

УДК 620.9

## ЭЛЕГАЗОВЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

Мазанович М.Е.

Научный руководитель – Климкович П.И.

Одним из быстро развивающихся направлений создания новых конструкций выключателей переменного тока высокого и сверхвысокого напряжения, отличающихся меньшими габаритами и отвечающих требованиям современной энергетики по коммутационной способности и надежности, является применение дугогасящих сред, более эффективных по сравнению с воздухом и маслом. Интенсивное внедрение вакуумной и элегазовой аппаратуры обусловлено тем, что пока не найдено способов эффективного дугогашения, способных конкурировать с дугогашением в элегазе или вакууме. Не получено и новых видов диэлектриков, по электроизоляционным, дугогасительным и эксплуатационным свойствам превосходящих элегаз или вакуум.

Основные достоинства элегазового оборудования определяются уникальными физико-химическими свойствами элегаза. При правильной эксплуатации элегаз не стареет и не требует такого тщательного ухода за собой, как масло.

В элегазовых выключателях основные и дугогасительные контакты силовой цепи находятся в среде элегаза. Подробнее о том, что такое элегаз будет сказано ниже. Принципиальное отличие элегазовых выключателей от выключателей других типов – гашение дуги в среде элегаза [1, с. 35].

Одним из немногочисленных недостатков элегаза является способность разлагать влагосодержащие синтетические изоляционные материалы при соприкосновении с ними. Поэтому рекомендуется применять в элегазовых конструкциях стойкие изоляционные материалы, например, тефлон.

К недостаткам элегаза следует отнести высокую температуру сжижения. При давлении 1,5 МПа она составляет всего 6 °С. Чтобы избежать сжижения элегаза, в выключателях с высоким давлением гасящей среды предусматривают автоматические нагреватели, поддерживающие постоянную температуру элегаза.

Схема анализа – такая же, как при масляной изоляции: отбор проб дефектного элегаза, содержащего продукты разложения от теплоты дуги. Исследование дефектного элегаза включает в себя анализ ПР элегаза, содержания влаги в газе, определение интенсивности и длительности горения дуги. Основными инструментами, используемыми при анализе ПР, является газовый хроматограф с термоэлектронной ловушкой и пламенный спектрофотометр.

По конструкции различают колонковые и баковые выключатели. Колонковые ни внешне, ни по размерам принципиально не отличаются от маломасляных, кроме того, что в современных элегазовых выключателях 220 кВ только один разрыв на фазу. Баковые элегазовые выключатели имеют гораздо меньшие габариты по сравнению с масляными, имеют один общий привод на три полюса, встроенные трансформаторы тока.

Колонковые выключатели требуют относительно небольшого количества элегаза для заполнения, при этом обеспечивается утечка элегаза на уровне не более 0,5 % в год, что достигается специально подобранными материалами для уплотнения и подтверждается многолетним опытом эксплуатации [1, с. 98].

– имеют самосмазывающиеся приводные механизмы, надежную, простую дугогасительную камеру и испытанные на практике контактные системы, которые обеспечивают бесперебойную работу силовых выключателей и продлевают срок службы – даже при высокой частоте коммутаций;

– удобны при транспортировке – они перевозятся в полностью собранном и испытанном состоянии или в виде собранных, испытанных на заводе и готовых к перевозке блоков, что снижает транспортные расходы, затраты на монтаж;

– предназначены для работы в диапазоне температур от –45 до +40 °С.

Баковые элегазовые выключатели (рисунок 1) имеют ряд преимуществ перед колонковыми выключателями, а именно:

- отличная сейсмостойкость;
- высокий уровень безопасности;
- низкое влияние загрязнений на работу выключателя;
- меньшая площадь для установки, т. к. трансформаторы тока уже встроены в баковый выключатель.

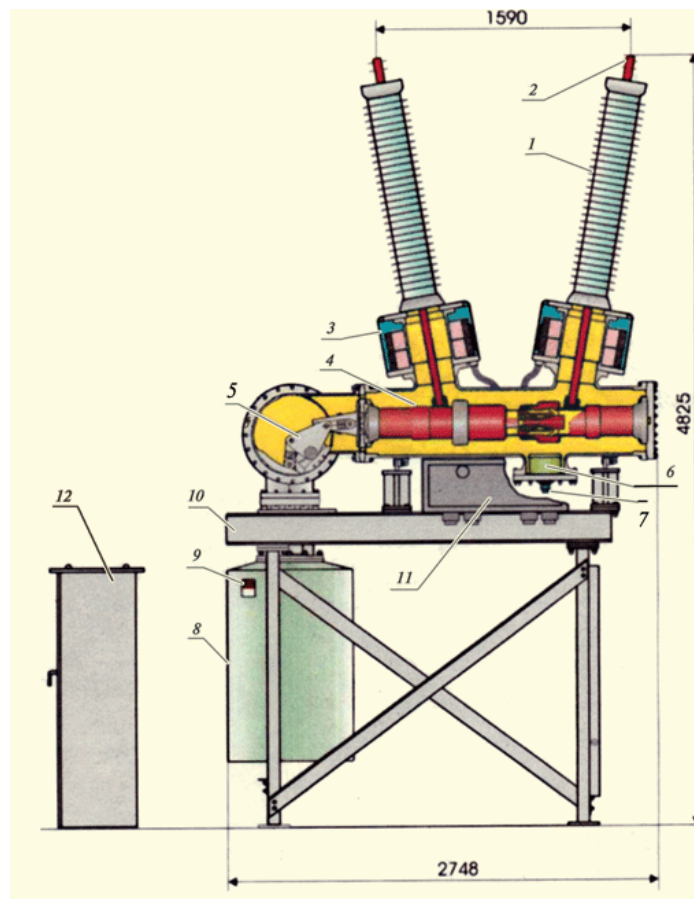


Рисунок 1. Баковый элегазовый выключатель

Разработаны конструкции выключателей нагрузки с элегазом на 35, 110, 220 кВэ. Выключатели 35 и 110 кВ имеют по одной камере на полюс, в выключателе 220 кВ – две камеры на полюс. Кроме того, разработаны конструкции выключателей на два и три направления. Такой аппарат заменяет два или три выключателя, что дает значительную экономию при установке их на подстанциях.

Элегазовые выключатели могут отключать не только ток нагрузки, но и ток КЗ. Такие выключатели имеют дугогасительные устройства с автопневматическим дутьем.

Объектом испытания в элегазовых выключателях является, прежде всего, фазная изоляция выключателей, состояние самих камер (испытание на разрыв), состояние контактов выключателей как основных, так и дугогасительных, временные характеристики выключателей, и, при испытании выключателей на выкатном элементе (тележке), соосность входа выключателей на тележке с приёмными элементами ячейки КРУ, глубина входа и равномерность входа по фазам, а также состояние контактов ячейки и выключателя. Последние испытания обычно проводятся именно для выкатного элемента ячейки, а не для элегазового выключателя.

Выключатели нагрузки элегазовые во многом напоминают конструкцию отделителей. Однако для успешного отключения тока в них предусматриваются устройства для вращения дуги в элегазе. В подвижный и неподвижный контакты встроены постоянные магниты из феррита, которые создают магнитные поля, направленные встречно. При размыкании

контактов образуется дуга, ток которой взаимодействует с радиальным магнитным полем, в результате чего создается сила  $F$ , перемещающая дугу по кольцевым электродам. Вращение дуги в элегазе способствует быстрому гашению. Чем больше отключаемый ток, тем больше скорость перемещения дуги, это защищает контакты от обгорания. Контактная система описанной конструкции помещается внутри фарфорового корпуса, заполненного элегазом и герметически закрытого. Давление внутри камеры 0,3 МПа. Так как потеря элегаза недопустима, гасительная камера выключателя должна работать по замкнутому циклу. Подпитка при возможных утечках происходит из баллона со сжатым элегазом.

Элегазовые выключатели могут отключать не только ток нагрузки, но и ток КЗ. Такие выключатели имеют дугогасительные устройства с автопневматическим дутьем.

Для колонкового исполнения, полюс представляет собой вертикальную колонну, состоящую из двух (и более) изоляторов, в верхнем из которых размещено дугогасительное устройство (ДУ), а нижний - служит опорой ДУ и обеспечивает ему требуемое изоляционное расстояние от заземленной рамы. Внутри опорного изолятора размещена изоляционная штанга, соединяющая подвижный контакт ДУ с приводной системой аппарата.

Для бакового исполнения, полюс представляет собой металлический цилиндрический бак, на котором установлены два изолятора, образующие высоковольтные вводы выключателя. ДУ в таком выключателе размещено в заземленном металлическом корпусе.

Для комбинированного исполнения, полюс представляет собой металлический корпус в виде сферы, на котором установлены фарфоровые изоляторы, образующие высоковольтные вводы выключателя, в одном из которых размещено дугогасительное устройство, а в другом встроенные трансформаторы тока.

В верхней части изолятора обычно устанавливается фильтр – поглотитель влаги и продуктов разложения элегаза под действием электрической дуги.

Также на всех современных выключателях установлен предохранительный клапан – устройство с тонкостенной мембраной, разрывающейся при давлении, возникающем при внутреннем коротком замыкании, но не достигающем значения, при котором испытываются собственно изоляторы.

В настоящее время все элегазовые выключатели оснащаются устройствами контроля давления элегаза внутри камеры. Эти устройства могут различаться по конструкции и соответственно могут обеспечивать либо визуальное отображение давления (манометры), либо обеспечивают контроль давления с выводом сигнала (датчики давления). И в том и в другом случае контроль наличия утечки элегаза проводится по показаниям (или по отсутствию сигнала с датчика) контрольных приборов выключателя.

### Литература

1. Афанасьев, В.В. Справочник по электрическим аппаратам высокого напряжения / В.В. Афанасьев. – 2-е изд. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 310 с.