

УДК 621.3

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЁЖНОСТЬ ЭЛЕГАЗОВЫХ И ВАКУУМНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Никитин Е.А.

Научный руководитель – к.т.н., доц. Старжинский А.Л.

Перед силовыми выключателями ставится основная задача: отключение токов короткого замыкания и, следовательно, защита электрооборудования от воздействия аварийных токов. С высокой эффективностью и надёжностью должны справляться с этой задачей силовые выключатели.

Показатель эксплуатационной надёжности (MTBF - mean time between failures), который определяется как среднее ожидаемое число лет безаварийной работы, является одним из важных критериев оценки эффективности и надёжности электрооборудования. Частота отказов является обратной величиной MTBF. MTBF приблизительно обратно пропорционален числу составных частей коммутационной камеры выключателя, как показал многолетний анализ эксплуатационной надёжности маломасляных, элегазовых и вакуумных выключателей. Исходя из этого, были проведены исследования современных маломасляных, элегазовых и вакуумных выключателей среднего класса напряжения, где было определено среднее число составных частей коммутационных камер (таблица 1).

Таблица 1- Сравнение числа составных частей коммутационной камеры маломасляных, элегазовых и вакуумных выключателей

	Маломасляный	Элегазовый	Вакуумный
Общее число составных частей коммутационной камеры	43	52	22
Число подвижных частей	18	24	9
Число подвижных частей дугогасящей камеры.	17	24	2

На пример, MTBF вакуумного выключателя фирмы Siemens - около тысячи лет, а MTBF самих вакуумных дугогасительных камер Siemens составляет 24 тысячи лет. Дугогасительная часть элегазовых выключателей содержит значительно большее количество деталей, чем вакуумный выключатель, что показывает сравнение между вакуумными и элегазовыми выключателями. Количество подвижных деталей коммутационной камеры при этом также является особо существенным моментом. Частота отказов неподвижных деталей бесспорно ниже, чем у подвижных деталей. Большое количество подвижных деталей имеет коммутационная камера элегазового выключателя.

Приводы коммутационных систем не были приняты во внимание при этом сравнении, хотя и здесь, из-за своей низкой энергии привода, вакуумный выключатель имеет преимущества по сравнению с элегазовым выключателем. Сравнение показывает, что у вакуумного выключателя значительно большая надежность, чем у выключателей, использующих другие принципы дугогашения.

Этот вывод делаем исходя из опыта производства фирмой Siemens более 300 тысяч вакуумных выключателей, изготовленных в Берлине заводом выключателей и двадцатью партнерами по производству и носителями лицензии по всему миру.

В отношении надежности принцип вакуумного дугогашения превосходит все другие. Этот вывод мы делаем исходя из вышеприведенных результатов различных независимых исследований. Решение об использовании вакуумных силовых выключателей на АЭС приняли немецкие электроснабжающие предприятия вследствие их безотказности. В Германии вакуумный выключатель с удельным весом в 95% рынка однозначно лидирует.

Техобслуживание того или иного типа коммутационного аппарата требует различное время из-за неодинакового числа составных частей коммутационной камеры. Вдобавок, на номинальное число коммутаций аппарата, величина которого является одним из важных факторов коммутационных аппаратов среднего напряжения, влияет число составных частей. Также в элегазовых выключателях номинальное число коммутационных циклов рабочих токов и токов короткого замыкания значительно ниже, чем в вакуумных [2].

К примеру, типовой вакуумный выключатель фирмы Siemens на 12 кВ / 31,5 кА / 2500 А 3АН2 может отключать ток: 20 кА- 250 раз; 31,5 кА- 85 раз; 4,5 кА- 10.000 раз; 2500 А- 30.000 раз.

Таблица 2- Техобслуживание

	Вакуум	SF6
Коммутации номинального тока короткого замыкания	30-400	10-50
Коммутации номинального рабочего тока	до 30 тысяч	до 10 тысяч
Интервал техобслуживания (лет)	10-20 – без техобслуживания	5-10
Техобслуживание привода	Просто (в большинстве случаев не нужно)	Просто
Техобслуживание полюсов	не нужно	Сложно (заводские специалисты, высокие требования к безопасности)

В таблице 2 приведены усредненные данные по номинальному числу коммутаций вакуумных и элегазовых выключателей среднего напряжения.

60 тысяч коммутационных циклов составляет механическая долговечность. Вследствие этого в сетях воздушных линий электропередач вакуумные выключатели хорошо подходят для частых кратковременных отключений.

Можно использовать вакуумные выключатели с механической долговечностью 120 тысяч коммутационных циклов, если в крайних случаях, этого количества (60 тысяч) коммутационных циклов недостаточно (например, для дуговых печей).

До истечения 10 тысяч коммутационных циклов вакуумные выключатели типа ЗАН (Siemens) не нуждаются в техническом обслуживании. Это значит, что в течение всего, более чем 20-летнего, срока эксплуатации в нормальных условиях нет необходимости ни в смазке, ни в регулировке. В некоторых случаях следует проводить простые работы по техническому обслуживанию, в основном смазку, когда требуется большее число коммутационных циклов, или в сложных условиях окружающей среды.

Трудоемкость технического обслуживания выключателей значительно выше при всех других принципах дугогашения. Для элегазовых выключателей среднего напряжения необходимы осмотры: каждые 5 лет небольшие и каждые 10 лет большие проверки. Также предусмотрен ремонт всей дугогасящей камеры даже, если за десять лет выключателем пользовались лишь изредка.

Литература

1. Проектирование электрических аппаратов: учебник для вузов/ Г.Н. Александров, В.В. Борисов [и др.]; под общ. ред. Г.Н. Александрова – Ленинград: Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1985. – 448 с.
2. Электрические аппараты высокого напряжения с элегазовой изоляцией/ Г.Е. Агафанов, И.В. Бабкин [и др.]; под общ. ред. Ю.И. Вишневого – Санкт-Петербург: Энергоатомиздат, 2002. – 727 с.: ил. – 300-летию Санкт-Петербурга посвящается. – Библиогр.: с.708-722.