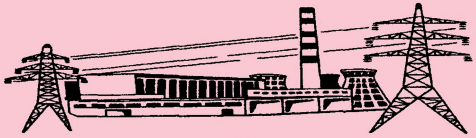
ОРГРЭС — ЭНЕРГЕТИКАМ

РОССИЙСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ "ЕЭС РОССИИ"

ДЕПАРТАМЕНТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ И ВЫБОРУ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ В ЦЕПИ ШУНТИРУЮЩИХ РЕАКТОРОВ

РД 153-34.3-47.501-2001



Москва СПО ОРГРЭС 2001

gost.e-ecolog.ru

Разработано Департаментом электрических сетей РАО «ЕЭС России» и АО «ВНИИЭ»

Исполнители *В.А. КУХТИКОВ* (Департамент электрических сетей), *И.Л. ШЛЕЙФМАН* (АО «ВНИИЭ»)

Утверждено Департаментом электрических сетей РАО «ЕЭС России» 06.07.01

Первый заместитель начальника *Ю.А. ДЕМЕНТЬЕВ*

© СПО ОРГРЭС, 2001

УДК 621.311

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
И ВЫБОРУ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ,
РАБОТАЮЩИХ В ЦЕПИ ШУНТИРУЮЩИХ РЕАКТОРОВ

РД 153-34.3-47.501-2001
Введено впервые

Дата введения $\frac{2001 - 09 - 01}{\text{год} - \text{месяц} - \text{число}}$

1 В электрических сетях 110, 400, 500, 750 и 1150 кВ для коммутации шунтирующих реакторов (ШР) применяются воздушные выключатели.

Опыт эксплуатации воздушных выключателей в цепях ШР показал их высокую повреждаемость. В сетях 500 кВ повреждаемость реакторных воздушных выключателей в 3 раза выше, чем выключателей других присоединений. Кроме этого, перенапряжения и «броски» тока намагничивания, сопровождающие отключение и включение ШР, воздействуют на витковую изоляцию ШР и в совокупности с рядом технологических дефектов реакторов типа РОДЦ-60000/500 приводят к их повышенной аварийности.

В последнее время в соответствии с Решением Департамента электрических сетей от 25.08.97 № Э-1/97 «О преимущественном применении элегазовых выключателей при строительстве, реконструкции, техническом перевооружении и замене оборудования подстанций 330-750 кВ РАО «ЕЭС России» для коммутации ШР стали применяться элегазовые выключатели.

Издание официальное

Настоящий РД не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения организации-разработчика

2 Государственный стандарт ГОСТ 687-78 «Выключатели переменного тока на напряжение свыше 1000 В. Общие технические условия" и другие отечественные стандарты не содержат каких-либо технических требований и указаний по методам испытаний для выключателей, коммутирующих реакторы. Это объяснятся недостаточным уровнем знаний о работе выключателей в этом режиме, отсутствием таких требований в международных стандартах в период разработки ГОСТ 687-78, трудностью переноса полученных при испытаниях результатов на различные типы реакторов и схемы их подсоединений в эксплуатации. Отечественные воздушные выключатели не испытывались в режиме отключения тока реактора, их работоспособность не гарантируется предприятиями — изготовителями.

Международная электротехническая комиссия выпустила в 1994 г. технический доклад МЭК 1233 «Выключатели переменного тока высокого напряжения — коммутация индуктивных нагрузочных токов», в котором обобщен положительный опыт, накопленный в мировой (в том числе российской) практике. Рекомендации этого документа используются зарубежными разработчиками и испытателями, но не нашли применения в отечественной практике.

3 Высокая повреждаемость воздушных выключателей, предназначенных для коммутации реакторов, связана с:

— большим количеством выполняемых операций, в среднем около 100 за год, а на отдельных объектах — до 1000, что приводит к повышенному механическому износу, ухудшению изоляционных характеристик и повышению вероятности возникновения перенапряжений;

— неодновременной работой разрывов выключателей;

— снижением электрической прочности внутренней изоляции из-за повышения влажности воздуха.

В большой степени на повреждаемость воздушных выключателей влияет низкое качество изготовления и применяемых материалов.

4 Перенапряжения при отключении реактора возникают вследствие двух причин.

4.1 Срез тока (принудительное уменьшение тока до естественного перехода через нулевое значение).

В воздушных выключателях сильное воздушное дутье приводит к срезам тока при мгновенных значениях 25-40 А (по некоторым данным – до 70 А). При этом неограниченный вентильным разрядником или ОПН уровень перенапряжений на реакторе может достигать $3,5U_{ф}$, а на межконтактном промежутке выключателя – $4,2U_{ф}$. Перенапряжения на контактах выключателя могут привести к отказу в гашении дуги и повреждению выключателя.

В элегазовых выключателях токи среза составляют 4-10 А, напряжение на реакторе – до 1,5 $U_{ф}$, напряжение на межконтактном промежутке выключателя – до 2,4 $U_{ф}$, что не приводит к повреждениям выключателей.

4.2 Пробои межконтактного промежутка при восстановлении на нем напряжения после среза тока.

При больших напряжениях на выключателе и небольших расстояниях между контактами (в случае размыкания контактов вблизи перехода тока через нулевое значение) во время переходного процесса напряжения могут происходить пробои межконтактного промежутка выключателя. Это может привести к дополнительному увеличению перенапряжений на реакторе и выключателе относительно земли. Отмечались перенапряжения до 2,0 $U_{ф}$, но при неблагоприятном развитии процесса они могут достигать и больших значений.

В целом перенапряжения зависят от многих факторов (фазы тока в момент размыкания контактов, значения шунтирующей выключатель емкости, состояния дугогасительного устройства выключателя) и их значения подвержены большому статистическому разбросу.

5 В отечественной практике для ограничения перенапряжений параллельно реактору устанавливается защитный аппарат – вентильный разрядник или ограничитель перенапряжений (ОПН). В мировой практике для ограничения перенапряжений используются также и два других способа: подключение ОПН параллельно выключателю или применение устройства синхронизации момента размыкания контактов выключателя относительно фазы тока и напряжения реактора.

6 Перенапряжения на контактах воздушных выключателей 500 кВ при установке параллельно реактору вентильных разрядников снижаются до 3,1 $U_ф$, при установке ОПН – до 2,4 $U_ф$. Перенапряжения на контактах воздушных выключателей 750 кВ при установке параллельно реактору вентильных разрядников снижаются до 3,1 $U_ф$, при установке ОПН – до 2,3 $U_ф$. Таким образом, эффективность применения ОПН существенно выше, чем вентильных разрядников.

7 Синхронизация момента размыкания контактов выключателя относительно фазы напряжения и тока реактора позволяет исключить повторные пробои межконтактного промежутка выключателя за счет принудительного выбора благоприятной для данного типа выключателя фазы размыкания контактов и снизить перенапряжения. Синхронизация эффективна для выключателей, имеющих небольшие токи среза, небольшую разновременность срабатывания разрывов и достаточно стабильное собственное время отключения. Этим требованиям удовлетворяют современные элегазовые выключатели.

Для синхронизации момента размыкания контактов разработаны и применяются специальные устройства, например, Switchsync F-236 компании АББ.

При применении устройства синхронизации имеется возможность при включении реактора регулировать фазу напряжения в момент замыкания контактов, что позволяет исключить «броски» тока намагничивания реактора и влияет на повышение надежности работы и срока службы реактора.

8 Повышение надежности работы воздушных выключателей при отключении реакторов может быть достигнуто выполнением указанных ниже мероприятий.

8.1 Замена в цепях реакторов разрядников типа РВМК на ограничители перенапряжений ОПН, что позволит снизить уровень перенапряжений на реакторах и на межконтактном промежутке выключателей.

8.2 Постоянный и качественный контроль за влажностью воздуха; снижение влажности воздуха путем совершенствования воздухоприготовительных установок и улучшения

режимов их работы. Это обеспечивается выполнением «Рекомендаций № БП.64/05-648-00 по работе выключателей ВВ-330(Б) и ВВ-500(Б) в режиме АВР», разработанных ОАО «Уралэлектротяжмаш».

8.3 Контроль механических характеристик выключателя после 50 – 75 циклов включение – отключение (ВО), обеспечение стабильности механических характеристик и одновременности срабатывания разрывов выключателя.

8.4 Проведение ревизий дугогасительных устройств после 100 – 150 циклов ВО с контролем состояния продольной изоляции.

9 В соответствии с мировым опытом рекомендуется заменять воздушные выключатели, установленные в цепи шунтирующих реакторов, современными отечественными или импортными элегазовыми выключателями, имеющими:

– стабильные механические характеристики;

– одновременную работу дугогасительных разрывов (для выключателей с несколькими разрывами разброс не должен превышать 2 мс);

– высокую электрическую прочность изоляции между разомкнутыми контактами;

– положительные результаты испытаний на отключение тока реактора в соответствии с документом МЭК 1233.

Для ограничения перенапряжений при отключении реактора и «бросков» тока намагничивания при включении реактора целесообразно применять устройства синхронной коммутации.

Подписано к печати 03.09.2001 Формат 60 × 84 1/16
Печать ризография Усл.печ.л. 0,5 Уч.-изд. л. 0,4 Тираж 200 экз.
Заказ № 339 Издат. № 01-104

Лицензия № 040998 от 27.08.99 г.

Производственная служба передового опыта эксплуатации
энергопредприятий ОРГРЭС
105023, Москва, Семеновский пер., д. 15

gost.e-ecolog.ru