



شرحی بر حالات خرابی برقگیر و دلایل آن

ساسان کیوانداریان

اردیبهشت ۱۳۹۳

ریسکی و در خطر میباشد. و این به تجربه نشان داده شده است که آمار خرابی ترانسفورماتور و تجهیزات تحت حفاظت برقگیرها رابطه مستقیم با پدیده پیری برقگیر دارد. [1] شرکت (Marsh and HSB) در گزارش یک پروژه تحقیقاتی به درخواست شرکت بیمه بر مبنای آمار ۱۵ ساله از شبکه های توزیع و انتقال آمریکا ذکر کرده است که ۴۵٪ از خرابیهای ترانسفورماتورها از شکست الکتریکی عایق بوده است. [1]

در عملیات پایش وضعیت تجهیزات شبکه های توزیع و انتقال، برقگیرها بطور کامل نادیده گرفته میشوند، حین بهره برداری معمولاً بریکرها یا ترانسفورماتورها و ... مورد بررسی قرار میگیرند ولی در مورد برقگیر بدلیل اینکه هیچ المان متحرک یا سیالی ندارد که برای آزمایش از آن نمونه گرفته شود سیکل حفاظت اضافه ولتاژ کلید زنی و صائقه، با انتخاب، خرید، نصب برقگیر انجام و برقگیر نصب شده کلا فراموش میشود، غافل از این که حفاظت ایزولاسیون تجهیزات شبکه توسط برقگیری که دچار پدیده پیری شده است، بسیار

این آمار این سوال را به دنبال دارد که آیا واقعا در عمل برقگیرها، ایزولاسیون تجهیزات را برای اضافه ولتاژ حفاظت میکنند؟

Regenerative) باعث افزایش جریان ناشی و نهایتاً بروز پدیده فرار حرارتی (Thermal Runaway) میشود. ثابت شده است، سنجش جریان ناشی برقگیر بصورت آنلاین، یکی از بهترین روشهای تشخیص عیب برقگیرها و ضامن تداوم حفاظت ایزولاسیون تجهیزات شبکه های توزیع و انتقال میباشد. درکنار عدم حفاظت ایزولاسیون توسط برقگیری که دچار ضایعه پیری شده است با فرض عبور ۳ میلی آمپر بطور متوسط از ۳۰٪ کل برقگیرهایی که در حال سرویس میباشند و فرض ۱۶۰۰،۰۰۰ برقگیر فقط در رده توزیع در حال

برقگیرهای در حال سرویس به دلایل متنوعی در معرض استرس قرار میگیرند که این عوامل در هفت دسته بندی کلی در زیر شرح داده شده اند و به طور خلاصه در جدول شماره ۱ نیز آورده شده اند. برخی از این عوامل به کلی باعث تخریب برقگیر میشوند و بعضی از آنها با گذر زمان باعث ایجاد پدیده پیری در برقگیر خواهند شد. پیامد تخریب برقگیرها پس از گذشت زمان، افزایش جزء مقاومتی جریان ناشی آنها میباشد. که این افزایش جریان مقاومتی باعث افزایش تلفات توان و همچنین افزایش دمای ستون قرص برقگیرها خواهد شد. این افزایش دما بصورت یک سیکل بازگشتی (

Factory Add.: PARS Electrical Transmission Equipment Co., 20th Avenue, Mahmoud Abad Industrial Zone,

Isfahan, Iran .P.O.Box: 178-81392 Tel.:+983113803160, +983113804427, Fax: +983113804393

Tehran Office: Tel.: 0098218974091-4, Fax: 0098218974095

E-Mail: info@parsete.com



بود. بنا بر این دلایل پایش وضعیت برقگیرها امری بسیار مهم در حذف تلفات میباشد.

سرویس به عدد ۲۴ مگاوات ساعت برق مصرفی خواهیم رسید که هزینه تولید این تلفات، عددقابل توجهی در سال خواهد

دلایل تخریب برقگیر

یکسان شود. اگر دما تغییر کند و به حد دمای **میعان** برسد (dew point) رطوبت داخلی به قطره های آب هم تبدیل میشود که این خود باعث دشارژهای متوالی و حتی اتصال کوتاه داخلی خواهد شد.

۱- نفوذ رطوبت - Moisture Ingress

نفوذ رطوبت عمده ترین دلیل تخریب برقگیرها هم در نوع سرامیکی و هم نوع پلیمری و همچنین نوع پلیمری لوله ای میباشد.

c. نشانه ها و شاخص های نفوذ رطوبت رنگ قهوه ای بخشهای فلزی، زنگ زدگی، افزایش Watt loss (تلفات توان) در ولتاژ کار دائم، افزایش دما، وجود H2O در آنالیز گاز، خشک شدن یا سخت شدن لاستیک آب بند ها.

نفوذ رطوبت یا از طریق دیافراگم فلزی و یا از طریق آب بندهای لاستیکی سرو ته اتفاق می افتد. در مورد برقگیرهای پلیمری، نفوذ رطوبت می تواند به طور مستقیم از طریق لاستیک پس از تخریب در طول زمان اتفاق بیفتد

a. انواع دلایلی که باعث نفوذ رطوبت

میشوند

کیفیت نامطلوب تولید، حمل و نقل غیر صحیح، Flash over (شکست عایقی) خارجی برقگیر که باعث تخریب آب بند ها میشود

b. مکانیزم تخریب

اختلاف فشار خارج و داخل برقگیر یک عمل پمپاژی را انجام میدهند که باعث نفوذ رطوبت به داخل میشود تا جایی که رطوبت نسبی خارج و داخل برقگیر

نکته:

نشانه های نفوذ رطوبت شبیه به نشانه های اضافه بار ولتاژ موقت هم هست. همینطور شبیه به نشانه های تخلیه جزئی در طول مدت زمان طولانی در حضور گاز ازن (ozone) به اندازه کافی که باعث اکسید کردن قطعات فلزی میشود، پس تصمیم گیری سریع بدون تفحص و تحقیق جامع نتیجه غلطی خواهد داشت.

۲- شکست عایقی خارجی External

Flashover

Factory Add.: PARS Electrical Transmission Equipment Co., 20th Avenue ,Mahmoud Abad Industrial Zone,

Isfahan, Iran .P.O.Box: 178-81392 Tel.:+983113803160, +983113804427, Fax: +983113804393

Tehran Office: Tel.: 0098218974091-4, Fax: 0098218974095

E-Mail: info@parsete.com



b. نشانه ها و شاخص های PD داخلی
افزایش تخلیه جزئی خوانده شده توسط
پی دی متر

۴- ایمپالس رعد و برق بالا تر از سطح

طراحی Lightning

تحمیل یک ایمپالس بالا تر از حد طراحی یا چندین ایمپالس
بدون وقفه یکی از دلایل تخریب برقگیرها میباشد.

a. دلایل

عدم در نظر گرفتن پارامترهای صحیح
طراحی.

b. مکانیزم تخریب:

گرم شدن بیش از اندازه قرص ، ایجاد
ترک و شکستگی قرص ها ، تخریب
عایقی برقگیر

c. نشانه ها و شاخص ها

وقتی که قرص برقگیر ، ایمپالس شدید
تر از حد نامی را تحمل میکند ، پلاریزه
میشود . این پدیده از شکل موج جریان
نشستی که با یک پیک بزرگتر در سمت
مثبت یا در سمت منفی مشاهده میشود
، تشخیص داده میشود.

۵- اضافه ولتاژ موقتی بیشتر از سطح

طراحی Temporary Overvoltage

شکست عایقی خارجی دلیل عمده تخریب برقگیرهای رده
ولتاژی توزیع میباشد. بطور معمول این خطا یک خطای ۵۰
هرتز است .

انواع دلایلی که باعث شکست عایقی خارجی میشوند عبارتند
از مه شدید ، آلودگی خارجی سطحی بدنه برقگیر ، حیوانات
برق گرفته و مکانیزم تخریب به این صورت است که با شروع
تخریب عایق خارجی و شروع تخریب برقگیر ، از بین بردن
آب بندها از بین رفته و برقگیر شروع به نفوذ رطوبت می
کند. از نشانه ها و شاخص ها می توان به علائم شکست
عایق خارجی مثل رد و نشانه های آرک روی بدنه و ترمینالها
اشاره کرد .

۳- تخلیه جزئی داخلی Excessive Internal

Partial Discharge

افزایش PD داخلی معمولا در مورد برقگیرهای سرامیکی و
Hollow پلیمری بسیار شایع است. دلیل اصلی آن تخریب
عایق در محلی که تخلیه جزئی واقع میشود است.

انواع دلایلی که باعث PD داخلی میشود عبارت است از کیفیت
نامطلوب تولید ، حمل و نقل غیر صحیح ، نفوذ رطوبت ، وجود

آلودگی روی سطح قرص های ZnO

a. مکانیزم تخریب

PD داخلی بصورت جزئی شروع میشود و
با رشد آن عایق مجاور این منطقه
Degrade شده که این خود باعث
شکست عایقی داخلی میشود. همچنین
باعث حذف اکسیژن از فضای اطراف
قرصها شده که این باعث تغییر مشخصه
قرص میشود.



این خطا که اصولاً یک خطای ۵۰ هرتز است در شبکه های فوق توزیع و انتقال زیاد متداول نیست ولی در شبکه های توزیع نقش مهمی در تخریب برقیها ایفا میکند و به کرات دیده میشود .

a. دلایل

تغییر نحوه اتصال زمین ، افزایش ولتاژ ناشی از اتصال کوتاه در فازهای دیگر ، فرورزونانس ، تلفات سیم نول ، پیری قرص ها ، اتصالی خط با ولتاژهای بالاتر همجوار .

b. مکانیزم تخریب

اضافه ولتاژ موقتی بیشتر از سطح طراحی باعث گرم شدن بیش از حد و Degrade شدن قرص میشود.

c. نشانه ها و شاخص ها

وقتی که قرص اضافه ولتاژ موقتی بیشتر از سطح طراحی را تحمل میکند ، پلاریزه میشود ، این پدیده از شکل موج جریان نشستی که با یک پیک بزرگتر یا سمت مثبت یا سمت منفی مشاهده میشود ، تشخیص داده میشود. شکستن قرصها و سوراخ شدن قرصها و شکست عایقی داخلی از شواهد دیگر TOV است.

۶- اضافه ولتاژ سویچینگ بیشتر از سطح

طراحی Switching Surge Overload

بطور معمول این نوع خطا هنگام قطع و وصل انواع بار و خطوط در شبکه ها بوجود میآید و این پدیده بعضاً ولتاژ شبکه را تا پنج پرونیت هم افزایش خواهد داد .

a. دلایل

قطع و وصل بانک های خازنی و خطوط بلند و هر نوع عملیات قطع و وصل.

b. مکانیزم تخریب

گرم شدن بیش از اندازه قرصهای ZnO ، ایجاد ترک و شکستگی قرص ها ، تخریب عایقی برقیگیر

c. نشانه ها و شاخص ها

مشاهده سوراخ های ایجاد شده در الکترودهای آلومینیوم بین قرصهای ZnO و نیز پلاریزه شدن قرصها.

۷- پیر شدن قرصها Ageing of Disks

هر گونه تغییر در مشخصات الکتریکی قرص را پیر شدگی گویند. اگر این تغییر مشخصات باعث افزایش تلفات در ولتاژ کار دائم شود باعث تخریب برقیگیر هم خواهد شد.

a. دلایل

کیفیت نامطلوب قرص ZnO و کلیه دلایل گفته شده قبلی که باعث پیری قرصهای ZnO میشوند

b. مکانیزم تخریب

فرار حرارتی

c. نشانه ها و شاخص ها

گرمای بیش از حد معمول ستون قرص برقیگیر در حالت کار دائم



سایر عوامل تخریب برقگیر

- آلودگی سطح خارجی عایق مفره برقگیر که باعث شکست خارجی عایق میشود
- انتخاب UC (ماسیمم ولتاژ کاردایم) یا در نظر نگرفتن TOV (اضافه ولتاژ فرکانس قدرت موقتی)، مثلا سیستمی که ارت آن امپدانسی است باید UC (ماسیمم ولتاژ کاردایم) بالاتری را از سیستمی که زمین موثر دارد داشته باشد.
- توزیع نامتقارن میدان الکتریکی با کاربرد گریدینگ رینگ نامناسب
- تراز نبودن ستون قرص برقگیر که باعث ایجاد PD (تخلیه جزعی) در برقگیر میشود
- تنش ها یا ضربه های مکانیکی
- لب پریدگی قرصهای ZnO که باعث ایجاد PD (تخلیه جزعی) میشود.
- کیفیت نامناسب مواد اولیه عایق بدنه برقگیر و عدم توجه به شرایط محیطی مکان نصب.
- اتصال ضعیف بدنه قرص به مواد عایق بدنه برقگیر در برقگیر های پلیمری که باعث ایجاد تلفات داخلی در برقگیر و ایجاد افزایش دما خواهد شد
(localized discharge , localized loss , poor inter disc contact)



| کانیزم تخریب | علت رخداد | رخداد |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| تخلیه های ایمپالسی متوالی و حتی اتصال کوتاه داخلی | <ul style="list-style-type: none"> کیفیت نامطلوب تولید حمل و نقل غیر صحیح تخریب آب بند ها و عمل پمپاژ رطوبت | نفوذ رطوبت Moisture Ingress |
| تخریب عایقی از بین بردن آب بندها شروع نفوذ رطوبت | <ul style="list-style-type: none"> مه شدید آلودگی خارجی سطحی حیوانات برق گرفته | شکست عایقی خارجی External Flashover |
| شکست عایقی داخلی حذف اکسیژن از فضای اطراف قرصها و تغییر مشخصه قرص Zno در انواع برقگیر سرامیکی | <ul style="list-style-type: none"> کیفیت نامطلوب تولید حمل و نقل غیر صحیح نفوذ رطوبت وجود آلودگی روی سطح ستون قرص برقگیر | تخلیه جزئی ، بیش از حد ، داخلی Excessive Internal Partial Discharge |
| گرم شدن بیش از اندازه قرص ، ایجاد ترک و شکستگی قرص ها | عدم در نظر گرفتن پارامترهای صحیح طراحی | ایمپالس رعد و برق بالا تر از سطح طراحی برقگیر |
| گرم شدن بیش از حد و Degrade شدن قرص های Zno | <ul style="list-style-type: none"> تغییر نحوه اتصال زمین افزایش ولتاژ ناشی از اتصال کوتاه در فازهای دیگر فرورزونانس تلفات سیم نول پیری قرص ها اتصال خط با ولتاژهای بالاتر همجوار | اضافه ولتاژ موقتی بیشتر از سطح طراحی برقگیر Temporary Overvoltage |
| گرم شدن بیش از اندازه قرص ایجاد ترک و شکستگی قرص های Zno تخریب عایقی برقگیر | <ul style="list-style-type: none"> قطع و وصل بانک های خازنی قطع و وصل خطوط بلند هر نوع عملیات قطع و وصل | اضافه ولتاژ سوییچینگ بیشتر از سطح طراحی برقگیر Switching Surge Overload |
| فرار حرارتی | <ul style="list-style-type: none"> کیفیت نامطلوب قرص برقگیر | پیر شدن قرص های Zno Ageing of Zno Blocks |

جدول شماره ۱

Factory Add.: PARS Electrical Transmission Equipment Co., 20th Avenue ,Mahmoud Abad Industrial Zone, Isfahan, Iran .P.O.Box: 178-81392 Tel.:+983113803160, +983113804427, Fax: +983113804393
 Tehran Office: Tel.: 0098218974091-4, Fax: 0098218974095
 E-Mail: info@parsete.com



منابع و مراجع :

[1].Bartley, W: "An analysis of Transformer failures"

<http://www.hsb.com/>

Phone : (860) 722-1866

Address: 1 State Street
Hartford, CT 06103-3199

<http://www.munichre.com/HSB/inspection-services/index.html>

[2]. - How to determine the cause of an arrester's last overload

Jonathan Woodworth

Factory Add.: PARS Electrical Transmission Equipment Co., 20th Avenue ,Mahmoud Abad Industrial Zone,

Isfahan, Iran .P.O.Box: 178-81392 Tel.:+983113803160, +983113804427, Fax: +983113804393

Tehran Office: Tel.: 0098218974091-4, Fax: 0098218974095

E-Mail: info@parsete.com