

# Электрический контакт

**Электрический контакт** - место прохождения тока из одной токоведущей части в другую.

**Контакт (в ЭА)** - токоведущие детали, при соприкосновении которых замыкается электрическая цепь.

**Электрическое контактное соединение** - функциональный узел, с помощью которого соединяются две и более токоведущих детали для перехода тока из одной детали в другую.

**Контакты аппаратов:**

- ✓ коммутирующие,
- ✓ замыкающие,
- ✓ размыкающие,
- ✓ неразмыкаемые (болтовые и винтовые соединения, пайка, соединение клеммами и др. ).

**Контактное нажатие** - усилие, создаваемое контактными пружинами.

**Контактные поверхности** - поверхности, на которых осуществляется электрический контакт

### **Контакты от вида контактирующих поверхностей**

- ✓ **точечные** – соприкосновение в точке (сфера - сфера, сфера - плоскость, вершина конуса - плоскость и т. п.)
- ✓ **линейные** – соприкосновение по линии (цилиндр - цилиндр (по образующей), цилиндр - плоскость, тор - плоскость и т. п. ) ряд точек-площадок (минимум две), расположенных на одной линии.
- ✓ **плоскостные** - соприкосновение по поверхности (ряд точек-площадок (минимум три), расположенных на этой поверхности).

**Площадь соприкосновения контактов:**  $S_{\text{пр}} = P / \sigma$

**P** – сила, сжимающая контакты;

**$\sigma$**  – временное сопротивление материала смятию

**Контактное нажатие** – усилие воздействия одной контактной поверхности на другую.

**Начальное контактное нажатие** - усилие воздействия одной контактной поверхности на другую при первом соприкосновении контактов.

**Конечное контактное нажатие** - усилие воздействия одной контактной поверхности на другую при полностью включенных контактах.

# Токоведущие и контактные детали ЭА

**Разборный контакт (контактное соединение)** - это конструктивный узел, предназначенный только для проведения электрического тока, но не предназначенный для коммутации (болтовое соединение “шин”, присоединение проводника к зажиму).

**Коммутирующие контакты** - это конструктивный узел, предназначенный для коммутации электрической сети (выключатель, контактор, рубильник).

**Скользящие контакты** – коммутирующий контакт, у которого одна деталь скользит относительно другой, но электрический контакт при этом не нарушается (контакты реостата, щеточный контакт, шарнирный контакт, проскальзывающий контакт).

**Коммутирующие разрывные контакты :**

- на малые токи - *одноточечное контактирование*, т.к. при малых нажатиях высокое удельное давление контактов.
- на большие токи – *многоточечные*: Рычажные (проскальзывающие, перекатывающиеся); Мостиковые; Врубные; Торцевые; Розеточные. Эти контакты бывают *одноступенчатыми* и *многоступенчатыми*. В многоступенчатых контактах - минимум две пары параллельных контактов:
- Основные или рабочие - для проведения тока в рабочих режимах.
- Дугогасительные - основная роль при включении, отключении.

**Раствор контактов** – наименьшее расстояние между контактными поверхностями подвижного и неподвижного контактов в разомкнутом положении.

**Контактное нажатие** - сила, с которой подвижной контакт должен давить на неподвижный, чтобы обеспечить нормальную работу аппарата.

**Провал контактов** - расстояние, на которое смещается подвижный контакт после полного замыкания контактов (если неподвижный контакт мысленно убрать) (паспортная техническая величина, обеспечивающая усилие нажатия).

Провал контактов в процессе эксплуатации контролируется. Допустимо уменьшение провала контактов на 50% от начального значения приведенного в документации завода -изготовителя.

**Притирание** – перемещение линии касания подвижного контакта по поверхности неподвижного контакта.

**Износ** - разрушение рабочей поверхности коммутирующего контакта в процессе работы (изменение формы, размера, массы и уменьшение провала контактов).

**Переходное сопротивление** – резкое увеличение активного сопротивления контакта в месте перехода тока из одной детали в другую ( $R_k$ ).

Для контактов всех видов :

$$R_k = \frac{k}{(0,102 \cdot F)^m}$$

# Режимы работы контактов

- ✓ Работа контактов при включении цепи
- ✓ Работа контактов во включенном состоянии
- ✓ Работа контактов при отключении цепи

## Включение цепи:

- Вибрация контактов
- Эрозия (физический износ)

## Включенное состояние:

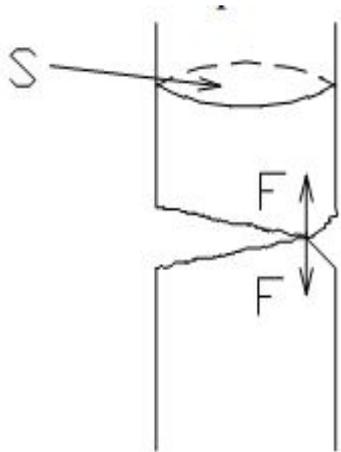
- Номинальный ток
- Ток короткого замыкания

## Отключение цепи:

- Коррозия (химический износ )
- Электрические разряды

# Включение цепи

**Вибрация контактов (дребезг)** – периодическое отбрасывание и последующее замыкание подвижной контактной системы за счет упругой деформации неподвижной контактной системы (0.01- 0.1 мм). Процесс идет с затухающей амплитудой.



Электродинамические силы отброса возникают вследствие сужения линий тока, при этом возникает продольная сила, направленная внутрь проводника.

$$F = 10^{-7} \times i^2 \times \ln\left(\frac{S}{f_0}\right)$$

**Эрозия (физический износ)** – процесс контакта в результате переноса материала с одного контакта на другой или испарение материала в окружающее пространство без изменения состава материала.

# Включенное состояние

**Номинальный режим** -  $T_{\text{доп}}$  контактов, при длительном прохождении  $I_{\text{ном}}$ , определяется температурой, исключающей их интенсивное окисление. Например,  $T_{\text{доп}}$  в пределах 75 °С (медные контакты), 120 °С (серебряные контакты).

**Термическая стойкость контактов** - способность выдерживать в течение определенного времени большие токи не оплаваясь и не свариваясь.

**Электродинамическая стойкость контактов** — способность пропускать большие токи и не размыкаться под действием электродинамических усилий, значительно не снижая контактного нажатия.

# Отключение цепи

- ❖ **Коррозия (химический износ)** – износ, связанный с окислением и образованием на контактах пленок химических соединений материала контакта со средой
- ❖ **Износ при размыкании** –  $F \rightarrow 0, R_k, j \uparrow$   
Образование между расходящимися контактами мостика жидкого металла (контактный перешеек). Мостик рвется, между контактами возникает **электрический разряд**.

## Два вида разряда:

- 1) **Дуговой разряд** (например, для Cu при  $I = 0,5 \text{ A}$  и  $U > 15 \text{ B}$ )
- 2) **Искровой разряд** - при  $I < 0,5 \text{ A}$ .

- ❖ **Эрозия (физический износ)** - при искровом разряде на поверхности контакта образуются лунки и наплывы.

# Материалы для контактных соединений

Медь (Cu)

Серебро (Ag)

Алюминий (Al)

Пластина, золото, молибден.

Вольфрам и его сплавы

Металлокерамика - механическая смесь двух практически не сплавляющихся металлов.

## Токоведущая часть

$$W = \int_0^t i^2 R dt \quad R_- = \rho l / S$$

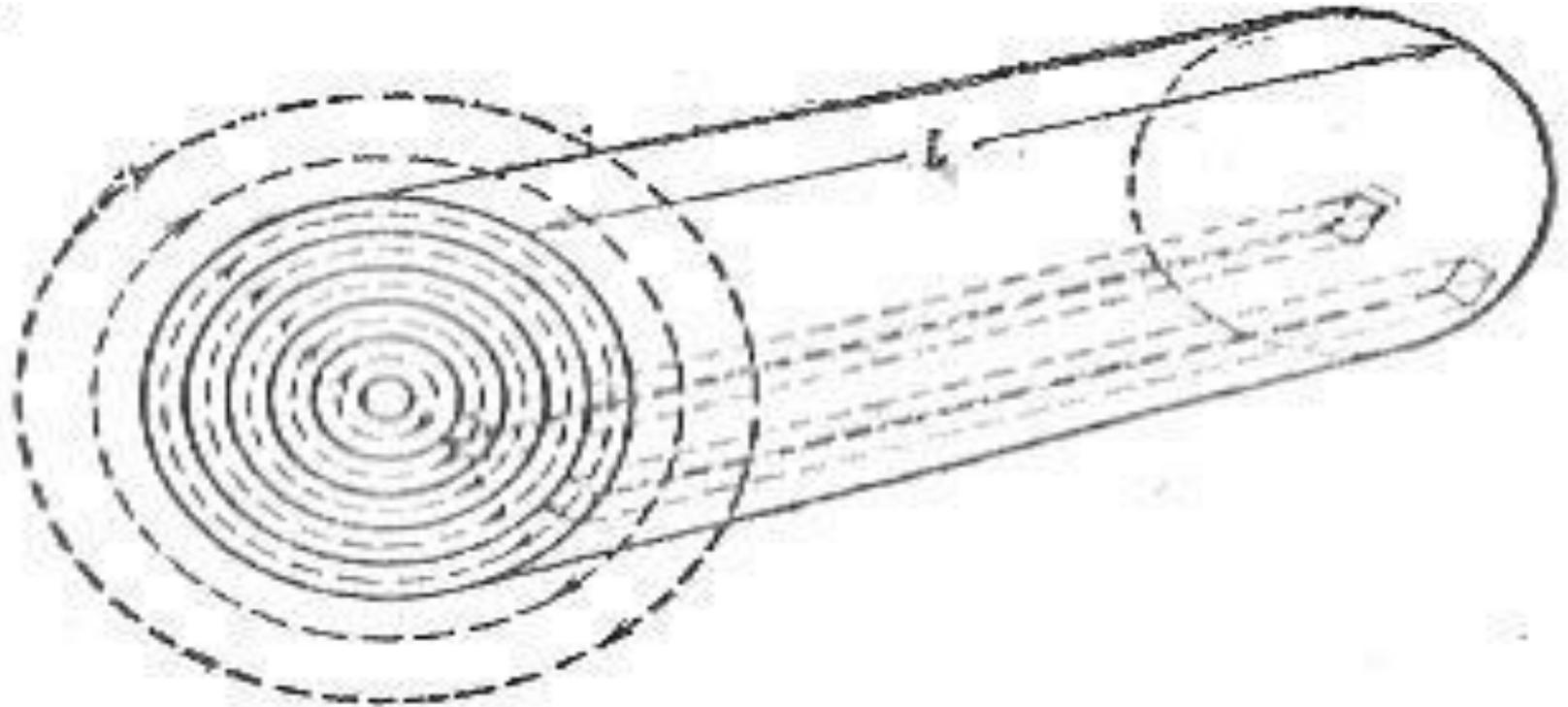
$$R_{\sim} > R_- \quad R_{\sim} = R_- k_{\delta}$$

$k_{\delta}$  – коэффициент добавочных потерь, вызванных поверхностным эффектом и эффектом близости

$$k_n = \frac{R_{\sim \text{yed}}}{R_-} = \frac{R_{\sim}}{R_-}$$

$k_n$  - коэффициент поверхностного эффекта

# Поверхностный эффект



**Поверхностный эффект зависит от частоты тока, магнитной проницаемости и проводимости материала проводника. Чем они больше тем больше поверхностный эффект.**

## Эффект близости

Эффект близости - явление неравномерного распределения переменного тока по поперечному сечению проводника, обусловленное влиянием магнитного поля тока, проходящего по рядом расположенному другому проводнику. Отношение активного сопротивления проводника, находящегося в магнитном поле других проводников, к сопротивлению уединенного проводника называется *коэффициентом эффекта близости*

$$k_{\delta} = \frac{R_{\sim}}{R_{\sim \text{уед}}}$$