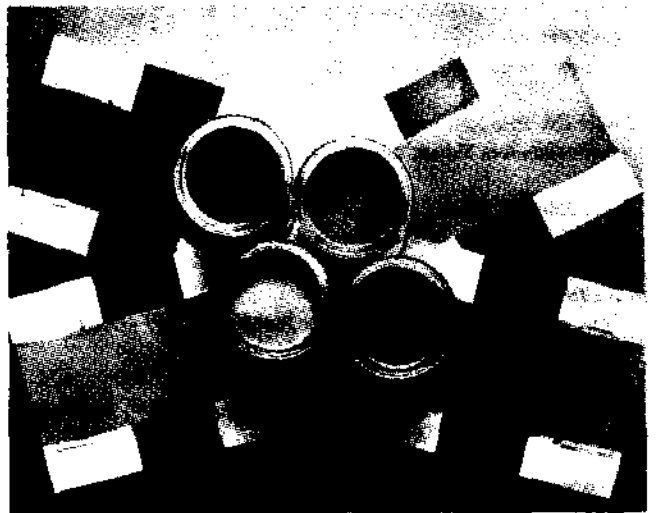


پوششهای ترموپلاستیک

Thermoplastic coating

تیه و تنظیم : مهندس علیرضا عظیمی



کلید واژه:

(۱) ترموپلاستیکها، (۲) پوشش دهی، (۳) پوشش دهی با ترموپلاستیکها، (۴) فرآیندهای

پوشش دهی

چکیده:

هرچند امروزه بسیاری از مواد پلی مری را به عنوان مواد پوشش دهنده مورد استفاده قرار می دهند، اما متأسفانه در کشور ما بسیاری، تنها رنگ را به عنوان یک ماده پوششی می شناسند. در این مقاله قصدمان بر این است که تعدادی از ترموپلاستیکهای شناخته شده از قبیل پی. وی. سی، نایلون و فلوتور و گریتا، را که در حال حاضر در صنایع پوششی مورد استفاده قرار می گیرند، معرفی و بحث مختصری نیز در مورد فرآیندهای پوشش دهی این مواد داشته باشیم.

مقدمه

پوشش دهی با ترموپلاستیکها (گرمنازها) یکی از دهها شاخه از صنعت عظیم پوشش دهی است که آغاز آن، همانند سایر روشهای پوشش دهی، به منظور حفاظت فلزات در برابر خوردگی بوده است. هرچند هنوز هم یکی از عمده ترین موارد کاربرد این صنعت همان حفاظت در برابر خوردگی است، اما به خاطر دستیابی به مواد پوشش دهنده پلی مری و فرایندهای جدید، این شاخه از صنعت پوشش دهی، گسترش و موارد کاربرد فراوانی یافته است.

با توجه به عمر کوتاه شناخت پلی مرها و دستیابی به انواع آنها، سرعت رواج و پیشرفت صنعت پوشش دهی با ترموپلاستیکها، شگفت آور است، زیرا با استفاده از طیف وسیعی از پلاستیکهای پوشش دهنده، به بسیاری از خواص مطلوب می توان دست یافت که عمده ترین آنها عبارتند از:

Key Words:

(1) Thermoplastics, (2) Coating, (3) Thermoplastic Coating ,
(4) Coating processes



الف - اهداف تزئینی و امکان ایجاد رنگهای مختلف را به خوبی فراهم می آورند.

ب - بسیاری از این نوع پوششها غیرسمی و در مقابل طیف وسیعی از مواد شیمیایی مقاوم هستند.

ج - عایق الکتریکی هستند.

د - مقاومت سایشی خوبی دارند.

ه - سطوح اصطکاک زیاد یا کم دارند.

و - خاصیت ضربه گیری دارند.

ز - در گستره وسیعی از دما انعطاف پذیرند.

ح - اشیاء را در مقابل آب و هوا و سایر شرایط سرویس دهی تقریباً به طور دائم حفاظت می کنند که نتیجه آن کاهش هزینه تعمیرات و نگهداری است.

ط - محللهای جوشکاری شده و سطوح ناهموار حاصل از ریخته گری را مخفی می کنند که در نتیجه باعث کاهش زمان پردازش می شود.

البته، ذکر این نکته لازم است که استفاده از یک ماده پوششی تنها نخواهد توانست تمام خواص فوق الذکر را فراهم کند. بلکه باید با توجه به شرایط کاربردی و هدف مورد نظر، مطالعات دقیق و کافی انجام داد تا با انتخاب ماده پوششی مناسب به یک یا مجموعه ای از خواص فوق دست یافت.

۱ - ترموپلاستهای مصرفی در صنایع پوششی

همانطور که می دانیم ترموپلاستها بخش وسیعی از مواد پلی مری را به خود اختصاص می دهند، که هر یک از آنها در شرایط مناسب و با توجه به هدف و کاربرد مورد نظر، می توانند در صنایع پوششی به کار گرفته شوند. در اینجا تنها درباره تعدادی از آنها که موارد استفاده بیشتری دارند، بحث خواهیم کرد.

معمولاً برای مطالعه ترموپلاستهای مصرفی در صنایع پوششی، آنها را به دو گروه جداگانه تقسیم می کنند، اما عملاً در بعضی موارد این تقسیم بندی اعتبار خود را از دست می دهد، زیرا برخی از موادی که در دو گروه جداگانه قرار گرفته اند از نظر خصوصیات و شرایط کاربرد، شبیه یکدیگر عمل می کنند و در نتیجه بساعت تداخل دو گروه در یکدیگر می شوند.

نخستین گروه، شامل ترموپلاستهایی است که به صورت پوششهای ضخیم مورد استفاده قرار می گیرند (با ضخامت بیش از ۰/۳ میلی متر). این گروه مخلوط خشک پی. وی. سی و پودرهای آسیاب شده در سرما، پلاستیسولهای پی. وی. سی، نایلون ۱۱ و ۱۲، پلی اتیلن با دانسیته بالا و پایین، پلی اتر کلردار شده (پنتون^۲)، پلی پورتان، و کاب^۳ را شامل می شود. این مواد معمولاً به روش غوطه ور کردن یا افشاندن (اسپری) بر روی شیء از پیش گرم شده، مورد استفاده قرار می گیرند.

دومین گروه شامل ترموپلاستهایی است که همراه با حلال و معمولاً به روش افشاندن بر روی شیء سرد پاشیده می شوند و سپس در کوره قرار

علوم و تکنولوژی پلیمر

می گیرند. این گروه را می توان به دو دسته کوچکتر تقسیم کرد. یک دسته آنهايي که به صورت پودر و به روش الکترواستاتیک مورد استفاده قرار می گیرند و دیگری آنهايي که به صورت مایع و یا پوشش دهنده های دیسپرسیونی بر روی شیء مورد نظر پاشیده می شوند. مثلاً نایلون ۱۱، بعضی انواع پی. وی. سی و احتمالاً پنتون جزء دسته اول هستند و پی. تی. اف. ای^۴، پی. تی. اف. سی. ای^۵، اف. ای. پی. ۲، و اورگانوسولهای پی. وی. سی در دسته دوم قرار دارند.

تعدادی از ترموپلاستها و ترموستها (گرماسختها) نیز وجود دارند که یا مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته و کنار گذاشته شده اند و یا هنوز تحت بررسی اند. این مواد شامل پلی پروپیلن، پلی کربناتها، پلی استرها و پلی فرمالدهید است.

جدول ۱ - طیف وسیعی از پلی مرهای مصرفی در صنعت پوشش دهی با ترموپلاستها را نشان می دهد.

انتخاب هر یک از این پلی مرها باید با توجه به هدف پوشش دادن، شکل، اندازه، وزن شیء و همچنین قابل دسترس بودن وسایل لازم برای پوشش دادن (ماشین آلات و تجهیزات)، صورت گیرد.

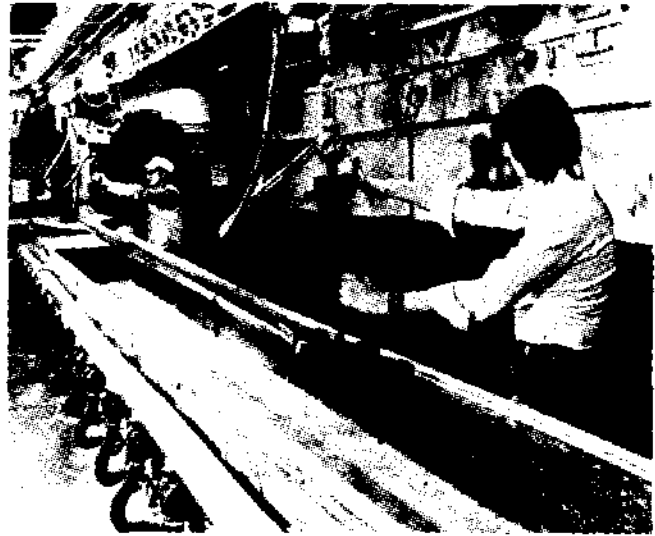
اکنون برای آشنایی بیشتر با شرایط مصرف و خصوصیات ترموپلاستهای نامبرده، هر یک از آنها را به اختصار مورد بررسی و مطالعه قرار می دهیم:

۱ - ۱ - پی. وی. سی

این ترموپلاست یکی از تنوع پذیرترین مواد پوششی موجود است که هنوز هم دانشمندان و پژوهشگران در حال مطالعه بر روی خواص مختلف و اصلاح و توسعه آن هستند. در حال حاضر انواع این ترموپلاست با سختیهای مختلف، از نرم و لاستیکی (پلاستیسول) گرفته تا بسیار سخت (پودرها)، در دسترس است. این طیف وسیع سختی یا نرمی را، از طریق افزودن مقادیر مختلف نرم کننده های مناسب به رزین خام پی. وی. سی به دست می آورند. البته، در صورت انتخاب صحیح نرم کننده، علاوه بر دستیابی به درجات مختلف نرمی یا سختی، می توان به خواص با ارزش دیگری از قبیل مقاومت در مقابل روغنها، انعطاف پذیری در دماهای پایین و مقاومت در مقابل مواد شیمیایی نیز دست یافت، بدون اینکه هیچگونه کاهشی در درجات انعطاف پذیری ترموپلاست ایجاد شود. این خصوصیات همراه با قیمت قابل رقابت پی. وی. سی آنرا به جالبترین و پرطرفدارترین ماده پوششی تبدیل کرده است. عموماً، قبل از ایجاد پوشش پی. وی. سی بر روی شیء مورد نظر، یک آستر چسبنده شبکه ای شونده بر روی آن اعمال می کنند. در حال حاضر پژوهشهایی که در این زمینه انجام می گیرد، شامل پوشش دادن قسمتهای مختلف کارخانجات شیمیایی (از قبیل تانکها، لوله ها و ...) با پلاستیسول است تا در صورت امکان، این شیوه جایگزین شیوه گرانیقیمت آستر کردن با لاستیک^۶ شده و علاوه بر آن به عنوان یک پوشش مناسب در انواع آبکشها، مورد استفاده قرار گیرد (مانند آبگیر یا آبچکان ظروف در کابینت آشپزخانه ها). پودر پی. وی. سی

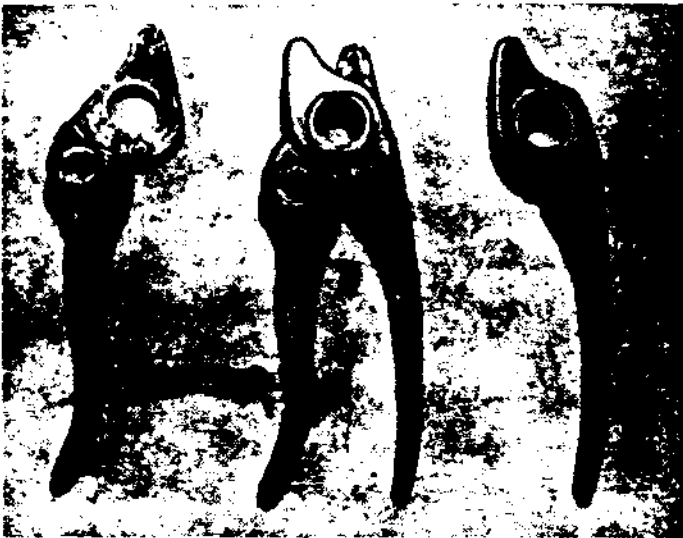
مقاومت در مقابل آب و هوا	انرژی استحکامی	مقاومت در مقابل مواد شیمیایی			گستره مدلی سوریس (۵)	گستره معمول (mm)	نوع ماده پریشی
		اسیدها	قلیها	اسبها			
بسیار خوب	بسیار خوب	ضعیف	خوب	خوب	۳۰ - ۵۵ تا	۰/۱۶ - ۱۷/۱۰۰	پلاستیسولیک بی.دی
بسیار خوب	خوب	ضعیف	خوب	خوب	۱۰ - ۶۰ تا	۰/۲۵ - ۰/۲۵	پودر بی.دی.سی
خوب	بسیار خوب	خوب	خوب	نسبتاً خوب / ضعیف	۵۰ - ۱۰۰ تا	۰/۱۶ - ۰/۲۵	تایلرن ۱۱ و ۱۲
ضعیف	نسبتاً خوب	ضعیف	نسبتاً خوب	نسبتاً خوب	۷۰ - ۷۰ تا	۰/۱۹ - ۰/۳۵	پلی اتیلن با دانسیته کم
نسبتاً خوب	نسبتاً خوب / خوب	خوب	خوب	بسیار خوب	۷۰ - ۸۰ تا	۰/۱۵ - ۰/۳۵	پلی اتیلن با دانسیته زیاد
خوب	خوب	خوب	عالی	عالی	۶۰ - ۱۲۰ تا	۰/۱۹ - ۰/۳۵	پتئون
خوب	عالی	نسبتاً خوب	نسبتاً خوب	خوب	۷۰ - ۱۰۰ تا	۰/۱۰ - ۰/۳۵	پلی پروپیلن
خوب	خوب	نسبتاً خوب	ضعیف	خوب	۲۰ - ۸۵ تا	۰/۱۲ - ۰/۳۵	کاب
نسبتاً خوب	نسبتاً خوب / ضعیف	دارای خلل و فرج میکروسکوپی			۸۰ - ۲۲۵ تا	۰/۱۷۵ - ۰/۰۵	بی.تی.اف.ای
نسبتاً خوب / خوب	نسبتاً خوب / خوب	خوب	عالی	عالی	۷۰ - ۲۰۰ تا	۰/۳۰ - ۰/۲۰	بی.تی.اف.سی.ای
نسبتاً خوب	نسبتاً خوب	خوب	عالی	عالی	۷۰ - ۲۲۰ تا	۰/۱۷۵ - ۰/۱۷۵	ای.ای.بی

را به شیوه الکترواستاتیک برای پوشش دادن اشیاء ساخته شده از ورق فلز مورد استفاده قرار می‌دهند و انواع بخصوصی از آنرا برای پوشش دادن ستون چراغهای راهنمایی و برق خیابانها و ماشینهای ظرفشویی که حفاظت طولانی آنها و همچنین حفاظت لبه ظروف از اهمیت اساسی برخوردار است، به کار می‌برند. پوشش دادن این اشیاء به روش بستر شبه سیال^۱ صورت می‌گیرد. شکل ۱



شکل ۱- پوشش دادن سکانهای چراغ راهنمایی توسط پی. وی. سی به روش بستر شبه سیال

چنین وضعیتی و کاهش مخارج تعمیرات، معمولاً یک پوشش نایلونی بر روی اینگونه وسایل اعمال می‌کنند. از نایلونها برای پوشش دادن چرخهای دستی و دیگر وسایل کنترل کننده دستی نیز استفاده می‌شود تا بدین ترتیب سطح صافی ایجاد گردد و شخصی استفاده کننده در هنگام تماس دست با آنها احساس ناخوشایندی نداشته باشد. شکل ۲. توصیه می‌شود که قبل از پوشش دادن اشیاء با نایلونها، یک آستر مناسب بر روی آنها زده شود. عموماً سطح شیء باید قبل از پوشش دادن با روشهای رایج آماده‌سازی به کمک ساجمه‌های فلزی یا شیشه‌ای و یا سنگ ریزه آماده کار شود. نایلون یک ماده پوششی غیر سمی است و فیلم آن خاصیت متورق شدن ندارد، لذا این ماده برای پوشش روبه (نهایی) ماشین آلات صنایع غذایی مورد استفاده فراوانی پیدا کرده است.



شکل ۲- ابزار پوشش داده شده با نایلون

۱- ۲ نایلونها

در حال حاضر دو نوع پودر تجارتي پلی آمید، به نامهای نایلون ۱۱ و ۱۲، در سترس است با صرف نظر کردن از بعضی تفاوتها، می‌توان گفت که این دو نوع پودر پلی آمید از نظر خواص شبیه یکدیگرند. عموماً فرآیند پوشش دهی با این دو نوع پودر به روش بستر شبه سیال صورت می‌گیرد، اما نایلون ۱۱ را می‌توان به روش افشاندن الکترواستاتیک نیز مورد استفاده قرار داد.

خصوصیات عمده این دو نوع نایلون جذب کم رطوبت، مقاومت در مقابل سایش، خرد شدن (لب پریدن)، ضربه، قابلیت کار در گستره وسیعی از دما و داشتن ضریب اصطکاک کم و سودمند است.

پوششهای نایلونی مهمترین مورد استفاده را در تجهیزات بیمارستانی دارند. زیرا پوشش این تجهیزات باید در دماهای استریل کردن و در مقابل شوینده‌ها و سالیین (محلول آب نمک) مقاوم باشد و تغییرات نامطلوبی در آنها ایجاد نشود. پوشش مبلمانهایی که در فضای باز مورد استفاده قرار می‌گیرند، به دلیل قرار گرفتن در معرض عوامل مختلف مکانیکی و جوی، سریعتر صدمه می‌بینند و محتاج تعمیر می‌گردند؛ به منظور جلوگیری از

۱- ۳ - پلی اتیلن با دانسیته کم^۱

این نوع پلی اتیلن ارزانترین ماده پوششی ترموپلاست است. این مزیت به همراه ویژگیهای دیگری از قبیل قابلیت پوشش دهی خوب لبها، غیر سمی بودن و داشتن خاصیت ضربه‌گیری^۱ باعث شده‌اند که این ترموپلاست، به عنوان یک ماده پوششی ایده‌آل برای سیمهای برق خانگی شناخته شود. این ترموپلاست به اندازه دیگر ترموپلاستهای پوشش دهنده بادوام نیست، زیرا در مقابل شکاف خوردن حاصل از تنشهای محیطی حساس است، به ویژه زمانیکه از آن برای پوشش دادن سطوح پهن و صاف استفاده می‌کنند. این ماده به علت خواص رئولوژیکی عالی آن در حالت مذاب، موارد استفاده متعددی در ماشینهای اتوماتیک پوشش دهنده به روش بستر شبه سیال پیدا کرده است، و برای تولید انبوه قفسه‌های نمایش کالا و آبگیر کابینت، (شکل ۳)، سبدهای فلزی و کازیمهای مشبک سیمی به کار گرفته می‌شود. نوعی ماده پوششی چسب مانند، از این

ترموپلاست وجود دارد که برای آستر کردن جدار داخلی کپسولهای اطفاء حریق مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۳- پوشش دار کردن قفسه نمایش کالا توسط پلی اتیلن به روش بسترسیال

۱- ۷- کاب

خصوصیاتی از قبیل زیاد براق بودن و مقاومت خوب در مقابل ضربه، باعث شده‌اند که این ترموپلاست در بازار پوششهای پلاستیکی جایی برای خود باز کند. کاب را معمولاً برای پوشش انواع دسته‌ها به کار می‌برند، اما در برخی از کشورها، مقبولیت آن بیشتر برای پوشش دان مبلدانهای فلزی است. از آنجا که تنها مزیت این ماده پوششی بر نایلونها، تا اندازه‌ای قیمت تمام شده کالا است و از طرف دیگر چون مصرف‌کنندگان باید در انتخاب و مصرف آن مسائلی نظیر کارایی و توانایی سیستم تهویه بخارات کارگاه خود را، در هنگام تولید مد نظر داشته باشند، بعید به نظر می‌رسد که این ماده در آینده مصرف انبوه پیدا کند.

۱- ۸- پی. تی. اف. ای

از آنجا که نمی‌توان با افشاندن دیسپرسیونهای این ترموپلاست، یک پوشش بدون خلل و فرج به دست آورد، عمده‌ترین مصرف این ماده پوششی استثنائی، در مواردی است که خاصیت نجسب بودن سطح مد نظر باشد (مانند ظروف نجسب آشپزخانه)، پژوهشهای اخیر، مواد رزیسی پوشش دهنده‌ای را در اختیار صنایع پوششی قرار داده است که نسبت به دیسپرسیونهای آبی مزینهای قابل توجهی دارند. موفقیت‌های به دست آمده، امکان پوشش دادن اره‌های دستی و دایره‌ای، ابزار برش دهنده، سطوح آهنی، کف وسایل مختلف و انواع وسایل خانگی که سطوح مقعر و یا سوراخهای درونی دارند و روز به روز نیز تعداد آنها افزایش می‌یابد را، فراهم آورده است.

۱- ۹- پی. تی. اف. سی. ای

با جایگزین کردن اتم کلر به جای یکی از اتمهای فلوئور موجود در زنجیر پلی تترافلوئورواتان (پی. تی. اف. ای) ترموپلاستی به دست می‌آید که می‌توان به کمک آن و با روش پوشش دادن دیسپرسیونی، یک لایه بدون خلل و فرج بر روی اشیاء مورد نظر ایجاد کرد. این ترموپلاست نسبتاً گران قیمت است، اما در مواردی که بخواهیم لایه پوشش داده شده هم خاصیت بی اثر بودن در مقابل مواد شیمیایی و هم خاصیت عایق بودن الکتریکی را داشته باشد، خواص استثنائی و جالب این ماده قیمت بالایش را توجیه می‌کند.

عمده‌ترین موارد کاربرد این ترموپلاست در تجهیزات واحدهای شیمیایی، دیسک دستگاههای برش دهنده، دیافراگمها و محفظه دماسنجها است.

۱- ۱۰- اف. ای. پی

این ترموپلاست، نسبتاً تازه به بازار آمده است، و در دماهای بالا، مقاومت شیمیایی بسیار خوبی از خود نشان می‌دهد. انتظار می‌رود که در آینده این ماده در دنیای مهندسی شیمی بازار خوبی به دست آورد. همانطور که مشاهده می‌شود، طیف وسیعی از پوششهای ترموپلاستیک وجود دارند که می‌توان آنها را در صنایع پوششی به کار برد و این نشان دهنده قدرت انتخاب مصرف کننده است، اما توصیه می‌شود که مصرف کنندگان قبل از

۱- ۴- پلی اتیلن با دانسیته زیاد

از آنجا که قیمت این ترموپلاست کمی بالاست، در صنایع پوششی تمایل چندانی برای استفاده از آن وجود ندارد. موارد مصرف و عملیات فرآیندی آن، شبیه به پلی اتیلن با دانسیته کم است، اما استفاده از آن موجب بهبود مقاومت در مقابل مواد شیمیایی می‌گردد. این ماده اغلب به صورت یک پوشش صاف سیاه و نیمه براق بر روی اشیاء استفاده می‌شود. این ترموپلاست را گاهی اوقات بر روی مبلدانهای فلزی، که از نظر قیمت قابل رقابت با سایر انواع آن باشند و به عنوان یک پوشش ضد اسید در وسایل حمل و نقل باطریهای سرب / اسید مورد استفاده قرار می‌دهند.

۱- ۵- پتتون

یک پلی اتر کلردار شده است، که گرچه قیمت بالایی دارد، اما موارد استفاده فراوانی در زمینه پوششهای مقاوم در مقابل خوردگی پیدا کرده است. به خصوص آنکه یک جانشین و رقیب سر سخت برای پوششهای فولاد ضد زنگ، آسترهای شیشه‌ای یا حتی تیتانیوم به شمار می‌رود. پوششهای این ترموپلاست جنبه تزئینی ندارد و مخصوص پمپها، شیرآلات، آستر جدار داخلی لوله‌ها، ظروف و کلبه وسابلی است که در دمای بالای ۱۰۰°C مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۱- ۶- پلی یورتان

این ترموپلاست نیز یکی دیگر از مواد پوششی خاص است که بیشتر به دلیل مقاومت بسیار جالب آن در مقابل خمیرها و دوغابهای ساینده و دیگر مواد مشابه، در صنایع پوشش مقبولیت یافته است. موارد مصرف آن شامل پوشش داخلی لوله‌ها، محفظه تغذیه کننده‌های ارتعاشی (ویبراتورها) و غلطکها است.

انتخاب نوع پوشش مورد نظر حتماً با متخصصین صنایع پوششی و یا تهیه کنندگان اینگونه مواد مشورت از آنها نظر خواهی کنند. همانطور که قبلاً نیز ذکر شد. حتی تجهیزات لازم برای پوشش دادن با یک نوع ماده پوششی خاص. نقش مهمی در انتخاب نوع پوشش و فرآیند پوشش دهی بازی می کند. لذا توصیه می شود که علاوه بر در نظر گرفتن تمامی جوانب، یک مطالعه فنی - اقتصادی نیز در این زمینه انجام گیرد.

۲ - آماده سازی شیء برای پوشش دادن

از آنجا که بحث ارائه شده، راجع به پوشش دهی اشیاء فلزی می باشد. لذا در اینجا مراد آماده سازی فلزی است و در نتیجه از این کلمه نباید معنای عام آماده سازی سطح به ذهن خطور کند. زیرا آماده سازی سطح، خود مقوله ای جدا و بسیار مفصل است و آنچه در اینجا تحت عنوان آماده سازی فلزی می آید تنها بخش کوچکی از مبحث کلی آماده سازی سطح است.

فرض کنید شیء با شکل، ابعاد و پوشش خاص، طراحی و ساخته شده است. در ساخت شیء از لبه های تیز اجتناب گردیده و قطعات مختلف بخوبی به یکدیگر جوش داده شده اند. به طوریکه احتیاج به پردازش محللهای جوش و یا خال جوشها و غیره نیست. اکنون نخستین مرحله پوشش دادن این شیء، آماده سازی سطح آن است. اگر چه انجام عملیات آماده سازی فلزی برای پوشش دادن اشیاء فلزی، یک مرحله اساسی و تعیین کننده نیست، اما در بسیاری از موارد، مطلوب واقع می شود و لاقبل در کیفیت ظاهری شیء و در نتیجه مقبولیت آن در بازار مؤثر خواهد بود. این مسأله از آن جهت کم اهمیت جلوه می کند که اصولاً برای دستیابی به یک پوشش مناسب باید اینگونه وسوساها و ظریف کاریها در مرحله انتخاب پوشش به کار گرفته شود و نه در مرحله آماده سازی و یا حتی سایر مراحل، و این همان مسئله ای است که قبلاً نیز به آن اشاره شد. بسایند سازگاری و تناسب سطح پوشش شونده با پوشش انتخابی و شرایط سرویس دهی آنچنان باشد که بتوان با رضایت خاطر، پوشش قابل قبولی را بر روی آن سطح اعمال کرد، و گرنه با انتخاب غلط پوشش، و به امید خوب انجام شدن مراحل آماده سازی و سایر مراحل، نمی توان پوشش مناسبی را انتظار داشت.

گاهی، کلیه نکات لازم در زمینه انتخاب نوع پوشش و فرآیند پوشش دهی رعایت می شود، اما شیء مورد نظر ممکن است همراه با نواقص دور از چشمی تولید شده باشد، که در صورت عدم رفع آنها در مرحله آماده سازی، در پوشش نهایی شیء اشکالات اساسی، بروز می کند. به عنوان مثال در مورد اشیائی که به روش ریخته گری تولید می شوند، اگر عملیات ریخته گری بخوبی انجام نگیرد، سطوح ناهمواری بر روی آنها ایجاد خواهد شد که به علت محبوس شدن هوا در آنها و انبساط و ترکیدن این حبابهای محبوس شده، به هنگام قرار گرفتن اشیاء در کوره، پارگیهای در پوشش ایجاد می شود که در نتیجه آن، قسمتی از سطح اشیاء به اصطلاح برهنه باقی می ماند. بروز این اشکال، مانع از ایجاد یک پوشش عایق

الکتریکی کامل بر روی اشیاء می شود. علاوه بر این، کیفیت پوشش نیز آفت می کند. اما در بسیاری از موارد که اشیاء در شرایط مشابه ریخته گری تهیه می شوند و آنگاه پوششهایی با ضخامت بیش از ۱۰ نو^۳ بر روی آنها اعمال می شود، سطح ناهموار شیء موجب چسبندگی بهتر پوشش و تقویت خواص مکانیکی آن می گردد، در عین حال ناهمواریهای سطح نیز پوشیده می شود.

۳ - شستشوی سطح شیء و آستر کردن آن

نخستین کار در آماده سازی شیء فلزی برای پوشش دادن، برداشتن هرگونه لایه اکسیدی موجود بر روی سطح آن است. این عمل را توسط انواع دستگاههای پرتاب کننده گلوله یا ساچمه به سطح شیء که در صنایع پوششی رایجند و یا به کمک مواد شیمیایی بر طرف کننده زنگ آهن، لایه گل و لای، روغن و رنگ و یا سایر مواد مزاحم مشابه، انجام می دهند. لازم به تذکر است که انجام عملیاتی از قبیل گالوانیزه کردن یا آبکاری، قبل از اعمال پوشش ترموپلاست بر روی شیء، هیچگونه اثر محسوسی بر روی پوشش نهایی شیء ندارد و حتی باید از انجام اینگونه عملیات اجتناب کرد، زیرا در بسیاری از موارد آثار سوئی بر روی کیفیت محصول خواهد داشت. البته، گاهی با در نظر گرفتن نوع و ماهیت پوشش انتخاب شده و نحوه مصرف نهایی کالا، ممکن است فسفات کردن شیء، اثرات مطلوبی در کیفیت پوشش داشته باشد. استفاده از یک آستر چسبنده باعث بهبود چسبندگی بعضی از پوششهای پلاستیکی به سطح شیء مورد نظر می شود. در اینگونه موارد به منظور بهبود خواص لایه آستر، لازم است که پس از آستر کردن شیء، آنرا مدتی گرم کرد. از آنجا که فرآیندهای پوشش دهی اشیاء اغلب با گرم کردن همراه است، همین گرم کردن برای خشک شدن و بهبود خواص لایه آستر نیز کافی خواهد بود. نوع لایه آستر برای مواد پوششی مختلف فرق می کند، مثلاً، برای پلاستیسول پی. وی. سی از آستر فتولیک استفاده می شود. تمام لایه های آستر، اگر بیش از اندازه گرم شوند، کیفیت و اثر خود را از دست می دهند و در این صورت، نه تنها منظور اصلی را برآورده نمی سازند، بلکه خود به عنوان یک عامل منفی در کاهش کیفیت و طول عمر پوشش عمل می کنند. بنابراین، همانطور که مشاهده می شود، هر چند آسترها باعث بهبود و بالا رفتن کیفیت پوشش ترموپلاست می شوند اما از طرف دیگر، با توجه به نوع و ماهیت آنها، محدودیتهایی از نظر مدت گرم کردن و دما را در فرآیند پوشش دهی ایجاد می کنند.

۴ - فرآیندهای پوشش دهی

اکنون برای آشنایی با انواع فرآیندهای پوشش دهی که در حال حاضر در این صنعت رایجند، و همچنین برای نشان دادن ارتباط تفکیک ناپذیر بین نوع و نحوه کاربرد مواد با فرآیندهای پوشش دهی، مطالب مختصری ارائه می شود. همانطور که قبلاً اشاره شد، ترموپلاستیکهای مصرفی در صنایع پوششی به شکلهای مختلف وجود دارند و بسته به ماهیت آنها

شرح و موارد کاربرد	روش پوشش دهی
برای انواع بودرهایی که قابلیت نپه سیال شدن را دارند به طور وسیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد.	غوطه‌پوش کردن در بستر شبه‌سیال ^{۱۴}
بی. وی. سی تنها ماده پوششی است که می‌توان با این روش از آن استفاده کرد.	غوطه‌پوش کردن در پلاستیسول مایع با اورگانوسول ^{۱۵}
گرمای و بودر به طور همزمان توسط تفنگ افشانه بر روی شیء اعمال می‌شود.	افشاندن شعله‌ای ^{۱۶}
فزات بودر سرد همانند گلرله‌های نپه بر روی سطح گرم فند شیء، افشانه می‌شود.	ب - افشاندن نپه‌ای ^{۱۷}
فلونور و کربنها را تنها با این روش می‌توان مورد استفاده قرار داد.	ج - افشاندن دیسپرسیونی ^{۱۸}
فزات باردارنده بودر به سمت شیء فلزی که اتصال زمین دارد جذب می‌شود و بر روی آن می‌نشیند.	د - افشاندن الکترواستاتیک ^{۱۹}
این روش برای پوشش دادن جدار داخلی لوله‌ها و ظروف بسته مورد استفاده قرار می‌گیرد.	پوشش دار کردن در خلاء ^{۲۰}
در این روش جداره داخلی ظروفی که سطح خارجی آنها احتیاج به پوشش ندارند را، با استفاده از پلاستیسولها یا بودرها آستر می‌کنند.	آستر کردن به روش ریخته‌گری / آستر کردن چرخشی ^{۲۱}
ترکیبی از غوطه‌پوش کردن در بستر شبه سیال و افشاندن الکترواستاتیک است و کاربرد چندان وسیعی ندارد.	روش بستر شبه سیال الکترواستاتیک ^{۲۲}
در این روش، شیء فلزی را که اتصال زمین دارد از درون یک محفظه بسته که در آن فزات باردارنده ماده پوششی به صورت ابر پراکنده شده‌اند عبور می‌دهند.	روش محفظه ابری (الکترواستاتیک) ^{۲۳}
در این روش، پودر ماده پوششی را، به کمک دست پر زوی سطح گرم فند شیء می‌پاشند. سرعت این روش کند است و کنترل ضخامت لایه پوششی بسیار ناقص و مشکل صورت می‌گیرد.	روش پودر دوده دستی ^{۲۴}

استفاده از بودر، ذوب شدن ذرات بودر جهت روان شدن و به جریان افتادن ماده ترموپلاستیک و ایجاد یک پوشش یکنواخت بر روی شیء است. از قرار معلوم، برخی از فلزاتی را که نسبت به گرما حساسند نمی‌توان پیش گرم کرد و در نتیجه اشیاء ساخته شده از این فلزات را نمی‌توان پوششهای پلاستیکی داد. استفاده از جوش نرم در اتصال قطعات مختلف شیء و یا وجود برخی از مواد گدازنده در الکترو جوش مصرفی و پرکننده‌ها، همگی ممکن است موجب بروز اشکالات و دردهایی در پیش گرم کردن شیء شوند. زمانیکه در بعضی از مراحل فرآیند پوشش دهی، دما حیثاً بسیار بالا می‌رود (مثلاً ۳۰۰°)، حصول اطمینان از عدم ذوب و ترک خوردن جوش اتصالات و پایین نیامدن کیفیت آنها، نکته بسیار مهمی است.

فولاد نرم، فولاد ضدزنگ، مس، برنج، برنز فسفری^{۲۵}، حتی شیشه و سرامیکها را می‌توان با روشهایی که احتیاج به پیش گرم کردن شیء دارند، پوششهای پلاستیکی داد. همچنین آلیاژهای آلومینیوم و منیزیم را نیز

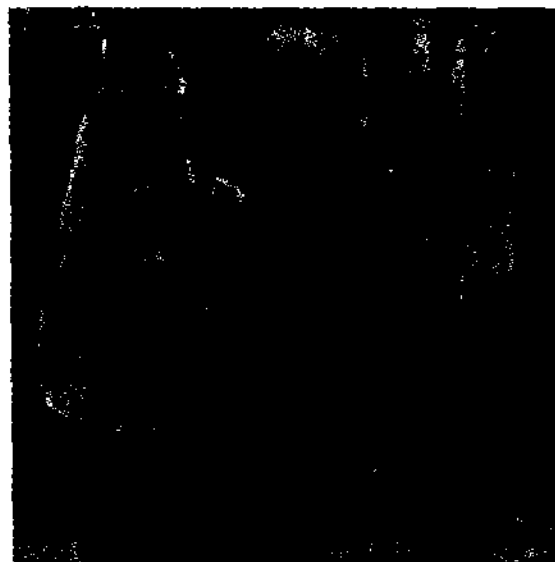
هر کدام را به یک یا چند روش می‌توان مورد استفاده قرار داد. در جدول ۲ انواع روشهای پوشش دهی همراه با شرح کوتاهی در مورد نحوه و گستره کاربرد هر یک از آنها آمده است.

همانطور که مشاهده می‌شود در بسیاری از روشهای ذکر شده در جدول ۲، لازم است قبل از پوشش دار کردن، شیء مورد نظر برای مدت معینی در دمای خاصی پیش گرم شود.^{۲۵} بهترین زمان و دمای پیش گرم کردن را باید از طریق تجربه تعیین کرد در تمام روشهای ذکر شده. بسجز روشهای افشاندن شعله‌ای، افشاندن الکترواستاتیک، بستر شبه سیال الکترواستاتیک و محفظه ابری، پیش گرم کردن شیء بخش مهمی از فرآیند پوشش دهی را تشکیل می‌دهد و حتی در فرآیندهای الکترواستاتیک نیز اغلب گرم کردن شیء قبل از پوشش دادن آن، بسیار مؤثر است. زیرا بدین ترتیب پوشش ضخیمتری را می‌توان به دست آورد.

هدف اصلی از پیش گرم کردن شیء، اطمینان از وجود گرمای کافی برای زله‌ای شدن پلاستیسول مایع بر روی سطح فلز و یا، در صورت

می توان با این روشها پوشش دار کرد. اما زمانی که عمل آنیل کردن لازم باشد، از نظر انتخاب نوع ماده پوششی با محدودیت روبرو خواهیم شد. در فرآیندهای غوطه‌ورسازی، میزان ماده پوششی نشسته بر روی سطح شیء، تابعی از شرایط پیش گرم کردن آن است، زیرا ضخامت لایه پوششی به مقدار گرمای موجود در روی سطح شیء و میزان بالاتر بودن دمای آن از نقطه ذوب یا نقطه ذله‌ای شدن ماده پوششی به کار رفته، بستگی دارد. گرمای موجود در شیء به دما، گرمای ویژه و سطح مقطع آن بستگی دارد. بنابراین، سطوح ضخیمتر نسبت به سطوح نازکتر، لایه پوششی ضخیمتری به خود خواهند گرفت و این مسأله مهمی در فرآیند پوشش دهی است. برای رفع این نقیصه، در مواردی که شیء مورد نظر از سطوح ضخیم و نازک تشکیل شده باشد، لازم است برای پیش گرم کردن آن از تکنیکهای استفاده شود که شیء در مدت کوتاهی به دماهای بالا برسد. با به کارگیری چنین تکنیکهایی، سطوح نازک اصطلاحاً از گرما اشباع می‌شوند، در حالیکه سطوح ضخیم به علت جذب گرمای کمتر، دمای پایین‌تری خواهند داشت و بدین ترتیب در مرحله پوشش دهی لایه پوششی یکنواختی بر روی شیء می‌نشیند.

برای اینکه شیء را در زمان کوتاهی به دماهای بالا برسانیم، لازم است که دمای کوره بالا باشد. از طرف دیگر می‌دانیم که به موازات بالا بردن دمای کوره، انتقال گرما به شیء نیز سریع صورت می‌گیرد و در اینجاست که مسأله زمان توقف شیء در کوره، اهمیت فراوانی پیدا می‌کند. اگر نتوانیم این زمان را به دقت تعیین و کنترل کنیم، آنگاه در واقع با بالا بردن دمای کوره نه تنها به هدف اصلی خود که یکنواختی لایه پوششی است، دست نیافته‌ایم، بلکه از نظر مصرف انرژی و سایر عوامل مؤثر در فرآیند نیز متحمل هزینه‌های غیر قابل جبرانی شده‌ایم. تعیین و کنترل دقیق زمان توقف شیء در کوره ممکن است همراه با مشکلات و زحمات زیادی باشد. برای این منظور از کوره‌های خودکار که قادرند زمان ورود شیء به کوره، مدت توقف و خروج آن از کوره و همچنین دمای کوره را در فواصل زمانی مشخص، کنترل کنند، استفاده می‌شود. شکل ۴.



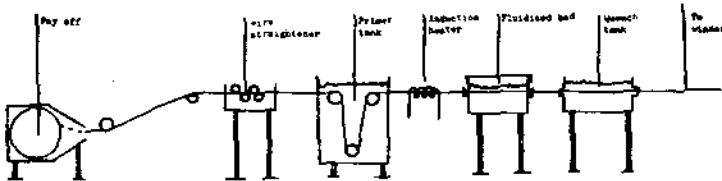
شکل ۴

کوره اتوماتیک برای پیش گرم کردن اشیاء که اشیاء را با سرعت ثابت و کنترل شده‌ای برای پوشش دادن آماده می‌کند.

عوامل مؤثر در پیش گرم کردن شیء حتی به مراحل و عوامل مؤثر در طراحی و ساخت آن نیز مربوط می‌شود و به همین دلیل باید در طراحی شیء مورد نظر، برخی نکات فنی طراحی را در ارتباط با شرایط پیش گرم کردن آن در نظر گرفت. به عنوان مثال، در یک گوشه خارجی شیء، گرمای کمتری وجود دارد و همین مسأله باعث می‌شود که لایه پوششی نازکتری بر روی آن بنشیند، در حالیکه در یک گوشه داخلی عکس این وضعیت رخ می‌دهد.

منابع و وسایل مورد استفاده برای پیش گرم کردن شیء بسیار متفاوتند. عموماً کوره‌هایی که با گردش هوا کار می‌کنند بر دیگر انواع کوره‌ها ارجحیت دارند، زیرا به کمک آنها هم می‌توان به آسانی به یک دمای ثابت دست یافت و هم اینکه مشکلات مربوط به شمع آن به راحتی قابل برطرف کردن است. گرمکهای تابشی (تشنشعی) نیز به میزان وسیعی مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما گاهی اوقات استفاده از آنها ممکن است همراه با مشکلاتی باشد. به عنوان مثال، در مواردی که سطوح فلزی مختلفی در شیء وجود دارند که به صورت سطوح انعکاس عمل می‌کنند، ممکن است نتوان آن سطوح را به اندازه کافی گرم کرد و یا برای رسیدن به دمای مورد نظر زمان، سوخت و در نتیجه هزینه زیادی لازم باشد. گرم کردن با شعله مستقیم اگرچه همراه با مشکلات کنترل است، اما با این روش می‌توان اشیائی را که سطوح خارجی کوچکتری دارند اصطلاحاً تا حد اشباع گرم کرد.

از روش گرم کردن القایی نمی‌توان زیاد استفاده کرد، زیرا به کارگیری این روش با محدودیتهایی در شکل اشیاء همراه است که عملاً استفاده از آنها غیر ممکن می‌سازد. با وجود این، هم اکنون در فرآیندهای مداوم پوشش دهی سطوح سیلندری طویل، مانند سیم یا لوله‌های فولادی، از تکنیکهای گرم کردن القایی در مقیاس تجاری استفاده می‌شود که با روش بستر شبه سیال برای به کارگیری مواد پوششی پودری همراه است. شکل ۵.



شکل ۵ - مراحل مختلف پوشش دار کردن یک رشته سیم با استفاده از کوره القایی

۵ - روشهای پوشش دهی

۵ - ۱ - غوطه‌ور کردن در بستر شبه سیال

در دورانیهای اولیه صنعت پوشش دهی پودری، اشیاء گرم شده را بر روی طبقه‌های مخصوصی می‌چیدند و سپس پودر پلاستیک را به طور دستی بر روی آنها می‌پاشیدند (روش مه دود دستی). در این روش سرعت تولید کند بود و پوشش ایجاد شده در تمام نقاط ضخامت یکسان نداشت، و

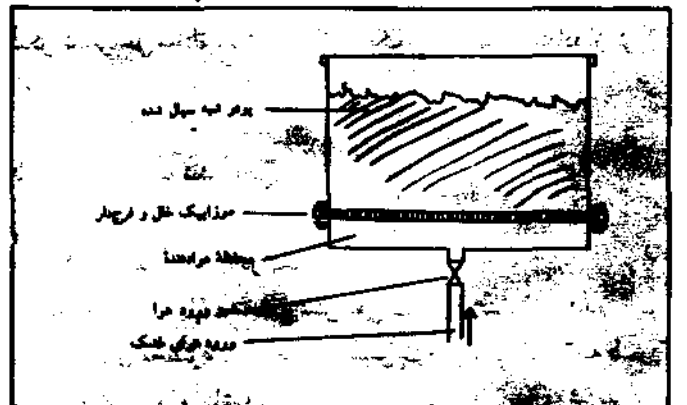
بعضی از اشیاء را که اشکال خاص یا پیچیده داشتند. حتی ماهرترین اپراتورها هم قادر به پوشش دادن آنها نبودند. راه منطقی برای بهبود و توسعه این روش، غوطه‌ور کردن اشیاء گرم شده در جعبه‌ای از پودر بود، اما با این تدبیر هم یا پودر در مقابل ورود شیء به درون آن مقاومت می‌کرد و یا حفراهی که پس از وارد کردن نخستین شیء در نوده پودر ایجاد می‌شد، مانع از پی‌درپی وارد کردن اشیاء به درون پودر می‌گردید.

برای غلبه بر مشکلات فوق بستر شبه سیال ابداع گردید. همان‌طور که از نام آن پیداست، در این روش شرایطی فراهم می‌شود تا پودر رفتاری شبیه یک سیال داشته باشد. مجسم کنید که از درون یک ستون عمودی حاوی ذرات بسیار ریز یک پودر، جریان‌های گاز را آنچنان عبور دهیم که گاز در تمام سطح مقطع ستون به طور یکنواخت پخش شود. در این شرایط و در سرعت معینی از گاز، نیروی وزن ذرات پخش شده پودر، کمی بیشتر از نیروی شناوری گاز خواهد بود و در این نقطه، کل سیستم خواصی شبیه خواص ظاهری یک مایع در حال جوش را پیدا می‌کند.

توانایی دستیابی به یک بستر شبه سیال یکنواخت با گسترده نسبتاً وسیع به توازن صحیح عواملی از قبیل اندازه ذرات، شکل ذرات، رفتار سیال پودر، سرعت گاز، رطوبت، نسبت ارتفاع بستر (تانک) به قطر آن و حجم خلل و فرج موجود در صفحه توزیع کننده گاز بستگی دارد. هر نوع ماده ترموپلاستیکی که بتواند به صورت پودر بسیار ریز درآید، می‌تواند در این روش به کار گرفته شود. عموماً اندازه ذرات پودر باید بین ۶۰ تا ۲۰۰ میکرون باشد.

در عمل تانک سیال کننده متشکل از یک ظرف با کف خلل و فرج دار (مثلاً موزاییک سرامیکی) است، که در زیر آن یک محفظه تهویه (وارد کننده گاز) متصل به یک دمنده گاز با فشار پایین قرار دارد، شکل ۶.

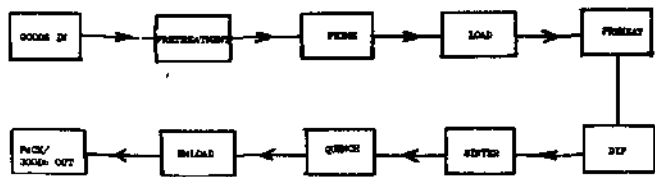
حجم زیادی از گاز (معمولاً هوای خشک) به درون محفظه هوا دهنده تغذیه می‌شود و محفظه هوا دهنده نیز به نوبه خود گاز را از طریق خلل و فرج موجود در کف حاوی پودر به طور یکنواخت در درون پودر پخش می‌کند. گاز پخش شده در پودر، ذرات آنرا به هوا بلند و خود در فضای لابلای آنها نفوذ می‌کند و حالتی را پیش می‌آورد که در آن ذرات پودر به طور مداوم در حال صعود و سقوط هستند. در این حالت کل سیستم شبیه ظرف آبی است که آهسته می‌جوشد. زمانی که شیء گرم شده مورد نظر را،



شکل ۶- بخش‌های مختلف تانک سیال کننده

برای پوشش دادن وارد چنین سیستمی می‌کنند، پودر کمترین مقاومت را در مقابل آن از خود نشان می‌دهد و ذرات پودر به طور یکنواخت در کلیه سطوح شیء روان می‌گردند و به درون تمام گوشه‌ها و زوایای آن نفوذ می‌کنند. البته باید شیء نیز طوری طراحی شده باشد که تا حد امکان به ایجاد مناسبترین شرایط پوشش دهی و همچنین بالاترین کیفیت پوشش کمک کند.

بسته به نوع ماده پوششی به کار گرفته شده، شاید لازم باشد که پس از خروج شیء از محفظه پودر، برای حصول اطمینان بیشتر، دوباره آنرا گرم کرد تا احياناً ذرات ذوب نشده پودر، فرصت دوباره‌ای برای ذوب و روان شدن پیدا کنند و در نتیجه پوشش چسبنده یکنواختی بر روی شیء ایجاد شود. گرم کردن دوباره شیء را می‌توان در همان کوره مورد استفاده برای پیش گرم کردن، انجام داد، اما بسیار بهتر است که این کار در کوره دیگری صورت گیرد. پس از این مرحله، عموماً شیء را توسط آب به سرعت سرد می‌کنند تا کار کردن با آن راحتتر شود و سایر مراحل به سرعت انجام گیرد. شکل ۷ طرح تولید یک واحد پوشش دهی به روش غوطه‌ور سازی در بستر شبه سیال را نشان می‌دهد.



شکل ۷- طرح تولید یک واحد پوشش دهی به روش غوطه‌ور سازی در بستر شبه سیال

۵ - ۲ - غوطه‌ور سازی در پلاستیسول مایع

چرخه عملیات غوطه‌ور سازی در پلاستیسول پی. وی. سی از بسیاری جهات شبیه فرآیند غوطه‌ور سازی در بستر شبه سیال است، با این تفاوت که جای تانک پودر و بستر شبه سیال با پلاستیسول پی. وی. سی عوض می‌شود. پس از آنکه شیء مورد نظر به اندازه کافی در کوره گرم شد در درون پلاستیسول نیکسوتروپیک که دمای محیط را دارد، غوطه‌ور می‌شود. گرمای شیء باعث می‌شود که ماده نرم کننده و پلی‌مر با هم پیوند عرضی تشکیل دهند و یک لایه ژلاتینی را به وجود آورند که بعداً در اثر پخت، سخت و جهنده می‌شود.

چکه (اشک) و شره رایج‌ترین اشکالاتی هستند که در فرآیند غوطه‌ور سازی در پلاستیسول پی. وی. سی دیده می‌شوند و باعث ناخوشایند شدن ظاهر پوشش و پائین آمدن کیفیت کار می‌گردند. خروج آهسته اشیاء از تانک پلاستیسول و استفاده از اشک‌گیرهای الکترواستاتیک می‌تواند باعث کاهش قطرات اشک در لبه‌های شیء گردد، شکل ۸، اما این تدابیر نیز به طور کامل اشکالات و عیوب مذکور را برطرف نمی‌سازند.



شکل ۸- غوطه‌ور سازی در پلاستیسول مایع

گاهی اوقات گفته می‌شود که پوششهای پلاستیسول، سطوح منظم و یکواختی ندارند و عیوبی از قبیل اشک و شره در آنها دیده می‌شود. باید خاطر نشان ساخت که با به کار گرفتن تدابیر مناسب و عملیات پردازش می‌توان این عیوب را برطرف کرد و از آنجا که اینگونه پوششها اغلب برای کالاهای صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرند، معمولاً این عیوب تا اندازه‌ای قابل چشم پوشی اند. ذکر این نکته مهم است که در تمام روشهای غوطه‌ور سازی، طراح باید بزرگی شیء را در نظر داشته باشد. حداکثر بزرگی شیء به اندازه کوره پیش گرم کردن، نانک غوطه‌ور سازی و کوره پخت بستگی دارد. از نقطه نظر تئوری هیچ محدودیتی در اندازه شیء وجود ندارد، و تنها مساله مهم جنبه‌های فنی و اقتصادی قضیه است. علاوه بر مساله جابه جایی، هزینه سنگین کوره‌های بزرگ و سرمایه‌ای که در ابزارهای وسیع مواد اولیه بلوکه می‌شود تا مواد پلاستیکی لازم برای پر کردن تانکهای غوطه‌وری را فراهم آورد، همه از جمله مسائلی هستند که نمی‌توان به سادگی از کنار آنها گذشت. شخص طراح باید تمام این نکات را در ذهن خود داشته باشد و شیء مورد نظر را به نحوی طراحی کند که از چندین بخش مجزا و قابل اتصال به یکدیگر ساخته شود تا علاوه بر کمک به سهولت فرآیند پوشش دهی، به مونتاژ کننده و تولید کننده کالا نیز مساعدتی کرده باشد.

پی. وی. سی. چه به صورت پلاستیسول و چه به صورت اورگانوسول، رایج‌ترین ماده پوششی است که در فرآیند غوطه‌ور سازی در مایع به کار می‌رود. در مواردی که از اورگانوسول استفاده می‌شود، الزامی برای پیش گرم کردن شیء وجود ندارد، اما باید قبل از مرحله پخت، حلالهای آن

تبخیر شود و این مساله باعث طولانی شدن زمان چرخه فرآیند و اهمیت رعایت نکات ایمنی می‌گردد. پلی مرهای دیگری از قبیل نایلون، پلی اتر کلرداز شده، پلی پروپیلن و کاب را می‌توان به روش غوطه‌وری در محلول آنها، مورد استفاده قرار داد، اما به دلیل اتلاف حلال، هزینه تغییر خط تولید و رعایت بسیاری از نکات ایمنی مهم در اداره کارخانه، استفاده از آنها چندان مقرون به صرفه نیست. در اینجا لازم است تاکید کنیم که پلاستیسول پی. وی. سی. یک سیستم حلالی نیست. اگر رزین پلاستیسول پی. وی. سی. در یک ماده نرم کننده به حالت تعلیق درآمده باشد، نقش گرما در این سیستم، تشکیل یک مخلوط هموزن از رزین و ماده نرم کننده است و در خلال این فرآیند هیچگونه ماده‌ای از دست نمی‌رود.

۵-۳-۳ - افشاندن

افشاندن دو عیب عمده دارد، یکی اینکه سرعت آن نسبتاً کم است و دیگری آنکه نمی‌توان در تمام موارد پودر پخش شده به اطراف را براحتی بازیابی کرد. اما از طرف دیگر مزایایی نیز دارد، از جمله آنکه نیازی به انبارهای وسیع پودر نیست و همچنین اشیاء بزرگ را بدون آنکه احتیاجی به غوطه‌ور کردن آنها در تانکهای بزرگ باشد، می‌توان براحتی پوشش داد و اگر احیاناً لازم باشد می‌توان تنها بخشهایی از آنها را که مورد نیاز است، پوشش داد و یا در سطوح مختلف پوششهایی با کیفیتها و رنگهای مختلف ایجاد کرد. افشاندن به دو روش زیر انجام می‌گیرد:

۵-۳-۱ - افشاندن دیسپرسیونی

در این روش دیسپرسیونی از پلاستیک مورد نظر در یک محمل آبی یا آلی تهیه می‌شود و سپس آنرا شبیه به افشانندن رنگ، بر روی شیء می‌پاشند و در کوره قرار می‌دهند تا پخت شود. به طور معمول با این روش باید دو یا سه دست پوشش بر روی شیء ایجاد کرد تا کل ضخامت لایه نشسته بر روی شیء، برابر ضخامت پوششی شود که در فرآیند غوطه‌ور سازی به دست می‌آید.

زمانی اهمیت این روش بیشتر احساس می‌شود که بخواهند پوششی از فلوئوروپلاستیک بر روی شیء ایجاد کنند، زیرا ایجاد اینگونه پوششها تنها به روش دیسپرسیونی امکانپذیر است. استفاده از فلوئوروپلاستیکها، برخلاف سایر پلاستیکهای پوششی، با یک یا دو مشکل عمده همراه است و شاید بررسی عمیق آنها حوصله بیشتری را طلب کند و موجب اطاله کلام شود. اما نظر به اهمیت آنها در همین مرحله اشاره مختصری به این دو مشکل می‌کنیم. نخستین مشکل، جنبه فنی دارد و مربوط به چسبانندن یک ماده غیر چسبنده به یک سطح فلزی است. مشکل دوم این است که پوششهای فلوئوروپلاستیک (به ویژه پی. سی. اف. ای)، حتی بدون استفاده از یک پرکن و یا ایجاد لایه لعابی، سرامیکی یا فولاد ضد زنگ بر روی آنها، مقاومت سایشی ضعیفی از خود نشان می‌دهند. البته لازم به ذکر است که فرآیند ایجاد لایه لعابی، سرامیکی یا فولاد ضد زنگ بر روی پوششهای فلوئوروپلاستیک جزء فرآیندهای انحصاری و ثبت شده است. دیسپرسیونهای فلوئوروپلاستیک به صورتهای بسیار گوناگون وجود



دارند و استفاده از هر یک از آنها مستلزم به کار گرفتن روش خاصی است. جدا از نوع فرآیند انتخاب شده، نخستین اقدام برای موفقیت آمیز بودن فرآیند، ایجاد یک لایه آستری ناهموار کننده سطح^{۲۷} بر روی شیء است. تا بدین ترتیب با ناهموار کردن سطح فلزی و ایجاد پستی و بلندیهای میکروسکوپی بر روی آن مساله عدم چسبندگی فلوتوروپلاستیک به سطح فلز حل شود. پس از افشاندن و پخت لایه آستری، پوشش رویه یا نهایی بر روی شیء زده می شود که این لایه نیز احتیاج به پخت در کوره دارد. چاره دیگر برای غلبه بر مساله عدم چسبندگی به کار گرفتن عملیات مکانیکی (شن پاشی) یا مواد شیمیایی ناهموار کننده سطح و یا هر دو با هم است. که در صورت استفاده از مواد شیمیایی، باید عملیات با خنثی کردن مواد به کار رفته، شستشو و خشک کردن سطح همراه باشد. پخت در دمای بالا، مثلاً ۴۰۰°C، صورت می گیرد و زمان آن معمولاً طولانی است. در این شرایط ذرات ماده پوششی شروع به ذوب شدن می کنند و با اتصال به یکدیگر لایه سخت یکنواختی، که دارای خلل و فرج میکروسکوپی است، ایجاد می شود.

شکل ۹-نوع خاصی از یک تفنگ افشاننده الکترواستاتیک که برای پوشش دار کردن و رنگ آمیزی یک تابلوی تبلیغاتی به کار گرفته شده است.

پوششی، که در حقیقت همان لایه ذرات باردار است، درجه نارسا نایی الکتریکی آن نیز افزایش می یابد و مانع از نشستن ذرات بیشتر و در نتیجه دستیابی به لایه ای با ضخامت بالاتر می گردد. به طور نمونه اگر عمل افشاندن بر روی شیء سرد انجام گیرد، می توان به لایه ای با ضخامت ۰/۰۰۳ اینچ دست یافت و اگر عمل افشاندن بر روی شیء گرم انجام گیرد حداکثر ضخامت لایه پوششی ۰/۰۰۶ اینچ خواهد بود.

اغلب فلزات، از جمله فولاد زنگ نزن، را می توان با فلوتوروپلاستیک پوشش داد و بدین ترتیب از جدا شدن رویه محافظ آنها در درجه ها و شیر آلات جلوگیری کرد. قطعات آلومینیومی خام را می توان قبیل از شکل دهی و تبدیل به ابزار آلات توخالی (مجوف) پوشش داد. این قطعات را می توان پس از پوشش دادن تا بیش از ۳۰٪ طول اولیه آنها ازدیاد طول داد، بدون آنکه هیچ خلل و آسیبی به پوشش آنها وارد شود. در حقیقت اغلب پوششهای ترموپلاستیک را می توان پس از اعمال بر روی شیء مورد نظر، در گستره خاصی از تغییرات تنش - تغییر شکل^{۲۸} خم کرد و یا عملیات دیگری را بر روی آنها انجام داد.

۵ - ۳ - ۲ - افشاندن الکترواستاتیک

رایجترین روش اعمال پوششهای ترموست (گرما سخت) و بعضی از انواع پودرهای ترموپلاست، افشاندن الکترواستاتیک توسط تفنگ دستی است. مکانیزم تفنگ افشاننده چنین است که، ذرات پودر با فشار هوا به نوک لوله تفنگ منتقل و در آنجا در اثر اعمال یک پتانسیل الکترواستاتیک، باردار می شوند. شکل ۹.

عملیات پخت پوششهای پودری در مقایسه با فرآیندهای غوطه ورسازی طولانی تر است، مثلاً ۲۰ الی ۳۰ دقیقه، و اگر بخواهیم فرآیند به طور پیوسته صورت گیرد باید از سیستم تسمه نقاله و کوره طولی استفاده کنیم.

نخستین مزیت این روش، داشتن درجه انعطاف پذیری بالا در پوشش دادن سطوح داخلی اشیاء تنگ و باریک است. مثلاً با این روش می توان تنها با نگر داشتن پیستوله در یک جهت، جداره داخلی یک لوله به قطر یک اینچ را بر راحتی و به طور کامل پوشش داد. سایر مزایای قابل ذکر آن، عدم احتیاج به انبار کردن مقدار زیادی از پودر ماده پوشش دهنده، و در نتیجه کاهش هزینه انبارداری، و انعطاف پذیری در انتخاب یا تغییر ضخامت لایه پوششی و جبران اشتباهات و اشکالات احتمالی در حین فرآیند است. همچنین می توان با تغذیه یک سری پیستوله از یک ژنراتور ولتاژ قوی، اشیاء را در حال حرکت از مقابل پیستوله عبور داد و بدین ترتیب یک واحد افشاننده الکترواستاتیک اتوماتیک راه اندازی کرد.

۵ - ۴ - پوشش دادن در خلأ

این روش به ویژه برای آستر کردن جدار داخلی ظروف و لوله ها بسیار

سپس ذرات باردار شده پودر با سرعت کمی از نوک لوله تفنگ به سمت سطح شیء که دارای اتصال زمین است پرتاب می شوند. عمل پرتاب ذرات باردار شده پودر، توسط فشار هوا و یا در اثر حرکت چرخشی و نیروی گریز از مرکز افشاننده تعبیه شده در نوک لوله تفنگ، صورت می گیرد. چنانچه فشار هوای اعمال شده برای پرتاب ذرات پودر زیاد باشد، موجب افزایش سرعت پرتاب ذرات می شود و در نتیجه علاوه بر اینکه ذرات از سطح شیء جهش پیدا می کنند، موجب فرورفتگیهای میکروسکوپی در سطح آن می شوند و فرآیند پوشش دهی را با مشکل روبرو می سازند. یکی از معایب افشاندن الکترواستاتیک این است که خود ایجاد کننده محدودیت برای خود است، بدین معنا که به موازات افزایش ضخامت لایه

مناسب است و اساس آن بر ایجاد یک خلاء قوی (حدود ۳۰ اینچ جیوه) استوار می‌باشد. که بدین ترتیب با کشیدن پودر به داخل شیء گرم شده آنرا بر روی سطح جداره داخلی می‌نشانند و علاوه بر آن هوای محبوس در لایه‌ی ذرات پودر را خارج می‌کنند. بنابراین باید در شیء مورد نظر دو منفذ، یکی برای ورود پودر و دیگری جهت اتصال به سیستم تولید خلاء تعبیه گردد. زمانیکه پودر به داخل شیء وارد و بر روی سطح جدار داخلی آن پخش شد، سیستم را در حالت خلاء نگاه می‌دارند. تا اینکه پودر ذوب شود. سپس جریانی از هوا را که از داخل یک صافی عبور کرده است با فشار معینی وارد شیء می‌کنند تا نیروی فشار آن، لایه پوششی را که در این حالت داغ و انعطاف پذیر است، محکم و خوب به سطح شیء بچسباند. جزئیات دقیق این روش انحصاری و ثبت شده است.

۵-۵ - آستر کردن به روش ریخته‌گری یا آستر کردن چرخشی

برای آستر کردن اشیاء به روش ریخته‌گری (پوشش دار کردن جدار داخلی ظروف) می‌توان هم پلاستیسولهای مایع و هم انواع پودرها را مورد استفاده قرار داد. برای این منظور مقدار معینی از ماده پوششی را درون شیء آماده و گرم می‌ریزند و سپس شیء را حول یک یا چند محور آنقدر می‌چرخانند تا کاملاً مطمئن شوند که یک لایه یکپارچه بر روی تمام سطوح شیء ایجاد گردیده است. عملیات پخت آن به روشهای معمول انجام می‌شود. در یک نمونه پیشرفته و بهبود یافته این روش، که به روش «آستر کردن چرخشی» موسوم است، پودر خود چسب پلی اتیلن را، برای پوشش دادن جدار داخلی کپسولهای آتش نشانی مورد استفاده قرار می‌دهند. شکل ۱۰.



شکل ۱۰ - مجموعه‌ای از ماشینهای آستر کردن چرخشی برای آستر کردن جدار داخلی کپسولهای آتش نشانی

کپسولها را یا توسط ماشین در همان دستگاه اصلی و یا قبل از قرار دادن در دستگاه اصلی در کوره جداگانه گرم می‌کنند، که روش دوم رایجتر است.

علوم و تکنولوژی پلیمر

۵-۶ - پوشش دادن به روش بستر شبه سیال الکترواستاتیک

این روش ترکیبی از تکنیک افشاندن الکترواستاتیک و بستر شبه سیال است. تجهیزات آن متشکل از یک مجموعه المنت در کف یک بستر کم عمق است که در هنگام انجام کار مقدار کمی از پودر ماده پوششی را بر روی المنتها می‌گذارند و سپس به روشهای عادی آنرا به صورت یک بستر شبه سیال درمی‌آورند. مکانیزم کار المنتها بدین ترتیب است که با دادن بار الکتریکی منفی به ذرات پودر و ایجاد نیروی دافعه بین آنها، ابری از ذرات پودر به وجود می‌آورند. اکنون اگر یک شیء، که دارای اتصال زمین است در این فضای ابری وارد شود لایه‌ای از پودر بر روی آن می‌نشیند. در این فرآیند اصول روش بستر شبه سیال بیشتر حاکم است تا اصول روش افشاندن الکترواستاتیک. مناسبانه، دانسته ابر ایجاد شده به میزان قابل توجهی از بالا به پائین بستر متغیر است و تنها در گستره ارتفاع ۴ اینچ یا کمی بیشتر دانسته یکتواختی، محسوسی دارد. لذا، در این روش تنها اشیاء کوچک یا مسطح و صاف را می‌توان به طور رضایتبخشی پوشش داد. با وجود این، روش مذکور در مقایسه با روش بستر شبه سیال این مزیت بسیار خوب را دارد که میزان ماده اولیه لازم برای پوشش دادن یک شیء معین را به $\frac{1}{10}$ کاهش می‌دهد.

۵-۷ - روش محفظه ابری

در این روش نیز اساس کار تنها تغییری در نحوه و شرایط فرآیند افشاندن الکترواستاتیک است. بدین ترتیب که ذرات پودر از طریق تعدادی تنگ الکترواستاتیک به درون یک محفظه بسته پرتاب می‌شوند. گردش ابر ایجاد شده در درون محفظه توسط جریان آهسته‌ای از هوا صورت می‌گیرد. اشیاء را در حالیکه دارای اتصال زمین هستند، وارد محفظه می‌کنند و آنگاه عملیات پوشش دهی شروع می‌شود. در این روش نیز مانند سایر مواردی که پوششهای پودری به صورت سرد اعمال می‌شوند و احتیاج به مرحله پخت دارند، آخرین مرحله عملیات پوشش دهی، پخت شیء پوشش داده شده در کوره است.

۵-۸ - روش «ممدوده» دستی

هرچند این روش تا اندازه‌ای ابتدایی و ناقص است، اما می‌تواند به عنوان یک روش عملی و نسبتاً موثر برای پوشش دادن اشیاء، به کار گرفته شود. دو عیب عمده این روش، سرعت کم و عدم توانایی کمی و کیفی آن است. به جرأت می‌توان گفت که برای پوشش دادن لوله‌های کوتاه، به ویژه اشیاء کوچکی که لازم است چندین پوشش رنگی بر روی آنها زده شود، روش «ممدوده‌دستی» در مقایسه با روش بستر شبه سیال و یا سایر روشها، اقتصادی‌ترین روش است. مثلاً در روش بستر شبه سیال مخارج لازم برای تغییر مداوم تانکهای پودر و شستشوی سیستمهای بازیابی آنها، نمی‌تواند به کار گرفتن این روش را توجیه کند. در تمام موارد باید اشیاء پوشش داده شده را، پس از برداشتن از روی طبق، در کوره پخت.

اکنون که با جزئیات انواع ترموپلاستیکهای مصرفی در صنایع پوششی و فرآیندهای پوشش دهی آشنا شدید، خلاصه‌ای از اطلاعات مفید مورد نیاز را به صورت جدول ۳ ارائه می‌دهیم:

جدول ۳ - شرایط فرآیند پذیری ترموپلاستیکهای رایج در صنایع پوششی

نوع ماده پوششی	دمای فرآیند (c)	سختی (shore)	فرآیند پوشش دهی قابل اجراء	خصوصیات و موارد کاربرد
پلاستیسول پودر	۱۷۰	۵۵-۶۵	DS - PD - CL	پوشش حفاظتی تمام منظوره برای واحدهای صنعتی.
پودر	۲۶۰	۸۰-۹۰	FB - FS - ES - ESB	ایجاد لایه‌های پوششی سخت و مقاوم در مقابل آب و هوا برای مقاصد نیمه تزئینی.
نایلون ۶۶ نایلون ۱۲	۳۲۰ ۲۸۰	۹۵ ۹۵	FB - FS - ES - FLS - ESB FB - FS - ES - FLS - ESB	ایجاد پوششهای نهائی مقاوم در مقابل سایش که به میزان وسیعی در صنایع غذایی، الکتریکی، دریایی و تجهیزات فلزی ساختمانی به کار می‌رود.
پلی اتیلن با دانسیته کم	۲۰۰	۷۰	FB - FS - FLS - CI	به میزان وسیعی به عنوان پوشش تزئینی برای سیم‌کشی مورد استفاده قرار می‌گیرد.
پلی اتیلن با دانسیته بالا	۲۵۰	۸۵	FB - FS - ES - FLS - ESB	ایجاد آسترهای مقاوم در مقابل مواد شیمیایی برای تانکها، لوله‌ها و سایر تجهیزاتی که در تماس با اسیدها هستند.
پنتون	۳۵۰	۹۸	FB - FS - ES - FLS - ESB	انعطاف پذیرترین پلاستیک پوششی ضد خوردگی برای صنایع شیمیایی.
پلی پورتان	۳۰۰	۹۵	FB - FS	پوششهای مقاوم در مقابل سایش، با اصطکاک سطحی بالا ایجاد می‌کند.
کاب	۳۲۵	۱۰۰	FB - FS - FLS - ES	به عنوان پوششهای تزئینی در چرخهای دستی و صنایع بسته‌بندی مورد استفاده قرار می‌گیرد.
پی. تی. اف. ای	۴۰۰	۷۰	DS - ES	به عنوان پوششهای روان کننده یا بخت برای قالبها، غلطکها، میله ابزار آلات چسب زن (کاردک چسب زنی) و ظروف آسب‌زخانه مورد استفاده قرار می‌گیرد.
پی. تی. اف. سی. ای	۲۷۰	۹۷	DS - ES	پوششهای بسیار مقاوم در مقابل خوردگی با قدرت نارسانائی الکتریکی زیاد در دماهای بی‌نهایت بالا ایجاد می‌کند.
ای. تی. پی	۳۸۵	۸۵	DS - ES	مقاومت خوردگی خوبی در دماهای بالا از خود نشان می‌دهد و پوششهای عاری از خلل و فرج ایجاد می‌کند.

DS = افشاندن دیسپرسیونی

FB = بستر شبه سیال

FLS = افشاندن شعله‌ای

PD = غوطه‌ور سازی در پلاستیسول

ESB = بستر شبه سیال

FS = افشاندن الکترواستاتیک

FS = افشاندن پنبه‌ای

CI = آستر کردن به روش ریخته‌گری

ES = الکترواستاتیک

۶ - مخارج فرآیندهای پوشش دادن

کننده‌ای در میزان هزینه‌ها دارند. عاقلانه‌ترین روش برای تخمین دقیق مخارج، داشتن یک نمونه پوشش داده شده است. هرگاه در تهیه این نمونه تمام عوامل موثر در برآورد هزینه‌ها مطابق با شرایط فرآیند اصلی مورد مطالعه و بررسی قرار گیرند، می‌توان هزینه واقعی پوشش دادن یک شیء را با در نظر گرفتن ضرایب استاندارد رایج و با ضریب اطمینان قابل قبولی تخمین زد.

در مواردی که فلزات را با ترموپلاستیکها پوشش می‌دهیم تخمین سرانگشتی مخارج، کار مشکلی است، زیرا هزینه عموماً به میزان ماده مورد نیاز برای پوشش دادن شیء بستگی دارد. البته علاوه بر این عامل، نوع فرآیند انتخاب شده، اندازه و وزن شیء، وسعت سطحی که باید پوشش داده شود، ضخامت پوشش و چندین عامل دیگر نیز نقش تعیین

- ۱) THERMOPLASTIC COATING.
- ۲) CUSHION COATING
- ۳) PENTON
- ۴) CAB (CELLULOSE ACETATE BUTYRATE).
- ۵) PTFE (POLY TETRA FLUORO ETHYLENE).
- ۶) PTFCE (POLY TRIFLUOROMONOCOLORO ETHYLENE).
- ۷) FEP (FLUORINATED ETHYLENE PROYLENE).
- ۸) RUBBER LINING.
- ۹) FLUIDIZED BED COATING.
- ۱۰) LOW DENSITY POLYETHYLENE (LDPE).
- ۱۱) CUSHIONING PROPERTY.
- ۱۲) HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE).

۱۳ - THOU - یکی از واحدهای طول معادل ۰.۰۰۱ اینچ، با $10^{-3} \times 2/54$ متر می‌باشد که به میلی‌اینچ نیز معروف است.

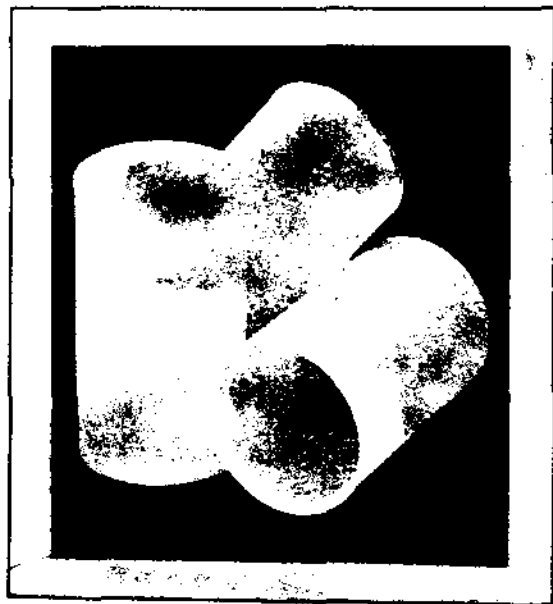
- ۱۴) FLUIDIZED BED DIPPING
- ۱۵) LIQUID PLASTISOL OR ORGANOSOL DIPPING.
- ۱۶) FLAME SPRAYING.
- ۱۷) FLOCK SPRAYING.
- ۱۸) DISPERSION SPRAYING.
- ۱۹) ELECTROSTATIC SPRAYING.
- ۲۰) VACUM COATING
- ۲۱) CAST LINING / ROTATIONAL LINING.
- ۲۲) ELECTROSTATIC FLUIDIZED BED.
- ۲۳) CLOUD CHAMBER (ELECTROSTATIC).
- ۲۴) HAND SMOGGING
- ۲۵) PREHEATING.

۲۶ - PHOSPHOR BRONZE - یکی از آلیاژهای سخت مس است که چند درصد قلع دارد و گاهی اوقات درصد کمتری از سرب احیاء شده با فسفر نیز به همراه آن یافت می‌شود.

- ۲۷) ETCH PRIMERS.
- ۲۸) STRESS - STRAIN CHANGES.
- ۲۹) SPIN COATING.

references

- 1) *International Finishing Industries Manual, Wheat-land Journals Ltd., 1972.*
- 2) *Encyclopedia of chemical Technology (ETC), 3rd ed., Vol106, John wiley and Sons, Inc. New York, 1979.*
- 3) *Handbook of plastics and Elastomers, Mc Graw-Hill Book-Company, New York, 1975*



بقیه از صفحه ۱۱

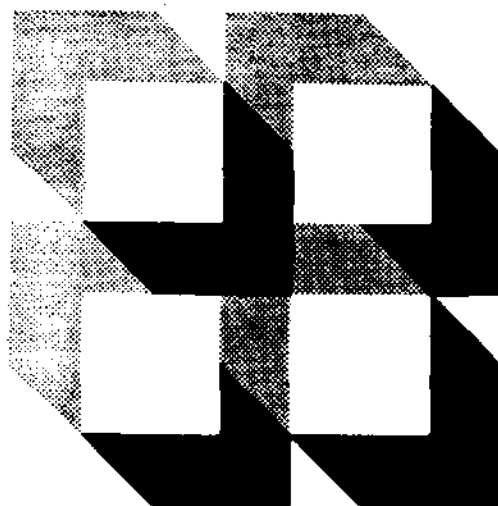
- | | |
|--|-------------------------|
| (۱) Styrene | ۱۵ - Stibene |
| (۲) Ethyl Benzene | ۱۶ - Styrene Extraction |
| (۳) Polystyrene | |
| (۴) Economics | |
| (۵) Production | |
| (۶) Badische Anilin-und Soda Fabrik. | |
| (۷) Dow Chemical Company | |
| (۸) High Impact Polystyrene | |
| (۹) Expanded Polystyrene | |
| (۱۰) Styrene - Butadiene - Rubber (Synthetic Rubber) | |
| (۱۱) Acrylonitrile - Butadiene - Styrene Terpolymer | |
| (۱۲) Styrene - Butadiene | |
| (۱۳) Styrene- Acrylonitrile Copolymer | |

References

- [۱] کتاب پتروکیمی: تألیف دکتر حسن دبیری اصفهانی
- [۲] *Encyclopedia of Chemical Technology: Kirk-Othmer*
- [۳] *Encyclopedia of Polymer Science of Technology: Herman F. Mark*
- [۴] *Process Economics Program: Stanford Research Institute.*
- [۵] *Chemical Economics Handbook: Stanford Research Institute.*
- [۶] *World Petrochemicals: Stanford Research Institute International.*
- [۷] *Ferry's Chemical Engineers' Handbook: Perry, Chilton, Kirkpatrick.*

سال اول - شماره اول صفحه ۳۷

ادامه دارد...



علوم و تکنولوژی پلیمر