***2.2.10.Лабораторная работа по монтажу воздушных выключателей***

ВЫКЛЮЧАТЕЛИ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ   
**Цель работы:** Изучить назначение, устройство и принцип действия высоковольтных выключателей различных типов.   
**Порядок выполнения работы:**  
1.Изучить устройство и принцип работы основных типов высоковольтных выключателей.   
2. Ознакомиться с основными параметрами выключателей и выявить их физический смысл.   
Высоковольтный выключатель — это коммутационный аппарат, предназначенный для включения и отключения токов нагрузки высоковольтного электрооборудования.  
Выключатель является [основным аппаратом в электрических установках](http://metodich.ru/laboratornaya-rabota-2-kommutacionnie-apparati-elektricheskih/index.html), он служит для отключения и включения в цепи в любых режимах: длительная нагрузка, перегрузка, короткое замыкание, холостой ход, несинхронная работа. Наиболее тяжелой и ответственной операцией является отключение токов КЗ и включение на существующее короткое замыкание.  
К выключателям высокого напряжения предъявляют следующие требования:  
надежное отключение любых токов (от десятков ампер до номинального тока отключения);  
быстрота действия, т.е. наименьшее время отключения;  
пригодность для быстродействующего автоматического повторного включения, т.е. быстрое включение выключателя сразу же после отключения;  
возможность пофазного (пополюсного) управления для выключателей   
110 кВ и выше;  
легкость ревизии и осмотра контактов;  
взрыво- и пожаробезопасность;  
удобство транспортировки и эксплуатации.  
Выключатели высокого напряжения должны длительно выдерживать номинальный ток *I*  
*ном*  
и номинальное напряжение *U*  
*ном*  
В соответствии с ГОСТ 687—78Е выключатели характеризуются следующими параметрами.   
1. *Номинальный ток отключения* *I*  
*ОТКЛ.НОМ*  
*–* наибольший ток КЗ   
(действующее значение), который выключатель способен отключить при напряжении, равном наибольшему рабочему напряжению при заданных условиях восстанавливающегося напряжения и заданном цикле операций.   
Номинальный ток отключения определяется действующим значением периодической составляющей в момент расхождения контактов.   
2.   
*Допустимое*  
*относительное*  
*содержание*  
*апериодической*

*составляющей тока в токе отключения* *β*  
*НОРМ*  
, %, которое определяется по кривой (рис. 1).   
100.  
2  
*ап ном*  
*норм*  
*откл ном*  
*i*  
*I*  
β  
=  
⋅  
⋅  
Нормированное значение *β*  
*НОРМ*  
определяется для момента расхождения контактов τ=t  
З.МИН  
+ t  
С.В  
=0,01+ t  
С.В  
Если τ >0,09 с, то принимают*β*  
*НОРМ*  
*=0.*  
Рисунок 1 – Нормированное содержание апериодической составляющей.   
3. *Цикл операций* — выполняемая выключателем последовательность коммутационных операций с заданными интервалами между ними.  
В эксплуатации выключатель может неоднократно включаться на существующее КЗ с последующим отключением, поэтому ГОСТ 687—78Е предусматривает для выключателей определенный цикл операций.  
Для выключателей должны быть обеспечены циклы включения- отключения (с АПВ или без АПВ): О — 180 с.— ВО — 180 с.— ВО.   
4. *Стойкость при сквозных токах* характеризуется токами термической стойкости *I*  
*ТЕР*  
и электродинамической стойкости *I*  
*ДИН*  
(действующее значение), *i*  
*ДИН*  
— наибольший пик (амплитудное значение); эти токи выключатель выдерживает во включенном положении без повреждений, препятствующих дальнейшей работе.  
Завод-изготовитель должен выдерживать соотношение:   
2,55  
*ДИН*  
*откл ном*  
*i*  
*I*  
=  
⋅  
5. *Номинальный ток включения* — ток КЗ, который выключатель с соответствующим приводом способен включить без приваривания контактов и других повреждений, при *U*  
*ном*  
и заданном цикле. В каталогах приводится действующее значение этого тока *I*  
*вкл.ном*  
и амплитудное значение *i*  
*вкл.ном*  
*.*  
Выключатели конструируются таким образом, что соблюдаются условия:   
;  
2,54  
*вкл ном*  
*откл ном*  
*вкл ном*  
*откл ном*  
*I*  
*I*  
*i*  
*I*  
≥  
≥  
⋅  
6. *Собственное время отключения* *t*  
*C.В*  
—интервал времени от момента подачи команды на отключение до момента прекращения соприкосновения дугогасящих контактов.  
Время отключения *t*  
*откл.в*  
— интервал времени от подачи команды на отключение до момента погасания дуги во всех полюсах.  
Время включения *t*  
*вкл.в*  
— интервал времени от момента подачи команды на включение до возникновения тока в цепи.

7. *Параметры восстанавливающегося напряжения* определяются в соответствии с нормированными характеристиками собственного переходного восстанавливающегося напряжения (ПВН).   
8. Выключатели, не предназначенные для АПВ, должны допускать не менее пяти операций ВО при токах КЗ (0,6—1)*I*  
*ОТКЛ.НОМ*  
без осмотра дугогасительного устройства. Выключатели, предназначенные для АПВ, должны допускать в тех же условиях от 6 до 10 операций ВО в зависимости от *I*  
*ОТКЛ.НОМ*  
*.*  
**Масляные выключатели**  
Первыми выключателями в цепях высокого напряжения были масляные баковые выключатели без специальных устройств для гашения дуги.   
Контактная система размещалась в стальном заземленном баке, залитом изоляционным маслом, которое служило для гашения дуги и изоляции токоведущих частей друг от друга. При [отключении возникает дуга между контактами](http://metodich.ru/nejropatiya-loktevogo-nerva/index.html), которая разлагает и испаряет масло, образуется газопаровой пузырь с давлением внутри 0,5— 1 МПа, в котором охлаждается и гаснет дуга. Отключающая способность таких выключателей невелика.   
Основные недостатки баковых выключателей:  
взрыво- и пожароопасность; необходимость периодического контроля за состоянием и уровнем масла в баке и вводах; большой объем масла, что обусловливает большую затрату времени на его замену, необходимость больших запасов масла; непригодность для установки внутри помещений; непригодность для выполнения быстродействующего АПВ; большая затрата металла, большая масса, неудобство перевозки, монтажа и наладки.  
Указанные недостатки баковых выключателей привели к тому, что на вновь сооружаемых объектах они не применяются, а на действующих – заменяются.   
Маломасляные выключатели   
(горшковые) получили широкое распространение в закрытых и открытых распределительных устройствах всех напряжений. Масло в этих выключателях в основном служит дугогасящей средой и только частично изоляцией между разомкнутыми контактами. Изоляция токоведущих частей друг от друга и от заземленных конструкций осуществляется фарфором или другими твердыми изолирующими материалами. Контакты выключателей для внутренней установки находятся в стальном бачке (горшке), отсюда сохранилось название выключателей «горшковые». Маломасляные выключатели напряжением 35 кВ и выше имеют фарфоровый корпус. Самое широкое применение имеют выключатели 6—10 кВ подвесного типа (рис. 2, *а, б).*В этих выключателях корпус крепится на фарфоровых изоляторах к общей раме для всех трех полюсов. В каждом полюсе предусмотрен один разрыв контактов и дугогасительная камера.

Рисунок 2 – Конструк- тивные схемы маломас- ляных выключателей*:*   
*1—*  
дугогасительные контакты;   
*2*  
—дугогасительная камера;   
*3*  
—неподвижные контакты;   
*4 —*  
рабочие контакты.  
По типу, показанному на рисунке 2, а, *б,*изготовляют выключатели   
ВМГ-10 (выключатель масляный горшковый), ВПМ-10 (подвесной масляный).  
По конструктивной схеме, приведенной на рисунке 2, *в,*изготовляются выключатели серии ВМП (выключатель маломасляный подвесной). При больших номинальных токах обойтись одной парой контактов (которые выполняют роль рабочих и дугогасительных) трудно, поэтому предусматривают рабочие контакты снару жи выключателя, а дугогасительные — внутри металлического бачка. При больших отключаемых токах на каждый полюс имеются два дугогасительных разрыва   
(рис. 2, г). По такой схеме выполняются выключатели серий МГГ и МГ на напряжение до 20 кВ включительно. Массивные внешние рабочие контакты   
4 позволяют рассчитать выключатель на большие номинальные токи (до   
12000 А).   
Специально для КРУ выдвижного исполнения разработаны и изготовляются колонковые маломасляные выключатели серии ВК по схеме   
(рис. 2, д).   
Для установок 35 кВ и выше корпус колонковых выключателей фарфоровый, заполненный маслом (рис. 2, е). В выключателях 35–110 кВ [предусмотрен один разрыв на фазу](http://metodich.ru/lekciya-8-gigiena-lechebno-profilakticheskih-uchrejdenij-gigie/index.html), при больших напряжениях — два и более разрывов.

Выключатели серии ВМП широко применяются в закрытых и комплектных распределительных устройствах 6—10 кВ. Выключатели для   
КРУ имеют встроенный пружинный или электромагнитный привод (типы   
ВМПП и ВМПЭ). Выключатели этих серий рассчитаны на номинальные токи   
630—3150 А и токи отключения 20 и 31,5 кА.   
Эти выключатели имеют два параллельных токовых контура (см. рис. 2, в). Рабочие контакты 4 расположены снаружи, дугогасительные *1* — внутри корпуса. Внутреннее устройство полюса для выключателей всей серии одинаково. Количество масла в выключателях на токи 630—1600 А составляет всего 5,5 кг, в выключателях на 3150 А — 8 кг.   
Конструкция маломасляных выключателей 35 кВ и выше продолжает совершенствоваться с целью увеличения номинальных токов и отключающей способности.   
В мировой практике маломасляные выключатели изготовляются на напряжения до 420 кВ.  
Достоинства маломасляных выключателей  
**:**  
небольшое количество масла; относительно малая масса; более удобный, чем у баковых выключателей, доступ к дугогасительным контактам; возможность создания серии выключателей на разные напряжения с применением унифицированных узлов.  
Недостатки маломасляных выключателей:  
взрыво- и пожаро-опасность, хотя и значительно меньшая, чем у баковых выключателей; невозможность осуществления быстродействующего АПВ; необходимость периодического контроля, доливки, относительно частой замены масла в дугогасительных бачках; трудность установки встроенных трансформаторов тока; относительно малая отключающая способность.  
Область применения маломасляных выключателей — закрытые распределительные устройства электростанций и подстанций 6, 10, 20, 35 и   
11О кВ, комплектные распределительные устройства 6, 10 и 35 кВ и открытые распределительные устройства 35, 110, 220 кВ.   
**Воздушные выключатели**  
В воздушных выключателях гашение дуги происходит сжатым воздухом, а изоляция токоведущих частей и дугогасительного устройства осуществляется фарфором или другими твердыми изолирующими материалами.  
Конструктивные схемы воздушных выключателей различны и зависят от их номинального напряжения, способа создания изоляционного промежутка между контактами в отключенном положении и способа подачи сжатого воздуха в дугогасительное устройство.  
В выключателях на большие номинальные токи (рис. 3, а, б) имеются главный и дугогасительный контуры, как и в маломасляных выключателях   
МГ и ВГМ. Основная часть тока во включенном положении выключателя проходит по главным контактам 4, расположенным открыто. При отключении выключателя главные контакты размыкаются первыми, после

чего весь ток проходит по дугогасительным контактам, заключенным в дугогасительной камере 2. К моменту размыкания этих контактов в камеру подается сжатый воздух из резервуара 1, [создается мощное дутье](http://metodich.ru/konfliktnie-situacii-v-usloviyah-dou/index.html), гасящее дугу. Дутье может быть продольным (см. рис. 3, а) или поперечным (см. рис.   
3, б). Необходимый изоляционный промежуток между контактами   
**в**  
отключенном положении создается в дугогасительной камере путем разведения контактов на достаточное расстояние (см. рис. 3, б) или специальным отделителем 5, расположенным открыто (см. рис. 3, а). После отключения отделителя 5 прекращается подача сжатого воздуха в камеры и дугогаси-тельные контакты замыкаются. Выключатели, выполненные по такой конструктивной схеме, изготовляются для внутренней установки на напряжение 15 и 20 кВ и ток до 20000 А (серия ВВГ), а также на 35 кВ (ВВЭ-  
35-20/1600УЗ).   
Рисунок 3 – Конструктив- ные схемы воздушных выключателей *(а—д):*  
*1 —*  
резервуар со сжатым воздухом;   
*2*  
— дугогасительная камера;   
*3 —*  
шунтирующий резистор;   
*4—*  
главные контакты;   
*5*  
— отделитель;   
*6—*  
емкостный делитель напряжения.   
В выключателях для открытой установки дугогасительная камера расположена внутри фарфорового изолятора, причем на напряжение 35 кВ достаточно иметь один разрыв на фазу (рис. 3, в), на ПО кВ — два разрыва на фазу (рис. 3, г). Различие между этими конструкциями состоит в том, что в выключателе 35 кВ изоляционный промежуток создается в дугогасительной камере 2, а в выключателях напряжением 110 кВ и выше после гашения дуги размыкаются контакты отделителя 5 и камера отделителя остается запол- ненной сжатым воздухом на все время отключенного положения, при этом в дугогасительную камеру сжатый воздух не подается и контакты в ней замыкаются. По конструктивной схеме (рис. 3, г) созданы выключатели серии ВВ на напряжение до 500 кВ. Чем выше номинальное напряжение и чем больше отключаемая мощность, тем больше разрывов необходимо иметь

в дугогасительной камере и в отделителе (на 330 кВ — восемь; на 500 кВ — десять).   
В рассмотренных конструкциях воздух подается в дугогасительные камеры из резервуара, расположенного около основания выключателя. Если контактную систему поместить в резервуар сжатого воздуха, изолированный от земли, то скорость гашения дуги значительно увеличится. Такой принцип заложен в основу серии выключателей ВВБ (рис. 3, д). В этих выключателях нет отделителя. При отключении выключателя дугогасительная камера 2, являющаяся одновременно резервуаром сжатого воздуха, сообщается с атмосферой через дутьевые клапаны, благодаря чему создается дутье, гасящее дугу. В отключенном положении контакты находятся в среде сжатого воздуха. По такой конструктивной схеме созданы выключатели до   
750 кВ. ных камер (модулей) зависит от напряжения: 110 кВ — одна; 220,   
330 кВ — две; 500 кВ — четыре; 750 кВ — шесть (в серии ВВБК).   
Для равномерного распределения напряжения по разрывам используют омические 3 и емкостные 6 делители напряжения.   
Воздушные выключатели имеют следующие достоинства: взрыво- и пожаробезопасность, быстродействие и возможность осуществления быстродействующего АПВ, высокую отключающую способность, надежное отключение емкостных токов линий, малый износ дугогасительных контактов, [легкий доступ к дугогасительным камерам](http://metodich.ru/1-operativnij-priem/index.html), возможность создания серий из крупных узлов, пригодность для наружной и внутренней установки.   
Недостатками воздушных выключателей являются: необходимость компрессорной установки, сложная конструкция ряда деталей и узлов, относительно высокая стоимость, трудность установки встроенных трансформаторов тока.   
**Электромагнитные выключатели**  
Электромагнитные выключатели для гашения дуги не требуют ни масла, ни сжатого воздуха, что является большим преимуществом их перед другими типами выключателей. Выключатели этого типа выпускают на напряжение   
6—10 кВ, номинальный ток до 3600 А и ток отключения до 40 кА.  
На рисунке 4, *а*показан выключатель ВЭ-10-40, установленный на тележке и предназначенный для ячейки КРУ. На сварном основании *1,*  
установленном на катках, крепятся привод *13,*три полюса *5,*состоящих из двух изоляционных стоек, на которых крепятся два проходных эпоксидных изолятора *6*с розеточными контактами. На верхнем изоляторе смонтированы неподвижные контакты 7, на нижнем — подвижные контакты *4,*связанные изоляционной тягой *10*с валом выключателя *12.*Последний соединен с приводом *13*с помощью рычагов *11*и тяг.  
Дугогасительные камеры *8*крепятся на неподвижном контакте и специальных стойках. Каждый полюс изолирован кожухом. Передняя часть кожуха обшита металлическим листом, надежно заземленным вместе с рамой выдвижного элемента КРУ. Цепи вторичной коммутации заключены в металлический шланг и заканчиваются штепсельным разъемом 9.

Рисунок 4 – Выключатель электромагнитный ВЭ-10-40: а — общий вид: *1 —*основание;   
*2 —*  
электромагнит; *3*— медный рог; *4 —*подвижные контакты; *5*  
— полюс выключателя; *6*— проходной изолятор; 7 — неподвижные контакты; *8*— дугогасительная камера; *9 —*  
штепсельный разъем; *10*— изоляционная тяга; *11*— рычаги связи с валом выключателя *12;*  
*13*  
— привод;   
*б —*  
дугогасительная камера: *1*— дугогасительные контакты; *2 —*  
электромагнит; *3, 5 —*медные рога; *4*— гасительная камера; *6*  
*—*  
обмотка второго электромагнита; А, Б, В, Г, Д — положение дуги в процессе гашения.  
При отключении выключателя размыкаются главные контакты, а затем дугогасительные 7 (рис. 4, б). Возникшая дуга А действием электродинамических сил токоведущего контура и воздушных потоков выдувается вверх в дугогасительную камеру (положение дуги Б), при этом в цепь между медным рогом 3 и контактом включается обмотка электромагнита 2. Созданное поперечное магнитное поле перемещает дугу в положение В — между левым 3 и правым 5 медными рогами. Включенная вторая обмотка 6 усиливает магнитное поле, дуга втягивается внутрь гасительной камеры 4 с керамическими пластинами, растягивается, попадает в узкую щель и гаснет при очередном переходе тока через нуль. При отключении малых токов (до 1000 А) напряженность магнитного поля невелика и не может обеспечить быстрое втягивание дуги в камеру. Гашение дуги в этом случае обеспечивается дутьевым устройством 2 с трубкой поддува 3, через которую подается поток воздуха на дугу (см. рис. 4, б).   
Достоинства электромагнитных выключателей:  
полная взрыво- и пожаробезопасность, малый износ дугогасительных контактов, пригодность для [работы в условиях частых включений и отключений](http://metodich.ru/metodicheskoe-pisemo-minzdravsocrazvitiya-rossii-15-4102-6796/index.html), относительно высокая отключающая способность (20 — 40 кА).  
Недостатки:  
сложность конструкции дугогасительной камеры с системой магнитного дутья, ограниченный верхний предел номинального напряжения (15 — 20 кВ), ограниченная пригодность для наружной установки.   
**Вакуумные выключатели**  
Вакуумные выключатели 6—10 кВ широко применяются для замены маломасляных и электромагнитных выключателей в комплектных

распределительных устройствах, для чего они комплектуются на выкатных тележках.   
На рисунке 5 показан разрез по одному полюсу и общий вид вакуумного выключателя BB-TEL-10/1000. Выключатель состоит из трех полюсов на одном основании (см. рис. 5, а). Якори 8 приводных электромагнитов соединены между собой валом 11.   
Рисунок 5– Вакуумный выключатель BB-TEL-10-1000   
(конструктивная схема полюса): *1 —*неподвижный контакт ВДК; *2 —*вакуумная камера (ВДК); *3 —*  
подвижный контакт ВДК; *4 —*гибкий токосъем; *5 —*  
тяговый изолятор; *6 —*пружина поджатая; 7 — кольцевой магнит; *8*— якорь; *9—*отключающая пружина; *10 —*катушка; *11 —*вал; *12*— постоянный магнит; *13*— герконы (контакты для внешних вспомогательных цепей).   
Общий вид выключателя: *1, 2 —*подключение главных цепей; *3*— кнопка ручного отключения; *4*— заземление; *5*— подключение вторичных цепей   
В разомкнутом положении контакты выключателя удерживаются отключающей пружиной *9*через тяговый изолятор *5.*При подаче сигнала   
«Вкл » подается питание в катушку электромагнита *10;*якорь *8,*сжимая отключающую пружину, перемещается вверх вместе с тяговым изолятором и подвижным контактом *3,*который замыкается. В это время кольцевой магнит   
7запасает магнитную энергию, необходимую для удержания выключателя во включенном положении, а катушка *10*постепенно обесточивается, после чего привод оказывается подготовленным к операции отключения.  
Во включенном положении выключатель удерживается силой магнитного притяжения якоря *8*к кольцевому магниту 7 так называемой   
«магнитной защелкой», при этом энергии из внешней цепи не потребляется.   
При подаче сигнала «Откл» блок управления подает импульс противоположного направления в катушку *10,*размагничивая магнит и снимая привод с магнитной защелки. Под действием пружин *6 и 9*якорь *8*  
перемещается вниз вместе с тяговым изолятором и подвижным контактом *3,*  
выключатель отключается. Возможно ручное отключение кнопкой *3*(см. рис.   
5, *6).*  
Выключатели данной серии применяются для замены выключателей в

ячейках КРУ, а также для вновь разрабатываемых камер КСО и КРН.  
Вакуумные выключатели напряжением 110 кВ в каждом полюсе имеют четыре последовательно соединенные дугогасительные камеры КДВ, установленные на опорных изоляторах. Для равномерного распределения напряжения по разрывам применяются емкостные делители напряжения.   
Электромагнитный привод обеспечивает дистанционное управление выключателем.   
Достоинства вакуумных выключателей  
**:**  
простота конструкции, высокая степень надежности, высокая коммутационная износостойкость, малые размеры, пожаро- и взрывобезопасность, [отсутствие загрязнения окружающей среды](http://metodich.ru/ekologiya-mikroorganizmov-mikroflora-okrujayushej-sredi-osnovi/index.html), малые эксплуатационные расходы.  
Недостатки вакуумных выключателей  
**:**  
сравнительно небольшие номинальные токи и токи отключения, возможность коммутационных перенапряжений.   
**Элегазовые выключатели**  
Элегаз SF  
6  
представляет собой инертный газ, плотность которого в 5 раз превышает плотность воздуха. Электрическая прочность элегаза в 2 — 3 раза выше прочности воздуха.   
В элегазовых выключателях применяются автокомпрессионные дугогасительные устройства. При отключении цилиндр *4*вместе с контактом *3*  
перемещается вниз, образуется разрыв между подвижным *3*и неподвижным *1*контактами и загорается дуга. Поршень *5*остается неподвижным, поэтому при движении цилиндра вниз элегаз над поршнем сжимается, создается дутье в объем камеры и полый контакт *1,*столб дуги интенсивно охлаждается, и она гаснет. При включении цилиндр *4*перемещается вверх, контакт *1*оказывается в верхней камере цилиндра и цепь замыкается.  
Элегазовый выключатель представляет собой замкнутую систему без выброса газа наружу.  
Более эффективным является двустороннее дутье, именно такие дугогасительные камеры применяются в современных элегазовых выключателях, построенных на модульном принципе. Так, в выключателях на ПОкВ— один дугогасительный модуль, на   
220 кВ — два, на 500 кВ — четыре. Соответственно меняется изоляция относительно земли. На рисунке 6 показан выключатель ВГУ-220-45/3150У1.   
Полюс имеет Y-образную компоновку. Емкостные делители обеспечивают равномерное распределение напряжения между разрывами полюса.   
Отключение осуществляется пневматическим приводом, включение — пружинами, которые заводятся при отключении. Механический ресурс выключателя 3000 циклов ВО; ресурс коммутационной способности: при

токе 45 кА число операций О/В — 15/17; при токе 27 кА — 22/11  
**,**  
при рабо- чем токе 3150 А- 3000/3000.   
Рисунок 6 – Выключатель элегазовый ВГУ-  
220-45/3150:  
*1 —*  
модуль дугогасительный;   
*2*  
— колонка опорная;   
*3 —*  
шкаф управления с приводом;   
*4 —*  
шкаф распределительный;   
*5*  
— конденсаторы (емкостные делители).   
Новая серия баковых элегазовых выключателей на 35 кВ позволяет иметь встроенные трансформаторы тока, что упрощает конструкцию распределительных устройств.   
Достоинства элегазовых выключателей:  
пожаро- и взрывобезопасность, быстрота действия, высокая отключающая способность, малый износ дугогасительных контактов, возможность создания серий с унифицированными узлами (модулями), пригодность для наружной и внутренней установки.  
Недостатки: необходимость специальных устройств для наполнения, перекачки и очистки SF  
6  
, относительно высокая стоимость SF  
6  
*Контрольные вопросы*  
1.  
Назначение и основные требования к выключателям высокого напряжения.   
2.  
Параметры высоковольтных выключателей.   
3.  
Маломасляные выключатели. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки.   
4.  
Воздушные высоковольтные выключатели. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки.   
5.  
Электромагнитные выключатели. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки.   
6.  
Вакуумные выключатели. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки.   
7.  
Элегазовые выключатели. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки.   
8.  
Расшифруйте марки выключателей: ВГУ-220-45/3150У1; ВВЭ-35-  
20/1600УЗ; ВЭ-10-40/1000.   
9.  
Каким выключателем можно отключить номинальный ток в 800А при напряжении 10,35,220,750 кВ?   
10.  
Какие типы выключателей обеспечивают быстродействующее АПВ?

http://metodich.ru/laboratornaya-rabota-3-viklyuchateli-visokogo-napryajeniya/index.html