

Автоматичні вимикачі – довіряти чи перевіряти ?

Практично вся електроенергія розподіляється і постачається споживачам через низьковольтні апарати, у тому числі автоматичні вимикачі (АВ). Останні призначені для комутації електричних навантажень у будь-яких режимах роботи, враховуючи також режими коротких замикань. АВ виконують функції захисту обладнання від перевантажень, коротких замикань, аварійних зниженнях напруги.

Наразі ситуація у розподільчих мережах така:

- експлуатуються АВ як сучасного, так і більш раннього виробництва;
- суттєве розширення номенклатури АВ, від класичних, порівняно недорогих, до складних, із значно розширеними функціональними можливостями;
- часто не виконуються вимоги нормативних документів, що регламентують введення в експлуатацію, порядок та періодичність контролю АВ;
- у випадках відмови або неправильної роботи АВ виникає реальна відповідальність за збитки, понесені підприємством та/або споживачами.

Надійність (якість) функціонування розподільчих мереж залежить як від надійності, власне, обладнання, так і від дотримання технології, рівня підготовленості персоналу. Наприклад для аналізу причин виникнення аварії на підстанції значну допомогу можуть надати результати періодичного контролю уставок спрацьовування АВ, контролю ізоляції, перехідного опору та інші дані, відображені у відповідних документах (протоколах, журналах).

Аналіз таких даних дозволяє запобігти переходу ще працездатного АВ у аварійний стан, спланувати його своєчасну заміну (ремонт).

Таким чином, тема контролю параметрів АВ на підприємствах, що розглядається у цій статті, є особливо актуальною.

Обсяг випробувань апаратів до 1000В відображені у Правилах устрою електрозлагод.

Методи випробувань, вказані в ДСТУ 3025-95 та у ДСТУ 2993-95, можуть бути реалізовані лише в умовах спеціальних заводських випробувальних станцій.

Тому в умовах експлуатації АВ перевіряють у частині контролю їх основних функцій, застосовуючи доступне обладнання, по можливості, мінімізуючи витрати часу.

Так, наприклад, у Методичних вказівках по налагодженню та експлуатації автоматичних вимикачів серії АЗ700 на електростанціях та підстанціях. СПО Союзтехенерго, М.:1981 наведені рекомендації стосовно обсягу та методики налагодження, розрахунку та вибору уставок захисту, а також рекомендації по обсягу, періодичності та методиці технічного та оперативного обслуговування вимикачів серії АЗ700

Згідно цьому документу калібрування теплових розчіплювачів АВ АЗ700 відбувається лише на заводі, що виготовляє ці вимикачі, а при налагодженні та технічному обслуговуванні – лише перевірка їх працездатності: контроль спрацьовування по полюсно, триразовим номінальним струмом з холодного стану. Провід, що поєднує навантажувальний трансформатор з вимикачем, має бути мідним, перетином не менш вказаного у таблиці. Критерієм справності АВ є нормований час спрацьовування у заданих умовах. Якщо ж час спрацьовування більший за максимально припустимий, вимикач *підлягає заміні або ремонту*.

Наразі із зростанням кількості пропозицій від виробників АВ спостерігається дефіцит, частіше повна відсутність рекомендацій по методикам їх контролю (вхідного та профілактичного). Відсутність вхідного контролю фактично *переносить*

у часі момент пред'явлення рекламаций виробнику(продавцю), якщо продукція не відповідає ТУ

Таким чином маємо можливість виділити основні напрями роботи у напрямку забезпечення надійності функціонування АВ:

- готування персоналу, що відповідає за якісне проведення технічного та оперативного обслуговування АВ

- Забезпечення персоналу технічною документацією (галузеві методичні вказівки по налагодженню та експлуатації АВ, технічний опис та інструкція по експлуатації АВ, вказівки заводів-виробників, ін. література)

- придбання та/або виготовлення обладнання та приладів, що дозволяють проводити роботи (навантажувальні трансформатори, регулятори напруги, вимірювальні трансформатори струму та ін.)

- організація входного контролю АВ, пуско-налагоджувальних та профілактичних робіт, оформлення результатів випробувань (перевірок) у відповідних документах

З розвитком сучасних технологій якість і функціональність автоматичних вимикачів (АВ) суттєво зросли. Часто користувачі не витрачають багато часу на контроль параметрів спрацьовування АВ(наприклад при введенні в експлуатацію), довіряючи гарантіям постачальника. В таких випадках налагодження вимикачів зводиться до установки параметрів розчіплювачів на задані значення величин спрацьовування за допомогою відповідних регуляторів (уставок спрацьовування).

Нагадаємо, що часо-струмова захисна характеристика АВ (мал.1) може бути реалізована за допомогою одного або декількох максимальних розчіплювачів, працюючих в зоні струму перевантаження і/або в зоні короткого замикання (КЗ).

Крім цього вимикач може мати незалежний розчіплювач (що дозволяє миттєво відключити АВ по зовнішній команді) і мінімальний або нульовий розчіплювач напруги, який відключає АВ при зниженні напруги в мережі до мінімально допустимої. В деяких вимикачах можуть застосовуватися розчіплювачі мінімального струму, які реагують на витік струму.

Розглянемо особливості максимальних розчіплювачів, обумовлені, як правило, принципом їх дії.

Тепловий розчіплювач, який став класичним через свою простоту та математичну точність, спрацьовує за час, обернено пропорційний середньому квадрату чинного значення струму. Частіше за все його застосовують в зоні перевантажень, тому що в зоні струмів КЗ необхідна більша швидкодія.

Переваги теплових розчіплювачів:

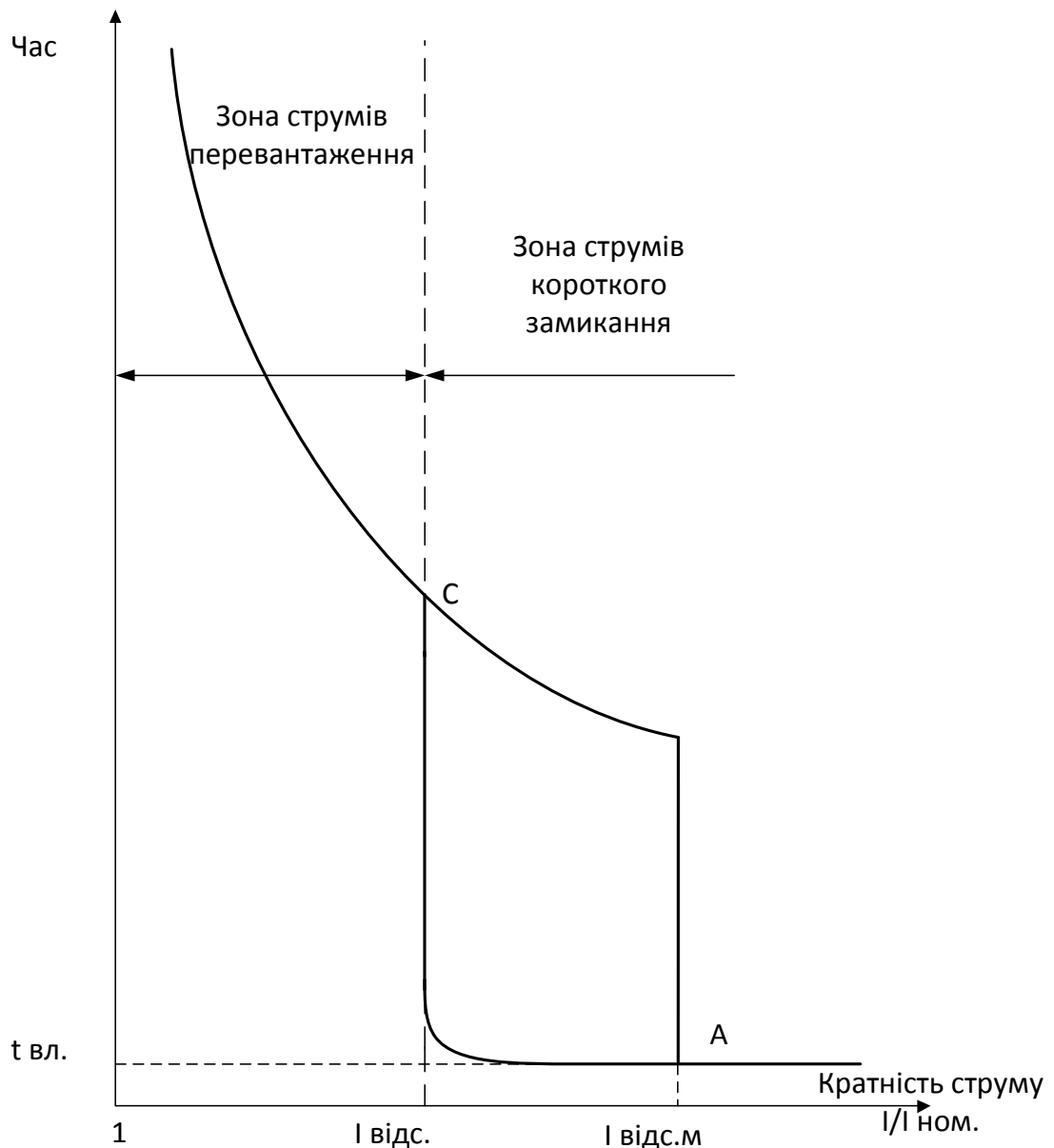
- простота конструкції, низька вартість;
- можливість роботи на постійному та змінному струмі, не критичність до форми струму;
- інтегруюча здатність, теплова пам'ять.

Недоліки теплових розчіплювачів:

- невисока точність регулювання при масовому виробництві – (10-12)%;
- залежність характеристики спрацьовування від зміни температури навколишнього середовища (до 10% на 10°C);
- вплив на характеристику спрацьовування перерізу и довжини струмопідвідних провідників;
- при значному струмі КЗ, наприклад, із-за неспрацьовування електромагнітного розчіплювача і виникнення залишкових деформацій біметалу, може порушитись калібрування теплового розчіплювача;
- в області значних струмів КЗ тепловий розчіплювач не може здійснити велику витримку часу (для селективного захисту) із-за обмеженої термостійкості.

Калібровка теплових розчіплювачів потребує немало часу, тому що для встановлення теплового стану вимикача, адекватного умовам експлуатації, необхідний попередній нагрів номінальним струмом всіх полюсів АВ, а потім контроль спрацьовування (неспрацьовування) при збільшенні струму на 10-

20% (див. мал.1), на що витрачається від одного до двох годин часу. Для прискорення калібрування однотипні вимикачі – еталонний и налагоджувальний включають послідовно, і при дво-, трикратному випробувальному струмі коригують час спрацьовування налагоджувального вимикача. Якщо нема необхідності в точному налагодженні теплового розчіплювача під окремий об'єкт, то просто перевіряється його працездатність – відповідність заводських налагод часу спрацьовування (табличні дані) при даній температурі навколишнього середовища, заданій кратності струму (звичайно 3); при пополюсній перевірці із холодного стану.



Мал.1

Часо-струмова характеристика АВ

Для вимикачів з номінальним струмом більше 1000 А калібрування теплових розчіплювачів мусить проводитися трифазним змінним струмом.

Електромагнітний розчіплювач характеризується високою швидкодією і застосовується з тепловим, компенсуючи його недоліки.

Переваги електромагнітних розчіплювачів:

- простота конструкції, низька вартість;
- швидкодія;
- низька залежність характеристики від температури;
- точність регулювання при серійному виробництві – 5%.

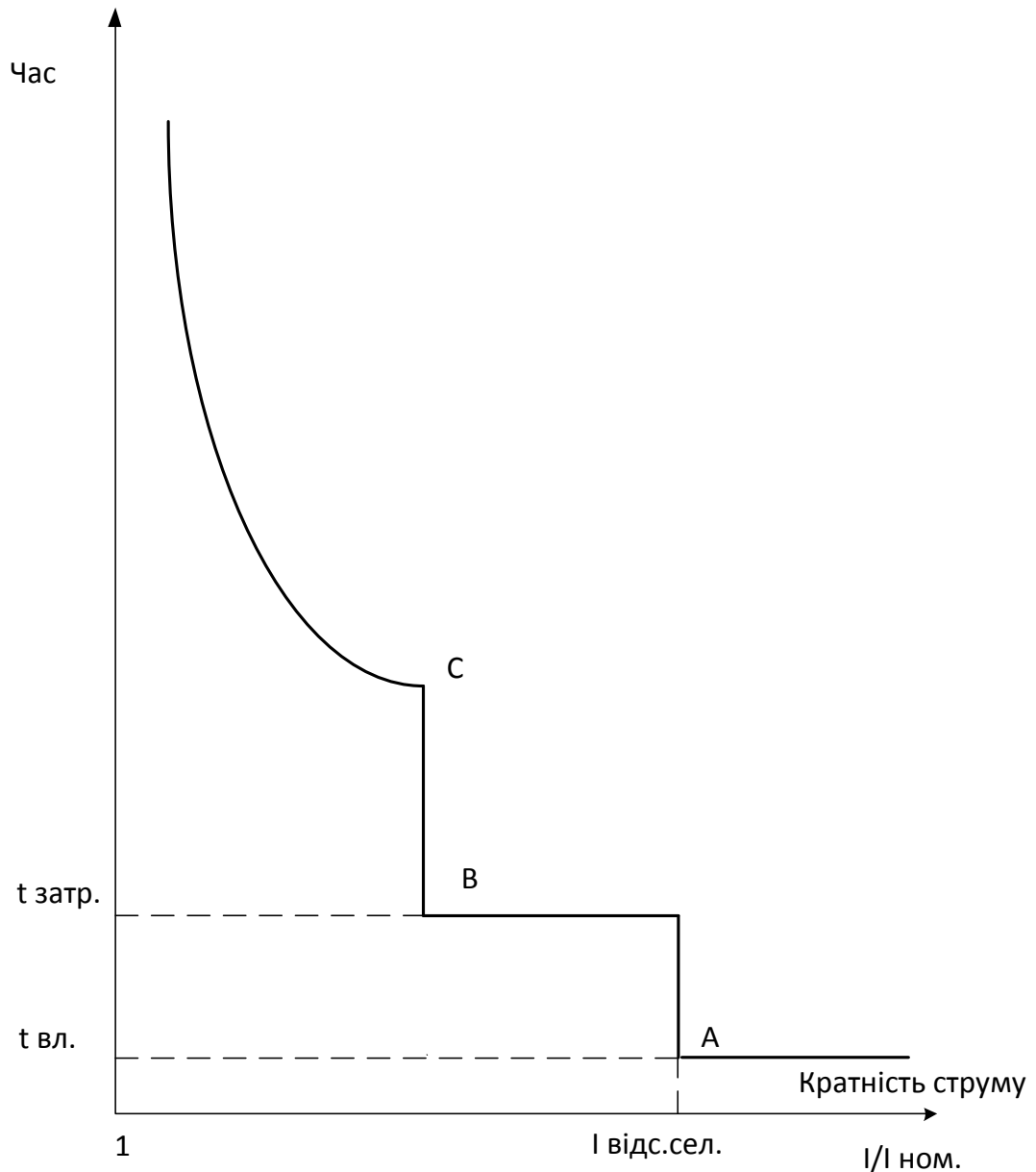
Недоліки електромагнітних розчіплювачів:

- залежність характеристики спрацьовування по струму від зміни роду (постійний /змінний), форми та частоти струму;

- при тривалій експлуатації відхилення струму спрацьовування можуть досягнути 30%.

Електромагнітні розчіплювачі в комбінації з часовими уповільнюючими механізмами (або ін. уповільнювачами) можуть забезпечити достатньо точну витримку часу для забезпечення селективного захисту.

Якщо електромагнітний розчіплювач працює разом з тепловим або напівпровідниковим, то він реалізує функцію швидкого відключення АВ в зоні струмів КЗ ($I_{відс.}$, $I_{відс.м}$ – мал.1). При перевірці його працездатності необхідно виключити вплив випробувального струму на інші розчіплювачі. Для цього струм має бути поданий через полюс вимикача на час, достатній для спрацьовування електромагнітного розчіплювача, але недостатній для спрацьовування розчіплювачів в зоні струмів перевантаження або селективного відключення ($t_{власне} < t < t_{зат.}$) мал.2. Змінюючи від досліду до досліду величину струму, необхідно визначити порогове значення струму стійкого спрацьовування (точка А).



Мал.2

Часо-струмова характеристика селективного АВ

Керуючи струмом і часом його включення, вимірюючи час і струм вимкнення АВ, можна визначити інші точки (наприклад В, С- мал.2) часо-струмової

характеристики. При подачі серії випробувальних «імпульсів» струму необхідно робити перерви для повернення уповільнювача в початковий стан.

Напівпровідникові (електронні) розчіплювачі створювались на заміну тепловим, а також для розширення можливостей змін уставок спрацьовування по струму и часу. Основним їх недоліком є залежність характеристик спрацьовування від роду (постійний /змінний), форми та частоти струму. Надійність напівпровідникових розчіплювачів, які мають більше сотні компонентів на друкованій платі, недостатньо висока. Проте розвиток сучасної елементної бази дозволяє вже зараз створювати електронні розчіплювачі з невеликою кількістю елементів, які відзначаються функціями вимірювання і запам'ятовування аварійних струмів/напруг, кількістю спрацьовувань, розширеними діапазонами уставок струму і часу, рядом логічних функцій по забезпеченню селективності, АВР тощо.

Методи контролю працездатності та калібровок уставок вимикачів з напівпровідниковими розчіплювачами докладно описано у Довіднику по налагодженню електроустановок і електроавтоматики.-Київ,Наукова думка, 1985. Вона зводиться до контролю параметрів захисної характеристики напівпровідникового розчіплювача при пропусканні первинного струму (синусоїдального- для АВ змінного струму і постійного- для АВ постійного струму) по одному або двом послідовно з'єднаним полюсам вимикача.

При проведенні робіт по налагодженню вимикачів з метою економії ресурсу їх роботи і підвищення безпеки для персоналу основні перевірки первинним струмом проводять з використанням потужних низьковольтних регульованих джерел струму.

Для змінного струму ними є навантажувальні трансформатори (НТ) з регулятором напруги синусоїдальної форми в первинній обмотці та вихідною напругою (6 ... 12)В, яка забезпечує довготривалий струм в навантаженні на рівні номінального для вимикача,а також короткочасний струм на рівні не менше десятикратного.

Важливе значення мають габарити та маса НТ.

Для випробовувань на постійному струмі складність виготовлення мобільного джерела малих габаритів обумовлена вимогою низького коефіцієнта пульсацій вихідного струму (до 2%),а також необхідністю забезпечення високої швидкості вмикання/вимикання струму для тестування селективних вимикачів при струмі 5-10 кА.

У складних розподільчих пристроях з розгалуженою структурою значення уставок спрацьовування захисту визначаються шляхом розрахунків і уточнюються на практиці за результатами вимірювань дійсних струмів КЗ або перевантажень. Для виконання принципу селективності в роботі вимикачів необхідна досить точна налагодка уставок спрацьовування по струму і часу, яка неможлива без знання принципів роботи розчіплювачів АВ, урахування їх особливостей, а також **експериментальної перевірки їх параметрів**