SALTEK®

Overvoltage controlled. ANYWHERE.

ТРУБОПРОВОДИ ТА СТАНЦІЇ КАТОДНОГО ЗАХИСТУ

Блискавкозахист та захист від імпульсних перенапруг

2021

Захист трубопроводів від прямих ударів блискавки та перенапруг

Правильно розроблений та функціонуючий захист від прямих ударів блискавки та ефектів перенапруги має бути невід'ємною частиною всіх важливих промислових систем і технологій, де найвищою вимогою є надійність, оскільки переривання роботи або пошкодження обладнання можуть призвести до значних фінансових втрат, а також там, де є серйозні вимоги до безпеки.

Це, звичайно, стосується загалом усіх галузей промисловості, зокрема, і експлуатації трубопроводів (газова промисловість, нафтопереробні заводи та нафтова промисловість), де збій трубопровідної системи та витік речовини може завдати не лише матеріальної шкоди, але й може бути шкідливим для навколишнього середовища. Часто є цілі регіони, які залежать від постачання трубопровідним транспортом товарів, таких, наприклад, як вода. З цієї причини конструкція всієї системи повинна бути надійною і невразливою до будь-яких зовнішніх впливів, щоб убезпечити від компенсацій, пов'язаних з перериванням постачання, а пов'язані з обслуговуванням системи витрати зменшуються до мінімуму. Такі витрати значно зростають у випадках, наприклад, суворих кліматичних умов, важкої або віддаленої місцевості, доступності обслуговуючого персоналу тощо. Очевидно, що період окупності початкових інвестицій для досягнення максимально можливої безвідмовної роботи системи з захистом від перенапруг дуже короткий в порівнянні з іншими сферами діяльності.

З розширенням мереж трубопроводів, можна спостерігати в багатьох місцях, що трубопровід, розміщений у землі або воді, схильний до підвищеної дії корозії та деградації металу. На основі дослідження цього явища, для захисту трубопроводів від корозії почали застосовувати два види захисту: пасивний за допомогою різних фарб та антикорозійного покриття, а також активний захист у вигляді станцій катодного захисту.

Станції катодного захисту (СКЗ) захищають трубопровід від впливу явищ змінної напруги на трубопроводі за допомогою прикладеної до трубопроводу постійної напруги. Система вимірює та порівнює напругу на виході силового пристрою катодного захисту та електроду порівняння, і, при необхідності, регулює рівень введеної захисної напруги постійного струму в трубопроводі. Ця захисна напруга постійного струму значно гальмує процес корозії металу трубопроводу. СКЗ складаються з різноманітного електронного обладнання, джерел постійного струму, датчиків, ліній зв'язку, систем віддаленої індикації стану та інших елементів. Таким чином, необхідно забезпечити всеосяжний захист СКЗ від атмосферних та промислових перенапруг, а також перенапруг, індукованих паралельним прогоном низьковольтних та високовольтних ліній електропередач, або внаслідок коротких замикань. Правильно виконаний захист від імпульсних перенапруг мінімізує можливість пошкодити СКЗ, отже, запобігає виникненню збоїв або обмежень функціональності катодного захисту, встановленого на певній ділянці трубопроводу.

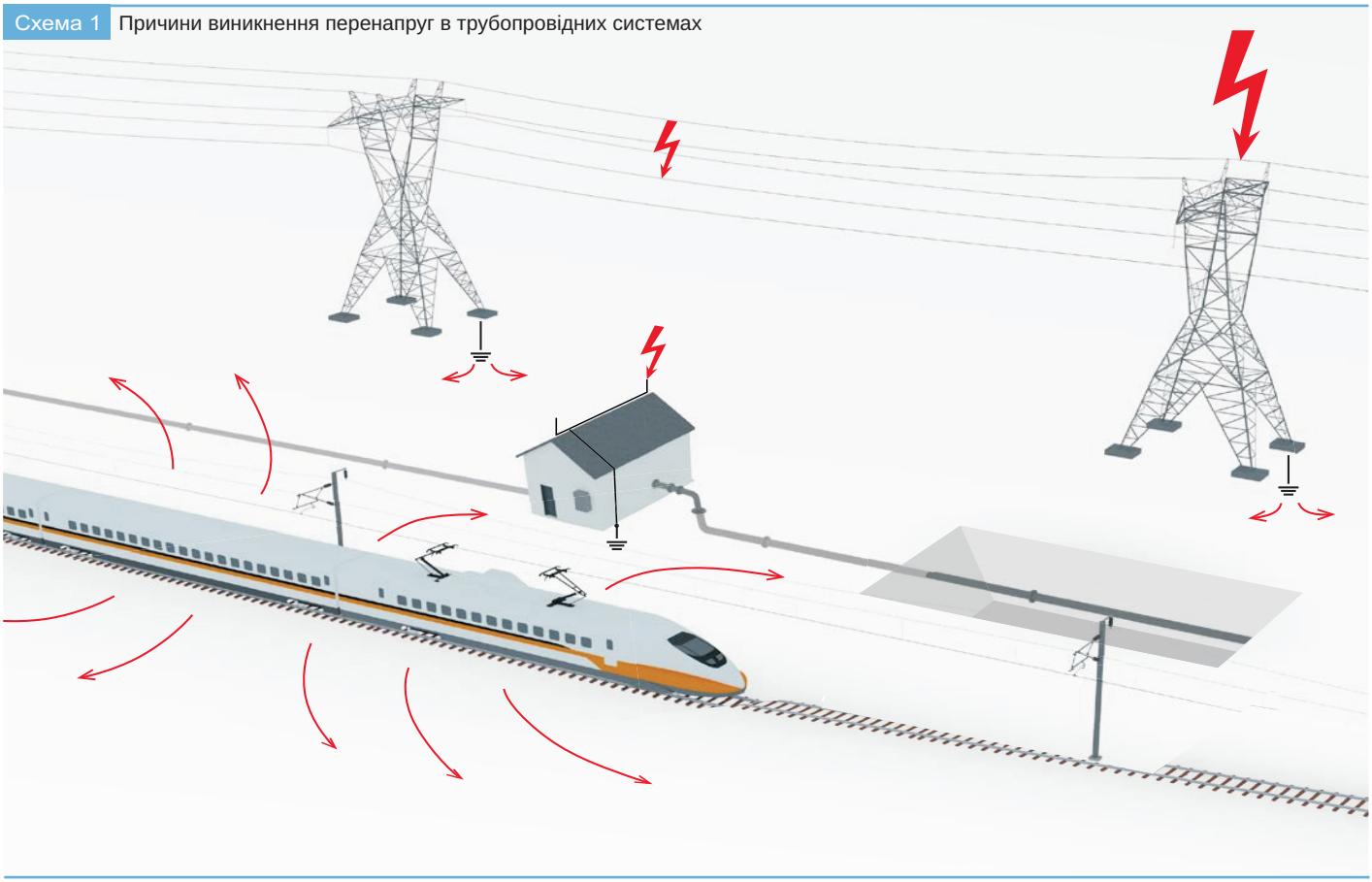
Причини виникнення перенапруг на СКЗ

Зазвичай на СКЗ є мінімум три ввідних лінії, які можуть передати імпульси перенапруги:

- Низьковольтна мережа живлення
- Мережі катодного захисту (трубопровід, анод)
- Мережі електроду порівняння

Вхід мережі живлення часто є джерелом перенапруги, зокрема, якщо під'єднання живлення – це повітряна лінія, встановлена на опорі електромережі, з якої струм блискавки може бути переданий на СКЗ. Атмосферні та комутаційні перенапруги від високовольтних мереж живлення проникають всередину СКЗ через трансформатор живлення, а індуковані перенапруги – через низьковольтні мережі живлення в прокладених під землею кабелях.

Схема 1 Причини виникнення перенапруг в трубопровідних системах



З точки зору електричної енергії, найбільшою загрозою є прямий удар блискавки в захищений трубопровід. Градієнт високої напруги навколо трубопроводу представляє небезпеку для всіх ланцюгів, підключених до електродів в землі. Подібна ситуація виникає, якщо удар блискавки відбувається поблизу катодної станції. В цьому випадку рівень імпульсної напруги збільшується внаслідок розсіювання струму блискавки в землі. Результатом цього є різні потенціали, що виникають на відповідних конструкціях в землі (трубопроводи, анод, електрод порівняння, заземлюючий провід для заземлення електромережі, блискавковідводи, що належать до захисту будівлі СКЗ). Різниця напруги між потенціалами досягає небезпечних значень для ланцюгів, встановлених на СКЗ. Та сама ситуація виникає, якщо блискавка потрапляє в блискавковідвід захисту СКЗ: в процесі розповсюдження струм блискавки створює різні напруги на входах до заземлених частин обладнання та електродів (трубопровід, PEN провідник, анод, електрод порівняння тощо).

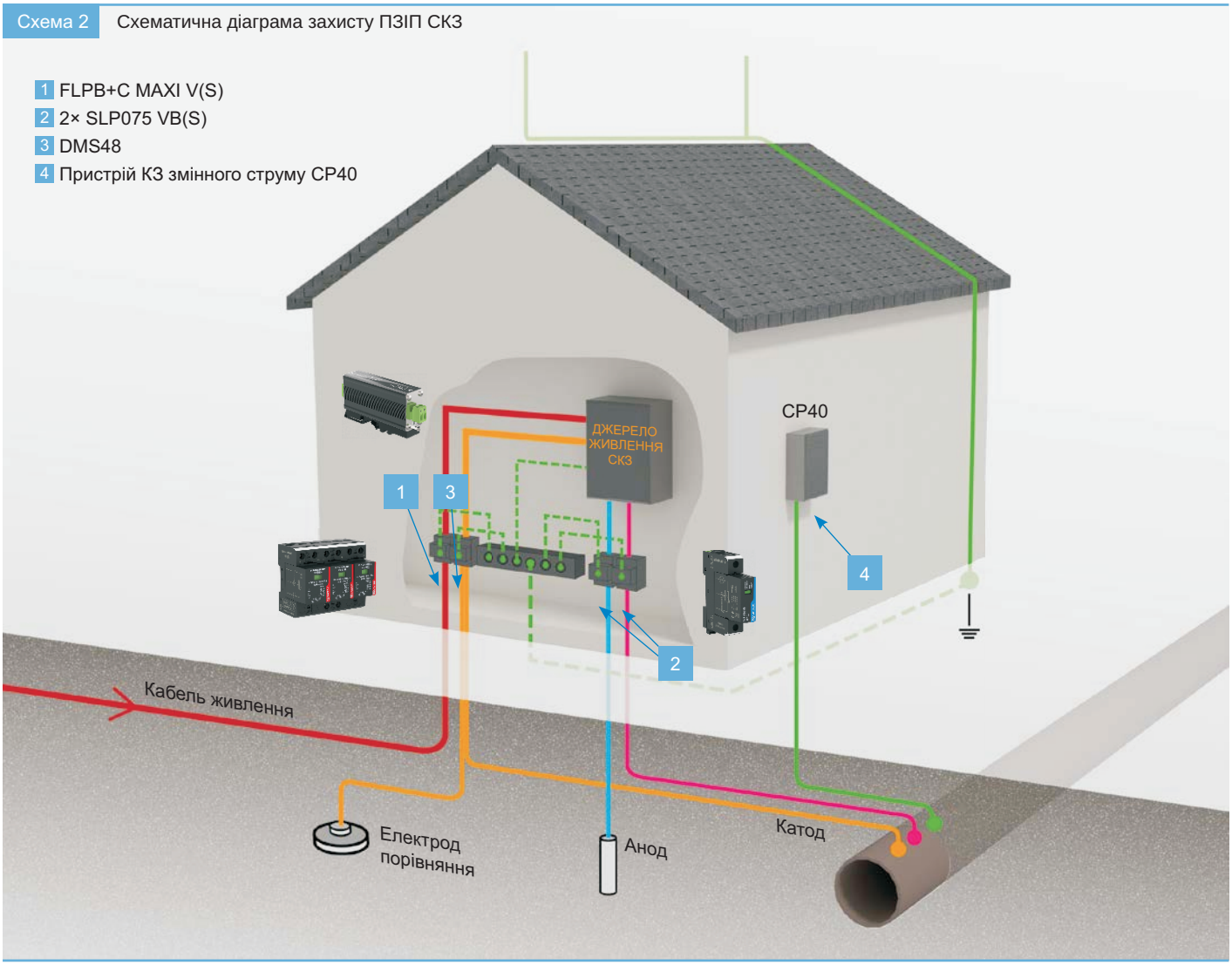
Будь-який струм короткого замикання, що виникає під час замикання на землю ліній високовольтної передачі або лінії живлення залізничного транспорту, що розташовані паралельно трубопроводу, генерують в трубопроводі індуковані струми. Однак найбільша небезпека криється в струмах, що протікають через землю в трубопровід під час короткого замикання на повітряній лінії електропередачі з низьким опором заземленого вузла. Дотримуватися достатньої дистанції системи заземлення до трубопроводів часто проблематично, зокрема, в урбанізованих районах. Напрямок розповсюдження перенапруги тоді залежить від струму короткого замикання, який протікає через розглянуту систему.

Захист джерела живлення СКЗ

Захист від стрибків напруги (імпульсних перенапруг) при введенні низьковольтної лінії живлення в СКЗ, повинен проектуватися з розрахунку запобігання виникнення різниці потенціалу, яка може пошкодити джерело живлення катодного захисту під час прямого або близького удару блискавки. Ось чому всі входи мережі живлення СКЗ повинні бути обладнані обмежувачами ударів блискавки та ПЗІП серії FLP-B+C MAXI V (ПЗІП класу 1+2). Їхня перевага – в дуже низькому (і безпечному) рівні захисної напруги $U_p \leq 1{,}5$ kV, яка гарантує, що напруга на підключеному обладнанні поблизу ПЗІП також буде безпечною. Ще однією перевагою цього ПЗІП є відсутність струму витоку, що означає нульову енергоємність у повсякденних операціях.

Для захисту виходів від джерела живлення катодного захисту від корозії СКЗ (анодні та катодні ланцюги) необхідно використовувати два ПЗІПи SLP-075 VB/1 (також доступні у версії “S” із дистанційною сигналізацією стану ПЗІП), один для позитивного, інший – негативного полюсів. Схема електроду порівняння забезпечується захистом за допомогою спеціального ПЗІП DMS-48 з функцією провідного струму.

Схема 2 Схематична діаграма захисту ПЗІП СКЗ



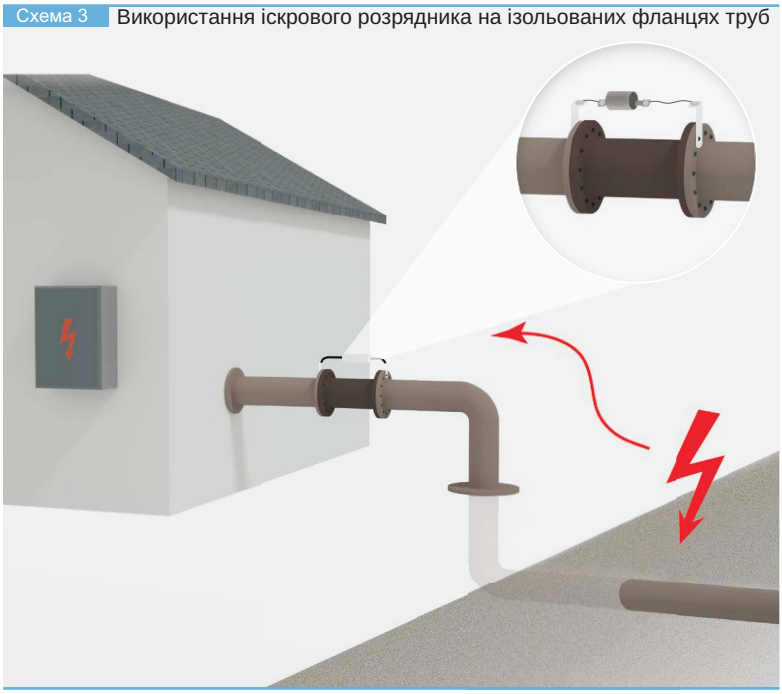
Захист обладнання СКЗ, яке захищає трубопроводи від виникнення небажаних струмів змінного струму

Особливу увагу також слід приділити можливості заподіяння шкоди джерелу живлення СКЗ в результаті виникнення електричних потенціалів від напруги змінного струму, індукованих від високовольтних ліній передач або мережі живлення залізничної тягової лінії. Ця індукована напруга є великою проблемою, яка перешкоджає належній роботі джерела СКЗ, в результаті чого пришвидшується процес корозії трубопроводу, зменшується його термін служби та збільшується споживання електроенергії на СКЗ.

Оскільки два типи напруги з'являються одночасно в цій ситуації, тобто, постійна напруга від СКЗ (яка потрібна нам для захисту трубопроводу), та паразитна індукована напруга змінного струму, досить складно усунути останню без значного впливу на рівень постійної напруги від СКЗ, особливо коли немає можливості прямого заземлення трубопроводу завдяки використанню катодного захисту. Тому бажано забезпечити захист на СКЗ на основі ПЗІП пристроєм короткого замикання змінного струму CP-40, який також використовується як заміна раніше використовуваних пристроїв “KIRK” або “DOC”. CP-40 – це обладнання, яке не потребує обслуговування, легко встановлюється. У разі виникнення індукованої напруги змінного струму, пристрій з'єднує на короткий проміжок часу трубопровід з системою заземлення , відводить індуковану напругу змінного струму, але працює як поляризатор до напруги постійного струму, тобто, це не впливає на роботу джерела живлення СКЗ. CP-40 також значно зменшує енергоспоживання СКЗ за рахунок оптимізації рівня генерації постійного струму, зменшуючи загальні витрати на 80 відсотків.

Завдяки розробленому дизайну та використаному високоефективному іскровому розряднику, CP-40 забезпечує також ефективний захист СКЗ від атмосферних впливів (блискавки), які можуть попадати в трубопровід, маючи здатність витримувати струм блискавки до 100 кА (10/350 мкс). Ця характеристика може бути в нагоді також для усунення блукаючих струмів, що діють в трубопроводі як результат проїзду поїздами чи локомотивами, наприклад, у випадках, коли трубопровід прокладено під залізничним насипом.

Схема 3 Використання іскрового розрядника на ізольованих фланцях труб



Використання ізолюючих іскрових розрядників на ізольованих фланцях труб

Великою проблемою функціонування станцій катодного захисту (СКЗ) є прямий удар блискавки в трубопровід, що захищаємо. Після удару струм блискав ки розповсюджується трубопроводом (на відстань до декількох кілометрів) до місця під'єднання СКЗ або ізольованої частини фланця труб. Ізолюючі фланці вставляються в трубопровід для розділення секцій, захищених катодним захистом, мають власні системи заземлення. Велика різниця потенціалів, яка виникає внаслідок удару блискавки, може викликати пробій ізоляції та несправність роботи системи катодного захисту на будь-якій ділянці трубопроводу.

Зв'язок між ізольованими частинами трубопроводу здійснюється через спеціальні вакуумні іскрові розряд- ники серії ISG. Якщо на ізольованих частинах трубо- проводу виникає різниця потенціалів, або якщо в одну з частин трубопроводу потрапила блискавка, іскровий розрядник між секціями вирівнює потенціали, захища- ючи таким чином ізоляцію між будь-якими металевими частинами від електричного пробою. На трубопроводах, які використовують для транспортування небезпечних енергетичних субстанцій, таких як газ або нафта, необхідно використовувати спеціальні типи іскрових розрядників, які можуть застосовуватися в вибухоне- безпечних середовищах, серії ISG…H Ex.

Інша зона застосування ізолюючих іскрових розряд- ників – станції інспекції трубопроводів, де вся система повинна бути з вирівнюванням потенціалів з метою запобігання виникнення пробою ізоляції або іскріння трубопроводу, який використовується для транспорту- вання вибухонебезпечної речовини. Це досягається заземленням трубопроводу опосередковано через під'- єднаний ISG (Ex) до основної системи заземлення станції. У випадку появи різниці потенціалів між ділянка- ми трубопроводу, при, наприклад, прямому ударі блискавки в будівлю, вирівнювання потенціалів відбува- ється за допомогою цього специфічного захисного еле- менту.

Рекомендовані ПЗІП для захисту трубопроводів

Блискавкозахист - ПЗІП класу 1+2, послідовне з'єднання іскрового розрядника та варистора, FLP-B+C MAXI V(S)/...

Відсутній струм витоку!

Блискавкозахист з чудовими робочими характеристиками, призначений для використання в низьковольтних установках на межі зон LPZ0 та LPZ1 або вище. Захист від перенапруги у випадку прямого попадання блискавки, а також індукованої перенапруги. Для використання в різноманітних установках; офісних, виробничих будівлях або в розподільчих щитах великих будівель.

- Змінний модуль
- Візуальна сигналізація несправності
- Блокування модуля
- Опція - дистанційна сигналізація (S)
- U_p ≤1,5 kV

Тип	З'єднання	Тип мережі	U_c	I_{imp} (10/350 µs)	I_n (8/20 µs)	I_{max} (8/20 µs)	Дистанційна сигналізація
FLP-B+C MAXI V/1	1+0	TN	260 V AC	25 kA	30 kA	60 kA	Немає
FLP-B+C MAXI VS/1	1+0	TN	260 V AC	25 kA	30 kA	60 kA	Є
FLP-B+C MAXI V/1+1	1+1	TT	260 V AC	25 kA	30 kA	60 kA	Немає
FLP-B+C MAXI VS/1+1	1+1	TT	260 V AC	25 kA	30 kA	60 kA	Є
FLP-B+C MAXI V/2	2+0	TN-S	260 V AC	25 kA	30 kA	60 kA	Немає
FLP-B+C MAXI VS/2	2+0	TN-S	260 V AC	25 kA	30 kA	60 kA	Є
FLP-B+C MAXI V/3	3+0	TN-C	260 V AC	25 kA	30 kA	60 kA	Немає
FLP-B+C MAXI VS/3	3+0	TN-C	260 V AC	25 kA	30 kA	60 kA	Є
FLP-B+C MAXI V/3+1	3+1	TT	260 V AC	25 kA	30 kA	60 kA	Немає
FLP-B+C MAXI VS/3+1	3+1	TT	260 V AC	25 kA	30 kA	60 kA	Є
FLP-B+C MAXI V/4	4+0	TN-S	260 V AC	25 kA	30 kA	60 kA	Немає
FLP-B+C MAXI VS/4	4+0	TN-S	260 V AC	25 kA	30 kA	60 kA	Є
FLP-B+C MAXI150 V/1	1+0	TN	150 V AC	25 kA	30 kA	60 kA	Немає
FLP-B+C MAXI150 VS/1	1+0	TN	150 V AC	25 kA	30 kA	60 kA	Є

Обмежувачі перенапруги - ПЗІП класу 2, послідовне з'єднання варистора та іскрового розрядника, серія SLP-...VB/...(S)

Відсутній струм витоку!

Для захисту установок та приладів від індукованої перенапруги в місцевостях з більш частими блискавками, а також комутаційних перенапруг. Підходить для захисту мереж з живленням від дизель-генераторів і мереж з коливанням напруги. Для вторинного захисту низьковольтних установок; також для первинного захисту вимірювальних мереж. Можливо встановлювати як захист на межі зон LPZ0 та LPZ1 в мережах, де відсутня загроза прямого удару блискавки.

- Змінний модуль
- Візуальна сигналізація несправності
- Блокування модуля
- Опція - дистанційна сигналізація (S)
- U_p ≤1,2 kV

Тип	З'єднання	Мережа	U_c	I_n (8/20 µs)	I_{max} (8/20 µs)	Дистанційна сигналізація
SLP075 VB/1	1+0	TN	75 V AC	15 kA	25 kA	немає
SLP075 VB/1 S	1+0	TN	75 V AC	15 kA	25 kA	є

ПЗІП для мереж передачі даних, сигналізації, телекомунікацій. Серія DMS-...

Комбінація грубого та тонкого захисту від перенапруг з обмеженням вхідного струму. Для захисту комунікаційного інтерфейсу, в основному вимірювальних контурів I&C, електронних систем безпеки та пожежної сигналізації, у випадку довгих паралельних ліній з мережею живлення.

- Встановлюється біля обладнання, що захищаємо
- Лінія відділена від захисного заземлення розрядником

Тип	Місце монтажу	Кількість ліній	U_C	I_L	I_n (C2)	U_p (C3) жила-PE	Плаваюча земля
DMS-024-T	ST 2+3	1	33 V DC	60 mA	5 kA	500 V	Є
DMS-048-T	ST 2+3	1	56 V DC	60 mA	5 kA	500 V	Є

Ізолюючі іскрові розрядники ISG та ISG EX

Ізолюючий іскровий розрядник для вирівнювання потенціалів та встановлення перемички між ізольованими фланцями та ізольованими з'єднаннями трубопроводів на трубопровідні системи з катодним захистом. Також ізолюючі іскрові розрядники використовуються в непрямому з'єднанні елементів системи зовнішнього блискавкозахисту з іншими металевими конструкціями, встановленими поруч, або непрямому з'єднанні ізольованих провідних частин, де це пряме підключення заборонено використовувати через експлуатаційні причини.

- Дуже низька номінальна напруга постійного струму
- Різні варіанти під'єднання
- Різні версії для вибухонебезпечних зон (Ex) – в кожуху з нержавіючої сталі
- Ізоляційний опір ≥100 MΩ
- Пристрої класу N (нормальні умови) та H (важкі умови)

Тип	Придатні для вибухонебезпечних зон	З'єднання	I_{imp} (10/350 µs)	U_{rimp}	U_{WAC}	U_{WDC}	Класифікація
ISG100	ні	гвинтові	50 kA	0.95 kV	0.07 kV	0.1 kV	class N
ISG250	ні	гвинтові	100 kA	1.4 kV	0.25 kV	0.375 kV	class H
ISG500	ні	гвинтові	100 kA	1.5 kV	0.35 kV	0.5 kV	class H
ISGC100	ні	кабелями	50 kA	0.95 kV	0.07 kV	0.1 kV	class N
ISGC250	ні	кабелями	100 kA	1.4 kV	0.25 kV	0.375 kV	class H
ISGC500	ні	кабелями	100 kA	1.5 kV	0.35 kV	0.5 kV	class H
ISGO500	ні	кабель/гвинт	100 kA	1.5 kV	0.35 kV	0.5 kV	class H
ISG100H Ex	так	гвинтові	100 kA	0.95 kV	0.07 kV	0.1 kV	class H
ISG250H Ex	так	гвинтові	100 kA	1.4 kV	0.25 kV	0.375 kV	class H
ISG500H Ex	так	гвинтові	100 kA	1.5 kV	0.35 kV	0.5 kV	class H
ISGC100H Ex	так	кабелями	100 kA	0.95 kV	0.07 kV	0.1 kV	class H
ISGC250H Ex	так	кабелями	100 kA	1.4 kV	0.25 kV	0.375 kV	class H
ISGC500H Ex	так	кабелями	100 kA	1.5 kV	0.35 kV	0.5 kV	class H
ISGT100H Ex	так	клеми	100 kA	0.95 kV	0.07 kV	0.1 kV	class H
ISGT250H Ex	так	клеми	100 kA	1.4 kV	0.25 kV	0.375 kV	class H
ISGO100H Ex	так	кабель/гвинт	100 kA	0.95 kV	0.07 kV	0.1 kV	class H
ISGO250H Ex	так	кабель/гвинт	100 kA	1.4 kV	0.25 kV	0.375 kV	class H
ISGO500H Ex	так	кабель/гвинт	100 kA	1.5 kV	0.35 kV	0.5 kV	class H

SALTEK®

Overvoltage controlled. ANYWHERE.

SALTEK TRADE s.r.o.
Vodnanska 1419/226
198 00 Praha 9 - Kyje
Czech Republic
tel.: +420 272 942 470
fax: +420 267 913 411
e-mail: trade@saltek.cz
www.saltek.eu

ОФІЦІЙНИЙ ДИСТРИБ'ЮТОР:
ТОВ СП ШИРТЕК
03022 Київ, вул.Кайсарова, 2, оф.23
тел.: (044) 22 31 206
(067) 40 33 136
(099) 06 50 125
e-mail: andrii@schirtec.kiev.ua
molnija@schirtec.kiev.ua
www.saltek.com.ua