex.ru](mailto:dipetreshin@yandex.ru).

