

## ТЕМА 8. Будова, технічне обслуговування та ремонт електричних апаратів. (11 год)

### Урок №51. Неавтоматичні апарати.

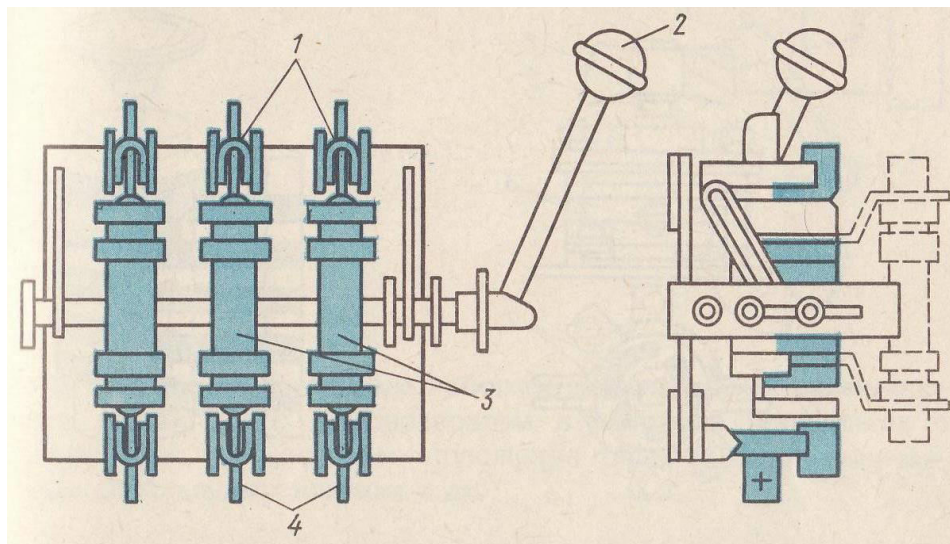
Електричні апарати напругою до 1000 В. Плавкі запобіжники.

Неавтоматичні вимикачі, резистори, реостати, контролери і командо-апарати. Призначення апаратів. Їх конструкція, основні типи і параметри.

Під ручним управлінням мається на увазі включення або відключення апаратів обслуговуючим персоналом. Основними апаратами ручного управління є рубильники, пакетні вимикачі і перемикачі, контроллери і командоконтроллери, кнопки.

**Рубильники** - прості апарати ручного управління, що випускаються одно-, двух- і триполюсними. Комутуючим елементом рубильників є рухливий ніж, що входить при включенні в губки контактних стійок. Основний принцип дії рубильників зберігається для рубильників складніших конструкцій, що використовуються в системах управління устаткуванням.

У ряді випадків один апарат може поєднувати декілька функцій, наприклад в деяких сучасних рубильниках як ножі використовують запобіжники. Такі рубильники одночасно виконують функції комутації і захисту. Блоковий рубильник-запобіжник БПВ містить три

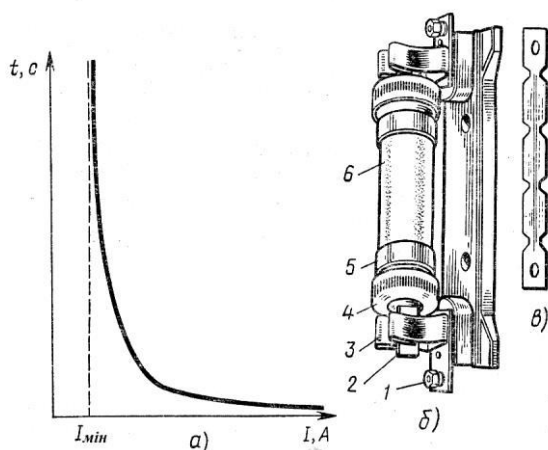


Мал. 51.1. Блок запобіжник-вимикач БПВ-34: 1, 4 - верхні і нижні губки вимикача; 2 - рукоятка; 3 - запобіжник

запобіжники 3, укріплених на загальній траверсі (мал. 51.1). При його включенні запобіжники переміщуються разом з траверсою і їх ножами входять в губки 1 і 4 контактних стійок. Ці рубильники випускають в закритому виконанні, причому відкидна кришка має механічне блокування з рукояткою: відкрити кришку можна лише при відключеному положенні рукоятки, а включити рукоятку - лише при закритій кришці.

**Плавкі запобіжники** слугують найпростішими апаратами захисту електроустановок від перевантажень і коротких замикань. У кожному запобіжнику є плавка вставка, яка є

ослабленою ділянкою електричного кола і вибирається так, щоб при збільшенні струму більше допустимого вона розплавлялася і тим самим розривала коло електроустановки, що захищається.



Мал. 51.2. Плавкий запобіжник: а - характеристика, б - влаштування, в - плавка вставка, 1 - затиск, 2 - контактний ніж, 3 - губка, 4 - накидна гайка, 5 - металева втулка, 6 - фіброва втулка

Плавкі запобіжники мають залежну струмочасову характеристику (мал. 51.2, а), тобто час розплавлення їх плавкої вставки залежить від струму, що проходить: чим більше струм, тим швидше розплавляється плавка вставка. З характеристики видно, що поки струм не перевищує  $I_{\text{мін}}$  плавка вставка не плавиться, і лише після перевищення цього значення вона буде розплавлятися тим швидше, чим більше струм.

Випускаються трубчасті запобіжники ПР-2 (мал. 51.2, б, в), ПН, ПП, НПН (крім НПН вони всі розбірні). Запобіжники ПН-2, ПП-17 і ПП-18 можуть постачатися з покажчиком спрацьовування і замикаючим контактом допоміжного кола, з покажчиком спрацьовування і розмикаючим контактом допоміжного кола, без покажчика спрацьовування і контактів допоміжного кола. Всі запобіжники, окрім ПР-2, заповнені кварцовим піском і встановлюються у вертикальному або горизонтальному положенні.

Запобіжники випускають на наступні номінальні напруги і струми: ПР-2 - до 500 В і від 10 до 1000 А (плавкі вставки - на струми від 6 до 1000 А); НПН-60 - до 500 В і 60 А (плавкі вставки - від 6 до 60 А); ПН-2 - до 380 В і від 100 до 600 А (плавкі вставки - від 30 до 600 А); ПП-17 - до 380 В і 1000 А (плавкі вставки - від 500 до 1000 А); ПП - 18 - до 660 В і від 160 до 1000 А (плавкі вставки - від 50 до 1000 А).

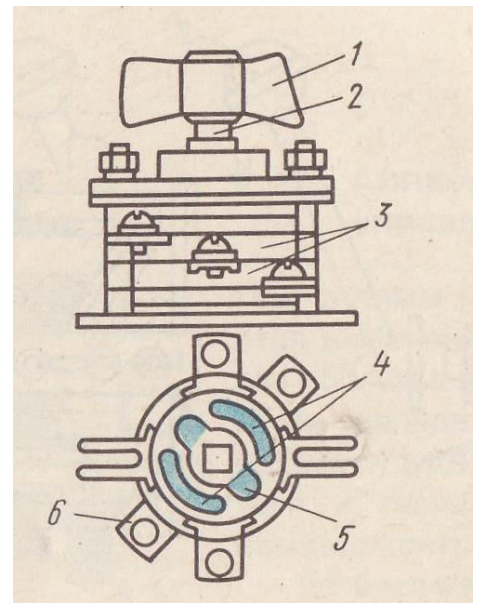
Номінальний струм плавкої вставки має бути не менше розрахункового струму кола, що захищається. Для настройки від пускових струмів електродвигунів струм плавкої вставки  $I_{\text{вст}}$  повинен бути в 2,5 рази менше пускового струму  $I_{\text{п}}$  двигуна, якщо частота пусків невелика і їх тривалість не більше 2 с; при більшій частоті пусків або їх тривалості більше 2 с струм  $I_{\text{вст}} = I_{\text{п}} / (1,6 \div 2,0)$ .

Для забезпечення селективності дії плавкі вставки вибирають, користуючись струмочасовими характеристиками запобіжників з врахуванням можливого їх розкиду за даними заводу-виробника. Плавкі вставки запобіжників калібрують так, щоб при нижньому значенні випробувального струму вони не плавилися, а при верхньому плавилися протягом 1

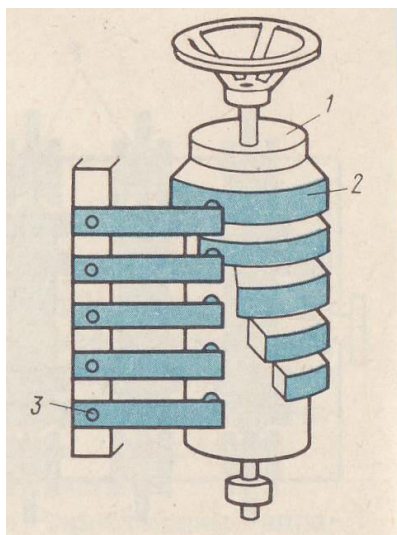
год.

**Пакетні вимикачі** (мал. 51.3) **і перемикачі** застосовують для комутації в ланцюгах управління і сигналізації, в схемах пуску і реверсу двигунів невеликої потужності, перемикання обмоток асинхронних двигунів із зірки на трикутник. Пакетний вимикач складається з ряду шарів - пакетів 3, усередині яких знаходяться рухливий 5 і нерухомі 4 контакти. Рухливий контакт 5 закріплений на осі 2, що обертається за допомогою рукоятки 1 і що має ряд фіксованих положень, в яких замикаються нерухомі контакти одного з пакетів. Виводи 6 нерухомих контактів закріплено в корпусі вимикача. Недолік таких пакетних вимикачів - низька надійність ковзаючих контактів.

Пакетні вимикачі кулачкового типу, в яких електричний ланцюг замикається нерухомими контактами, позбавлені такого недоліку. Рухливими контактами є діелектричні кулачки, які залежно від їх конфігурації і положення осі вимикача замикають контакти.



Мал. 51.3. Пакетний вимикач: 1 - рукоятка; 2 - вісь; 3 - пакети; 4, 5 - нерухомі і рухомі контакти; 6 - виводи

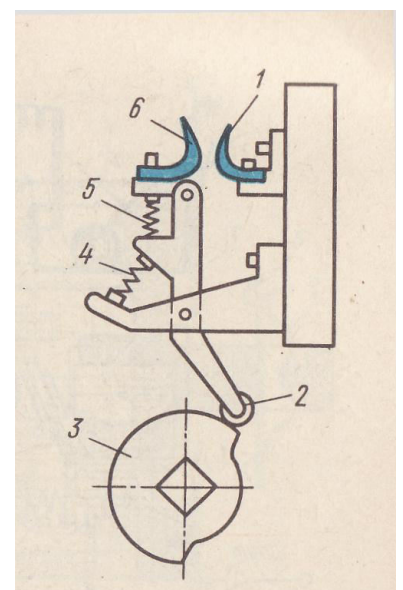


Мал. 51.4. Барабанний контролер: 1 - барабан; 2, 3 - рухомі і нерухомі контакти

51.4) здійснюється при обертанні барабана 1 і замиканні рухливих 2 і нерухомих 3 контактів. Рухливі контакти виконані з міді або бронзи і відокремлені від барабана

**Контролери**, близькі за принципом дії і функціями до пакетних вимикачів, застосовують для перемикань в потужних електричних ланцюгах за певною програмою. З їх допомогою здійснюється комутація в ланцюгах деяких кранів і інших механізмів, де програма роботи задається контролерами.

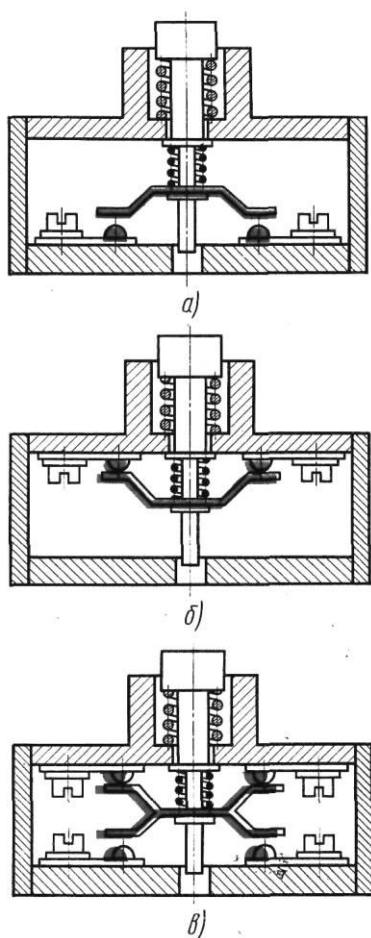
Розрізняють контролери барабанні і кулачкові. Комутація ланцюгів в **барабанному контролері** (мал.



Мал. 51.5. Секція кулачкового контролера: 1, 6 - нерухомий і рухомий контакти; 2 - ролик; 3 - кулачок; 4, 5 - пружини

діелектричним матеріалом. Наявність ковзаючого контакту, як вже наголошувалося, різко знижує надійність апарату, тому частіше застосовують **кулачкові контролери**, що мають нековзні контакти, на які впливають фасонні кулачки. Пристрій однієї з секцій кулачкового контролера показаний на мал. 51.5. При повороті кулачка 3, ролик 2 знаходиться або на кулачку, або потрапляє в його виріз. Коли ролик котиться по кулачку, контакти 1 і 6 розведені і знаходяться в розімкненому стані. При попаданні ролика у виріз контакти під впливом пружин 4 і 5 замикаються.

**Командоконтролери, що є невеликими кулачковими контролерами, застосовують для перемикання в малопотужних ланцюгах управління.**



*Мал. 51.6. Кнопки управління:  
а - із замкнутим контактом, б - з розімкнутим контактом, в - подвійна із замкнутим і розімкнутим контактом.*

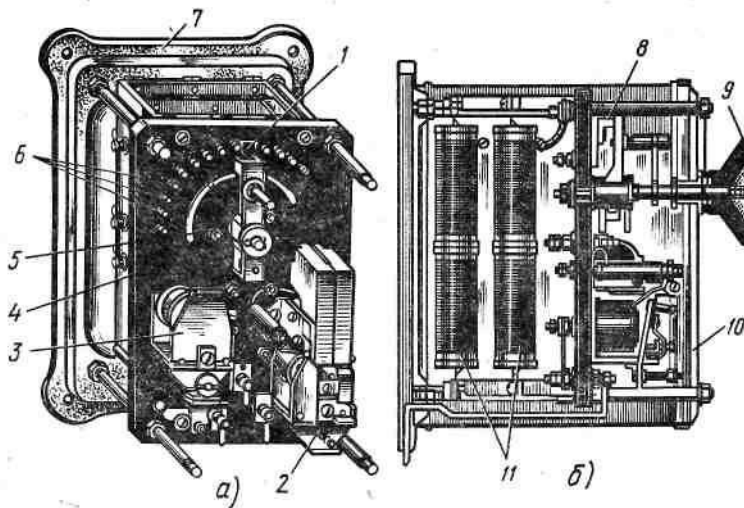
**Кнопки застосовують для замикання і розмикання електричних ланцюгів в схемах управління.** (мал. 51.6). Виготовляють кнопки різноманітних конструкцій (з різним набором замикаючих і розмикаючих контактів): з самоповерненням у вихідне положення; з клямками, що фіксують положення після натиснення; що включаються спеціальним ключем і ін.

**Апарат, що складається з неіндуктивного (омічного) опору і комутуючого пристрою, за допомогою якого можна регулювати цей опір, називають реостатом.**

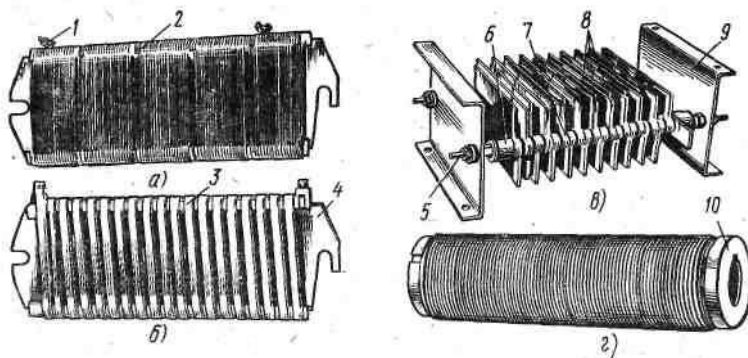
Залежно від призначення розрізняють реостати пускові (для пуску електродвигунів), пускорегульовальні (для пуску, і регулювання частоти обертання електродвигунів) і збудження (для регулювання напруги генераторів). Одним з основних елементів, що визначають конструктивне виконання реостата, є матеріал, з якого виконані його опори (резистори). Розрізняють реостати металеві, рідинні і вугільні.

У реостаті електрична енергія перетворюється на тепло, яке відводиться від резисторів шляхом їх охолодження. За способом охолодження резисторів реостати можуть бути з повітряним, масляним або водяним охолодженням.





Мал. 51.7. Пусковий реостат постійного струму: а - вигляд спереду, б - вигляд збоку; 1 - рухомий контакт, 2 - лінійний контактор, 3 - максимальне реле, 4 - панель, 5 - контактна шина, 6 - нерухомі контакти ступенів резисторів, 7 - підставка реостата, 8 - траверса, 9 - маховик приводу, 10 - кришка, 11 - елементи опору (резистори)



Мал. 51.8. Резистори реостатів: а - рамковий з дроту, б - рамковий із стрічки, в - литий чавунний, г - каркасний; 1 - вивід, 2 - дріт, 3 - стрічка, 4 - рамка, 5 - ізолюваний стрижень, 6 - ізолятор пакету, елементів, 7 - ізоляційна міжелементна шайба, 8 - чавунні елементи, 9 - опорна стійка, 10 - трубчастий каркас з фарфору.

В електроустановках промислових підприємств застосовують переважно реостати з металевими резисторами з повітряним або масляним охолодженням, що пояснюється простотою їх конструкції, можливістю застосування в різних умовах роботи, а також великою експлуатаційною надійністю. Переважна більшість пускових і пускорегулювальних металевих реостатів загальнопромислового призначення виконані із ступінчастим включенням резисторів.

Пристрій пускового металевого реостата постійного струму показаний на мал. 51.7, а, б. Резистори реостатів виготовляють з металів, що володіють великим питомим електричним опором, температурною стійкістю, механічною міцністю і корозійною стійкістю. До цих

металів відносять фехраль і ніхром з питомими опорами 1,18 і 1,13 Ом·мм<sup>2</sup>/м і максимально допустимою температурою нагріву 850 і 1000 °С відповідно. Меншим питомим електричним опором (0,8 Ом·мм<sup>2</sup>/м) і нижчою допустимою температурою нагріву (400 °С) володіє чавун. Резистори з чавуну широко застосовують в реостатах різного призначення через простоту їх виготовлення (шляхом лиття) і порівняно низької вартості. Резистори пускових і пускорегулювальних реостатів найчастіше є набором рамкових елементів, обмотаних дротом (мал. 51.8, а, б) або стрічкою, рідше – литих чавунних (мал. 51.8, в). У ряді реостатів використовують каркасні елементи з намотаною на них дротяною спіраллю (мал. 51.8, г). Металеві резистори реостатів ушкоджуються дуже часто.