

Электрические и электронные аппараты

Лекция № 5

Общие сведения об электрической дуге.

*Гашение электрической дуги в коммутационных
аппаратах переменного тока.*

Общие сведения об электрической дуге

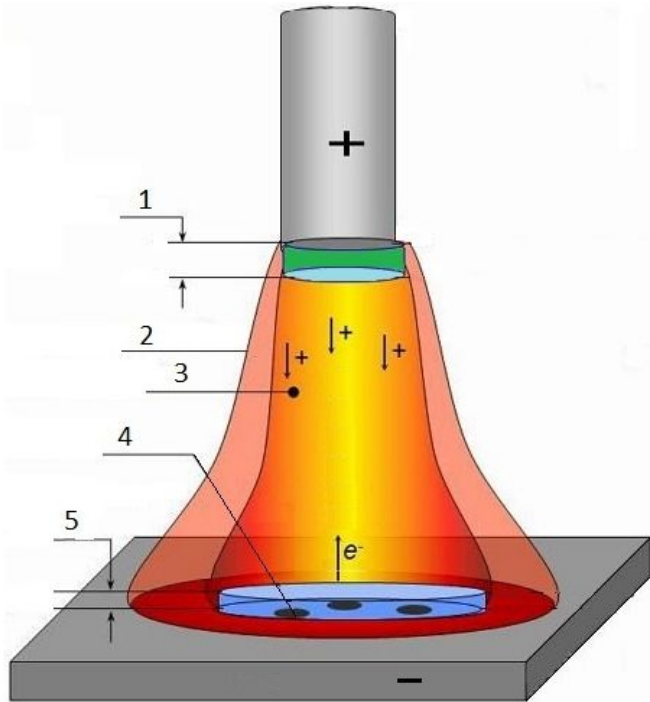
При размыкании электрических цепей с помощью КА (выключателей, автоматов, контакторов, рубильников и т. п.) на их контактах возникает *дуговой разряд (ДР)*, если величина тока и напряжения превосходят критические значения.

Они зависят от материала контактов, параметров цепи, свойств среды и т. д.

Минимальные значения напряжения и тока, необходимые для поддержания дугового разряда

Материал контактов	U_0 , В	I_0 , А	Материал контактов	U_0 , В	I_0 , А
Платина	17	0,9	Вольфрам	17,0	0,9
Золото	15	0,38	Медь	12,3	0,43
Серебро	12	0,4	Уголь	18—22	0,03

Общие сведения об электрической дуге



1-анодная область, 2-область дуги и защитного газа,
3-дуга, 4-катодные пятна, 5-катодная область

В случае с ЭА процесс появления дуги разбивается на несколько этапов:

- 1) уменьшение $F_{кн}$;
- 2) начало расхождения контактов;
- 3) разрыв и испарение «мостиков» металла;
- 4) образование дуги в парах металла;
- 5) устойчивое горение дуги.

Общие сведения об электрической дуге

Дуговой разряд обладает следующими основными особенностями:

- 1) ДР имеет место только при относительно больших токах. Для металлов минимальный ток горения составляет примерно 0,5 А;
- 2) температура центральной части дуги может достигать 6000 – 25000 К;
- 3) при ДР плотность тока на катоде достигает $10^2 - 10^3$ А/мм²;
- 4) падение напряжения у катода составляет 10 – 20 В и практически не зависит от тока.

На контактах маломощных КА при токах менее 0,1 А и напряжениях 250 – 300 В вместо дуги возникает *тлеющий разряд (ТР)*. В более мощных аппаратах он является переходной фазой к дуговому разряду.

Общие сведения об электрической дуге

Для уменьшения последствий воздействия дуги на контакты ЭА используются:

- 1) охлаждение дуги потоком охлаждающей среды;
- 2) использование дугогасящей способности вакуума;
- 3) дугостойкие материалы контактов;
- 4) материалы контактов с более высоким потенциалом ионизации;
- 5) дугогасительные камеры.
- 6) магнитное дутье;
- 7) шунтирование контактов в момент размыкания.

Гашение электрической дуги в КА переменного тока

В высоковольтных коммутационных аппаратах переменного тока для гашения дуги используются следующие среды:

- масло;
- воздух;
- элегаз (шестифтористая сера);
- вакуум.

Способы воздействия среды на столб дуги различаются механизмом приведения его (столба) в активное взаимодействие со средой для обеспечения условий деионизации канала дуги. При этом создают движение среды относительно дуги или наоборот.

Это достигается с помощью газового (для первого случая) или магнитного (для второго) дутья.

Гашение дуги в масляных выключателях

Масляные выключатели относятся к классу газогенерирующих, так как средой гашения дуги служат газообразные продукты распада минерального масла, образующиеся под воздействием тепла канала дуги.

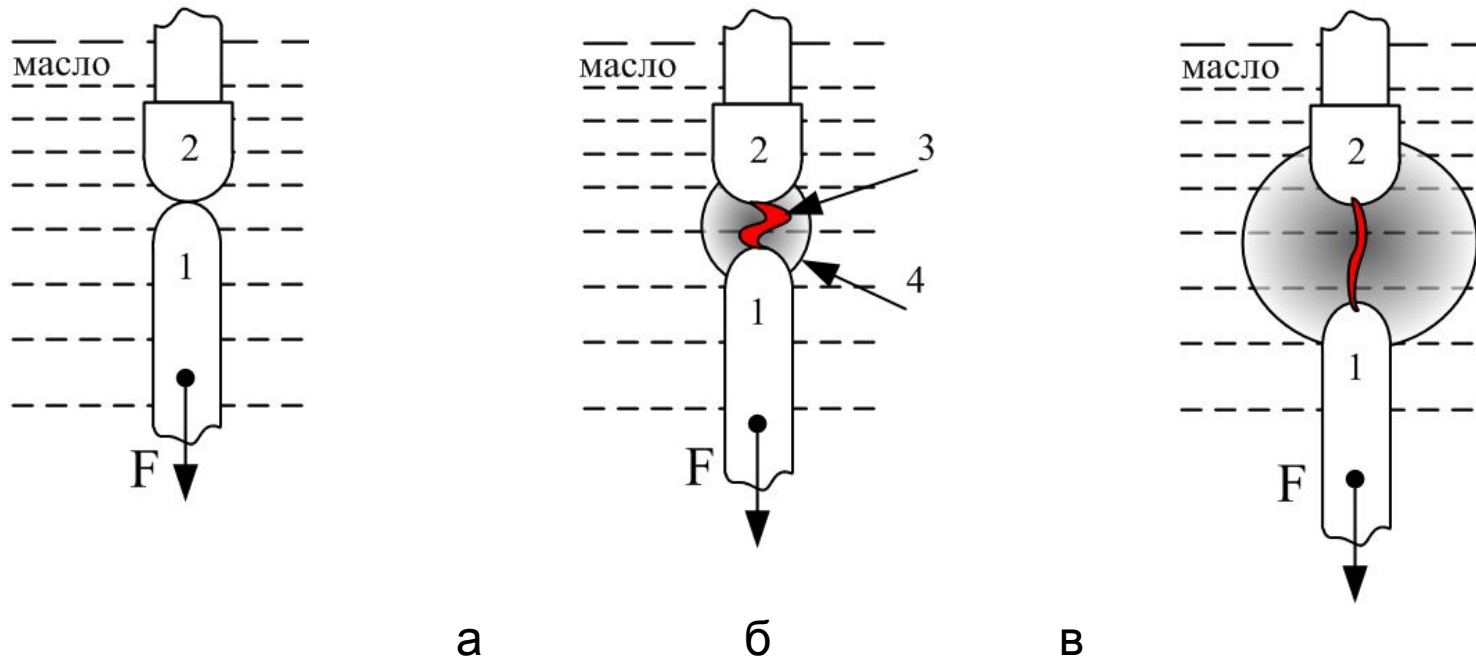


Рисунок 5.1 – Простое гашение дуги в масле

Гашение дуги в масляных выключателях

Уменьшения габаритных размеров выключателя и повышения его отключающей способности можно добиться более интенсивным воздействием газовой смеси продуктов распада масла на столб дуги. Это достигается путем применения дугогасящих камер из изолирующего материала, закрепляемых на неподвижном контакте.

По способу воздействия на дуговой столб различают:

- продольное дутье (поток направлен вдоль столба дуги);
- поперечное дутье (перпендикулярно или под некоторым углом к столбу дуги, но с одной стороны);
- комбинированное дутье (продольно-поперечное; встречно-продольное и т. п.)

Гашение дуги в масляных выключателях

1 – подвижный контакт; 2 – неподвижный контакт; 3 – дуга; 4 – газовый пузырь; 5 – отверстие для выхода остатков масла и газов.

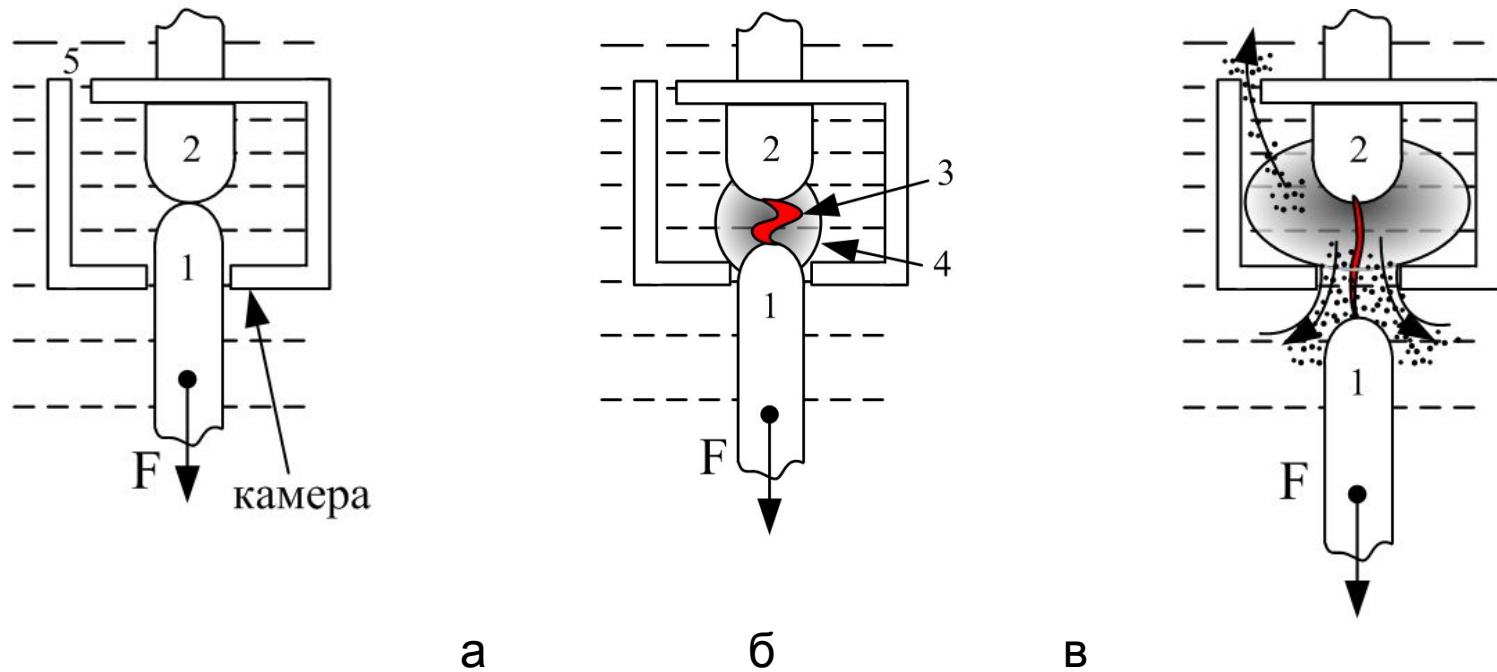


Рисунок 5.2 – Гашение дуги в масле с применением продольного дутья

Гашение дуги в масляных выключателях

Продольно-поперечное дутье используется в многообъемных масляных выключателях.

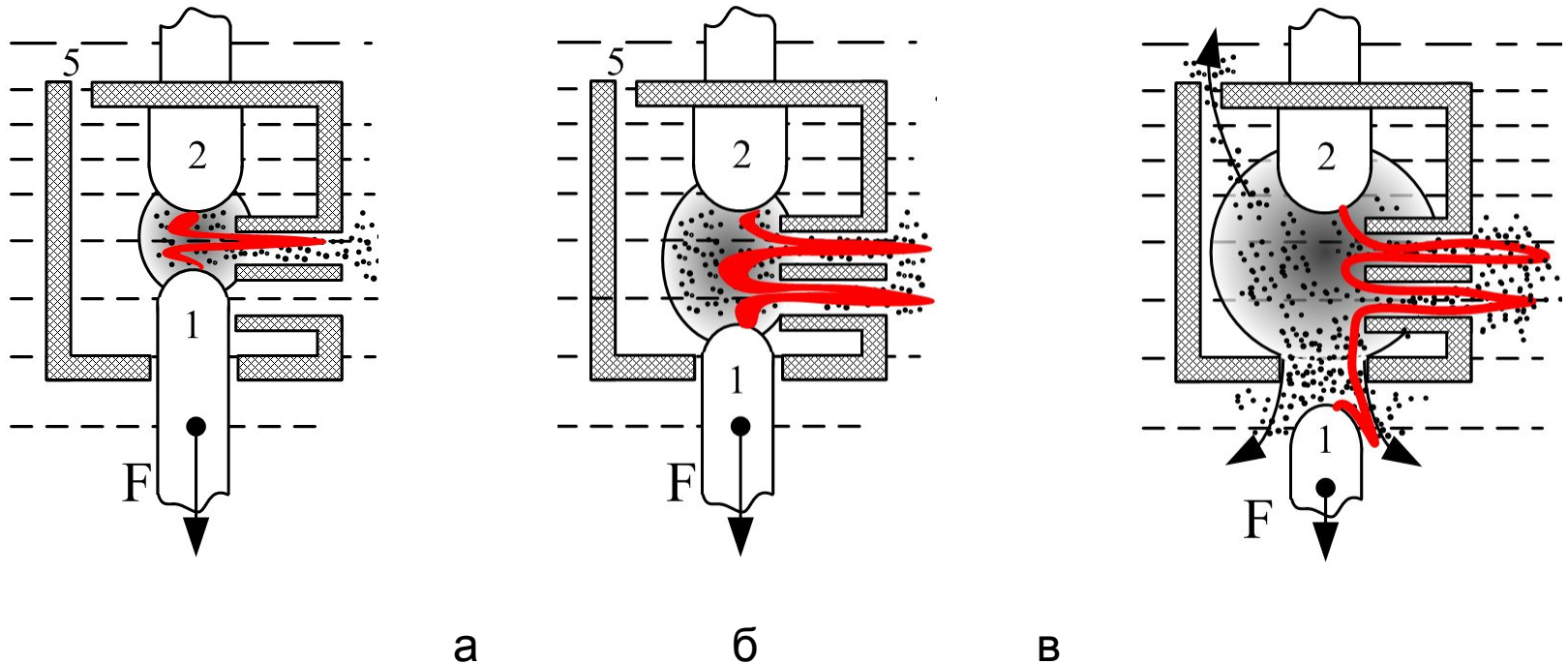


Рисунок 5.3 – Гашение дуги в масле с применением продольно-поперечного дутья

Гашение дуги в масляных выключателях

Многообъемными (баковыми) выключателями называют выключатели, в которых масло служит газогенерирующей средой и одновременно в отключенном положении – изоляцией подвижного и неподвижного контактов относительно заземленного бака.



МКП-110



Баковый МВ-220



С-35

Гашение дуги в масляных выключателях

Малообъемными (маломасляными) выключателями называются выключатели, в которых масло используется только в качестве газогенерирующей среды. Для изоляции контактов применяются твердые изоляционные материалы – стеклопластик, текстолит, фарфор и др.

Гашение дуги в масляных выключателях

1 – подвижный контакт; 2 – неподвижный контакт; 3 – дуга; 4 – газовый пузырь; 5 – нижняя часть камеры; 6, 10 – отверстия; 7 – выхлопная щель; 8 – герметичный резервуар; 9 – верхняя часть камеры.

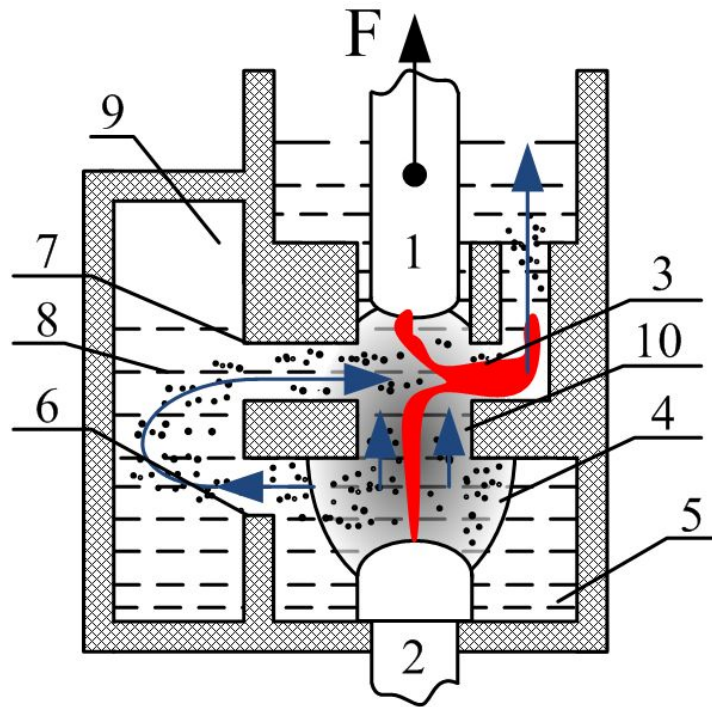
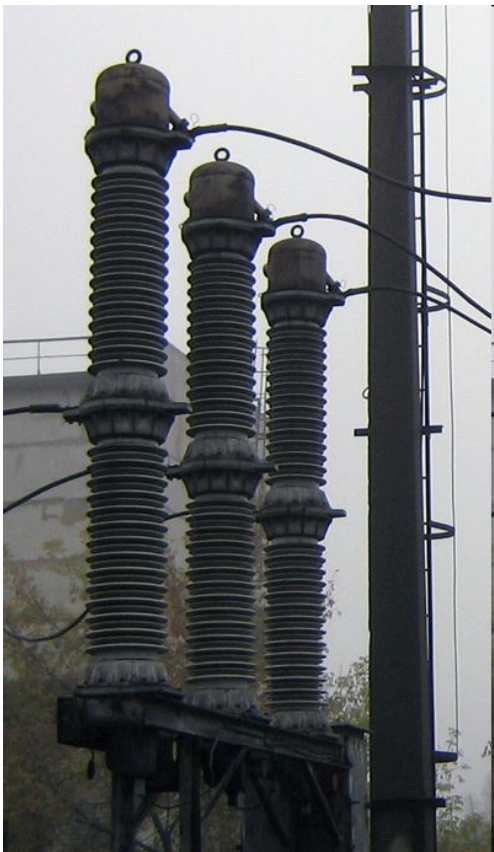


Рисунок 5.4 – Гашение дуги с применением продольно-поперечного дугого дуэтя в малообъемных масляных выключателях

Гашение дуги в масляных выключателях



ВМТ-110



ВМУЭ-35



ВМУЭ-27,5

Гашение дуги в воздушных выключателях

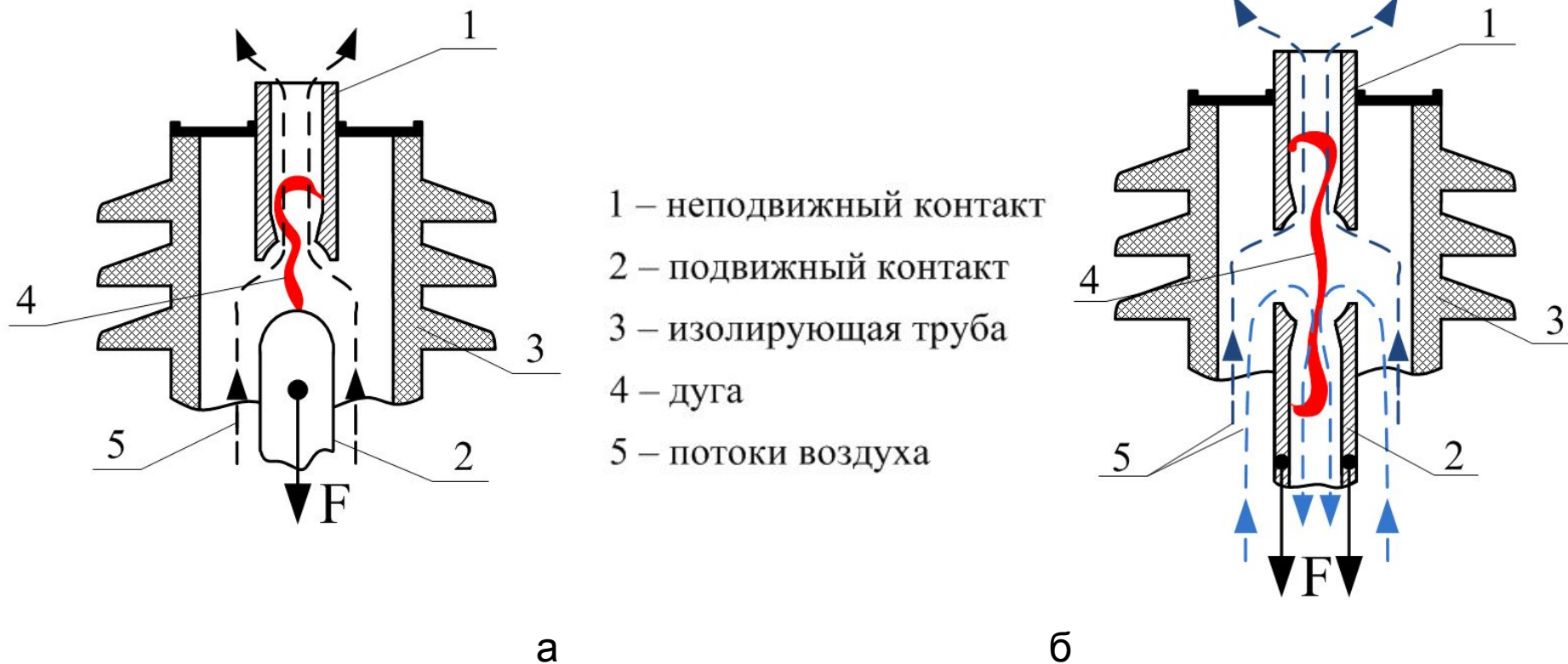


Рисунок 5.5 – Одностороннее (а) и двухстороннее (б) дутье в воздушных выключателях

Гашение дуги в воздушных выключателях



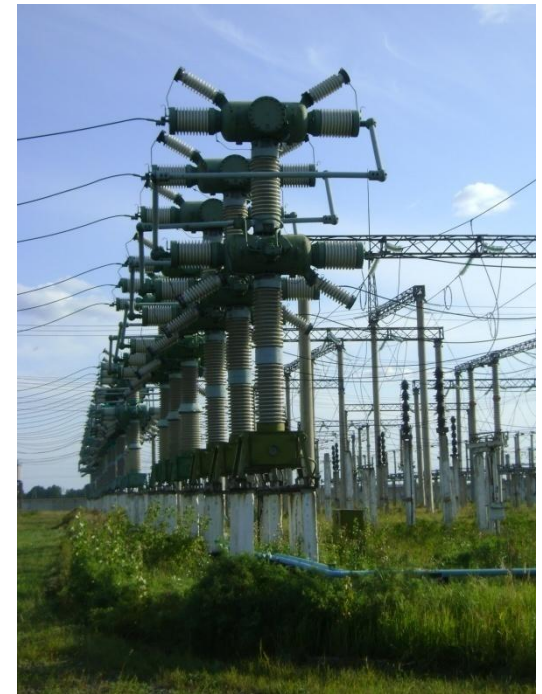
Компрессор



Нагнетатель



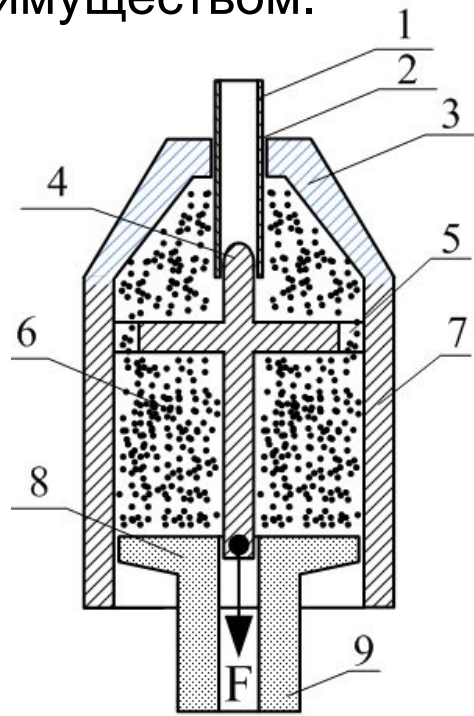
Вид ОРУ-220 кВ



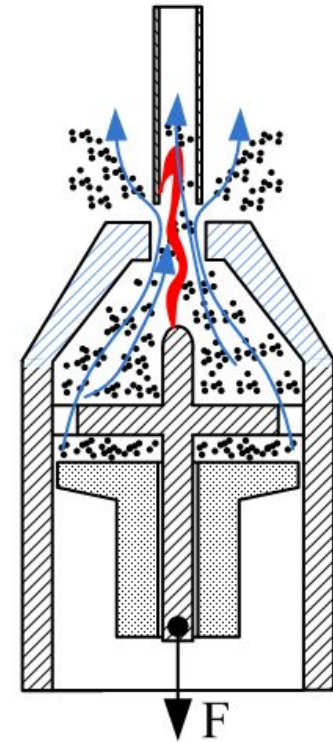
Выключатель

Гашение дуги в элегазовых выключателях

Принцип гашения дуги в элегазе аналогичен принципу гашения дуги в воздушных выключателях. При этом нет необходимости в устройствах нагнетания, дутье относительно слабое и осуществляется в замкнутом пространстве, что является преимуществом.



- 1 – неподвижный контакт
- 2 – сопло
- 3 – тугоплавкая насадка
- 4 – дугогасительный стержень
- 5 – отверстия
- 6 – элегаз
- 7 – подвижный контакт
- 8 – поршень
- 9 – неподвижный шток



а

б

Рисунок 5.6 – Дугогасительное автопневматическое устройство одностороннего дутья элегазового выключателя

Гашение дуги в элегазовых выключателях



ВЭБ-110



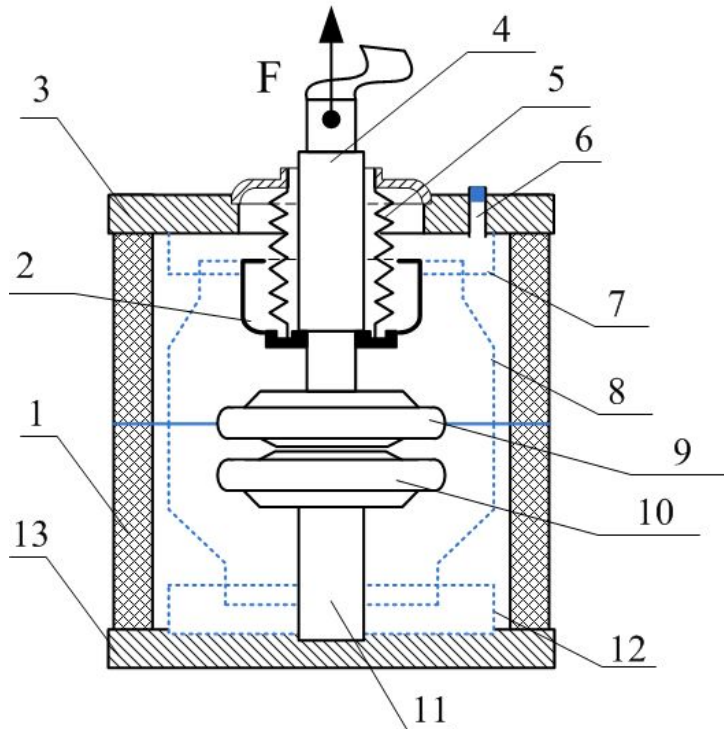
HPL 72,5-800 кВ



ВГТ-110

Гашение дуги в вакуумных выключателях

Применение вакуумных выключателей наиболее целесообразно в электроустановках, где необходимы быстрое действие, длительный срок эксплуатации без обслуживания и ремонта, небольшие габаритные размеры.



- 1 – стакан-изолятор
- 2 – защитный экран сильфона
- 3, 13 – фланцы
- 4 – токоввод подвижного контакта
- 5 – сильфон
- 6 – патрубок откачки воздуха
- 7, 12 – потенциальные экраны
- 8 – беспотенциальный экран
- 9, 10 – контакты
- 11 – токоввод неподвижного контакта

Рисунок 5.7 – Вакуумная камера

Гашение дуги в вакуумных выключателях

Форма контактов обеспечивает быстрое перемещение дуги на периферию, где она горит до погасания. При этом контактные поверхности не изнашиваются и не теряют свою форму.

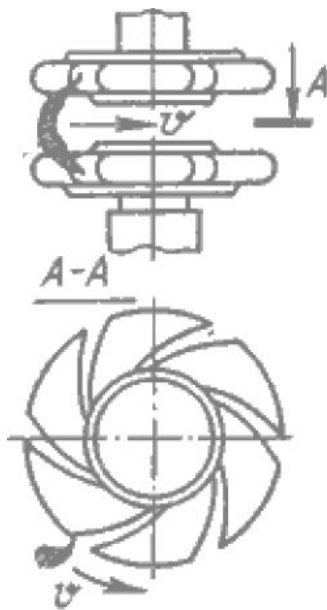
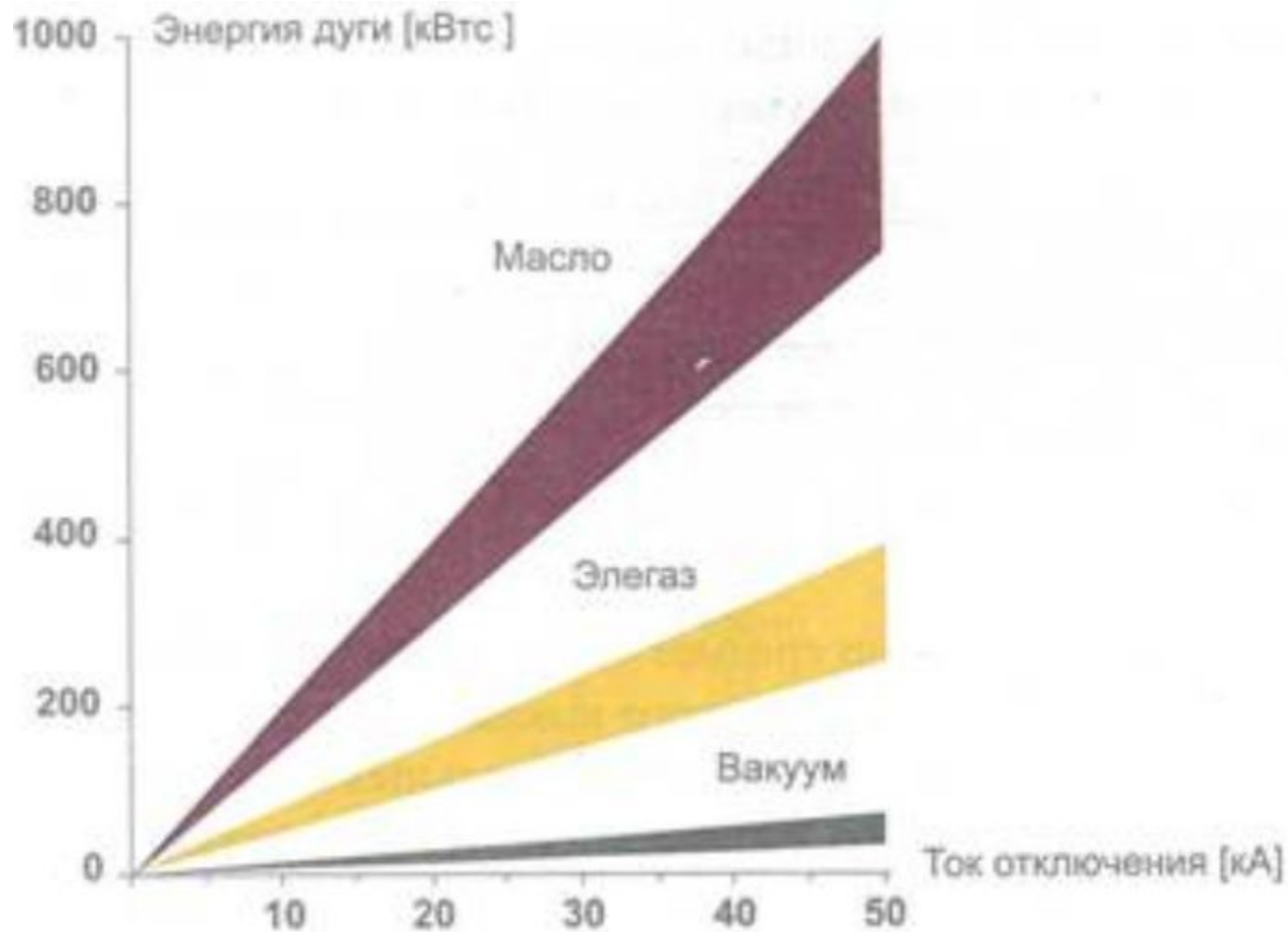


Рисунок 5.8 – Форма контактов вакуумного выключателя

Сравнение характеристик различных выключателей

Энергия дуги при горении в различных средах



Сравнение характеристик различных выключателей

Сравнение числа составных частей коммутационной камеры маломасляных, элегазовых и вакуумных выключателей

	Маломасляный	Элегазовый	Вакуумный
Общее число составных частей коммутационной камеры	43	52	22
Число подвижных частей	18	24	9
Число подвижных частей дугогасящей камеры.	17	24	2

Сравнение характеристик различных выключателей

Техобслуживание

	Вакуум	SF6
Коммутации номинального тока к.з.	30-400	10- 50
Коммутации номинального рабочего тока	до 30.000	до 10.000
Интервал техобслуживания (лет)	10-20 - без техобслуживания	5-10
Техобслуживание привода	Просто (в большинстве случаев не нужно)	Просто
Техобслуживание полюсов	не нужно	Сложно (заводские специалисты, высокие требования к безопасности)

Вопросы для самостоятельной проработки

Учебник – В. С. Почаевец. Электрические подстанции.

1. Разрядники и ограничители перенапряжений переменного тока. Устройство, принцип действия, условия выбора (стр. 255 – 266).
2. Трансформаторы тока. Устройство, принцип действия, условия выбора (стр. 97 – 115).
3. Трансформаторы напряжения. Устройство, принцип действия, условия выбора (стр. 84– 97).
4. Рубильники, переключатели, пакетные выключатели. Устройство, принцип действия.(стр. 153– 156).
5. Автоматические выключатели. Устройство, принцип действия. (стр. 153– 156).
6. Предохранители. Устройство, принцип действия, выбор. (стр. 164– 170).