



Вимикачі

Призначення



Вимикачі високої напруги служать для включення і відключення під навантаженням електричних кіл в нормальних режимах роботи і для автоматичного відключення при короткому замиканні.

Вимикачі



- Відключення і включення струмів короткого замикання є найбільш важким режимом для вимикача.

Вимоги

- 1. Надійне відключення струмів в межах номінальних значень;
- 2. Швидкодія при відключенні при к.з. і гашення дуги за найкоротший час;
- 3. Пригодність до автоматичного повторного ввімкнення після відключення;
- 4. Вибухо- та пожежонебезпечність;
- 5. Зручність в обслуговуванні.

Вимикачі навантаження

Вимикачі навантаження



Вимикачі навантаження призначені для включення і відключення струмів навантаження.

Вони не можуть відключати струми короткого замикання.

Вимикачі навантаження



- Для відключення кіл при коротких замиканнях на вимикачах навантаженнях ставлять запобіжники.

Типи ВН

- Є такі типи ВН:
- ВН-16 – без заземлюючих ножів;
- ВНЗ-16 – заземлюючими ножами;
- ВНП-16 – з запобіжниками;
- ВНПЗ-16 – з запобіжниками і заземлюючими ножами;
- ВНПЗ-17 – з запобіжниками, заземлюючими ножами і відключенням ножів після перегорання запобіжників.

Вимикачі навантаження

- Вимикачем навантаження можна включати і відключати струми навантаження до 200А при напрузі 10кВ і до 400А при напрузі 6кВ.

Вимикачі навантаження

- Управління ВН проводиться приводом ручної дії, при необхідності може бути застосований електромагнітний привід для дистанційного включення.
- Необхідна швидкість відключення ножів приблизно 4 м/с.

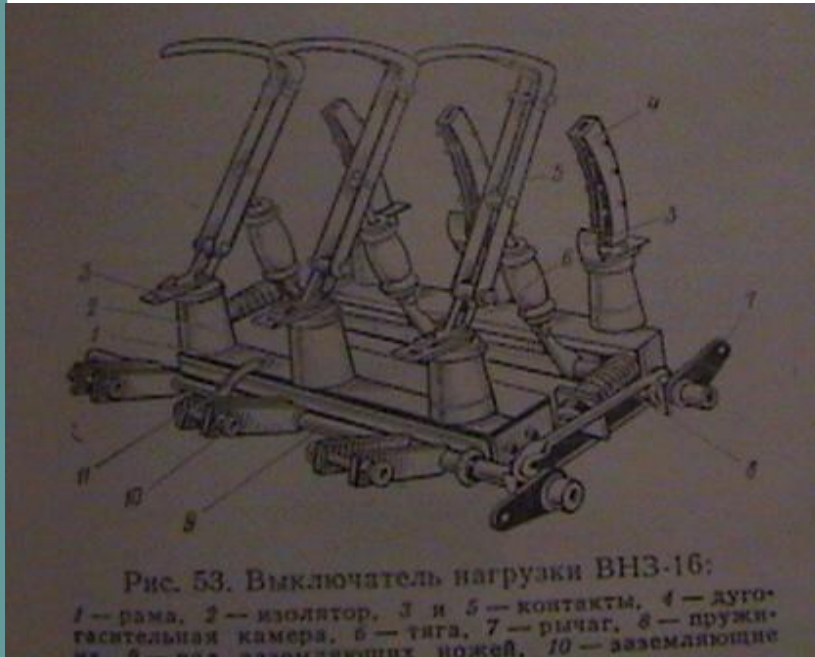
Вимикачі навантаження

- Механічна блокування між приводами ВН і заземлюючих ножів виключає можливість помилкового увімкнення.
- ВН всіх типів встановлюються вертикально.

ВНЗ-16

- Вимикач навантаження типу ВНЗ-16 складається із металевої рами, на якій кріпляться три пари ізоляторів. На них встановлені нерухомі контакти, дугогасні камери і рухомі контакти.

ВНЗ-16



- Два комплекти спеціальних пружин розміщених на стержні, зв'язані з валом вимикача, забезпечують необхідну швидкість відключення.
- Для заземлення вимикача передбачено заземлюючі ножі.

Вимикачі навантаження



Дугогасна камера представляє собою пластмасовий роз'ємний корпус, всередині якого розміщені два вкладиші із органічного скла.

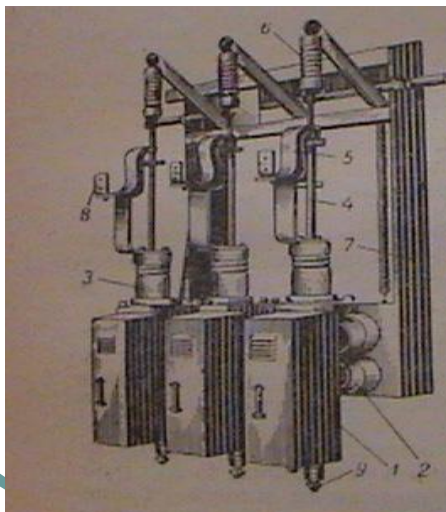
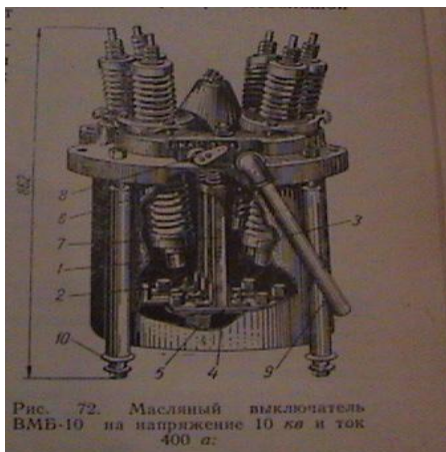
В нижній частині камери розміщений нерухомий контакт.

Вимикачі навантаження

- При відключенні вимикача розмикаються спочатку основні контакти, а потім дугогасні контакти. Дуга яка утворилася розтягується між вкладки з органічним склом.
- Під дією високої температури дуги органічне скло інтенсивно виділяє гази, які з великою швидкістю намагаються вирватися із камери зовні і за сотні долі секунди гасять дугу.

Масляні вимикачі

Тип



- Масляні вимикачі поділяються на:
- - бакові з великою кількістю масла (великооб'ємні);
- - з малою кількістю масла (малооб'ємні).
-

Масляні малооб'ємні вимикачі

Типи вимикачів

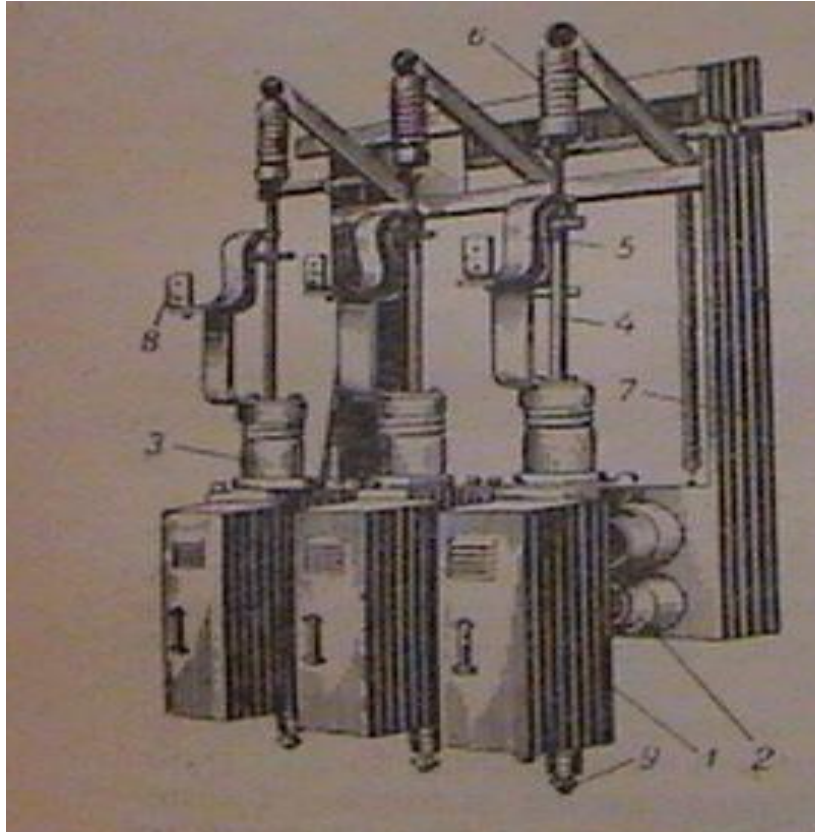
- Є наступні типи масляних вимикачів на напругу 6-10кВ:
- **ВМП-10** - (вимикач, масляний, підвісний)
- **ВМП-10П, ВМПП-10** - (вимикач з встроєним пружинним приводом)
- **ВМПЄ-10** - (вимикач з встроєним електромагнітним приводом);
- **ВМГ-133, ВМГ-10** - (вимикач, масляний, горшковий);
- **ВМГП-10** (вимикач з встроєним пружинним приводом).

Малооб'ємні вимикачі



- Масляні вимикачі з малим об'ємом масла (горшкові) в наш час широко застосовуються в закритих розподільчих установах і також використовуються у відкритих розподільчих установах.

Малооб'ємні вимикачі



- В ЗРУ 6-10кВ малооб'ємні вимикачі майже повністю витіснили бакові вимикачі, які застосовувались раніше.

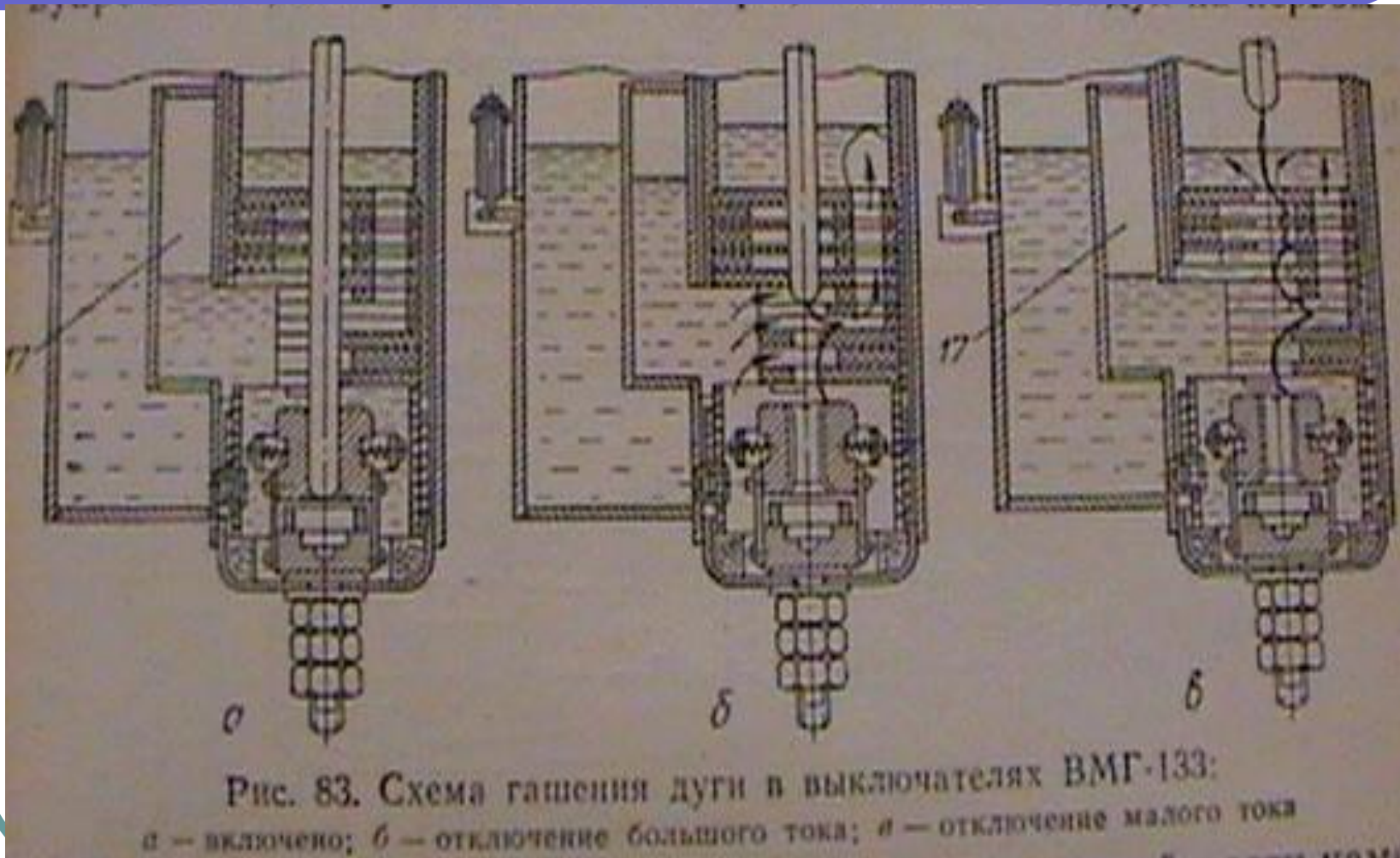
Малооб'ємні вимикачі

- В таких вимикачах контактна система кожної фази разом з дугогасною камерою поміщена в невеликий бачок, в якому є трансформаторне масло.
- Трансформаторне масло в таких вимикачах служить не для ізоляції, а для гашення дуги і частково ізоляцією між розімкнутими контактами.

Малооб'ємні вимикачі

- Гашення дуги при відключенні відбувається в дугогасних камерах переважно поперечного а деяких випадках поздовжнього дуття.

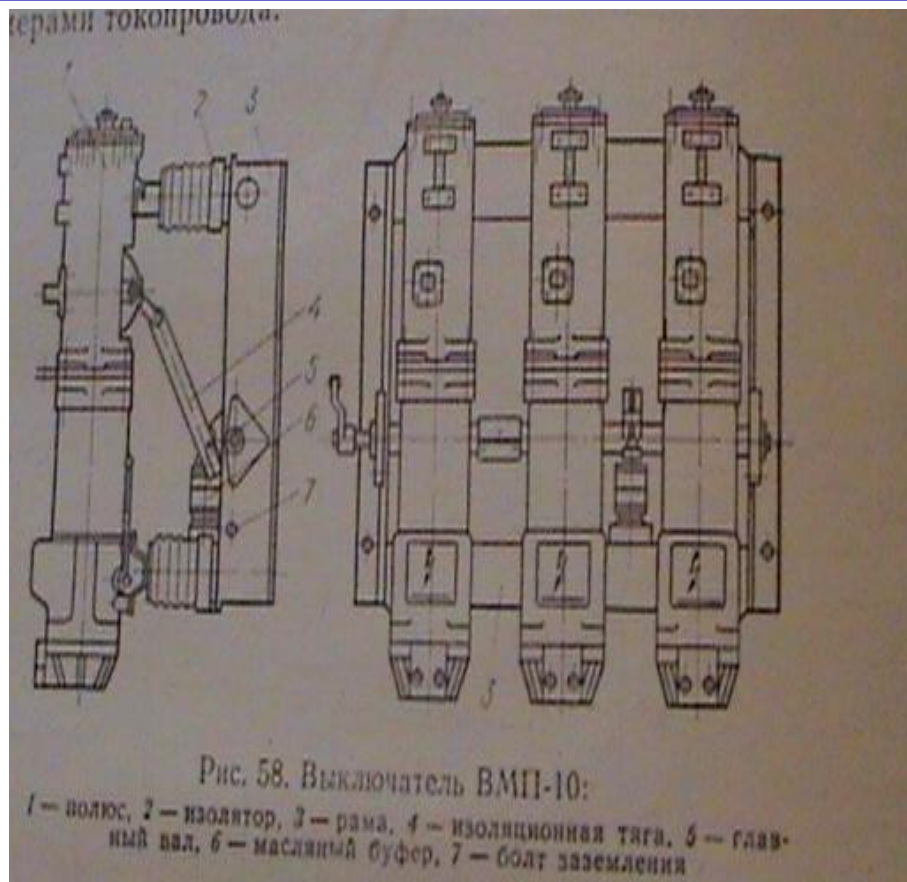
Процес гашення дуги у вимикачі ВМГ-133



ВМП-10

- Вимикач ВМП-10 подібний до ВМГ-133 але більш модернізований в частині привідного механізму і рухомого контакту.
- ВМП-10 виготовлявся на струми 600-1500А і потужністю відключення до 350МВА.
- В експлуатації він має хороші якості, тому поступово витісняв ВМГ-133.

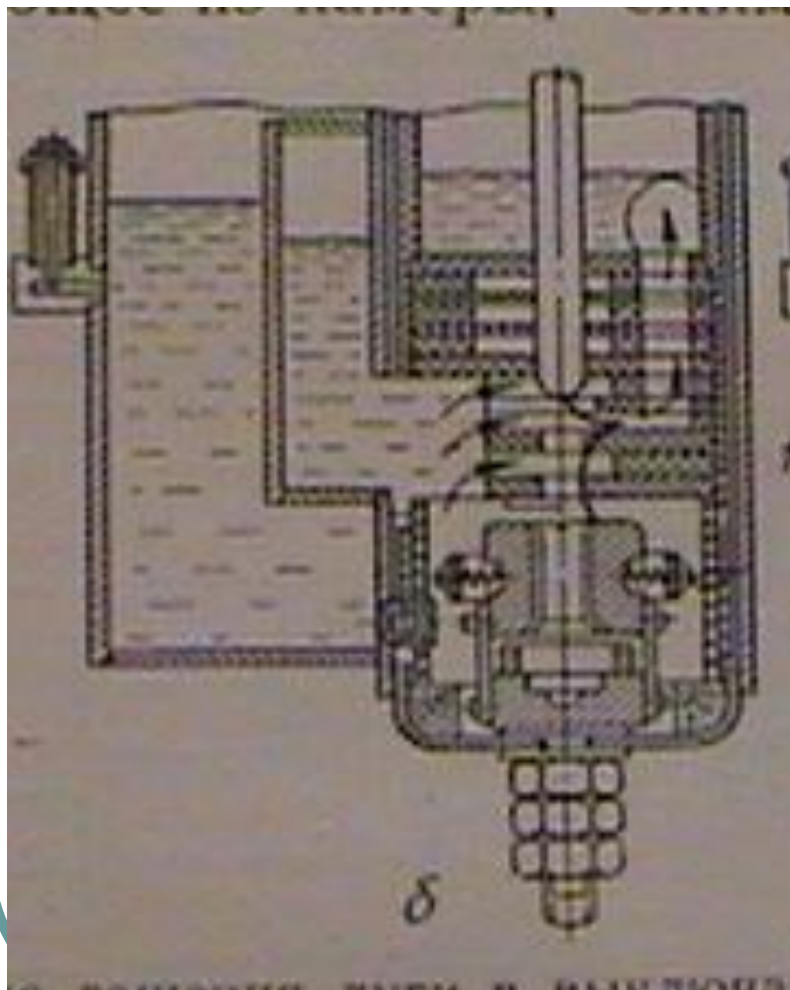
ВМП-10



- У вимикачі ВМП-10 кожна фаза має окремий бак де залито трансформаторне масло.

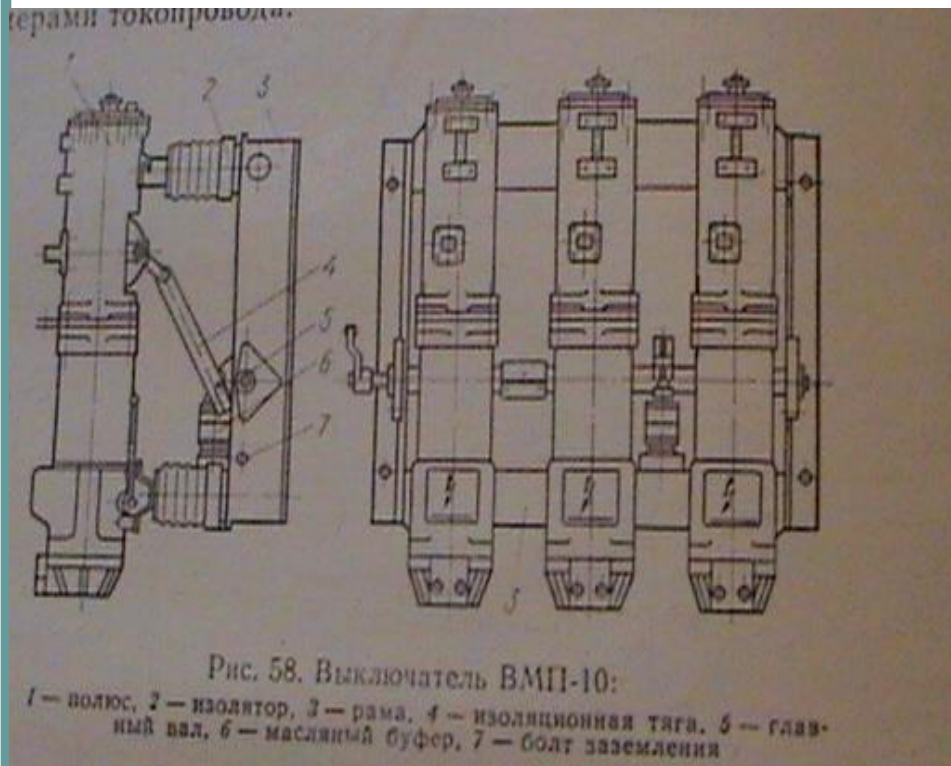
- Всі три баки прикріплені до однієї рами за допомогою ізоляторів.

ВМП-10



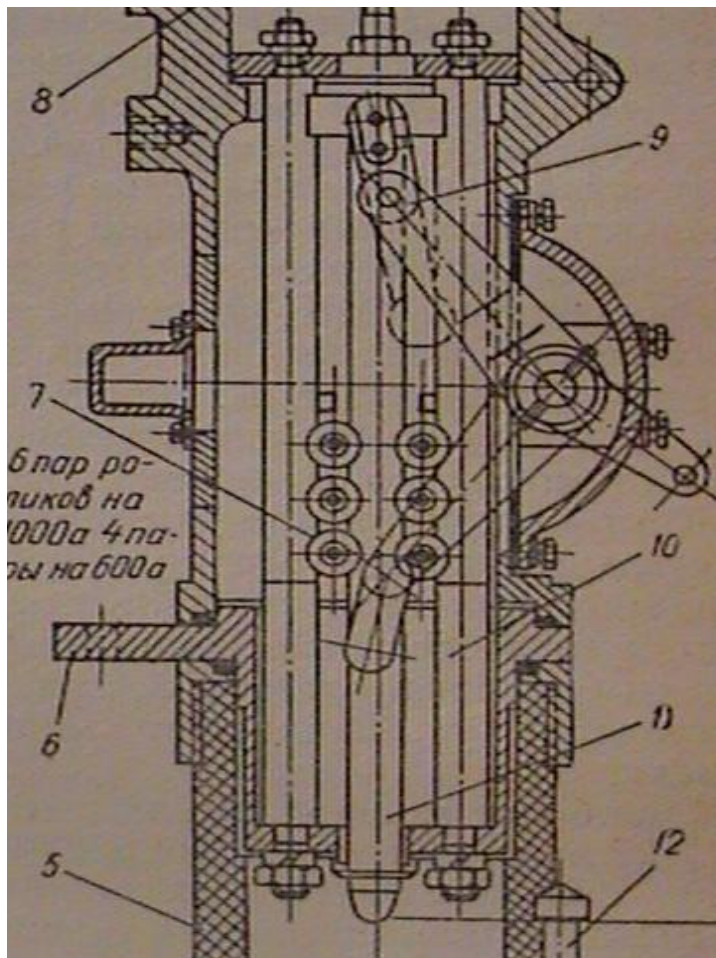
- Всередині бака в нижній частині розміщений нерухомий контакт розеточного типу, над ним розміщена дугогасна камера поперечного масляного дуття (як у ВМГ-133).

ВМП-10



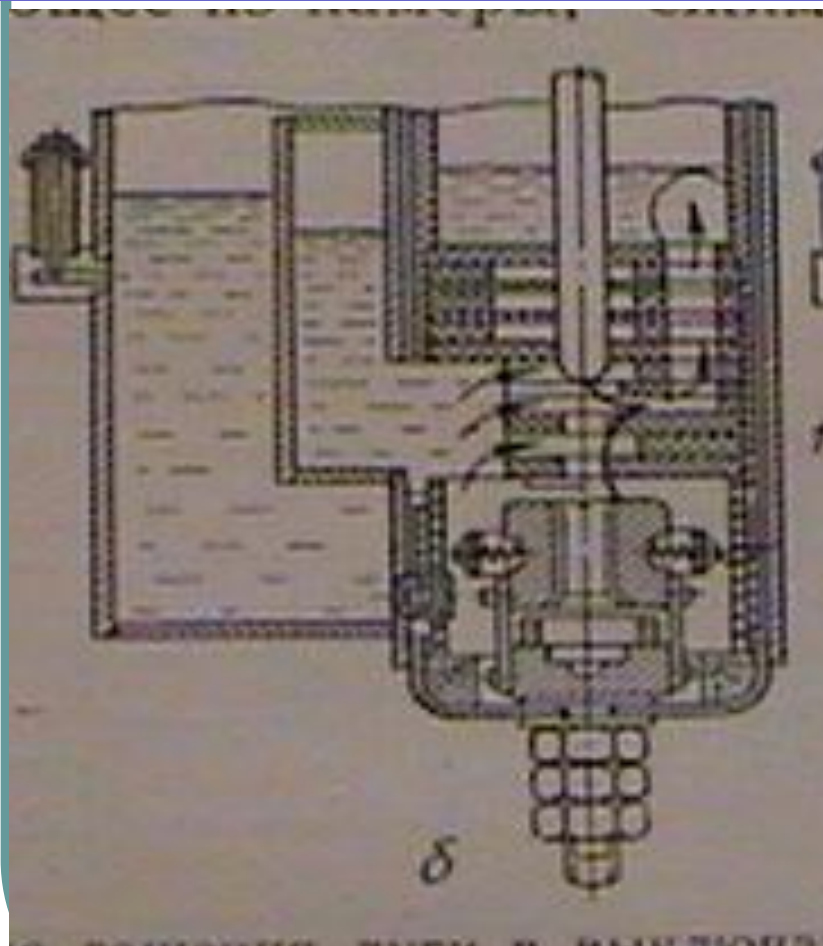
У верхній частині бака розміщений рухомий контакт (стержень), який зв'язаний з приводний механізм з приводом вимикача.

ВМП-10



- Суттєво новим в конструкції ВМП-10 в порівнянні з ВМГ-133 є роликові струмо-знімні контакти рухомого стержня.

ВМП-10



- Для підвищення стійкості гасильних контактів вимикача до дії електричної дуги і збільшення терміну їх служби верхні частини контактів оброблені металокерамікою.

ВМП-10

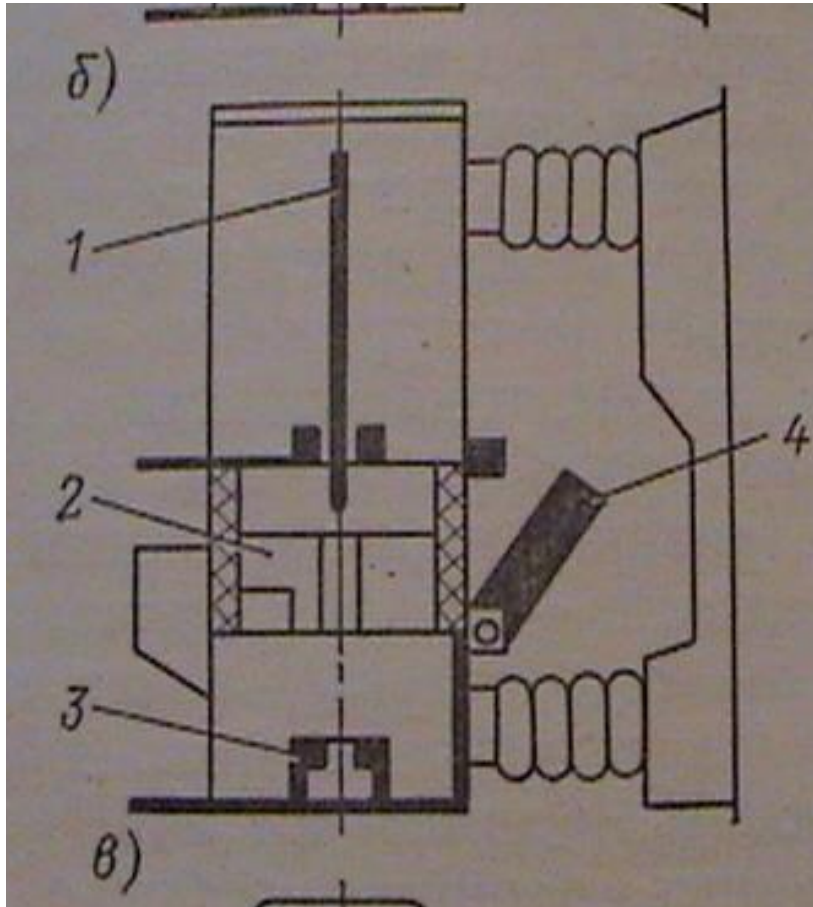
- Вимикачі серії ВМП широко застосовувались в КРУ 6-10кВ.
- Приводи до цих вимикачів виготовлялися окремо, пізніше почали виготовляти вимикачі з встроєними пружинними або електромагнітними приводами типу ВМПП і ВМПЄ.

ВМПП і ВМПЄ



- Вимикачі серії ВМПП і ВМПЄ розраховані на струми 3200А, і струми відключення 31,5кА.
- Вимикачі на номінальний струм 3200А мають два паралельних контури – робочий і дугогасний.

ВМПП і ВМПЄ



- Дугогасний контур розміщений в ізоляційному баку з маслом має таку будову як у ВМП-10 на менші струми.
- Контакти робочого контура розміщені зовні.

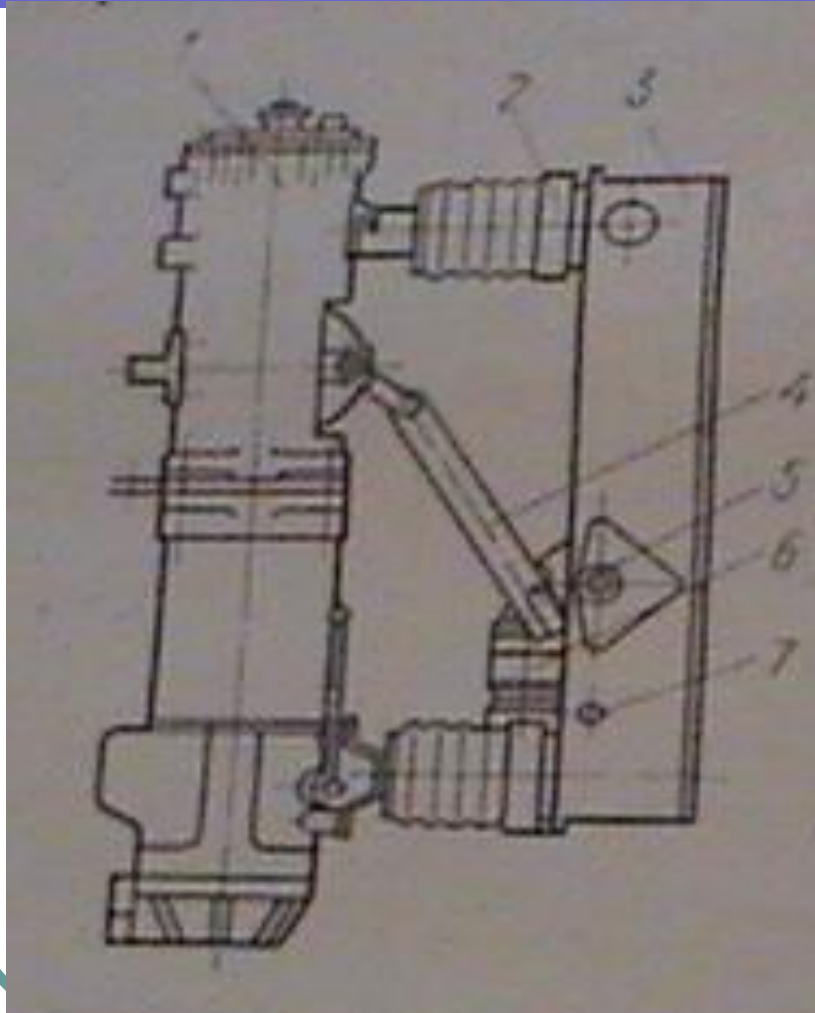
Малооб'ємні вимикачі

- При відключенні великих струмів утворюється поперечне дуття і дуга гасне в нижній частині камери.
- При відключенні малих струмів дуга тягнеться за стержнем, створюється зустрічне-радіальне дуття, а потім у верхній частині камери за допомогою поздовжнього дуття дуга гаситься.

Малооб'ємні вимикачі

- Час гашення дуги при відключенні великих і малих струмів складає 0,015-0,025 секунди.
- Для успішного гашення дуги швидкість руху контактів повинна бути 1,5-2,7м/сек.
- Чим більша швидкість відключення контактів тим менше часу буде горіти дуга.

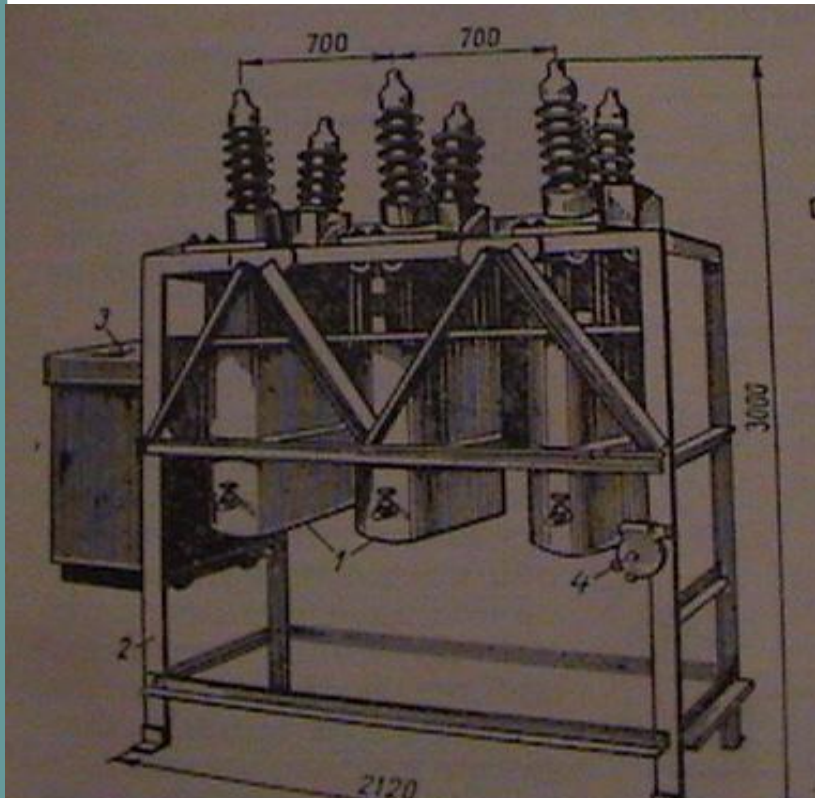
Малооб'ємні вимикачі



- Для пом'якшення удару при включенні вимикача в рамі є масляний буфер 5.
- Там і розміщений пружинний буфер, який пом'якшує удар при відключенні.

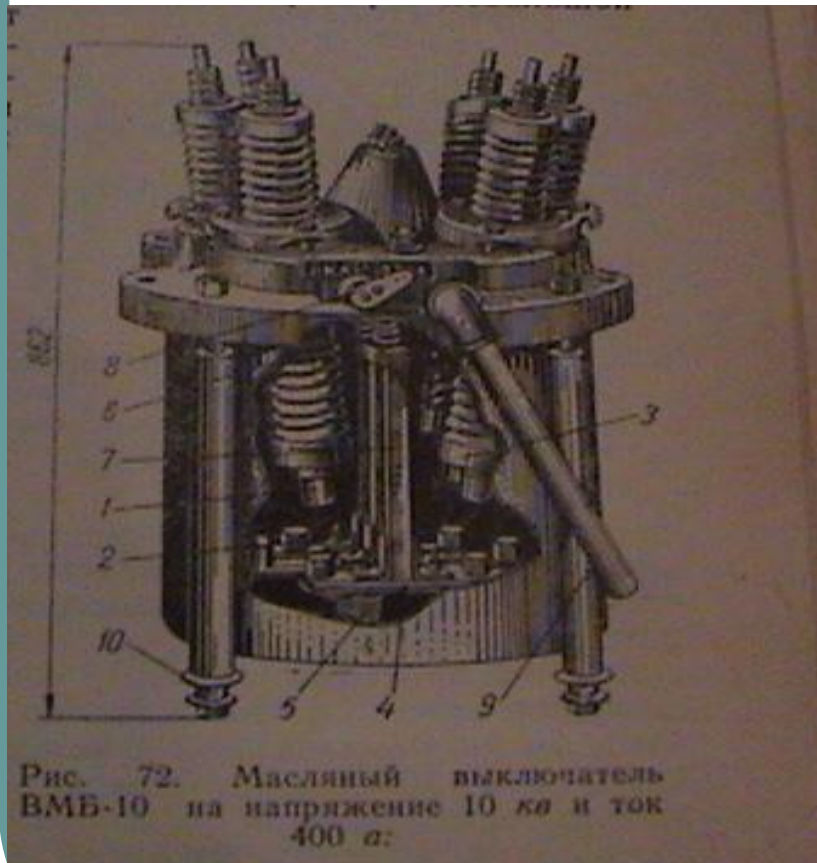
Масляні великооб'ємні вимикачі

Масляні вимикачі



- В бакових велико-об'ємних вимикачах масло виконує функцію дугогазного середовища і ізоляції струмо-ведучих частин і контактів один відносно одного і від бака.

Масляні вимикачі



- При напрузі до 10кВ вимикачі виготовлялись однобакові, тобто контакти і струмоведучі частини всіх фаз розміщують в одному баку, при більших напругах – трьохбакові.

Масляні вимикачі

- В кришці бака змонтовані фарфорові вводи, по два на кожну фазу, всередині яких проходять мідні стержні, які закінчуються нерухомими контактами.
- Струм проходить через вводи, нерухомі і рухомі контакти, траверсу, яка з'єднана з ізоляційною штангою.

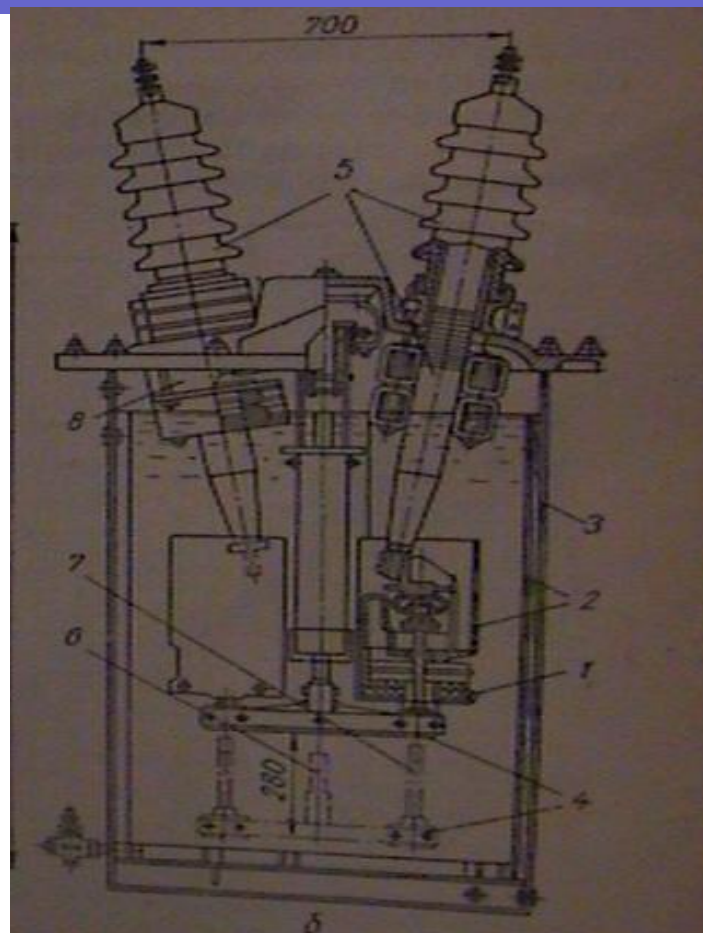
Масляні вимикачі

- Під кришкою бака розміщений привідний механізм для переміщення рухомих контактів вимикача. При повороті вала привід через кривошипно-шатунний механізм піднімає рухомі контакти разом з траверсою вверх і замикаються з нерухомими контактами.

Масляні вимикачі

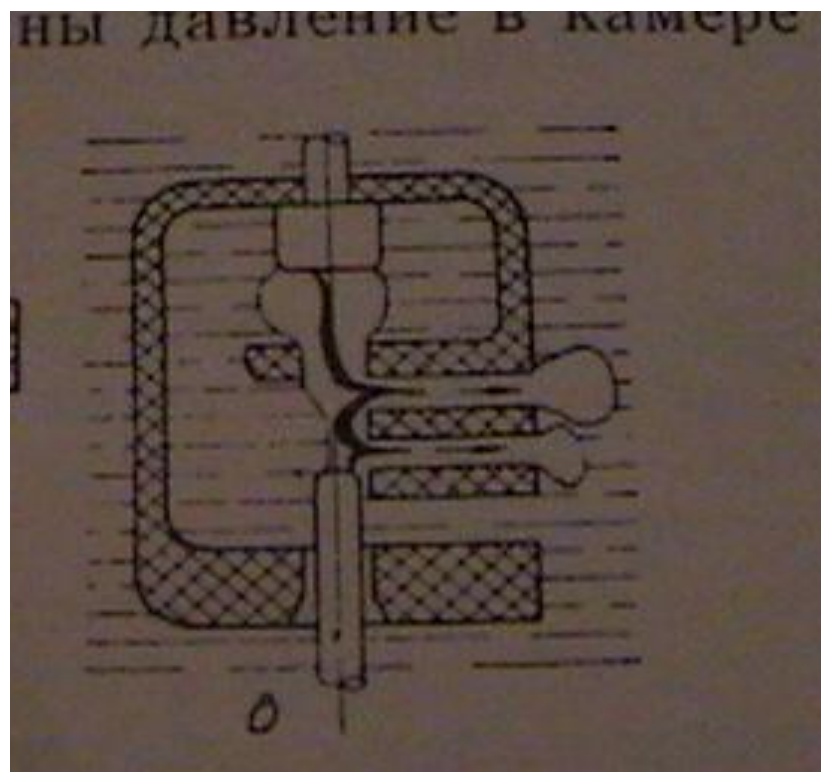
- При включенні вимикача натягується відключаюча пружина, яка утримується зацепкою. Якщо зацепку звільнити (вручну або автоматично) траверса під дією пружини опуститься вниз і розімкнуться контакти вимикача.

Масляні вимикачі



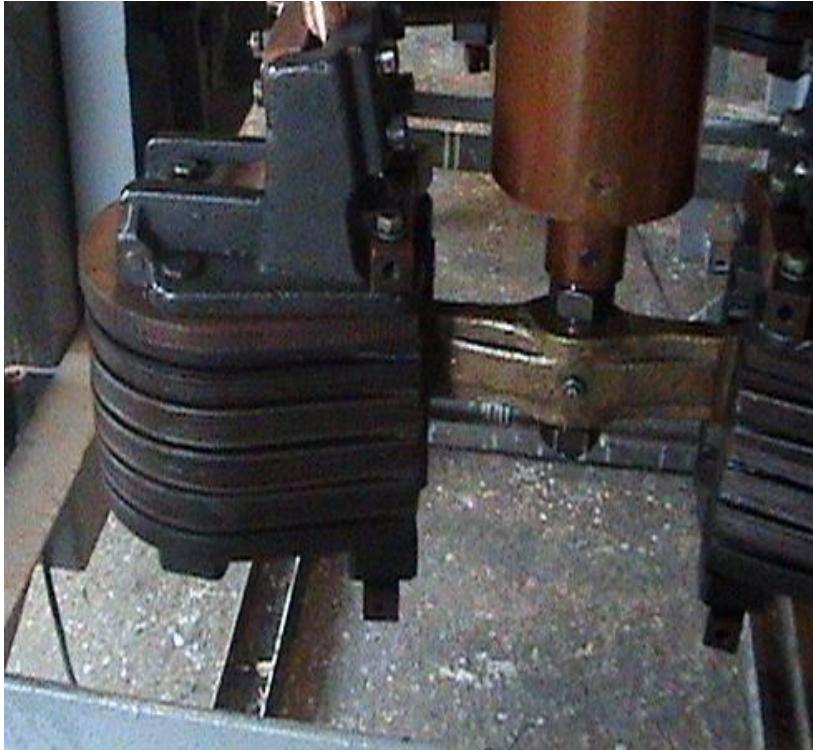
- При розходженні контактів виникають дві електричні дуги, так як утворюються два розриви.
-

МКП-35



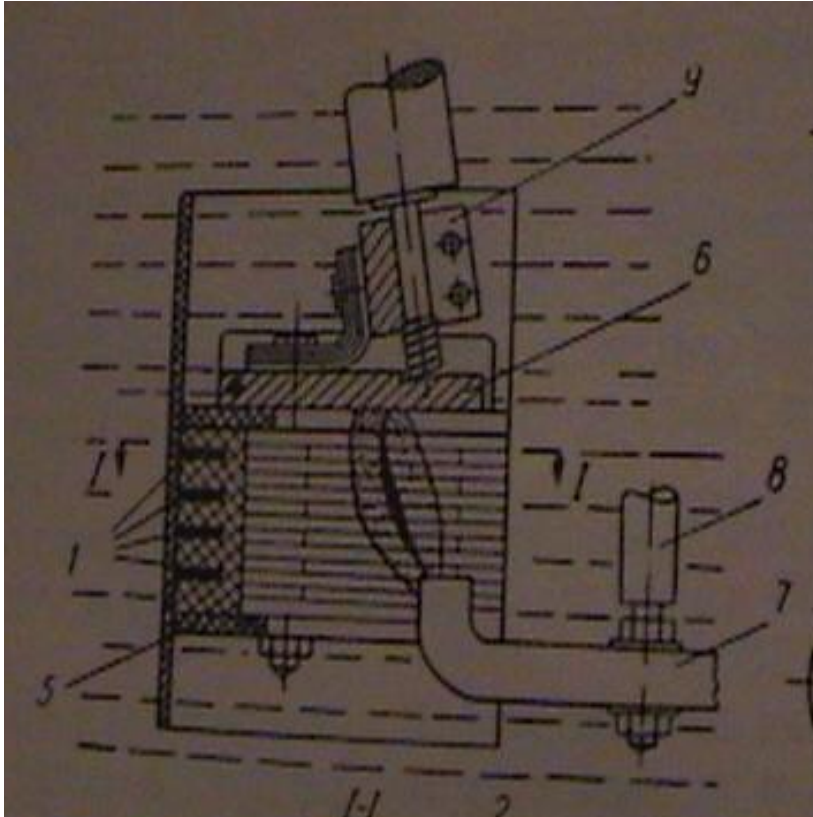
- У вимикачах типу МКП на напругу 35-500кВ застосовуються камери поперечного масляного дуття.

ВМ-35



- У масляних вимикачах ВМ-35 і ВМД-35 для гашення дуги застосовується дугогасна деіонна решітка або поздовжньо-щілинна камера масляного дуття.

Дугогасна камера



- Поздовжньо-щілинна камера представляє собою пакет, зібраний із чергуючих ізоляційних (фібро, гетінакс) і сталевих пластин у вигляді підкови.

Масляні вимикачі

- При відключенні вимикача рухомий контакт проходить через пакет із пластин. Дуга, яка виникає, зтягується в щілини. При цьому дуга розкладає масло і утворюються гази, які накопичуються і створюють масляне і газове дуття.

Масляні вимикачі

- На каркасі розміщений барабан з тросом для опускання і підйому баків
- Бак зварюється із листової сталі. До стінок бака приварені роліки для троса на яких піднімають і опускають бак.

Масляні вимикачі



- Для підсилення ізоляції між струмоведучими частинами вимикача і стінками бака всередині по периметру бака розміщують бакову ізоляцію – обкладка із фанери.

Застосування

- На напругу 6-10кВ раніше застосовувались вимикачі типу ВМБ-10, з простим розривом контактів у маслі.
- Але вимикачі з простим розривом контактів під маслом для відключення струмів короткого замикання непридатні. Необхідно застосовувати дугогасні камери.

Застосування



- Бакові вимикачі типу VMБ-10 на напругу 6-10кВ витіснили вимикачі малооб'ємні з дугогасними камерами.
- На напругу 35кВ і вище для зовнішньої установки масляні бакові вимикачі застосовуються досить широко і в наш час.

Масляні вимикачі



- Кожний бак вимикача має масловказівник і спускний кран.
- В місцях з'єднання бака і кришки встановлюють ущільнювачі.

Масляні вимикачі



- Невеликі перекося бака, неправильна установка дугогасних камер, зволоження і забруднення камери приводить до перекриття бака і камери. Тому при ремонтах велику увагу необхідно приділяти установці бака і камери.

Масляні вимикачі

- Для відводу газів, які утворюються при відключенні струмів короткого замикання, приєднуються газовідвідні трубки. Отвори цих трубок закривають пружинні заслонки, які перешкоджають попаданні вологи і бруду. Заслонки під тиском газів відкриваються

Масляні вимикачі

- Для зберігання відстані від стінок бака фанеру кріплять через рейки які кріпляться дерев'яними гвинтами. Металеві цвяхи недопускаються, так як вони порушують ізоляцію. ВМ старих випусків мали сталеві цвяхи що було їх недоліком.

Ремонт бака

- У ВМ-35 старих випусків необхідно перевірити відсутність металевих гвоздей у кріпленні фанери і рейки. Металеві гвозді можуть бути на самому верху фанери і самому низу.
- При ремонті бака оглядають і очищають масловказівне скло.
- Оглядають шви бака, ущільнення між баком і кришкою бака. Через погане ущільнення може попадати волога в бак.

Ремонт вводів

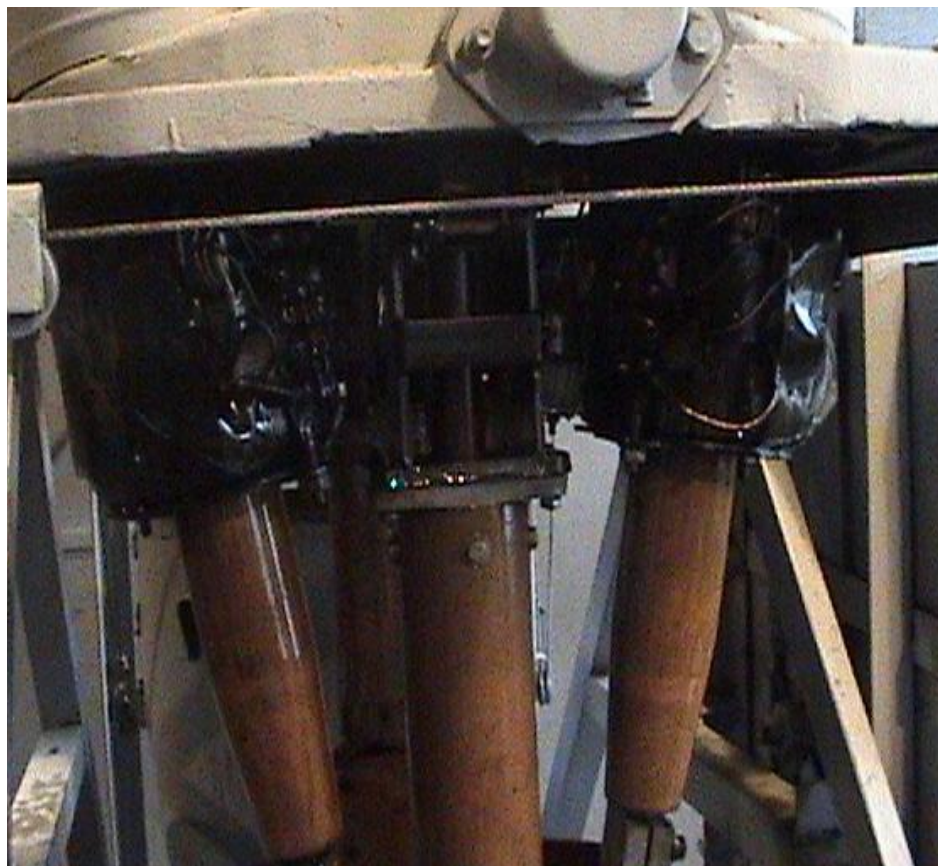


- При огляді вводів првіряють стан арміровочних швів. Арміровка не повинна мати тріщин і вищерблень – вони небезпечні тим що в них попадає волога.
- Якщо на вводах є сліди ржавого підтікання ззовні з верху ввода, такий ввід необхідно замінити, тому що він немає герметичності.

Вводи

- Необхідно перевірити також ущільнення між фланцем ввода і бака вимикача.
- Фарфорові покоришки вводів перевіряють на відсутність сколів і тріщин. При площі сколу $10-12\text{см}^2$ на краях юпки ввід може залишитися в роботі.

Огляд встроєних ТС



Кожний ввід ВМ-35кВ має встроєний трансформатор струму.

При огляді ТС перевіряють їх зовнішній стан, кріплення.

Оглядається проводка від ТС.

Необхідно звернути увагу на роз'їданні ізоляції проводів маслом.

Ремонт привода

- Оглядають і очищають всі доступні частини приводу у відключеному і включеному стані.
- Перевіряють стан шплінтів, шпонок на ричагах механізмів, перевіряють кріплення міжфазових тяг і до приводу.

Ремонт дугогасної камери

- Камери протираються і оглядаються доступні частини прокладок, пластин та ін. ізоляційних пластин. При забрудненні камери підгаром вона промивається маслом.
- Деталі камери необхідно замінити при наявності підгарянь, сліди електричних розрядів та ін. пошкоджень.

Ремонт дугогасної камери

- Ретельно оглядаються і при необхідності ремонтуються екрани дугогасних камер. Екран не повинен мати надривів і тріщин.
- Перевіряється кріплення екрана.

Об'єм капітального ремонту

- 1. Загальний огляд, від'єднання від шин, опускання баків;
- 2. Ремонт бака;
- 3. Ремонт введів і встроєних ТС;
- 4. Ремонт контактів.
- 5. Ремонт приводу;
- 6. Підйом баків, випробування, ошинування.

Ремонт контактної системи

- При наявності оплавлення на нерухомих контактах їх необхідно зняти з камери. Для цього відкручують болти і вибивають вісь на якій сидить контакт.
- Рухомі контакти оглядаються і ремонтуються без зняття із штанги.
- Якщо оплавлень нема на нерухомому контакті зняття його непроводять.

Ремонт контактної системи

- Оплавлення і раковини на контактних поверхнях опилуються напильником, причому не повинен порушуватися профіль контактів.
- Контактні поверхні очищаються від окиснення, бруду напильником або шкіркою.
- Після зачистки видаляються опилки і змащуються технічним вазеліном.

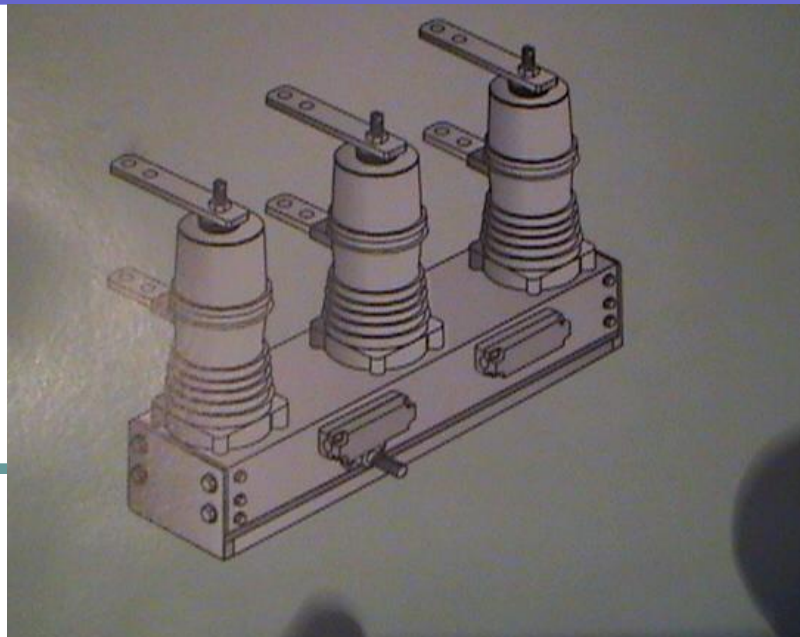
Ремонт контактної системи

- Контактні пружини оглядаються в нормальному і в зжатому вигляді.
- Пружини які мають дефекти необхідно замінити новими заводського виробництва. Застосування кустарних пружин забороняється.

Ремонт контактної системи

- Після ремонту необхідно правильно зібрати контакти і камеру.
- Рухомі контакти повинні проходити в камері не торкаючись її.
- Перевіряється хід рухомих контактів і одночасність замикання.

Вакуумні вимикачі



Призначення

- Вакуумні вимикачі є комутаційний апарат нового покоління призначених для роботи в комплектних розподільчих установках (КРУ) і камерах стаціонарного одностороннього обслуговування (КСО) внутрішньої і зовнішньої установки напругою до 10кВ.

Вакуумні вимикачі

- Також вакуумні вимикачі застосовуються у відкритих розподільчих мережах напругою 35кВ.
- Переваги вакуумних вимикачів:
 - - Малі габарити і вага;
 - - невеликий хід контактів;
 - - швидке поновлення ел. міцності після погасання дуги;
 - - тривалий термін служби.

Тип

ВВ/TEL - X - X / X - XX - X

Вимикач вакуумний

Номер серії

Номінальна напруга, кВ

Номінальний струм відключення, кА

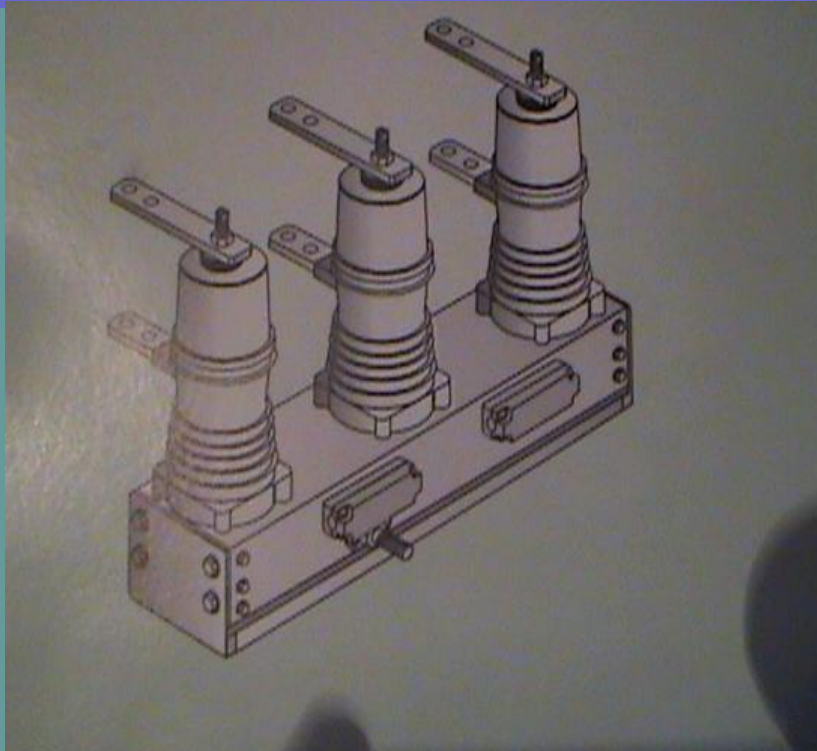
Номінальний струм, А

Кліматичне виконання і категорія розміщення

Конструктивне виконання по каталогу

- ВВ/TEL – 10 – 12,5 / 630 –У2 41

Конструкція вимикача



- Основною частиною вакуумного вимикача служить скляний балон всередині якого є вакуум порядку 10^{-4} - 10^{-9} мм.рт.ст.
- Складається із трьох полюсів із встроєним електромагнітним приводом.

Принцип дугогашення



- Гашення дуги відбувається в глибокому вакуумі.
- Оскільки електрична міцність вакуумного проміжку висока (близько 30кВ/мм), відключення гарантовано відбудеться при зазорі більше 1мм.
- Хід рухомого контакту складає 4мм.

Елегазові вимикачі



Застосування

- Дедалі більше застосування в Україні знаходять елегазові вимикачі 110-750 кВ, і чільну позицію серед виробників елегазового устаткування займає всесвітньо відома шведська компанія АВВ. За минулі роки вимикачі фірми АВВ набули репутацію апаратів, здатних надійно й довговічно працювати в будь-якому кліматі й у будь-якій частині світу. .

Типи

- Нині АВВ випускає два типи вимикачів: серії LTB - з **автокомпресійною** (Auto-Puffen™) дугогасильною камерою й серії HPL з **компресорною** (Puffen) дугогасною камерою.
- Обидва типи вимикачів оснащені механізмом керування, що має моторно-пружинний привод.

Елегазові вимикачі

- Елегазові вимикачі призначені для комутації електричних кіл при нормальних і аварійних режимах, а також для роботи в циклах АПВ в мережах трифазного змінного струму частотою 50 Гц з номінальною напругою 110кВ і вище.

Будова



- Вимикач складається із трьох полюсів (колон), встановлених на загальній рамі і механічно зв'язаних один з одним.

- Всі три полюса вимикача керуються одним пружинним приводом.

Будова



Кожен полюс являє собою герметичну, заповнену елегазом колонку, що має дугогасний пристрій в ізоляторі, пустотілий опорний ізолятор і корпус із механізмом для приєднання керуючих тяг.

Елегазовий вимикач

- Полюс вимикача ВГТ-110 представляє собою колонну, заповненну елегазом (SF_6) - **ВГТ-110-40/2500У1** або
- газовою сумішю (елегаз SF_6 -50 % і тетрафторметан CF_4 - 50%) -**ВГТ-110-40/2500ХЛ1**

Принцип роботи

- Принцип роботи вимикача заснований на гашенні електричної дуги потоком элегаза або газової суміші, який створюється за рахунок перепаду тиску, який створюється автогенерацією, тобто тепловою енергією дуги і поршневим пристроєм в дугогасній камері.

Дугогасний пристрій

- Дугогасний пристрій має размикаючі головні контакти і дугогасні контакти які оброблені металокерамічними напайками.
- Поршневий пристрій для створення тиску в його внутрішній пустоті в якій потік елегаза отримує напрямок руху, необхідний для ефективного гашення дуги.

Дугогасний пристрій

- В верхній частині дугогасного пристрою розміщений контейнер наповнений активованим адсорбентом, який поглинає із газової суміші вологу і продукти розкладання елегаза.

Привід

- Відмова привода часто означає невиконання операції відімкнення загалом, тобто приводи є головними елементами, що забезпечують надійність вимикача, і, отже, системи енергопостачання загалом.

Включення вимикачів

- Включення вимикачів здійснюється за рахунок енергії включаючих пружин привода, а відключення - за рахунок енергії пружини відключаючого пристрою вимикача.
- Заведення пружин привода можна виконати трьома способами:
 - · вручну;
 - · за допомогою електродвигуна, керуемого вручну;
 - · електродвигуна, працюючого в автоматичному режимі.

Ручна заводка

- Вручну пружини заводяться, як правило, при відсутності електроживлення електродвигуна. Завод пружин здійснюється шляхом обертання вала редуктора за допомогою рукоятки по ходу годинникової стрілки. Обертати вал потрібно до моменту переключення блока контактів, тобто до досягнення кулачком положення, при якому він буде мішати операції включення.

Режим двигуна

- Завід пружин за допомогою електродвигуна, який керується вручну (кнопкою "Пуск" в шафі управління), в основному використовується при налагоджувальних роботах і ремонті. Перед заведенням пружин необхідно ключ режиму перевести в положення "Ручне", і подати живлення на електродвигун кнопкою "Пуск". Двигун запуститься, і пружини будуть заводитися до моменту відпущення кнопки "Пуск".

Автоматичне заведення

- Автоматичне заведення пружин застосовується при нормальній експлуатації привода, коли ключ режиму знаходиться в положенні "Автомат".

Привід

- Поряд із пружинними приводами компанія розробила й впровадила у виробництво систему із **серводвигуном цифрового керування** (Motor Drive), здатну безпосередньо, з високою точністю й надійністю, здійснювати привід на контакти вимикача.
- Кількість рухомих деталей в електроприводі скорочена до однієї - ротора електродвигуна.

Привід

- Простота механічної частини електропривода Motor Drive забезпечує його основні переваги:
 - відсутність деталей, що піддаються зношуванню;
 - менші робочі зусилля;
 - істотне зниження рівня шумів при оперуванні;
 - істотне підвищення надійності завдяки відсутності численних взаємодіючих між собою механічних деталей.

Контроль тиску елегаза

- В елегазових вимикачах необхідно контролювати тиск елегаза.
- При витіканні елегазу і зменшенні тиску понад певного значення вимикач відключається автоматично і подальші операції з елегазовим вимикачем блокуються.
- Контроль тиску елегаза здійснюється електроконтактним сигналізатором тиску, встановленому на кожному полюсі. Сигналізатор тиску оснащений пристроєм температурної компенсації, який приводить покази тиску до температури +20°C.

Контроль тиску елегаза

- Сигналізатор тиску оснащений також двома парами нормально замкнутих контактів. Перша пара контактів розмикається при зниженні тиску до:
 - · 3,4 кгс/см² (0,34 МПа) - для ВГТ-110 -40/2500У1,
 - · 6,2 кгс/см² (0,62 МПа) - для ВГТ-110 -40/2500ХЛ1 і подається сигнал про необхідність поповнення елегаза.
- друга пара розмикається при тиску:
 - · 3,2 кгс/см² (0,32 МПа) - для ВГТ-110 -40/2500У1,
 - · 6,0 кгс/см² (0,60 МПа) - для ВГТ-110 -40/2500ХЛ1 і блокуються операції з комутацією вимикача.

Підігрів привода

- Привід оснащений підігрівом, який складається із:
- - двох блоків, розміщених на дні шафи біля бокових дверей, кожний із яких має по 2 трубчатих електронагрівачів (ТЕН) потужністю 400 Вт;
- - постійно включеного резистора антиконденсатного підігріву потужністю 50 Вт.
- Автоматичне включення основного обігріву (ТЕНів) забезпечується при температурі в шафі привода 1 ± 1 °С, відключення при температурі 8 ± 2 °С.

Вимикачі

- Міжнародні дослідження показали, що 80% всіх відмов високовольтних вимикачів відбуваються через відмови приводів. Тому, щоб забезпечити граничну експлуатаційну надійність, вимикачі варто обладнати високонадійними приводами.

Вимикачі

Вимикачі є останньою ланкою в колі енергетичних пристроїв, які становлять захисне устаткування системи енергозбереження. Привод повинен протягом декількох мілісекунд забезпечити енергію, необхідну для перетворення вимикача з ідеального провідника в ідеальний ізолятор.