

УДК 656.257

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.141.2013.93272>

**НАДІЙНІСТЬ СИСТЕМ ПЕРВИННОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ
СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ**

В.В. Матвєєва

**НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМ ПЕРВИЧНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ**

В.В. Матвеева

RELIABILITY OF PRIMARY SUPPLY OF RAILWAY AUTOMATICS

V.V. Matveeva

Проведено аналіз надійності пристроїв захисту систем електропостачання пристроїв залізничної автоматики з дослідженнями їх причин та пропозиціями щодо їх усунення.

***Ключові слова:** електроживлення пристроїв залізничної автоматики, надійність, обмежувач перенапруги.*

Проведен анализ надежности устройств защиты систем электроснабжения устройств железнодорожной автоматики с исследованиями их причин и предложениями их устранения.

Ключевые слова: электропитание устройств железнодорожной автоматики, надежность, ограничитель перенапряжения.

Is carried out the analysis of the reliability of the devices of the protection of the systems of [elektrosnabzheniya] of the devices of railroad automation z by studies of their reasons and by the proposals of their elimination.

Keywords: yelektrozhyvlennya devices railway automation, reliability, limiting surge.

Вступ. За розподільними мережами 6-10 кВ здійснюється безпосереднє електропостачання споживачів, і від надійності їх роботи значною мірою залежить надійність електропостачання в цілому. Однією з головних причин аварій і порушень є грозові перенапруження на повітряних лініях (ВЛ), що викликають імпульсні перекриття і руйнування ізоляторів і призводять до дугових замикань, супутніх ушкодженням устаткування, відключенням ліній. Аварійні відключення ВЛ 6-10 кВ унаслідок грозових перенапружень складають до 40 % від загального числа їх відключень.

Постановка проблеми. У даній статті відмічено, що однією з головних причин випадків аварій і порушень є грозові перенапруження на повітряних лініях. При експлуатації електрифікованих залізниць на ізоляцію ліній електричних мереж, що живлять ці залізниці, та електрообладнання діє тривала робоча напруга, а також короточасні грозові і внутрішні перенапруги. У результаті ізоляція пошкоджується або відразу, або старіє і раніше гарантованого терміну виходить з ладу. При цьому не у всіх вузлах складної системи електропостачання (СЕП) електрифікованої залізниці передбачені системи захисту від зазначених перенапруг, а ті, що є, не відповідають вимогам надійності різних об'єктів залізниці. Це пов'язано з обмеженою пропускною спроможністю вентильних розрядників і недооцінкою небезпеки таких перенапруг для мереж сигналізації,

управління і блокування. Тому актуальним є вибір оптимального засобу обмеження перенапруг.

Аналіз останніх досягнень та публікацій. Питанням захисту від перенапруг в електричних мережах присвячено достатньо публікацій [2, 4, 5, 7, 8]. Аналіз матеріалів цих робіт показує, що найбільш ефективним захистом від перенапруг є впровадження нових схем грозозахисту.

Мета роботи. Проаналізувати надійність систем первинного електропостачання систем залізничної автоматики.

Основний матеріал. Статистика відмов пристроїв електропостачання свідчить, що однією з головних причин порушень електропостачання є грозове перенапруження на повітряних лініях-до 40%, що викликають імпульсні перекриття і руйнування ізоляторів. Тому необхідно застосовувати пристрої захисту, які зменшують величину діючих перенапруг або повністю їх усувають. Заходи з грозозахисту електрообладнання електрифікованих залізниць передбачають захист підходів ліній до підстанцій (застосування грозозахисних тросів, зменшення опору заземлення опор і т. д.), самої підстанції від прямих ударів блискавки за допомогою вибору оптимального числа, місця установлення і висоти стержневих блискавководвідів, а також захист від хвиль, що набігають з ліній, в основному за допомогою вентильних розрядників. Крім того, у

схемах грозозахисту підстанцій використовуються трубчасті і рогові розрядники. Захист мереж електрифікованих залізниць від внутрішніх перенапруг зводиться до схемних заходів, у ряді випадків – до встановлення дугогасних реакторів. Існуючі засоби і заходи щодо захисту від перенапруг забезпечують порівняно низькі показники надійності грозозахисту.

У той же час у пристроях електропостачання систем залізничної автоматики ефективності підвищення надійності підстанції можна досягти в результаті впровадження нових пристроїв захисту від перенапруг.

Використання обмежувачів перенапруги (ОПН) є найбільш ефективним захистом від перенапруги. ОПН встановлюється в безпосередній близькості від устаткування, що захищається, і діє як шунт для імпульсу перенапруги. Величина перенапруги зазвичай визначається в умовних одиницях «р.і.» (таблиця). Ця одиниця визначається, згідно роботи [7], за формулою

$$I_{p.i.} = 2U_m/3,$$

де U_m - максимальне діюче значення лінійної напруги при нормальному режимі роботи мережі. Фактично напруга мережі зазвичай менше, ніж U_m .

Таблиця

Значення $I_{p.i.}$ для різних значень U_m

U_m (кВ)	3.6	7.2	12	17.5	24	36	42
$I_{p.i.}$ (кВ)	2.9	5.9	9.8	14.3	19.6	29.4	34.3

Грозові перенапруги виникають внаслідок атмосферних розрядів. Прямий удар блискавки викликає особливо потужні перенапруги з амплітудою до кількох мегавольт. Як правило, ці потужні імпульси не досягають обладнання, тому що ізолятори, встановлені на ЛЕП, перекриваються дугою, забезпечуючи тим самим природний захист від перенапруг. У мережі середньої напруги амплітуда, що залишається після того, як такі ізолятори перекриваються, може досягати значення до 10 р.і.

Удар блискавки в захисний трос ЛЕП також викликає перенапруження в проводах. Ці наведені перенапруги досягають амплітудних значень через кілька мікросекунд і потім швидко затухають. При цьому амплітудні значення в мережах середньої напруги досягають 10 р.і.

Грозові перенапруги являють найбільшу загрозу для мереж середньої напруги. Захист повинен бути побудований

таким чином, щоб обмежити перенапруги до безпечних для електрообладнання величин. У той же час вихід з ладу ОПН, наприклад від перевантаження, повинен викликати мінімум неминучих при цьому пошкоджень.

Оскільки ОПН не мають іскрових проміжків, блоки резисторів в них піддаються постійному впливу напруги мережі. В нормальних експлуатаційних умовах на ємнісний струм накладається дуже невелика активна складова несинусоїдальної форми. Ця активна складова створює втрати в ОПН, так що в підсумку температура ОПН незначно підвищується відносно температури навколишнього повітря.

Коли напруга підвищується, струм в резисторах і втрати швидко ростуть. Однак, завдяки своїй масі, ОПН не руйнується миттєво, а тільки нагрівається до певної міри. Якщо перенапруження короточасне, ОПН не буде пошкоджений. На рисунку показані характеристики стійкості ОПН в

залежності від тривалості впливу перенапруги. Нижня крива характерна для ОПН, які вже попередньо навантажені потужними імпульсами на додаток до чистого перенапруження з UTOV (у разі

ОПН на 5 кА і 10 кА Клас 1 з потужним імпульсом 4/10 мкс і амплітудою 65 кА або 100 кА). Друга, верхня крива, показує випадок, де на ОПН діє тільки імпульс перенапруги.

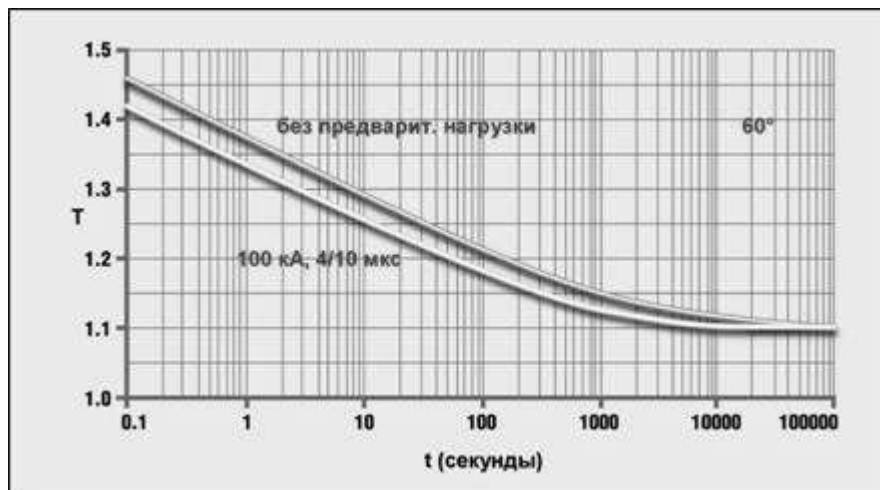


Рис. Характеристики стійкості ОПН в залежності від тривалості імпульсу перенапруги, TOV діаграма, ($T=UTOV_{max}/U_c$)

Значення характеристики подаються або в абсолютних одиницях, або ж по відношенню до робочої напруги ОПН U_c .

Наступний приклад пояснює використання діаграми: ОПН 10 кА, 1 Клас з U_c 6 кВ працює з напругою 6 кВ на його затискачах протягом невизначеного відрізка часу. В момент $t = 0$ відбувається розряд, і через ОПН проходить імпульс струму 100 кА формою 4/10 мкс. Відразу після розряду відбувається замикання на землю однієї фази, на непошкоджених фазах напруга зросла приблизно до 7.7 кВ ($T = 7,7/6,0 \approx 1.28$). Релейний захист мережі має витримку часу спрацювання близько 3 секунд. Діаграма показує, що ОПН витримає цей імпульс перенапруги.

Затримка часу понад 3 секунди призвела б до того, що робоча точка знаходилася б вище нижньої кривої, що могло б призвести до термічного руйнування ОПН.

Висновок. Для надійного і безпечного функціонування рухомого і нерухомого складу залізниці насамперед необхідно забезпечити стабільну та безвідмовну роботу систем енергоживлення автоматики та телемеханіки. Для цього насамперед необхідно замінити старе обладнання пристроїв грозозахисту на сучасне та надійне. З отриманих результатів робимо висновок, що найбільш прийнятним способом захисту систем енергоживлення є впровадження нових обмежувачів перенапруг.

Список використаних джерел

1. Вентильные разрядники высокого напряжения [Текст] / Д.В. Шишман, А.И. Бронфман, В.И. Пружинина, В.П. Савельев. – Л.: Энергия, 1971.
2. Костенко, М.В. Грозозащита в районах с высоким удельным сопротивлением грунтов [Текст] / М.В. Костенко, Ю.М. Невретдинов, Ф.Х. Халилов. – Л.: Наука, 1982.
3. Сердинов, С.М. Повышение надежности устройств электроснабжения электрифицированных железных дорог [Текст] / С.М. Сердинов. – М.: Транспорт, 1985.

4. Техника высоких напряжений. Изоляция и перенапряжения в электрических системах [Текст] / под ред. В.П.Ларионова, В.В.Базуткина. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
5. Защита сетей 6 – 35 кВ от перенапряжений [Текст] / под ред. проф. Ф.Х. Халилова. – С.Пб.: Энергоатомиздат, 1998.
6. Егоров, В.В. Техника высоких напряжений. Перенапряжения в устройствах электрической тяги. Профилактические испытания изоляции [Текст] / В.В. Егоров. – М.: Маршрут, 2004.
7. Техніка і електрофізика високих напруг [Текст]: навч. посібник / за ред. В.О. Бржезицького, В.М. Михайлова. – Харків: НТУ «ХП»: Торнадо, 2005.
8. Акимов, А.И. Определение числа возникновения индуктивных перенапряжений в кабельных линиях [Текст] / А.И.Акимов, Ю.А. Акимова // Системи обробки інформації: зб. наук. праць Харк. ун-ту повітряних сил.– Харків: ХУПС, 2005. – Вип. 4 (44).
9. Делинг, А. Атмосферные перенапряжения и риск обнаружения ударов молний в линии контактной сети [Текст] / А. Делинг, Г. Бизенак, А. Шмидер // Совершенствование схем устройств электроснабжения транспорта и проектирование их конструкций: сб. науч. трудов. – Екатеринбург: Изд-во Урал.гос. ун-та путей сообщения, 2006. – Вип. 48 (131).

Рецензент д-р техн. наук, професор А.Б. Бойнік

Матвеева Вікторія Валеріївна, слухач групи МЗ-АТЗ-АКСУРП-Б-11,

Matveeva V.V.