



روشی نو جهت شیلدینگ در محیطهای دریایی

حمید حکیم

شرکت پترو صنعت آزادی

hakim@azadi.ir

چکیده:

شیلدینگ یکی از عوامل بسیار مهم در عملکرد صحیح و درست سیستمهای الکترونیکی/الکتریکی می باشد که این مهم در صنایع دریایی بدلیل شرایط خاص این محیطها اهمیتی دو چندان و مضاعف می یابد. لذا در این مقاله روشی نو جهت رفع این مشکل بیان می گردد.

کلمات کلیدی: شیلدینگ - رنگ - رزین - پیگمنت

مقدمه

شیلدینگ امواج الکترومغناطیسی اصولاً یکی از عوامل مهم در کارکرد درست و فعالیت صحیح ادوات و دستگاههای الکترونیکی، الکتریکی و مخابراتی می باشد که این مهم علاوه بر اینکه در تمامی سیستمها حائز اهمیت می باشد در صنایعی مانند صنایع دریایی دارای اهمیتی دو چندان و فوق العاده می باشد. بالاخص در مواردی مانند سازه های ساحلی، فراساحلی و ادوات نقلیه دریایی. زیرا علاوه بر اینکه ساخت این سازه ها و ادوات هزینه های بالایی می برد، کارکرد درست و نگهداری آنها اهمیت فراوانی داشته و برقراری ارتباط صحیح با مراکز دیگر و وجود سیستمهای ارتباطی سالم و کارا نیز از موارد فوق العاده مهم می باشد

بعلاوه از طرف دیگر در صنایع الکترونیک/الکتریک و مخابرات استفاده از کیس هایی با جنس پلاستیک به جای کیس های فلزی روز به روز افزایش می یابد زیرا کیس های پلاستیکی دارای قیمت و زمان تولید کمتر و مقاومت خوردگی بیشتر و همچنین عدم محدودیت در ایجاد انحناء و اشکال مختلف در آنها می باشند. ولی اشکال عمده



کیس های پلاستیکی عدم امکان شیلدینگ الکترومغناطیسی می باشد. هنگامی که وسایل الکترونیکی در حال کار می باشند امواج الکترومغناطیسی ایجاد می نمایند. کیس های پلاستیکی قابلیت جذب این امواج را نداشته بنابراین این امواج در محیط منتشر شده و باعث آلودگی محیط می گردد. و از طرف دیگر امواج الکترومغناطیسی موجود در محیط نیز می توانند از کیس پلاستیکی عبور کرده و بر کارکرد دستگاه تاثیر منفی بگذارند. این امر باعث تحت الشعاع واقع شدن استفاده از پلاستیکها در صنایع الکترونیک گردیده است.

به همین دلایل شیلدینگ می تواند از اثر منفی امواج الکترومغناطیسی و ایجاد اختلال در دستگاهها جلوگیری نموده و کاربر را نیز در برابر امواج الکترو مغناطیسی مصون نگه می دارد.

با توجه به مطالب و موارد فوق شیلدینگ این گونه وسایل در سالهای اخیر اهمیت فوق العاده ای پیدا نموده و همینک از روشهایی مانند استفاده از صفحات فلزی جهت شیلدینگ استفاده می شود که انجام این امر در محیطهای دریایی بازده چندانی ندارد. لذا روشی نو جهت رفع این مشکل بکار گرفته شده که در این مقاله این روش بیان می گردد.

راه های مختلف برای حل مشکل شیلدینگ:

راه حل های متفاوتی برای حل این مشکل پیشنهاد گردیده که عبارتند از:

- ۱- استفاده از پلیمرها و یا پلاستیکهای هادی جهت ساخت بدنه وسایل الکترونیک. [۱،۲]
- ۲- استفاده از پر کننده های فلزی در پلاستیکها برای جذب امواج الکترومغناطیسی [۳]
- ۳- استفاده از فویل های فلزی و قرار دادن آن داخل جعبه های پلاستیکی
- ۴- استفاده از رنگهای هادی جریان الکتریسیته برای کیس های پلاستیکی (رنگهای هادی جریان الکتریسیته همانند فلزات امواج الکترومغناطیسی را جذب می نمایند)

استفاده از پلیمر های هادی جریان الکتریسیته:

هم اکنون پلیمرهای هادی جریان الکتریسیته در سطح جهان تولید و عرضه می گردد ولی قیمت آنها بالا می باشد. به طوری که قیمت کیس پلاستیکی ساخته شده از آنها بالاتر از کیس فلزی خواهد بود.

استفاده از پر کننده های فلزی در پلاستیکها برای جذب امواج الکترومغناطیسی:

استفاده کم از پودرهای فلزی خواص پلاستیک را تغییر داده و آنرا به صورت آنتی استاتیک درمی آورد ولی امواج الکترومغناطیسی را به صورت کامل جذب نمی نماید و افزایش مقدار پودر باعث می شود که خواص کلی پلاستیک تغییر کرده و دیگر قابل استفاده برای ساخت کیس نمی باشد.

استفاده از فویل های فلزی و قراردادن آنها داخل جعبه:

داخل جعبه بایستی به صورت یکپارچه از فویل پوشانده شود که در انحاء و یا گوشه های کیس این امکان پذیر نخواهد بود و از طرفی به علت ظرافت فویل به راحتی امکان سوراخ شدن آن وجود دارد، بعلاوه در محیط های دریایی این راهکار مناسب نمی باشد و صفحات بکار رفته قابلیت مقاومت در برابر شرایط محیطی دریایی را نداشته و دوام نمی آورند. بنابراین امکان انجام این کار وجود ندارد.



استفاده از رنگ هادی جریان الکتریسیته:

استفاده از رنگ برای شیلدینگ بسیار معمول بوده و هم اکنون در صنایع الکترونیک و مخابرات استفاده می گردد. رنگها به علت اعمال آسان، هزینه کم، انتخابی بودن محل اعمال، عمر طولانی و تعمیر و نگهداری آسان برای این کار مناسب می باشند.

کارهای عملی:

کار انجام شده و ارائه شده در این مقاله ساخت رنگ هادی مناسب شیلدینگ می باشد، که مقاومت بالایی نیز در محیط و شرایط دریایی دارا می باشد.

عموما رنگها از سه جزء ۱- رزین ۲- رنگدانه ۳- سایر افزودنی ها تشکیل می گردد.

در تهیه این رنگ قیمت تمام شده بسیار مهم می باشد بنابراین سعی گردیده از مواد ارزان قیمت استفاده گردد. بیشتر کارهای انجام شده در این مقاله بر روی پیگمنت می باشد البته بایستی رزین نیز سازگار با رنگدانه (پیگمنت) باشد تا قابل استفاده در تهیه رنگ باشد. [۱]

پیگمنت (رنگدانه):

پودر فلزات و همچنین پودر کربن بهترین گزینه برای ساخت رنگ هادی می باشند. بنابراین پودرهای فلزی با مش های (دانه بندی) مختلف و پودرهای کربن بررسی گردیدند.

پیگمنت های فلزی:

از جمله پودرهای بررسی شده عبارتند از:

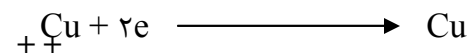
نیکل - کبالت - تنگستن - برنز - مس - روی - مولیبدن - کرم - منگنز - منیزیم - قلع - آهن - نقره - آلومینیوم - تیتانیوم - سرب - سلنیم

هیچ یک از پودرهای فوق به جز پودر نقره دارای هدایت الکتریکی نبودند. البته پودرهای کربن دارای هدایت کمی بودند ولی قابل قبول برای ساخت رنگ نبودند.

بنابراین سعی شد که پودرهای فلزی اصلاح گردد. برای این کار ابتدا روشهای تولید پودرهای فلزی بررسی شد که عبارتند از:

۱- احیاء نمک فلز به وسیله یک احیاء کننده [۴]. (هیدروژن - هیدرازین - فرمالدئید ...)

بعنوان مثال پودر مس از طریق کاهش نمک مس مثل کلرور مس بوسیله یک ماده احیاء کننده مانند هیدرازین تهیه می گردد. هیدرازین به عنوان منبع الکترون عمل کرده و کاتیون های مس را طبق فرمول زیر احیاء می نماید.



پودر فلز مس \longrightarrow کاتیون مس

۲- تمیزه کردن [۵]:

در این روش شمش فلز را ذوب کرده سپس با فشار از نازلهایی خارج نموده و خنک می نمایند بدین ترتیب فلز به صورت پودر در می آید.

۳- روش الکتروشیمیایی [۶]:

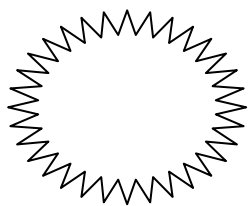
در این روش فلزی که بایستی پودر آن تهیه شود در آند قرار داده می شود و یک ورقه استیل در کاتد قرار داده می شود و از یک نمک محلول فلز به عنوان الکترولیت استفاده می گردد. در شدت جریان های خاصی فلز به صورت پودری به روی استیل رسوب کرده و سپس رسوبات را از روی ورقه استیل جدا می نمایند.

طبق بررسی های انجام شده به جز پودر نقره در روشهای فوق پودر فلزی تولید شده هادی جریان الکتریسیته نمی باشد. استفاده از پودر نقره باعث می گردد که رنگ تهیه شده بسیار گران بوده و قابل استفاده نباشد. البته در برخی از صنایع نظامی برای کاربردهای خاص این رنگ استفاده می گردد.

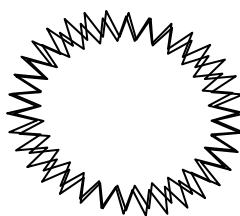
بنابراین دلیل سعی در اصلاح پودرها به عمل آمد. روش انتخابی در این پژوهش پوشش دادن پودرهای فلزی با فلز نقره بود. برای این کار دو روش استفاده شد که عبارتند از:

۱- روش الکتروشیمیایی [۷] ۲- روش شیمیایی [۸]

در دو روش ارائه شده لایه ای نازک از فلز نقره بر روی پودرها ایجاد می گردد که بدین ترتیب پودر خاصیت الکتریکی پیدا می کند.



(لایه ای نازک از فلز نقره)



پودر پوشش داده شده با نقره

۱- روش الکتروشیمیایی:

در این روش پودر داخل سبدی از جنس توری فلزی بسیار ریز ریخته شده و کاتد داخل آن قرار می گیرد. سپس در آند فلز نقره قرار داده می شود و از محلول نترات نقره ۰،۱ مولار به عنوان الکترولیت استفاده می شود. بدین ترتیب بعد



از اتصال به جریان DC به تدریج فلز نقره از آند جدا شده و در کاتد بر روی پودر می نشیند. بعد از مدتی روی تمام پودر، فلز نقره می نشیند و بدین ترتیب پودر خاصیت هدایت الکتریکی پیدا می کند.

۲- روش شیمیایی [۹]:

در این روش از محلولهای الکترولس (electroless) برای پوشش دادن پودر استفاده می گردد. در این محلولها آند و کاتد و همچنین جریان الکتریسیته وجود ندارد بلکه یونهای فلزی و احیاء کننده و کمپلکس کننده مورد استفاده قرار می گیرد.

دو محلول الکترولس نقره در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفتند که فرمولاسیون آنها در جدول (۱) آورده شده است.

جدول شماره ۱

محلول شماره ۱		محلول شماره ۲	
AgNO ₃	۰،۱ M	K ₂ Ag(CN) ₂	۴۰ gr/lit
HCHO	۱ M	K CN	۴۵ gr/lit
EDTA	۰،۵ M	K ₂ CO ₃	۱۰ gr/lit
NaOH	۰،۱ M		

بعد از قراردادن پودر داخل این محلول فلز نقره به تدریج بر روی پودر فلزی ترسیب می نماید و بدین ترتیب پودرها هدایت الکتریکی پیدا می کنند.

شایان ذکر است در بسیاری از آزمایشهای انجام شده از پودر مس استفاده گردیده است زیرا از لحاظ هدایت الکتریکی فلز مس بهترین هدایت را داشته و از لحاظ قیمت نیز جزو پودرهای ارزان قیمت می باشد. پس از هادی سازی پودر مس توسط ترسیب نقره بر روی آن از این پیگمنت جهت ساختن رنگ استفاده گردید.

علاوه بر پودر فلزات پودرهای کربن هم مورد بررسی قرار گرفتند. که شرح آن در ذیل آمده است.

پودرهای کربن:

پودرهای کربن بنا به روش تولیدی آنها به ۵ دسته تقسیم بندی می شوند که عبارتند از [۱۰]:

۱- دوده کوره ای (Furnace)

۲- دوده کانالی (Channel)

۳- دوده حرارتی (Thermal)



۴- دوده استیلنی (Acetylene)

۵- دوده چراغی (Lamp)

در بین دوده های ذکر شده دوده استیلنی به علت هدایت بسیار عالی مناسب برای ساخت رنگ هادی می باشد ولی قیمت آن در حدود ۱/۴۰۰/۰۰۰ ریال به ازای هر کیلوگرم بوده و هزینه ساخت رنگ بالا خواهد بود.

دوده های موجود در کشور نیز همگی از نوع دوده کوره ای می باشند که در گریدهای:

۳۲۶ - ۳۳۰ - ۳۳۹ - ۳۴۷ - ۳۷۵ - ۵۳۹ - ۵۵۰ - ۶۶۰ - ۷۷۲

تولید می گردد. تمام گریدهای ذکر شده از دو کارخانه بزرگ داخلی که عبارتند از شرکت دوده صنعتی پارس و شرکت ایران کربن دریافت و تست شدند ولی مقاومت الکتریکی بالایی داشتند. و قابل استفاده برای ساخت رنگ هادی نبودند بنابراین سعی شد که این دوده ها نیز اصلاح گردند.

پودرهای کربنی بنا به روش تولید، مقداری هیدروژن، اکسیژن و رطوبت در سطح آنها وجود دارد که همانند عایق عمل می نماید. لذا برای جدا کردن این عناصر از سطح (Surface) پودرها روش زیر استفاده شد.

پودر کربن در محلول زیر به مدت ۱ ساعت قرار داده شد:

H ₂ SO ₄	۲۰ gr/lit
HNO ₃	۸ gr/lit
Temp.	۳۰°C

سپس پودر توسط آب مقطر شستشو داده شد و در کوره تحت دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۵ دقیقه قرار داده شد.

هدایت الکتریکی کربن افزایش یافته بود ولی بازهم در حدی بود که امکان استفاده در رنگ وجود نداشت. بنابراین از پودرهای فلزی که مقاومت اهمی در حد صفر داشتند و ارزان نیز بودند جهت ساخت رنگ استفاده شد.

رزین [۱۱]:

رزین های مختلفی برای تهیه رنگ که شامل الکید - اپوکسی - اکریلیک - فنلیک - پلی استر - سیلیکون - پلی اورتان - اتیل سیلیکات - سیلیکات سدیم و ...

با گریدهای مختلف استفاده گردید و در مواردی نیز از ترکیب دو رزین برای ساخت رنگ استفاده گردید که در نهایت رزین و افزودنی های مناسب انتخاب شد. [۱۲]



ساخت رنگ:

بدین ترتیب با استفاده از پودرهای فلزی ساخته شده و رزین انتخابی رنگی ساخته شد {۱۳} که تمام اجزاء آن در داخل کشور موجود بوده و همچنین قیمت تمام شده آن ۰/۰۵ قیمت نمونه های خارجی می باشد. (بعلت استفاده از یک روش جدید برای ساخت رنگ [۱۲]).

آزمایشات

این رنگها در داخل کیس های پلاستیکی اعمال می گردد. انتظاراتی که از این رنگ وجود دارد عبارت می باشد از:

- ۱- انجام شیلدینگ الکترومغناطیسی ۲- مقاومت در برابر شرایط جوی و خوردگی ۳ - چسبندگی مناسب

تست های رنگ طبق استانداردهای نظامی و ASTM و همچنین تست های شیلدینگ مطابق استانداردهای نظامی (MIL-SDT-۴۶۱،۴۶۲) انجام گرفت که نتایج تست های شیلد در انتهای مقاله آورده شده است. در تست سالت اسپری نیز که بسیار مهم می باشد این پوشش مقاومتی در حدود ۵۰ تا ۱۰۰ برابر صفحات فلزی که برای شیلدینگ بکار می روند را از خود نشان داد.

نتیجه گیری:

با توجه به افزایش مصرف کیس پلاستیکی برای وسایل الکترونیکی و نیاز این کیس ها به اصلاح خواص شیلدینگ نیاز به روشی برای انجام شیلدینگ می باشد که این امر در صنایع دریایی حائز اهمیت بیشتری می باشد. در این مقاله پس از بررسی انواع پیگمنت ها، بهترین پیگمنت انتخاب و روش اصلاح آن نیز ارائه گردیده است رزین مورد استفاده نیز بررسی و انتخاب گردید و در نهایت رنگ ساخته شده توسط استانداردهای نظامی (MIL) مورد تست قرار گرفته است. در حال حاضر به غیر از وسایل نظامی و تجهیزات ارتباطی و مخابراتی کلیه ادوات الکترونیکی / الکتریکی ، اندازه گیری و حتی لوازم خانگی نیز بایستی شیلد الکترومغناطیسی باشند تا روی محیط و انسان تاثیر منفی نگذارد بدین ترتیب استفاده از رنگ هادی در آینده بسیار ضروری خواهد شد. پیش بینی اولیه انجام شده برای کشور ایران حدود ۲۴۲ تن در سال می باشد.

مراجع :

- ۱) Shielding For EMI and Antistatic Resins with Stainless Steel Fibers (Special Chem Articles).
- ۲) USPATENTS: ۵،۸۹۷،۸۱۳ - ۵،۳۷۸،۴۰۳
- ۳) Additives for Electrical Electronics (Special Chem Articles).
- ۴) Magnetite Functional Filler. (Special Chem Articles).
- ۵) Peissker, E. metal powder, norddeutsche affinerie, Aug ۱۹۷۴
- ۶) The Technology of Metal powders, New port Beach, CA, Feb ۱۹۷۸



- ۷) Wills, f. and elugston, e,g.production of electronic copper j. electrochem. Soc,vol ۱۰۶,۱۹۵۹, p ۳۶۲-۳۶۶
- ۸) Harper, s. and marks, A.A, ELECTTRODEPOSITION OF COPPER POWDER, Vol ۳,۱۹۷۲
- ۹) KristerHalmberg, Hand book of applied surface and colloid chemistry (volume ۲)
- ۱۰) USPATENTS: ۵,۱۷۸,۹۰۹ - ۴,۶۵۲,۴۶۵ - ۴,۵۳۹,۰۴۱
- ۱۱) USPATENTS: ۴,۸۹۵,۷۱۳ - ۳,۹۷۲,۹۸۶ - ۳,۹۹۳,۴۴۷ - ۴,۰۶۹,۲۹۸ - ۴,۰۸۰,۴۳۴
- ۱۲) Hwarson, C.A.finch, Applications of synthetic resin lattices (volume ۳)
- ۱۳) ثبت اختراع شماره ۲۸۰۱۴ تاریخ ۱۳۸۱/۴/۶
- ۱۴) Bill Meyer and Saltzman, Principals of colour technology (۳ed)
- ۱۵) USPATENTS: ۵,۹۶۲,۱۴۸ - ۵,۶۸۶,۱۸۶ - ۵,۸۹۷,۸۱۳ - ۴,۵۷۸,۲۸۲

