



Курс: «Электрические аппараты»

Лекция № 13

Высоковольтные электрические аппараты. Выключатели

Преподаватель: Сарсенбаев Е.А., ассоц.проф. кафедры
«Энергетика»

y.sarsenbayev@satbayev.university

Алматы 2025

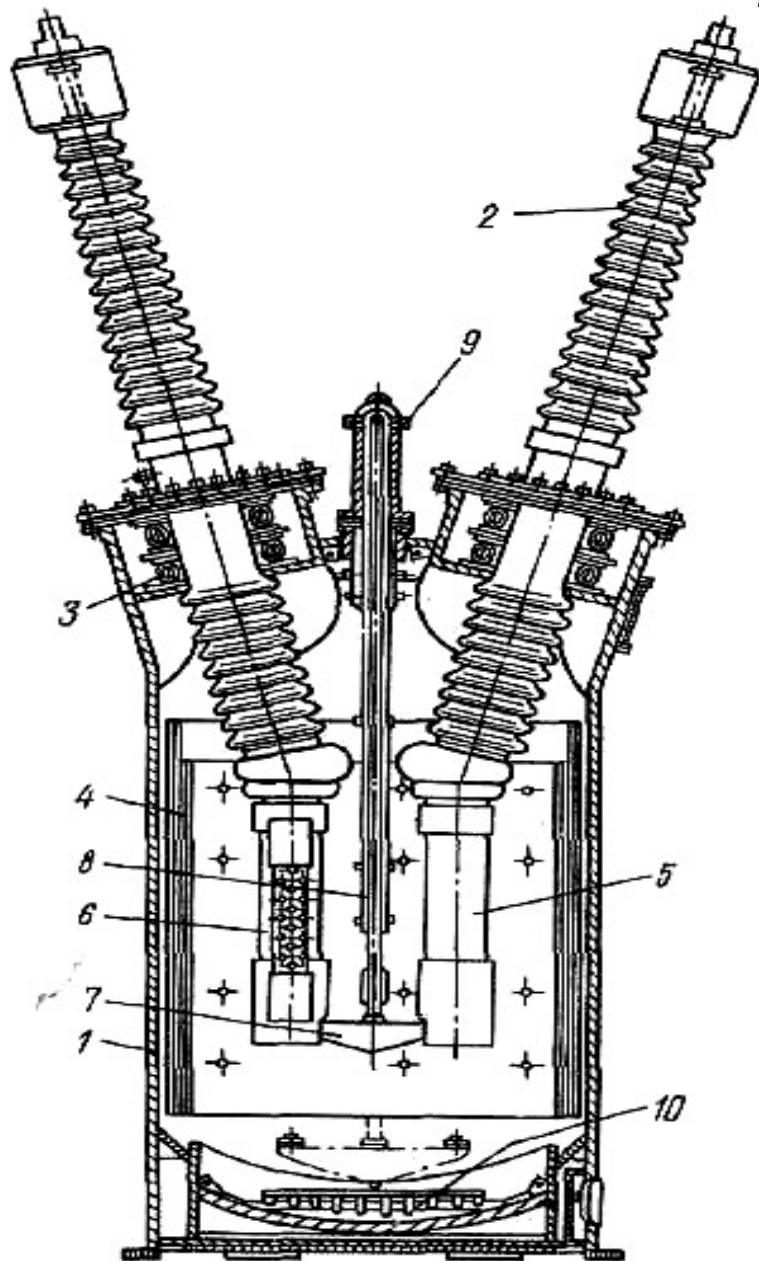
Требования, предъявляемые к выключателям, заключаются в следующем:

- 1) надежность в работе и безопасность для окружающих;
- 2) быстродействие - возможно малое время отключения;
- 3) удобство в обслуживании;
- 4) простота монтажа;
- 5) бесшумность работы;
- 6) сравнительно невысокая стоимость.

Масляные выключатели



Масляные выключатели баковые серии У



- 1- стальной бак
- 2 – проходной изолятор
- 3 – встроенные трансформаторы тока
- 4 – изоляция стального бака
- 5 – неподвижные контакты
- 6 – дугогасительная камера
- 7- подвижная траверса
- 8 – вал выключателя
- 9- отключающая пружина
- 10 – дутьевые щели

БАКОВЫЕ МАСЛЯНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

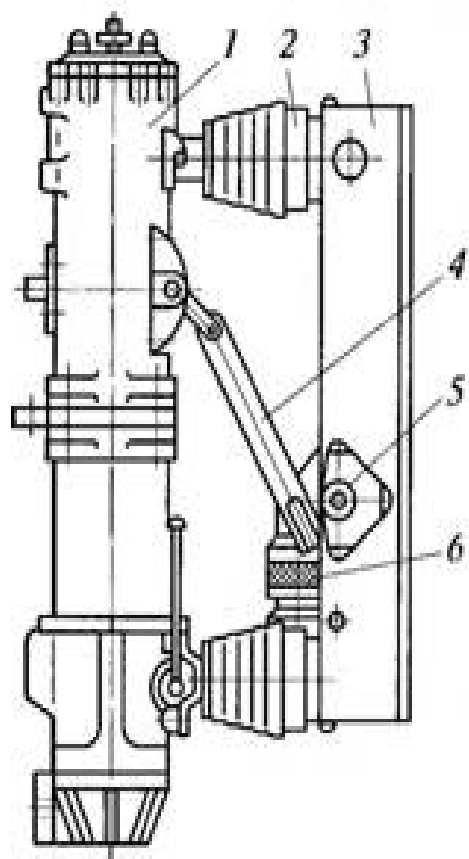
ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

- Простота конструкции
- Высокая отключающая способность
- Пригодность для наружной установки
- Возможность установки встроенных трансформаторов тока

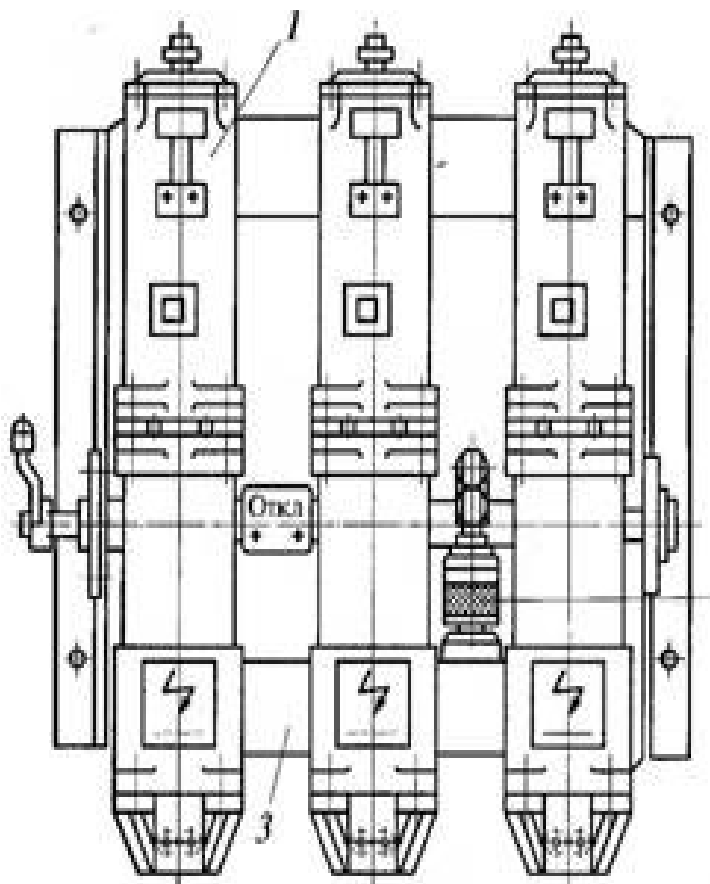
НЕДОСТАТКИ

- Взрыво- и пожаробезопасность
- Необходимость периодического контроля за состоянием и уровнем масла
- Большая масса
- Неудобство перевозки, монтажа и наладки
- Непригодность для установки внутри помещений.

Малообъемные (горшковые) масляные выключатели серии ВМПЭ-10



а



б

- 1- корпус выключателя
- 2 – опорный изолятор
- 3 – стальная рама
- 4 – изоляционная тяга
- 5 – вал выключателя
- 6 - масляный буфер

МАЛОМАСЛЯНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

- Небольшое количество масла
- Относительно малая масса
- Более удобный, чем у баковых выключателей доступ к дугогасительным контактам

НЕДОСТАТКИ

- Взрыво- и пожаробезопасность
- Необходимость периодического контроля за состоянием и уровнем масла
- Трудность установки встроенных трансформаторов тока
- Относительно малая отключающая способность

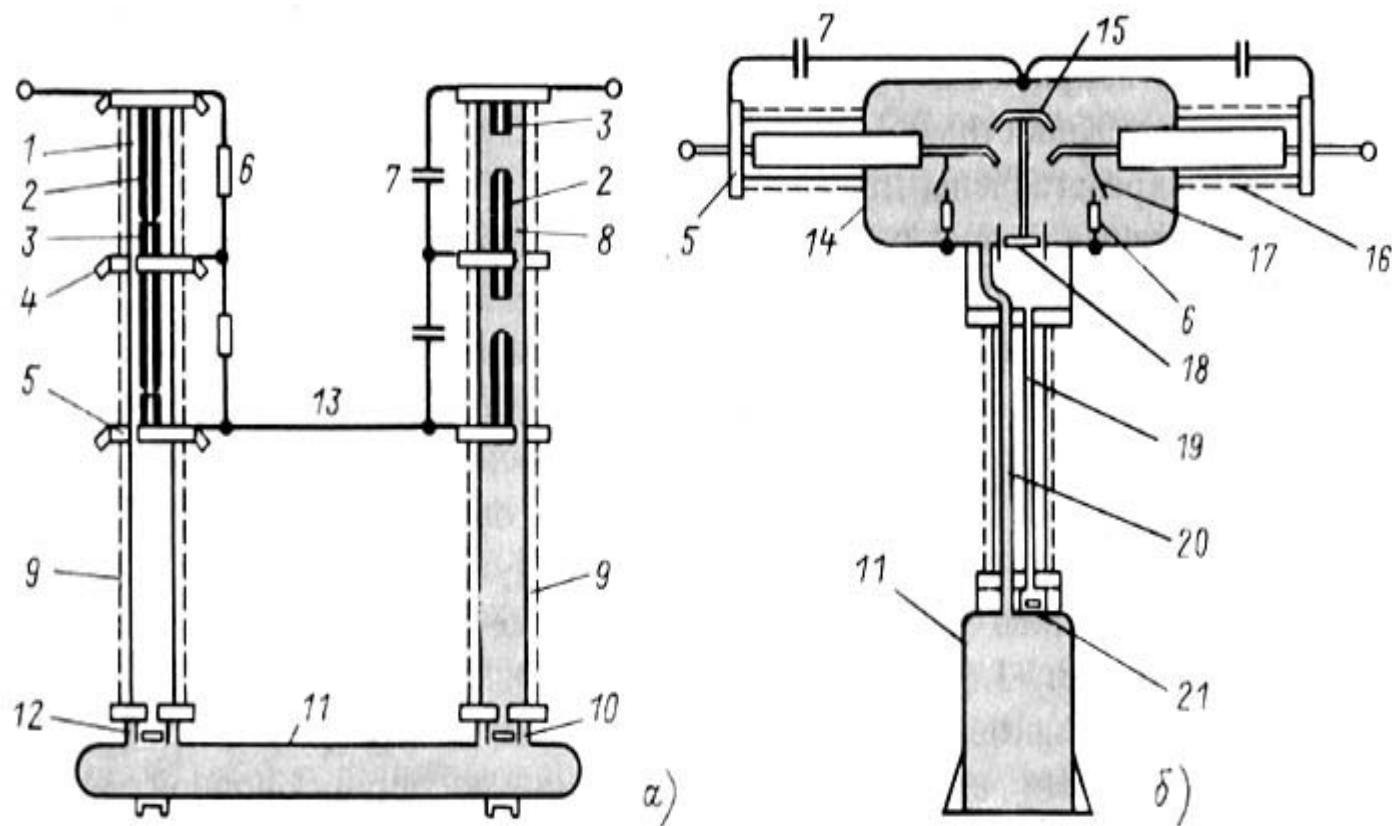
ВОЗДУШНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

- В воздушных выключателях гашение дуги происходит сжатым воздухом при давлении 2-4 МПа, а изоляция токоведущих частей и дугогасительного устройства осуществляется фарфором или другими твердыми изолирующими материалами.



ВОЗДУШНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ 500 кВ





а - серия ВВШ -110;

б - серия ВВБ -110;

1 - дугогасительная камера; 2 - подвижный контакт; 3 - неподвижный контакт; 4 - выхлопной клапан; 5 - фланец; 6 - резистор; 7 - емкостный делитель напряжения (в новых конструкциях выключателей на 110кВ не применяется); 8 - отделитель; 9 - фарфоровый опорный изолятор; 10 - дутьевой клапан отделителя; 11 - резервуар сжатого воздуха; 12, 18 - дутьевые клапаны дугогасительной камеры; 13 - трубчатая шина; 14 - металлическая камера; 15 - траверса с подвижными контактами; 16 - фарфоровая рубашка; 17 - дополнительный контакт; 19 - импульсный воздухопровод; 20 - основной воздухопровод; 21 - клапаны отключения и включения

ВОЗДУШНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ 220 кВ



ВОЗДУШНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

- Взрыво- и пожаробезопасность
- Высокая отключающая способность
- Пригодность для наружной и внутренней установки
- Малый износ дугогасительных контактов
- Легкий доступ к дугогасительным камерам

НЕДОСТАТКИ

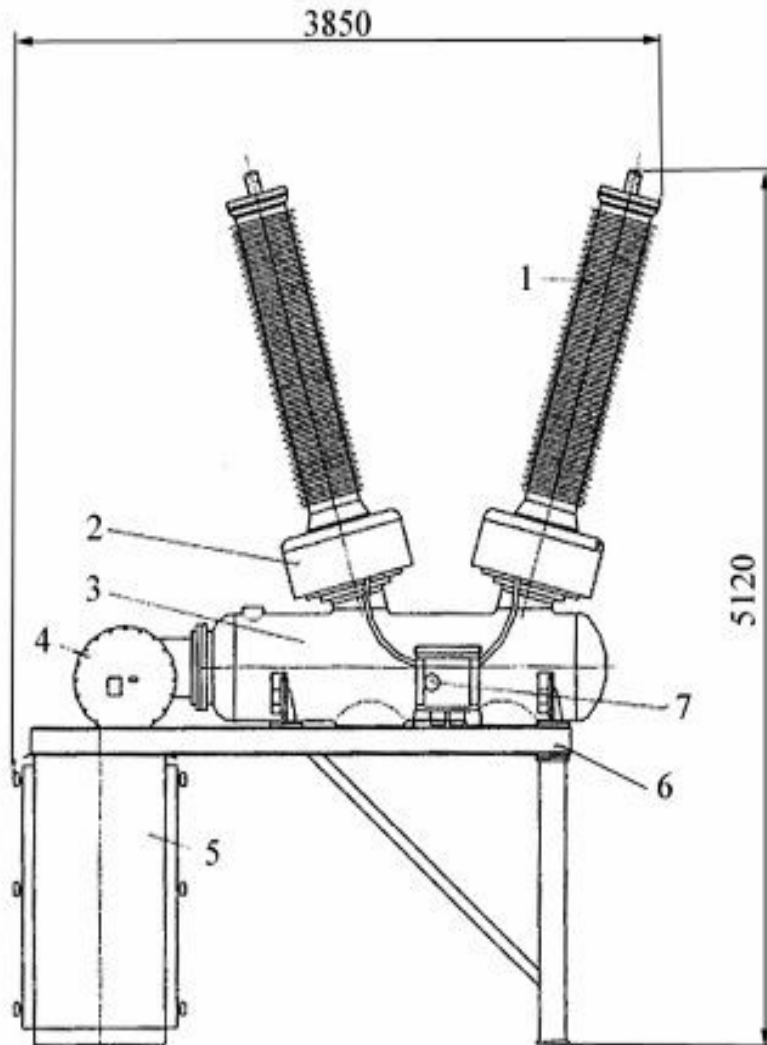
- Необходимость компрессорной станции
- Сложная конструкция ряда деталей и узлов
- Относительно высокая стоимость
- Трудность установки встроенных трансформаторов тока.

Элегазовые выключатели

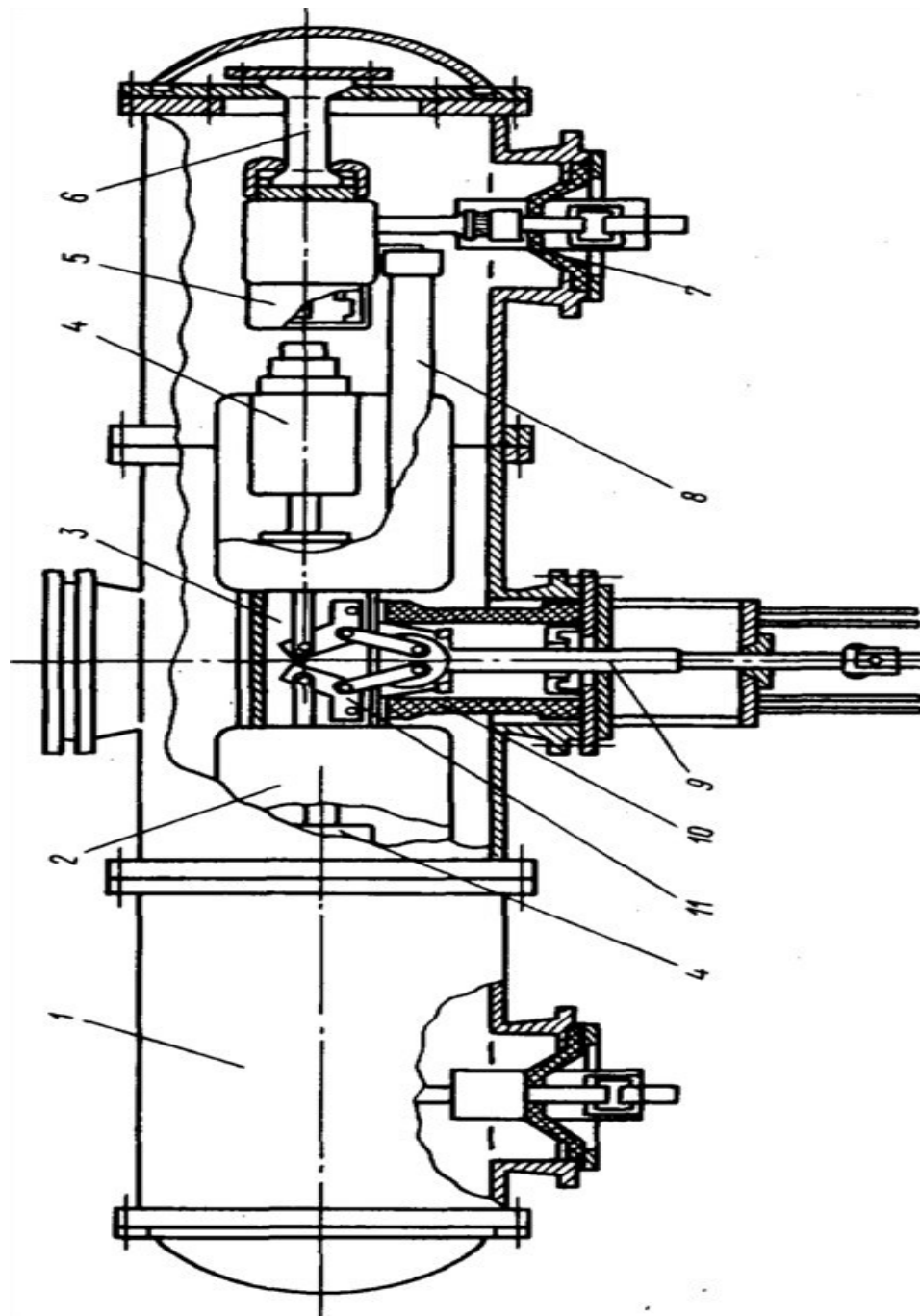




Баковый элегазовый выключатель типа ВГБУ 220 кВ



- элегазовый выключатель с автономным гидравлическим приводом 5 и встроенными трансформаторами тока 2. ЭВ имеет трехфазное управление (один привод на три фазы) и снабжен фарфоровыми (полимерными) покрышками 1 вводов «воздух-элегаз».
- В газонаполненном баке 3 находится дугогасительное устройство, которое соединено с гидроприводом 5 через передаточный механизм размещенный в газонаполненной камере 4. Конструкция бакового ЭВ закреплена на металлической раме 6. Для заполнения элегазом ЭВ используется разъем 7.

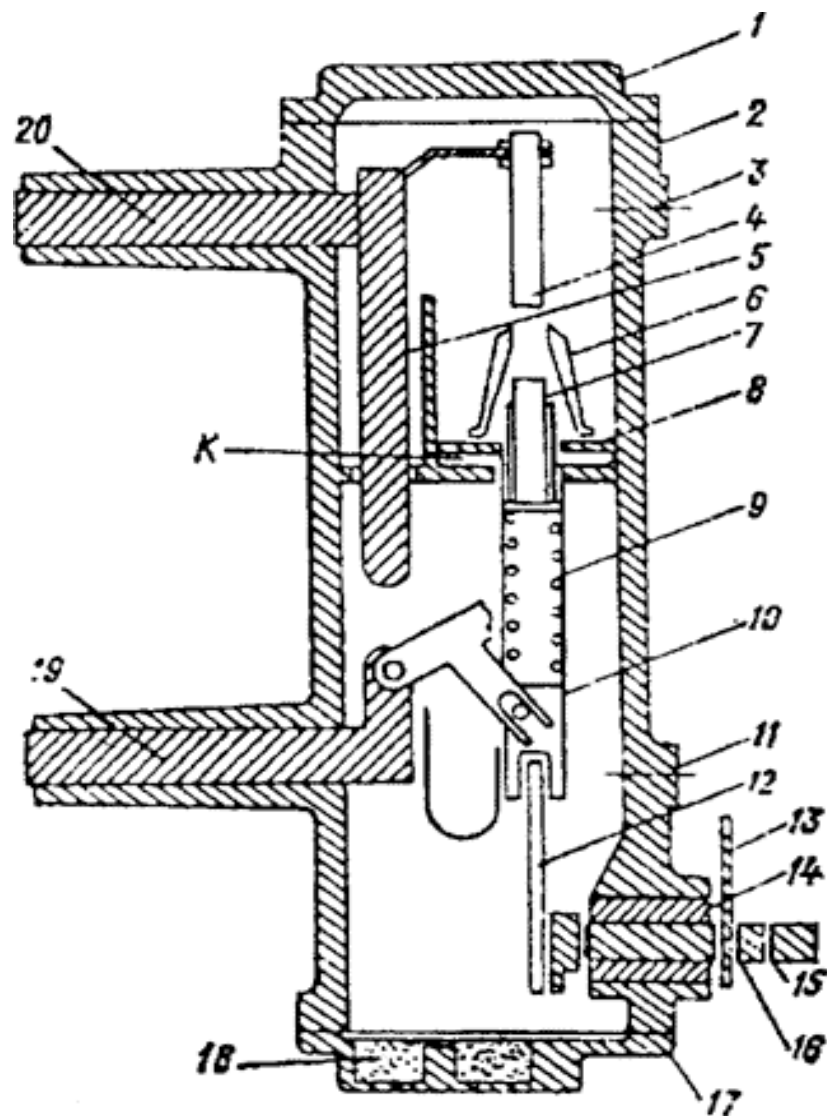


Полус элегазового выключателя

- 1- корпус выключателя
- 2 – экран
- 3 – перемычка для соединения дугогасительных устройств
- 4 – дугогасительное устройство (2шт), они же подвижные контакты
- 5 – неподвижный контакт
- 6 – литой изолятор
- 7 – изоляционная перегородка
- 8- керамические конденсаторы
- 9 – изоляционные штанги
- 10 - цилиндр, изолирует контакты от бака механизм

Схема полюса элегазового выключателя для КРУЭ на 220 кВ. Неподвижный контакт 5 прикреплен к баку 1 на литом изоляторе 6. Выключатель имеет два дугогасительных устройства 4 с автокомпрессорным дутьем, они же подвижные контакты. Дугогасительные устройства соединены последовательно перемычкой 3, равномерное распределение напряжения между устройствами обеспечивается керамическими конденсаторами 8. Подвижный контакт 4 приводится в движение изоляционной штангой 9 через рычажный механизм 11. Подвижный контакт и конденсаторы закрыты экраном 2. Цилиндр 10 изолирует контакты 4 от бака. Выключатель заполнен элегазом (при давлении 0,55 МПа). Неподвижные контакты 5 выведены из бака через вводы элегаз - элегаз. Изоляционная перегородка 7 ввода герметизирует объем бака и позволяет сохранить элегаз в выключателе при отсоединении его от КРУЭ.

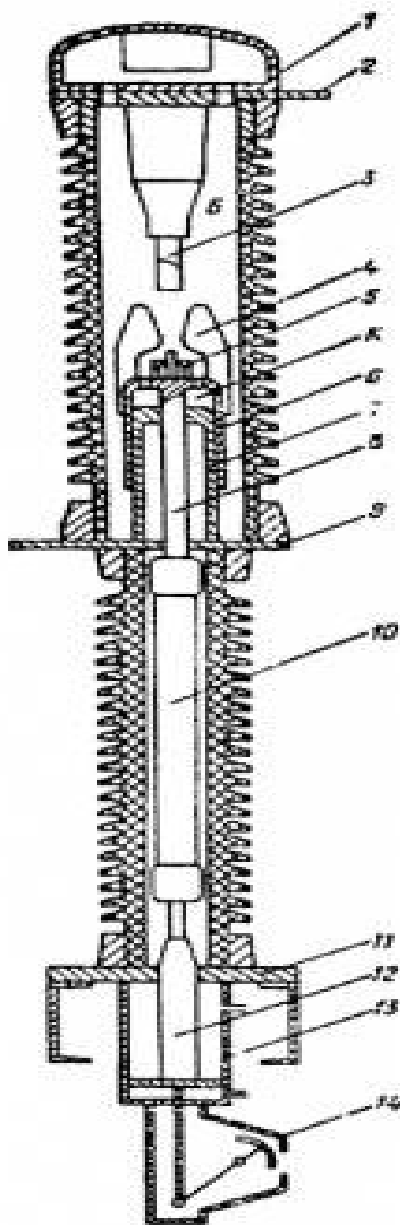
Конструкция элегазового выключателя на средние классы напряжения



Выключатель элегазовый ВГТ-110



Автокомпрессионный элегазовый выключатель



- Аппарат находится в отключенном положении и контакты 5 и 3 разомкнуты. Ток подвод к неподвижному контакту 3 осуществляется через фланец 2, а к подвижному контакту 5 через фланец 9. В верхней крышке 1 монтируется камера с адсорбентом. При включении элегазового выключателя срабатывает пневмопривод 13 (жестко закрепленный на фланце 11), шток 12 которого соединен через изоляционную тягу 10 и стальной стержень 8 с подвижным контактом. Последний жестко связан с фторопластовым соплом 4 и подвижным цилиндром 6. Вся подвижная система элегазового выключателя (элементы 12 — 10 — 8 — 6 — 5) движется вверх относительно неподвижного поршня 7 и полость К дугогасительной системы элегазового выключателя увеличивается.

ЭЛЕГАЗОВЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

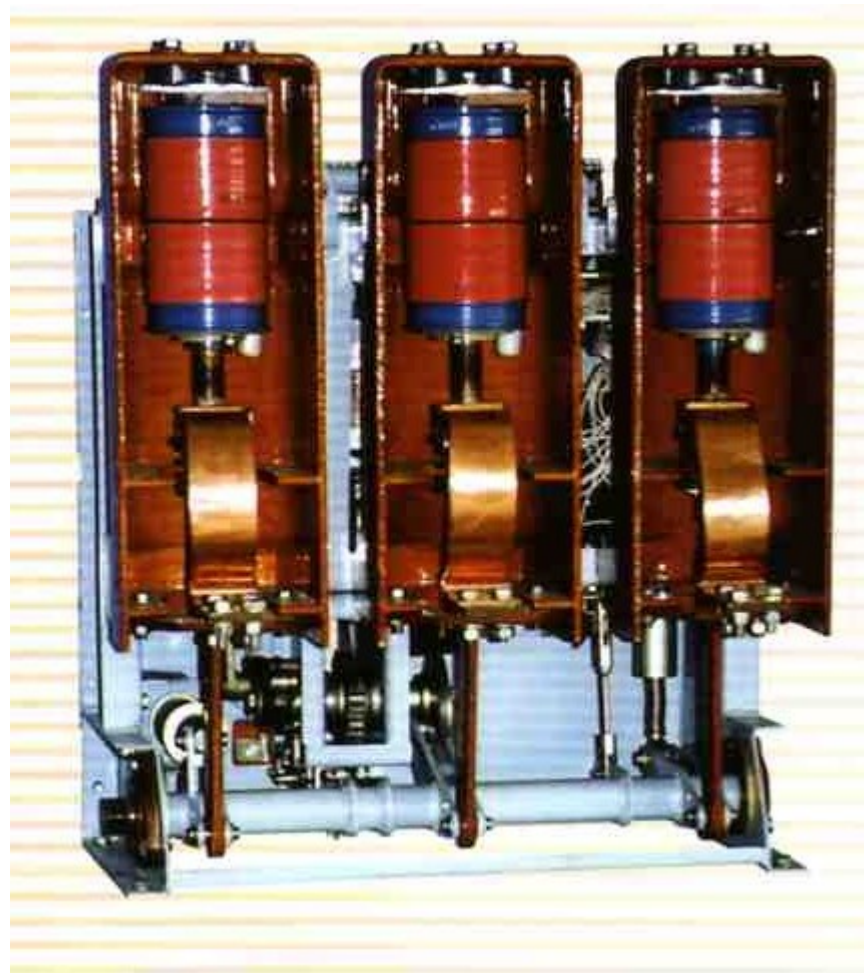
- Взрыво- и пожаробезопасность
- Быстрота действия и высокая отключающая способность
- возможно использование элегазовых выключателей на любое из напряжений, применяемых в отечественной энергетике;
- небольшие масса и габаритные размеры конструкции элегазовых выключателей в сочетании с бесшумной работой привода
- дуга гасится в замкнутом газовом объеме без доступа в атмосферу
- безвредная для человека, экологически чистая, инертная газовая среда элегазового выключателя;
- высокая надежность элегазового выключателя, межремонтный период увеличен до 15 лет.

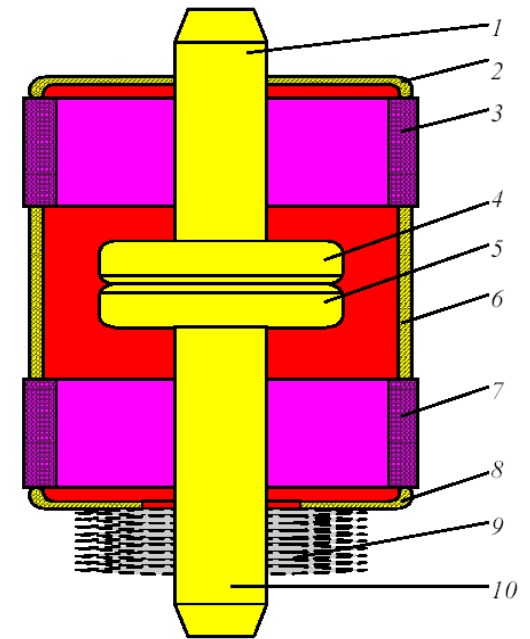
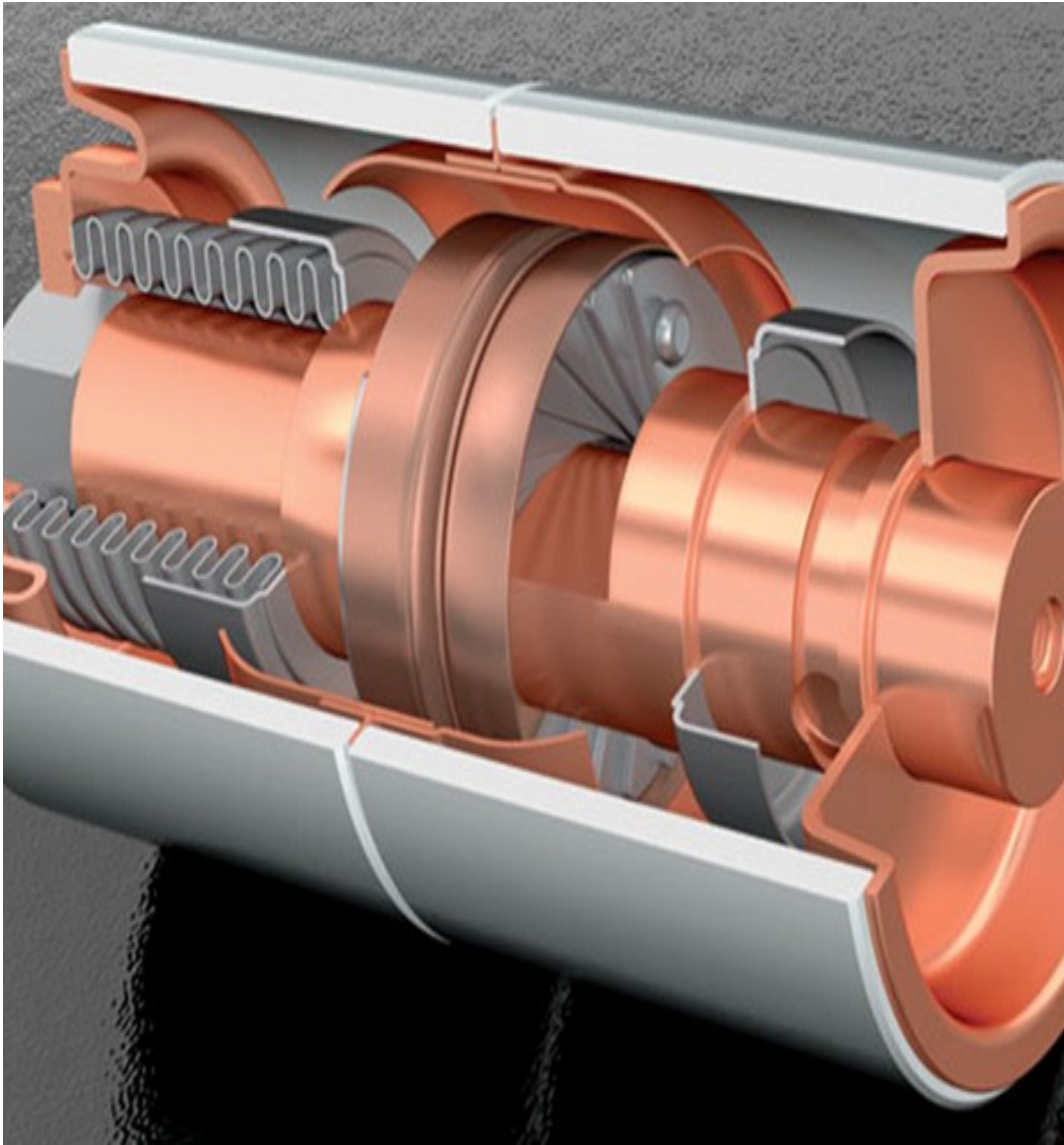
НЕДОСТАТКИ

- высокую стоимость оборудования и текущие затраты на эксплуатацию, так как требования к качеству элегаза очень высоки;
- температура окружающей среды влияет на агрегатное состояние элегаза, что требует применения систем подогрева выключателя при пониженных температурах (при -40°C элегаз становится жидкостью);
- коммутационный ресурс элегазового выключателя ниже, чем у аналогичного вакуумного выключателя;

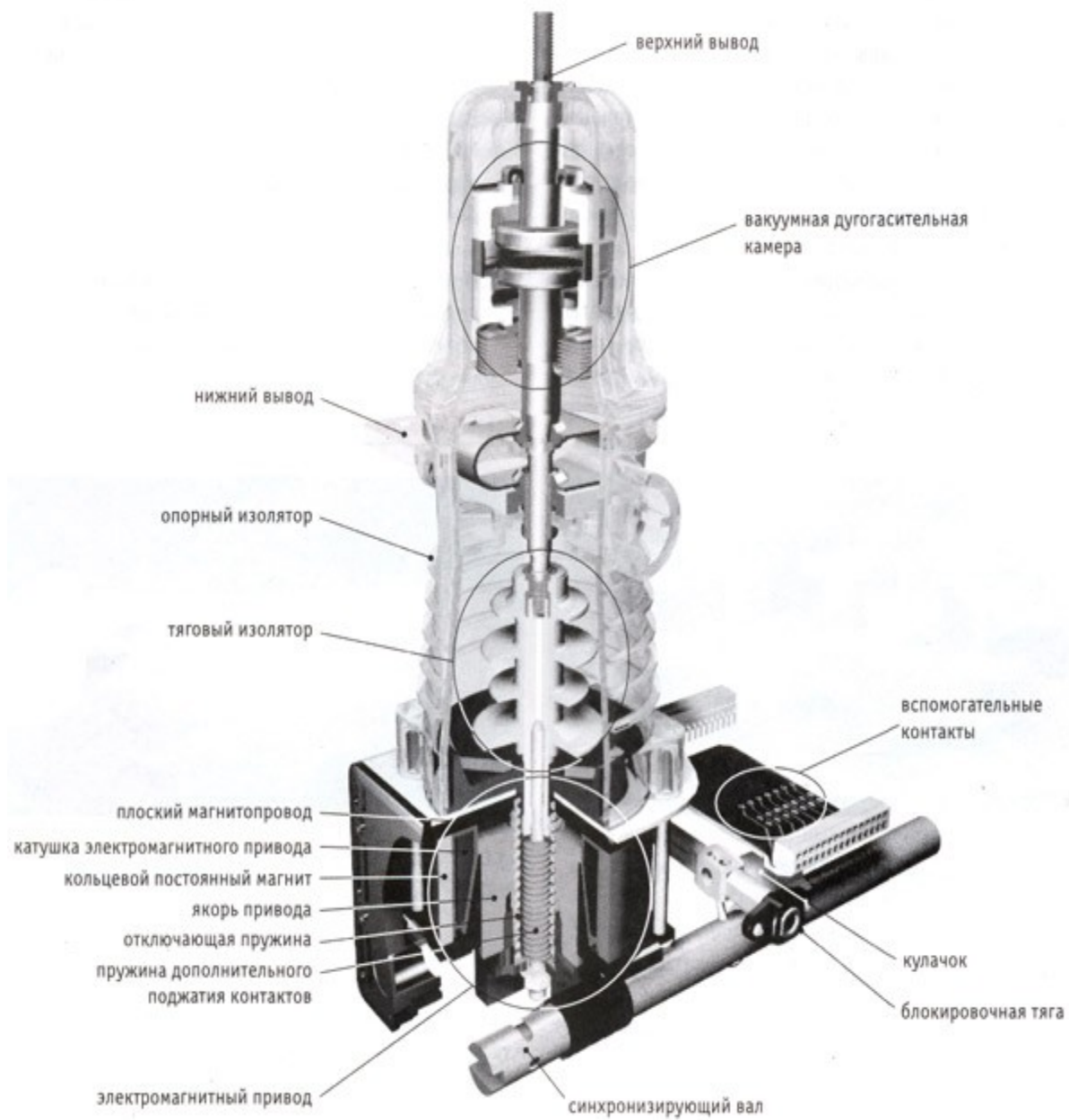
Вакуумные выключатели



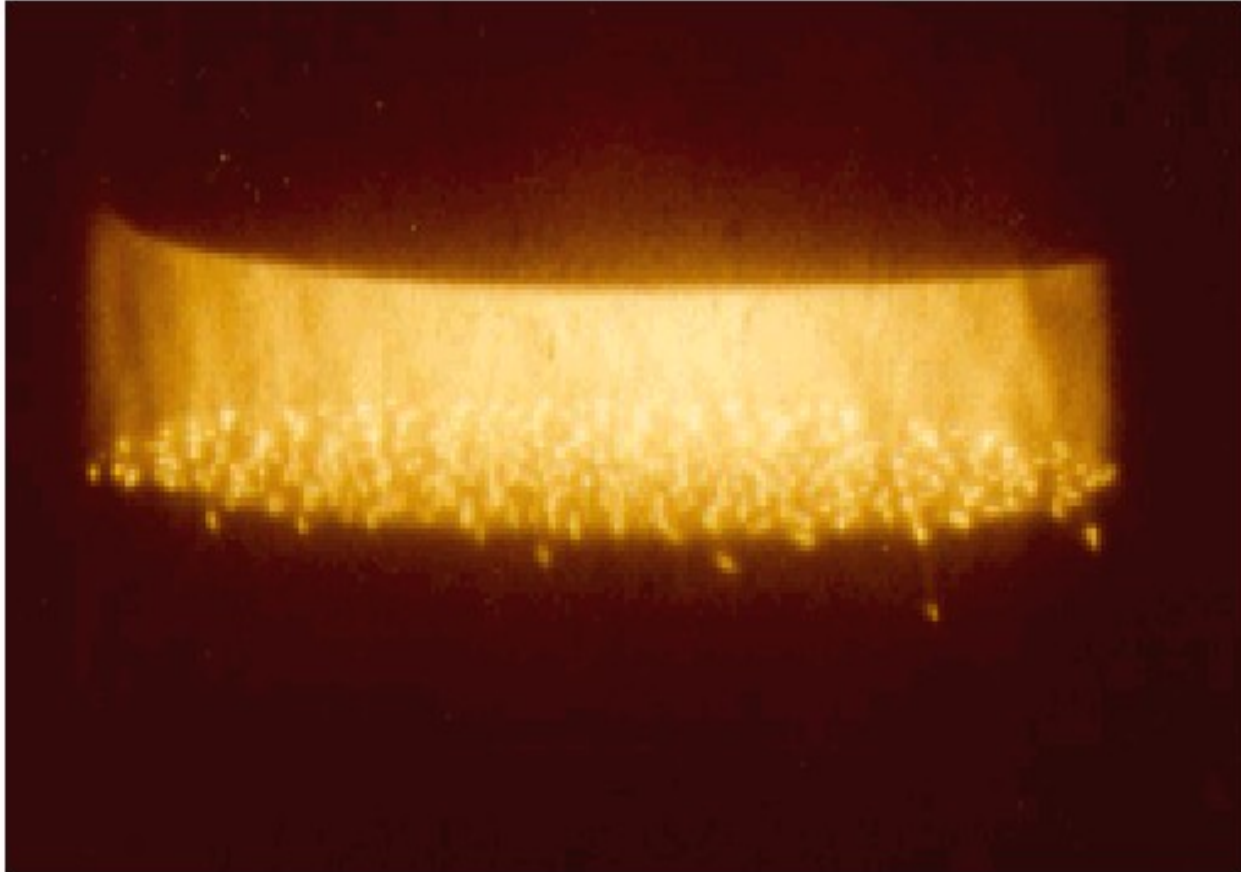




- 1,10- выводы камеры
- 2,8 – верхняя и нижняя металлические крышки
- 3,7 – стеклянный изолятор
- 4 –неподвижный контакты
- 5 –подвижный контакт
- 6 – металлический экран
- 9 – сильфон, для перемещения контактов



Вакуумная дуга



ВАКУУМНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

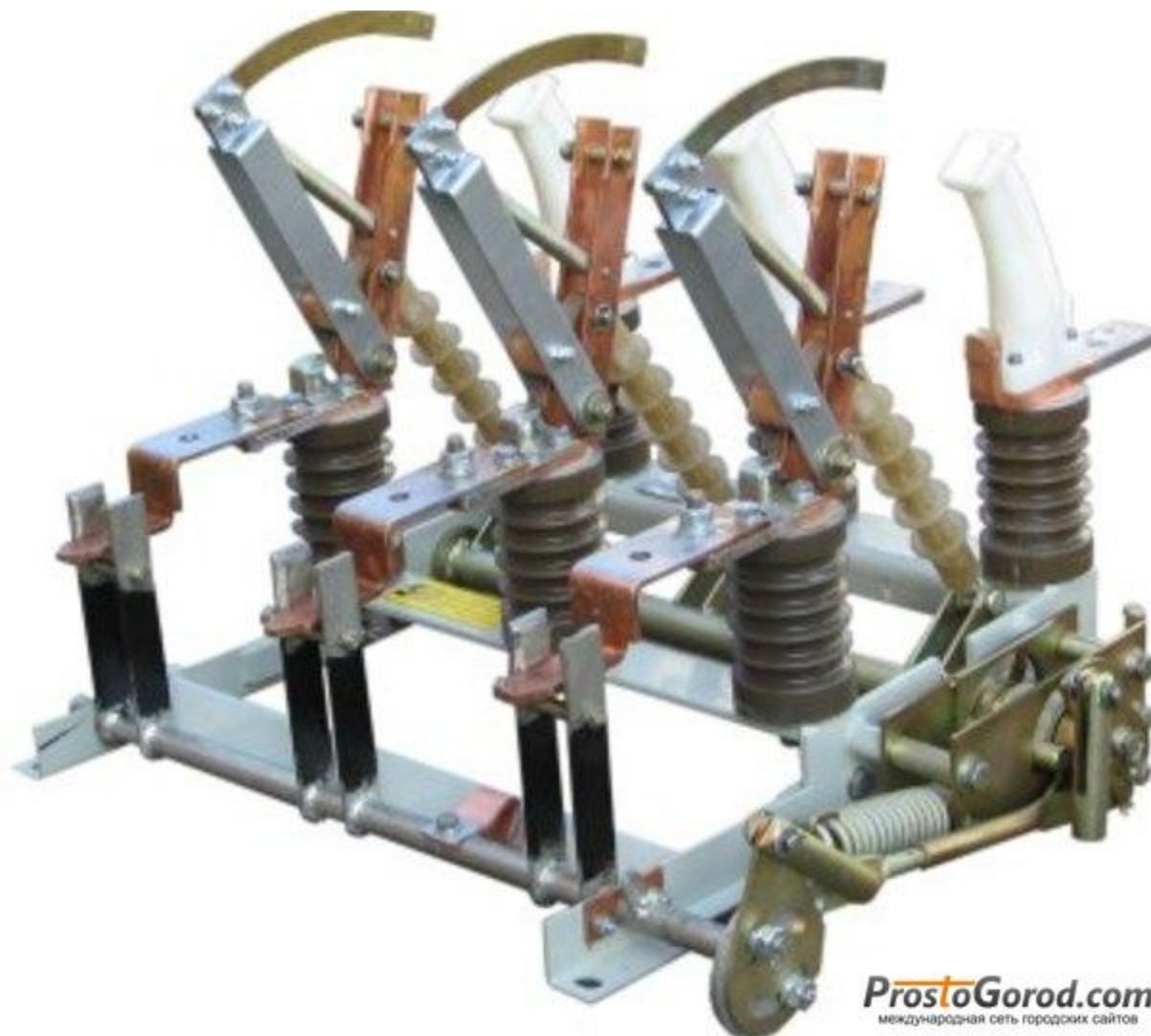
ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

- отсутствие необходимости в замене и пополнении масла;
- высокая износостойкость при отключении как номинальных токов, так и токов КЗ;
- простота эксплуатации, снижение эксплуатационных затрат; бесшумность, чистота, удобство обслуживания;
- сравнительно малые габариты и масса выключателей, небольшие динамические воздействия на конструкции при работе;
- легкая замена вакуумной дугогасительной камеры и ее произвольное положение при конструировании выключателя;
- высокое быстродействие выключателя;
- отсутствие загрязнения окружающей среды.

НЕДОСТАТКИ

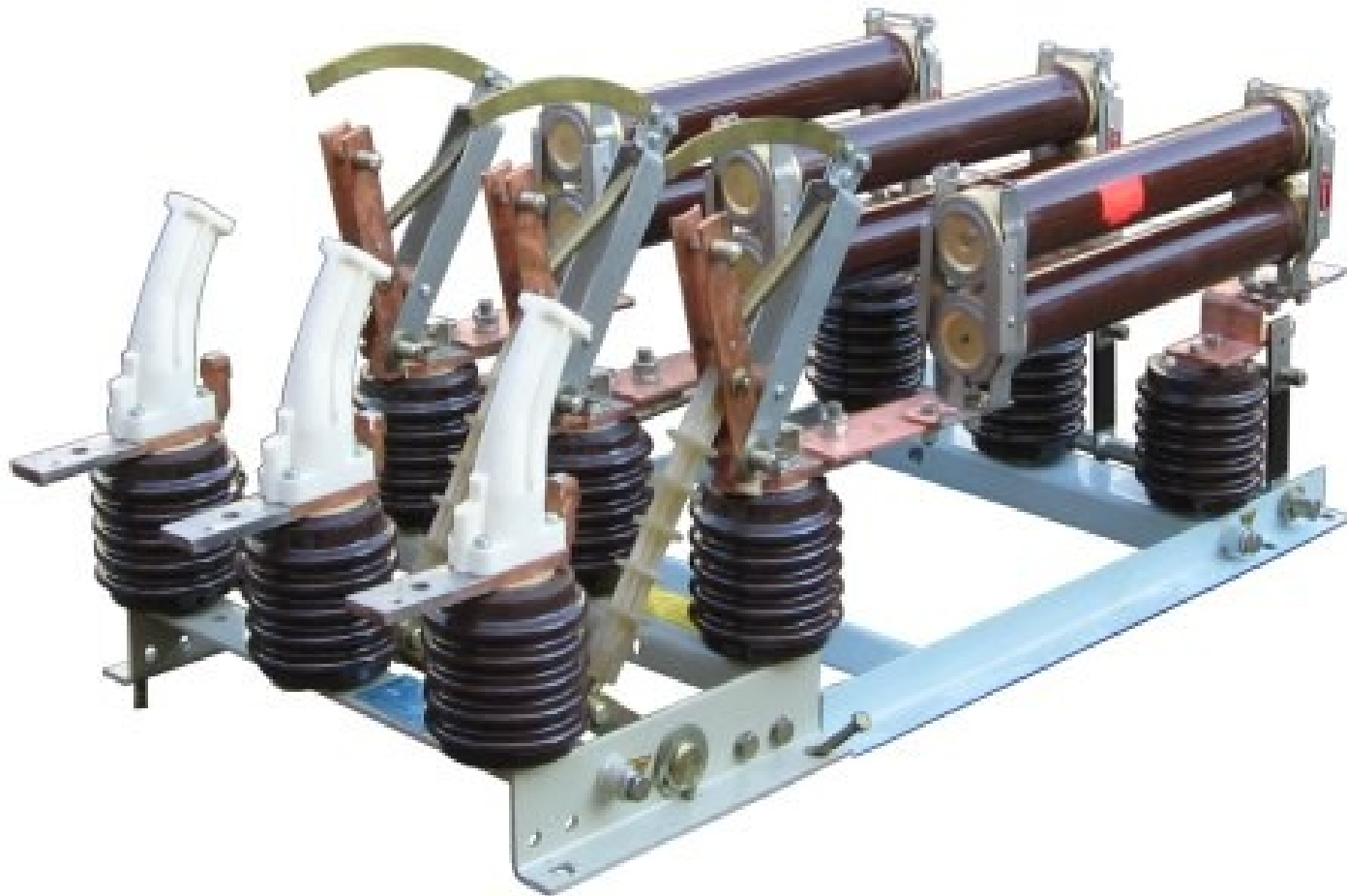
- трудность при создании и изготовлении, связанная со сложностью вакуумного производства;
- высокая стоимость;
- возможность коммутационных перенапряжений при отключении малых индуктивных токов.

ВЫКЛЮЧАТЕЛИ НАГРУЗКИ

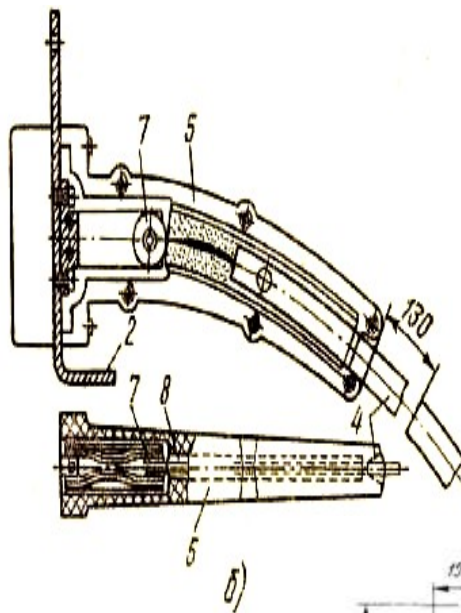
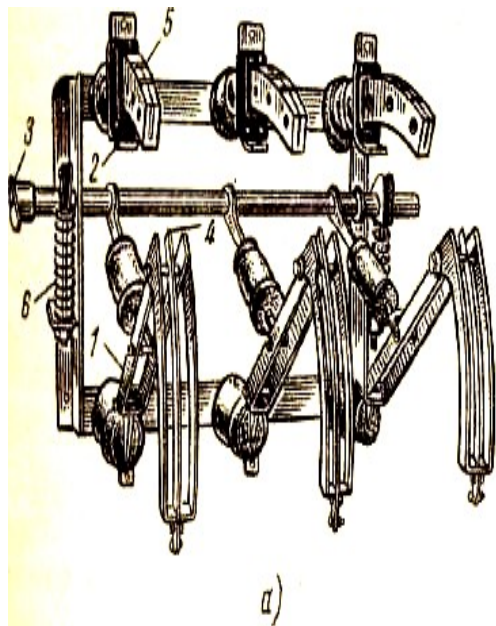




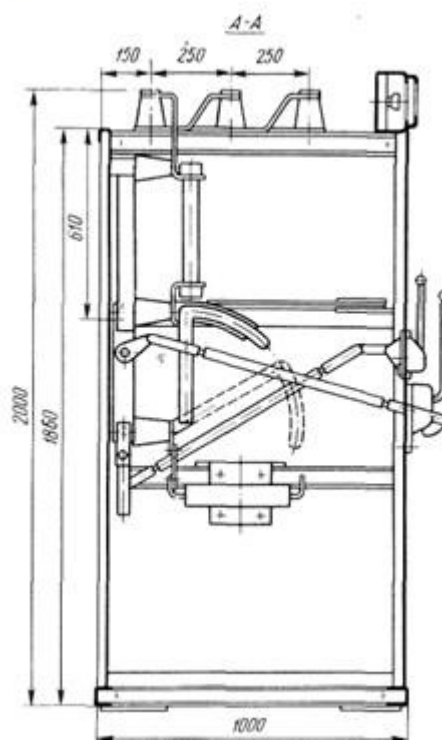
Выключатель нагрузки ВНА-П-10/ 630-20



Конструкция выключателя нагрузки ВНП-10



- 1- нож разъединителя
- 2-неподвижный контакт
- 3- вал
- 4 – вспомогательные ножи
- 5 –гасительная камера
- 6 – пружина



В - выключатель, М - масляный, П - подвесного исполнения для малообъемных или подстанционный для баковых (многообъемных), К - колонковый, У - усиленный, Э - с встроенным электромагнитным приводом, П - с пружинным приводом. Одной буквой обозначены серии: С - Свердловск. У - Урал.

Цифровая часть: номинальное напряжение кВ, номинальный ток А, номинальный ток отключения кА, далее следует буквенное обозначение климатического исполнения:

ХЛ - для холодного климата, УХЛ -- умеренного и холодного, Т - тропического, С - сейсмостойкий, следующие цифры: категория размещения:-

1 - наружной установки. 2 - внутренней не защищенной (под навесом), 3 - внутренней защищенной (в помещении).

Вакуумные - В (первая) - выключатель; В (вторая) - вакуумный; ВБ - выключатель вакуумный; С - стационарный; К - выкатной; Э - с электромагнитным приводом; П - с пружинным приводом; 3 - наружной установки; О - однофазный; Т (последняя) - с встроенными трансформаторами тока; TEL - серия.