ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 621.311

Р. Н. Балобанов, Т. В. Лопухова, Ю. Н. Зацаринная

ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА СОСТОЯНИЕ ИЗОЛЯЦИИ

Ключевые слова: эксплуатация элегазового оборудования, дефекты, отказы.

В статье исследуется влияние времени эксплуатации элегазового оборудования на состояние изоляции. Рассмотрены основные факторы, влияющие на надежность элегазового оборудования в процессе эксплуатации.

Keywords: operation of gas-insulated equipment, defect, failure.

The paper investigates the effect of time of operation of gas-insulated equipment insulation condition. The main factors affecting the reliability of gas-insulated equipment in service.

Применение устройств с элегазовой изоляцией в России началось с 1976 г. Уже в начале 90-х годов в Москве было введено в эксплуатацию 22 КРУЭ, из которых 20 отечественных и 2 зарубежных. К этому же времени в Ленинграде было введено 2 КРУЭ отечественного производства на 110 и 220кВ [1].

Внедрение в электроэнергетику элегазового оборудования позволяет увеличить надежность электроснабжения потребителей.

- В России существует опыт эксплуатации элегазового оборудования, однако, не проводились исследования влияния его срока службы на характеристики изоляции. В связи с этим можно выделить две проблемы [3]:
- 1. С течением времени может ухудшиться герметичность устройств и вовнутрь оболочек может попасть атмосферный воздух. Влажность и корона могут привести к появлению нежелательных примесей в электрооборудовании.
- Длительность работы под высоким напряжением может привести к тому, что нарушается гладкость внутренних поверхностей элегазовых устройств, возникает вероятность появления неоднородного (локального) электрического поля И следствие как коронирования.

Специальным конструкторскотехнологическим бюро высоковольтной криогенной техники (СКТБ ВКТ) в ходе пуско-наладочных работ и сервисного обслуживания выявлены следующие наиболее характерные отказы на более чем 20 подстанциях с общим количеством до 300 элегазовых ячеек.

По механическим причинам, [3]:

- дефекты фиксирующего устройства выключателя, приводящие к неполнофазному включению;
- отказы воздушно-пусковых клапанов включения и отключения;
 - отказы защелок привода выключателя;
- отказы, связанные с протечкой масла через уплотнения масляного демпфера [5].

Единичные отказы, которые можно отнести к производственным дефектам отмечались следующие:

- дефекты в опорном изоляторе;
- дефекты подвижной части дугогасительной системы.

Цикл жизни элегазового оборудования представляет собой замкнутую цепь состоящую из отдельных этапов представленных на рис 1.

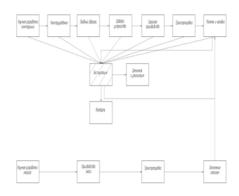


Рис. 1 - Цикл жизни элегазового оборудования

На правильность работы в процессе эксплуатацию оборудования влияют все предыдущие этапы цикла жизни оборудования. Наиболее значимые факторы, влияющие на надежность работы элегазового оборудования в процессе эксплуатации, приведены на рис 2.

Имели место отказы в приводах разъединителей.

На начальной стадии эксплуатации КРУЭ наблюдались большие утечки элегаза через резиновые уплотнения.[2]

Это было связано в первую очередь, с низким качеством специальной элегазовой резины НО-68 и в некоторой степени, с низким качеством обработки канавок в соединительных фланцах под круглую резину и с несоблюдением коэффициента заполнения примерно около 0,94.

улучшения Пο мере технологии изготовления, отработки программ и методик испытаний на заводе-изготовителе, повешения качества изделий, в том числе комплектующих, производственных дефектов становится значительно меньше и они устраняются в процессе доводки в приемосдаточных испытаний функциональной проверкой работы всего комплекса оборудования. Отказов по вине персонала по мере освоения элегазового оборудования в отечественной энергетике становится все меньше. Об этом свидетельствует опыт эксплуатации КРУЭ в Мосэнерго с сервисным обслуживанием СКТБ ВКТ.

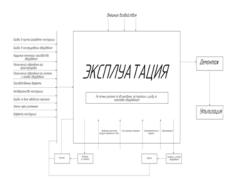


Рис. 2 - Факторы, влияющие на надежность элегазового оборудования в процессе эксплуатации

Отказов по вине персонала по мере освоения элегазового оборудования в отечественной энергетике становится все меньше. Об этом свидетельствует опыт эксплуатации КРУЭ в Мосэнерго с сервисным обслуживанием СКТБ ВКТ.

Этому способствует также обучение персонала подстанций с элегазовым оборудованием на курсах повышения квалификации, в частности, СКТБ ВКТ (Москва), в институтах ПЭИПК, МИПК (г. Санкт-Петербург).

Для оценки эксплуатационной надежности КРУЭ очень важно выделить отказы в период наладки и приработки и отказы в процессе эксплуатации. Из теории надежности известно, что любая сложная система «прирабатывается» некоторый период времени, когда она характеризуется максимальным потоком отказов с явной тенденцией к уменьшению.

Эксплуатационная надежность работы КРУЭ была проверена в условиях длительной эксплуатации в Мосэнерго. Начиная с 1978г., было включено в эксплуатацию в разные годы 25 подстанций с КРУЭ-110кВ и КРУЭ-220кВ. В результате подтвердились общие закономерности изменения эксплуатационных характеристик в течение длительного времени.

По статистике из опыта эксплуатации отечественных КРУЭ можно выделить наиболее характерные отказы:

• отказы коммутационных аппаратов, в первую очередь, выключателей и разъединителей и их приводов;

- отказы измерительных трансформаторов тока и напряжения;
 - утечки через уплотнения;
 - отказы по вине персонала.

По статистике из опыта эксплуатации выключателей различных групп по напряжению в энергетике США, Канады, Германии и других стран, в том числе и России к основным видам отказов относятся отказы по механическим причинам.

Если исключить отказы по механическим причинам, то первыми по значимости являются отказы, связанные с невыполнением команд на включение и отключение.

Вторым по значимости является произвольное отключение, которое в среднем составляет около 5%, а для выключателей $500~\mathrm{kB}$ и выше даже более 16%.

Третьим по значимости являются отказы, связанные с разрядом внутренней изоляции в отключенном положении — в среднем 4%, а для выключателей 500 кВ и более — 8,3%.[6]

По причинам, связанным с электрическими цепями управления количество отказов достигает 14 – 19%.

Из отказов по механическим причинам по опросам зарубежных фирм США и Канады значительная доля отказов от 19 до 28,4% приходится на клапаны и другие элементы механизмов, находящихся под рабочим напряжением.

По другим источникам, если исключить отказы по механическим причинам, приводится следующее процентное распределение причин отказов, усредненное для всех групп выключателей[4]:

- дефекты конструкции и производства 45.3%;
- неточные указания инструкций по эксплуатации и уходу 0,7%;
 - невыполнение инструкций 1,2%;
 - плохое обслуживание 8,1%;
- перегрузки, превышающие номинальные параметры 4,8%; другие внешние причины (попадание животных, птиц и т. п.) 2,3%;
 - неустановленные причины 28,3%.

Специальный анализ опыта 33000 выключателей-лет в энергетике США показал, что отказы из-за дефектов конструкции и производства делятся приблизительно поровну между ними.

По данным одной из фирм Германии, проанализировавшей опыт эксплуатация 3000 выключателей на 123кВ общей совокупностью 15000 выключателей-лет, установлено, что из общего числа отказов из-за дефектов конструкции и производства 70% отказов следует отнести за счет дефектов производства и лишь 30% за счет дефектов конструкции.

На подстанциях с КРУЭ-110 кВ, 220 кВ в Мосэнерго за 22 года (1978-2000 гг.) накоплен значительный опыт эксплуатации.

По данным Мосэнерго и других зарубежных фирм эксплуатирующих элегазовое оборудование выявлено что, на состояние изоляции элегазового

оборудования существенное влияние оказывают дефекты, возникшие на этапах производства и наладки оборудования.

В результате анализа научно-технической литературы выявлено, что на надежность работы элегазового оборудования длительность эксплуатации не оказывает существенного влияния. Соблюдение правил технической эксплуатации оборудования обеспечивает его надежную работу.

Литература

- 1. Кузин П.В., Якобсон И.А. Накладка элегазового оборудования / П.В. Кузин, И.А. Якобсон. М.: Энергоатомиздат, 1990. 112 с.
- 2. Кох Д. «Свойства SF6 и его использование в коммутационном оборудовании среднего и высокого напряжения» / Д. Кох. Гренобль, 2006.

- 3. (http://energetik22.ru/vidy-i-prichiny-otkazov-vyklyuchatelej-krue. html)
- 4. (http://energetik22.ru/opyt-ekspluatacii-vysokovoltnyx-krue-vnedrenie-mikroprocessornyx-sistem-diagnostiki-na-vysokovoltnyx-podstanciyax html).
- 5. Алтунин В.А., Алтунин К.В., Галимов Ф.М., Гортышов Ю.Ф., Дресвянников Ф.Н., Яновский Л.С. Проблема осадкообразования в энергетических установках многоразового использования на жидких углеводородных горючих и охладителях/ В.А. Алтунин, К.В. Алтунин, Ф.М Галимов, Ю.Ф. Гортышов, Ф.Н Дресвянников, Л.С Яновский // Вестник Казанского технологического университета. 2010. №5 С. 91—96.
- 6. Макаров В.Г. Выбор трансформатора в трехфазном магнито-транзисторном инверторе/ В.Г Макаров // Вестник Казанского технологического университета. -2011.-N17-C.50-54.

[©] Р. Н. Балобанов – магистр КГЭУ, rassel_ipek@mail.ru; Т. В. Лопухова – канд. пед. наук, проф. каф. электрических станций КГЭУ, lopuhovatv@mail.ru; Ю. Н. Зацаринная – канд. тех. наук, доц. каф. автоматических систем сбора и обработки информации КНИТУ, zac_jul@mail.ru.