

ВАКУУМНЫЙ АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ИЛИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО С ЭЛЕГАЗОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ? Макаров Д.М.

*Макаров Дмитрий Владимирович – инженер по автоматизации, инженер-электрик,
ООО «Экосипром», г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: в статье рассматриваются схемотехнические решения и особенности применения в качестве защитных устройств элегазового и вакуумного автоматических выключателей

Ключевые слова: автоматический выключатель, вакуумный выключатель, элегазовая изоляция, распределительное устройство.

VACUUM CIRCUIT - BREAKER OR GAS-INSULATED SWITCHGEAR? Makarov D.V.

*Makarov Dmitry – Automation Engineer, Electrical Engineer,
ECOSIPROM LLC, MINSK, REPUBLIC OF BELARUS*

Abstract: the article considers circuit solutions and features of application of gas-insulated and vacuum circuit-breakers as protective devices

Keywords: circuit-breaker, vacuum breaker, gas-insulation, switchgear.

УДК 621.316

В связи с тенденцией к развитию урбанизации наблюдается постоянное увеличение потребляемой электрической мощности. Возникает проблема обеспечения электрической энергией центральных и периферийных районов крупных городов, связанная, в частности, с выбором места расположения распределительных подстанций, необходимостью организации подземных коммуникаций для распределительных линий электропередачи и т.д. Для решения этой проблемы целесообразно поднимать распределяемое напряжение и передавать увеличенную электрическую мощность по линиям электропередачи с высокой пропускной способностью. Такие меры позволяют обеспечить высокий коэффициент готовности распределительных подстанций.

В качестве защитного устройства зачастую применяют вакуумный выключатель. Он представляет собой высоковольтный выключатель, в котором вакуум служит средой для гашения электрической дуги. Принцип работы вакуумного выключателя заключается в следующем: известно, что вакуум обеспечивает высочайшую изоляционную прочность, при этом обладает гораздо лучшими свойствами гашения дуги, чем любая другая среда. Когда контакты выключателя размыкаются в вакууме, прерывание происходит при первом нулевом токе, при этом диэлектрическая прочность между контактами возрастает в тысячи раз по сравнению с другими автоматическими выключателями. При срабатывании выключателя подвижные контакты отделяются от неподвижных, и между контактами возникает дуга. Образование электрической дуги происходит за счет ионизации ионов металла и во многом зависит от материала контактов. Дуга быстро гаснет, поскольку пары металла, электроны и ионы, образующиеся во время горения, рассеиваются за короткое время и захватываются поверхностями движущихся и неподвижных элементов и экранов. Это приводит к разрыву цепи. После устранения неисправности контакты можно снова замкнуть, позволяя току течь по цепи [1].

Примером используемого на подстанциях компактного распределительного устройства можно обозначить описанное в японском патенте JP-A-3-273804 распределительное устройство с элегазовой изоляцией. Данный выключатель состоит из изготовленных независимо друг от друга двух групп разъединителей и заземляющего выключателя, которые смонтированы вместе с шинами в корпусе, заполненном газообразным SF₆, проявляющим хорошие изоляционные свойства. Принцип работы автоматического выключателя заключается в следующем: его подвижный контакт перемещается вверх и вниз относительно неподвижного контакта приводным механизмом, который размыкает и замыкает электрическую цепь выключателя. При этом электрическая цепь выключателя размыкается и замыкается подвижным контактом, который поворачивается по или против часовой стрелки. Корпус выключателя изготовлен из электроизоляционного материала и поэтому не требует заземления. Однако утечка SF₆ в окружающую среду может привести к нежелательным последствиям [2].

Так же известно схемотехническое решение, позволяющие уменьшить габариты и стоимость при повышении основных эксплуатационных параметров. К примеру, вакуумный выключатель, изображенный на фиг.1, состоит из фазных модулей, установленных на металлическом основании. Он имеет приводы с магнитной защелкой, синхронизирующий и блокировочный валы и блок контакты.

Фазные модули состоят из опорных изоляторов с расположенными внутри вакуумными камерами, контактными терминалами и тяговыми изоляторами. Формы тягового изолятора и неподвижного изоляционного трубчатого фрагмента создают лабиринтный воздушный зазор между контактными терминалами и основанием, повышая электропрочность промежутка. Упругие проводящие спирали при работе выключателя перекатываются в кольцевом зазоре между терминалом и втулкой подвижного контакта, создавая многоточечный контакт высокой проводимости.

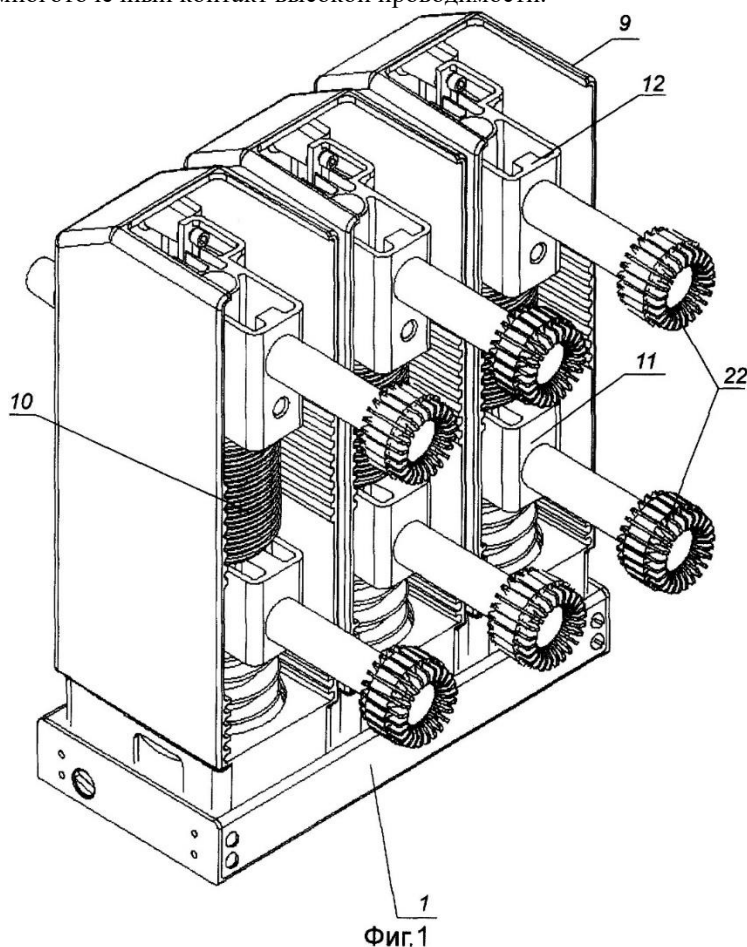


Рис. 1. Автоматический вакуумный выключатель.

Устройство работает следующим образом. При подаче импульса тока на катушки приводов 4 происходит замыкание статора 2 и якоря 3, сопровождающееся сжатием пружин отключения 5 и поджатия 13 и собственно замыкание контактов вакуумных камер 10. Статор 2 и якорь 3 могут оставаться в замкнутом положении сколь угодно долго, так как они изготовлены из магнитотвердого материала и в них имеется остаточный магнитный поток. При подаче на катушки 4 импульса тока обратной последовательности происходит “сброс” привода с магнитной защелки и под действием пружин 5 и 13 привод возвращается в положение, изображенное на фиг.3, контакты вакуумных камер 10 размыкаются. В процессе оперирования приводов синхронизирующий вал поворачивается на определенный угол, перемещая индикатор 19 из одного положения в другое. При перемещении подвижных контактов вакуумных камер 10 и втулок 18 происходит перекатывание спиральных токопроводящих элементов 17 между элементами 18 и 11, обеспечивая постоянный контакт между ними.

Ручное отключение при отсутствии оперативного питания может быть произведено генератором ручного отключения 20 путем перемещения его якоря 21 надавливанием на кнопку 24, что вызовет размыкание магнитной системы, включающей постоянный магнит 22, и наведение импульса тока в катушке 23 генератора ручного отключения 20, подаваемого на катушки приводов 4, вызывающего “сброс” последних с магнитной защелки.

Ручное отключение может также быть произведено механическим размыканием статора 2 и якоря 3 поворотом блокировочного вала 7, который своим кулачком 8 отрывает якорь 3 от статора 2. [3]

Можно сделать вывод, что конструкция вакуумных выключателей позволяют проектировать простые и надежные системы блокировки для любых типов комплексных распределительных устройств, без применения элегазов. При этом снижение их стоимости и уменьшение массы и габаритов достигается за счет изготовления деталей методом экструзии, применения электроизоляционных материалов.

Список литературы/References

1. Макаров Д.М. Vacuum Circuit-Breaker (VCB): An Exploration of the Vacuum Interrupter's Role [Электронный ресурс]. URL: <https://www.asutpp.com/vacuum-circuit-breaker-vcb.html/> (дата обращения 22.10.2023г.)
2. Патент US6144005A «Vacuum switch and vacuum switchgear using the same». Toru Tanimizu; Masato Kobayashi; Shuichi Kikukawa; Ayumu Morita; Minoru Suzuki; Katsunori Kojima, Yozo Shibata; Yoshitomo Gotoh; Makoto Terai; Takuya Okada; Naoki Nakatsugawa. Дата регистрации патента 07.11.2000г.
3. Патент RU 2 249 874 C2 «Вакуумный выключатель» Чалый А.М., Червинский О.И. Дата регистрации патента 26.03.2003г.