

The background features a series of overlapping, wavy, ribbon-like shapes. The top layer is a vibrant red, which transitions into a deep purple in the middle, and finally into a teal or greenish-blue at the bottom. The waves flow from left to right, creating a sense of movement and depth. The overall aesthetic is modern and artistic.

Вакуумні вимикачі.

План

1. ВАКУУМНІ ВИМИКАЧІ.
2. КОНСТРУКЦІЯ ВИМИКАЧІВ.
3. ГАСІННЯ ДУГИ У ВАКУУМІ.
4. **ВИМИКАЧІ НАВАНТАЖЕННЯ**

У вакуумних вимикачах контакти розходяться у вакуумі.
На рис.12.1 представлено загальний вигляд вакуумних
вимикачів провідних українських виробників: ВАТ
«Ровенський завод високовольної апаратури» (ВР35НС, ВРС-
10, ВБКЄ -10) та «Таврида Електрик Україна» (ВВ/TEL)



а)



б)



в)



г)

Рис.12.1.
Вакуумні
вимикачі:
а) ВР35НС,
б) ВРС-10,
в) ВБКЄ -10,
г) ВВ/TEL.

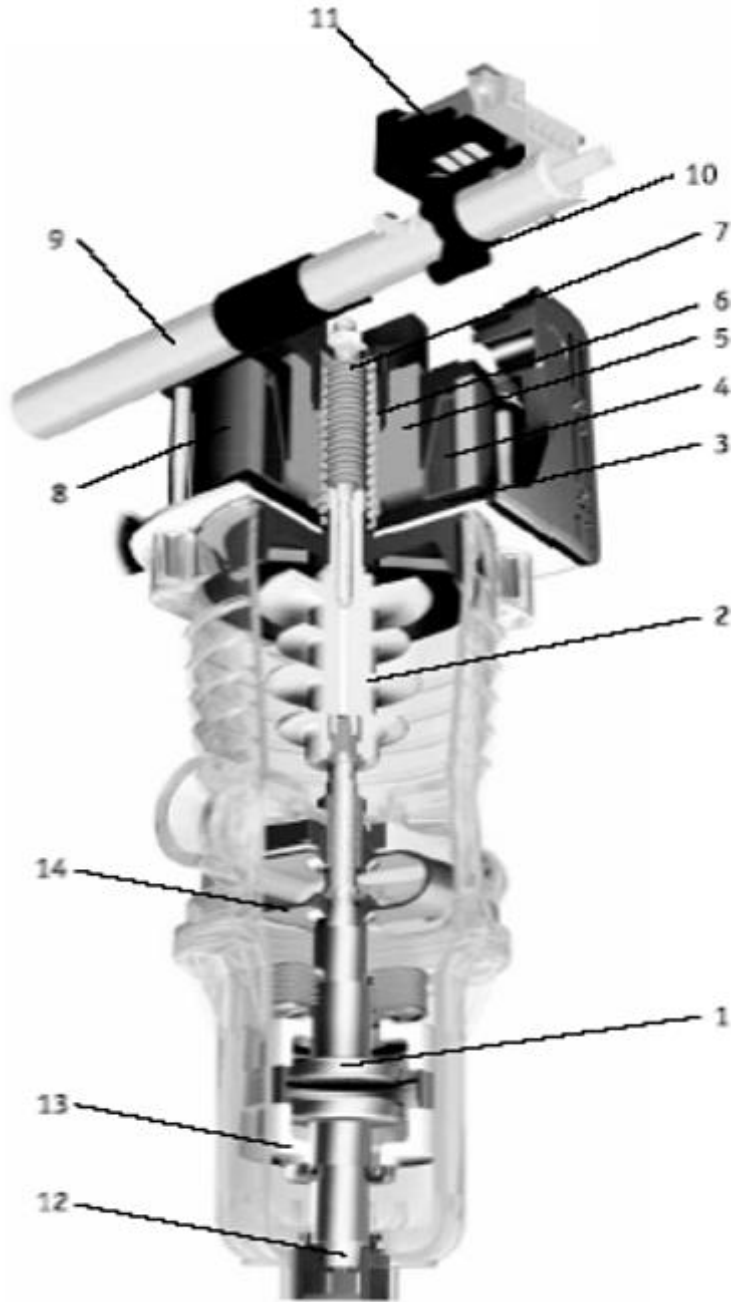


рис.12.3

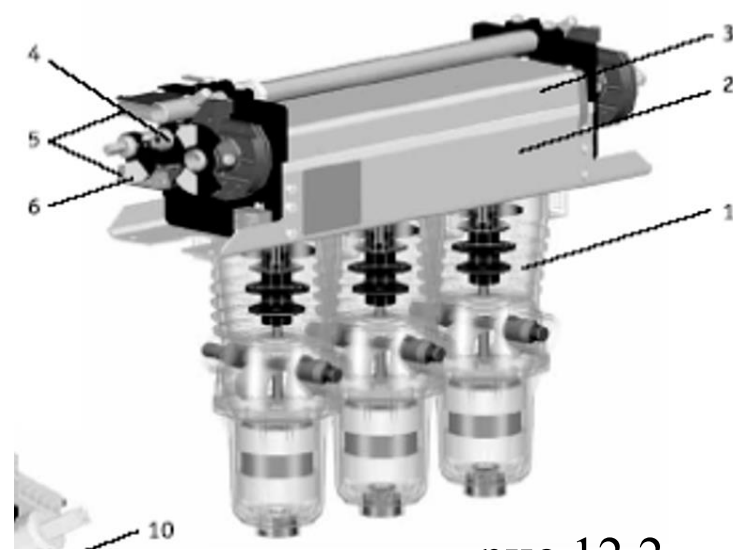


рис.12.2

Розглянемо конструкцію вимикачів на прикладі вимикача ВВ/TEL (рис.12.2).

Вимикач складається з трьох полюсів 1 з вбудованими електромагнітними приводами, які розміщені на загальній основі 2 та захищені кришкою 3.

Якоря електромагнітів механічно зв'язані загальним валом 4, на якому встановлений штовхач (поз. 10 рис.12.3), керуючий при повороті вала допоміжними контактами (поз. 11 рис.12.2). П'ять контактів перемикаючого типу (мікроперемикачі), призначені для використання у зовнішніх допоміжних ланцюгах, розміщені на монтажних платах 5 (рис.12.2). На рис.12.3 показана схема внутрішнього устрою полюса вакуумного вимикача, де 1 – рухомий контакт вакуумної дугогасильної камери, 2 – тяговий ізолятор, 3 – кришка привода, 4 – котушка електромагніта, 5 – якір, 6 – пружина відключення, 7 – пружина підтягування, 8 – кільцевий магніт, 9 – вал, 10 – штовхач, 11 – мікроперемикачі, 12 – нерухомий контакт вакуумної дугогасильної камери, 13 - вакуумна дугогасильна камера, 14 – гнучкий струмоз'єм.

Включення вимикача.

У вихідному положенні контакти вакуумної дугогасильної камери розімкнуті (див. рис. 12.3) за рахунок дії на них відключаючої пружини 6 через тяговий ізолятор 2. У певний момент часу, після подачі напруги позитивної полярності від блоку керування до котушки 4 електромагніта, сила тяжіння якоря 5, створена магнітним потоком, більша за силу пружини відключення 6. Якір 5 електромагніта разом з тяговим ізолятором 2 та рухомим контактом 1 вакуумної камери починає рух униз, стискаючи пружину відключення. У процесі руху якір набуває швидкості близько 1 м/с, що дозволяє знизити вірогідність передпробоїв при включенні та запобігти вібрації контактів вакуумної дугогасильної камери. Після замикання контактів, під дією сили, створеної магнітним потоком та інерцією, якір 5 продовжує рух та стискає пружину додаткового контактного натискання 7. У момент замикання магнітної системи якір доторкається до кришки привода 3 та зупиняється. Після закінчення процесу включення струм котушки привода відключається.

Вимикач залишається у включеному стані за рахунок залишкової індукції, створеної кільцевим постійним магнітом 8, який необмежено довгий час утримує якір 5 у притянутому до кришки 3 положенні без додаткової струмової підтримки.

Запас сили утримання складає 1350 – 1500 Н для вимикача вцілому, що достатньо для надійного утримання контактів у включеному положенні, навіть в умовах дії на вимикач вібрацій та ударних навантажень.

Відключення вимикача

Для відключення вимикача до виводів котушки 4 прикладається напруга негативної полярності від блоку керування ВU/TEL. При цьому струм, який протікає по обмотці, розмагнічує магніт 8. Якір 5 електромагніта під тиском пружини відключення 6 та пружини додаткового контактного натискання 7 прискорюється та ударяє по тяговому ізолятору 2. Ударна сила, яка передається якорем рухомому контакту 1 через тяговий ізолятор 2 перевищує 200 кгс, що сприяє розриву точок зварювання, які можуть виникати між контактами при протіканні струму КЗ.

Крім того, рухомий контакт *1* вакуумної камери практично миттєво набуває високої стартової швидкості, що позитивно впливає на відключення струмів КЗ. Під дією пружини відключення якір *5* рухається вгору та переміщує рухомий контакт *1* вакуумної камери в розімкнуте положення. Привід ВВ/TEL потребує незначної енергії для відключення вимикача. При відключенні від джерела постійної напруги 220В (блока керування) струм у ланцюгу відключення не перевищує 1,5 А. Тривалість протікання струму - не більше 10 мс.



Рис.12.4. Вакуумні дугогасильні камери серії TEL

Вакуумні дугогасильні камери (рис. 12.4).

У момент розмикання контактів у вакуумному проміжку струм, який комутується, ініціює виникнення електричного розряда, так звана «вакуумна дуга». Існування вакуумної дуги підтримується за рахунок металу, який випаровується з поверхні контактів у вакуумний проміжок. Плазма, утворена іонізованими парами металу, є провідником струму та підтримує його протікання між контактами до момента переходу струму через нуль.

У цей момент дуга гасне, а залишки парів металу миттєво конденсуються на поверхні контактів та інших деталей дугогасильної камери, відновлюючи електричність вакуумного проміжку. У цей же час на розведених контактах відновлюється прикладена до них напруга. Якщо при відновленні напруги на поверхні контакта (як правило, анода) залишаються перегріті ділянки, вони можуть служити джерелом емісії заряджених частинок, які викликають пробій вакуумного проміжку, з наступним протіканням струму через нього.

Для попередження таких випадків потрібно керувати вакуумною дугою, рівномірно розподіляючи тепловий потік по всій поверхні контактів. Найефективнішим способом керування дугою є накладання на неї поздовжнього (співнаправленого з напрямом струму) магнітного поля (рис. 12.5), яке індукується самим струмом.

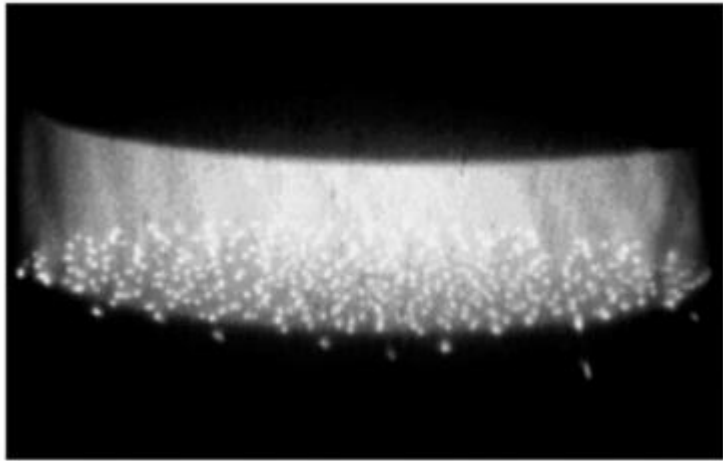


Рис.12.5. Поздовжнє магнітне поле рівномірно розподіляє вакуумну дугу по поверхні контактів

Така конструкція вакуумних дугогасильних камер має явні переваги:

- Висока відключаюча здатність;
- Мінімальні габарити та маса;
- Мала величина струму (4–5 А), що обмежує комутаційні перенапруги до безпечних величин;
- Поздовжнє магнітне поле мінімізує комутаційний знос контактів (ерозію) та забезпечує значний комутаційний ресурс.

12.2. ТИПИ ВАКУУМНИХ ВИМИКАЧІВ

У наш час випускаються вимикачі внутрішньої та зовнішньої установки на номінальну напругу до 35 кВ:

ВВ/TEL–10–12,5/630-У2; ВР1-10-20/630 У2; ВР6К-6-40/1600 У2;
ВР35-35-20/1250 Т3; ВРС-10-20/1000 У2; ВР35НС-35-20/1600 У1; ВБЗЕ –
35-20/1000 У1; ВБЗО – 27,5-20/1000 У1;
ВБПС – 35 III – 31,5/2000 УХЛ1; ВБЭС – 35 III – 25/1600УХЛ1;
ВБЭТ – 35 – 25/630 УХЛ1; ВВТЭ – М – 10 – 20/630 Т3

Умовні позначення вимикачів складаються з літер та цифр, які означають:

В (ВВ, ВБ)– вимикач вакуумний, ВР1 – ВР35 – серія вакуумного вимикача з електромагнітним приводом, Н (З) – зовнішньої установки, Э (Е) – з електромагнітним приводом, П – з пружинним приводом, О – однофазний; Т – з вбудованими трансформаторами струму (ВБЭТ) або триполюсний (ВВТЭ), М – модернізований, С – сухий (з повітряною ізоляцією всередині полюсів – ВР35НС) або стаціонарний (ВБЭС, ВБПС).

Перше число – номінальна напруга, кВ; III (цифра біля напруги) – ступінь забруднення зовнішньої ізоляції; друге та третє числа – відповідно номінальний струм відключення, кА, та номінальний струм, А; літери та числа після цих чисел – кліматичне виконання та категорія розташування.

12.3. ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ВАКУУМНИХ ВИМИКАЧІВ.

Переваги:

- невеликі габарити, простота конструкції;
- вибухобезпечність;
- малий час відключення (0,05—0,075 с);
- висока швидкість відновлення міцності дугогасильного проміжку;
- зручні для відключення емнісного навантаження;
- безшумна робота;
- немає викидів у атмосферу;
- повна герметизація дугогасильного пристрою;
- значний ресурс при комутації номінального струму $(30—50) \cdot 10^3$ комутацій;

легкість та простота адаптації у будь-які КРУ, КСО; · низька вартість.

Недоліки:

· поблизу нуля струму спостерігається зрізання струму, в результаті якого у деяких типів вакуумних вимикачів виникають перенапруги, небезпечні для комутуючого обладнання;

· для боротьби з виникаючими перенапругами потрібно використовувати РС-ланцюжки або обмежувачі перенапруги, або використовувати вимикачі з електромеханічним способом усунення перенапруг.

ВИМИКАЧІ НАВАНТАЖЕННЯ.

13.1. ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ВИМИКАЧІВ НАВАНТАЖЕННЯ.

Вартість сучасного РП з вимикачами досить висока. Дорогий сам вимикач з приводом. Крім того, для управління вимикачем потрібні трансформатори струму, релейний захист.

Якщо тривалий струм установки невеликий (не більше 630 А), то вимикач та релейний захист можна замінити двома простими апаратами – вимикачем навантаження та запобіжником. Вимикач навантаження призначений для багатократних комутаційних операцій. Для відключення струмів навантаження використовується вимикач, який має дугогасильний пристрій невеликої потужності, а КЗ відключається високовольтним запобіжником.

У вимикачах навантаження для гасіння дуги використовуються такі типи камер:

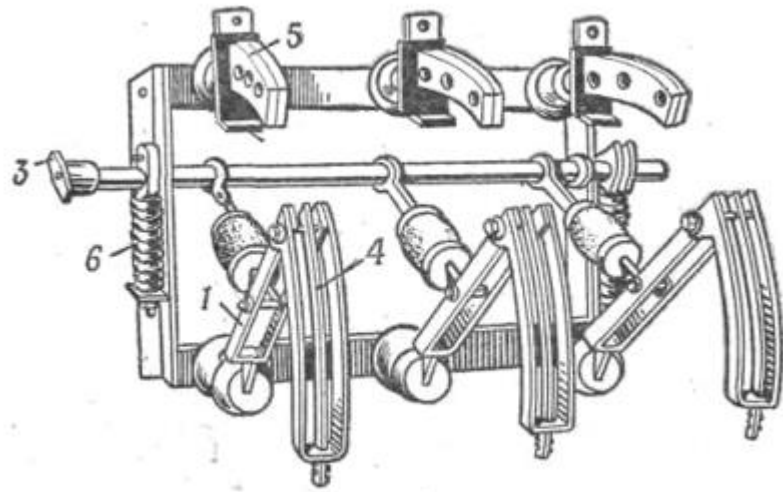
1. камери з автогазовим дуттям;
2. камери з пневматичним дуттям;
3. камери з елегазовим дуттям та вакуумними елементами.

13.2. КОНСТРУКЦІЯ ВИМИКАЧІВ З АВТОГАЗОВИМ ДУТТЯМ.

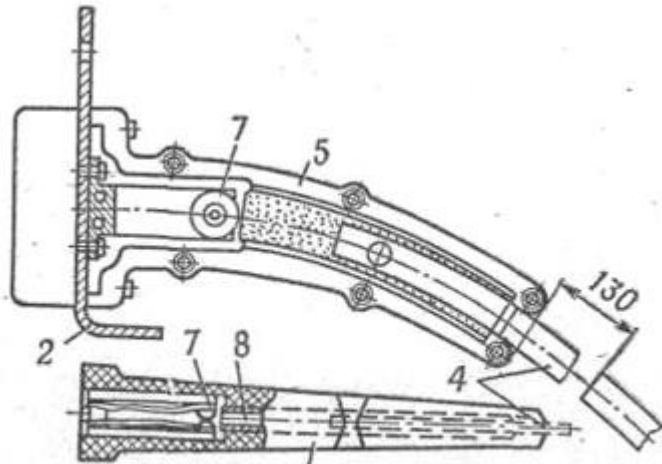
Найрозповсюдженими є вимикачі навантаження з автогазовим дуттям.

Одночасно ведуться роботи по створенню вимикачів навантаження, які використовуватимуть інші принципи та дозволять збільшити відключаючий струм до 1000 А і вище при напрузі від 10 кВ і вище.

Загальний вигляд автогазового вимикача зображено на рис.13.1,а.



a)

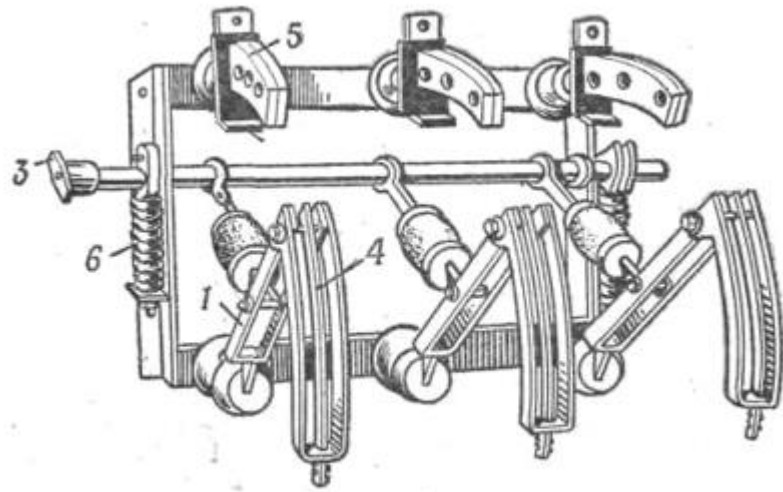


б)

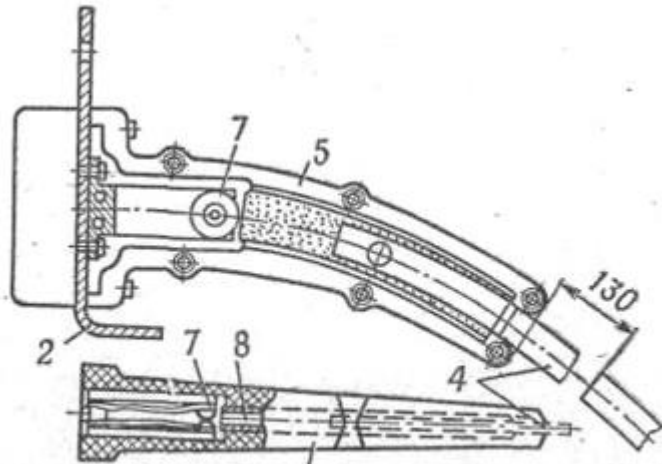
Рухомі контакти приводяться у рух валом вимикача 3, який з'єднаний з контактами фарфоровою тягою. Відключення вимикача проходить під дією пружин 6, які заводяться при включенні апарата.

Дугогасильна камера апарата зображена на рис.13.1,б. Нерухомий дугогасильний контакт точкового типу 7 з'єднаний з головним нерухомим контактом 2. Корпус 5 виконано з пластмаси та складається з двох половин, стянутих сталевими гвинтами. Всередині корпуса розміщені два вкладиша 8 з газогенеруючого матеріалу, наприклад, з органічного скла, вініпласта тощо.

Рис.13.1. Вимикач навантаження типу ВН-16



a)



b)

Усі три полюси вимикача розміщені на одній звареній рамі. На нижньому опорному ізоляторі полюса розміщені виводи полюса та шарнір рухомого контакту 1.

На верхньому ізоляторі закріплений нерухомий головний контакт 2, дугогасильна камера 5 та другий вивод полюса. Рухомий контакт 1 виконано здвоєним. Усередині закріплений дугогасильний контакт 4 у вигляді вигнутої тонкої мідної шини. З боків йдуть дві сталеві пластини, які утворюють головний рухомий контакт.

Рис.13.1. Вимикач навантаження типу ВН-16

Для управління вимикачем використовують ручний ричажний привод, який має вбудований електромагніт, що забезпечує дистанційне відключення апарата.

У включеному стані вимикача струм проходить через контур головних та дугогасильних контактів.

Під час відключення спочатку без дуги розмикаються основні контакти та весь струм перекидається у дугогасильний контур. Після розходження дугогасильних контактів між вкладишами загоряється дуга. Завдяки високій температурі дуги вкладиші інтенсивно виділяють газ, який прямує вийти з камери через зазор між рухомим контактом та вкладишами. При цьому виникає поздовжній обдув дуги, у результаті чого вона гасне. Зона викиду газів з камери 200-500 мм. Контакт 4 виходить з камери тоді, коли дуга згасне.

У відключеному стані дугогасильний контакт відходить від камери на відстань, достатню, щоб витримати випробувальну напругу, призначену для роз'єднувача на цей клас напруги.

Без заміни вкладишів вимикач навантаження ВН-16 може відключити номінальний струм 200А при напрузі 10 кВ 75 разів.

13.3 ТИПИ ВИМИКАЧІВ НАВАНТАЖЕННЯ.

У наш час випускаються вимикачі на номінальну напругу до 10 кВ:

ВНБ-10/630-16 УХЛ2; ВНАП(Л)-10/630-20У2; ВНАП(Л)-10/630-20зУ2;

ВНАП(Л)-10/630-20зпУ2; ВНМ-10/630-31,5УХЛ3; ВНАП(Л)-10/630-20-2зУ2;

ВНАП(Л)-10/630-20-3зпУ2; ВНАП(Л)-10/630-20зпУ2

Умовні позначення вимикачів складаються з літер та цифр, які означають: ВН – вимикач навантаження, Б – вакуумний (ВНБ), А – автогазовий, М – модернізований. Перше число – номінальна напруга, кВ; друге число – номінальний струм відключення, А; третє число – номінальне значення періодичної складової струму КЗ, кА; літери: з (2з) – наявність та кількість заземляючих ножей, п – з запобіжником, 3 – наявність пристрою для подачі команди на відключення при перегоранні запобіжника, літери та числа наприкінці – кліматичне виконання та категорія розташування.

13.4 ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ВИМИКАЧІВ НАВАНТАЖЕННЯ.

Переваги:

Вимикач з приводом не потребує заміни деталей на протязі всього срока служби при виконанні правил транспортування, зберігання, монтажа та експлуатації;

Ресурс вимикача 8000 циклів на протязі срока служби не менше 25 років;

Невисока вартість.

Недоліки:

Розрахований на невеликий струм та напругу установки.

