

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;

σ – 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:

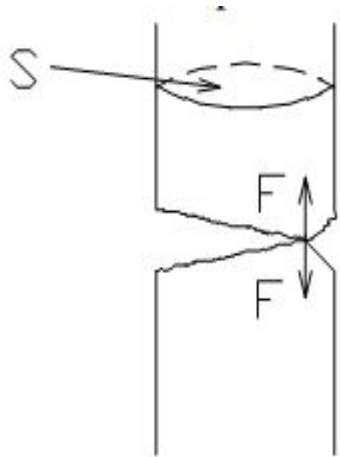
- Номинальный ток
- Ток короткого замыкания

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 оплавляясь 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

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

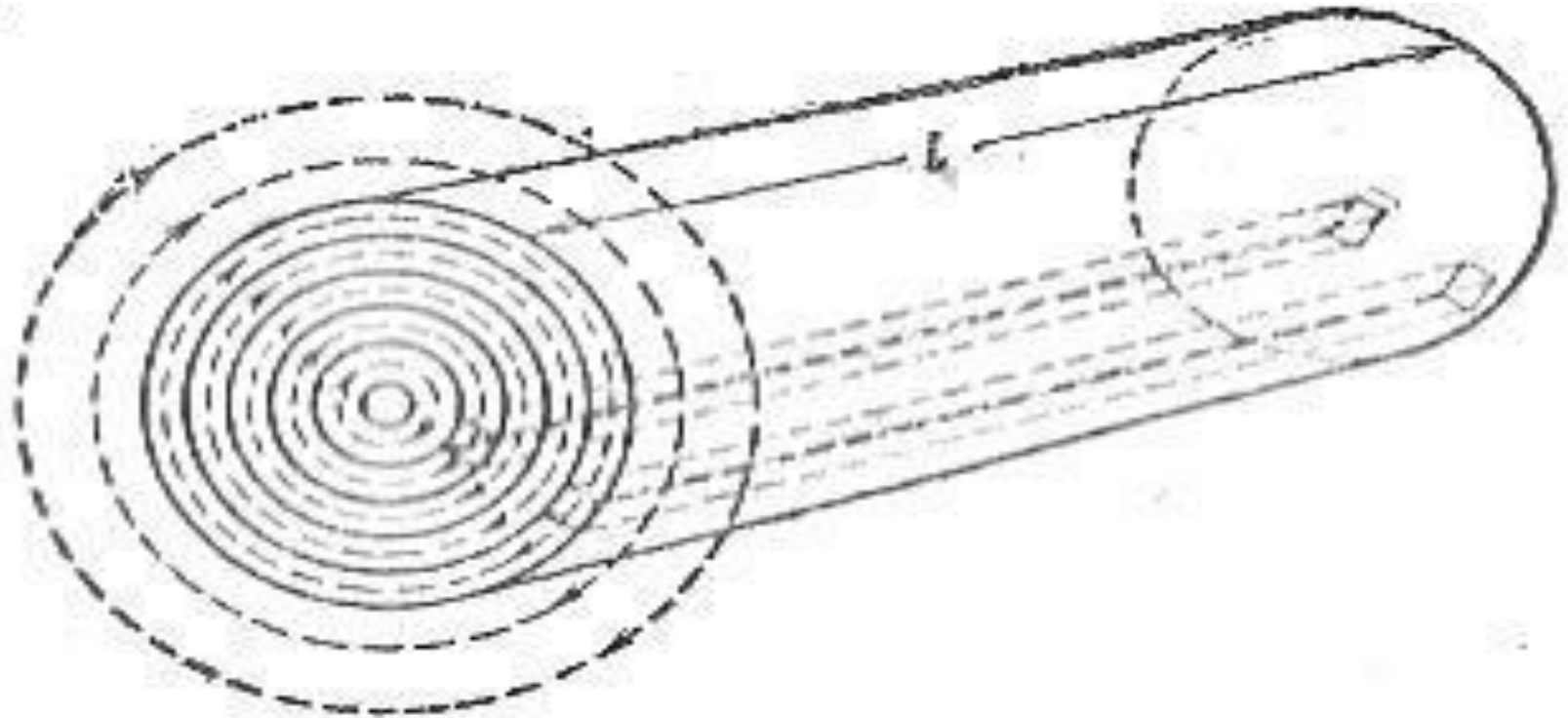
$$R_{\sim} > R_- \quad R_{\sim} = R_- k_{\delta}$$

k_{δ} – 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

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