

پدیده کرونا

www.pezeshkian.ir

پدیده کرونا

پدیده کرونا در اطراف خطوط فشار قوی که جریان متناوب دارند باعث مقادیر تلفات الکتریکی و در شدیدترین حالت منجر به قوس الکتریکی و تخلیه کامل می شود. مهمترین علامت آن بوجود آمدن هاله ای نورانی اطراف خطوط فشار قوی است .

کرونا در واقع یونیزه شدن نیتروژن هوا است و علت وجود تلفات انرژی ایجاد نور و حرارت در اطراف سطح هادی است . نشانه های کرونا شامل نور که بسته به شدت کرونا طول موج آن از مادون قرمز تا ماورای بنفش تغییر می کند. نشانه های دیگر صدای جرقه های کوچک الکتریکی و تشکیل گاز ازن (که بوی آن در محیط اطراف قابل تشخیص است) و بوجود آمدن اسیدنیتريك در اثر ترکیب نیتروژن جدا شده از هوا با رطوبت موجود در هوا است که به صورت گرد سفید اطراف سیم ها نمایان می شود. اگر ولتاژ متناوبی را بین دو هادی که در نزدیکی یکدیگر قرار دارند اعمال کنیم و آن را به تدریج افزایش دهیم به وضعیتی می رسیم که پدیده ی کرونا اتفاق می افتد .

اگر سطح هادی ناهموار باشد در لبه ها و نقاط تیزتر به علت افزایش چگالی بار ، کرونا شدیدتر خواهد بود و پرتو نور ساطع شده درخشان تر است . همچنین اگر فاصله ی بین هادیها بسیار کم باشد (کمتر از قطر یکی از آنها) قبل از تشکیل کرونا جرقه صورت می گیرد.

- علت بوجود آمدن پدیده کرونا : وقتی ولتاژ متناوب که شکل موج سینوسی دارد به حد ولتاژ کرونا برسد (ولتاژ یونیزاسیون عایق گازی) به علت یونیزه شدن گاز جریان یونیزاسیون به جریان عادی هادیها اضافه می شود و باعث غیر سینوسی شدن شکل موج جریان می شود که این موج غیر سینوسی به خاطر داشتن هارمونی های بالا باعث ایجاد پارازیت و تداخل رادیویی و اغتشاش در مدارهای مخابراتی مجاور آن می شود.

شکل ص ۲

عوامل مؤثر بر کرونا:

۱- شرایط جوی: عواملی مانند چگالی هوا، میزان رطوبت ، باران ، طوفان و صاعقه های شدید که ولتاژ شکست هوا را تغییر می دهند بر وقوع کرونا مؤثر هستند. صاعقه های شدید باعث ایجاد ذرات باردار در هوا می شود و این ذرات باردار به علت وجود میدان در اطراف هادیها جمع می شوند و باعث پایین آمدن ولتاژ کرونا می شوند.

۲- شرایط هادی ها: شرایط فیزیکی هادیها که باعث تغییر ولتاژ کرونا می شود به سه دسته تقسیم می شود:

الف / شعاع هادیها: هر چه هادیها بزرگتر باشد سطح خارجی آنها بزرگتر می شود و شدت میدان به ازای واحد سطح کمتر می شود. با کم شدن شدت میدان ولتاژ کرونا نیز افزایش می یابد. وقتی کرونا بوجود می آید و هوای اطراف هادیها را یونیزه می کند، یونها در اطراف سطح هادیها جمع می شود و لایه نازکی از هادی را بوجود می آورند و سطح هادی را افزایش می دهند و از بیشتر شدن اثر کرونا جلوگیری می کند . البته متناسب با زیاد شدن شعاع هادیها فاصله ی آنها نیز باید بیشتر شود و اگر به اندازه کافی از هم فاصله نداشته باشند قبل از وقوع کرونا جرقه کامل ایجاد می شود.

ب - صاف بودن سطح صافها : هر چه ناهمواري سطح هاديها بيشتري باشد به علت شدت بيشتري ميدان در ليه ها و نقاط نوک تيز، کرونا در آن نقاط در ولتاژ پايين تري رخ مي دهد . در هاديهاي چند رشته به خاطر اين که بين رشته ها ناهمواري ايجاد مي شود در نقاط تيزتر آن کرونا زودتر اتفاق مي افتد.

ج- دمائي سطح هاديها: با عبور جريان از هاديها دمائي آن بالا مي رود و باعث مي شود شبنمهاي ريز ناشي از رطوبت هوا تبخير شود و در نتيجه ناهمواري سطح کاهش پيدا مي کند و ولتاژ کرونا افزايش مي يابد.

کرونا مزيت هايي نيز دارد که مهمترين آن ، اين است که هنگام برخورد صاعقه شديد با خطوط انتقال برق مانند يك شير اطمينان عمل مي کند و ولتاژ اضافه ي ناشي از صاعقه به صورت تلفات کرونا از بين مي رود . بنا بر اين اغلب ولتاژ خط را طوري طراحي مي کنند که به ولتاژ بحراني کرونا نزديک باشد تا با برخورد صاعقه بلافاصله کرونا تشکيل شود.

مکانيزم شکست و تخليه الکتریکي را مي توان به سه شکل شکست در عايق هاي جامد، مايع و گاز تقسيم بندي کرد.

- عايق جامد: اين عايق ها نسبت به انواع مايع و گاز کاربرد بيشتري دارد زيرا هم از نظر مکانیکي و هم از نظر الکتریکي داراي مقاومت بيشتري نسبت به انواع مايع و گاز هستند و استفاده از آنها راحت تر است . اما اين عايق ها يك اختلاف يا ايراد نسبت به انواع ديگر دارند بدين معني که پس از وقوع شکست و تخليه الکتریکي به خاطر تغيير شکل فزيکي و ايجاد حفره ي دائمي ديگر قابل استفاده نخواهد بود . اما انواع مايع و گاز پس از شکست دوباره به حالت اوليه بر مي گردند و قابل استفاده خواهند بود .

مکانيزم شکست در عايق هاي جامد را مي توان به پنج دسته تقسيم کرد که شامل شکست ذاتي، شکست الکترومکانیکي ، شکست حرارتي، شکست فرسودگي و شکست ليه ها هستند.

۱-شکست ذاتي: در اين شکست که عادي ترين نوع آن است اگر عايق در يك ميدان الکتریکي بالاتر از حد تحمل خود قرار بگيرد دچار شکست و تخليه الکتریکي مي شود که اين ماکزيمم ولتاژ قابل تحمل عايق به نوع آن بستگي دارد.

از عواملی که باعث مي شود اين ولتاژ شکست کاهش پيدا کند مي توان وجود ناخالصي و حرارت را نام برد .

وقتي ذرات ناخالصي که معمولاً تحت تأثير ميدان زودتر از خود عايق الکترون از دست مي دهد ، در عايق وجود داشته باشد باعث مي شود الکترون هاي عايق بيشتري شود و عايق زودتر دچار شکست شود. البته از دست دادن الکترون به معنای جدایی کامل آن از اتم نيست بلکه الکترون به تراز انرژي بالاتري به نام تراز هدايت منتقل مي شود. وجود حرارت هم سطح انرژي الکترون ها را بالا مي برد.

۲-شکست الکترومکانیکي: وقتي يك عايق جامد در يك ميدان الکتریکي قوي قرار مي گيرد بر آن نيروي جاذبه مکانیکي وارد مي شود و از دو طرف به عايق فشار وارد مي شود و بسته به ميزان مقاومت مکانیکي آن قطر عايق کاهش پيدا مي کند و ولتاژ شکست عايق کمتر مي شود.

۳- شکست حرارتي: در عايق ها و نيمه هاديها (برخلاف هادي ها) با افزايش درجه حرارت مقاومت الکتریکي کم مي شود و جريان بيشتري از آن عبور مي کند . دو علت براي بالا رفتن دما وجود دارد : ۱- وجود جريان اندکي که از عايق مي گذرد چون هيچ عايقي نمي تواند به طور مطلق جلوي عبور جريان را بگيرد. ۲- جدا شدن مرکز تجمع الکترون و بارهاي مثبت اتم به خاطر وجود ميدان است (پلاريزاسيون) زيرا با قرار گرفتن در ميدان براي اين که ابر الکتروني به سمت قطب مثبت ميدان متمایل شود اتم از ميدان مقداري انرژي کسب مي کند و گرم تر مي شود.

اگر حرارت ایجاد شده در عایق سرعت تولید بیشتری نسبت به حرارتی که عایق به محیط اطراف منتقل می کند داشته باشد و یا دمای محیط اطراف هم به خاطر دفع گرمای عایق بالا رود عایق گرمتر می شود و در نتیجه جریان بیشتری را از خود عبور می دهد و روند گرم شدن آن سریعتر می شود تا جایی که حرارت و جریان به سرعت افزایش یافته و باعث شکست عایق و ایجاد قوس الکتریکی در آن می شود .

اگر ولتاژ اطراف عایق از نوع متناوب باشد به دلیل تغییر جهت دائم میدان الکتریکی در هر نیم سیکل ولتاژ AC ، ابر الکترونی باید جهت خود را عوض کند و با هر بار تغییر جهت ، مقداری انرژی از میدان کسب می کند. بنابراین دمای یک عایق در برابر ولتاژ AC ، نسبت به ولتاژ DC، با سرعت بیشتری بالا می رود .

۴- شکست فرسودگی : فرسودگی عایق معمولاً به صورت حفره ها و یا فضاهای خالی پراکنده در داخل آن نمایان می شود که این حفره ها ممکن است بسیار کوچک باشد البته وجود حفره در عایق سالم و نو نیز قابل انکار نیست زیرا هر چقدر هم کیفیت ساخت عایق بالا باشد باز هم حفره هایی درون آن وجود خواهد داشت .

در داخل این حفره ها یا گاز (معمولاً هوا) یا مایع (معمولاً آب) است که هر دوی این ها حد شکستی کمتر از عایق های جامد دارند . پس در میدانی که عایق جامد به راحتی می تواند تحمل کند گاز یا مایع درون حفره نمی تواند تحمل کند و دچار شکست می شود. این نوع شکست مقطعی است و فقط مختص محدوده حفره می شود اما با هر شکست و تخلیه الکتریکی هر حفره ، آن حفره بزرگتر می شود و به تدریج حفره ها به هم متصل می شود و عایق دچار روند فرسودگی می شود تا اینکه این حفره ها به صورت یک رشته کامل در تمام طول عایق درآید و عایق دچار شکست و تخلیه کامل شود.

۵- شکست در لبه ها : هنگامی که یک عایق تحت یک میدان الکتریکی قرار میگیرد، شدت میدان در لبه های عایق بیشتر است و می تواند باعث ایجاد جرقه هایی در ناحیه لبه ها شود که این جرقه های سطحی به تدریج باعث خوردگی و از بین رفتن عایق می شود و به داخل آن نفوذ می کند . این نوع شکست به صورت شاخه ای به درون عایق پیشروی می کند ، تا آنکه باعث ایجاد قوس الکتریکی کامل و خرابی عایق می شود.

-تخلیه الکتریکی سطحی: این نوع تخلیه هنگامی صورت می گیرد که عایق جامد در تماس با عایق گازی یا مایع باشد. یعنی عایق جامد تمام فضایی را که میدان در آن تأثیر می گذارد پر نکرده باشد و چون ولتاژ شکست عایق گازی معمولاً کمتر از عایق های جامد است شکست ابتدا در عایق گازی به وجود می آید ، اما این شکست تخلیه الکتریکی فقط در قسمتی از عایق جامد با عایق گازی در تماس است اتفاق می افتد و در قسمتهای فقط گازی تخلیه صورت نمی گیرد، زیرا اولاً در سطح عایق جامد همیشه ناهمواریهایی وجود دارد و چون در نقاط فرورفتگی شدت میدان بیشتر است زود شکست صورت می گیرد و گاز یونیزه می شود. ثانیاً در سطح جامد همیشه ناخالصی هایی وجود دارد (مانند گرد و غبار) که این ناخالصیها و آلودگی ها معمولاً ولتاژ شکستی پایینتر از عایق گازی دارد و باعث می شود که فصل مشترک عایق جامد و گاز زودتر از عایق گازی دچار تخلیه و شکست شود.

عایق های گازی: مهمترین شرط ایجاد جریان الکتریکی در یک گاز وجود الکترونهای آزاد و یونهای مثبت در آن گاز است و تا وقتی تمام مولکولها یا اتمهای یک گاز خنثی باشند جریانی از آن ها عبور نخواهند کرد . اما اگر به دلیلی حتی برای مدت بسیار کوتاه الکترونها از اتمها یا مولکول جدا شود بلافاصله تبدیل به هادی می شود.

يك عايق گازي هنگامی که دچار شکست می شود که يك نیروی خارجی که توانایی جدا کردن الکترون را داشته باشد بر آن وارد شود و گاز دچار پدیده ی یونیزاسیون شود. انواع یونیزاسیون شامل یونیزاسیون ضربه ای ، نوری ، حرارتی و سطحی می باشد.

۱- یونیزاسیون ضربه ای:

اگر ذره ای مثل الکترون یا يك اتم پر انرژی با يك اتم یا مولکول خنثی در گاز برخورد کند انرژی خود را به آن اتم یا مولکول می دهد و اگر این انرژی آنقدر باشد که توانایی جدا کردن الکترون را از اتم خنثی داشته باشد آن را تبدیل به یون می کند. ذره ی برخورد کننده اگر از نوع الکترون یا یون باشد انرژی خود را می تواند از میدان کسب کند و نیز ممکن است برخورد در چند مرحله انجام شود یعنی بار اول ذره انرژی کافی برای جدا کردن الکترون را نداشته باشد و چون انرژی خود را به الکترون می دهد الکترون انرژی کمتری برای جدایی کامل نیاز دارد تا اینکه با برخوردی دیگر به طور کامل از اتم جدا می شود.

۲- یونیزاسیون نوری:

عامل دیگری که می تواند به الکترون انرژی لازم برای جدا شدن را بدهد . امواج الکترومغناطیس با فرکانس بالا یا همان فوتون پر انرژی می باشد. مهمترین منبع برای یونیزاسیون نوری برگشت یونها و مولکولهای تحریک شده به وضعیت عادی است زیرا وقتی يك یون به اتم خنثی تبدیل می شود و نیز هنگامی که اتم یا مولکول تحریک شده به وضعیت عادی برگردد دچار افت انرژی می شود و قسمتی از این انرژی را به صورت فوتون از دست می دهد . موارد دیگری مانند پرتوهای کیهانی و یا اشعه ی ماورای بنفش خورشید نیز هستند که باعث می شود گازها مقدار کمی الکترون آزاد داشته باشند.

۳- یونیزاسیون حرارتی:

طبیعتاً هر چه دمای گاز بالاتر رود سرعت حرکت مولکولهای آن هم زیادتر و در نتیجه تعداد برخوردها بیشتر می شود اما دمای که بتواند منجر به یونیزه شدن گاز شود دمای بسیار بالایی (چندین هزار درجه) است که در حالت عادی به این دما نمی رسد. یکی از مواردی که می تواند گاز را تا این حد گرم کند قوس الکتریکی است .

۴- یونیزاسیون سطحی :

این پدیده در سطح تماس بین عایق گازی و الکترودهایی که در دو طرف آن قرار گرفته است به وجود می آید، طوری که دیگر الکترون آزاد مربوط به گاز نیست بلکه الکترون از سطح الکترودها خارج می شود. البته تحت شرایط خاصی این اتفاق می افتد . چون نیروی بین شبکه یونی فلز و الکترونهای آزاد اجازه ی خروج الکترون را نمی دهد و باید الکترون انرژی لازم برای غلبه بر این نیرو را به دست آورد. الف - فوتون هایی که دارای انرژی بیشتر از انرژی آزادسازی باشند در صورت برخورد با الکترونها می توانند آنها را از سطح فلز آزاد کنند . البته هیچ وقت تمام فوتونهای برخوردی این کار را انجام نمی دهند بلکه مقداری از آنها باز تابیده می شوند و مقداری نیز صرف گرم کردن فلز می شود. ب - بمباران سطح کاتد توسط یونهای اتمهای تحریک شده هم می تواند منجر به خروج الکترون از سطح الکتروده شود. یونها هنگام بوجود آمدن دارای انرژی جنبشی هستند که این انرژی هنگام برخورد با کاتد به الکترون منتقل و باعث جدا شدن آن از سطح کاتد میشود. حتی یونهایی که انرژی کافی ندارند هم هنگام برخورد با انتقال انرژی پتانسیل خود باعث جدا شدن الکترون می شوند (نحوه ی این نوع انتقال به درستی مشخص نشده ولی آزمایش آن را به اثبات رسانده). از بین انواع یونیزاسیون نوع ضربه ای از اهمیت بالاتری برخوردار است زیرا نوع حرارتی نیاز به دمای خیلی بالا دارد. مانند دمای قوس الکتریکی که گازها در این دما قرار ندارند. نیز گازها معمولاً در برابر

امواج مغناطیسی با طول موج پایین قرار نمی گیرند و یونیزاسیون سطحی نیز نیاز به میدان الکتریکی خیلی قوی دارد تا به یون انرژی کافی بدهد.

- پدیده بهمن الکترونی و تخلیه الکتریکی تانزند ۱: اگر به دو الکتروود که بین آنها یک گاز قرار دارد منبع ولتاژی نصب کنیم جریان بسیار کمی برقرار می شود. علت برقراری این جریان وجود تعداد کمی الکترون آزاد است که در اثر یونیزاسیون اندک نوری و یا سطحی بوجود آمده اند. حال اگر این اختلاف پتانسیل زیاد شود، به خاطر افزایش سرعت این الکترونها و یونها هنگام رسیدن به آند و کاتد جریان عبوری کمی بیشتر می شود. اما از یک حدی دیگر تغییری در جریان پیش نمی آید. با افزایش خیلی بیشتر اختلاف پتانسیل به حدی می رسیم (ولتاژ شکست گاز) که الکترونهای آزاد انرژی کافی برای جدا کردن الکترونهای اتم های خنثی و ایجاد یونیزاسیون ضربه ای پیدا می کند که باعث می شود تعداد الکترونهای آزاد بیشتر شود.

الکترونهای جدید نیز با دریافت انرژی از میدان در برخورد با اتمهای ایجاد الکترون می کند پس با افزایش ولتاژ تعداد الکترونها به صورت تصاعدی زیاد می شود و ناگهان بهمنی از الکترون پدید می آید که باعث می شود جریان با سرعت زیادی افزایش پیدا کند و تخلیه کامل صورت می گیرد.

این نوع تخلیه الکتریکی را غیر مستقیم هم می گویند چون یک عامل خارجی (همان منبع ولتاژ) باعث ایجاد آن شده و در صورت قطع آن تخلیه انجام نمی شود.

تخلیه الکتریکی مستقل: اگر با ادامه ی عملیات قبل ولتاژ را باز هم بالاتر ببریم یونهای که به کاتد می رود آنقدر از میدان الکتریکی انرژی کسب می کنند که می توانند الکترونهایی را از سطح کاتد آزاد کرده و تخلیه سطحی هم اضافه شود و بهمن الکترونی بزرگتر می شود همین الکترونهای اضافه می توانند الکترونهای بیشتری را آزاد کنند و روند باز هم به صورت تصاعدی پیش می رود تا جایی که عایق تبدیل به هادی شود. اگر منبع ولتاژ را قطع کنیم باز هم یونیزاسیون سطحی ادامه خواهد داشت و تخلیه قطع نمی شود.

-شکست در عایقهای مایع: در مورد شکست و تخلیه الکتریکی عایق های مایع اطلاعات کمتری نسبت به نوع جامد و گاز وجود دارد. به طور کلی شکست عایقهای مایع را می توان به شکست الکترونی ، شکست در اثر ذرات ناخالص جامد، شکست در اثر حبابهای ناخالص گازی و شکست در اثر قطرات مایعات دیگر تقسیم بندی کرد.

۱- نظریه شکست الکترونی :

کاملاً شبیه تخلیه تانزند در گازها است که در صورت برقراری میدان الکتریکی سه مرحله دارد. اول یک جریان کم از آن عبور می کند که همان الکترونهای آزاد و ناخالصی ها باعث آن می شود سپس با افزایش میدان، جریان مقداری بیشتر شده و ثابت می ماند. سپس با افزایش خیلی زیاد ولتاژ به علت رسیدن انرژی الکترونها به مقدار کافی برای جدا کردن الکترون جدید جریان به سرعت زیاد می شود و تخلیه ثانوی بر اثر جدا شدن الکترون از کاتد هم به وقوع می پیوندد.

۲- شکست در اثر ذرات ناخالصی جامد :

وجود ذرات ناخالصی جامد نظیر براده ی آهن و یا بقایای الیاف یا ذراتی که از صافی خالص سازی عایق به جا مانده می تواند باعث پایین تر آمدن ولتاژ شکست شود. هنگامی که عایق در یک میدان الکتریکی قرار گیرد این ذرات معلق به صورت منظم در جهت خطوط میدان قرار می گیرد و به صورت زنجیره ای متصل به هم بین دو الکتروودا قرار می گیرد و باعث می شود تخلیه به صورت جرقه های ریز بین این

ذرات قرار بگیرد . اثر این جرقه ها دمایی آن نقاط بالا رفته و در اثر تجزیه عایق مایع به وسیله جرقه و گرما مولکولهای آب تولید می شود که وجود رطوبت خود باعث ایجاد تخلیه الکتریکی می شود.

۳- شکست در اثر حبابهای ناخالص گازی:

تخلیه های جزئی که ممکن است بر اثر مواردی مثل ناهمواری های الکترودها (در نقاط فرورفتگی و لبه ها که میدان قوی تر است) باعث گرم شدن عایق و تجزیه ی آن می شود که باعث به وجود آمدن حبابهای گازی در عایق می شود.

این حبابها به صورت محلول یا غوطه ور در مایع یا چسبیده به سطح کاند تشکیل می شود. البته موارد دیگری مثل تغییر درجه حرارت و یا هم زدن مایع نیز می تواند باعث ایجاد حباب شود. معمولاً چون شدت میدان داخل حبابها بیشتر از داخل عایق است (به خاطر آنکه حبابها از جنس گاز هستند) و نیز استقامت الکتریکی حبابها کمتر از عایق مایع است حبابها زودتر دچار شکست می شوند و جرقه و تخلیه الکتریکی در داخل آن بوقوع می پیوندد.

جرقه های داخل حباب باعث گرمتر شدن مایع اطراف آنها و تبخیر آن می شود که در نتیجه حبابهای گازی بیشتری تولید می شود و این روند آنقدر ادامه می یابد که حبابها با قرار گرفتن در جهت میدان تشکیل یک زنجیره و حفره ی گازی بین دو الکتروود بدهند و باعث تخلیه الکتریکی کامل شود.

۴- شکست در اثر ناخالصی قطرات مایع دیگر :

ناخالصی های مایع مثل ناخالصی های جامد عمل می کنند که مهمترین آنها آب یا همان رطوبت است . ذکر این نکته لازم است که این ناخالصی ها وقتی به صورت محلول هستند کمتر از حالت شناور بودن قطرات به عایق آسیب می رسانند.