

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни «Електричні станції та підстанції»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Електромеханіка

За темою № 9 - Комутаційні електричні апарати

Харків 2022

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.01.2023 № 1

СХВАЛЕНО

Методичною радою Кременчуцького
льотного коледжу
Протокол від 19.12.2022 № 5

ПОГОДЖЕНО

Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 27.01.2023 № 1

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, протокол від 10.12.2022 № 8.

Розробники:

Викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання,
к.т.н., доцент, викладач, Шокарьов Д.А.

Рецензенти:

1. Інженер з технічного обслуговування, ремонту та діагностики авіаційної техніки ТОВ «ЕЙР ТАУРУС» Калінін О.В.
2. Професор циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії Гаврилюк Ю.М.

План лекції:

1. Вступ.
2. Типи вимикачів і їх конструктивні особливості.
3. Основні параметри та експлуатаційні характеристики сучасних вимикачів, роз'єднувачів та інших електричних апаратів.
4. Питання для самоконтролю.

Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в Інтернеті

Основна література:

1. Козлов В. Д. Електрична частина станцій та підстанцій аеропортів : підручник / В. Д. Козлов, В. П. Захарченко, О. М. Тачиніна; за заг. ред. В. Д. Козлова.— К. : НАУ, 2018. – 312 с.
2. Костишин, В. С. Електрична частина станцій та підстанцій : навч. посіб. / В. С. Костишин, М. Й. Федорів, Я. В. Бацала. - Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2017. - 243 с.
3. Бардик Є. І. Електрична частина станцій та підстанцій. Основне електрообладнання: навч. посібник / Є. І. Бардик, М. П. Лукаш – К.: НТУУ «КПІ», 2016 – 220 с.

Допоміжна література:

1. Неклепаев Б.Н. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования / под ред. Б.Н. Неклепаева. – М.: изд-во НЦ ЭНАС, 2014. – 152 с.
2. Шкрабець Ф.П., Плешков П.Г. Основи електропостачання. Навчальний посібник. – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2015.
3. Шестеренко, В. Є. Електропостачання промислових підприємств. Посібник до курсового та дипломного проектування / Шестеренко В. Є., Шестеренко О. В. — Київ, 2015. — 424 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Офіційний сайт Міністерство енергетики України <http://mpe.kmu.gov.ua/>
2. Сервер Верховної Ради України. – Режим доступу : www.rada.gov.ua.

1 Вступ. Високовольтні вимикачі

Вимикачі призначені для включення і відключення струмів:

- нормального, ремонтного і післяаварійного режимів;
- короткого замикання;
- струмів холостого ходу трансформаторів;
- зарядних струмів ліній.

Крім загальних вимог, що пред'являються до всіх електричних апаратів, вимикачі повинні мати:

- високу здатність, що відключає;
- високу швидкість.

Вимикачі високої напруги характеризують такими параметрами:

- номінальний струм $I_{ном}$, А; $I_{ном} \geq I_{max}$;
- номінальна напруга $U_{ном}$, кВ; $U_{ном} \geq U_{сети}$
- номінальний струм відключення ; $I_{откл_{ном}}$; $I_{откл_{ном}} \geq I_{п,о}^{(3)}$. Номінальний струм відключення характеризує здатність, що відключає вимикачів і визначає найбільше значення періодичної складової струму трифазного струму короткого замикання в момент розбіжності контактів, яке вимикач здатний відключити при заданих умовах експлуатації.
- допустиме відносне зміст аперіодичної складової в струмі відключення:

$$\beta_{ном} \% = \frac{i_{a_{ном}}}{\sqrt{2} \cdot I_{откл_{ном}}} \cdot 100,$$

$$i_{a_{ном}} \geq i_{a,t},$$

де $i_{a,t}$ - значення аперіодичної складової струму трифазного короткого замикання в момент розмикання контактів

$$t = t_{св_{p3min}},$$

де t_{p3min} - мінімальний час дії основного релейного захисту;

$t_{св}$ - власний час відключення вимикача.

Якщо $t > 0.09$ с, приймають $\beta_n = 0$.

якщо $t \leq 0.09$ с, значення β_n визначають по кривій $\beta_n \% = F(t)$.

- цикл операцій - виконувана вимикачем послідовність операцій включення і відключення при неодноразовому включенні вимикача на к.з.

Вимикачі, для яких передбачається АПВ, повинні витримувати цикли:

О-180с - ВО - 180с - ВО;

О- $t_{бт}$ - ВО - 180с - ВО;

О $t_{бт}$ - ВО - 20с - ВО.

Для вимикачів без АПВ:

О-180с - ВО - 180с - ВО

У наведених циклах операцій використовуються позначення:

Про - відключення;

ВО - включення і негайне відключення після включення на коротке замикання)

180с, 20с, $t_{бт}$ - паузи між операціями. $t_{бт}$ - мінімальна для включателя безструмової пауза при АПВ.

- струм ($I_{терм}$) і тривалість ($t_{терм}$) термічної стійкості при наскрізних к.з.

$$I_{терм}^2 t_{терм} \geq B_k,$$

де B_k - тепловий імпульс струму короткого замикання.

Тривалість дії струму короткого замикання $t_{откл}$

$$t_{откл} = to_{p3min},$$

де $t_{ов}$ - повне час відключення вимикача.

- струм динамічної стійкості ідін

$$i_{дин} \geq i_y^{(3)}.$$

- номінальний струм включення $-I_{вкл_{ном}}$ - струм, який вимикач може включити без зварювання контактів;

- власний час відключення $t_{св}$ - інтервал часу від подачі команди на відключення до початку розбіжності контактів;

- повне час відключення $t_{ов}$ - час від подачі команди на відключення до згасання дуги

$$t_{ов} = T_{св} + t_r,$$

де t_r - тривалість гасіння дуги;

- час включення вимикача $t_{ов}$ - час від моменту подачі команди на включення до появи струму в ланцюзі.

2 Масляні вимикачі

У масляних вимикачах масло використовується як засіб, що зумовлює гасіння дуги, а також як ізоляція. має властивості, які характеризують як гідності, так і недоліки МВ:

Процес відключення в маслі відбувається наступним чином: при розбіжності контактів виникає дуга високої температури, при якій масло випаровується і розкладається, утворюючи навколо дуги газовий міхур. Уже при цьому дуга охолоджується, віддаючи теплоту на випаровування і розкладання масла. Крім того, посилюється циркуляція масла і збільшується тиск, що також сприяє охолодженню дуги. І направивши газу міхура з великою швидкістю уздовж або перпендикулярно стовбуру дуги, можна ще підвищити ефективність гасіння дуги.

Тиск, що виникає у вимикачі при відключенні, грає і негативну роль і може привести до викиду масла через вихлопну трубу, вибухів і руйнувань в приміщеннях розподільних пристроїв.

Можуть виникнути і так звані "вторинні вибухи" внаслідок вибухонебезпечності газів (водню і ацетилену) в продуктах розкладання масла. Для запобігання вибухів і викидів масла створюють повітряну подушку над рівнем масла під кришкою вимикача, а рівень масла повинен бути настільки вище розриву контактів, щоб водень і ацетилен не викидати в повітряну подушку, утворюючи горючу суміш.

У багатооб'ємних (бакових) вимикачах контакти поміщені в бак, залитий маслом (всі три полюси в одному баку - при напрузі 6-10 кВ і кожен полюс в окремому баку - 35 кВ і вище). На напругу 6 - 10 кВ бакові вимикачі мають вільний гасіння дуги в маслі. Гасіння дуги полегшується створенням двох розривів на полюс. Крім того для більш надійного гаснення дуги забезпечують досить велика розбіжність контактів. Під дією Еду дуга рухається, чим забезпечується більш інтенсивне охолодження дуги.

У багатооб'ємних вимикачі масло є не тільки дугогасящей середовищем, а й ізоляцією від заземлених стінок бака між фазами при розміщенні трьох полюсів в одному баці.

При розриві дуги в великому обсязі масла (при відкритій дузі) швидкість руху газових частинок недостатня. Для створення ефективного газового дуття необхідно:

- посилити газоутворення;
- надати частинкам газу велику швидкість руху щодо дуги.

Для цього контакти розміщують в дугогасительной камері, зануреної в загальний обсяг масла в баку вимикача (зміцнюються в нижній частині прохідних ізоляторів-вводів).

Крім більш ефективного гасіння дуги дугогасительні камери зменшують тиск на стінки бака.

Конструкції дугогасильних камер можуть створювати поздовжнє і поперечне дуття.

Великий обсяг масла в бакових вимикачах обумовлює їх високу пожежонебезпечність, ускладнює експлуатацію. Тому широкого поширення набули маломасляні і вимикачами.

Маломасляний вимикачі являють собою дугогасительную камеру бакового вимикача, вміщену поза баком на твердих ізоляторах.

Малооб'ємні вимикачі виконуються на всі напруги до 500 кВ включно. Вони мають невеликі габарити і масу, низьку вартість. Слідство невисокою вибухо- і пожежонебезпеки можуть встановлюватися не тільки у відкритих, але і в закритих РУ.

3 Повітряні вимикачі

Повітряні вимикачі відносяться до групи газових вимикачів. Для гасіння дуги в них використовується стиснене повітря, що забезпечує поздовжнє або поперечне дуття на стовбур дуги. При цьому дуга інтенсивно охолоджується і зменшується її перетин. Одночасно при цьому з міжконтактного проміжку виносяться заряджені частинки. Іонізованим середовищем замінюється свіжим деіонізованим повітрям, що володіє високою електричною міцністю.

Гасіння дуги здійснюється в дугогасительной камері, важливим елементом якої є сопло, стиснене повітря з якого викидається з великою швидкістю, і в міжконтактного проміжку підтримується необхідний тиск.

У вимикачах до 35 кВ ізоляційний проміжок створюється в дугогасительній камері шляхом розведення контактів на достатню відстань, і контакти залишаються роз'єднаними за рахунок тиску стисненого повітря.

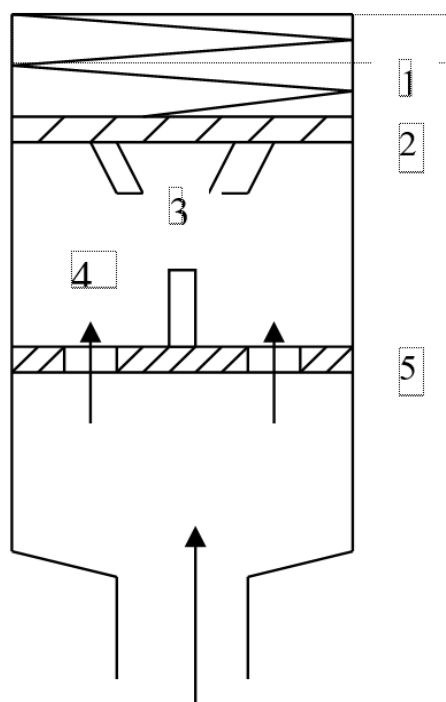


Рисунок 5. 2 - Конструкція дугогасительної камери повітряного вимикача

У дугогасительну камеру подається стиснене повітря через отвори в перегородці 5. Потік повітря піднімає поршень 2, на якому укріплений рухливий контакт 3. Відбувається розмикання подвіжного контакта 3 з нерухомим контактом 4. При цьому стискається пружина 1. Після припинення подачі повітря поршень опускається під тиском пружини і відбувається включення. Весь час включеного положення вимикача камера повинна знаходитися під тиском повітря. Існує конструкція вимикачів з додатковим віддільником.

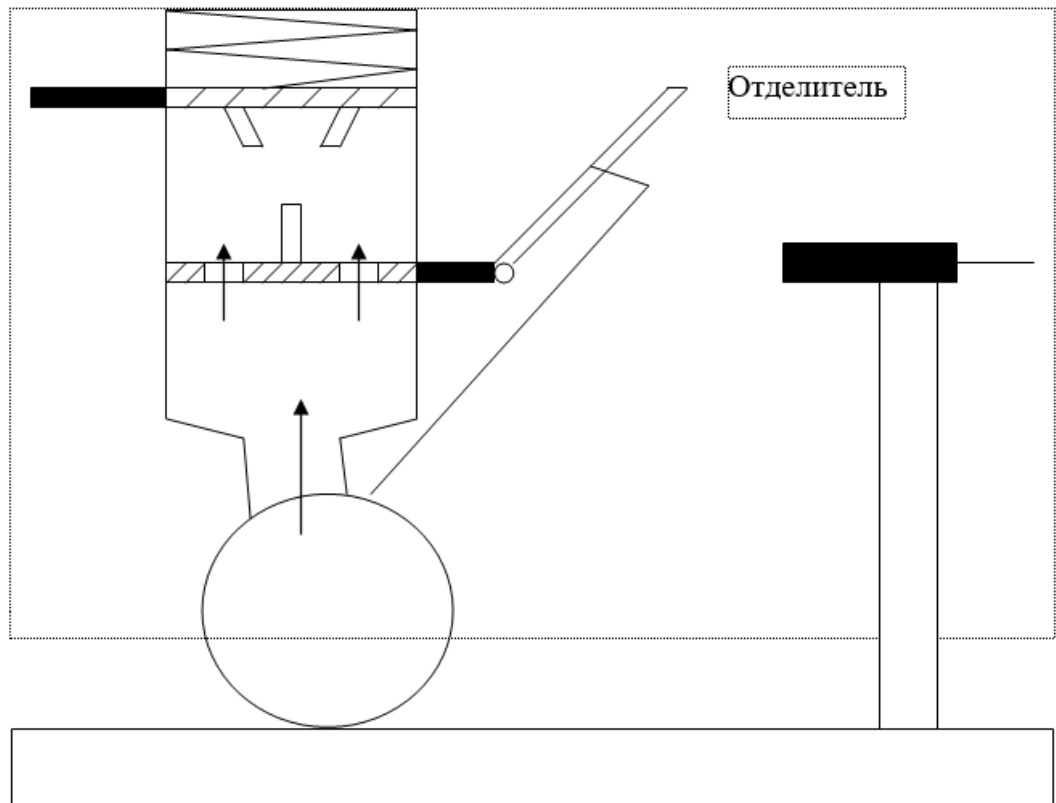


Рисунок 5.3 - Повітряний вимикач з віддільником

Після відключення і згасання дуги в дугогасительной камері стиснене повітря подається в привід отделителя і створюється другий розрив. Після цього припиняється подача повітря в дугогасительную камеру, контакти в ній замикаються, а ізоляційний проміжок забезпечується віддільником.

Відокремлювач може бути встановлений, відкрито (рис. 5.3) або в воздухонаполненні камері (рис. 5.4 а).

Чим більша напруга і відключається потужність, тим більше розривів необхідно мати, як в дугогасительной камері, так і в отделителе

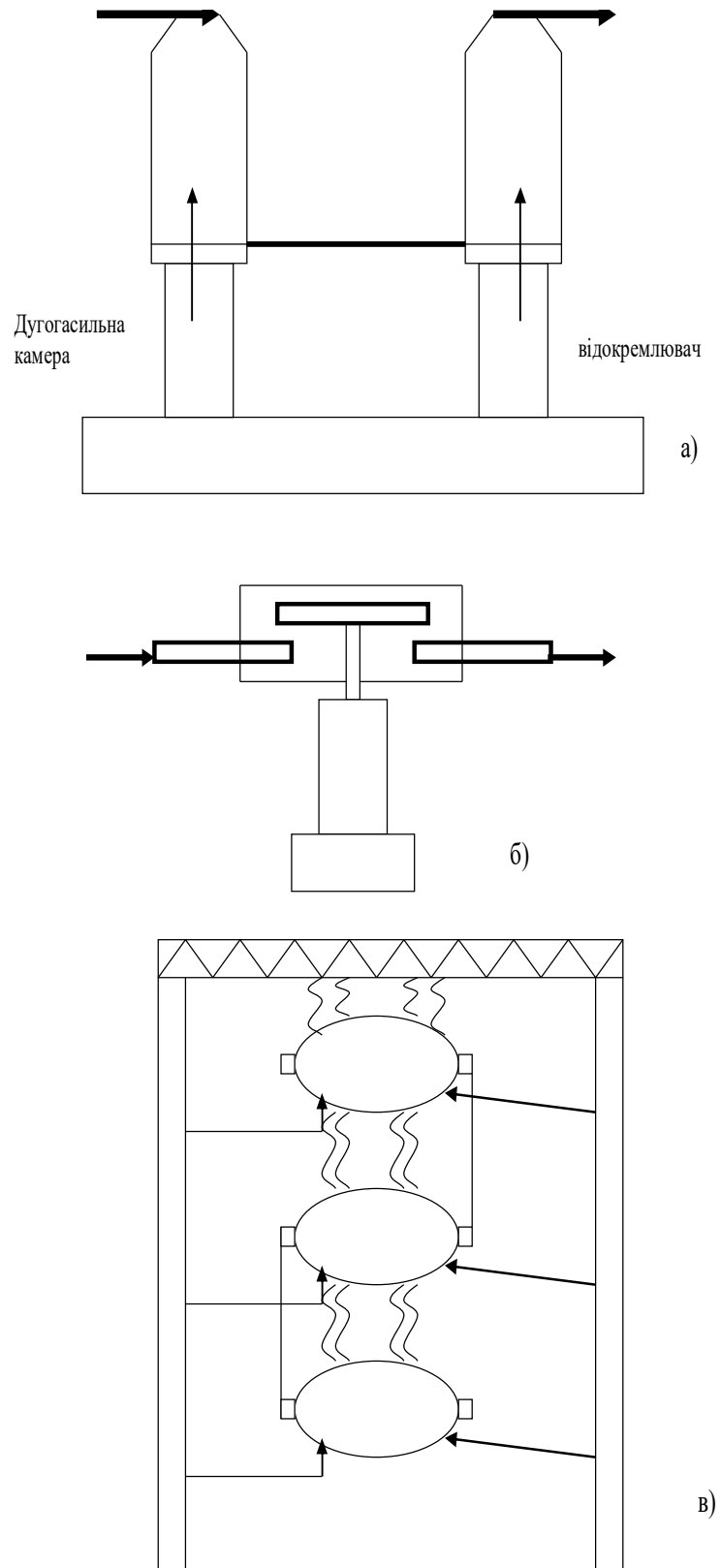


Рисунок 5.4 - Конструкції повітряних вимикачів

Бакові повітряні вимикачі (рис. 5.4 б) не мають відокремлювачів. Вони мають два послідовних розриву ланцюга в баку стисненого повітря. При відключенні відкриваються дуттьові клапани, стиснене повітря з великою швидкістю виривається в атмосферу і створює дуття, що гасить дугу.

На напругу вище 750 кВ розроблені вимикачі в підвісному виконанні (рис 5.4 в), що складаються з декількох послідовних модулів (баків).

Повітряні вимикачі вибухо і пожежобезпечні, мають високу швидкодію, високу здатність, що відключає, надійно відключають ємнісні струми. Недоліками повітряних вимикачів є: необхідність спорудження компресорної установки, складність конструкції; висока вартість, складність установки вбудованих трансформаторів струму.

4 Елегазові вимикачі

Відносяться до групи газових вимикачів. У них використовується елегаз (шестифториста сірка SF₆), який відноситься до електронегативним газам (фреон, елегаз), що володіє властивістю захоплювати електрони і приєднувати їх до своїх нейтральним частинкам. Негативні іони, що утворюються при цьому, легко рекомбінують з позитивними іонами. При цьому швидко знижується провідність міжконтактного проміжку і підвищується швидкість наростання електричної міцності. При рівному ефекті для гасіння дуги потрібно менший обсяг елегазу і менший тиск, ніж в повітряних вимикачах. Елегаз негорюч, не токсичний, не має запаху, інертний до інших речовин.

Елегазові вимикачі мають недоліки:

- елегаз здатний розкласти вологосодержащих ізоляційні матеріали, тому в елегазових вимикачах застосовують стійкі ізоляційні матеріали (тефлон);
- елегаз має високу температуру скраплення, тому необхідний підігрів вже при 60 С;
- під впливом дуги елегаз розкладається на отруйні складові, які усуваються при приміщенні в дугогасительную камеру невеликої кількості активованого алюмінію.

У елегазових вимикачах застосовуються дугогасительні пристрої:

- з гасінням дуги у відкритому обсязі. Ефективність такого способу гасіння дуги невисока, тому застосовується рідко;
- з переміщенням дуги в елегазі під дією магнітного поля (електромагнітне гасіння). Такий спосіб гасіння дуги застосовують у вимикачах 6-10 кВ. Для переміщення дуги можуть використовуватися порожні контакти (рис. 5.5), всередині яких поміщені постійні кільцеві магніти, які змушують дугу обертатися по поверхні контактів з великою швидкістю;
- з поздовжнім дуттям елегазу, яке створюється при перетікання елегазу з резервуара з високим тиском в резервуар з низьким тиском;
- з автопневматическим дуттям. Дуття створюється контактами особливої конструкції (рис 5.5).

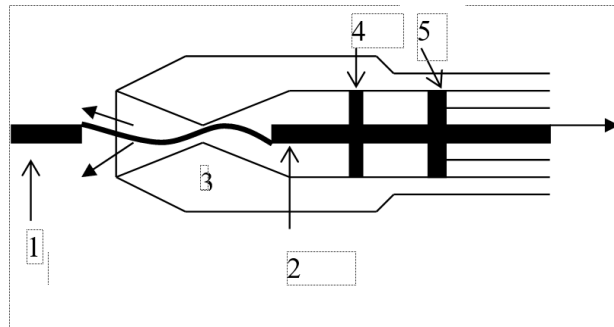


Рисунок 5.6 - Конструкція контактів елегазового вимикача з автопневматичним дуттям

1-нерухомий контакт

2-рухливий контакт

При відключенні рухливий контакт (2) йде вправо разом з соплом (3), яке пов'язане з контактом (2) посредством перегородки з отворами 4. Поршень (5) при цьому залишається на місці. Елегаз в обсязі між (4) і (5) стискається і через отвори в перегородці подається на дугу уздовж неї. Всі пристрій розміщено в резервуарі з електричним маслом. При такому способі гасіння дуги не потрібно створювати високий тиск електричного масла в резервуарі і не потрібно підігрів. Автопневматическое дуття застосовується в вимикачах напругою до 220 кВ.

5 Електромагнітні вимикачі

В електромагнітних вимикачах для гасіння дуги не потрібно спеціальної дугогасящої середовища. Дуга гаситься в повітрі при атмосферному тиску. За рахунок електромагнітного дуття дуга переміщається і охолоджується.

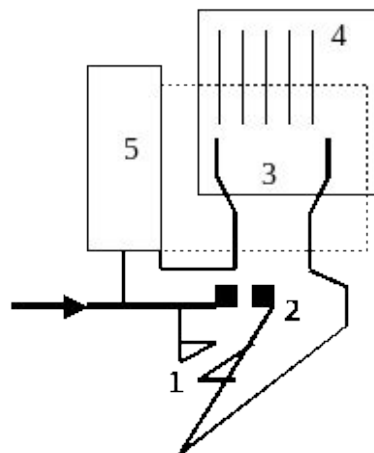


Рисунок 5.7 - Конструкція електромагнітного вимикача

При відключенні спочатку розмикаються основні контакти (1), потім дугогасильні (2). Між ними спалахує дуга і переміщується вгору за рахунок електродинамічних зусиль, перекидаючись на дугогасительні роги (3). Тоді замикається ланцюг котушки (5) і створюється магнітне поле, втягує дугу в дугогасительную камеру (4) (лабіринтову або з перегородками з кераміки).

Електромагнітні вимикачі встановлюються в осередках комплектних розподільчих пристроїв (КРУ, КСО). Приводи вимикачів - пружинні. Основною перевагою електромагнітних вимикачів є вибухо-та пожежобезпечність. Вони також мають малий знос контактів і застосовуються для частих частих комутацій. Однак великі габарити обмежують їх застосування на високій напрузі. Основне застосування електромагнітні вимикачі знаходять в установках 6 (10) кВ власних потреб електростанцій.

6 Вакуумні вимикачі

Контактна система вакуумних вимикачів поміщена в глибокий вакуум, електрична міцність якого у багато разів вище, ніж повітря при атмосферному тиску. Гасіння дуги відбувається за рахунок дифузії заряджених частинок з області дуги в навколишній простір. Загоряється ж дуга внаслідок іонізації парів металу, яка випаровується з поверхні контактів. При розмиканні контактів збільшується перехідний опір контактів, підвищується їх температура, метал розплавляється і випаровується. Тому контакти виконуються з тугоплавких металів.

Час гасіння дуги у вакуумних вимикачах надзвичайно мало. При цьому відключення може супроводжуватися появою значних перенапруг, тому застосування вакуумних вимикачів, як правило, вимагає додаткової установки обмежувачів перенапруги.

Контакти вакуумних вимикачів виконують особливої конструкції, що забезпечує мінімальну кількість випаровується матеріалу.

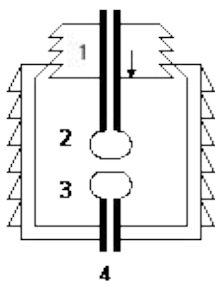


Рисунок 5.8 - Конструкція вакуумного вимикача

Рухомий контакт (2) укріплений в сильфоні (1). Сильфон є циліндр з гофрованої сталі, що дозволяє рухомого контакту здійснювати поступальний рух вгору і вниз. Внутрішній об'єм сильфона повідомляється з атмосферою і атмосферний тиск забезпечує контактне натискання. Нерухомий контакт (3) герметично укріплений в нижній частині вакуумної камери.

Вакуумні вимикачі можуть мати пружинні і електромагнітні приводи.

Вакуумні вимикачі мають малі габарити, тому широко застосовуються в комплектних пристроях. Малий знос контактів дозволяє використовувати вимикачі для частих комутацій.

7 Вимикач навантаження

Вимикач навантаження має найпростішу дугогасительную камеру (3). Стінки камери виконуються з газогенеруючого матеріалу. При розбіжності контактів (1) і (2) всередині камери з'являється дуга. Під дією високої температури дуги стінки камери виділяють газ, який прагне вирватися з камери, створюючи поздовжньої обдування стовбура дуги. Дуга гаситься ще до виходу рухомого контакту (2) з камери.

Вимикачі навантаження застосовуються в тих випадках, коли застосування дорогих вимикачів виявляється неекономічним. Застосовуються для комутації конденсаторних батарей великої потужності, комутації струмів нормального режиму генераторів, трансформаторів 6-10кВ.

Комутують струм навантаження до 200-400А. Для захисту від коротких замикань в ланцюгах з вимикачами навантаження додатково встановлюються кварцові запобіжники ПК.

На напругу 35 кВ вимикачі навантаження виконуються на базі запобіжників вихлопного типу.

Для відключення пружинний привід переміщують ізолятор штовхач вниз. Ніж передає зусилля рухомий системі (для розриву потрібне невелике зусилля). Дуга гасне в вінілової трубці ПС.

8 Роз'єднувачі

Роз'єднувач є найпоширенішим, простим і дешевим апаратом розподільних пристроїв, до якого, однак, пред'являються дуже високі вимоги щодо експлуатаційної надійності. Вони повинні мати властивості:

- термічної і динамічної стійкості при протіканні через їх контакти струмів наскрізних коротких замикань;
- надійного фіксування як у включеному, так і не ввімкнений;
- недопустірованія відключення під навантаженням.

Так як роз'єдинітеліне мають дугогасильних пристроїв, вони призначені для включення і відключення електричних ланцюгів в режимах, коли:

- струм в комутований ланцюга багато менше струму нормального режиму;

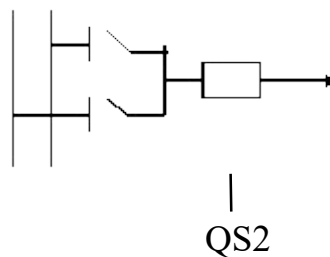
- напруга на роз'єднувачі (різниця потенціалів на полюсах) багато менше робочої напруги.

У першому випадку роз'єднувачі (QS1, QS2) служать для створення видимого розриву в знеструмленій ланцюга, тобто в ланцюзі, розірваній вимикачем (Q) /

QS1 Q QS2



У другому випадку без розриву ланцюга (без відключення вимикача Q) проводиться перемикання з однієї системи шин на іншу



Щоб помилково не допускалися відключення під навантаженням передбачаються різні блокування (механічні і електромагнітні).

Найпростіші механічні блокування закладені в конструкції роз'єднувачів

Приводи роз'єднувачів (в основному ручні, важільні) забезпечують фіксоване положення механічно. При протіканні через ножі (контакти) струму короткого замикання виникають значні електродинамічні зусилля, які прагнуть відкинути контакти. Щоб запобігти розмикання контактів, використовують принцип "електромагнітного замка". Для цього один з ножів виконують двосмуговим. Другий ніж включається між смугами. Так як в смугах ток має однаковий напрямок, вони притягуються і затискають ніж другого контакту.

Роз'єднувачі дозволяють вмикати та вимикати:

- нейтралі трансформаторів;
- намагнічує струм трансформаторів обмеженою потужності;
- зарядний струм ліній обмеженої довжини;
- навантаження струм до 15А при напрузі 10кВ.

По конструкції розрізняють роз'єднувачі (рис. 5.9):

- а) поворотні (горизонтально-поворотні);
- б) рубають (вертикально-поворотні);
- в) котяться (в осередках КРУ);
- г) підвісні;
- д) пантографіческі (зі складними ножами).

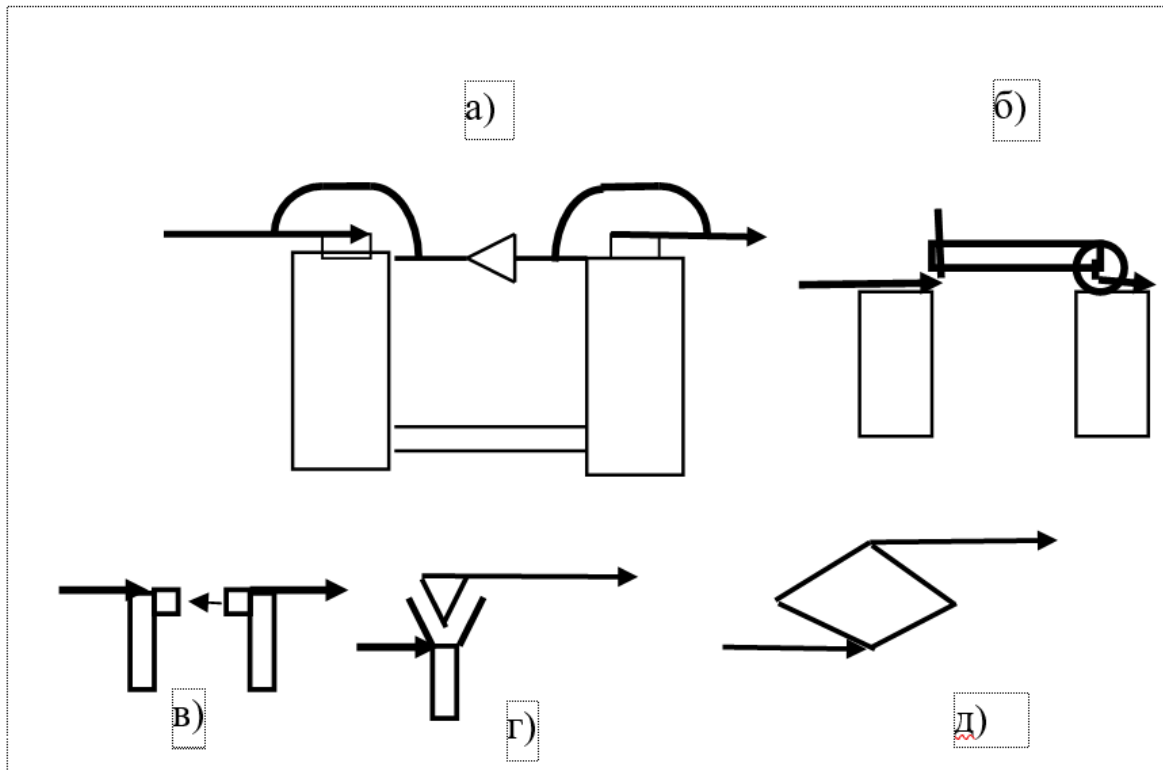
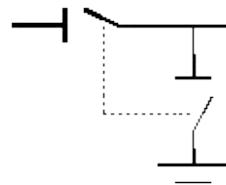


Рисунок 5.9 - Конструкції роз'єднувачів

Роз'єднувачі виконують однополюсними з ручним приводом (штангою) і триполюсні з ручним, руховим або пневматичним приводом.

заземляючі роз'єднувачі (QSG) представляють собою трьохполюсний роз'єднувач, який з'єднує безпосередньо все три фази установки і одночасно з'єднує їх з контуром захисного заземлення. Заземлюючий роз'єднувач монтується на загальній рамі з основним роз'єднувачем (QS) і блокується з ним механічно.

QS



QSG

Блокування дозволяє включення ЗР тільки при відключеному роз'єднувачі.

Роз'єднувачі характеризуються параметрами:

- Номінальна напруга $U_{ном}$; $U_{ном} \geq U_{сети}$;
- номінальний струм $I_{ном}$; $I_{ном} \geq I_{max}$;
- допустимий струм і тривалість струму термічної стійкості $I_{терм}$, $t_{терм}$;
 $I_{терм}^2 t_{терм} \geq B_k$;
- струм динамічної стійкості; $i_{дин} \geq i_y^{(3)}$.

9 Відокремлювачі і короткозамикачі

Якщо роз'єднувачі оснастити автоматичним приводом, то його можна використовувати для таких автоматичних операцій, як:

- створення штучного короткого замикання;
- автоматичне відключення ланцюга в безструмову паузу.

У першому випадку апарат називають короткозамикачем (QK), у другому випадку - віддільником (QR). Ці апарати зазвичай використовуються в поєднанні один з одним на стороні високої напруги невідповідальних цих відгалужень (рис 5.10 а) і тупикових (рис 5.10 б) підстанцій з трансформаторами потужністю до 25МВА замість вимикачів.

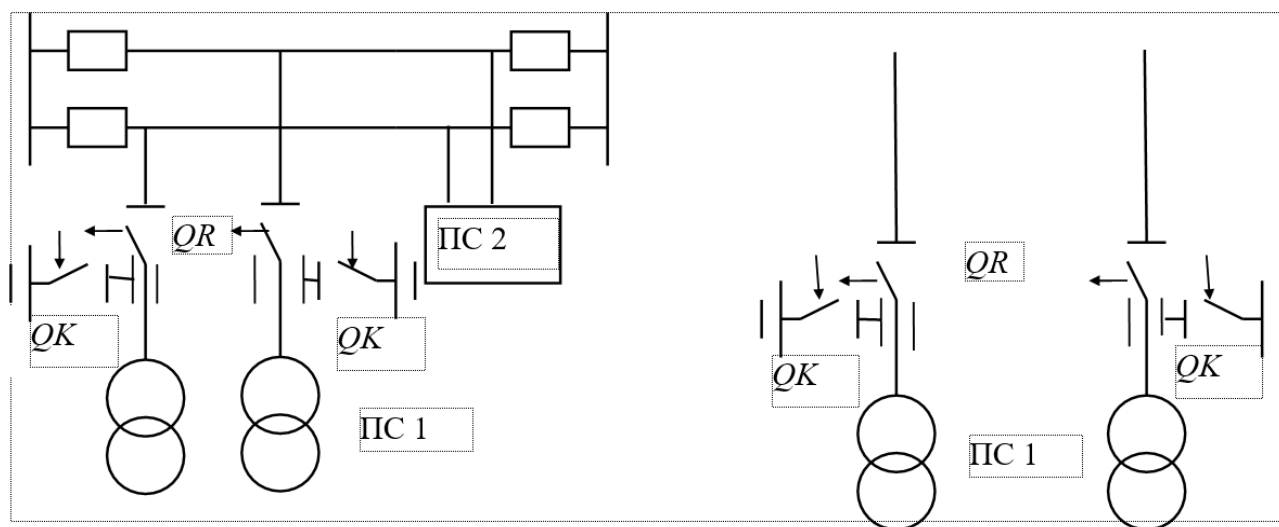


Рисунок 510 - Схеми підстанцій з віддільниками і короткозамикачами

При пошкодженнях трансформатора релейний захист діє на включення короткозамикачів, створюючи короткі замикання на землю. У результаті буде вимкнено головні вимикачі ліній, а в безструмову паузу відключаються Відокремлювачі. Тоді вже від дії АПВ знову включаються вимикачі, відновлюючи електропостачання непошкоджених підстанцій.

Відокремлювачі короткозамикачі встановлюються тільки в мережах 110 кВ з великими струмами замикання на землю. При цьому не обов'язково створювати штучно трифазні к.з. У мережах з великими струмами к.з. на землю з заземленою нейтраллю досить створити однофазне к.з. Тому короткозамикачі встановлюється в одній фазі.

Не завжди короткозамикачі і Відокремлювачі встановлюються разом. Можуть бути встановлені тільки Відокремлювачі, якщо струм короткого замикання в трансформаторі достатній для спрацьовування релейного захисту головного вимикача. Можуть бути встановлені і тільки короткозамикачі, а то й потрібно АПВ на головних вимикачах (для тупикових підстанцій).

Відокремлювачі по конструкції представляють собою звичайні роз'єднувачі. Включення їх виробляється вручну, а для відключення є пружинний привід. Час відключення отделителей досить велике (0,4-0,5с), що є їх недоліком.

Короткозамикачі повинні мати малий час включення (не більше 0,3-0,5с). Інакше дуга в кінці ходу ножа (при зближенні контактів) встигає витягнутися за рахунок Еду і горить досить довго, що може привести до пошкодження. Відключення здійснюється вручну.

Короткозамикачі мають пружинний привід. У відкритому положенні пружина заведена і звільняється електромагнітом. для включення

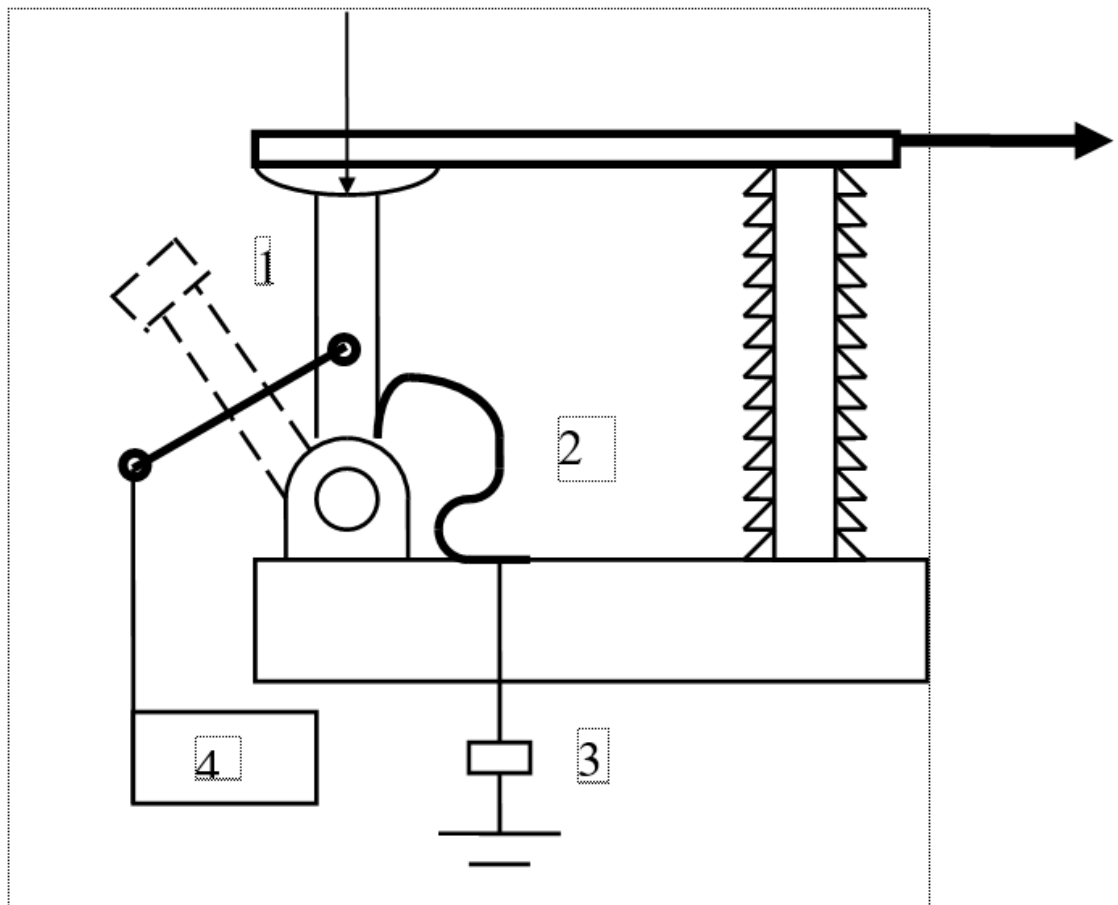


Рисунок 5.11 - Конструкція короткозамикача

1 - рухливий контакт; 2 - гнучка зв'язка; 3 - вбудований трансформатор струму; 4 - привід

Вибір відокремлювачів проводиться за тими ж умовами, що і роз'єднувачів. Короткозамикачі не вибирають за струмом тривалого режиму і перевіряються на стійкість до струму однофазного короткого замикання.

10 Плавкі запобіжники

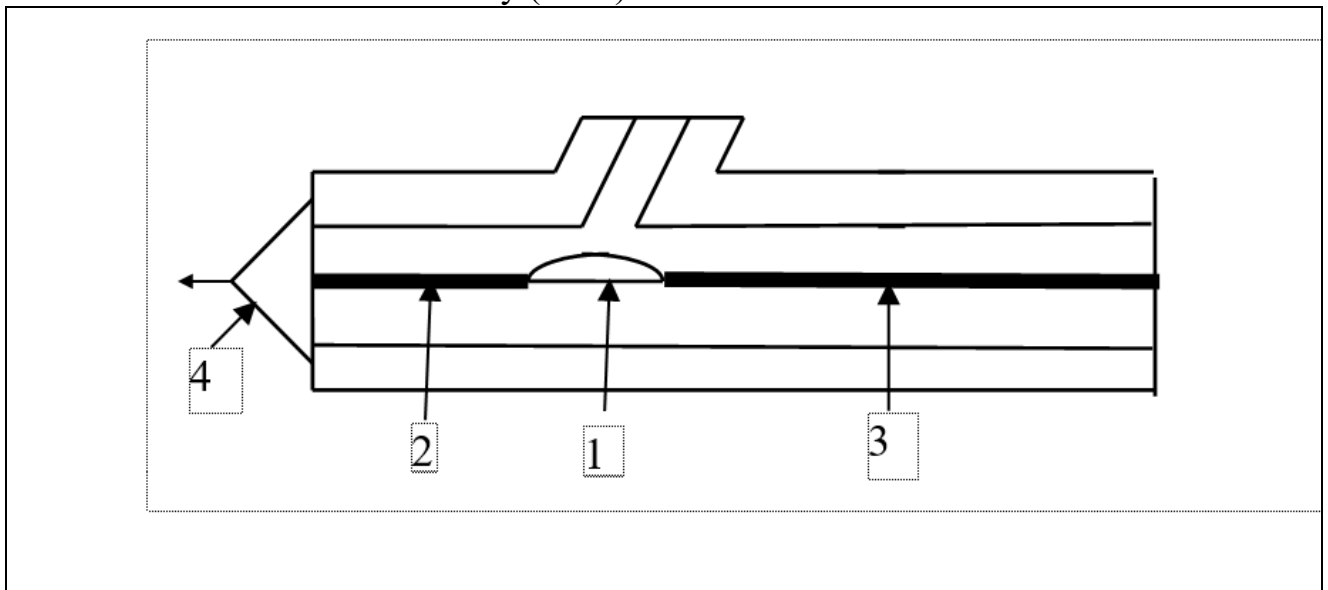
В електроустановках понад 1000 В застосовуються два основних типи запобіжників:

- запобіжники з наповнювачем;
- запобіжники з автогазовий гасінням дуги.

Запобіжники серії ПК з дрібнозернистим кварцовим наповнювачем виконуються на 3,6,10,35кВ. Запобіжник складається з фарфорової трубки, армованої по кінцях латунними ковпачками. Плавкі вставки всередині патрона (великої довжини і малого перетину) виконують з міді або срібла. Для зменшення габаритів вони звиваються в спіралі (одну або кілька паралельних, намотані на каркас або безкаркасні).

Дуга при перегорання плавких вставок гаситься в вузьких щілинах між зернами кварцу.

На 10кВ і вище застосовують також автогазовий гасіння дуги в запобіжниках вихлопного типу (ПВТ).



У газогенеруючій трубці розташований нерухомий контакт (3) і гнучкий провідник (2), з'єднаний з плавкою вставкою (1) і наконечником (4). На наконечник постійно діє зусилля, що прагне витягнути гнучку зв'язку. Зв'язку утримується плавкою вставкою, яка складається з паралельних мідної та сталевих пластин. При короткому замиканні спочатку перегорає мідна, потім сталеві пластина і гнучка зв'язка викидається з трубки. Дуга горить з утворенням газів, що виділяються матеріалом трубки. Газ з великою швидкістю виривається в атмосферу, забезпечуючи поздовжній обдув стовбура дуги. Викид газів супроводжується звуковим ефектом, подібним пострілу.

Такі запобіжники встановлюються у відкритих електроустановках.

11 Питання для самоконтролю.

1. Типи вимикачів і їх конструктивні особливості.
2. Основні параметри та експлуатаційні характеристики сучасних вимикачів,
3. Роз'єднувачів та інші електричні апарати.