

Электрические и электронные

аппараты

Электрический аппарат - это электротехническое устройство, которое используется для включения и отключения электрических цепей, контроля, измерения, защиты, управления и регулирования установок, предназначенных для передачи, преобразования, распределения и потребления электроэнергии.

Функции электрических аппаратов.

Включают в себя следующие разновидности: *коммутацию, стабилизацию, регулирование, преобразование, контроль и защиту.*

К о м у т а ц и я (от латинского *commutatio* - изменение) может быть дискретной (ступенчатой) или плавной (непрерывной).

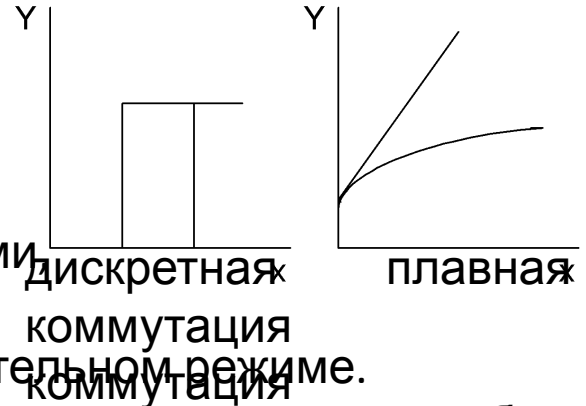
Дискретная коммутация - включение или выключение контакторами, реле и др.

Плавная коммутация - усилители, работающие в усилительном режиме.

С т а б и л и з а ц и я (от латинского *stabilis* - устойчивый) приведение какого-либо параметра в устойчивое состояние. Эту функцию выполняют стабилизаторы.

Р е г у л и р о в а н и е (от латинского *regulare*) автоматическое поддержание заданного режима работы на определенном уровне.

П р е о б р а з о в а н и е - изменение величины какого либо параметра (например, напряжения одного уровня в напряжение другого уровня). Эту функцию выполняют трансформаторы, преобразователи и др.



К о н т р о л ь - наблюдение за изменением какого-либо параметра, его измерение, выдача информации о состоянии контролируемой величины. Эту функцию выполняют датчики.

З а щ и т а электротехнического оборудования от аварийных режимов (короткого замыкания, перегрузки, изменения частоты тока, перенапряжения, изменения направления потоков электроэнергии и др.).

Классификация электрических аппаратов.

Классификация электрических аппаратов может быть проведена по ряду признаков: назначению, области применения, принципу действия, роду тока, исполнению защиты от воздействий окружающей среды, конструктивным особенностям и др.

По назначению:

Коммутационные аппараты (рубильники, пакетные выключатели);

Ограничивающие аппараты (ограничения токов короткого замыкания (реакторы) и перенапряжений (разрядники));

Пускорегулирующие аппараты (контроллеры, командоконтроллеры, контакторы, пускатели);

Аппараты для контроля заданных электрических или неэлектрических параметров (реле и датчики);

Аппараты для измерений (трансформаторы тока, напряжения, емкостные делители напряжения);

Электрические регуляторы (служат для поддержания на неизменном уровне напряжения тока, частоты вращения и других величин)

По областям применения: *Аппараты электрических систем и электроснабжения.* Сюда относятся в основном электрические аппараты распределительных устройств низкого и высокого напряжений и ограничивающие аппараты.

Аппараты управления. К этой группе относятся в основном пускорегулирующие аппараты.

Аппараты автоматики. Группа включает в себя аппараты контролирующих функций.

По номинальному напряжению: Электрические аппараты разделяются на аппараты низкого напряжения (с номинальным напряжением до 1000 В) и высокого напряжения (с номинальным напряжением более 1000 В).

По исполнению защиты электрические аппараты разделяются на аппараты открытого исполнения, защищенного исполнения, герметичного исполнения и взрывобезопасного исполнения.

Переходное сопротивление

контакта

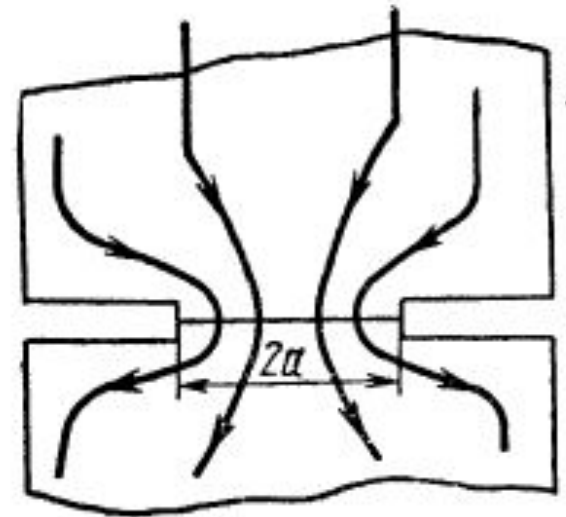
Определим переходное сопротивление контакта. Положим контакты имеют одну площадку касания в виде курага радиусом a

$$R_{\Pi} = \frac{\rho l}{\pi a^2}$$

$$R_{\Pi} = \frac{\rho l}{\pi a^2} \frac{\rho l}{\rho l}$$
$$R_{\Pi} = \frac{\rho l}{\pi a^2}$$

В результате стягивания линий тока к площадке касания путь тока изменяется. Сопротивление в области точки касания, обусловленное явлениями стягивания тока, называется переходным сопротивлением контакта. Как известно сопротивление определяется

$$R_{\Pi} = \frac{\rho l}{\pi a^2}$$



Если поперечные размеры тела контакта превосходит в 13 раз диаметр площади касания, то

$$R_{\Pi} = \frac{\rho l}{\pi a^2}$$

Выразив из (1) радиус соприкосновения и подставив его в выше приведенное получим

$$R_{\Pi} = \frac{\rho l}{\pi a^2}$$

Зависимость коэффициента k от материала

Материал контактов	Коэффициент k для сильноточных контактов, $H^{1/2} \cdot Ом$	Коэффициент k для слаботочных контактов (реле), $H^{1/2} \cdot Ом$
Медь	$3,16 \cdot 10^{-4}$	$0,014 - 0,0175$
Серебро	$1,58 \cdot 10^{-4}$	$0,006$
Олово	$15,8 \cdot 10^{-4}$	—
Латунь	$21,2 \cdot 10^{-4}$	—
Сталь	$24 \cdot 10^{-4}$	—
Алюминий	$5,05 \cdot 10^{-4}$	—

Одноточечный контакт применяется при малых токах. Количество контактирующих

точек увеличивается с ростом силы нажатия. Для такого контакта переходное

сопротивление выражается более сложным уравнением

$$R_{п} = \frac{\rho l}{n}$$

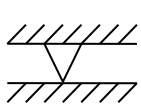
С уточнениями на основании опытных данных величина переходного сопротивления определяется выражением

$$R_{п} = \frac{k_{пх}}{(0,102F_{к})^n}$$

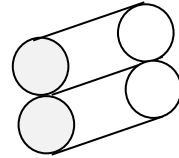
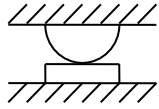
n - показатель степени, характеризующий число точек соприкосновения, для различных контактов имеет следующие значения:

- точечный контакт** $n = 0.5,$
- линейный контакт** $n = 0.5 - 0.7,$
- поверхностный контакт** $n = 0.7 - 1.0.$

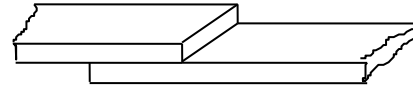
По форме соприкосновения различают три типа контактов:
точечный, линейный и поверхностный.



Точечный
контакт



линейный
контакт



поверхностный
контакт

Все контактные соединения должны удовлетворять требованиям

- надежности;
- механической прочности;
- термической и электродинамической устойчивости;
- стойкости против влияния внешней окружающей среды.

С увеличением контактного нажатия переходное сопротивление уменьшается. Причем, после снятия F_k за счет остаточной деформации бугорков на поверхности

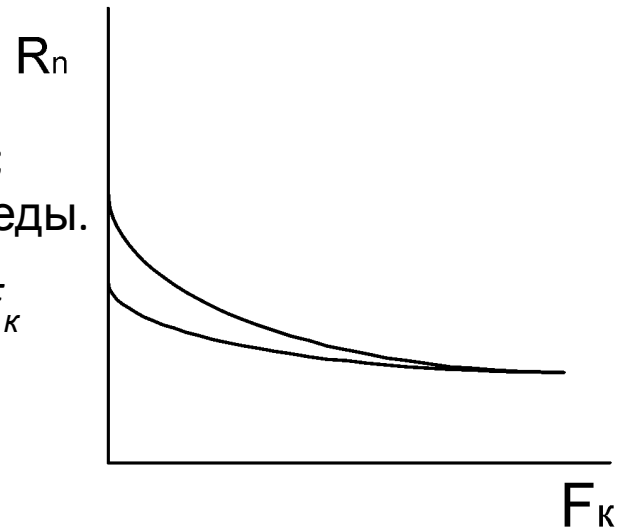
контактов переходное сопротивление становится

меньше

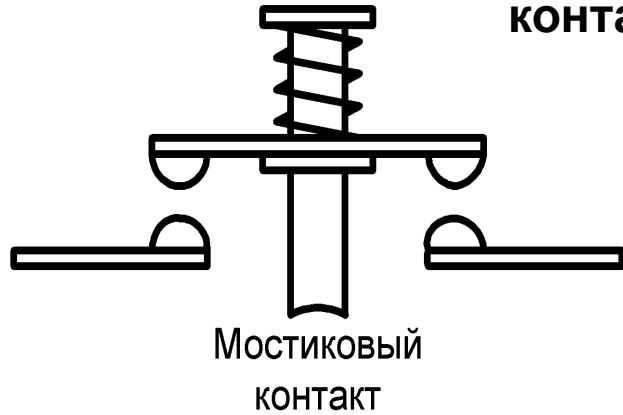
Вследствие окисления переходное сопротивление может возрасти в сотни и тысячи раз. Возрастание переходного сопротивления приводит к увеличению мощности на

R_n и возрастанию температуры контактного соединения.

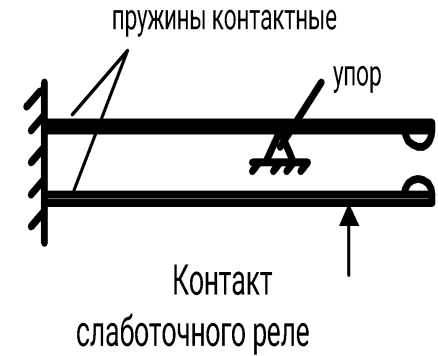
Для борьбы с окислением контактов их покрывают оловом, серебром или техническим вазелином.



Конструкции контактов

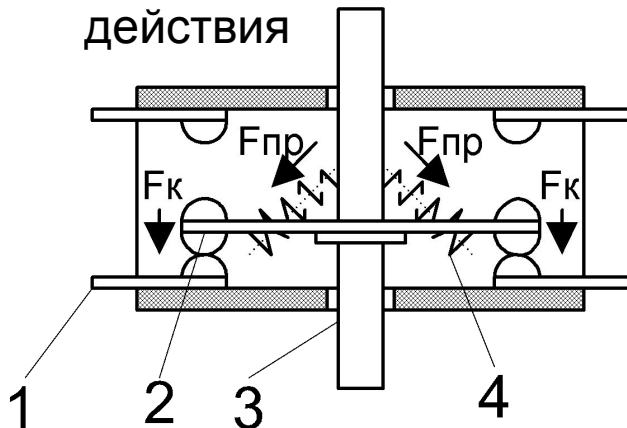


Мостиковый контакт с точечными рассчитан на номинальный ток до 100 А. Применяются в магнитных пускателях, промежуточных реле и др.



Консольно закрепленные контакты с плоских пружин и контактными напайками, образующими точечный контакт. Контактное нажатие создается реакцией пружин при изгибе. Находят применение в слаботочных реле на токи не более 1-2 А.

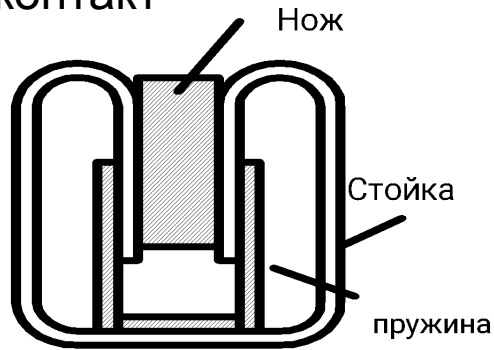
Контакты спускового действия



контакты - 1
контактный мостик 2
траверса 3
пружины 4

При переходе точки закрепления пружин на траверсе через мостик направление действия сил $F_{пр}$ создаваемых пружинами, меняется на противоположное и мостик скачком перемещается вверх, замыкая другую пару

Врубной
контакт



Врубной
контакт

- неподвижного контакт 1
- подвижного контакт 2
- пружины 3

Применяется в силовых электрических аппаратах - распределительных устройствах (рубильники, предохранители и др.). Самоочищающийся контакт, так как после каждого замыкания и размыкания он за счет трения очищается от окисной пленки на соприкасающихся поверхностях.

Режимы работы

контактов.

Работу контактов можно разделить на следующие режимы:

режим замыкания;

режим замкнутого состояния;

режим размыкания.

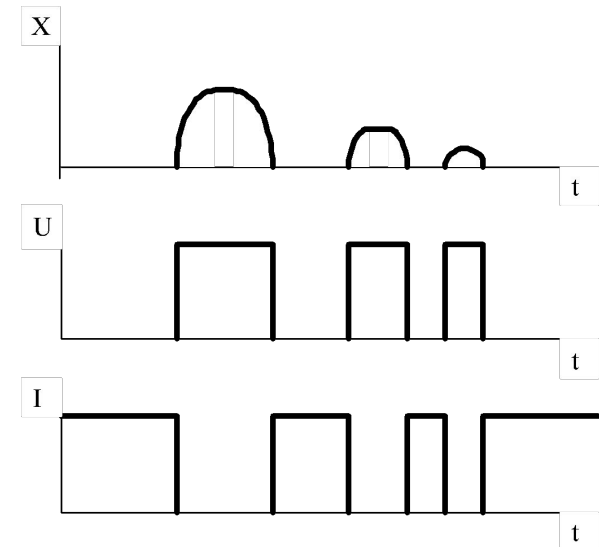
Режим замыкания.

В этом режиме возможны следующие процессы:

а) вибрация контактов,

б) эрозия контактов.

Увеличение жесткости контактной пружины способствует уменьшению вибрации



Режим замкнутого состояния.

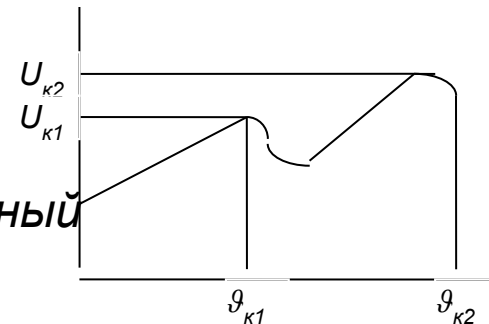
В этом режиме возможны два случая:

1) *через контакты проходит длительное время номинальный*

ток,

2) *через контакты проходит ток короткого замыкания.*

Это вызывает нагрев контакта.



Контакт характеризуется двумя точками;

-точкой размягчения (рекристаллизации) с параметрами $U_{к1}$ и $J_{к1}$ ($U_{к1}$ - падение напряжения, $J_{к1}$ - температура) и

-точкой плавления.

Параметры точек рекристаллизации и плавления контактов из различных материалов

Материал	$U_{к1}, В$	$J_{к1}, ^\circ С$	$U_{к2}, В$	$J_{к2}, ^\circ С$
медь	0.12	190	0.43	1083
серебро	0.09	150	0.35	960
алюминий	0.10	150	0.30	658
вольфрам	0.40	1000	1.00	3370

Для надежной работы контактов необходимо, чтобы при номинальном токе I_H падение напряжения на переходном сопротивлении было меньше допустимого

$$I_H R_{п} < U_{кдоп} = (0.5 - 0.8) U_{к1}$$

При коротком замыкании через контакты проходят токи в 10-20 раз превышающие номинальные значения. Из-за малой постоянной времени нагрева температура контактной площадки практически мгновенно повышается и может достигнуть температуры плавления. Это может привести к свариванию контактов.

Режим размыкания контактов.

При размыкании сила нажатия уменьшается, переходное сопротивление возрастает и растет температура точек касания. В момент разъединения контактов температура достигает температуры плавления и между контактами возникает мостик из жидкого металла. Если величина тока и напряжения не превышают некоторых граничных значений I_0 и U_0 , то тлеющий разряд не переходит в дуговой

Граничные значения I_0 и U_0 различных материалов контактов

Материал	U_0 , В	I_0 , А
серебро	12.0	0.40
золото	15.0	0.38
медь	12.3	0.43
вольфрам	17.0	0.90

Основными средствами борьбы с эрозией в аппаратах на токи от 1 до 600 А являются:

- 1) сокращение длительности горения дуги за счет применения дугогасительных устройств,
- 2) устранение вибрации при включении, применение дугостойких контактных материалов.