جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

فهرست

۱- تاریخچه ---------- ۱
۲- مقدمه ---------- ۵
۳- زیانهای ناشی از الکتروستاتیک ---------- ۹
۳-۱ محیط های غیرقابل اشتغال ---------- ۹
۳-۲ میحط های قابل انفجار ---------- ۱۳
۳-۳ پر کردن تانکرها ---------- ۱۵
۳-٤ شستن نفت کش ها و مخازن سوخت ---------- ۱٦
۳-۵ آسیب به قطعات الکترونیکی ---------- ۱۸
۳-٦ خطرات ناشی از حرکت پودرهای عایق ---------- ۲۰
٤- اصول باردار کردن ذرات ---------- ۲۳
۵- کاربردهایی از الکتروستاتیک ---------- ۳۷
۵-۱- زیروگرافی ---------- ۳۹
۵-۱-۱- قسمتهای مختلف یک دستگاه زیروگرافی ---------- ٤۳
۵-۱-۲- مراحل چاپ زیروگرافی ---------- ٤۳
۵-۱-۳- عملکرد قسمتهای مختلف فرآیند زیروگرافی ---------- ٤٤
۵-۲- پوشش های الکتروستاتیک ---------- ٦۱
۵-۲-۱- فرآیند بستر سیال پودر ---------- ٦۱

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

۵-۲-۲- فرآیند بستر سیال الکتروستاتیک----------۶۲
۵-۲-۳- پوشش پودر بطریقه اسپری الکتروستاتیک ----------۶۶
۶- کاربرد الکتروستاتیک در جداسازی مواد معدنی ----------۸۳
۶-۱- ساختمان جدا کننده های الکتروستاتیکی ----------۸۳
۶-۲- مکانیزهام باردار کردن ذرات معدنی در جداکننده ها ----------۸۴
۶-۳- باردار کردن در اثر تماس و مالش ----------۸۵
۶-۴- باردار کردن بوسیله تخلیه کرونا (جدا کننده های فشار قوی) ----------۹۱
۶-۵- باردار کردن توسط اتصال ----------۹۹
۷- اندازه‌گیری بار الکتروستاتیکی ----------
۷-۱- ذرات باردار ----------
۷-۲- سطوح باردار ----------
۷-۳- اندازه‌گیری بار در محیط‌گازی ----------
۷-۴- اندازه‌گیری بار در مایع ----------
۸- مراجع ----------

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

۱- تاریخچه

از زمان کشف بارتک قطبی که به دورهٔ یونانیان باستان بر می‌گردد پدیده باردار شدن اجسام فقط جنبه کنجکاوی داشته و کاربرد عملی نداشته مثال باردار کردن میله های کهربا با پوست خرگوش یکی از مثالهایی است که باردار شدن از راه مالش را بیان میکند . پدیده رعد و برق و یا شوکهای ناشی از تماس دست با دستگیره در محلهایی که مفروش میباشد نمونه هایی از پدیده الکتروستاتیک میباشد جالب این است که امروزه به این پدیده در فرآیندهای صنعتی بسیار بزرگی برمیخوریم و البته در بعضی از موارد پیامدهای خطرناک و زیان باری را نیز از این پدیده نظاره گر هستیم.

ماشین های مولد بارهای الکتریکی از سال ۱۶۰۰ میلادی ساخته شدند و پس از توسعه منجر به ساخت ماشین ویمشرست[۱] wimsherst در سال ۱۸۷۸شدند این ماشینها امروزه هم وجود دارند ولی بصورت پیشرفته تر مثلاً ماشین تولدی ولتاژ بالای فلیسی[۲] ، امروزه در بعضی سیستم های رنگ پاشی و در شتابدهنده ها بکار میرود نمونه دیگر مولدهای ولتاژ تسمه ای هستند که ماشین وندگراف از نمونه آن است.

پیشرفت بزرگ الکتروستاتیک عملی از زمانی شروع شد که کاترل[۳] در سال ۱۹۰۶ ته نشین‌سازهای الکتروستاتیکی را در کارخانه‌های سیمان در آمریکا به کار برد در سال

---

[۱] wimshurst

[۲] Felici

[۳] Catrel

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

۱۹۲۳ با نصب چنین دستگاهی روی دودکش یک کارخانه برق با سوخت زغال‌سنگ، از ورودی خاکستر زغال سنگ به داخل هوای محیط جلوگیری شد و بدین ترتیب از آلودگی محیط به میزان قابل ملاحظه‌ای کاسته گردید و در سال ۱۹۳۰ رنگ‌پاشی الکتروستاتیک پای به عرصه ظهور نهاد. [۱]

چستر کارلسون[٤] در ۲۲ اکتبر سال ۱۹۳۸اولین فتوکپی به روش الکتروستاتیک را در نیویورک بدست آورد و در سال ۱۹٤۲ امتیازش را دریافت کرد و پنجره نوینی جهت کاربرد علم الکتروستاتیک گشود.

در سال ۱۹۷٦ اولین خط تولید لعاب پودر الکتروستاتیک در سیم فرانسه راه‌اندازی شد و از دهه ۱۹۷۰ به بعد شرکت‌های تولیدی در کشورهای استرالیا، اروپای شرقی ژاپن کانادا زلاندنو و بخصوص آمریکا با مقایسه مجموع هزینه‌های کاربرد لعاب پودر به روش الکتروستاتیک با سایر روشها بهره گیری از پوشش الکتروستاتیکی را انتخاب و این تأسیسات را در خط تولید خود بکار گرفتند . [۹]

کاربرد الکتروستاتیک در جداسازی مواد نیز از جله مواردی بود که باعث توجه بیشتر به این علم شد در سال ۱۹۱٤ واتینگتون [٥] از الکتروستاتیک جهت جداسازی مواد و در واقع جهت جداسازی خاکستر از زغال استفاده کرد . و در سال ۱۹۷٦ یک مخترع

---

[٤] Chester Carlsom

[٥] Withington

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

امریکایی از یک جداساز الکتریکی مالشی در این جهت استفاده کرد . در سال ۱۹۸٤[۶] آلفان یک جداکننده گازی و شارژ سریع را طراحی کرد . و در سال ۱۹۹۳ کاپتا[۷] جداسازی الکتروستاتیکی ترکیبات پودری را موردمطالعه قرار داد و دراین جهت قدمهای موثری برداشت . [۳]

به تدریج علم الکتروستاتیک بجای آنکه جنبه تئوری یا کنجکاوی داشته باشد به یک ابزار صنعتی مفید بدل گشت وامروزه حضور گسترده این علم را در فرآیندهای مختلف صنعتی از جمله رنگ پاشی ، چاپ ، فیلترهای الکتروستاتیک و همچنین جداسازی الکتروستاتیکی مواد معدنی شاهد هستیم .

۲- مقدمه :

الکتروستاتیک کاربردهای وسیعی در زندگی امروزی پیدا کرده است . چندین فرآیند مهم صنعتی بر دانش الکتروستاتیک بنا شده‌اند که از جمله میتوان رنگ پاشی الکتروستاتیکی ، صنعت زیروگرافی ، الکترو فیلترها و جداسازی الکتروستاتیکی مواد معدنی را نام برد . پدیده های الکتروستاتیکی به دو صورت با انسان مواجه میشوند ممکن است خطرناک و مزاحم جلوه دهند و سبب شوک و آتش سوزی و از کار انداختن بعضی قطعات الکترونیکی شوند ممکن است بسیار مفید و کارساز باشد . مزیت استفاده از الکتروستاتیک در این است که با وجوداستفاده از ولتاژهای بالا جریان

---

[۶] Alfan

[۷] cupta

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

الکتریکی بسیار کمیاز منبع ولتاژ کشیده میشود و در نتیجه توان مصرفی معمولاً بسیار اندک و غیر قابل ملاحظه است و این مطلب از نظر صرفه جوئی انرژی حائز اهمیت میباشد . [۱۰]

در نزد کسانی که با مشکلات ناشی از الکتروستاتیک درگیرند شاید شگفت باشد که موضوع الکتروستاتیک از قوانین کاملاً شناخته شده فیزیک پیروی میکند و آگاهی عملی حتی نسبت به برخی ایده های اساسی آن میتواند در غلبه بر مشکلات و درک پیشامدهای رایجتر الکتروستاتیک کمک کند .

الکتروستاتیک اساساً علم بر هم کنش بارهای الکتریکی است . در اکثر فرآیندهای صنعتی بارهای الکتریکی در حال حرکتند . زیرا یا در داخل فراوردهٔ تولیدی و یا بر روی سطح آن نگه داشته میشوند . بنابراین اندر کنشهای مورد نظر بیشتر در نتیجه توزیع فضایی بارهاست تا حرکت آنها .

بیشتر مشکلات ناشی از الکتروستاتیک در صنعت هنگامیرخ میدهند که الکتریسیته دار شدن ناخواسته و غیرقابل کنترلی رخ داده باشد و معمولاً به خاطر این واقعیت بوده که در یک مرحله فرآیند تولید ، مایع یا جامدی با مواد دیگر تماس پیدا کرده جدا شدن بارهای مثبت و منفی در سطح مشترک مواد به آسانی صورت می‌گیرد. در نتیجه یکی از مواد بار مثبت و دیگری بار منفی پیدا میکند اینکه این فرآیند به یک مشکل چشمگیر منجر شود به این بستگی دارد که بارهای جدا شده پس از جدائی دو جسم با چه سرعت بتواند پراکنده شوند هنگامیکه یکی یا هر دو جسم در حال تماس عایق الکتریکی خوبی

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

باشند بار الکتریکی به آهستگی پراکنده میشود و بارهای ساکن در درون و یا روی عـایق انباشته خواهند شد .

صنایعی که برای دسترسی به یک فرآیند خاص به بار الکتریکی وابسته انـد بـه منـابع کنترل شده ای از بار ساکن نیاز دارند و معمولاً روشهای تولدی بار از راه تخلیهٔ هالـه ای و یا القا را بکار میبرند .

در اکثر فرآیندهای الکتروستاتیکی لازم است بار ذرات و یا بار سطوح باردار به دقـت کنترل شود تا از آثار ناشی از نیروهای الکتروستاتیکی حاصل بهره گرفته شـود . توانـایی اندازه گیری بار ، خواه روی ذرات و یا روی سطوح لایه های نـازک واقـع باشـند، و یـا بصورت ابر یونی و یا مه باردار در داخل حجمیپخش شده باشـند ، در شـناخت و بهینـه سازی ساز و کارهای فعال و کمیکردن اثر فرآیندهای الکتروستاتیکی حائز اهمیت بسـیار است . [۹]

یکی از کاربردهای الکتروستاتیک جداسازی در آرایش مواد معـدنی میباشـد . در ایـن عمل با استفاده از نیروهای ناشی از باردار شدن یـا پلاریـزه شـدن ذرات جامـد در یـک میدان الکتریکی ، میتوان مواد معدنی را آرایش داد . در ایـن روشـها بـا تنظـیم نیروهـای الکتریکی و نیروهای جنبی مانند نیروی ثقل و نیـروی گریـز از مرکـز ، ذرات مسـیرهای مختلفی را طی میکنند و به این ترتیب میتوان آنها را از هم جدا کـرد . چنانچـه جـدایش ذرات در هوا انجام شود به آن جدایش الکتروسـتاتیکی گفتـه میشـود و در صـورتیکه از تخلیه کرونا استفاده شود به آن جـدایش فشـار قـوی یـا جـدایش الکتریکـی میگوینـد .

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

سرانجام چنانچه جدایش در آب انجام شود اگر حرکت ذرات ناشی از اثـر پلاریزاسـیون در یک میدان غیر یکنواخت باشد به آن دی الکتروفورز گفته می‌شـود. کـه روشـهای دی الکتروفورز هیچ کاربرد صنعتی در جدایش کانیها ندارند .

لازم به ذکر است که روشهای جدایش الکتروستاتیکی علاوه بر آرایش کانیهائی ماننـد ایلمنیت ، روتیل ، زیرکن ،آپاتیت ، هماتیت و بسیاری کانیهای دیگر در سایر زمینه ها نیز از قبیل تصفیه مواد غذایی و جدا کردن کاه و فضلهٔ جانوران از غلات ، جدا کردن باطلـه های قابل استفاده (جدا کردن مواد عایق از تکه هـای سـیم هـای مسـی) و طبقـه بنـدی الکتروستاتیکی ذرات از نظر ابعاد و یا شکل کاربرد دارد . [۲]

۳- زیانهای ناشی از الکتروستاتیک

معمولاً وضعیتی را در یک میدان الکتریکی خطرناک میگویند که در آنجا بار الکتریکی تولید شده و بر روی یک جسم عایق و یا روی یک جسم هادی ایزولـه و یـا درون یـک مایع و یا ابری از پودر انباشه شده باشد چنانچه پتانسیل مربوط بـه ایـن بـار از پتانسـیل شکست محیط اطراف آن زیادتر گردد یک جرقه الکتریکی رخ خواهد داد همـین تخلیـه الکتریکی است که میتواند خطرناک و زیانبـار باشـد در صـورتیکه محیطـی کـه در راس جرقه ایجاد میشود قابل اشتعال بوده و انرژی تخلیه نیز بـیش از حـداقل انـرژی اشـتعال باشدبدیهی است که خطر آتش سوزی یا انفجار وجود خواهد داشت .

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

۳-۱- محیط های غیر قابل اشتعال

در یک محیط غیر قابل اشتعال تنها خطری که وجود دارد شوکی است که ممکن است به افراد وارد شود . شوکهای از این نوع معمولاً کم انرژی بوده و مرگبار نمیباشند و خطری که معمولاً وجود دارد یک اثر ثانویه است که به صورت صدمات ناشی از پرت شدن و برخورد با اشیاء بروز میکند .

آسیب در این محیط ها را میتوان به دو دسته بزرگ تقسیم بندی کرد در مواردی که انرژی تخلیه بسیار پایین است آسیب وارده بسیار جزئی و به صورت یک نوع مزاحمت بروز میکند . از جمله اینها میتوان الکتریسیته دار شدن در موقع راه رفتن روی فرش و تخلیه آن به هنگام تماس به دستگیره در و یا باردار شدن اتومبیل موقع حرکت روی یک جاده خشک و یا باردار شدن بدن بخاطر پوشیدن لباس از جنس الیاف مصنوعی را ذکر کرد . بعد از تخلیه بار الکتریکی بدن به دستگیره هنوز هم مقداری بار همنام روی فرش باقی میماند . در این حالت تولید بار از راه مالش اجسام عایق به یکدیگر صورت گرفته است .

راههای گوناگونی برای جلوگیری از این نوع باردار شدن و یا تخفیف آن وجود دارد . راه حل موقتی این است که فرش و لباسها را به محلول آنتی استاتیک آغشته سازیم با این کار هدایت ویژه الیاف زیاد شده و بارهای تولیده شده بوسیلهٔ آنها به زمین خواهند رفت . راه حل دائمیاین است که همراه با رشته الیاف چند رشته ازجنس رسانا قرار دهیم تا سبب تخلیه بار شده و بافت اصلی هم دست نخورده بماند.

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

پدیده باردار شدن اتومبیلها تا حدی پیچیده تر است زیرا سه منبع تولید بار به طور همزمان عمل میکنند .اول باردار شدن تایرها در اثر مالش با جاده است . دوم هوای یونیزه‌ای است که همراه با گاز اگزوز خارج و به هوای اطراف وارد میشود . این بخارات معمولاً در اثر طی مسیر اگزوز باردار میشوند . به این ترتیب بعد از مدتی بدنه اتومبیل باری با علامت مخالف بار گاز اگزوز پیدا خواهد کرد لذا پتانسیل آن نسبت به زمین بالا خواهد رفت . سومین مکانیزم باردار شدن اتومبیل به خاطر حرکت خود اتومبیل در داخل هوا است معلوم شده که سطح زمین ترجیحاً بارهای منفی هوا را به خود میگیرد و بارهای مثبت را از خود دور میکند . همچنین تجربه نشان داده است که یک توری فلزی که در معرض جریان طبیعی باد قرار گیرد بارهای منفی رابه خود میگیرد چنین پدیده ای ممکن است برای اتومبیلی که در داخل هوا در حال حرکت است رخ دهد و موجب انباشته شدن بار الکتریکی روی اتومبیل شود .

ساده ترین و معمول ترین وسله آنتی استاتیک آویختن یک زنجیر فلزی از ماشین است به نحوی که با زمین در تماس باشد وبار الکتریکی انباشه شده روی ماشین را تخلیه نماید . یک روش پیشرفته تر که در هواپیماها بکارمیرود استفاده از تایرهای رسانا میباشد تا هر نوع بار الکتریکی باقیمانده روی بدنه هواپیما به هنگام تماس چرخها با زمین تخلیه شود .

مثالهایی که در بالا به آنها اشاره شد معمولاً کمترین آسیب را دارند و این تخلیه ها را به عنوان مزاحمتهای قابل تحمل تلقی میکنند .

□□

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

تخلیه های خطرناک تر شاید آنهایی هستند که در شرایطی شبیه به شرایط بالا بوجود می‌آیند ولی بجای آنکه در محیط مثلاً منزل اتفاق بیافتد در یک محیط صنعتی روی میدهند از جمله اینها میتوان فرآیند باردار شدن تسمه ها یا نوارهای متحرک کاغذ و الیاف را نام برد . بار الکتریکی ناشی از اصطکاک با غلتکهای سریع معمولاً هر دو علامت را دارا میباشد . در این موارد بار انباشته شده روی سطوح نه تنها بر سهولت جابجایی و تولیدات ظریف اثر میگذارد . بلکه صدمات ناشی از جرقه ها نیز برای افرادی که با این ماشین آلات کار میکنند ناخوشایند است . خطر حقیقی مربوط به تخلیه های الکتریکی ، مربوط به صدمات شدیدی است که در اثر پرتاب شدن شخصی به وی وارد میشود . مبارزه با بار الکتریکی تولید شده روی تسمه های سریع ، هنوز هم در خنثی سازی الکتروستاتیکی بصورت یک مسئله باقی مانده است .در اینجا بایددو منبع بار را شناسایی نمود. اول مقدار باری است که روی قسمتهای فلزی غلتک و اجزای متصل به آن باقی میماند . این بارها راخیلی آسان میتوان با وصل کردن آنها به زمین تخلیه کرد . دوم بار الکتریکی روی تسمه ها یا نوارهای نقاله است که مشکل آفرین میباشد در عمل به دو روش این نوع بارها خنثی و یا به حداقل رسانده میشود . راه اول زیاد کردن رطوبت محیط است که موجب تسریع نشست بارهای سطحی و ممانعت از انباشت بار میشود با وجودی که تولید بار الکتریکی خیلی به رطوبت نسبی محیط حساس است ولی در بعضی موارد نمیتواند کارساز باشد . روش دوم که خیلی هم عمومیت دارد بکار بردن یک دستگاه متناوب تولیدکرونا است این سیستم اساساً از یک

□□

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

سیم نازک ، نزدیک به یک حفاظ متصل به زمین درست شده است یک ولتاژ متناوب بین این سیم و حفاظ برقرار میشود و در نتیجه آن ابری از بارهای مثبت و منفی تولید میگردد که در حالت عادی بوسیله حفاظ متصل به زمین جمع آوری میشوند . در صورتیکه بار تک علامت روی تسمه ظاهر شود و به منبع کرونا نیز نزدیک باشد ، یونهای خنثی کننده به سمت سطح تسمه جذب شده. بار مثبت تولید شده بوسیله کرونا به طرف حفاظ بازگشت داده میشود .

۳-۲- محیط های قابل انفجار

تولیدبار الکتریکی در یک محیط قابل اشتعال شاید خطرناکترین وضعیتی باشد که با آن مواجه میشویم . معمولاً محیط های خطرناک عبارتند از یک گاز و یا ابری از پودر که هر کدام برای انفجار به انرژی متفاوتی نیاز دارند . این محیط های معمولاً در پالایشگاههای نفت ، در نفت کشها ویا یک مجتمع شیمیائی فراهم میشود . یک نمونه از خطرات ناشی ازالکتریسیته ساکن ، انباشته شدن بار الکتریکی در درون مایعی است که با سرعت از لوله عبور میکند . دراینجا جدا شدن بار الکتریکی ترکیبی از الکتریسیته دار شدن از راه تماس و بار شدن از راه اصطکاک میباشد . این مورد شاید بزرگترین خطر در حمل و نقل مایعات قابل اشتعال میباشد که کارهای تحقیقاتی زیادی روی آن انجام گرفته است . دو نمونه قابل ذکر خطرات ناشی از سوختگیری هواپیماها و تمیز کردن سوپر تانکرهای نفت میباشد .

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

خطر دیگر در حمل و نقل هوایی باردار شدن بدنه هواپیماهاست . باردار شدن بدنه هواپیما بواسطه یونهای موجود در گاز داغ خروجی آنها و نیز جذب یونهایی است که در هوا موجود و به بدنه هواپیما برخورد میکنند . هواپیماها میتوانند بار خود را به هنگام فرود از راه تایرهای هادی خود تخلیه نمایند . پتانسیل بدنه هواپیما میتواند بوسیله میله های باریک مولد کرونا که در لبه های بال نصب میشود کنترل گردد .

۳-۳- پر کردن تانکرها

در عملیات پر کردن مخازن سوخت در دو ناحیه احتمال زیاد برای جدائی بار وجود دارد ناحیه اولی در خودخط انتقال و در فیلترها است و ناحیه دوم درخود مخزن و حین پاشیده شدن سوخت و یا تکانهای شدید سوخت درداخل مخزن است معلوم شده که وقتی سطح یک مایع گسیخته شده و به قطرات ریز تبدیل میگردد یک پدیده جالب باردار شدن وارد عمل میشود . این پدیده تشکیل لایه دو گانه ای است که در محل تماس مایع با لوله و یا باهوا تشکیل میگردد . در یک تحقیق تجربی نشان داده شده است که در پایین آبشارها بار و میدان الکتریکی وجود دارد که ناشی از ترکیدن حبابهای هوا در پایین آبشار است و چنین وضعی نیز میتواند در داخل مخازن سوخت نیز ایجاد شود . مطالعاتی که در این خصوص توسط شرکت شل انجام شده نشان داده است که در اینجا دو منبع مهم تولید بار الکتریکی وجود دارد : باردار شدن مایع در حین عبور از لوله حامل مایع سهم عمده ای در باردار شدن تانکر دارد . و با اضافه کردن مقدار جزئی آنتی استاتیک به مخزن سوخت میتوان از تجمع چنین باری جلوگیری کرد . بکاربردن آنتی

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

استاتیک هدایت الکتریکی سوخت را زیاد میکند وامروزه در سیستمهای دارای سوختگیری سریع ، نظیر هواپیماهای سوخت رسان ، عمومیت یافته است علاوه بر اینها نباید فراموش کرد که قسمتهای که سوخت در آنها جریان دارد حتماً به زمین وصل شوند .

۳-٤- شستن نفت کش ها و مخازن سوخت

تا قبل از سال ۱۹۷۰ شستن داخل تانکرها ، امری بی خطر تصور میشد بخصوص که در حین شستشو ، وسایل شستشو به زمین وصل میشدند و جو داخل تانکر نیز از نظر قابل انفجار بودن دقیقاً کنترل میگردید ولی انفجار سه نفت کش بزرگ (VLCC) در دسامبر ۱۹٦۹ توجه متخصصین را به خطرات مربوط به شستشوی تانکرها جلب نمود. در اینجا نیز شرکت شل وارد عمل شد و تحقیقات فشرده‌ای را در این مورد آغاز نمود . از بین چندین منبع احتمالی تخلیه الکتریکی در تانکر میتوان جرقه های تولیدشده در اثر برخورد قطعات فلزی به هم مثلاً افتادن آچاربه کف تانکر و نیز بارهای الکتریکی تولید شده در تانکر در اثر پاشیده شدن آب را نام برد با اندازه‌گیری‌هایی که در داخل یک تانکر بزرگ صورت گرفت معلوم شد که قطرات ریز آب میتوانند ابری از بار الکتریکی بوجود آورند . مکانیسم تولید بار اساساً همانند ریزش آبشارها و پرکردن مخازن است . جرقه های تولید شده در اثر سقوط قطعات فلزی همانند آچار به اندازه ای نبود که بتواند گاز موجود در تانکر را منفجر نماید لذا بیشتر توجه ها به ذخیره سازی بار ساکن در

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

داخل معطوف شد و تلاش شد تا مکانیزمی جهت تولید جرقه از ذرات باردار آب پیدا شود .

سه سال تلاش و تحقیق در دانشگاه ساتمتن[۸] انگلستان منجر به یافتن دو منبع تخلیه زیرین شده است. منبع اول کرونای حاصل از یک قطره آب هر گاه یک قطره آب تحت تأثیر نیروی ثقل و میدان الکتریکی سقوط نماید قسمتهای جلوی یک قطره آب بصورت نوک تیز در میآید که میتواند بعنوان یک منبع کرونا عمل کند . کلیه نقاط مربوط داخل تانکر که تحت تأثیر میدان الکتریکی ناشی از قطرات ریز بار دار آب قرار گیرند احتمالاً به صورت نوک تیز مولد کرونا مانند آن چه که در بالا گفته شد عمل کرده و در حین شستشوی تانکر وجود خواهند داشت خوشبختانه انرژی وابسته به این نوع تخلیه خیلی پایین تر از mj ۰,۲ است و لذا هیچ خطر انفجاری بوجود نمیآورد. منبع دیگر تخلیه لجن میباشد . تخلیه ای شدیدتر از مورد بالا میتواند توسط قطرات ریز و باردار آب ایجاد شود . یک قطره نسبتاً درشت لجن یا امولسیون و یا رسوبات مومیخام چنانچه در میدان الکتریکی درون تانک سقوط نماید میتواند شدیداً از راه القاباردار شود. چنانچه این قطره لجن با یک برآمدگی متصل به کف تانک مواجه شودیک تخلیه الکتریکی صورت خواهد گرفت و معمولاً اختلاف پتانسیل بین این دو قطره و برآمدگی فوق بیشتر از پتانسیل

---

[۸] Satman

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

شکست گاز اطراف خواهد بود اگر این نوع تخلیه که انرژی آن بیشتر از ۰,۲ mj است رخ دهد میتواند محتملرین خطر درحین شستشوی تانکر باشد .

اضافه نمودن مقدار کمیماده آنتی استاتیک به آب مورد کاربرد جهت شستشو میتواند بار خالص فضایی مربوط به ذرات آب را به حداقل یا صفر برساند و میدان الکتریکی بمقدار زیادی کاهش دهد . البته این کار مستلزم هزینه بالایی میباشد زیرا مایع مورد نظر زیاد خواهد بود با قرار دادن سیمهای نازک و یا نقاط نوک تیز در داخل تانکر نیز میتوان میدان الکتریکی را تقلیل داد راه حل دیگر این است که میدان الکتریکی درون تانکر را بپذیریم ولی جو داخل تانکر را طوری در کنترل داشته باشیم که محیط قابل انفجاری در داخل تانکر بوجود نیاید این کار را میتوان با غلیظ کردن هوای تانکر و یا رقیق کردن و حتی خنثی نگه داشتن آن به انجام رسانید فعلاً خنثی نگه داشتن محیط داخل تانکر به عنوان یک روش عمومیپذیرفته شده و برای این کار هوای گرم و گازهای سوخته شده بویلر را از درون مخزن سوخت در حال شستشو عبور میدهند .

۳-۵- آسیب الکتریسته ساکن به قطعات الکترونیکی

در یکی دو دهه اخیر در اثر بهبود چشمگیر درتکنولوژی پردازش مدارهای مجتمع ، صنعت نیمه رسانا ،در میان صنایع رو به فزونی مدرن ، آخرین صنعتی بوده که به سبب اثرات ناشی از بارهای ساکن زیانهای زیادی را متحمل شده است . کاربرد فزاینده پوششها و بسته بندیهای از جنس پلاستیکی و الیاف مصنوعی ، محیطی را بوجود آورده اند که در آن بارهای ساکن به آسانی تولید میشوند خطوط مداری بسیار باریکی که

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

امروزه در مدارهای مجتمع از آنها بهره میگیرند به معنی آن است که وسایل الکترونیکی مخصوصاً درمعرض تخلیه های الکتروستاتیکی هستند.

شایعترین علت ایجاد عیب در وسایل الکترونیکی ، تخلیه الکتریکی است که مستقیماً بین شخص کاربر و سر سیم های آن وسیله رخ میدهد جریان ناشی از جرقه میتواند چنان چگالی جریان بالایی در وسیله بالا تولید کند که مثلاً به تبخیر اتصالات آن انجامد و اتصالهای مربوطه را از کار بیندازد . ولتاژ بالای وابسته به جرقه میتواند سبب شکست الکتریکی لایه نازک اکسید عایق زیر الکترود دریچه (گیت) ماسفتها شود .این اکسیدها معمولاً ۱۰۰ نانو متر ضخامت دارند و چون قدرت شکست الکتریکی آنها $8 \times 10^{8} V/M$ است ، هنگامیکه ولتاژ دو سرشان از ۸۰ ولت فراتر رود به شکست منجر میشوند کسانی که بدنشان به زمین متصل نشده است ممکن است با راه رفتن روی فرش و یا حتی حرکت به اطراف در حالی که روی یک صندلی با پوشش PVC نشسته اند ، تا چندین هزار ولت بار پیدا کنند .

حفاظت قسمتی از بوردهای الکتریکی را میتوان به میزان محدودی با مدارهای خاصی که به سر سیمهای آنها وصل میشود تأمین کرد. اما این کار به خاطر محدود بودن جا روی تراشه گران تمام میشودودر نهایت کار وسیله را در بسامدهای بالا مختل میکند . در این حالت معمولاً اقدامات حفاظتی با قرار دادن مقاومتهاو خازنهایی در ورودی مدار تحقق پیدا میکند تا انرژی جرقه رامصرف کند و جریان آن راکاهش دهند . با بهبود تکنولوژی پردازش و فراگیر شدن وسایل زیر میکرونی ، حساسیت وسایل به تخلیه های

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

الکتروستاتیکی بیشتر میشود و اقدام جدیدتری را طلب میکند تا وسایل و سیستمهای الکترونیکی ساخته شده در محیطی بکار روند و تعمیر شوند که اساساً عاری از الکتروسیته ساکن باشد .

۳-٦- خطرات ناشی از حرکت پودرهای عایق در لوله ها

وقتی پودرهای عایق ، رزینها ومواد پلی اتیلن از درون لوله های فلزی عبور میکند . در اثر برخورد ذرات پودر با فلز بار الکتریکی مبادله میشود که در بیشتر مواقع خود فلز و یا پودر دارای بار الکتریکی میشوند .

بار انتقال یافته به فلز ممکن است تولید جرقه نموده و یا با تماس با انسان موجب شوک شود با اتصال لوله فلزی به زمین میتوان این مشکلات را مرتفع نمود . ولی چون پودرها معمولاً عایقهای خوبی هستند میتوانند بار الکتریکی را مدت زیادی در خود نگه دارند بار سطحی روی این پودرها میتواند در شرایطی مخصوصاً اگر محیط هم قابل انفجار باشد سبب آتش سوزی و انفجار شود .در بعضی موارد با قرار دادن یک میله فلزی متصل به زمین در داخل پودر میتوان خطر انفجار را تقلیل داد اضافه نمودن رطوبت نسبی نیز میتواند در کاهش خطر انفجار مؤثر باشد .

بدین ترتیب کاملاً روشن است که در بسیاری از شرایط صنعتی ، لازم است پدیده های الکتروستاتیکی را به خوبی درک کنیم و بشناسیم تا برای مقابله آثار زیانبار آنها بر فرآیندهای صنعتی ، مناسبترین تدبیر به کار گرفته شودو مخصوصاً زیانهای ناشی از آن کاهش یابند .[۱۰]

□□

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

٤- اصول باردار کردن ذرات

مقدار بار یک ذره (q) را میتوان بصورت نیروی $\vec{F}$ بین دو نقطه باردار در فاصله r از یکدیگر بر مبنای قانون کولن طبقه معادله (٤-١) تعیین کرد.

$$\vec{F} = \frac{q_1 . q_2}{4\pi\varepsilon_o r^2}\vec{r_o} \qquad (١-٤)$$

که در معادله (٤-١) q_1 و q_2 : مقدار بار دو ذره بر حسب کولن (C) میباشد .

r : فاصله دوذره (m)

$\vec{r.}$: بردار واحد در طول r

ε. : پرمیتیویته فضای آزاد $\left(\varepsilon_o = 8.85\times10^{-12}\ F/M\right)$

نیروی بین دوذره باردار به اندازه آنها بستگی دارد برای سهولت کار نیروی وارد شده از یک ذره باردار به ذره باردار دیگر به ازای واحد بار را شدت میدان الکتریکی $\vec{E}$ مینامند مقدار آن برای ذره ای با بار q_2 طبق معادله (٤-٢) میباشد .

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_2} = \frac{q_1 r.}{4\pi\varepsilon. r^2} \qquad (٢-٤)$$

که در معادله (٤-١) E_1 شدت میدان بر حسب ولت بر متر میباشد .

کار انجام شده در یک میدان الکتریکی که باعث بحرکت در آمدن یک بار از نقطه ای به نقطه دیگر میشود اختلاف پتانسیل الکتروستاتیک V بین آن دونقطه نامیده میشود.

$$V = \int \vec{E}\,\vec{dr} \qquad (٣-٤)$$

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

که در آن معادله علامت منفی نشان دهنده آن است که با انجام کار ، V افزایش میابد

واحد این کمیت در SI ولت است برای یک نقطه بار دار :

$$V = \frac{-q}{4\pi\varepsilon_o}\int_{r_1}^{r_2}\frac{dr}{r^2} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_o}\left(\frac{1}{r_2}-\frac{1}{r_1}\right) \qquad (٤-٤)$$

نیروی بین یک نقطه باردار و یک جسم خارجی ،مثل یک شیء فلزی در عمل اهمیت زیادی دارد . به عنوان مثال ساده ، باری معادل q در فاصله d از صفحه ای که به زمین اتصال دارد در نظر گرفته میشود . این بار به الکترونهای صفحه نیرویی واردمیکند که باعث آرایش مجدد آنها میشود و توزیع جدید نه به نوبهٔ خود بر روی بار نقطهٔ مبدأ تأثیر میگذارد . به این نیرو نیروی تصویر میگویند ، زیرادارای همان مقدار نیرو بین بار q و بار فرضی q- (تصویر بار) در فاصله d- در پشت صفحه (مشابه تصویر یک جسم در آینه نوری) است . این امر صحیح به نظر میرسد ، زیرا صفحه ای که به زمین اتصال دارد در حقیقت معادل $v = 0$ است و کار لازم برای حرکت از باری معادل $\pm q$ به هر نقطه صفحه تقارن باید جفت آن را خنثی کند .

در مورد مواد دی الکتریک یا غیر هادی میتوان نظریه دی پل رابه صورت یک جفت بار $\pm q$ به فاصله $\vec{a}$ که مقدار کوچکی است دانست . پتانسیل ناشی از این دی پل در نقطه‌ای مثل a برابر است با :

$$v = \frac{q}{4\pi\varepsilon.}\left(\frac{1}{r1}-\frac{1}{r2}\right) \qquad (٥-٤)$$

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

که در آن r_1 و r_2 به ترتیب فواصل q+ و q- تا P هستند در فواصل زیاد مقادیر r_1 و r_2 تقریباً با یکدیگر مساوی بوده معادل r هستند لذا فرمول فوق رابصورت زیر میتوان نوشت: (٤-٦)

$$v = \frac{qa\cos\theta}{4\pi\varepsilon_o r^2}$$

که در معادله (٤-٦) θ زاویه بین $\vec{a}$ و $\vec{r}$ است . ممان دی پل برابر است با (٤-٧)

$$\vec{p} = q\vec{a}$$

و لذا فرمول فوق را میتوان بصورت زیر نوشت .

$$v = \frac{\vec{p}\,\vec{r}_o}{4\pi\varepsilon_o r^2} \qquad (٤-٨)$$

که در معادله (٤-٨) $\vec{r}_o$ بردار واحد در امتداد r است .

پولاریزاسیون بردار $\vec{p}$ یک دی الکتریک معادل ممان دی پل در واحد حجم است :

$$\vec{p} = \frac{d\vec{p}}{d\tau} \qquad (٤-٩)$$

که در معادله (٤-٩) $d\tau$ نماینده یک عنصر حجمیاست . پتانسیل $v(x', y', z')$ ناشی از مجموعه دی پل‌های موجود در r در نقطه ای مثل $\vec{r}$ برابر است با :

$$v = \int \frac{\vec{dp}\,\vec{\rho}_\circ}{4\pi\varepsilon_\circ P^2} \qquad (٤-١٠)$$

که در آن $\vec{\rho}$ برداری است که $\vec{r}$ و $\vec{r}'$ را به یکدیگر ارتباط میدهد از فرمول های فوق میتوان نتیجه گرفت که :

□□

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

$$v = \frac{1}{4\pi r_o}\left(\int \frac{\vec{p}\,\vec{ds}}{\rho} - \int \frac{\vec{div}\,p}{\rho} d\tau \right) \qquad (۱۱-٤)$$

برای تشریح این نتیجه ، میتوان به این نکته اشاره کرد که هر گاه r_1 در فرمول ذکرشده به سمت بینهایت میل کند پتانسیل مطلق (که با v نشان داده شده) برابر است با :

$$v = \frac{q}{4\pi\varepsilon.r} \qquad (۱۲-٤)$$

اگر بار q ناشی از مولدی باشد که بار آن نیز معادل $q_\tau \left(C/m^2 \right)$ است معادله بصورت زیر نوشته میشود .

$$v = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o} \int \frac{q_\tau d\tau}{r} \qquad (۱۳-٤)$$

از روابط فوق میتوان یک چگالی بار سطحی معادل بدست آورد و برای چگالی بار حجمی معادل : (۱٤-٤)

$$q'_S = p_n$$

$$q'_\tau = -\vec{div}\,p \qquad (۱۰-٤)$$

در فرمول های فوق بارهای پریم دار بارهای پیوندی هستند .

شار ψ میدان $\vec{E}$ با گرفتن انتگرال از مؤلفه قائم آن درسطح بدست میآید :

$$\psi = \int \vec{E}\,\vec{ds} \qquad (۱٦-٤)$$

برای یک سطح بسته کروی ،مقدار $\vec{E}$ در هر نقطه عمود بر آن است و بر معادله زیر خواهیم رسید.

□□

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

$$\psi = \left(\frac{q}{4\pi\varepsilon_\circ r^2}\right)4\pi r^2 = \frac{q}{\varepsilon_\circ} \qquad (۱۷-٤)$$

معادله فوق بیانگر قانون گاوس است بطوری که از روی این معادلـه ملاحظـه میشـود شار برابر است با خارج قسمت بار محصور شده بر $\varepsilon_\circ$ زمانی که بارهای آزاد و پیونـدی ، هر دو نوع وجود داشته باشند قانون گاوس بصورت زیر در میآید :

$$divE = \frac{q_\tau + q'_\tau}{\varepsilon_\circ} \qquad \text{div}\vec{D} = q_\tau \qquad (۱۸-٤)$$

که در آن :

$$\vec{D} = \varepsilon_\circ \vec{E} + \vec{P} \qquad (۱۹-٤)$$

جابجایی الکتریکی یا چگالی شار الکتریکی میباشد . که معادله اول ماکسول میباشد.

برای یک دی الکتریک خطی، هموژن وایزوتوپ لازم است که ممان دی پل القا شـده متناسب با میدان اعمال شده باشد یعنی :

$$\vec{P} = \varepsilon_\circ x \vec{E} \qquad (۲۰-٤)$$

که در آن x قابلیت نفوذ الکتریکی میباشد بنابراین :

$$D = \varepsilon_\circ(1+x)\vec{E} = K\varepsilon.\vec{E} \qquad (۲۱-٤)$$

که در آن $K=(1+x)$ ضریب دی الکتریک نامیده میشود .

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

Filename: Document□

Directory:

Template: C:\Documents and Settings\hadi tahaghoghi\Application Data\Microsoft\Templates\Normal.dotm

Title: □□□□

Subject:

Author: SinaSoft

Keywords:

Comments:

Creation Date: □/□□/□□□□ □□:□□:□□ AM

Change Number: □

Last Saved On:

Last Saved By: hadi tahaghoghi

Total Editing Time: □ Minutes

Last Printed On: □/□□/□□□□ □□:□□:□□ AM

As of Last Complete Printing

Number of Pages: □□

Number of Words: □□□□□ (approx.)

Number of Characters: □□□□□□ (approx.)

www.kandoocn.com
www.kandoocn.com
www.kandoocn.com