

УДК 621.316.13

Теравський П., Невідомський М. - ст. гр. ЕТ-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ ІЗОЛЯТОРІВ НА ВИСОКОВОЛЬТНИХ ЛІНІЯХ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ**

Науковий керівник: Вакуленко О. О.

Teravskiy P., Nevidomskiy M.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **APPLICATION OF POLYMERIC INSULATORS ON HIGH-VOLTAGE ELECTRICAL TRANSMISSION LINES**

Supervisor: Vakulenko O.

Ключові слова: високовольтні полімерні ізолятори

Keywords: high-voltage polymeric insulators

Високовольтні ізолятори – необхідні елементи для побудови вискоефективної та безпечної енергетичної системи. Ізолятор електричний надійно фіксує проводи ліній електропередачі (ЛЕП) та створює сприятливі умови експлуатації енергомережі.

Полімерні ізолятори – сучасні та витривалі ізолятори ЛЕП, які виготовляються зі спеціальних композицій на основі силіконової гуми, стійких до вологи, природної ерозії та інших несприятливих факторів навколишнього середовища. Вони мають такі переваги: нижчу вагу у порівнянні з фарфоровими та скляними виробами; гідрофобну оболонку, що підвищує їх мокро-розрядні характеристики; полегшену процедуру монтажу; стійкість до проявів вандалізму; мінімальний рівень електрошуму.

Вулканізована силіконова композиція має високе заповнення гідратом алюмінію і обпаленим кремнеземом, внаслідок чого проявляє себе як найбільш надійний полімерний матеріал для зовнішньої ізоляції (особливо в якості підстанційних ізоляторів). На відміну від більшості інших полімерних ізоляційних матеріалів силіконові еластomersи в експлуатації здатні зберігати свою низьку поверхневу енергію, що забезпечує їх відмінні гідрофобні поверхневі властивості. Крім того, силіконові еластomersи стійкі до ультрафіолетових променів [1].

На багатьох конструкціях наконечників, що кріпляться до склопластикових стрижнів полімерних ізоляторів, встановлюють додаткові металеві диски (кільця), які оберігають наконечники від теплової енергії дуги. Ізолятори більш високих класів напруги оснащують захисною арматурою для вирівнювання розподілу напруги. Однак, в деяких випадках ця арматура може сильно пошкоджуватися від дії силової дуги. Виявлено, якщо наслідки дугового пошкодження захисної арматури ліквідовані досить швидко, механічна міцність ізоляторів не змінюється. Однак, якщо пошкодження відбуваються повторно на вже пошкодженій захисній арматурі, може відбутися розрив ізолятора.

Короткочасне горіння дуги не спричиняє пошкодження полімерного покриття ізолятора, а лише пошкодження арматури. Ізолятор потребує заміни в тому випадку, якщо на арматурі з'являється значна корозія (в результаті видалення оцинкованого шару). На рисунку 1 наведені приклади таких пошкоджень.



Рисунок 1 - Пошкодження наконечників ізолятора внаслідок горіння дуги

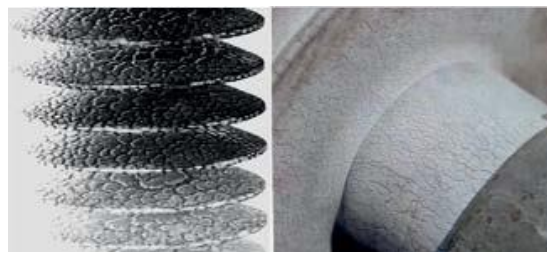


Рисунок 2 - Тріщини на поверхні ізолятора глибиною більше 0,1 мм

Поверхневі мікротріщини (див. рисунок 2) глибиною менше 0,1 мм утворюються в результаті електричної активності. Вони призводять до пошкодження поверхні ізолятора. негайної заміни такі пошкодження не вимагають, але потребують контролю, адже поступово можуть перерости в більш серйозні пошкодження.

На відміну від механічної руйнації ізолятора при електричному пробі, характерному, наприклад, для фарфору чи скла, електричним руйнуванням для полімерного ізолятора є утворення провідного каналу в діелектрику, що знаходиться між електродами в прикладеному електричному полі. Оскільки електричне руйнування має складний часовий характер, то його можна умовно розділити на два періоди часу. Перший з них – час від початку прикладення номінальної робочої напруги до зародження будь-яких первинних дефектів (для полімерів - це деревовидні канали, заповнені газом). В нормальних умовах експлуатації перший період руйнування діелектрика може сягати значень порядку багатьох років.

Другий період характеризується тривалістю від зародження дендритів до пробою. Дендрити виникають у місцях підвищеної локальної напруженості електричного поля. Тривалість цього періоду визначається низкою процесів: інтенсивністю інжектування електронів з електродів, формуванням та еволюцією об'ємних зарядів різних знаків, йонізацією полімерних процесів. В цілому, другий період руйнування діелектрика може змінюватись від 1 до сотень секунд і багато в чому визначається температурою, електричним полем та режимом роботи ізолятора в електромережі [2].

Зародження дендритів супроводжується порушенням суцільності матеріалу і характеризується електричними ("часткові розряди"), акустичними, тепловими та оптичними ефектами, що дозволяє за допомогою різних фізичних методів реєструвати початкову фазу зародження дендритів. Особливо важливим моментом є діагностування характеристик "часткових розрядів", оскільки в полімерах, на відміну від інших типів діелектриків, подальше зростання дендритів відбувається під їх дією на канали дендритів. Таким чином, зростання дендритів та параметри "часткових розрядів" (інтенсивність, частота повторення) є взаємопов'язаними процесами, що призводять до пробою ізоляції внаслідок перекриття міжелектродного проміжку дендритом.

Дослідженнями встановлено, що саме неоднорідність розподілу напруженості електричного поля спричиняє виникнення "часткових розрядів" і призводить до руйнування ізолятора. Це означає, що для вирішення завдання забезпечення максимальної електричної міцності ізоляційної конструкції необхідно оптимізувати напруженість електричного поля ізолятора.

#### Література

1. Шидловський А. К. Високовольтні полімерні ізолятори / А. К. Шидловський, Ю. М. Шумилов, А. А. Щерба. - К. : Видавнича група «Сучасність», 2008. - 253 с.
2. Кирик В. В. Особливості використання полімерної ізоляції в електричних мережах // Гідроенергетика України. - 2018. - Вип. 1 - 2. - С. 52–57.