

УДК 621.311

**ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ СОВРЕМЕННЫХ ТИПОВ
КОММУТАЦИОННЫХ АППАРАТОВ
ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF CONTEMPORARY TYPES OF
SWITCHING DEVICES**

А.А Киреня

Научный руководитель – В.В. Макаревич, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

A. Kirenia

Supervisor – V. Makarevich, Senior Lecturer
Belarusian national technical university, Minsk

***Аннотация:** Данная статья должна ознакомить читателя с типами современных коммутационных аппаратов на примере высоковольтных выключателей. Она описывает преимущества и недостатки выключателей различной конструкции. Актуальность статьи заключается в том, что в данный момент происходит активное замещение аппаратов старой конструкции на современные устройства. Знание сильных и слабых сторон различных типов устройств поможет совершить наиболее рациональный выбор при модернизации.*

***Abstract:** The following article must acquaint the reader with information about types of contemporary switching devices on the example of high-voltage switches. The article describes advantages and disadvantages of switches of various designs. The relevance of the article lies in the fact that currently there is an active replacement of devices of the old design with modern ones. Knowledge's about strengths and weaknesses of different types of devices will help to make the most rational choice.*

***Ключевые слова:** Коммутационные аппараты, выключатели, высоковольтный, электрическая дуга, короткое замыкание.*

***Keywords:** Switching devices, switches, high-voltage, electric arc, electrical short.*

Введение

Все процессы, связанные с замыканием и размыканием электрических цепей, принято называть коммутацией. Для выполнения этих функций существует специальное оборудование, которое устанавливается в различных цепях с целью достижения нормального функционирования системы.

Коммутационные аппараты представляют собой устройства, которые призваны подавать или прекращать поступление электрического тока в сеть. Сегодня применяется множество разновидностей представленных агрегатов. Они отличаются конструкцией и спецификой действия. Чтобы правильно выбрать агрегат, необходимо рассмотреть существующие виды и их особенности.

Коммутационные аппараты подразделяются на большое количество различных видов, однако в нашем случае изучение и сравнение характеристик оборудования будет производиться на примере различных классов высоковольтных выключателей.

Основная часть

Выключатели – это важнейший элемент оборудования распределительных устройств подстанций, так как данный коммутационный аппарат осуществляет включение и отключение участков электрической сети под рабочим током нагрузки, а в случае возникновения аварийных режимов – очень большие токи, токи короткого замыкания.

В электроустановках применяется несколько типов высоковольтных выключателей: воздушные, масляные, вакуумные, электромагнитные и элегазовые.

В воздушных высоковольтных выключателях гашение плазменной дуги, возникающей при коммутационных процессах, происходит с помощью потока сжатого воздуха, получаемого от компрессора и хранящегося в ресивере. Зачастую в параллель к дугогасящим контактам присоединяют шунтирующее сопротивление, которое помогает погасить плазменную дугу.

Воздушные высоковольтные выключатели считаются наименее эффективным типом из-за своих внушительных габаритов и дороговизны обслуживания, поэтому на электростанциях (или других объектах) происходит постепенная модернизация с заменой их на высоковольтные выключатели с другим принципом действия.

Гашение дуги масляного выключателя происходит в масляной среде. Выключатели этой группы состоят из маломасляных выключателей, в которых масло используется только в качестве среды для гашения дуги, и баковых выключателей с большим объемом масла, которое также играет роль изолятора токоведущих частей.

В элегазовых выключателях статус дугогасящей среды получил электропрочный газ SF₆ (элегаз), который циркулирует внутри системы выключателя и не выбрасывается наружу. В момент гашения дуги автопневматический аппарат направляет элегаз, сжатый поршневым устройством, в зону коммутации. По количеству газа элегазовые выключатели различают на колонкового и бакового типа.

Для гашения дуги вакуумных выключателей используют такую характеристику вакуума как электрическая прочность, которая в десятки раз превышает показатели газа при атмосферном давлении. В момент размыкания контактов образуется вакуумная дуга, которая получается путем испарения частиц металла, по которому проходит ток. Дуга существует малый промежуток времени (7-10 микросекунд), пока синусоида тока не достигнет нулевой отметки.

В электроустановках с частыми коммутационными операциями чаще всего устанавливаются электромагнитные выключатели. Гашение дуги в данном типе высоковольтного выключателя осуществляется путем значительного приумножения сопротивления плазмы из-за увеличения её длины под действием электромагнитного поля и низких температур в дугогасящей камере.

Основные критерии оценки эффективности выключателей:

- Механическая прочность;

Чем проще конструкция выключателя, тем выше его механическая прочность. Среди рассмотренных типов высоковольтных выключателей самый

высокий показатель прочности имеет вакуумный выключатель, а наименьший – масляный выключатель.

- Электрическая прочность дугогасящей среды;

Элегазовая среда гашения дуги обладает самыми высокими диэлектрическими параметрами, особенно при напряжении выше 110 кВ. При напряжении до 110 кВ вакуумная дугогасящая среда не уступает по электрической прочности элегазовой. Наименьший показатель прочности у масляного выключателя, что объясняется низкой устойчивостью масла к высоким температурам и его испарением при возникновении дуги горения.

- Коммутационный ресурс выключателя;

Количество циклов, которое может осуществить выключатель, связано с силой тока коммутации – с ростом величины тока снижается срок службы составных частей оборудования. Каждый высоковольтный выключатель рассчитан на конкретное (гарантированное) количество «разрываний» электрической сети. В этом плане главным недостатком вакуумных выключателей является тот факт, что по исчерпанию коммутационного ресурса невозможно произвести работы по замене компонентов выключателя, и требуется полная замена агрегата. В свою очередь, у элегазовых и электромагнитных высоковольтных выключателей по окончании коммутационного ресурса есть возможность проведения капитального ремонта, в процессе которого происходит общий осмотр выключателя, проверяется степень износа элементов конструкции аппарата и выносится заключение о дальнейшем сроке эксплуатации высоковольтного выключателя. Масляный выключатель по истечении коммутационного ресурса также подлежит восстановлению, но со значительно меньшим межремонтным периодом. В большинстве случаев после семи раз срабатывания выключателя при возникновении токов короткого замыкания предписано проводить капитальные работы по ремонту коммутационного аппарата. Главным образом это связано с тем, что трансформаторное масло (дугогасящая среда) теряет свои изоляционные свойства и способность гасить дугу и подлежит обязательной замене.

- Габариты и вес;

Если сравнивать вес разных типов высоковольтных выключателей для работы с напряжением 110 кВ, то масляные выключатели обладают в несколько раз большими габаритными размерами и массой, чем элегазовые или вакуумные при схожих эксплуатационных характеристиках.

- Гарантийный срок обслуживания;

Если производитель дает большой гарантийный срок, то это свидетельствует о том, что данная продукция очень надежна. В таком случае возможные проблемы, возникающие при эксплуатации в течение гарантийного срока обслуживания, устраняются представителями завода-изготовителя.

Заключение

Нельзя со стопроцентной вероятностью определить, какой из видов выключателя эффективнее всех остальных, так как эффективность во многом зависит от условий использования. А также коммутационный ресурс, механическая прочность, быстрота реагирования на аварийные ситуации и

прочие параметры зависят от качества сборки и материалов, из которых произведены составные части конструкции выключателя. Однако уже сейчас активно идет процесс по замене устаревших типов аппаратов, таких как воздушные и масляные, на другие типы. Впрочем, в последнее время все яснее видна тенденция производителей высоковольтных выключателей – это создание моделей вакуумных выключателей с интегрированными в них приборами, которые выполняют три основных функции – защита, коммутация и измерения. Так называемых аппаратов интеллектуального типа.

Литература

1. Сравнительная характеристика масляных, вакуумных и элегазовых высоковольтных выключателей [Электронный ресурс]/. -Режим доступа: <http://electricalschool.info/elstipod/1722-sravnitelnaja-kharakteristika.html> /. – Дата доступа 08.10.2021.
2. Виды высоковольтных выключателей и их различия [Электронный ресурс]/. -Режим доступа: <https://eds-engineering.com/ru/novosti/vidyi-vyisokovoltnyix-vyiklyuchatelej-i-ix-razlichiya> /. – Дата доступа 08.10.2021.
3. Сравнительная характеристика масляных, вакуумных и элегазовых высоковольтных выключателей [Электронный ресурс]/. -Режим доступа: <https://oooevna.ru/sravnitelnaa-harakteristika-maslanyh-vakuumnyh-i-elegazovyh-vysokovoltnyh-vyklucatelej> /. – Дата доступа 08.10.2021.
4. Выключатели вакуумные 6-10КВ ВВ-БЭМН, ВВ-БЭМН-М, ВВ-БЭМН-Л [Электронный ресурс]/. -Режим доступа: <http://www.bemn.by/production/vakuumnye-vyklyuchateli/vakuumnyu-vyklyuchatel-6-10kv-vv-bemn-m-1> /. – Дата доступа 08.10.2021.