Чувашский государственный университет им. И.Н.Ульянова

Дисциплина: Высоковольтные аппараты

**РЕФЕРАТ**

**Тема: Воздушные выключатели напряжением 110 кВ и выше**

**Вариант 10**

Выполнил

студент гр. ЗЭЭ 12-10

Данилов Герман Николаевич

Чебоксары

**Содержание**

Ведение

. Воздушные выключатели

2. Серии воздушных выключателей

.1 Выключатель серии ВВБ для номинальных напряжений от 110 до 750кВ

.2 Выключатель серии ВНВ

.3 Выключатели серии ВВШ

. Неполадки в работе

4. Осмотры воздушных выключателей

. Обслуживание выключателей в процессе эксплуатации

Заключение

Использованная литература

**Введение**

Широкое применение воздушных выключателей в энергосистемах обусловливается их высокими, для своего времени, техническими характеристиками. Конструктивно воздушные выключатели оказались хорошо приспособленными для различных условий работы современных распределительных устройств высокого напряжения при внутренней и наружной установке. Недостаточно высокая электрическая прочность воздуха (Е = 20 кВ/см) не позволяет получать модули с напряжением 350-500 кВ, что и приводит в последнее время к интенсивному развитию выключателей с использованием другой дугогасящей среды - элегаза.

По назначению воздушные выключатели разделяются на следующие группы:

сетевые выключатели на напряжение 6 кВ и выше, применяемые в электрических сетях и предназначенные для пропуска и коммутации тока в нормальных условиях работы цепи и в условиях КЗ;

генераторные выключатели на напряжение 6-24 кВ, применяемые для подключения генераторов и предназначенные для пропуска и коммутации токов в нормальных условиях, а также в пусковых режимах и при КЗ;

выключатели для электротермических установок с напряжениями 6-220 кВ, предназначенные для работы как в нормальных, так и в аварийных режимах;

выключатели специального назначения.

По виду установки воздушные выключатели можно разделить на следующие группы:

опорные;

подвесные (подвешиваются к портальным конструкциям на ОРУ);

выкатные (имеют приспособления для выкатки из РУ);

встраиваемые в комплектные распределительные устройства.

**1. Воздушные выключатели**

В воздушных выключателях дуга гасится при помощи дутья сжатым воздухом (при давлении 2-4 МПа и выше), поступающим из резервуара, чаще всего составляющего одно целое с основанием.

ДУ воздушных выключателей выполняют с одним или несколькими разрывами в фазе и с продольным или поперечным воздушным дутьем.

Дугогасительное устройство с одним разрывом может быть использовано для отключения значительного тока только при относительно небольшом напряжении. Выключатели напряжением 220 кВ и выше должны иметь несколько разрывов, включенных последовательно. Так, например, при давлении воздуха 4 МПа и напряжении 110 кВ выключатель с одним разрывом способен отключить ток около 40 кА. Выключатель 220 кВ должен иметь два разрыва, а выключатель 500 кВ - четыре разрыва.

Воздушные выключатели с номинальным напряжением от 110 до 1150 кВ проектируют сериями и собирают из унифицированных частей, из которых важнейшим является дугогасительный модуль с двумя разрывами, рассчитанный на некоторое условное напряжение порядка 110-250 кВ в зависимости от давления воздуха. Число модулей, включенных последовательно, выбирают в соответствии с номинальным напряжением.

Необходимым условием удовлетворительной работы выключателей с многократным разрывом является равномерное распределение восстанавливающего напряжения между разрывами. Для обеспечения равномерного распределения напряжения между разрывами при любой частоте восстанавливающего напряжения, целесообразно применение емкостных делителей напряжения (рис.1.а). Эти выключатели обычно снабжают также шунтирующими резисторами, включенными параллельно каждому разрыву (рис.1.б). При этом в каждом разрыве необходимы небольшие гасительные устройства (обозначены 1,2,3,4) для отключения сопровождающего тока.



Рис. 1. Схема включения конденсаторов и шунтирующих резисторов у воздушного выключателя.

**2. Серии воздушных выключателей**

Конструктивные схемы воздушных выключателей, применяемых на подстанциях, в основном определяются способом создания изоляционного промежутка между контактами выключателя, находящегося в отключенном положении, способом подачи сжатого воздуха в дугогасительные устройства, системой управления выключателем, наличием шунтирующих резисторов и делителей напряжения и некоторыми другими особенностями. Различают следующие серии воздушных выключателей.

**2.1 Выключатель серии ВВБ для номинальных напряжений от 110 до 750кВ**

Наиболее совершенные воздушные выключатели, у которых дугогасительная камера размещается непосредственно в баке со сжатым воздухом. Дугогасительные модули с двумя разрывами и односторонним дутьем имеют условное напряжение 110 кВ. Число модулей у выключателей с номинальным напряжением 110, 220, 330, 500 и 750 кВ равно соответственно 1, 2, 4, 6 и 8. Модули устанавливают на колоннах из фарфоровых изоляторов. Выключатели 110 кВ имеют один модуль и одну опорную колонну. Выключатели 220-750 кВ - по два модуля на каждой колонне, расположенных один над другим и соединенных последовательно перемычкой. На рис.2 показан воздушный выключатель типа ВВБ-220Б-31,5/2000У1 на номинальное напряжение 220 кВ, тип изоляции Б, номинальный ток отключения 31,5 кВ. номинальный ток 2000 А, для установки в умеренном климате на открытом воздухе.

Их полное время отключения составляет 0,06 - 0,08 с. в зависимости от номинального напряжения. Эксплуатация показала их высокую надежность.



Рис. 2. Выключатель серии ВВБ-220 с двумя модулями на одной колонне:1 - шкаф управления; 2 - опорный изолятор; 3 - дугогасительное устройство; 4 - делитель напряжения; 5 - соединительный проводник; 6 - шунтирующий резистор.

Давление воздуха для выключателей 110, 220 и 500 кВ равно 2 МПа; для выключателей 750 кВ - 2,6 МПа; 330 кВ - 2 и 2,6 МПа.

Выключатели серии ВВБ имеют пневматическую систему управления. В полых опорных колоннах проложены воздуховоды из изоляционного материала, из которых один служит для пополнения бачков сжатым воздухом, а второй - для управления контактными и дутьевыми клапанами модулей, находящимися под напряжением.

На рис. 3.а показан полюс выключателя серии ВВБ на напряжение 110кВ. Бак со сжатым воздухом 1 располагается на опорном изоляторе 2, в этом же изоляторе проходят управляющие воздуховоды. Шкаф управления 3 расположен в основании выключателя. ДУ соединяется с внешней цепью токоведущими частями проходных изоляторов 4. Равномерное распределение напряжения между двумя разрывами устройства обеспечивается с помощью конденсаторов 5. Схема устройства представлена на рис.3.б, где 5 -шунтирующие конденсаторы, обеспечивающие равенство напряжений на двух разрывах устройства; 6 - основные контакты; 7 - вспомогательные; 8 -шунтирующие резисторы, служащие для снижения скорости восстановления напряжения. Ток через шунтирующие резисторы отключаются контактами 7 после гашения дуги в основных разрывах 6. Из рис. 3.б видно, что корпус бака 2 находится под напряжением.



Рис. 3. Баковый воздушный выключатель серии ВВБ-110 Uном = 110 кВ; 1ном = 2000 А; 10ТКном = 31,5 кА

В рассмотренной конструкции под высоким давлением находится только стальной бак. Это позволяет повышать давление воздуха в баке до 3,5 -4 МПа и увеличивать отключаемый ток.

**2.2 Выключатель серии ВНВ**

Выключатели этой серии изготовляют для номинальных напряжений от 110 до 1150 кВ. Дугогасительный модуль с двумя разрывами рассчитан на условное напряжение 250 кВ при давлении воздуха 4 МПа. Такой укрупненный по напряжению модуль позволяет уменьшить их число по сравнению с выключателями серии ВВБ. Выключатели 220 кВ имеют один модуль, 500 кВ - два и 750 кВ - три модуля. Каждому модулю соответствует опорная колонна, высота которой определяется номинальным напряжением выключателя. Колонны каждого полюса установлены на общем горизонтальном ресивере с запасом сжатого воздуха, сообщающимся с внутренними полостями колонн и через них - с дугогасительными модулями. Фарфоровые колонны должны выдерживать внутреннее давление 4 МПа. поэтому они усилены встроенными стеклоэпоксидными цилиндрами.

Подготовка воздуха. Распределительное устройство, оборудованное воздушными выключателями, нуждается в установке для подготовки воздуха высокого давления, его очистке и осушке. Пыль, содержащаяся в воздухе, засоряет клапаны, создает неплотности, снижает разрядное напряжение изоляции. Особенно опасна влага, которая при понижении температуры может конденсироваться в воздуховодах. Зимой в трубах и клапанах возможно образование льда и нарушение проходимости. Стальные части при наличии влаги подвержены коррозии. Конденсация влаги на внутренних поверхностях изоляции снижает ее электрическую прочность и может привести к перекрытию.

Очистка воздуха от пыли производится с помощью фильтров, устанавливаемых на всасывающих патрубках компрессоров. Применение получили масляные фильтры, которые имеют ряды металлической сетки, смоченной маслом с низкой температурой замерзания. При прохождении воздуха через фильтр пыль оседает на поверхности масла.

Осушка воздуха производится термодинамическим способом: воздух подвергают сжатию до давления, превышающего номинальное давление сети не менее чем в 2 раза. С этой целью применяют компрессоры, обеспечиващие соответствующее давление. При сжатии воздуха температура его повышается. При последующем охлаждении до начальной температуры большая часть пара конденсируется. Образовавшуюся в охлажденном змеевике воду спускают.

После этого воздух подвергают расширению через редукционный клапан, чтобы снизить давление до рабочего. Относительная влажность воздуха после его расширения получается равной 0,5% и опасность конденсации водяного пара значительно снижается.

Приходится далее принимать меры к дальнейшему уменьшению содержания влаги с помощью адсорбентов (силикагель - SiO H2O , алюмогель -А12ОЗ Н2О и др.).

В качестве компрессоров используют многоступенчатые компрессоры двойного действия с воздушным охлаждением и приводом от асинхронных электродвигателей.

**2.3 Выключатели серии ВВШ**

Основанием каждого полюса служит резервуар со сжатым воздухом 11. Выключатели (рис. 4). имеют две контактные системы, соединенные последовательно. Первая - контактная система дугогасительных камер 1, контакты которой лишь кратковременно расходятся на время гашения дуги. Вторая - контактная система отделителей 8, отключающая ток, ограниченный шунтирующими резисторами, и образующая надежный изоляционный промежуток при отключенном положении выключателя, когда контакты дугогасительных камер замкнуты. Камеры и отделители связаны между собой трубчатыми шинами 13, к которым подключены резисторы 6, шунтирующие камеры и емкостные делители напряжения 7, предназначенные для выравнивания распределения напряжения в отключенном положении отделителей.



Рис. 4. Воздушный выключатель серии ВВШ

- дугогасительная камера; 2 - подвижный контакт; 3 - неподвижный контакт; 4 - выхлопной клапан; 5 - фланец; 6 - резистор; 7 - емкостный делитель напряжения (в новых конструкциях выключателей на 110кВ не применяется); 8 - отделитель; 9 - фарфоровый опорный изолятор; 10 - дутьевой клапан отделителя; 11 - резервуар сжатого воздуха; 12 - дутьевые клапаны дугогасительной камеры; 13 -трубчатая шина;

Сжатый воздух поступает из резервуара полюса в гасительные камеры и отделители через дутьевые клапаны 12 и 10 соответственно, находящиеся у основания каждого полюса, по полым опорным изоляторам 9. В корпусах дутьевых клапанов установлены обратные клапаны, через которые при включенном положении выключателя поступает воздух для вентиляции внутренних полостей опорной изоляции, камер и отделителей, откуда через неплотности контактов и механизмов, выходит в атмосферу. Прекращение подачи сжатого воздуха на вентиляцию может привести к аварии с выключателем. Когда отделители находятся под давлением сжатого воздуха, их обратные клапаны закрыты и система вентиляции не работает.

Выключатель имеет распределительный шкаф, в котором расположены пневматические приборы. Он устанавливается вне зоны действия выброса газов из гасительных камер. На рис. 5. дана схема распределительного шкафа. Сжатый воздух подводится к распределительному шкафу но воздухопроводу 5.

От распределительного шкафа к каждой фазе выключателя отходит главный воздухопровод 8 и воздухопровод системы вентиляции 7. Редукторный клапан 6 служит для снижения давления сжатого воздуха, Поступающего на вентиляцию. Электроконтактные манометры 1 предназначены для сигнализации о недопустимом понижении давления сжатого воздуха в резервуарах и запрещения в этом случае автоматического повторного включения.



Рис. 5. Схема распределительного шкафа для воздушного выключателя серии ВВШ (ВВН): 1 - электроконтактный манометр; 2 - обратный клапан; 3 - воздушный фильтр; 4 - запорный вентиль; 5 - подводящий воздухопровод; 6 - редукторный клапан; 7-воздухопровод системы вентиляции;8 - главный воздухопровод

Управление выключателями однополюсное и трехполюсное осуществляется электромагнитами включения и отключения, воздействующими на системы пусковых клапанов.

Для включения выключателя подается команда на электромагнит включения, при этом система клапанов отделителя срабатывает на закрытие дутьевого клапана и сброс воздуха из полости отделителя. Контакты отделителя смыкаются, создавая электрическую цепь через выключатель.

Для отключения выключателя подается команда на электромагнит отключения, при этом через дутьевой клапан в гасительную камеру устремляется сжатый воздух. Под действием сжатого воздуха подвижные контакты дугогасительного устройства отходят от неподвижных; между контактами возникает электрическая дуга. Дуга гасится струей сжатого воздуха, и продукты ее горения вытесняются в атмосферу через выхлопные клапаны. Контакты отделителя размыкаются с некоторым запозданием, когда дуга в камере окончательно погаснет и между контактами восстановится электрическая прочность. Контакты отделителя расходятся и удерживаются в разомкнутом состоянии сжатым воздухом. В конце операции отключения подача сжатого воздуха в камеру прекращается и ее контакты смыкаются.

**3 Неполадки в работе**

Причины неполадок характерны для воздушных выключателей всех типов. Наиболее часто повторяющимися неполадками являются следующие:

) отказы в отключении токов КЗ. Они в основном происходят из-за недостаточной отключающей способности воздушных выключателей гасить электрическую дугу, а также при отключении неудаленных КЗ, сопровождающихся большой скоростью восстановления напряжения на контактах, хотя ток КЗ при этом может быть меньше номинального тока отключения. При удалении точки короткого замыкания от шин подстанции скорость восстановления напряжения в общем случае уменьшается.

) дефекты контактных систем. Их основная причина - дефекты конструкций отдельных узлов выключателя, заклинивания деталей, приводящие к зависанию подвижных контактов в промежуточном положении или к недостаточному вжиму контактов. Зависания подвижных контактов камер и отделителей выключателей серии ВВШ (ВВН) вызываются загрязнением и "надирами" на трущихся поверхностях. Если зависание происходит во время отключения КЗ, то горящей дугой разрушаются контактные системы и фарфоровая изоляция. Отмечены случаи неполномодульного отключения выключателей серии ВВБ, при этом один модуль выключателей оказывался в отключенном положении, а другой во включенном. Отключившийся модуль выключателя не выдерживал восстанавливающего напряжения, в результате чего происходило перекрытие фарфоровой покрышки ввода и пробой межконтактного промежутка;

) перекрытия опорной изоляции. Перекрытия по наружной поверхности обусловлены главным образом загрязнением изоляторов уносами промышленных предприятий, пылью при ее увлажнении. Проникновение и накопление влаги внутри изоляторов, а также прекращение продувки внутренних полостей воздухопроводов обычно приводит к перекрытиям изоляции по внутренней поверхности и разрушениям выключателей;

) неисправности механизмов приводов и клапанов. Значительное число отказов в работе выключателей (в том числе выключателей серии ВНВ) связано с дефектами клапанов (некачественные уплотнения клапанов дугогаситсльных устройств, изломы, заклинивания), попаданием под клапаны посторонних предметов, повреждением электромагнитов и цепей управления. Часто происходит самопроизвольное уменьшение сброса давления из-за попадания в каналы клапанов отсечек пыли и смазки.

Все эти неисправности, как правило, приводят к неполнофазной работе выключателей;

) повреждения резиновых уплотнений. В эксплуатации наблюдались случаи выдувания прокладок из фланцевых соединений изоляторов, находящихся под давлением сжатого воздуха, и нарушения герметичности соединений из-за потери упругих свойств резины. Для устранения этих нежелательных явлений производятся обжатия всех элементов эластичного крепления изоляторов. Периодичность устанавливается с учетом имеющегося опыта (обычно перед наступлением холодной погоды). Более частые (сезонные) обжатия приводят к деформации и преждевременному выходу из строя резиновых прокладок и уплотнений. Отмечены случаи ненадежной работы резиновых уплотнений и других узлов воздушных выключателей, например уплотнений изолирующих воздухопроводов.

**4. Осмотры воздушных выключателей**

При осмотре проверяется действительное положение всех фаз воздушного выключателя по показаниям сигнальных ламп и манометров. Обращается внимание на общее состояние воздушного выключателя, на отсутствие утечек воздуха (на слух), на целость изоляторов гасительных камер, отделителей, шунтирующих резисторов и емкостных делителей напряжения, опорных колонок и изолирующих растяжек, а также на отсутствие загрязненности поверхности изоляторов.

Контролируется степень нагрева контактных соединений шин и аппаратных зажимов.

По манометрам, установленным в распределительном шкафу, проверяется давление воздуха в резервуарах выключателя и поступление его на вентиляцию. У выключателей, рассчитанных на номинальное давление 2МПа и работающих с АПВ, давление должно находиться в пределах 1,9-2,15 МПа (оптимальное 2 МПа), а у выключателей без АПВ 1,6-2,1 МПа. Выключатель не должен приходить в действие при понижении давления воздуха ниже указанных значений. С этой целью в схеме управления предусмотрена блокировка, препятствующая проведению операции. При давлении ниже 1,6 МПа один из манометров размыкает цепи включения и отключения, другой при давлении ниже 1,9 МПа переключает цепи АПВ на отключение.

Большое значение имеет непрерывная вентиляция внутренних полостей изоляторов выключателя сухим воздухом, исключающая конденсацию водяных паров внутри изоляторов. Контроль за поступлением воздуха па вентиляцию ведется по указателю продувки (стеклянная трубка с находящимся в ней алюминиевым шариком). Шарик под действием струи воздуха, создавая видимость движения воздуха, должен находиться во взвешенном состоянии между рисками, нанесенными на указателе. Регулирование расхода воздуха производится винтом на верхней части редукторного клапана.

Включение в работу выключателей, длительно находившихся без вентиляции, должно производиться после просушивания их изоляции путем усиленной продувки (шарик указателя продувки в верхнем положении) в течение 12-24 ч.

При внешнем осмотре визуально проверяется целость резиновых уплотнений в соединениях изоляторов гасительных камер, отделителей и их опорных колонок, так как применяемые резиновые уплотнения не обладают достаточной пластичностью и со временем увеличивают свою остаточную деформацию. Операции с выключателями, имеющими поврежденные или выдавленные уплотнения, не должны допускаться.

воздушный выключатель энергосистема резистор

**5. Обслуживание выключателей в процессе эксплуатации**

Обслуживание выключателей в процессе эксплуатации включает проведение следующих мероприятий. Из резервуаров выключателей 1-2 раза в месяц удаляется накопившийся в них конденсат. С той же периодичностью воздухораспределительная сеть продувается сжатым воздухом рабочего давления (при положительной температуре окружающего воздуха). Несоблюдение периодичности продувок при резких изменениях температуры окружающей среды приводит к конденсации влаги в резервуарах выключателей и образованию льда в воздухораспределительной сети. Чтобы не допускать скопления конденсата в блоках пневматических клапанов, из них также удаляют конденсат через спускной клапан.

В период дождей увеличивают подачу воздуха на вентиляцию. При понижении температуры окружающего воздуха ниже 5°С в шкафах управления полюсов и в распределительном шкафу включают электрический обогрев. Включение нагревательных элементов должно производиться двумя ступенями. При температуре воздуха менее 5°С включается по одному нагревательному элементу, а при температуре - 10°С дополнительно включаются остальные нагревательные элементы. Ввод в действие всех нагревательных элементов при температуре воздуха, близкой к 5°С, приводит к перегреву устройств шкафов и разрушению (растрескиванию) резиновых уплотнений. Проверяют работоспособность выключателя путем контрольных опробований на отключение и включение при номинальном и минимально допустимом давлении; проверка проводится не реже 2 раз в год.

В резервуары выключателей должен поступать очищенный от механических примесей воздух. Основная очистка воздуха, а также его осушка производятся компрессорной воздухоприготовительной установкой. Для дополнительной очистки сжатого воздуха в распределительных шкафах выключателей установлены войлочно-волосяные фильтры. Систематически в зависимости от загрязненности воздуха необходимо производить смену в них фильтрующих патронов. Заметим, что при эксплуатации распределительных шкафов запорные вентили а них должны быть открыты полностью

**Заключение**

Достоинство воздушных выключателей по сравнению с другими выключателями заключается в их пожаро- и взрывобезопасности, быстродействие при включении и отключении и относительная простота конструкции. Однако воздушные выключатели значительно сложнее других выключателей, например, масляных и имеют большую стоимость. В последнее время заметна тенденция к замене части воздушных выключателей элегазовыми. Воздушные выключатели 110 и 220кВ нормального климатического исполнения сняты с производства и заменены элегазовыми.

**Использованная литература**

1. Цейров Е. М., Воздушные выключатели высокого напряжения, М. 1957;

2. Афанасьев В. В., Воздушные выключатели, М., 1964;

. Пузырийский Г. С., Воздушные выключатели высокого напряжения, в кн.: Итоги науки и техники. Электрические машины и аппараты, М., 1966.

. Васильев А.А., Крючков И.П., Наяшков Е.Ф. и др. Электрическая часть станций и подстанций: Учеб. для вузов, М., 1990.