

55 Высоковольтные коммутационные аппараты: выключатели, разъединители, отделители

Электрические аппараты высокого напряжения используются в электроэнергетических системах (объединённых и автономных) для осуществления всех необходимых изменений схем выдачи мощности и электроснабжения потребителей в нормальном эксплуатационном режиме и в аварийных условиях, обеспечения непрерывного контроля за состоянием систем высокого напряжения, ограничения возникающих в процессе эксплуатации перенапряжений и токов короткого замыкания (КЗ), а также для компенсации избыточной зарядной мощности линий в нормальных и аварийных режимах. Иными словами с помощью электрических аппаратов высокого напряжения осуществляется управление энергетическими системами в самом широком смысле этого понятия.



По функциональному признаку аппараты высокого напряжения подразделяются на следующие виды:

- коммутационные аппараты (выключатели, выключатели нагрузки, разъединители, короткозамыкатели, отделители); измерительные аппараты (трансформаторы тока и напряжения, делители напряжения);
- ограничивающие аппараты (предохранители, реакторы, разрядники, нелинейные ограничители перенапряжений); компенсирующие аппараты (управляемые и неуправляемые шунтирующие реакторы).

Коммутационные аппараты используются для формирования необходимых схем выдачи мощности от электростанций, её передачи на расстояние и схем электроснабжения потребителей.

Выключатели предназначены для включения и отключения токоведущих элементов электроэнергетических систем в нормальных (отключение рабочего тока) и аварийных (отключение тока КЗ) режимах и тем самым для предотвращения развития аварий в электроэнергетических системах. В связи с такой ответственной ролью выключателей к ним предъявляются весьма жёсткие требования. Они должны обеспечивать многократно (тысячи раз) коммутацию (включение и отключение) токоведущих цепей при номинальном токе (либо при меньших токах). Во включённом положении выключатели должны выдерживать в течение срока службы (25 лет) воздействие рабочих напряжения и тока. При возникновении короткого замыкания выключатель должен выдержать воздействие тока КЗ и обеспечить отключение поврежденного участка сети в течение нескольких полупериодов промышленной частоты.

Из сказанного следует, что выключатель должен иметь очень высокий коэффициент готовности: при малой продолжительности процессов коммутации (несколько минут в году) постоянно должна быть обеспечена готовность к осуществлению коммутаций.

В эксплуатации используются различные типы выключателей. Наиболее распространены масляные выключатели, в которых дугогасительной средой является минеральное масло. Они изготавливаются для распределительных устройств (РУ) напряжением до 220 кВ включительно.

Для РУ напряжением 110 кВ и выше (вплоть до 1150 кВ) наиболее широко используются воздушные выключатели, где гашение дуги осуществляется потоком сжатого воздуха. Однако в последнее время они вытесняются элегазовыми выключателями, в которых в качестве дугогасящей среды используется электроотрицательный газ — шестифтористая сера SF₆ (элегаз). Такие выключатели создаются для герметичных распределительных устройств (ГРУ), а также для наружной установки. Использование элегаза в качестве дугогасящей среды обусловлено его высокими изоляционными и дугогасящими свойствами. Это позволяет создать более совершенные выключатели с меньшим числом дугогасительных разрывов, с меньшими габаритами и более надёжные в эксплуатации.

В последнее время интенсивно развиваются конструкции вакуумных выключателей, в которых контактная система помещена в вакуумную камеру. Такие выключатели изготавливаются на напряжение до 35 кВ включительно. Их отличительная особенность — погасание дуги при первом же переходе тока через ноль (после расхождения контактов) и в связи с этим чрезвычайно большой ресурс — до тысяч операций и более.

Рассмотрим подробнее устройство вакуумного выключателя

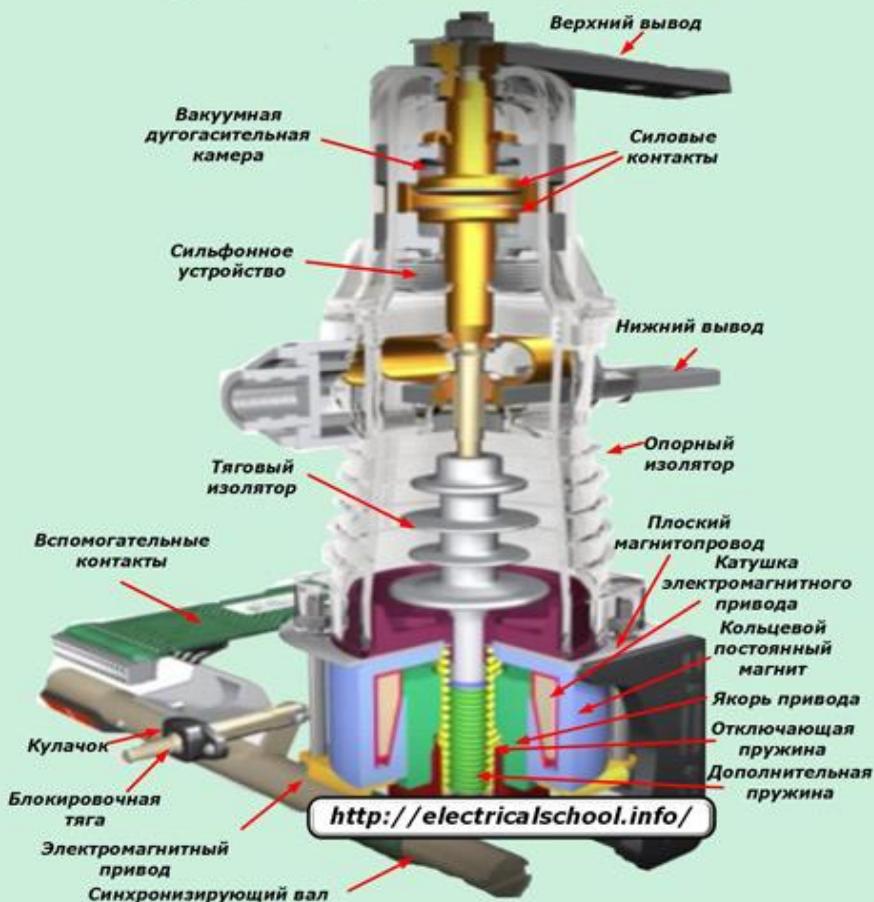
Внутри вакуумной дугогасительной камеры работают силовые контакты, прижимаемые между собой так, чтобы обеспечить минимальное переходное сопротивление и надёжное прохождение токов, как нагрузки, так и аварии.

Верхняя часть контактной системы стационарно закреплена, а нижняя под действием усилия привода способна перемещаться строго в осевом направлении.

На картинке видно, что контактные пластины расположены в вакуумной камере и приводятся в движение тягами, управляемыми силами натяжения пружин и катушек электромагнитов. Вся эта конструкция расположена внутри системы изоляторов, исключающих возникновение токов утечек.

Стенки вакуумной камеры выполнены из очищенных металлов, сплавов и специальных составов керамики, обеспечивающих герметичность рабочей среды в течение нескольких десятилетий. Для исключения попадания воздуха при перемещениях подвижного контакта установлено сильфонное устройство.

Конструкция вакуумного выключателя



Якорь электромагнита постоянного тока способен двигаться на замыкание силовых контактов или их разрыв за счёт смены полярности подаваемого на обмотку напряжения. Постоянный круговой магнит, встроенный в конструкцию привода, удерживает подвижную часть в любом сработавшем положении.

Система пружин обеспечивает создание оптимальных скоростей передвижения якоря при коммутациях, исключения дребезга контактов и возможностей пробоев конструкции стенок.

Внутри корпуса выключателя собрана кинематическая и электрическая схемы с синхронизирующим валом и дополнительными блок-контактами, обеспечивающими

возможности контроля и управления положением выключателя в любом состоянии.

Выключатели нагрузки применяются, как правило, в цепи генераторного напряжения на очень большие номинальные токи 20 — 30 кА, когда отключение токов КЗ осуществляется выключателями высокого напряжения за повышающими трансформаторами. В этом случае ток электродинамической стойкости достигает сотен тысяч ампер. Кроме того, выключатели нагрузки применяются на тупиковых подстанциях небольшой мощности, в кольцевых линиях, когда применение выключателей оказывается неэкономичным.

Существенно меньшие токи, отключаемые выключателями нагрузки, определяют значительное упрощение их конструкции и снижение массогабаритных показателей по сравнению с выключателями.

Разъединители применяются для коммутации обесточенных с помощью выключателей участков токоведущих систем, для переключения присоединений распределительных устройств с одной ветви на другую без перерыва тока и для коммутации очень малых токов ненагруженных силовых трансформаторов и коротких линий.

Например, при подготовке выключателя к ремонту он должен быть отделён от смежных элементов токоведущих систем, находящихся под напряжением, с помощью разъединителей. При этом разъединители отключают небольшой ток, определяемый напряжением сети и емкостью токоведущих элементов выключателя и подводящей ошиновки. Разъединители открытой установки создают видимые разрывы токоведущей системы, обеспечивающие безопасность выполнения работ на выключателе.

Отделитель служит для отключения обесточенной цепи высокого напряжения за малое время (не более 0,1 с). Он похож на разъединитель, но снабжён быстродействующим приводом.