

Тема: «Запобіжники.  
Роз'єднувачі, вимикачі та  
комбінації із запобіжниками

Виконали:

Колб'ягін Віталій

Іванов Дмитро

Федченко Микола

# Запобіжники:

Запобіжник – це апарат, який шляхом розтоплення одного або декількох спеціально спроектованих деталей розмикає коло, у якому він встановлений, відмикаючи струм, коли той перевищує задане значення впродовж обумовленого часу. Таким чином, запобіжник здійснює захист електричних мереж та обладнання від перевантажень й коротких замикань, забезпечуючи, за певних умов, ефект струмообмеження

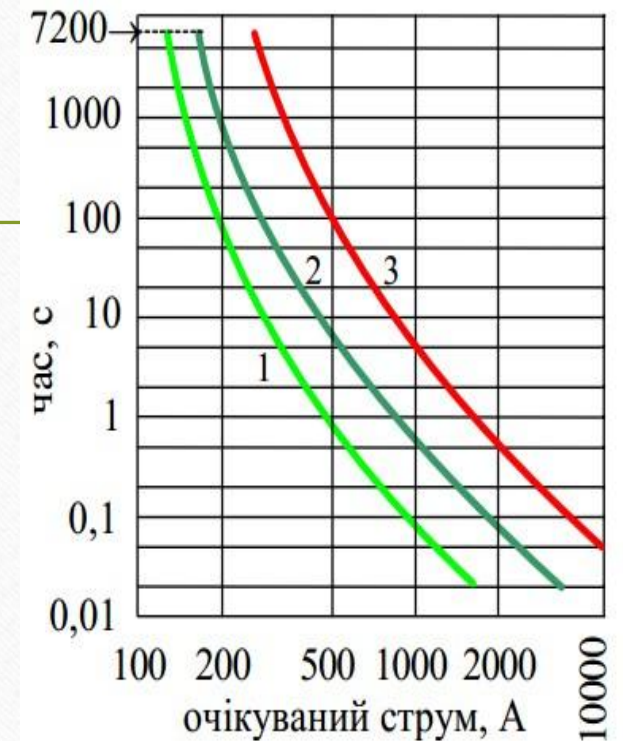


Рис. 4.1. Частини запобіжника ПРС: 1 – ізоляційна кришка; 2 – основа (fuse-base); 3 – тримач вставки (fuse-carrier); 4 – калібрувальна деталь (gauge-piece); 5 – вставка (fuse-link). До складу вставки входить топкий елемент (fuse-element), який розтоплюється при надструмах. Тримачем запобіжника (fuse-holder) називають поєднання основи та тримача вставки

Основними кількісними характеристиками запобіжника є номінативна напруга, номінативний струм, а також номінативна здатність до відмикання, тобто значення очікуваного струму, який вставка запобіжника спроможна відімкнути при заданій напрузі та деяких інших приписаних умовах. Для вставок дуже важливим є такий показник, як діапазон відмикання тобто діапазон очікуваних струмів, у межах якого забезпечується здатність до відмикання вставки. Вставки, позначені літерою g, забезпечують захист обладнання як від коротких замикань, так і від перевантажень, а вставки, позначені літерою a, зазвичай забезпечують захист обладнання лише від коротких замикань.



Важливою захисною характеристикою запобіжника є часо-струмова характеристика – крива, що показує залежність часу, від очікуваного струму при заданих умовах роботи. Час спрацьовування складається з переддугового часу, тобто проміжку між моментом виникнення надструму й моментом початку розтоплення топкого елемента та часу горіння дуги. Оскільки часо-струмові характеристики мають значний розкид, виробники в технічній документації для кожного значення номінального струму запобіжника наводять так звану часо-струмову зону – область, яка обмежена мінімальною переддуговою часо-струмовою характеристикою та максимальною часо-струмовою характеристикою спрацьовування при визначених умовах. Часо-струмова зона запобіжника повинна розташовуватися нижче характеристики пошкодження об'єкту захисту, тобто залежності часу виходу з ладу цього об'єкту від очікуваного струму (рис. 4.2).



Розрізняють запобіжники для експлуатації некваліфікованими особами та запобіжники для експлуатації допущеними особами. У запобіжників першої групи, небезпечні струмопровідні частини у робочому стані закриті ізоляційними деталями, що робить ці апарати відносно безпечними, навіть якщо їх експлуатацію здійснюють некваліфіковані особи.

У запобіжників другої групи небезпечні струмопровідні частини є відкритими і доступними для прямого дотику, тому їх завжди монтують у закритих металевих шафах

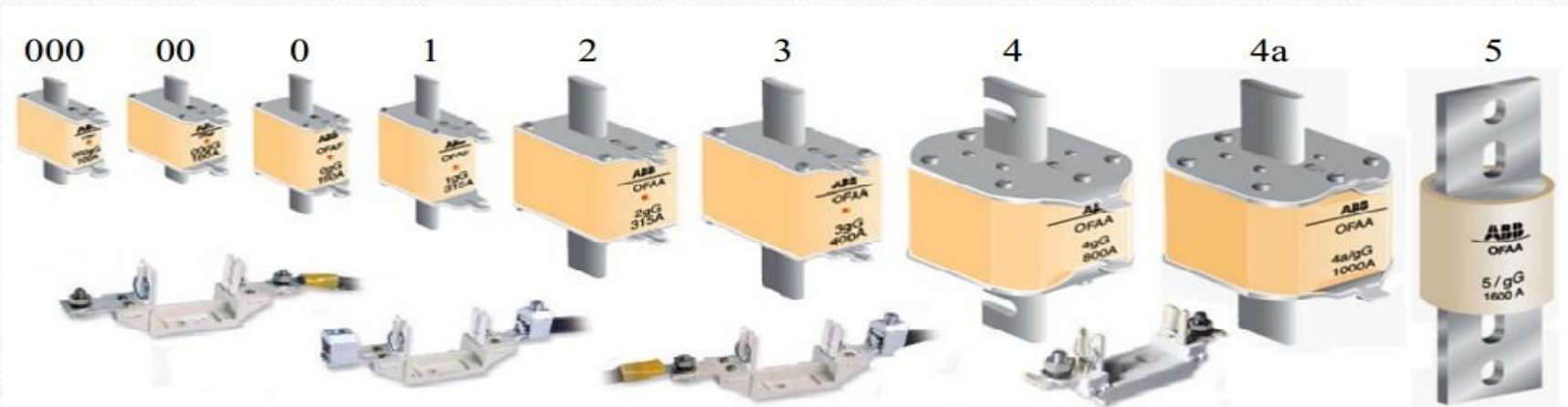


Рис. 4.4. Сучасні європейські запобіжники промислового призначення системи NH: вставки типорозмірів 000, 00, ... , 4а, 5 та ізоляційні основи з терміналами різних виконань (знизу) та різними можливостями приєднання зовнішніх провідників

Топкі елементи запобіжників промислового призначення зараз виготовляють з міді, хоча раніше існувала думка, що мідь, внаслідок її схильності до окислення при високих температурах (понад  $300^{\circ}\text{C}$ ), не може забезпечити стабільність часо-струмових характеристик. Для топких елементів застосовувався цинк та інші відносно легкотопні метали, не схильні до окислення. Запобіжники з мідним топким елементом без металургійного ефекту не здатні здійснювати захист в зоні перевантажень, а можуть забезпечувати лише захист в зоні коротких замикань. Запобіжники з металургійним ефектом здатні здійснювати захист не тільки в зоні коротких замикань, а й у зоні перевантажень.

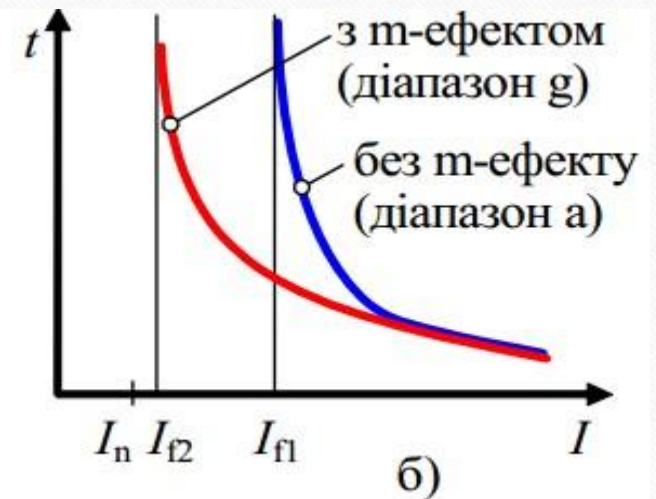


Рис. 4.5. Мідний топкий елемент з металургійним ефектом (а) та вплив металургійного ефекту на часо-струмові характеристики запобіжника (б)

# Роз'єднувачі, вимикачі та комбінації із запобіжниками

Роз'єднувач – це електромеханічний комутаційний апарат, який забезпечує у розімкненому положенні ізоляційний проміжок відповідно до приписаних вимог. Там же зазначається, що роз'єднувач здатний розмикати та замикати коло при незначному струмі або незначній зміні напруги на терміналах кожного з його полюсів. На корпусах роз'єднувачів стандарт вимагає розміщувати попередження: (не розмикати під напругою).



**Вимикач** – це електромеханічний комутаційний апарат, спроможний вмикати, проводити та вимикати струми при нормальних умовах у колі, у тому числі при обумовлених перевантаженнях, а також витримувати впродовж обумовленого часу струми при обумовлених ненормальних умовах у колі, таких, як коротке замикання. Вимикач може бути спроможним вмикати, але не вимикати струми короткого замикання. Вимикачі, що забезпечують функцію роз'єднання, називають вимикачами-роз'єднувачами (рис. 4.10-б).





Найбільш розповсюдженими комбінаціями із запобіжниками є роз'єднувач-запобіжник; вимикач-роз'єднувач-запо- біжник; запобіжник-роз'єднувач та запобіжник-вимикач-роз' єднувач. Перші два апарата (рис. 4.11) представляють собою просте поєднання комутаційного апарата з послідовно приєднаним до нього запобіжником. Останні два апарата – це спеціально сконструйовані апарати, у яких роль рухомого контакту виконує вставка запобіжника (рис. 4.12).

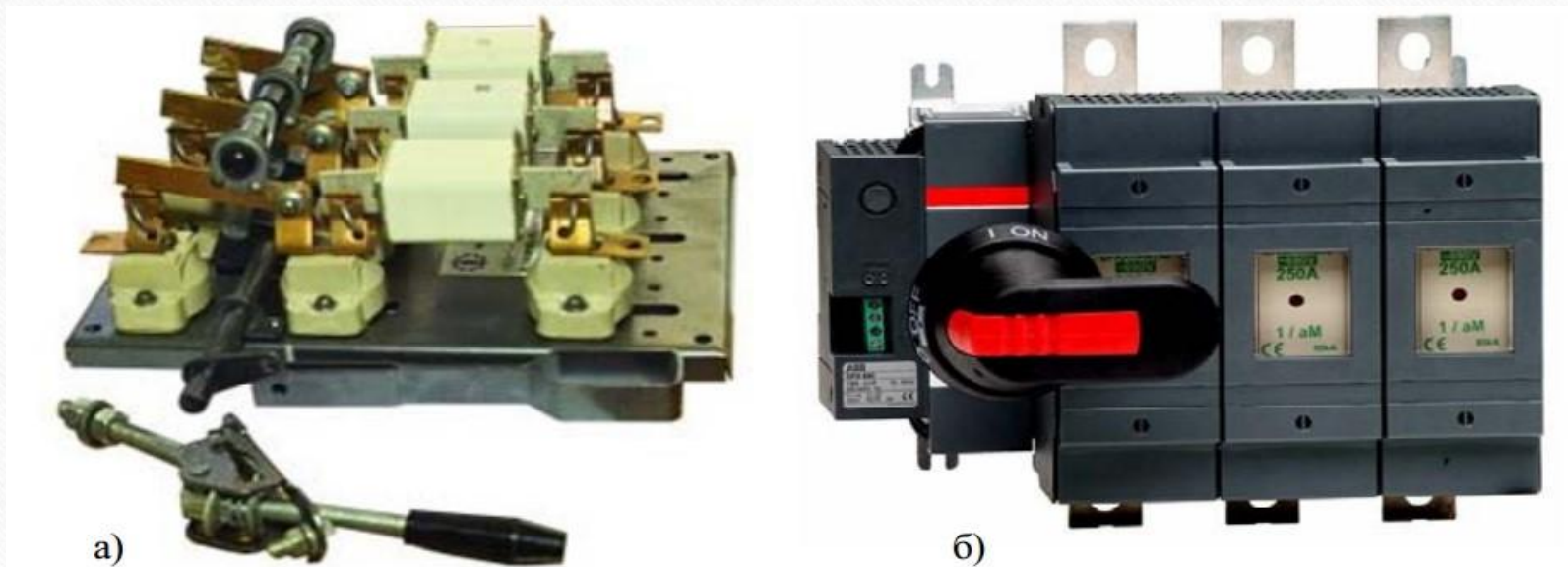


Рис. 4.11. Роз'єднувач-запобіжник із залежними операціями замикання та розмикання (а) та вимикач-роз'єднувач-запобіжник з незалежними операціями замикання та розмикання (б).

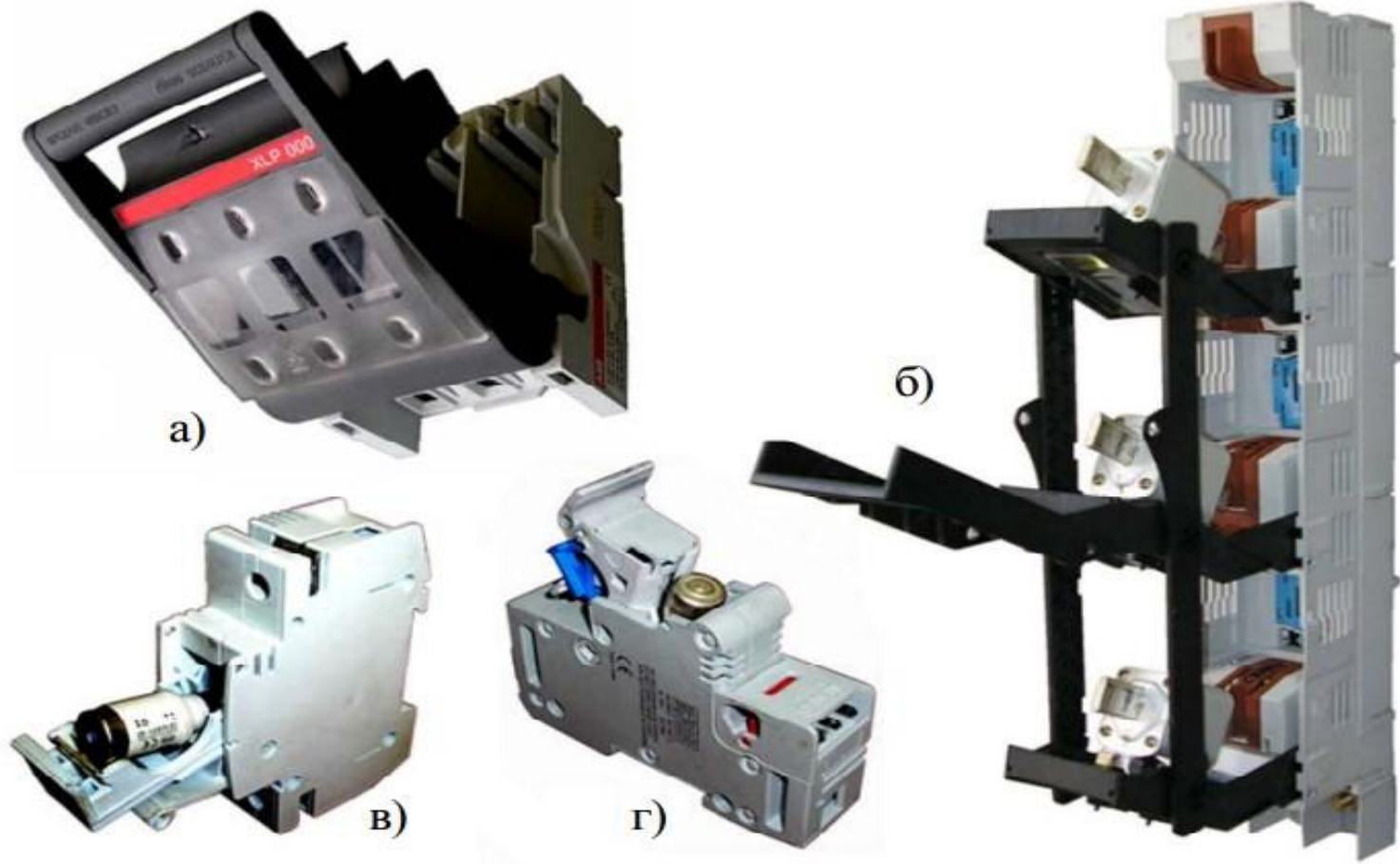


Рис. 4.12. Запобіжники-вимикачі-роз'єднувачі промислового призначення з горизонтальним (а) та вертикальним (б) розташуванням вставок та комбінації із запобіжниками побутового призначення – вимикач-роз'єднувач-запобіжник (в) і запобіжник-роз'єднувач (г).

# Категорії застосування комутаційних апаратів з ручним керуванням

Категорія застосування		Типові застосування
АС-20А	АС-20В	З'єднання та роз'єднання без навантаги
АС-21А	АС-21В	Комутація активних навантаг, у тому числі при помірних перевантаженнях
АС-22А	АС-22В	Комутація змішаних активних та індуктивних навантаг, у тому числі при помірних перевантаженнях
АС-23А	АС-23В	Комутація кіл з двигунами або з іншими високоіндуктивними навантагами
ДС-20А	ДС-20В	З'єднання та роз'єднання без навантаження
ДС-21А	ДС-21В	Комутація активних навантаг, у тому числі при помірних перевантаженнях
ДС-22А	ДС-22В	Комутація змішаних активних та індуктивних навантаг (наприклад, двигунів паралельного збудження), у тому числі при помірних перевантаженнях
ДС-23А	ДС-23В	Комутація кіл з двигунами (наприклад, кіл двигунів паралельного збудження), або з іншими високоіндуктивними навантагами

# Відмикачі промислового застосування

Відмикач – це електромеханічний комутаційний апарат, здатний вмикати, проводити та відмикати струми при нормальних умовах у колі, а також вмикати, проводити впродовж обумовленого часу та відмикати струми при обумовлених ненормальних умовах у колі, таких як коротке замикання. Хоча майже увесь робочий час ці апарати, які застосовуються у системах розподілення електричної енергії, знаходяться у замкненому стані і працюють при нормальних умовах в колі, основним їх призначенням є захист електроустановок від надструмів – перевантажень та коротких замикань.

Розповсюдженим застосуванням відмикачів є керування окремими електроприймачами, а при коректно виконаній системі уземлення вони забезпечують захист людей і тварин від непрямих дотиків. Структура відмикача промислового застосування зображена на рис.

4.13.

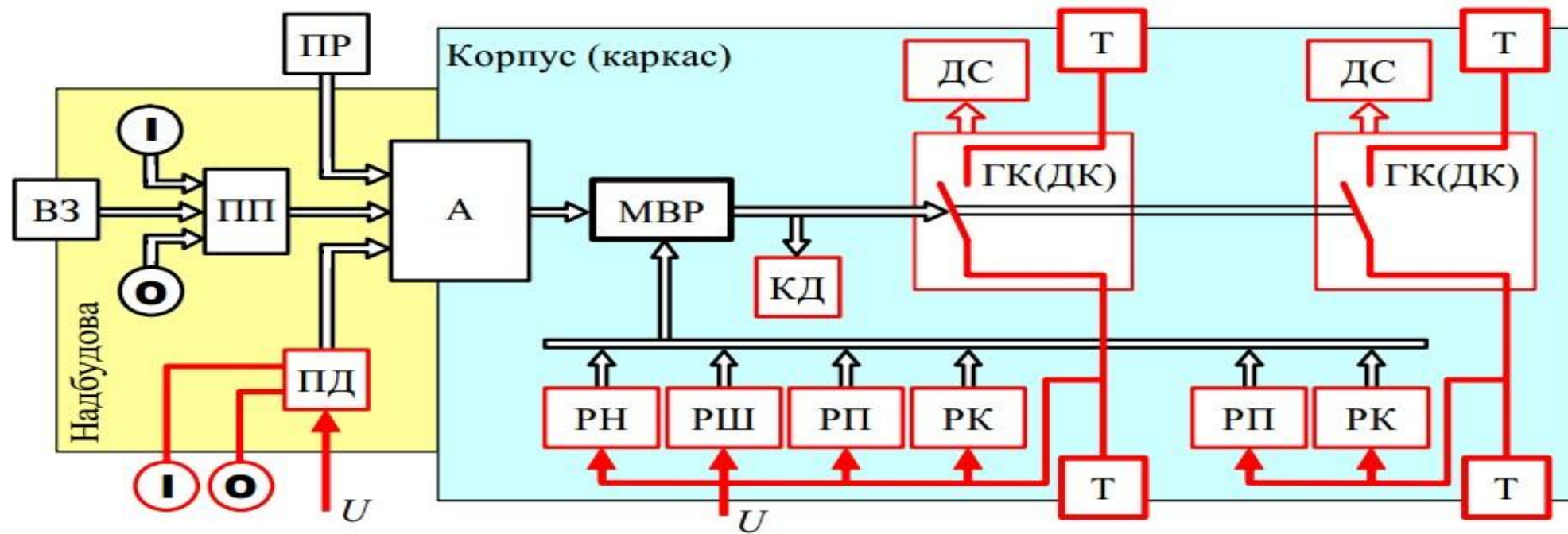
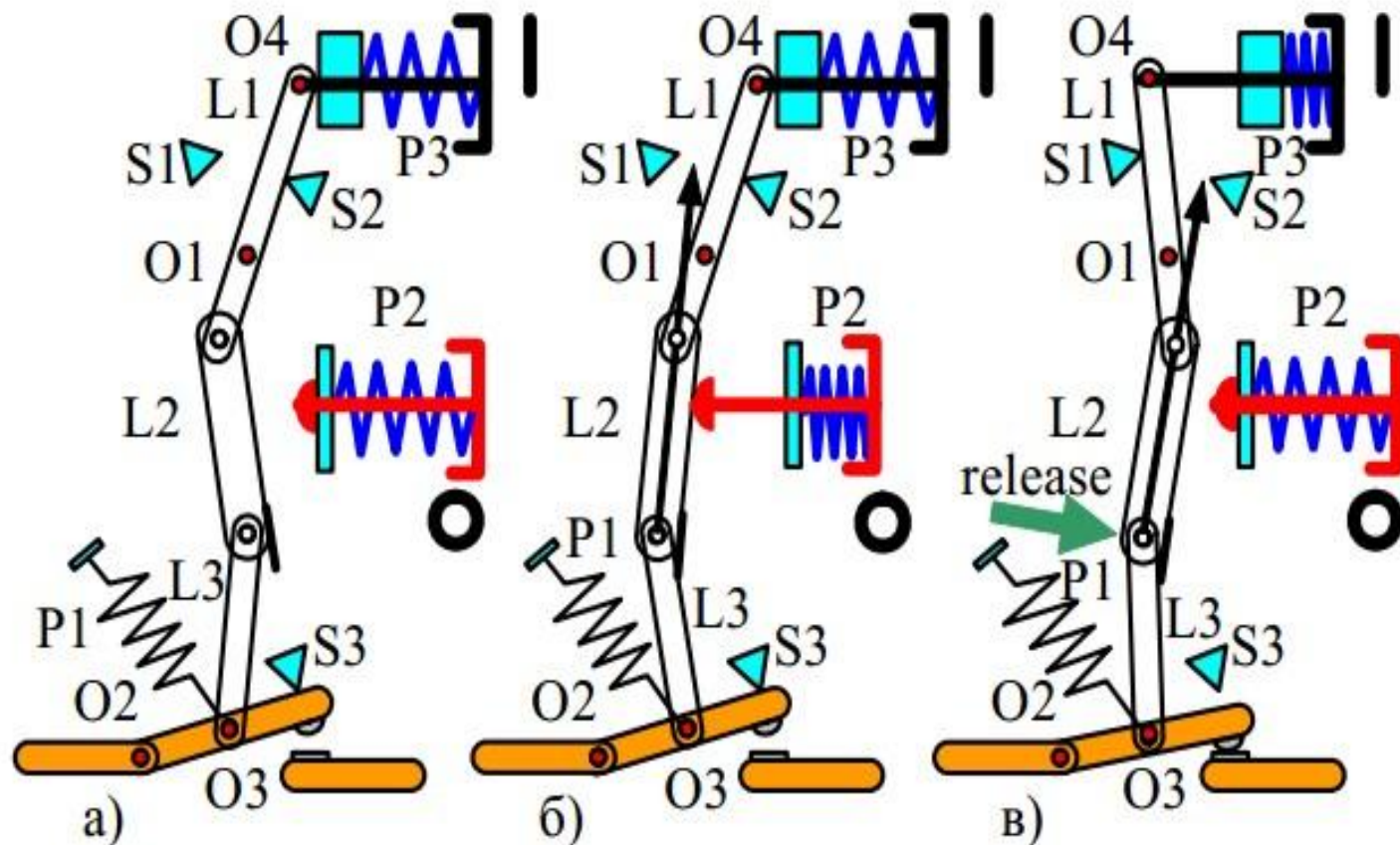


Рис. 4.13. Структура відмикача промислового застосування:

Т – термінали; ГК – головний контакт; ДК – дугогасний контакт; ДС – дугогасна система; КД – контакт допоміжних кіл; МВР – механізм вільного розчіплення; А – ручний актуатор; РК – розчіплювач для захисту від коротких замикань; РП – розчіплювач для захисту від перевантажень; РШ – шунтовий розчіплювач; РН – розчіплювач для захисту від зниження напруги мережі; ПД – дистанційний привід; ПР – ручний привід; ПП – пружинний привід; ВЗ – важіль зведення пружин; I, O – кнопки керування вмиканням та вимиканням через пружинний механічний або дистанційний електричний привід

Рис. 4.14. Можлива  
 конструкція механізму  
 вільного розчіплення:  
 а – вимкнене положення  
 після автоматичного  
 спрацювання;  
 б – зведення механізму  
 натисненням на кнопку **O**;  
 в – вмикання апарата  
 натисненням на кнопку **I**.



Відмикачі, що застосовуються у системах розподілення електричної енергії, поділяють на дві категорії застосування – А та В. Відмикачі категорії А не призначені для забезпечення селективності при коротких замиканнях, вони мають спрацювати без витримки часу. Відмикачі категорії В спеціально призначені для забезпечення селективності при коротких замиканнях, коли вони мають спрацювати з витримкою часу.

Відмикачі категорії В важливою кількісною характеристикою є номінальний короткочасно витримуваний струм  $I_{sw}$  – це значення струму, який відмикач має витримувати впродовж певного часу згідно з умовами випробувань, визначених стандартом. Основною захисною характеристикою відмикача є часо-струмова характеристика – крива, що показує залежність часу, зокрема часу розчіплення або часу розмикання або часу відмикання який складається з часу розмикання та часу горіння дуги, від очікуваного струму при заданих умовах роботи.



Рис. 4.15. Часо-струмова характеристика відмикача ( $I$  – очікуваний струм у колі, rms)

Відмикачі категорії А, конструкція яких передбачає високу швидко- дію та ефективну дугогасну систему, при потужних коротких замиканнях набувають струмообмежувальну здатність – максимальне значення струму у колі з таким відмикачем може бути суттєво меншим за пікове значення очікуваного струму короткого замикання (рис. 4.16).

Струмообмежувальну здатність мають також і запобіжники

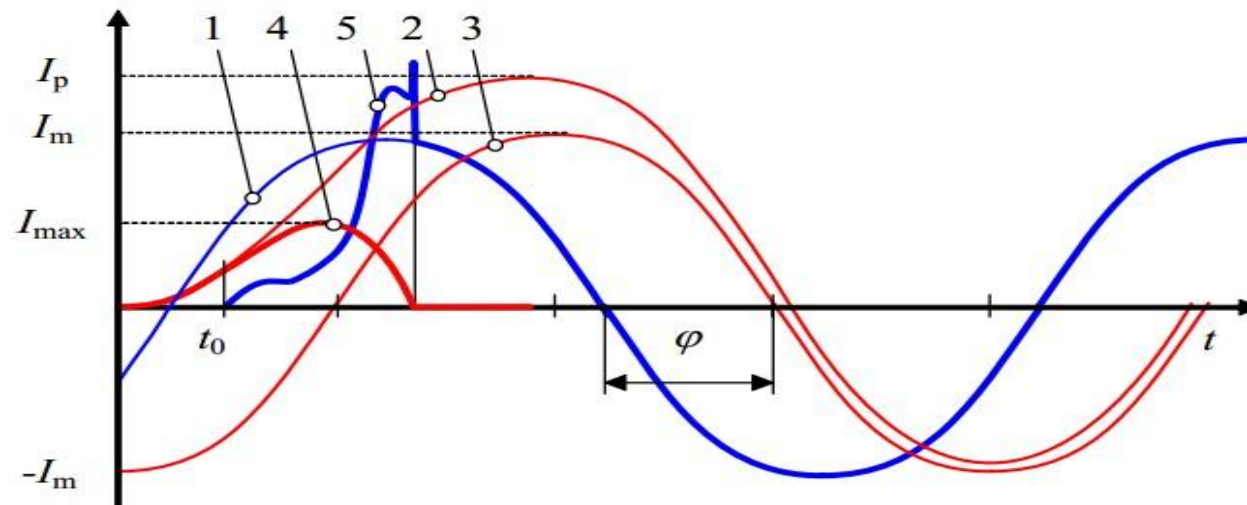


Рис. 4.16. Перехідні процеси в однофазовому колі зі струмообмежувальним відмикачем: 1 – напруга мережі; 2 – очікуваний струм (перехідний процес) одразу після виникнення короткого замикання (КЗ) в момент  $t = 0$ ; 3 – симетрична складова очікуваного струму КЗ; 4 – струм КЗ у колі з відмикачем; 5 – напруга на термінах відмикача;  $I_m$  – амплітуда струму КЗ в усталеному режимі;  $I_p$  – пікове значення струму КЗ;  $I_{max}$  – максимальне значення струму КЗ у колі з відмикачем;  $t_0$  – момент розмикання контактів;  $\varphi$  – кут зсуву фаз напруги та струму в усталеному режимі КЗ



Відмикачі можуть мати різні модифікації (рис. 4.18) щодо їх монтування у розподільних пристроях: стаціонарні, втичні та викатні. Стаціонарні відмикачі монтуються безпосередньо у розподільному пристрої. Втичні та викатні відмикачі складаються з основи з розетковими контактами, яка монтується у розподільному пристрої, та власне відмикача із штировими контактами, розташованими на задній поверхні корпусу. Для приєднання втичного відмикача його достатньо втикнути в основу. Основа викатного відмикача має спеціальну консоль для навішування при монтуванні відмикача, який за допомогою спеціальної рукоятки вкочується в основу і приєднується до відповідного кола у розподільному пристрої.

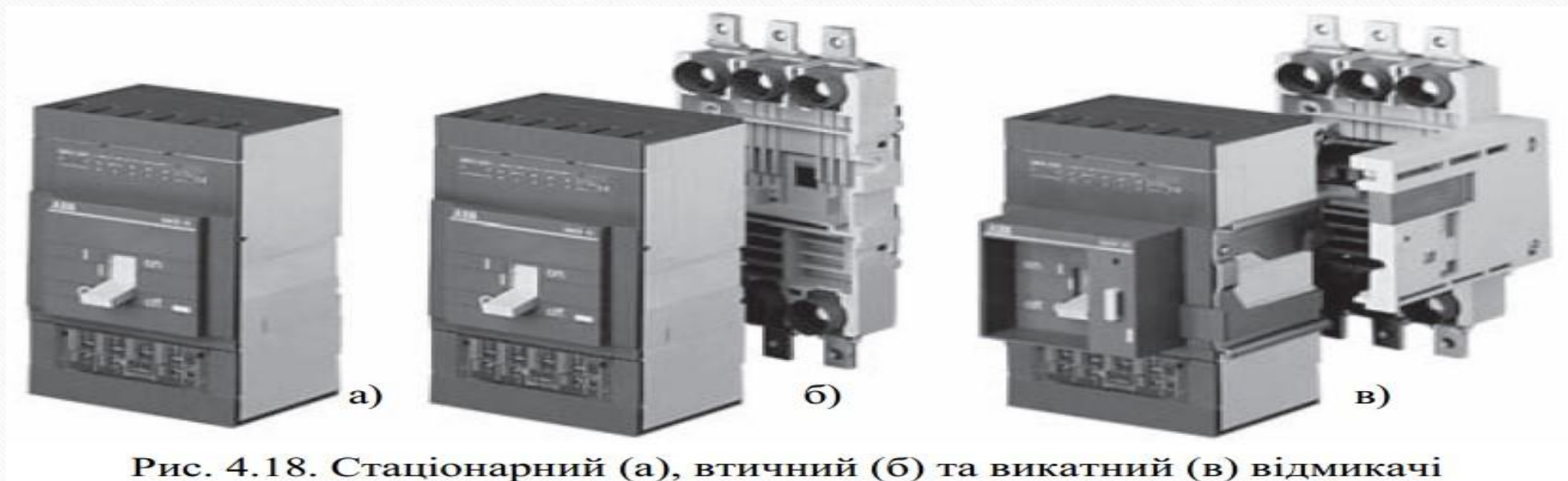


Рис. 4.18. Стаціонарний (а), втичний (б) та викатний (в) відмикачі

---

**Дякуємо за увагу !!!**