

Стабілізатори змінної напруги та захист від імпульсних впливів

Про необхідність та доцільність використання пристроїв захисту від імпульсних перенапруг (SPD) за побудови систем стабілізації напруги змінного струму.

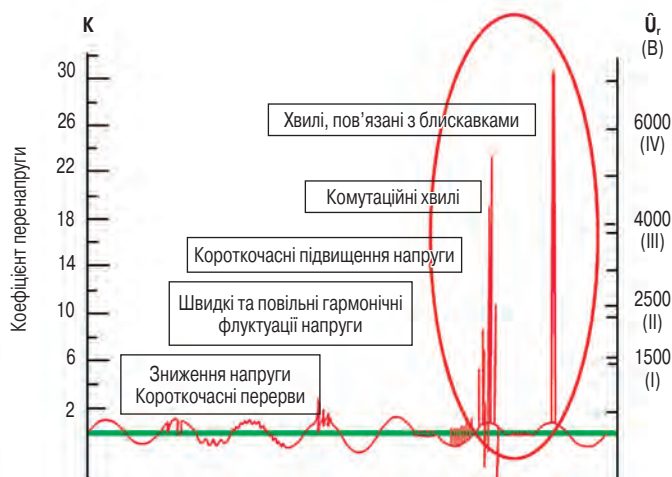


К оли йдеться про захист електроустановок споживачів від перехідних напруг, які можуть траплятися у живильних мережах 0,4 кВ (рис.), найперше згадують стабілізатори напруги змінного струму (Automatic Voltage Regulator, AVR). Потреба у цих пристроях зростає у нашій країні з огляду на специфіку розподільчих мереж. Адже відсутність у них кільцевих структур та надто довгі лінії 0,4–10 кВ призводять до відчутних тривалих відхилень напруги у віддалених споживачів.

З появою спеціалізованих пристроїв для захисту від перехідних напруг (Surge Protective Device, SPD) виникає питання, чи здатен лише AVR забезпечити захист від усіх видів флуктуацій.

Відповідь полягає у тому, про яку тривалість та кратність перенапруги йдеться. Діапазон регулювання AVR обмежується +10% ~-30%, що є достатнім для компенсації тривалих відхилень напруги живлення від номінальної. Цього ніяк не достатньо для реагування на імпульси у 6–10 кВ (кратність 27–45), якщо йдеться про кабельні мережі — за вищих напруг відбудеться пробій кабельної ізоляції. Для повітряних ліній (ПЛ) ця кратність буде ще вищою.

До того ж головним джерелом грозових перенапруг у ПЛ є не прямі, а близькі спалахи блискавки — внаслідок індуктивної дії. Та й за швидкістю реагування AVR не є придатним для коротких імпульсів тривалістю у сотні мікросекунд. Відповідно до Таблиці 2.1.17 (ПУЕ-2015), AVR самі підпадають під вимоги щодо стійкості до дії імпульсів перехідних напруг за категорією II (1500 В). А якщо у складі AVR є електронні компоненти (що трапляється чимраз частіше), то й за категорією I (800 В). Для останньої з категорій ПУЕ передбачає «... обмеження перенапруг до заданого рівня за допомогою засобів захисту, встановлених поза обладнанням (... побутові прилади з електронним програмуванням)».



Параметри перехідних напруг у живильних мережах

Таблиця 2.1.17 ПУЕ-2015

Номинальна напруга електроустановки, В		Стійкість до імпульсних напруг, кВ для різних категорій обладнання			
Трифазні системи	Однофазні системи	IV ¹⁾	III ²⁾	II ³⁾	I ⁴⁾
–	120–240	4	2,5	1,5	0,8
220/380	–	6	4	2,5	1,5
380/660	–	8	6	4	2,5
1000	–	12	8	6	4

Прим. ¹⁾ Стійке до імпульсних перенапруг обладнання (вимірювальні прилади, первинні засоби захисту від надструмів, пристрої згладжування пульсації).

Прим. ²⁾ Стійке до імпульсних перенапруг обладнання, що застосовують у стаціонарних електроустановках (розподільні щити, автоматичні вимикачі, електропроводка, шини, з'єднувальні коробки, вимикачі, штепсельні розетки, електродривуни тощо).

Прим. ³⁾ Стійке до імпульсних перенапруг обладнання, що застосовують у стаціонарних електроустановках (електропобутові прилади тощо).

Прим. ⁴⁾ Обладнання, що застосовують лише у стаціонарних електроустановках за умов обмеження перенапруг перехідних процесів до заданого рівня за допомогою засобів захисту, встановлених поза обладнанням (комп'ютери, побутові прилади з електронним програмуванням тощо).

Під тайноскозанням «засобів захисту» належить розуміти не що інше, як SPD, для застосування яких бажано мати техніко-економічне обґрунтування. Його знаходимо у методиці оцінювання ризику від флуктуацій напруги, наведеної у IEC 60364–4–44 – *Electrical installations of buildings – Part 4–44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances* (Електроустановки будинків – Частина 4–44: Захист задля безпеки – Захист від збурень напруги та електромагнітних збурень).

Критерієм є порівняння обчисленого ризику C_{RL} з припускним значенням. Якщо $C_{RL} < 1000$ — захист від перехідних перенапруг атмосферного походження є необхідним.

$$C_{RL} = f_{env} / (L_p \times N_g)$$

де

f_{env} — коефіцієнт оточення;

L_p — довжина оцінки ризику;

N_g — густина спалахів блискавки до земної поверхні (спалахів на км² у рік).

N_g також може бути обчислений за формулою $N_g = 0,1 \times T_d$, де T_d — число грозових днів протягом року (кераунічний рівень).

Оточення	f_{env}
Сільське та приміське оточення	$85 \times F$
Міське оточення	$850 \times F$

Значення коефіцієнта F може бути прийнято рівним 1 для усіх установок. Однак національні комітети країн-членів МЕК можуть змінювати коефіцієнт F від 1 до 3 для житла.

Довжина оцінки ризику L_p розраховується наступним чином:

$$L_p = 2 L_{PAL} + L_{PCL} + 0,4 L_{PAH} + 0,2 L_{PCH}$$

де відповідні складові являють собою довжину в км:

L_{PAL} — повітряної лінії НН;

L_{PCL} — підземного кабелю НН;

L_{PAH} — повітряної лінії ВН;

L_{PCH} — підземного кабелю ВН.

До розрахунків маємо декілька приміток. А саме, загальна довжина обмежується 1 км або відстанню від першого SPD, встановленого у мережі живлення, до уводу

в електроустановку, якщо вона є меншою. Якщо довжина розподільної мережі є частково або повністю невідомою, L_{PAL} має бути прийнято рівною відстані, якої не вистачає для досягнення загальної довжини у 1 км.

Нижче наводимо приклад розрахунку C_{RL} для довжин ПЛ та густини спалахів, типових для українських теренів.

Підземний кабель: $L_{PCL} = 1$ км,

$N_g = 5,5$ — густина спалахів до землі протягом року на км²;

$f_{env} = 850$ (міське оточення).

$$L_p = 2 L_{PAL} + L_{PCL} + 0,4 L_{PAH} + 0,2 L_{PCH} = 0 + 1 \text{ км} + 0 + 0 = 1$$

$$C_{RL} = f_{env} / (L_p \times N_g) = 850 / (1 \text{ км} \times 5,5 \text{ км}^2) = 154$$

Тобто встановлення SPD є необхідним, оскільки $C_{RL} < 1000$

Навіть якщо Національний Комітет України введе коефіцієнт $F=3$, то будемо мати

$$C_{RL} = f_{env} / (L_p \times N_g) = 850 \times 3 / (1 \text{ км} \times 5,5 \text{ км}^2) = 464$$

Це не скасовує необхідності встановлення SPD, оскільки зберігається умова $C_{RL} < 1000$ (!).

Зрозуміло, що для сільського та приміського оточення (де f_{env} є у 10 разів меншим), важко буде очікувати на виконання умови $C_{RL} < 1000$. Там SPD варто ставити без довгих міркувань — він своє відпрацює першого ж грозового сезону.

Насамкінець, належить розвінчати міф про те, що SPD є пристроями одноразової дії, які належить замінювати після кожного спрацювання. Насправді, варисторні вставки, хоча й піддаються частковій деградації внаслідок кожної імпульсної події, проте їх розраховано на опрацювання численних імпульсів сумарною енергією від 600 до 2000 Дж. Сучасні SPD обладнано оптичними, акустичними та дистанційними системами повідомлення про необхідність заміни варисторних вставок. Найбільш просунуті виробники постачають спеціальні тестери, які дозволяють заздалегідь визначити придатність вставки SPD до подальшого використання. Якщо ж SPD побудовано на багатоелектродних іскрових проміжках у закритому корпусі, йому, як мовиться, «й зносу немає». Звичайно, для впровадження усіх цих мудрих та важених критеріїв та порад потрібен якийсь час, якась критична сума збитків від нищення електроніки (або збоїв у її роботі, які здатні призвести до надто коштовних втрат, якщо йдеться про сучасні промислові технології). Але починати треба негайно, першими це сприймуть ті, хто дійсно вміє рахувати копійку. Вони й вийдуть переможцями у чесному конкурентному змаганні.

ЄВГЕН БАРАННИК,

член правління УСПТБ, відповідальний секретар технічного комітету стандартизації ТК 315 «Системи техногенної і пожежної безпеки будівель і споруд», голова Українського комітету захисту від блискавки при НТСЕУ, консультант з систем захисту від перенапруг та блискавки ТОВ «ОБО Беттерманн Україна»