



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش: قدرت

عنوان:

بررسی مقره های کامپوزیت و توزیع پتانسیل در آنها

استاد راهنما: جناب آقای دکتر جلیلزاده

نگارش: شهره صابری

خرداد 1394

فهرست مطالب و ضمائ:

چکیده 9

فصل اول

مقدمه 12

انواع مقره ها از نظر شکل ظاهری و مواد ساختمانی 13

مقره های سرامیکی 13

مقره های سرامیکی با لعاب نیمه هادی 15

مقره های شیشه ای 15

مقره های کامپوزیت 17

انواع مقره ها از نظر کاربرد و شکل ظاهری 18

انواع مقره های خطوط هوایی 18

مقره های سوزنی (میخی) 18

مقره های آویزان 19

مقره های مهار 22

مقره های چرخی 22

مقره های اتکایی 23

مقره های عبوری 24

شکست الکتریکی در مقره ها 24

فصل دوم

مقدمه 27

تاریخچه پلیمرها 28

ساختمان مقره های کامپوزیت 29

هسته کامپوزیت 29

روکش پلیمری 30

یراق آلات 31

ساخت هسته مقره 32

ساخت روکش 33

ساخت یراق آلات 34

35..... سرهم بندی اجزای مقره کامپوزیت

37..... پوشینگ های کامپوزیت

38..... برقگیرهای کامپوزیتی

39..... ترانس های ولتاژ و جریان کامپوزیتی

40..... آلودگی و خاصیت هیدروفوبیسیته

42..... مقایسه مقره های کامپوزیت و پرسیلانی

44..... محدودیت ها و مشکلات مقره های کامپوزیت

48..... بررسی اقتصادی استفاده از مقره های کامپوزیتی

49..... نتیجه گیری

فصل سوم

51..... مقدمه

51..... آزمایش مقره ها

52..... تایپ تست ها طبق استاندارد IEC

54..... آزمایش های روی مقره های نمونه طبق استاندارد IEC

58..... تست های سری مقره ها

59..... آزمون های الکتریکی و مکانیکی مقره های کامپوزیتی

فصل چهارم

64..... مقدمه

64..... چگونگی تقسیم پتانسیل روی مقره ها

72..... روش های یکنواخت کردن توزیع پتانسیل روی مقره

76..... حلقه کرونا

فصل پنجم

79..... مقدمه

79..... مراحل شبیه سازی

79..... شبیه سازی اندازه پتانسیل در نقطه ای به فاصله معین X از سمت زمین شده

81..... شبیه سازی توزیع پتانسیل در طول مقره

84..... ضمایم

89..... مراجع

فهرست جداول:

جدول (1-2):

43..... مقایسه رفتار مقره های سرامیکی و کامپوزیتی در شرایط کار
جدول (2-2):

44..... مقایسه تلفات و آسیب پذیری مقره های سرامیکی و کامپوزیتی در طی مراحل مختلف کار
جدول (1-3):

55..... نوع مقره های انتخابی و آزمایشات انجام شده بر روی آنها
جدول (2-3):

62..... ارزیابی ظاهری نمونه مقره های سیلیکون رابر در طول 5 سال آزمایشات پیری

فهرست اشکال:

فصل اول

شکل (1-1):

14..... نمونه ای از یک مقره چینی
شکل (2-1):

16..... نمونه ای از یک مقره شیشه ای
شکل (3-1):

16..... زنجیره ای از مقره های شیشه ای در خط فشارقوی
شکل (4-1):

17..... نمونه هایی از مقره های کامپوزیت
شکل (5-1):

18..... ساختار یک مقره کامپوزیتی
شکل (6-1):

19..... نمونه یک مقره سوزنی سیلیکونی
شکل (7-1):

21..... تصویری از یک مقره کششی

شکل (1-8):

22..... نمونه ای از مقره های مهار

شکل (1-9):

23..... تصویری از یک مقره چرخشی

شکل (1-10):

23..... یک نمونه مقره اتکایی

شکل (1-11):

24..... نمونه ای از کاربرد پوشینگ ها در ترانسفورماتورهای قدرت

شکل (1-12):

25..... جرقه سطحی بر روی مقره

فصل دوم

شکل (2-1):

32..... چند نمونه از یراق آلات مورد استفاده در مقره های کامپوزیتی

شکل (2-2):

33..... طرح واره ای از یک خط پولتروژن

شکل (2-3):

34..... قسمت های مختلف مقره کامپوزیتی با چترک های به هم پیوسته

شکل (2-4):

34..... قسمت های مختلف مقره کامپوزیتی با چترک های جدا از هم

شکل (2-5):

35..... سه سیستم اتصال ساز مخروطی چسبی، فشاری، گوه ای مخروطی

شکل (2-6):

36..... فلوجارت تولید مقره کامپوزیتی

شکل (2-7):

37..... پوشینگهای ترانسفورماتور 420/220

شکل (2-8):

38..... پوشینگ های دیواری 123kv

39..... محافظت ترانسفورماتور با استفاده از برقگیرهای دارای محفظه سیلیکونی

شکل (2-10):

40..... ترانسفورماتورهای جریان با محفظه سیلیکونی (123kv)

شکل (2-11):

42..... چارت طبقه بندی هیدروفوبیسیته سطحی مواد پلیمری

شکل (2-12):

46..... شکست ترد مقره های کامپوزیتی

شکل (2-13):

47..... شکست الکتریکی مقره های کامپوزیتی به دلیل ضعف اتصال هسته و رابر

شکل (2-14):

47..... خوردگی در یک مقره کامپوزیتی در اثر آلودگی شدید محیط

شکل (2-15):

48..... شکست جدایشی مقره کامپوزیتی

فصل چهارم

شکل (4-1):

65..... مدل خازنی مقره

شکل (4-2):

68..... تأثیر افزایش ظرفیت خازنی مقره نسبت به زمین بر نحوه توزیع پتانسیل روی مقره

شکل (4-3):

68..... تأثیر افزایش ظرفیت خازنی مقره نسبت به زمین بر شیب منحنی توزیع پتانسیل

شکل (4-4):

70..... تأثیر افزایش ظرفیت خازنی مقره نسبت به هادی بر نحوه توزیع پتانسیل روی زنجیره مقره

شکل (4-5):

70..... تأثیر افزایش ظرفیت خازنی مقره نسبت به هادی بر شیب منحنی توزیع پتانسیل

شکل (4-6):

71..... تأثیر افزایش ظرفیت خازنی مقره بر نحوه توزیع پتانسیل روی زنجیره مقره

چکیده:

مقره ها ، از جمله تجهیزات بسیار مهم در قسمت های مختلف سیستم های قدرت مانند پست ها و خطوط انتقال و توزیع می باشند. از آنجا که نحوه عملکرد این تجهیزات ، تأثیر قابل ملاحظه ای بر مشخصه های سیستم های قدرت دارد ، لذا داشتن اطلاعات کاربردی در مورد این تجهیزات برای متخصصین برق - قدرت ضروری به نظر میرسد . از جمله مقره هایی که اخیراً به طور گسترده در شبکه های برق مورد استفاده قرار گرفته اند ، مقره های کامپوزیتی می باشند.

شدت میدان الکتریکی بالاتر از استقامت الکتریکی هوا روی سطح مقره ها ، برقگیر ها و پوشینگ های فشار قوی باعث ایجاد کرونا میشود که منجر به تلفات انرژی ، تداخلات رادیویی ، نویز های صوتی و تولید ازن و اشعه ماوراء بنفش می گردد. میزان کرونای ایجاد شده روی سطح این تجهیزات به شرایط محیطی ، مانند رطوبت و آلودگی و همچنین شکل هندسی آنها بستگی دارد . ازن و اشعه ماوراءبنفش حاصل از کرونا باعث فرسودگی و پیری زودرس مقره کامپوزیتی میگردد.

میدان الکتریکی شدید ، علاوه بر ایجاد کرونا روی سطح مقره ، میتواند باعث تخلیه جزئی در حفره های موجود در مقره شود و مقره را از نظر خواص الکتریکی و مکانیکی کاملاً معیوب سازد . برای جلوگیری از ایجاد کرونا در مقره های خطوط انتقال فشار قوی باید میدان های الکتریکی روی مقره کنترل گردند . بحرانی ترین قسمت مقره از نظر تنش الکتریکی ناشی از شدت میدان الکتریکی ، سمت فشار قوی مقره

می باشد ، لذا برای کنترل شدت میدان معمولاً از یک حلقه تحت عنوان حلقه کرونا در سمت فشار قوی و در ولتاژ های EHV در دو سمت مقره استفاده میشود.

هدف این پروژه بررسی مقره های کامپوزیت و توزیع پتانسیل بر روی آنها می باشد . در فصل اول این پروژه انواع مقره های مورد استفاده در شبکه های برق از نظر شکل ظاهری و مواد ساختمانی معرفی شده است .

در فصل دوم ساختمان مقره های کامپوزیت مورد بررسی قرار گرفته و محدودیت ها و مشکلات آنها و همچنین مزایای آنها نیز ذکر شده است . در فصل سوم آزمون های الکتریکی و مکانیکی که بر روی مقره ها انجام میشود ذکر شده و هر کدام مورد بررسی قرار گرفته است . سپس آزمون های الکتریکی و مکانیکی انجام شده بر روی مقره های کامپوزیت بیان شده است .

در فصل چهارم نحوه توزیع پتانسیل روی مقره و تأثیر ظرفیت های خازنی مربوط به مدل خازنی مقره بر یکنواخت شدن توزیع پتانسیل روی مقره بررسی شده است. سپس روش های یکنواخت کردن توزیع

پتانسیل روی مقره معرفی شده است.

در نهایت در فصل پنجم با استفاده از نرم افزار **MATLAB** نحوه توزیع پتانسیل در طول مقره و

پایان نامه کارشناسی

فصل اول

آشنایی با مقره ها و انواع آنها از نظر

شکل ظاهری و مواد ساختمانی



1-1) مقدمه:

انرژی الکتریکی در حدود یکصد سال پیش از طریق شبکه های کوچک توزیع مورد استفاده قرار گرفت و به علت خصوصیات جالب توجه آن خیلی سریع توسعه یافت. علارغم تمام محاسنی که انرژی الکتریکی دارد در صورتی که تحت کنترل صحیح نباشد خطرات و خرابی های زیادی به بار می آورد.

جریان برق در عبور از سیم ها و کلید ها و دیگر تجهیزات برقی تولید حرارت میکند، این حرارت در شرایط عادی به محیط اطراف داده میشود اما در صورتی که وسایل و عایق بندی آنها به درستی انتخاب نشده باشند ممکن است درجه حرارت وسایل برق رسانی از حد مجاز تجاوز کند. این افزایش درجه حرارت سبب فرسوده شدن و از بین رفتن عایق های سیم ها و دیگر تجهیزات میگردد. از بین رفتن عایق ها باعث اتصال سیم ها و جرقه الکتریکی میشود و در نتیجه حرارت ناشی از جرقه میتواند در شرایط مساعد به سهولت سبب بروز حریق گردد.

از طرف دیگر برق گرفتگی در اثر اتصال قسمتی از بدنه به سیم فاز یا سیم گرم صورت میگیرد و لذا برای جلوگیری از برق گرفتگی، سیم ها و دیگر تجهیزات فلزی را که در شرایط عادی حامل الکتریسیته هستند عایق بندی میکنیم تا دست زدن به آن ها به طور سهوی ممکن نباشد.

بنابراین در هر جایی که جریان الکتریکی برقرار باشد نیاز به عایق بندی مناسب جهت حفاظت در مقابل برق گرفتگی و حریق داریم به طوری که وسیله ای را نمیتوان نام برد که از انرژی الکریکی استفاده کند و یا در تماس با آن باشد ولی در آن مواد عایقی در نظر گرفته نشده باشند.

به عنوان مثال میتوان از یک کلید ساده فشار ضعیف گرفته تا وسایل و تجهیزات فشار قوی مانند ترانس ها، برقگیر ها، کلید های قدرت را نام برد. به طوری که در ترانس، بوشینگ به عنوان جداساز بدنه و در برقگیر ها، مقره هم وظیفه جداسازی را بر عهده دارد و هم وظیفه شکل دهی به تجهیز را بر عهده دارد به گونه ای که تمام اجزای برقگیر داخل مقره یا بوشینگ جای میگیرد. در ترانس های ولتاژ و جریان و کلید های قدرت نیز مقره نقش پایه نگه دارنده و ایزوله کردن و شکل دهی به تجهیز را به عهده دارد.

با توجه به رشد روز افزون جمعیت و استفاده همگانی از این انرژی بحث انتقال آن بسیار حائز اهمیت است و چون انتقال انرژی الکتریکی به فواصل طولانی دارای تلفات زیادی است، برای کاهش تلفات سطح ولتاژ را افزایش میدهیم و هر اندازه که ولتاژ بیشتر گردد، نقش عایقی بیشتر نمایان میشود. بنابراین

بحث عایقی خطوط انتقال و توزیع از اهمیت ویژه ای برخوردار است که این وظیفه عایقی را مقره ها بر عهده دارند. مقره ها به عنوان یکی از اجزای شبکه های فشار قوی نقش عایقی و ایزوله کردن را به

عهده دارند که بر حسب ولتاژ مورد استفاده و شرایط محیطی از نظر آلودگی و رطوبت شکل خاصی به خود میگیرند.

وظایف مفره ها در شبکه ها را میتوان به صورت زیر بیان نمود:

1- تحمل وزن هادی های خطوط انتقال و توزیع برای نگهداری سیم های هوایی روی پایه ها و دکل ها در بدترین شرایط را داشته باشند و اصولاً باید بتوانند بیشترین نیروهای مکانیکی وارد شده بر آنها را تحمل کنند.

2- عایق بندی هادی ها و زمین و بین هادی ها با یکدیگر به عهده مفره است. یعنی مفره ها باید از استقامت الکتریکی کافی برخوردار باشند تا بتوانند بین فاز های شبکه و دکل ها که متصل به زمین هستند ایزولاسیون کافی برای تحمل ولتاژ فاز ها را داشته باشند. استقامت الکتریکی آنها باید در حدی باشد که در بدترین شرایط دچار شکست الکتریکی نشوند.

به طور کلی مفره ها باید دارای خصوصیات زیر باشند:

1- استقامت الکتریکی بالا

2- استقامت مکانیکی بالا

3- عاری از ناخالصی و حفره های داخلی
4- استقامت در برابر تغییرات درجه حرارت و عدم تغییر شکل در اثر تغییر دما (با توجه به ضریب انبساط حرارتی که بایستی کم باشد).

5- ضریب اطمینان بالا

6- ضریب تلفات عایقی کم

7- مقاوم در برابر نفوذ آب و آلودگی ها

بنابراین نیاز به مطالعه دقیق و حساب شده جهت طراحی، انتخاب و استفاده بهینه از مفره می باشد تا شبکه به پایداری لازم رسیده و آماده ارائه خدمات بدون وقفه به مشترکین باشد.

1-2) انواع مفره ها از نظر شکل ظاهری و مواد ساختمانی :

1-2-1) انواع مفره ها از نظر جنس آنها

جنس مفره ها معمولاً از چینی، شیشه یا مواد کامپوزیت است.

الف) مفره های سرامیکی

مفره های چینی از سه ماده مختلف تشکیل شده اند:

1- کائولین یا خاک چینی به مقدار 40 تا 50 درصد

2- سیلیکات آلومینیوم (فلداسپار¹) به مقدار 25 تا 30 درصد

3- خاک کوارتز به مقدار حداکثر 25 درصد

این سه نوع به ترتیب برای بالا بردن استقامت حرارتی، استقامت الکتریکی، و استقامت مکانیکی به کار میروند. به عبارت دیگر خواص الکتریکی، مکانیکی و حرارتی چینی بستگی به درصد فراوانی این سه جزء دارد. هرچه فلداسپار بیشتر باشد استقامت الکتریکی زیاد تر میشود و هر چه مقدار کوارتز بیشتر شود

استقامت مکانیکی بیشتر شده و با افزایش کائولین استقامت حرارتی افزایش می یابد.

برای تهیه چینی مواد فوق را با کمی آب خالص مخلوط میکنند تا به صورت گل و خمیر در آید. سپس

این گل را در قالب های معینی شکل داده و در کوره حرارت میدهند تا پخته شود و رطوبت آن نیز گرفته

شود. البته قبل از قالب گیری درصد رطوبت گل را پایین می آورند و تحت خلاء آن را پرس میکنند.

پس از ریخته شدن، آن را سرد میکنند ولی سرد کردن آن به طور ناگهانی انجام نمی شود و به طور

ملازم این کار صورت میگیرد تا ترکی در آن ایجاد نشود. پس از این مرحله یک لایه لعاب شیشه ای بر

روی آن میریزند تا سطح آن کاملاً خالی از وجود حباب ها و ترک های مویین گردد. لعاب شیشه ای

علاوه بر افزایش استقامت مکانیکی مقره، قدرت چسبندگی گرد و غبار و نفوذ گرد و غبار و رطوبت را

کاهش میدهد. همچنین باعث ایجاد یک سطح صاف میشود که منجر به افزایش مقاومت سطحی عایق

میگردد.

درجه حرارت پختن در کوره نیز در تعیین استقامت الکتریکی و مکانیکی مقره چینی مؤثر است که هر

چه در درجه حرارت بالاتری قرار داده شود، حباب های هوا در آن کمتر به وجود می آیند و استقامت

الکتریکی آن زیاد میشود اما در عوض عایق خیلی ترد و شکننده میشود و هر چه درجه حرارت پختن در

کوره کمتر شود استقامت مکانیکی آن بیشتر شده ولی حفره های بیشتری در آن باقی میماند و استقامت

الکتریکی آن کمتر میشود. معمولاً درجه حرارت پخت را در کوره بین 1200 تا 1500 درجه نگه

میدارند. از خواص بسیار مهم چینی میتوان آسان شکل گرفتن آن و استقامت در برابر مواد شیمیایی و

تغییرات جوی را نام برد.



شکل (1-1): نمونه ای از یک مقره چینی

¹ - feldspar

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

مراجع:

[1] شیرپور، ابراهیمی، منا، محمد ابراهیم، "بررسی مقفه های کامپوزیتی (غیر سرامیکی) ، مشکلات و

محدودیت ها "، هجدهمین کنفرانس بین المللی برق، شماره 98-F-PTL-788، ص 276 تا 283.

[2] Frank Schmuck, Silicone Composite Insulators, NEW YORK, 2013

[3] [http:// www.power2.ir](http://www.power2.ir)

[4] <http://www.wikipedia.com>