

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИСОКОЧАСТОТНИХ ПЕРЕНАПРУГ, ЩО ВИНΙΚАЮТЬ В МЕРЕЖІ

Гриб О. Г., Шевченко С. Ю., Гапон Д. А., Ієрусалімова Т. С., Сєдова О. О.

*Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"**В статті розглянуто дослідження високочастотних перенапруг що виникають в мережі.***Постановка проблеми**

На даний час актуальною проблемою є якість електричної енергії, тому дослідження високочастотних перенапруг потребує додаткової уваги.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Відключення або пошкодження повітряних ліній високої і надвисокої напруги (ЛЕП) викликається різними причинами, серед яких не останнє місце займають як природні фактори - вплив блискавок і птахів або вітрові навантаження, обмерзання і забруднення ізоляторів в регіонах з несприятливими екологічними умовами, так і випадкові або навмисні дії людини по пошкодженню підвісної ізоляції. Для України з її ЛЕП, які мають досить велику довжину, в значній частині вичерпали свій ресурс, усунення аварійних ситуацій, викликаних подібними випадками, завдає відчутної економічної шкоди. Крім цього кожне аварійне відключення ЛЕП вимагає аналізу обставин його виникнення, що досить часто зробити практично не можливо в силу відсутності видимих причин перекриття ізоляції. У зв'язку з цим, важливого значення набувають методи ранньої оперативної діагностики технічного стану високовольтних ліній і, зокрема, стану проводів та ізоляції ЛЕП.

Останнім часом при діагностиці стану високовольтної ізоляції значна увага приділяється появі високочастотних складових електромагнітних коливань, що свідчать про погіршення її стану. Поява таких коливань свідчить про наявність в конструкції ЛЕП ослаблених, з точки зору електричної міцності ділянок. Це в свою чергу призводить до активізації іонізаційних і розрядних процесів на ослаблених ділянках, які і є джерелом високочастотних електромагнітних коливань. Такими джерелами можуть бути пошкоджені елементарні провідники, що складають провід, дефекти підвісної арматури, дефектні ізолятори. Подібні дефекти визначити візуально, враховуючи розміри ЛЕП практично не можливо. З іншого боку відомо, що високочастотні імпульси, що впливають на ізоляцію, призводять до погіршення її характеристик, так званому старінню (погіршення діелектричних характеристик). Поява високочастотних сигналів істотно прискорює процес старіння ізоляції. Крім того швидкість старіння ізоляції залежить від напруженості поля в ізоляційному матеріалі.

В роботі [1-3] появу високочастотних коливань пов'язують з наявністю в ізоляторах часткових розрядів, що призводить до передчасного старіння ізоляції. Виконані дослідження показали, що джерелом висо-

кочастотних коливань можуть бути як, ізолятори повітряних ліній електропередачі так і дроти при наявності корони. В [1, 3] розглядаються способи діагностики ізоляторів акустичним і електромагнітним методами. Порівняння цих методів показує більш високу чутливість електромагнітного, що дозволяє нам зробити висновок про наявність в частотному спектрі випромінювання дефектних ізоляторів коливань з частотами відмінними від акустичного діапазону.

Мета статті

Дослідження високочастотних перенапруг що виникають в мережі.

Основні матеріали дослідження

Розглянемо виникнення таких коливань при поданні високої напруги до підвісного ізолятора. Відомо, що основними діелектричними матеріалами при виготовленні ізоляторів є скло і фарфор (порцеляна). Дефекти фарфорових ізоляторів можуть бути виявлені по наявності теплових аномалій, у разі присутності розвиненої поздовжньої тріщини в умовах підвищеного зволоження або забруднення поверхні ізолятора, або дефектів цементного закладення, а також за наявністю коронного розряду в зонах з підвищеним рівнем напруженості поля. Скляні ізолятори, на відміну від фарфорових, завжди вважалися "самодефектуючими", тобто загартоване скло при пошкодженнях руйнується під дією механічних напруг. Однак можливе істотне погіршення ізолюючих властивостей скляних ізоляторів при появі на їх поверхні ковзаючих розрядів. Джерелом ковзаючих розрядів, в цьому випадку, може бути ізоляційна конструкція між стрижнем і шапкою тарільчатого ізолятора, яка складається з послідовного електричного з'єднання елементів: цементного закладення стрижня - тіло діелектрика (скла) - цементне закладення шапки. Останню не будемо брати до уваги, оскільки напруженість електричного поля в ній практично на порядок менше в порівнянні з цементним закладенням стрижня.

Як було відзначено, вище ізолятори можуть бути джерелом високочастотних коливань на лінії електропередачі, які сприяють аварійних відключень. Для підтвердження цього були виконані експериментальні дослідження. При проведенні експериментів, були використані 2 ізолятора типу ПС 120Б з гірлянди, яка мала перекриття з ділянки ПЛ-330 (з них ізолятор з умовним номером 1 є першим в гірлянді від траверси, і 2-й - наступний за ним в гірлянді). Для 1-го ізолятора характерним є наявність стійкого поверхневого

забруднення кольору іржі, яке може бути пояснене стіканням іржі з поверхонь траверси. Поверхня 2-го ізолятора є порівняно чистою.

На рис. 1 показана осцилограма електричного струму 2-го ізолятора при напрузі 28 кВ (тут і далі використовуються середнькватратические значення напруги). Масштаб по вертикальній осі 0,1 В на одиницю шкали, по горизонтальній осі - 5 мс на одиницю шкали. Осцилограма демонструє близьку до синусоїдальної форму емнісного струму, що протікає через ізолятор.

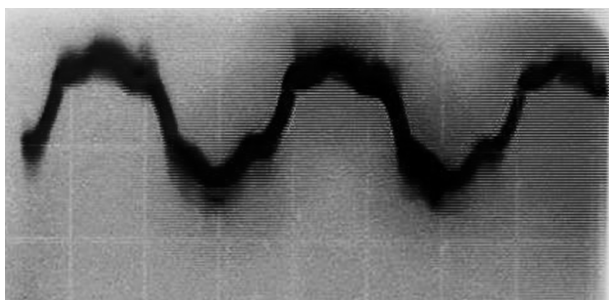


Рисунок 1 – Осцилограма електричного струму при напрузі на ізоляторі 28 кВ

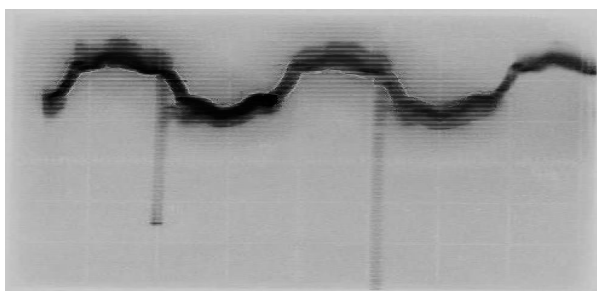


Рисунок 2 – Осцилограма електричного струму при напрузі на ізоляторі 30 кВ

На рис. 2 показана осцилограма того ж струму при напрузі 30 кВ (масштаби по осях є тими ж). Характерним у даній осцилограмі є поява високочастотних коливань струму, амплітуда яких в 5 і більше разів перевищує амплітуду сигналу частоти 50 Гц. Дані коливання можуть бути наслідком наступних явищ: пробоем по товщі або поверхневим перекриттям цементного закладення стрижня, виникненням ковзного розряду по поверхні. Цементне закладення стержня знаходиться в електричному полі, напруженість якого в 3-4 рази перевищує напруженість поля в склі. Це пов'язано з тим, що ізолятор являє собою конденсатор з багатшаровою ізоляцією, напруженості полів у такому конденсаторі відносяться обернено пропорційно діелектричній проникності відповідних шарів конденсатора, при цьому на межі розділу шарів діелектриків, в силу безперервності силових ліній електричного поля, накопичується заряд. Подібне явище, при наявності повітряних включень на межі розділу шарів діелектриків, може істотно знижувати розрядні напруженості в області переходу з одного шару ізоляції в інший. При цьому властивості цементу, як високовольного діелектрика, набагато гірше в порівнянні зі склом. Такі "пари" діелектриків в техніці

високих напруг характеризуються швидким (електричним) старінням гіршого діелектрика при перенесенні основної електричного навантаження в даному випадку на скло. Найгірший діелектрик в цій парі служить постачальником додаткових електричних коливань, які поступово руйнують основний елемент пари. Візуальні спостереження в темряві показують, що на одиночному тарілчастому ізоляторі виникають дві іскри, які служать джерелом високочастотних коливань. Перша з них, іскра між краєм шапки і стеклодеталей, є джерелом мелкомасштабної структури - високочастотних коливань (рис. 2) тому, що вона обумовлена ковзаючим розрядом на поверхні стеклодеталі. Друга, іскра між пестиком і склодеталлю, є джерелом великомасштабного викиду струму (рис. 2).

Висновки

З наведеного матеріалу можна зробити наступні висновки, що скляні ізолятори є джерелом гармонійних коливань різної частоти. Для запобігання виникнення високочастотних коливань необхідно підвищувати якість вироблення цих ізоляторів.

Список використаних джерел

1. Колечицкий Е. С. Расчет электрических полей устройств высокого напряжения / Колечицкий Е. С. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 168 с.
2. Качество электрической энергии Том 2 Контроль качества электрической энергии / под редакцией Гриба О. Г. / Монография ПП "Граф-Икс". Харьков: 2014г.-244 с.
3. ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. — Минск.: ИПК Изд-во стандартов. — 1998. — 30 с.

Аннотация

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ ВОЗНИКАЮЩИХ В СЕТИ

Гриб О. Г., Шевченко С. Ю., Гапон Д. А.,
Иерусалимова Т. С., Седова Е. О.

Рассмотрены исследования высокочастотных перенапряжений возникающих в сети.

Abstract

STUDY OF HIGH-FREQUENCY OVERVOLTAGES OCCUR ON THE NETWORK

O. Gryb, S. Shevchenko, D. Gapon,
T. Ierusalimova, E. Sedova

We consider the study of high-frequency overvoltages occurring on the network.