

ЗАМЕНА МАСЛЯНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ НА ВАКУУМНЫЕ

И.М. Базыль, Л.В. Яковлев

В настоящее время комплектные распределительные устройства внутренней и наружной установки (КРУ) требуют замены устаревшего оборудования на более современное. Мировая тенденция развития электротехнического оборудования такова, что ранее широко распространенные масляные и маломасляные выключатели на напряжение от 6 до 35 кВ заменяются на вакуумные выключатели.

Ключевые слова: масляные и маломасляные выключатели, напряжение, оборудование.

Основная задача, стоящая перед выключателем – это отключение токов короткого замыкания. Помимо этого он должен выполнять следующие требования:

- отключение и включение цепи в любых режимах (при несинхронной работе, перегрузках);
- долговечность (не требующий обслуживания в течение всего срока эксплуатации);
- большой коммутационный и механический ресурс;
- взрыво- и пожаробезопасность.

В масляных выключателях масло является дугогасительной средой. Однако это и является главным минусом использования этих выключателей. Требуется постоянный контроль и доливка трансформаторного масла, малый ресурс работы, частое обслуживание и пожаро-опасность – все это подтвердило превосходство вакуумных выключателей над масляными.

Принципиальная схема масляного выключателя представлена на рис. 1.

Технологии гашения дуги в вакууме является наилучшим решением в этой области. За счет оптимизации технических и экологических аспектов дугогасительное устройство оказалось простым, компактным, долговечным и исключительно надежным.

Сердцем выключателя является дугогасительная камера. Ее возможная структура представлена на рис. 2.

Сильфон припаивается к нижнему изолятору и выводу подвижного контакта, обеспечивая возможность перемещения подвижного контакта без нарушения герметичности вакуумной дугогасительной камеры.

Корпус дугогасительной камеры поддерживает давление внутри 10^{-5} Па на протяжении всего срока эксплуатации выключателя.

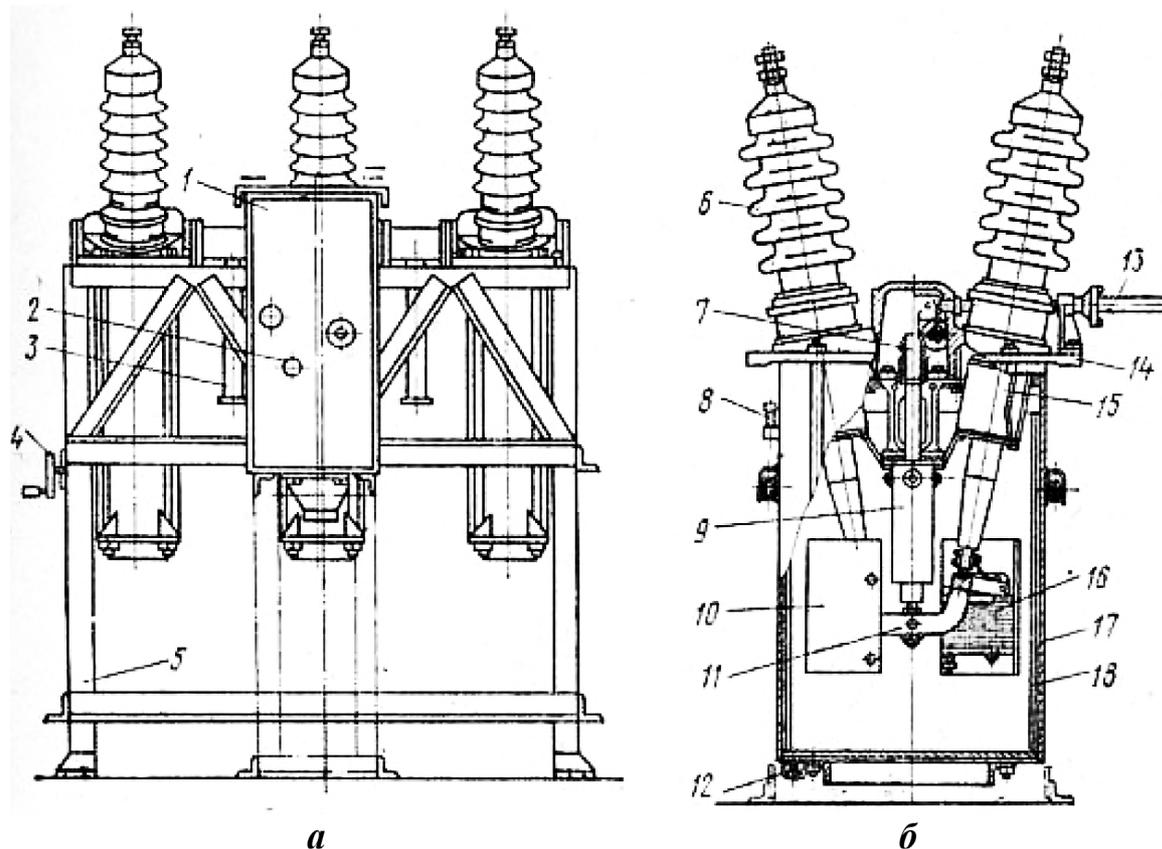


Рис. 1. Многобаковый масляный выключатель ВМ-35:
а – общий вид выключателя; **б** – разрез бака; 1 – шкаф с приводом;
2 – кнопка отключения; 3 – газоотводная трубка с выхлопным
клапаном; 4 – съемная лебедка; 5 – поддерживающая конструкция;
6 – ввод; 7 – приводной механизм; 8 – маслоуказатель;
9 – направляющая труба; 10 – экран; 11 – подвижный контакт;
12 – масловыпускной вентиль; 13 – вал с соединительной муфтой;
14 – крышка; 15 – трансформатор тока; 16 – дугогасительная камера;
17 – бак; 18 – изоляция бака

Чтобы погасить дугу работает технология осевого электромагнитного поля, которая препятствует стабилизации сжатой дуги. При выключении выключателя подвижный контакт отходит и весь ток стремится к последней точке соприкосновения, вызывая в ней интенсивный нагрев. В результате большой плотности тока образуются нити из расплавленного металла, которые быстро взрываются, образуя электрическую дугу и ионизированный металлический пар. Этот пар является проводником тока и в межэлектрическом промежутке образуется устойчивый дуговой разряд. Осевое магнитное поле воздействует на дугу таким образом, что ее энергия распределяется по всей поверхности контактов, значительно снижая эрозию. Гашение дуги происходит при прохождении тока через ноль.

У вакуумной дугогасительной камеры имеется два предела по отключающей способности. Первый из них характеризуется коммутационной способностью одного единственного последнего катодного пятна, возможностью его погасания в условиях, когда контакт относительно холодный. Эти условия зависят от теплофизических свойств материала катода. Высокой коммутационной способностью обладают контакты, катод которых изготовлен из материала, имеющего низкое давление паров металла и хорошую теплопроводность. Это означает, что контакты, обладающие высокой коммутационной способностью, могут отключать цепь, когда произведение $-dl/dt \times du/dt$ достаточно велико. Для многих металлов, оказавшихся в правой части графика, присущая им отключающая способность намного больше той, что требуется при обычных условиях коммутации. Другой предел по отключающей способности касается не скорости спада тока и не скорости нарастания восстанавливающего напряжения, а самих токов короткого замыкания, которые приходится отключать выключателю. Этот предел по коммутационной способности зависит уже от конфигурации контактной системы (которая в этом случае должна быть такой, чтобы препятствовать образованию локализованной дуги, горящей неподвижно на одном и том же месте), размеров контактов и материала, из которого они изготавливаются. Так, например, даже если контакты имеют чашеобразную форму, вынуждающую дугу находиться в диффузном состоянии на протяжении всей полуволны тока, они должны быть достаточно большими и обладать такими теплофизическими свойствами, чтобы даже при равномерном поглощении ими энергии от дуги не происходило нагревание всей лицевой поверхности контактов до температуры, при которой давление паров металлов в момент перехода тока через нуль превосходит $0,13 \text{ Па}$ ($10^{-3} \text{ мм рт. ст.}$). Таким образом, будь то разрезной чашеобразный контакт или же контакт со спиралеобразными лепестками, для него будет существовать какой-то предел по отключаемому току короткого замыкания, находящийся в прямой зависимости от размеров контактов и теплофизических свойств примесных материалов. Простые торцевые контакты имеют верхний предел по отключающей способности в диапазоне токов отключения от 10 до 17 кА (амплитудное значение в зависимости от материала контактов и промышленной частоты в данной энергосистеме, причём характерно, что если диаметр таких контактов больше 3 см , то ток отключения практически уже не зависит от размеров контактов). При условии, что вакуумная дугогасительная камера коммутирует цепь в пределах своих возможностей по току отключения и возвращающемуся напряжению, можно ожидать, что она погасит дугу в первый же нуль тока, если, конечно, к этому времени контакты успеют разойтись на достаточно большое расстояние (скажем $3 \dots 4 \text{ мм}$ для камер на 11 кВ и $5 \dots 6 \text{ мм}$ при 15 кВ). Это свойство камеры сохраняется при коммутации в широком диапазоне токов отключения, начиная от доли нагрузочного тока и кончая полным током короткого замыкания.

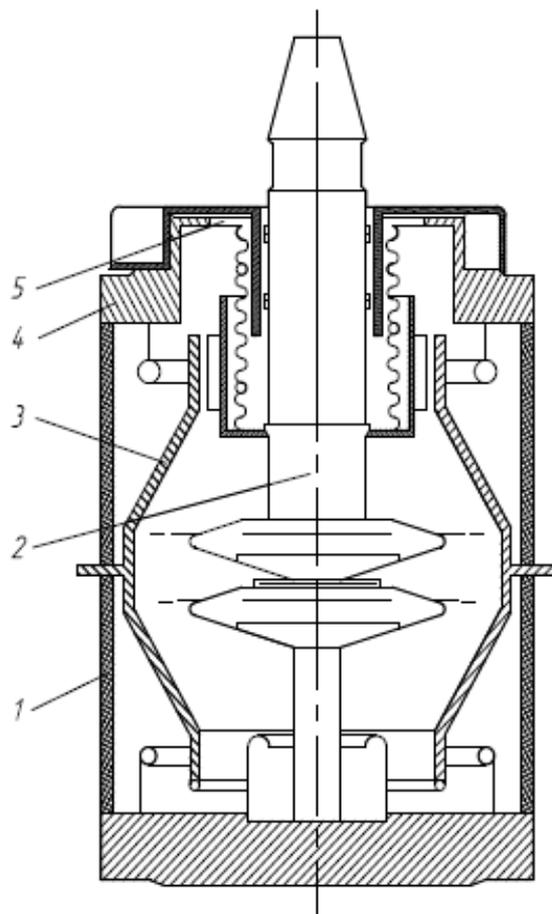


Рис. 2. Вакуумная дугогасительная камера:
1 – изоляционный керамический комплекс; 2 – контакт;
3 – металлический экран; 4 – фланец; 5 – сильфон

Таким образом, вакуумные выключатели – это самый актуальный вариант при замене масляных и маломасляных выключателей на сегодняшний день.

Список литературы

1. Набатов К.А., Афонин В.В. Высоковольтные вакуумные выключатели распределительных устройств.
2. Электрическая часть тепловых электростанций: учебник для вузов под редакцией А.Л. Цезарова. М., «Энергия», 1974.
3. Соколов Б.А., Соколова Н.Б. Монтаж электрических установок, М.: Энергоатомиздат, 1991.
4. Кукеков Г.А. Выключатели переменного тока высокого напряжения. Л., «Энергия», 1972.

Базыль Илья Михайлович, канд. техн. наук, асс., energy@tsu.rula.ru, Россия, Тула, Тульский государственный университет,

Яковлев Леонид Владимирович, студент, energy@tsu.rula.ru, Россия, Тула, Тульский государственный университет

REPLACING THE OIL SWITCHES TO VACUUM

I.M. Bazyl, L.V. Yakovlev

Currently complete switchgear indoor and outdoor installation (KRU) require replacement of obsolete equipment with more modern. The global trend of development of electrical equipment such that the previously widespread oil and low-oil circuit breakers for voltages from 6 to 35 kV vacuum circuit breakers are replaced.

Key words: oil and low-oil circuit breakers, voltage equipment.

Bazyl Ilya Michailovich, candidate of technical science, assistant, energy@tsu.rula.ru, Russia, Tula, Tula State University,

Yakovlev Leonid Vladimirovich, student, energy@tsu.rula.ru, Russia, Tula, Tula State University

УДК 621.321

ПОЛЫЕ СВЕТОВОДЫ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ КРУПНЫХ ОБЪЕКТОВ

В.Ю. Карницкий, Д.А. Ермолов

Рассмотрено новое техническое решение – система полых световодов для освещения крупных технологических, общественных и культурно-массовых объектов. Повышение энергоэффективности и снижение затрат на освещение.

Ключевые слова: световод, энергоснабжение, освещение, солнечная энергия, проектирование.

Природный солнечный свет необходим для обеспечения физического и психологического здоровья человека. Если в помещениях недостаточно естественного солнечного света, то излишнее применение искусственного освещения повышает потребление электроэнергии, вызванное необходимостью охлаждать помещения и без того уже перегруженные теплом, излучаемым традиционными источниками освещения.

Традиционно используемое освещение помещений солнечным светом через светопроемы имеет серьезный недостаток: в больших по площади помещениях при удалении от окон наблюдается спад освещенности по экспоненциальному закону, вынуждающий использовать для освещения отдаленных зон искусственные источники света.