

### چربی‌گیری

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که بتواند:

- ۱- انواع مواد چربی‌گیر و دامنه‌ی کاربرد آن‌ها را بیان کند.
- ۲- سطوح نمونه را به روش‌های مختلف چربی‌گیری نماید.
- ۳- سطوح چربی‌گیری شده را توسط آزمایش‌های کنترل کیفیت ارزیابی نماید.

هدف: استفاده از عمل چربی‌گیری به‌عنوان اولین مرحله‌ی آماده‌سازی سطوح فلزی برای انجام عمل پوشش‌دهی.

#### ۱-۸- مقدمه

کیفیت و مرغوبیت لایه‌ی پوشش فلزی و یا حتی رنگ، رابطه‌ی مستقیم با وضعیت و کیفیت سطح فلزی دارد که بایستی پوشش‌دهی شود. لذا وجود چربی‌ها، اکسیدها و سایر مواد خارجی بر سطح فلز به‌هنگام اجرای عمل پوشش‌دهی، در میزان چسبندگی، مقاومت مکانیکی و ظاهر پوشش تأثیر خواهد گذاشت. جهت دستیابی به یک پوشش با کیفیت قابل قبول، قبل از انجام عمل اصلی پوشش‌دهی، لازم است سطح کار با یک مجموعه اعمال شیمیایی و مکانیکی آماده‌سازی شود که چربی‌گیری اولین مرحله‌ی آماده‌سازی است.

مواد چربی‌گیر به دو دسته‌ی کلی آلی و معدنی تقسیم می‌شوند. چربی‌گیرهای آلی عبارت‌اند از حلال‌های گوناگون مانند استن، بنزن، بنزین، که نوع اخیر، یعنی بنزین، به‌دلیل قابلیت اشتعال زیاد، با وجود ارزانی، کم‌تر مورد استفاده واقع می‌شود و انواع دیگر از حلال‌های آلی، هیدروکربورهای کلردار مانند تتراکلریدکربن، تری‌کلرواتیلن و یا متیلن کلرید می‌باشند که به‌دلیل قدرت چربی‌گیری بالا به‌طور مستقیم و یا به کمک بخاراتشان قادرند انواع چربی‌های حیوانی، گیاهی و نفتی (که موسوم به چربی معدنی می‌باشند) را زایل نمایند. دسته‌ی دوم چربی‌گیرهای معدنی هستند که از ترکیبات معدنی که پایه‌ی قلیایی دارند تشکیل شده‌اند و در آب حل می‌شوند و با خاصیت صابونی کردن چربی‌ها عمل چربی‌زدایی را انجام می‌دهند. معمولاً مجموعه‌ای از ترکیبات معدنی مذکور به نسبت‌های معینی و در کنار یکدیگر به‌صورت محلول در آب مورد استفاده واقع می‌شوند که به‌دلیل قلیایی بودن عموماً تحت‌عنوان «چربی‌گیرهای قلیایی» از آن‌ها نام می‌برند. معمولاً جهت فعال‌تر نمودن چربی‌گیرهای قلیایی ترکیباتی به‌عنوان ترکنده<sup>۱</sup> و امولسیون‌کننده<sup>۲</sup> به آن‌ها می‌افزایند.

#### ۲-۸- چربی‌زدایی با حلال‌های آلی

مواد و وسایل مورد نیاز

– نمونه‌های آهنی و آلومینیومی به‌صورت صفحات مستطیل شکل به ابعاد ۱۰×۲×۵ cm از هر جنس ۴ عدد (انتهای

۱- Wetting agent

۲- Emulsifier

قطعات مذکور جهت آویختن، دارای سوراخی به قطر ۲ میلی متر می باشد.

– تری کلرواتیلن

– استن

– حمام آب گرم

– بشر دو لیتری

– بشر ۵۰۰ ml

– دسیکاتور

– پنبه

۱-۲-۸- چربی گیری به صورت غوطه وری در حلال آلی (کار اول): در یک بشر ۵۰۰ ml تا نیمه، در زیر هود، استن ریخته و یک قطعه ی آهنی و یک قطعه ی آلومینیومی را به کمک سیم های نازک که به محل سوراخ های قطعات بسته شده اند به مدت ۵ دقیقه و در حالی که مرتباً آن ها را تکان می دهید در استن غوطه ور سازید و سپس به هنگام خروج از استن به وسیله ی یک پنبه ی کاملاً تمیز که آغشته به استن است سطح آن ها را پاک کرده بعد از تبخیر نهایی استن بدون لمس کردن، قطعات را در دسیکاتور قرار دهید. (برای کارهای بعدی نگهداری شود.)

۲-۲-۸- چربی گیری در بخار حلال آلی (کار دوم): در یک بشر دو لیتری تا یک سوم ارتفاع آن تری کلرواتیلن ریخته و در زیر هود آن را به گونه ای در حمام آب گرم بگذارید که معادل نیمه ی ارتفاع حلال در آب گرم قرار گیرد. به تدریج بخارات سنگین حلال بالا می آید سپس دو عدد دیگر از قطعات را به وسیله ی سیم در بخارات حلال به مدت ۱۵-۱۰ دقیقه بیاویزید و بعد از اتمام چربی گیری آن ها را خارج نموده و بدون لمس کردن در دسیکاتور قرار دهید. (برای کارهای بعدی نگهداری شود.)

### ۳-۸- چربی زدایی با چربی گیرهای قلیایی

۱-۳-۸- برای قطعات آهنی (کار سوم)

مواد و وسایل لازم

– قطعه ی نمونه از جنس آهن یک عدد

– بشر ۲ لیتری یک عدد

– گرم کن برقی

– همزن (میله ی شیشه ای)

– کاغذ تورنسل اسیدی یا محلول معرف فنل فتالین

– بشر یک لیتری

– دسیکاتور

– مواد شیمیایی برای ساخت محلول طبق ترکیب زیر:

ترکیب محلول (برای چربی زدایی آهن)

سدیم هیدروکسید ۱۵ g/lit

سدیم کربنات ۳۰ g/lit

سدیم تری فسفات ۱۵ g/lit

سدیم متاسیلیکات ۱۵ g/lit

مایع ظرفشویی

۲ g/lit (به عنوان ترکنده<sup>۱</sup> و یا فعال کننده ی سطح فلز)

طرز تهیه ی محلول: معادل  $\frac{3}{4}$  لیتر آب معمولی را در یک بشر دو لیتری ریخته و آن را تا مرحله ی جوش روی هیتز قرار دهید سپس ۱۵ گرم سدیم متاسیلیکات را توزین نموده و در آب جوشان به کمک میله ی شیشه ای (هم زن) حل کرده و به ترتیب سدیم تری فسفات، سدیم کربنات، سدیم هیدروکسید و در نهایت مایع ظرفشویی را به مقدار لازم برای یک لیتر محلول، توزین کرده و در آب مذکور حل کرده و حجم محلول را به یک لیتر برسانید. به این ترتیب چربی گیر قلیایی آماده کار است. روش کار: محلول تهیه شده را تا حدود  $93-82^{\circ}\text{C}$  به کمک هیتز برقی گرم کرده و قطعه ی آهنی را به مدت  $30^{\circ}$  دقیقه در آن آویزان کنید. در این فاصله هرگاه حجم محلول به دلیل تبخیر، کم شد، از بشر یک لیتری که روی هیتز دارای آب جوشان است به آن بیافزایید.

بعد از  $30^{\circ}$  دقیقه قطعه را خارج کرده و با آب زیاد آنقدر بشوید تا سطح قطعه نسبت به کاغذ تورنسل و یا فنل فتالین حالت خنثی یا غیر قلیایی نشان دهد، استفاده از دست با دستکش لاستیکی تمیز برای پاک شدن سطح قطعه از مواد قلیایی بلامانع است. بعد از شست و شوی کامل قطعه آن را به مدت  $4-3$  دقیقه در آب جوشان (بشر یک لیتری) فرو برده و سپس خارج کنید به این ترتیب قطعه خشک خواهد شد. آن را در دسیکاتور قرار دهید. (برای کارهای بعدی نگهداری کنید.)

۲-۳-۸- برای قطعات آلومینیومی (کار چهارم)

مواد و وسایل لازم

- قطعه ی نمونه از جنس آلومینیوم یک عدد

- بشر ۲ لیتری یک عدد

- بشر یک لیتری یک عدد

- الکل خالص

- هم زن (میله شیشه ای)

- کاغذ تورنسل اسیدی یا محلول معرف فنل فتالین

- دسیکاتور

- نیتریک اسید

- مواد شیمیایی برای ساخت محلول طبق ترکیب زیر:

ترکیب محلول (برای چربی زدایی آلومینیوم)

سدیم تری فسفات ۱۵ g/lit

سدیم متاسیلیکات ۳۰ g/lit

مایع ظرفشویی ۲ g/lit (به عنوان ترکنده یا فعال کننده ی سطح فلز)

طرز تهیه ی محلول

معادل  $\frac{3}{4}$  لیتر آب معمولی را در بشر ۲ لیتری ریخته و  $30^{\circ}$  گرم سدیم متاسیلیکات را توزین کرده در آب حل کنید؛ سپس ۱۵ گرم سدیم تری فسفات و ۲ گرم مایع ظرفشویی را هم به محلول افزوده و تا حجم یک لیتر برسانید. این محلول بایستی حداکثر در حرارت  $25^{\circ}\text{C}$  مورد استفاده قرار گیرد. قطعه ی نمونه ی آلومینیومی را به مدت حداکثر ۵ دقیقه (بسته به میزان کثیف بودن

قطعه) در محلول غوطه‌ور سازید. ممکن است سطح قطعه کمی شروع به واکنش با محلول بکند. هرچه این واکنش شدت بیشتری داشته باشد می‌توانید قطعه را از محلول زودتر خارج نمایید. سپس با آب جاری قطعه را شست‌وشو دهید تا جایی که به تورنسل و یا فنل فتالین حالت خنثی یا غیرقلیایی نشان دهد، ممکن است که بر سطح قطعه یک لایه سیاه‌رنگ به وجود آید. جهت رفع این لایه سیاه‌رنگ یک محلول ۵۰ درصد حجمی از نیتریک اسید و آب درست کرده و برای چند ثانیه قطعه را در آن فرو ببرید و بلافاصله قطعه را با آب جاری شسته و به کمی الکل ۱۰۰٪ آغشته کنید تا خشک شود و در دسیکاتور قرار دهید (برای کارهای بعدی نگهداری شود).

#### ۸-۴- کنترل کیفیت سطوح چربی‌گیری شده

۸-۴-۱- آزمایش گسستگی لایه‌ی آب<sup>۱</sup> (کار پنجم): در این آزمایش با ایجاد یک لایه‌ی یک‌نواخت پیوسته‌ی آب بر روی سطوح چربی‌گیری شده و مشاهده‌ی گسستگی‌های احتمالی در این لایه‌ی پیوسته، به وجود چربی‌های زدوده نشده بر سطح قطعه و در نتیجه به کیفیت کار انجام شده پی می‌برند.

مبنای علمی این کار آن است که وجود لایه‌ی چربی بر سطح قطعه از میزان چسبندگی ملکول‌های آب به سطح فلز می‌کاهد، لذا لایه‌ی آب از سطح فلز جدا می‌شود.

روش کار: سطح قطعه را در زیر جریان بسیار آرام و یک‌نواخت آب معمولی در حرارت محیط (شیر آب سرد) گرفته و به گونه‌ای قطعه را از زیر جریان آب خارج کنید که قطعه به حالت افقی یک لایه‌ی آب را روی سطح خود نگهدارد و سپس وجود گسستگی در این لایه را کنترل کرده و به این ترتیب کیفیت عمل چربی‌گیری را تعیین نمایید.

حال روش فوق را روی تمام نمونه‌های چربی‌گیری شده در مراحل چهارگانه‌ی قبل (نمونه‌های موجود در دسیکاتور) اجرا کرده و در یک جدول به شکل ۸-۱ نتایج کار را گزارش نمایید.

جدول ۸-۱

کار چهارم		کار سوم		کار دوم		کار اول		شرح
آهن	آلومینیوم	آهن	آلومینیوم	آهن	آلومینیوم	آهن	آلومینیوم	
							غوطه‌وری ۸۰/۱۰/۱۸	روش چربی‌گیری تاریخ چربی‌گیری
							متوسط	نتیجه‌ی آزمایش کنترل کیفیت کار
							۸۰/۱۰/۲۰	تاریخ انجام آزمایش

#### روش تشخیص کیفیت و ثبت نتایج

تمام قطعات را تحت نظر و کنترل هنرآموز، بررسی و به شرح زیر امتیاز داده و در جدول ثبت نمایید.

۱- اگر گسستگی به صورت نقاط پراکنده و با تخمین دیداری در محدوده‌ی ۱-۵ درصد باشد نتیجه‌ی «خوب» در جدول

ثبت شود.

- ۲- اگر گسستگی به صورت نقاط پراکنده و با تخمین دیداری  $2^{\circ}$  -  $1^{\circ}$  درصد باشد نتیجه‌ی «متوسط» در جدول ثبت شود.
- ۳- اگر گسستگی به صورت سطح گسترده پیوسته و با تخمین دیداری  $3^{\circ}$  -  $2^{\circ}$  درصد باشد نتیجه «بد» در جدول ثبت شود.
- جدول را بعد از تکمیل شدن تحویل هنرآموز خود دهید.
- برای مثال یک ستون از جدول جهت تفهیم بیش‌تر موضوع پر شده است.

### پوسته زدایی با اسیدشویی<sup>۱</sup>

**هدف رفتاری:** پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که بتواند:  
 - اسیدشویی قطعات آهنی و آلومینیومی را انجام دهد.

**هدف:** هدف از این عمل زدودن اکسیدها، ترکیبات ناشی از خوردگی، پوسته‌های حاصل از ریخته‌گری و ذرات غبار و شن چسبیده به سطوح قطعات، با استفاده از محلول‌های اسیدی، به‌عنوان دومین مرحله‌ی آماده‌سازی قطعه برای آبکاری می‌باشد.

#### ۱-۹- مقدمه

قطعاتی که بایستی تحت پوشش‌های آلی (رنگ) و یا معدنی (آبکاری) قرار گیرند، بعد از چربی‌گیری لازم است عاری از هرگونه مواد زائد مانند اکسیدها و سایر املاح باشند، به همین جهت این مواد زائد را با انواع اسیدها مانند هیدروکلریک اسید، سولفوریک اسید، نیتریک اسید و فسفریک اسید از سطح قطعه پاک می‌کنند تا مانعی برای کیفیت لایه‌ی پوششی به‌وجود نیاید. از آنجایی که اسیدها علاوه بر اکسیدها و سایر ترکیبات، می‌توانند سطح فلز را نیز تحت تأثیر قرار دهند در نتیجه موادی به‌عنوان بازدارنده به اسیدها اضافه می‌کنند که سطح تمیز فلز با اسید تخریب نشود. انتخاب بازدارنده‌ها به عوامل گوناگون بستگی دارد که عبارت‌اند از نوع اسید، جنس فلز و درجه حرارت عمل. مقدار بازدارنده به درصد اسید در محلول بستگی دارد. نکته‌ی مهم در عملیات اسیدشویی آن است که آلیاژهای مختلف مانند آهن و مس نباید در یک محفظه‌ی واحد اسیدشویی شوند. محفظه‌هایی که جهت انجام عملیات آبکاری مورد استفاده قرار می‌گیرند در اصطلاح صنعتی به «وان» و یا «حمام» آبکاری موسوم می‌باشند و عموماً از ورق‌های آهنی و به شکل مکعب مستطیل ساخته می‌شوند، هرگاه قرار باشد در یک وان آبکاری مواد خوردنده مانند اسید ریخته شود درون آن‌ها را با ورق‌های پی‌وی‌سی و یا لاستیک مصنوعی مخصوص می‌پوشانند.

#### ۲-۹- اسیدشویی قطعات آهنی

مواد و وسایل لازم

- قطعات آهنی زنگ زده به ابعاد نمونه‌های قبلی، ۴ عدد
- سولفوریک اسید
- هیدروکلریک اسید
- سفیده‌ی تخم مرغ، ۱ عدد (به‌عنوان بازدارنده<sup>۲</sup>)
- هیدرازین (به‌عنوان بازدارنده)

– بشر یک لیتری ۱ عدد

– بشر نیم لیتری ۲ عدد

– دسیکاتور

– الکل خالص یا استن (خشک کننده)

– شامپوی بچه از نوع مرغوب (به عنوان ترکنده<sup>۱</sup> یا فعال کننده ی سطح فلز)

**کار ششم – روش کار:** ابتدا نمونه ها را مطابق با روش کار دوّم (چربی گیری با بخار حلال) چربی گیری نموده در دسیکاتور بگذارید و در بشر یک لیتری، به میزان یک لیتر، محلول سولفوریک اسید ۲۰٪ وزنی بسازید (موارد ایمنی اختلاط آب و سولفوریک اسید و طرز محاسبه جهت محلول سازی توسط هنرآموز مربوطه یادآوری و آموزش داده شود). بعد از ساخت محلول آن را در دو بشر نیم لیتری به دو قسمت مساوی تقسیم کرده و به یکی از این دو بشر به میزان ۴ گرم شامپوی بچه و ۲ گرم هیدرازین اضافه کرده به هم بزنید، سپس در حرارت محیط، در هر بشر یک نمونه ی آهنی بیاویزید و به مدت پانزده دقیقه به طور دقیق دو نمونه و پدیده های شیمیایی پیش آمده را تحت نظر داشته باشید. در نهایت قطعات را خارج کرده با آب جاری به طور کامل بشوید، سپس به استن یا الکل آغشته نموده و خشک کنید و کیفیت سطوح تمیز شده را با چشم غیرمسلح و با ذره بین با بزرگ نمایی ۱۰× مشاهده و بررسی نمایید و یک گزارش کتبی از پدیده های مشاهده شده ضمن کار و نتایج بررسی روی قطعات اسیدشویی شده ارائه نمایید.

**کار هفتم – روش کار:** در بشر یک لیتری، معادل یک لیتر محلول ۱۰٪ وزنی هیدروکلریک اسید بسازید و سپس آن را در دو بشر نیم لیتری به دو قسمت مساوی تقسیم کنید. به یکی از دو بشر به میزان دو گرم شامپوی بچه و معادل ۵/۰ درصد سفیده ی تخم مرغ بیفزایید (این درصد، نسبت به وزن هیدروکلریک اسید خالص موجود در محلول است که هنرآموز بایستی طرز محاسبه ی آن را به هنرجویان یادآوری نماید) سپس در حرارت محیط در هر بشر یک نمونه را آویخته و به مدت ۱۵ دقیقه کلیه ی پدیده های حاصل را تحت مشاهده و بررسی داشته باشید. در نهایت نمونه ها را خارج کرده و در زیر آب جاری به طور کامل بشوید و به کمک استن یا الکل خشک کنید و گزارشی مشابه با کار ششم بنویسید.

### ۹-۳- اسیدشویی قطعات آلومینیومی

مواد و وسایل لازم

– نمونه های آلومینیومی زنگ زده به ابعاد نمونه های قبلی، ۴ عدد

– هیدروکلریک اسید

– فسفریک اسید

– نیکوتینیک اسید (نیاسین یا ویتامین PP)

– پیریدین کربنیک اسید  $C_5H_4NCOOH$  (به عنوان بازدارنده)

– سدیم کرومات  $Na_2CrO_4$  (به عنوان بازدارنده)

– بشر نیم لیتری ۲ عدد

– بشر یک لیتری ۱ عدد

– دسیکاتور

– شامپو بچه‌ی نوع مرغوب (به‌عنوان ترکنده یا فعال‌کننده‌ی سطح فلز)

– الکل خالص یا استن (خشک‌کننده)

**کار هشتم – طرز کار:** ابتدا دو عدد از نمونه‌ها را مطابق با روش کار دوم (چربی‌گیری با بخار حلال) چربی‌گیری نموده و در دسیکاتور بگذارید. در بشر یک لیتری به میزان یک لیتر محلول هیدروکلریک اسید  $10\%$  بسازید و سپس این محلول را در دو بشر نیم‌لیتری به دو قسمت مساوی تقسیم کنید. در یکی از بشرها معادل  $2/0$  درصد (به نسبت وزن هیدروکلریک اسید خالص) ویتامین PP و  $2$  گرم شامپوی بچه بیافزایید و به هم بزنید. حال، در حرارت محیط، در هر بشر یک قطعه آویزان نموده و به مدت  $10-5$  دقیقه کلیه‌ی پدیده‌های حاصل را تحت مشاهده و بررسی داشته باشید و در پایان نمونه‌ها را خارج کرده و با آب جاری به‌طور کامل بشوید و با کمک استن و یا الکل آن‌ها را خشک کنید و مشابه کار ششم بررسی و ارزیابی کرده و گزارش کتبی ارائه دهید.

**کار نهم – طرز کار:** ابتدا دو عدد دیگر از نمونه‌ها را با روش کاری دوم (چربی‌گیری با بخار حلال) چربی‌گیری نموده و در دسیکاتور بگذارید. در بشر یک لیتری معادل یک لیتر محلول  $10\%$  درصد فسفریک اسید بسازید و سپس آن‌را در دو بشر نیم‌لیتری به دو قسمت مساوی تقسیم کرده و سپس در یک بشر معادل  $5/0$  درصد (به نسبت وزن فسفریک اسید خالص) سدیم کرومات و  $4$  گرم شامپوی بچه بیافزایید. سپس در حرارت محیط، در هر بشر یک قطعه آویخته و به مدت  $10$  دقیقه کلیه‌ی پدیده‌های حاصل در دو ظرف را تحت مشاهده و دقت داشته و در نهایت دو قطعه را خارج کنید و کاملاً بشوید و به کمک الکل و یا استن خشک کرده و مطابق با روش کار ششم بررسی نموده و گزارش کتبی ارائه دهید.

#### ۴-۹- تمیزکاری مکانیکی

گاهی اوقات قطعاتی که بایستی مورد پوشش کاری قرار گیرند، به‌دلایل گوناگون، دارای مواد زاید بسیار زیادی هستند؛ مانند قطعاتی که در شرایط خورنده مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند و یا در محیط نامناسب نگهداری می‌شوند و یا قطعاتی که به‌وسیله‌ی ریخته‌گری ساخته می‌شوند، چنین قطعاتی حامل لایه‌های ضخیم اکسید، املاح گوناگون، شن و گرد و غبار می‌باشند که به‌دلیل صرفه‌جویی در مصرف مواد شیمیایی پاک‌کننده و سرعت عمل، بهترین روش برای زدودن این زواید استفاده از روش‌های مکانیکی، مانند استفاده از برس سیمی دستی، برس سیمی دوآر، صفحات سنباده‌ی متحرک، شن‌پاشی خشک، شن‌پاشی تر با امواج ماوراءصوت و غیره می‌باشد. معمولاً چنین قطعاتی، قبل از هر اقدامی برای تمیزکاری، ابتدا با یکی از روش‌های مرسوم که در فوق اشاره شد تمیز می‌شوند و سپس سایر مراحل شروع می‌شود.



## آماده‌سازی سطوح آلومینیومی برای رنگ‌کاری

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که بتواند:

- ۱- قطعات آلومینیوم را چربی‌گیری نموده اکسیدهای آن را پاک نماید.
- ۲- بر روی قطعه عملیات آماده‌سازی شیمیایی انجام دهد.

### ۱-۰-۱- مقدمه

آماده‌سازی سطوح آلومینیوم به منظور انجام عملیات رنگ‌کاری به‌عنوان یک بخش کلیدی در اجرای پوشش‌های آلی روی این فلز و آلیاژهای آن محسوب می‌گردد. سطوح آلومینیومی علاوه بر چربی‌گیری مقدماتی، قلیایی و زدودن اکسیدها، جهت ارتقای کیفیت سطح رنگ شده و افزایش میزان چسبندگی لایه‌ی رنگ، نیازمند انجام یک مجموعه عملیات آماده‌سازی شیمیایی<sup>۱</sup> می‌باشد. یکی از روش‌های قدیمی ولی اثربخش با ترکیبی به شرح زیر انجام می‌شود:

سدیم کربنات	۷/۵٪ وزنی
سدیم یا پتاسیم کرومات	۱/۵٪ وزنی
شرایط عمل: حرارت °C ۹۰-۱۰۰ زمان ۳-۵ دقیقه	

### ۱-۰-۲- آماده‌سازی شیمیایی آلومینیوم برای رنگ‌کاری (کار دهم)

#### مواد و وسایل لازم

– قطعات نمونه‌ی آلومینیومی به ابعاد  $5 \times 3 \times 0.3$  cm (ضخامت در محدوده‌ی ۰.۵-۱.۰ cm) ۴ عدد (در انتهای قطعات یک سوراخ یک میلی‌متری تعبیه شود)

– گرمکن هم‌زن شیشه‌ای، ظروف شیشه‌ای آزمایشگاهی

– مواد و وسایل لازم برای انجام کارهای دوّم، چهارم و نهم

– سدیم کربنات، سدیم یا پتاسیم کرومات، سدیم سیلیکات

روش کار: هر چهار قطعه را مطابق با روش دوّم، چربی‌گیری مقدماتی نمایید.

در یک بشر مناسب معادل یک کیلوگرم محلول آماده‌سازی شیمیایی (سدیم کربنات و پتاسیم کرومات) تهیه کرده و روی گرم‌کن قرار دهید تا به حرارت °C ۹۰ برسد. دو عدد از قطعات را بعد از چربی‌گیری مقدماتی به مدت ۳-۵ دقیقه در این محلول قرار داده و سپس آن‌ها را خارج نموده با آب معمولی و سرد به‌خوبی بشوید و به روش آب داغ خشک کنید (مطابق با دستورالعمل‌های قبلی) سپس جهت افزایش سختی و مقاومت لایه‌ی ایجاد شده، قطعات را به مدت ۱۵ دقیقه در محلولی حاوی ۳-۵ درصد وزنی سدیم سیلیکات و حرارت °C ۹۰ قرار دهید و نهایتاً آن‌ها را خارج کرده به‌خوبی شسته و خشک کنید و به کمک دستکش نخی و

<sup>۱</sup>- Chemical treatment

بدون لمس نمودن سطح قطعات، آن‌ها را از نظر کیفیت ظاهری و رنگ ایجاد شده، ضمن مقایسه با نمونه‌های قبل از عمل، به‌طور دقیق بررسی کنید و در گزارش اول کنترل کیفی ثبت نمایید. قطعات را برای یک تا دو ساعت می‌توانید در دسیکاتور نگهداری کنید تا جهت رنگ‌کاری مورد استفاده قرار گیرند.

دو نمونه‌ی دیگر را بعد از چربی‌گیری مقدماتی مطابق با روش‌های چهارم و نهم، چربی‌گیری قلیایی و اسیدشویی نمایید و پس از خشک کردن، سطح قطعات را از نظر ظاهری و تغییر رنگ احتمالی بازبینی کنید و در گزارش اول کنترل کیفی ثبت نمایید. قطعات را می‌توانید به مدت یک تا دو ساعت در دسیکاتور جهت رنگ‌کاری نگهداری نمایید.

### آبکاری نیکل

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که بتواند:

- ۱- وان آبکاری نیکل بسازد.
- ۲- قطعات آهنی را جهت انجام آبکاری نیکل آماده کند و آن‌ها را آبکاری نماید.
- ۳- انعطاف‌پذیری و چسبندگی پوشش حاصل را ارزیابی کند.

#### ۱-۱- مقدمه

تنوع و گستردگی گونه‌ها در واقع مشخصه‌ی اصلی آبکاری نیکل است، با ایجاد تغییرات فراوان در ترکیبات وان‌های آبکاری می‌توان پوشش‌هایی متنوع و با خواص گسترده از این فلز به دست آورد. این پوشش همان قدر که به عنوان یک پوشش صنعتی مفید است به صورت یک لایه‌ی تزئینی نیز زیبا و قابل استفاده می‌باشد. به گونه‌ای که حتی یک لایه‌ی مات از نیکل قابلیت سایش و برآق شدن را به عنوان یک پوشش تزئینی دارد ولی به هر حال هدف اصلی از ایجاد پوشش نیکل بهره‌گیری صنعتی از خواص این فلز است. اما تنوع آن اجازه می‌دهد که مثلاً از پوشش نیکل براق به دو منظور تزئینی و صنعتی به طور همزمان استفاده کرد.

کیفیت اجرای عملیات آبکاری با برق و پوشش ایجاد شده عموماً به چهار عامل اساسی وابسته است:

- ۱- غلظت فلز مورد آبکاری در محلول
  - ۲- درجه‌ی حرارت محلول آبکاری
  - ۳- pH محلول آبکاری
  - ۴- به هم زدن محلول حین کار
- یکی از مرسوم‌ترین انواع آبکاری نیکل وات<sup>۱</sup> نام دارد که در دو نوع pH پایین و pH بالا مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این جا ترکیب و مشخصات هر دو نوع بیان می‌شود ولی کار اجرایی فقط روی وان pH پایین تعریف خواهد شد. در این روش پوشش مات نیکل به وجود می‌آید.

#### ۱-۲- ترکیب وان‌های آبکاری نیکل از نوع وات<sup>۲</sup>

محلول با pH پایین

۳۳۰ گرم بر لیتر	نیکل سولفات
۴۵ گرم بر لیتر	نیکل کلرور
۳۷/۵ گرم بر لیتر	بوریک اسید

۱- Watts

۲- Watts Nickel Plating

این وان در محدوده‌ی pH= ۱/۵-۴/۵ و در حرارت °C ۴۶-۶۰ و جریانی با دانسیته‌ی ۱/۸-۲/۷ آمپر بر دسی مترمربع عمل می‌کند که pH را در ضمن کار با کنترل مقدار بوریک اسید کنترل می‌کنند و دانسیته‌ی جریان را با تغییر ولت متر و آمپر متر دستگاه رکتیفایر و کنترل شدت پدیده‌های شیمیایی که با چشم قابل دیدن است، انجام می‌دهند.

#### محلول با pH بالا

۲۴۰ گرم بر لیتر	نیکل سولفات
۴۵ گرم بر لیتر	نیکل کلرور
۳۰ گرم بر لیتر	بوریک اسید

این وان در محدوده‌ی pH= ۴/۵-۶ و حرارت °C ۴۶-۷۱ و جریانی با دانسیته‌ی ۱/۸-۲/۱۶ آمپر بر دسی مترمربع عمل می‌کند و کنترل فاکتورهای مورد نیاز به طریق روش قبل می‌باشد و جهت به هم زدن دائمی محلول در این وان‌ها از دمش هوا به درون محلول استفاده می‌شود.

### ۳-۱۱- آبکاری نیکل روی قطعات آهنی (کار یازدهم)

#### مواد و وسایل لازم

- نمونه‌ی آهنی مطابق مشخصات قبلی ۴ عدد
- سل آبکاری<sup>۱</sup>
- منبع تغذیه‌ی DC یا رکتیفایر
- سایر مواد و وسایل مورد استفاده در کارهای دوّم و سوّم و هفتم
- مواد مورد نیاز جهت ساخت محلول با pH پایین
- بشر یک لیتری و دو لیتری از هر کدام یک عدد
- هم‌زن (میله‌ی شیشه‌ای)
- هیتر
- آند نیکل (تکه‌های فلز نیکل)
- گیره کارگاهی
- تهیه‌ی محلول وان آبکاری

روش کار: با توجه به حجم سل بایستی محلول مورد نیاز را به مقداری تهیه نمایید که معادل  $\frac{3}{4}$  حجم سل را پر کند. لذا مواد مورد نیاز برای تهیه‌ی محلول آبکاری نیکل با pH پایین را برای حجم معین شده‌ی محلول در سل، توزین کنید. حال در یک بشر، به میزان نصف یا سه چهارم حجم محلول مورد نیاز، آب مقطر ریخته و روی هیتر تا حرارت °C ۵۰ گرم کرده و بوریک اسید را در آن حل نمایید. بعد از انحلال کامل اسید دو نمک دیگر را نیز به‌طور کامل در محلول حل کرده و به هم بزنید (هیچ نمک نامحلولی نباید در ظرف دیده شود) درحالی که محلول روی هیتر است به تدریج در حال به هم زدن، آب مقطر گرم به آن بیافزاید تا به حجم مورد نیاز برای آبکاری برسد. حال محلول را در سل ریخته و ترموستات گرم‌کن سل را روی °C ۵۵-۵۰ تنظیم کرده و

۱- در صنعت آبکاری به وان و یا محفظه‌ای که در آن به کمک برق عمل آبکاری انجام می‌شود اصطلاحاً «سل» می‌گویند. مشخصات این وان با سایر وان‌ها متفاوت است که در درس فرآیندهای شیمیایی خواهد آمد.

حرارت را با ترمومتر سل مشاهده و کنترل نمایید. وان اصلی آبکاری آماده‌ی کار است.

**— آماده‌سازی قطعات آهنی برای آبکاری:** هر چهار قطعه را مطابق با روش دوم، چربی‌گیری مقدماتی نموده و سپس طبق روش سوم چربی‌گیری قلیایی کرده و نهایتاً با روش هفتم اسیدشویی نموده و قطعات را بلافاصله و با آب جاری بشوید و قبل از زنگ زدن سطحی قطعات را به قطب منفی یا کاند بسته (به کمک سیم و یا گیره‌های مخصوص) و تکه‌های نیکل را در آند یا قطب مثبت بسته و رکتیفایر را روشن کرده و به آرامی ولت‌متر و آمپرتر دستگاه را آنقدر تغییر دهید تا با حباب‌های بسیار ریز و به آرامی سطح آند شروع به جوشیدن نماید. جهت بهتر شدن نتیجه‌ی کار در همین حال میزان جریان را روی آمپرتر خوانده و سطح قطعه را برحسب دسی‌متر مربع حساب کرده و با تقسیم مقدار جریانی که آمپرتر نشان می‌دهد بر مساحت سطحی از قطعه که در محلول است می‌توانید دانسیته‌ی جریان را محاسبه کنید (هنرآموز بایستی تمامی این موارد را نظارت و یادآوری نماید) اگر در محدوده‌ی ۸/۱۰-۲/۷ نبود با کمک تغییر جریان و ولتاژ به این محدوده از دانسیته‌ی جریان وارد شوید. توجه داشته باشید که ممکن است، به مرور زمان، عوامل تعیین‌کننده وضعیت آبکاری تغییر نمایند که این عوامل عبارت‌اند از pH، حرارت، دانسیته‌ی جریان با به هم زدن مداوم محلول از تغییرات حرارت و غلظت موضعی جلوگیری نمایید، میزان pH را با pH متر بعد از هر ده دقیقه کار، اندازه‌گیری نمایید و در صورت نیاز به کمک بوریکی اسید تنظیم نمایید. با کنترل حرارت به کمک ترمومتر و ترموستات شرایط حرارتی و عمومی وان را تحت نظر داشته باشید و تمام این شرایط را در یک جدول که خودتان طراحی می‌کنید هر ۱۰ دقیقه یک بار کنترل و ثبت نمایید و به همراه محاسبات مربوط به دانسیته‌ی جریان به هنرآموز ارائه دهید. به این ترتیب یک قطعه را به مدت ۵ دقیقه، ۲ عدد دیگر را ۱۰ دقیقه و آخری را ۲۰ دقیقه آبکاری نمایید. بعد از اتمام کار و شست‌وشوی قطعات، آن‌ها را خشک کرده و شکل ظاهری و کیفیت پوسته شدن احتمالی پوشش را برای کلیه‌ی قطعات به کمک ذره‌بین (با بزرگ‌نمایی ۱۰) بررسی و نتایج را در گزارش دیگری تحت عنوان «گزارش کنترل کیفی» ثبت نمایید. (تاریخ بررسی کیفیت فراموش نشود).

**آزمایش چسبندگی و انعطاف‌پذیری پوشش:** قطعه‌ی ۵ دقیقه‌ای و یک عدد از قطعات ۱۰ دقیقه‌ای و قطعه‌ی ۲۰ دقیقه‌ای را برای این آزمایش استفاده کنید.

روش کار: یک سر هر قطعه را بین دو تکه چوب در میان یک گیره‌ی کارگاهی محکم کرده و به آرامی شروع به خم کردن آن نمایید تا به زاویه‌ی ۹۰ درجه برسد. کیفیت پوشش را در محل خمش از نظر پوسته شدن، انعطاف‌پذیری و چسبندگی به کمک ذره‌بین با بزرگ‌نمایی ۱۰ بررسی کرده و در «گزارش کنترل کیفی» ثبت نمایید (تاریخ آزمایش فراموش نشود) با ادامه‌ی عمل خمش به زاویه‌ی ۴۵ درجه برسید و کلیه‌ی بررسی‌ها را شبیه زاویه‌ی ۹۰ درجه برای این مرحله نیز انجام داده و در گزارش کنترل کیفی ثبت نمایید. فراموش نکنید کلیه‌ی بررسی‌ها و نتیجه‌گیری‌ها بایستی با نظارت و کنترل هنرآموز صورت گیرد. گزارش کنترل کیفی را بعد از تکمیل نمودن به هنرآموز ارائه دهید.

**بررسی آند و شکل ظاهری آن بعد از اتمام کار:** آند نیکل را بعد از اتمام کلیه‌ی کارها خارج کرده و از نظر ظاهری به‌طور دقیق بررسی نموده و شکل آن را توصیف کرده و رنگ‌های موجود روی آن را به‌دقت بیان کرده و اگر املاحی روی آند به‌وجود آمده آن‌ها را توصیف نمایید. در صورت نیاز از ذره‌بین با بزرگ‌نمایی ۱۰ نیز می‌توانید استفاده کنید. کلیه‌ی دست‌آوردهای این قسمت را در گزارش سوم ثبت کرده و به هنرآموز ارائه دهید.

### آبکاری مس

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که بتواند:

- ۱- وان آبکاری مس بسازد.
- ۲- قطعات آهنی را جهت انجام آبکاری نیکل آماده کند و آن‌ها را آبکاری نماید.

#### ۱-۱۲- مقدمه

این پوشش یکی از مرسوم‌ترین و پر مصرف‌ترین پوشش‌های الکتریکی بر روی فلزات می‌باشد که به سادگی قابل اعمال است. این فلز به دلیل قابلیت هدایت الکتریکی بسیار بالا و چسبندگی خوب به سایر فلزات به عنوان زیرکار برای پوشش‌هایی که چسبندگی کم‌تری روی سطوح فلزی دارند و همچنین به منظور افزایش هدایت الکتریکی در سطوحی که در برابر جریان الکتریکی به هنگام آبکاری مقاومت بیش‌تری نشان می‌دهند، به کار گرفته می‌شود مصرف آن در صنایع الکتریکی و الکترونیکی بسیار گسترده است. این پوشش علاوه بر مصارف صنعتی بی‌شمار کاربردهای تزئینی زیادی دارد که «سیاه‌قلم مس» یکی از مصطلح‌ترین نمونه‌های آن می‌باشد. به طور عموم محلول‌های آبکاری مس به سه دسته اسیدی، قلیایی و فلوروبورات تقسیم می‌شوند. ترکیب زیر مربوط به یک نوع آبکاری براق مس از نوع اسیدی می‌باشد که بایستی در کارگاه ساخته و عمل آبکاری مس را به کمک آن انجام دهید، ترکیب این وان به نام «بی‌ور» معروف است.

#### ترکیب وان «بی‌ور»

۲۱۰g/lit	مس سولفات
۶۰g/lit	سولفوریک اسید
۰/۰۰۹۸g/lit	تیواوره
۰/۰۰۹۸g/lit	دکستروز
۰/۰۱۲g/lit	هیدروکلریک اسید
	<b>شرایط عمل</b>
۱۶-۴۹°C	درجه حرارت
۱-۴volt	ولتاژ
۲/۱۶-۵/۴A/dm <sup>۲</sup>	دانسیته‌ی جریان (بدون هم زدن)
۱۰/۸-۲۱/۶A/dm <sup>۲</sup>	(در حال به هم زدن)

آند مسی حل‌شونده که می‌توان مورد استفاده قرار داد عبارت‌است از مس خالص (یا حاوی کمی فسفر) حاصل از الکترولیز به صورت غلطک کاری شده و یا ریختگی. این نوع آند بایستی با دانسیته‌ی جریانی کم‌تر از ۴/۹A/dm<sup>۲</sup> و بدون

به هم زدن محلول مورد استفاده قرار گیرد.

## ۲-۱۲- آبکاری مس روی قطعات آهنی (کار دوازدهم)

مواد و وسایل لازم

- نمونه‌های آهنی مطابق با مشخصات قبل : ۴ عدد
- منبع تغذیه‌ی DC یا رکتیفایر
- سل آبکاری
- آند مسی حل شونده مطابق با مشخصات اعلام شده در متن
- به هم زدن شیشه‌ای
- بشر
- هیتر
- کلیه‌ی مواد و وسایل مورد استفاده در کارهای دوّم، سوم و هفتم
- مواد مورد نیاز برای ساخت محلول آبکاری مس
- گیره‌ی کارگاهی
- ذره‌بین با بزرگ‌نمایی ۱۰

روش کار: محلول آبکاری را برابر حجمی معادل  $\frac{2}{3}$  حجم سل آبکاری و با ترکیب وان «بی‌ور» به ترتیب زیر بسازید و گرم‌کن آن را در حدود  $40^{\circ}\text{C}$  تنظیم کرده و آماده‌ی کار شوید.

**ساخت محلول و آماده‌سازی سل آبکاری:** در یک بشر با حجم مناسب (بیش‌تر از حجم  $\frac{2}{3}$  سل آبکاری) مقداری آب مقطر معادل نصف حجم محلول نهایی آبکاری ریخته و با رعایت اصول ایمنی و در حال به هم زدن به آرامی سولفوریک اسید مورد نیاز اضافه کنید. بعد از انحلال کامل اسید، مس سولفات توزین شده را در محلول حل کرده سپس تیو اوره، دکستروز و هیدروکلریک اسید را نیز حل کرده و با آب مقطر حجم محلول را به میزان نهایی رسانیده و در سل آبکاری بریزید به طوری که  $\frac{2}{3}$  حجم سل را پر کند. درجه حرارت را روی گرم‌کن سل تنظیم کرده، آند مسی را در قطب مثبت به کمک سیم مخصوص ضدزنگ بسته و آماده‌ی کار شوید.

**آماده‌سازی قطعات آهنی و انجام آبکاری:** هر چهار قطعه را با روش کار دوّم چربی‌گیری مقدماتی نموده و سپس مطابق با روش کار سوّم چربی‌گیری قلبیایی و نهایتاً با روش هفتم اسیدشویی نموده و آن‌ها را بلافاصله و با آب جاری بشوید به طوری که فرصت زنگ‌زدگی سطحی پیدا نکنند آن‌ها را با روش آب داغ خشک کرده و یک طرفشان را با چسب پلاستیکی به خوبی پوشانید به طوری که قسمت اتصال برقی پوشانیده نشود و به ترتیب در قطب منفی بسته و رکتیفایر را روشن کنید. تنظیم دانسیته‌ی جریان را به کمک محاسبات مانند قبل و در عمل به شکل کنترل تغییرات در ولتاژ و آمپراژ دستگاه، تحت کنترل خود داشته باشید. فراموش نکنید که دانسیته‌ی جریان را به هر حال در محدوده‌ی  $4/9$  آمپر بر دسی متر مربع نگهدارید و محلول را به هم نزنید. و بالاخره یک قطعه را بعد از ۵ دقیقه، دوّمی را بعد از ۱۰ دقیقه، سوّمی را بعد از ۲۰ دقیقه و چهارمی را بعد از نیم‌ساعت از محلول خارج کرده و در گزارش اوّل کنترل کیفیت با ذکر تاریخ، محاسبات دانسیته‌ی جریان و نتایج بررسی کیفیت سطوح آبکاری شده را از نظر شکل ظاهری، میزان درخشندگی، چسبندگی موضعی و یا عمومی لایه‌ی مس بر سطوح آهنی را به کمک ذره‌بین با بزرگ‌نمایی ۱۰ ثبت و به هنرآموز ارائه دهید.

### ۳-۲-۱- سیاه قلم مس (کار سیزدهم)

مواد و وسایل لازم

- بشر ۲ لیتری ۱ عدد

- همزن شیشه‌ای

- هیتر

- چهار نمونه‌ی آبکاری شده در روش دوازدهم

- مواد جهت سیاه نمودن مس طبق ترکیب زیر

روش کار

آماده‌سازی محلول سیاه قلم

مس کربنات ۱۹۲ گرم

آمونیاک ۴۰۰ میلی لیتر

آب مقطر ۱۰۰۰ میلی لیتر

درجه حرارت کار ۸۰°C

محلول ۲/۵٪ سود سوزآور

ابتدا مس کربنات را در زیر هود به خوبی با آمونیاک مخلوط کرده و سپس آب مقطر را اضافه نمایید. وان آماده‌ی کار است.

آماده‌سازی قطعات

قطعات چهارگانه‌ی کار قبل را بعد از برداشتن چسب‌های پلاستیکی، به کارگاه ماشین افزار برده و در آن جا - به کمک پرس‌های سبک موجود و یا سنبه‌های مخصوص حکاکی حروف و شماره - حروف نام خود و یا نقوش ابتکاری را در پشت قطعات (قسمتی که فاقد پوشش مس می‌باشد) درحالی که سمت پوشش دار روی یک سطح چوبی صاف قرار دارد، با فشار و یا ضربه‌ی چکش به طور برجسته حکاکی نمایید. در چنین حالتی نقوش در سمت پوشش مسی به صورت برجسته مشاهده خواهند شد. قطعات آماده شده را به طریق اول با حلال چربی گیری نمایید و از تمیزی آن مطمئن شوید، سپس محلول سیاه قلم را به کمک هیتر تا ۸۰°C در زیر هود گرم کرده و قطعات را در آن بیاویزید و بسته به رنگ دلخواه آن‌ها را چند دقیقه در محلول نگه دارید. پس از آن، قطعات را از محلول خارج کرده و چند دقیقه بعد آن‌ها را به منظور تثبیت رنگ آبی - سیاه ایجاد شده در محلول ۲/۵٪ سود سوزآور (کاستیک سودا)، که در حرارت محیط قرار دارد، وارد کرده و چند دقیقه‌ای نگهداشته، خارج نموده و به خوبی بشوید. به هنگام شست و شوی قطعات به کمک سنباده‌های خیلی نرم و ضد آب (شماره‌ی ۸۰۰-۶۰۰) به آرامی و بدون فشار زیاد انگشتان سطح سیاه رنگ مس را کمی بسایید تا نقوش برجسته به تدریج به رنگ قرمز تیره ظاهر شده و به این ترتیب کار سیاه قلم مس آماده شود، کار خود را جهت ارزیابی نهایی و امتیازدهی به هنرآموز ارائه دهید.



## رنگ

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که بتواند:

- ۱- ویژگی‌های فیزیکی رنگ‌ها را اندازه‌گیری نماید.
- ۲- اعمال رنگ را به روش‌های مختلف (برس‌کشی، پاششی، استفاده از غلتک) انجام دهد.
- ۳- خشک شدن سطحی و عمقی فیلم را مشخص نماید.
- ۴- ضخامت رنگ تر و خشک را اندازه‌گیری کند.

### ۱-۱۳- مقدمه

آزمایش‌هایی که جهت ارزیابی عملکرد رنگ‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند متعدد و متنوع می‌باشند. تعیین آزمایش‌های ضروری برای یک نمونه رنگ یا سیستم پوششی (مجموعه‌ی چند رنگ) به سه عامل زیر بستگی دارد:

- ۱- نوع سطحی که رنگ بر روی آن اعمال می‌شود؛
  - ۲- شرایط محیطی موردنظر؛
  - ۳- طول عمری که از رنگ جهت محافظت سطح انتظار می‌رود.
- بدیهی است هرچه شرایط محیطی سخت‌تر و خورنده‌تر بوده و مدت زمان مورد نظر جهت عملکرد رنگ طولانی‌تر باشد آزمایش‌های متنوع و مشکل‌تری بر روی رنگ انجام خواهد شد.
- خاطر نشان می‌گردد که فیلم خشک رنگ زمانی مقاومت مناسبی از خود نشان می‌دهد که عملیات آماده‌سازی سطح و رنگ‌آمیزی به‌طور صحیح و با رعایت اصول فنی صورت گرفته باشد.
- به‌طور کلی آزمایش‌های رنگ به سه دسته تقسیم می‌شوند:

- ۱- آزمایش‌های مربوط به رنگ مایع
  - ۲- آزمایش‌های مربوط به فیلم تر رنگ
  - ۳- آزمایش‌های مربوط به فیلم خشک رنگ
- رده‌بندی نوع آزمایش‌ها نیز به‌صورت‌های مختلف انجام می‌شود که از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود که در اکثر آزمایش‌های مربوط به کنترل کیفیت رنگ‌ها انجام می‌شود.

تعیین ویژگی‌های ظاهری و فیزیکی رنگ تر: شامل پوسته یا رویه بستن، ته‌نشینی یا رسوب‌گذاری، چگالی (دانسیته)، گران‌روی (ویسکوزیته) دانه‌بندی و تمیزی رنگ، فام (رنگ ظاهری)، نقطه‌ی اشتعال و...

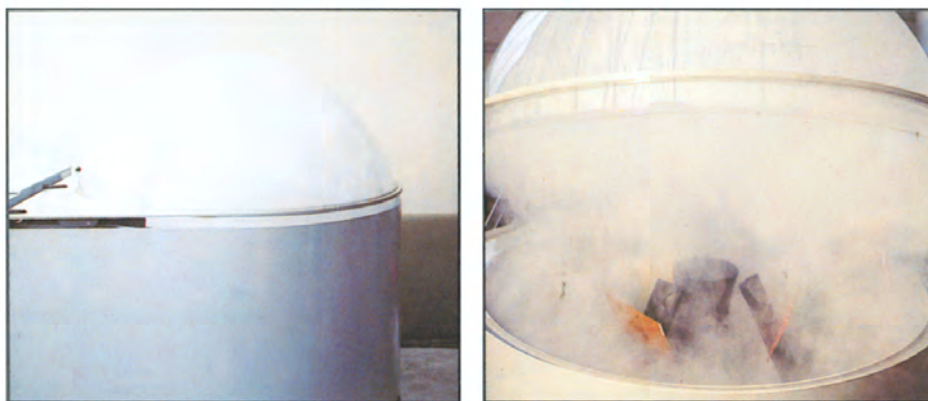
\* آماده‌سازی سطوح مطابق روش‌های موردنظر و اعمال رنگ با وسایل مختلف

\* بررسی عوارض ایجاد شده در فیلم تر (شُرّه کردن، موجی شدن و...)

\* بررسی وضعیت فیلم‌های خشک تشکیل شده و تعیین عوارض مربوطه (پوست پرتقالی شدن، پوست سوسماری شدن،

ترک‌خوردگی و...)

- \* تعیین زمان خشک شدن سطحی و عمقی فیلم و اندازه‌گیری ضخامت مربوطه و تعیین برآقیت
- \* انجام آزمایش‌های مکانیکی فیلم خشک: شامل سختی، چسبندگی، ضربه‌پذیری، انعطاف‌پذیری (تست خمش)، جامی شدن، خراش‌پذیری، سایش‌پذیری، قابلیت شست و شو و ...
- \* بررسی مقاومت فیلم خشک در شرایط جوئی مختلف (حرارت، برودت، رطوبت نسبی، پاشش آب، نور مادون قرمز، نور ماوراء بنفش و ...)
- \* بررسی مقاومت فیلم خشک در محیط‌های خورنده (رطوبت صددرصد، مه آب نمک، انواع گازهای شیمیایی و ...)
- \* بررسی مقاومت فیلم خشک در برابر محیط‌های غوطه‌ور مختلف (آب، مواد نفتی، مواد شیمیایی، روغن‌ها و ...)



شکل ۱-۱۳- دستگاه تولید مه نمک (سالت اسپری Salt spray)  
 مورد استفاده: بررسی مقاومت فیلم خشک رنگ در محیط‌های خورنده نمکی



شکل ۲-۱۳- دستگاه تولید رطوبت صد درصد (Humidity)  
مورد استفاده: بررسی مقاومت فیلم خشک رنگ در محیط‌های مرطوب

\* شناسایی ترکیبات مهم موجود در رنگ‌ها شامل درصد وزنی و حجمی مواد جامد، نوع رنگ پایه (رزین)، نوع رنگدانه (پیگمان)، درصد پیگمان اصلی و...

\* بررسی عملکرد فیلم خشک رنگ‌های ویژه مانند: تعیین مقاومت حرارتی، عدم سمیت رنگ‌های مخصوص سطوح داخلی مخازن آب آشامیدنی، ارزیابی پوشش لوله‌های مدفون در خاک، بررسی مقاومت فیلم در برابر عوامل میکروبی و باکتری‌ها و...

خاطر نشان می‌گردد که برای آزمون‌های مختلف رنگ روش‌های متفاوتی وجود دارد. در این فصل ساده‌ترین روش‌ها بیان می‌شود.

جهت انجام آزمایش‌های رنگ لازم است نسبت به موارد زیر دقت کافی مبذول شود:

- ۱- حتی الامکان آزمون‌ها در زیر هود یا جایی که دارای هواکش مناسب باشد انجام گیرد.
- ۲- آزمون‌ها ترجیحاً در محیطی با دمای  $25 \pm 5^\circ\text{C}$  و رطوبت نسبی  $50 \pm 5\%$  صورت گیرد.
- ۳- از دستکش مرغوب استفاده شود. برای رنگ‌های صنعتی عینک و ماسک نیز توصیه می‌شود.
- ۴- از انجام آزمایش‌ها در کنار شعله جداً خودداری شود.
- ۵- بلافاصله پس از اتمام آزمایش، وسایل مورد استفاده با تینر مناسب شسته شود.

۶- به هیچ عنوان مواد اضافی و دورریز، بخصوص مواد شست و شو، در سیستم فاضلاب تخلیه نشود بلکه در ظرف جداگانه‌ای جمع‌آوری گردد. بدیهی است با رعایت اصول ایمنی و زیست محیطی می‌بایست نسبت به بازیافت و یا انهدام این مواد اقدام نمود.

۷- برای کاهش درصد خطا، آزمایش‌ها حداقل دو بار تکرار شود.

## ۲-۱۳- تعیین نوع و درجه‌ی ته‌نشینی (رسوب)

مواد و وسایل لازم: یک کیلو رنگ روغنی، یک کیلو رنگ غنی از روی (Zinc Rich)، یک کیلو رنگ آلومینیومی، تینر، همزن مخصوص<sup>۱</sup> (Spatula)، ظرف مخصوص<sup>۲</sup>

روش آزمون: درب قوطی را باز کنید و مطابق جدول ذیل به بررسی ته‌نشینی آن بپردازید. در صورت دسترسی به دو نمونه دیگر رنگ، امکان مقایسه‌ی بهتری فراهم می‌گردد.

بررسی ته‌نشینی رنگ مطابق استاندارد ASTM D- 869

وضعیت رنگ	نوع ته‌نشینی (Rate. No)
در رنگ دو فاز مایع و جامد به‌وجود نیامده است و رنگ شرایط اصلی و اولیه را حفظ کرده است.	10
مقدار کمی رسوب ایجاد شده است. میله‌ی همزن با وزن خود داخل رسوب فرو می‌رود و هیچ‌گونه مقاومتی در برابر حرکت آن در رنگ دیده نمی‌شود.	8
میله‌ی همزن با وزن خود داخل رسوب فرو می‌رود و مقاومت کمی در حرکت آن در داخل رنگ مشاهده می‌گردد. قسمت‌هایی از رسوب نیز به‌وسیله‌ی همزن کنده می‌شود.	6
میله‌ی همزن با وزن خود داخل رسوب فرو نمی‌رود. حرکت آن در جهت پهن مشکل است ولی در امتداد ضخامت آن، مقاومت کمی مشاهده می‌گردد. در عین حال رنگ به آسانی یک‌نواخت می‌شود.	4
میله‌ی همزن با فشار و سختی داخل رسوب می‌رود. حرکت آن در رنگ خیلی مشکل است اما به هر ترتیب رنگ با کمک دست هم‌وزن شده و یک‌نواخت می‌گردد.	2
با کمک دست و حرکت میله‌ی همزن نمی‌توان رنگ را یک‌نواخت کرد.	0

## ۳-۱۳- بررسی وضع ظاهری رنگ در قوطی یا ظرف مربوطه

مواد و وسایل لازم: یک قوطی یک لیتری رنگ استفاده نشده، تینر، همزن شیشه‌ای

روش آزمون: در قوطی را باز کنید. رنگ باید فاقد پوسته (رویه) باشد. رسوب آن نیز باید در حدی باشد که با هم‌زدن، رنگ به‌صورت کاملاً یک‌نواخت درآید. ضمناً هیچ‌گونه علائمی از فساد رنگ، شامل بوی نامطبوع و زنده، کپک‌زدگی، ژله‌ای شدن، تجمع رنگدانه و غیره، در آن مشاهده نگردد.

۱- این همزن دارای وزن  $45 \pm 1$  گرم بوده و تیغه‌ی آن به‌شکل مربع مستطیل و به‌طول ۱۲۵ میلی‌متر و عرض  $20$  میلی‌متر در نظر گرفته می‌شود.

۲- این ظرف دارای حجم  $500$  میلی‌متر بوده قطر آن  $85/5 \pm 1/5$  میلی‌متر و ارتفاع آن  $98/5 \pm 1/5$  میلی‌متر می‌باشد. معمولاً ۱۳ میلی‌متر از بالای ظرف باید فاقد رنگ باشد. یکی از روش‌های آزمون زمان ۶ ماهه را مورد نظر قرار داده و دیگری شرایط حرارتی و پرودتی خاص را مطرح می‌کند. در این آزمایش صرفاً روش کار مورد توجه قرار داده شده است.

#### ۱۳-۴- رویه بستن

مواد و وسایل لازم: تینر، حدود یک لیتر رنگ روغنی، آون (یا محیطی که دمای  $40^{\circ}\text{C}$  را تأمین نماید)، یک قوطی خالی یک لیتری با در مناسب  
روش آزمون:  $\frac{3}{4}$  قوطی خالی را از رنگ مورد نظر پر کرده و در آن را محکم ببندید سپس به مدت ۴۸ ساعت آن را در دمای  $40^{\circ}\text{C}$  قرار دهید. پس از اتمام این مدت رنگ نباید رویه بسته باشد.

#### ۱۳-۵- تعیین گرانروی

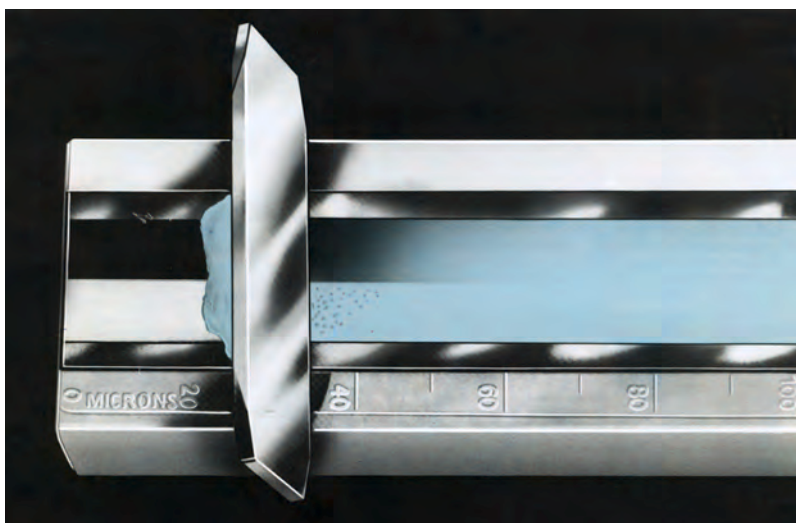
مواد و وسایل لازم: مقداری رنگ، تینر، چند فنجان مخصوص اندازه‌گیری (کاپ) با نازل‌های مختلف، همزن شیشه‌ای، ساعت کروномتر  
روش آزمون: رنگ را کاملاً یکنواخت کنید. سوراخ نازل یکی از کاپ‌ها را با انگشت گرفته و آن را از رنگ مورد نظر پر کنید به طوری که با گذاشتن درپوش مربوطه، رنگ اضافی از کاپ جدا شود. همزمان با رها کردن انگشت، کروномتر را به کار اندازید. به محض آن که جریان ریزش رنگ (به صورت سیلان) قطع شد کروномتر را متوقف کرده و زمان سیلان را برحسب ثانیه یادداشت کنید.  
معمولاً برای اعمال رنگ‌ها به روش‌های مختلف، گرانروی کاری مشخصی از رنگ را با افزایش تینر مربوطه به دست می‌آورند.



شکل ۱۳-۳- چند نوع وسیله‌ی اندازه‌گیری گرانروی

## ۱۳-۶- تعیین دانه‌بندی (اندازه‌گیری درجه‌ی پخش شدن رنگدانه<sup>۱</sup>)

مواد و وسایل لازم: رنگ، تینر، وسیله‌ی اندازه‌گیری مربوطه به نام گریندومتر (Grindometer)، همزن  
روش آزمون: گریندومتر از یک صفحه‌ی فلزی مکعب مستطیل تشکیل شده که در سطح آن دو شیار طولی دیده می‌شود.  
عمق این شیارها از یک طرف به طرف دیگر اضافه شده و از صفر تا صد میکرون درجه‌بندی شده است. ضمناً یک تیغه‌ی فلزی لبه  
تیز نیز برای کشیدن رنگ بر روی شیارها وجود دارد.  
ابتدا گریندومتر را به صورت افقی قرار داده و چند قطره از رنگ موردنظر را در قسمت عمیق دو شیار قرار دهید. سپس  
رنگ را با تیغه‌ی مربوطه در طول دو شیار بکشید. پس از پهن شدن رنگ بلافاصله گریندومتر را در مقابل نور (ترجیحاً مهتابی)  
قرار داده و اندازه‌ی ذرات رنگدانه‌ی موجود در رنگ را در مقطع شیارها مشخص کنید.



شکل ۱۳-۴- وسیله‌ی اندازه‌گیری دانه‌بندی رنگ تر

## ۱۳-۷- سازگاری با رقیق‌کننده

مواد و وسایل لازم: مقداری رنگ، رقیق‌کننده یا حلال مناسب، یک ظرف مناسب ترجیحاً شیشه‌ای و مدرج  
روش آزمون: ۳ حجم رنگ موردنظر را در ظرف ریخته سپس یک حجم رقیق‌کننده‌ی مربوطه را به آرامی (ضمن هم‌زدن)  
به آن‌ها اضافه کنید و در ظرف را ببندید. بعد از گذشت ۲۴ ساعت در ظرف را باز کنید. در رنگ رقیق‌شده نباید هیچ‌گونه رسوب،  
جدایی رنگدانه و رنگپایه و تشکیل فازهای مختلف مشاهده شود.

## ۱۳-۸- تعیین میزان پوشانندگی رنگ (قدرت اختفا یا پنهان‌کنندگی)<sup>۲</sup>

مواد و وسایل لازم: رنگ، تینر، کاغذ شطرنجی با خانه‌های سیاه و سفید، فیلم کش (اپلیکاتور)، همزن  
روش آزمون: رنگ را کاملاً یک‌نواخت کنید. فیلم کش مناسبی را با ضخامت‌های متفاوت بر روی کاغذ شطرنجی قرار داده  
و داخل آن را از رنگ موردنظر پر کنید. سپس به آهستگی فیلم کش را بر روی کاغذ عبور دهید. ضخامتی از رنگ را، که در آن  
خانه‌های سیاه و سفید قابل تمایز نباشد مشخص کنید. این ضخامت با عنوان قدرت پوشانندگی یا اختفای رنگ در نظر گرفته می‌شود.

۱- درجه‌ی پخش شدن رنگدانه‌ها، ریزی و درشتی آن‌ها را نشان می‌دهد که معیاری برای کیفیت آسیاب رنگ می‌باشد. قاعدتاً رنگدانه‌های موجود در  
رنگ‌های رویه به مراتب ریزتر از سایر رنگ‌ها می‌باشد. اگر درشتی رنگدانه بیش از ضخامت موردنظر باشد معمولاً سطح فیلم ناصافی به دست خواهد آمد که به نوبه‌ی  
خود عوارضی را ایجاد خواهد نمود.

## ۹-۱۳- اندازه‌گیری ضخامت فیلم تر (WFT)<sup>۱</sup>

مواد و وسایل لازم: رنگ، تینر، شانه‌ی مخصوص، همزن، صفحات فولادی یا شیشه‌ای  
روش آزمون: رنگ یک‌نواخت شده را بر روی سطح مناسبی اعمال کنید (ترجیحاً شیشه یا فلز) سپس شانه‌ی مخصوص را به‌صورت عمودی روی فیلم تر رنگ قرار دهید. این شانه دارای دندان‌هایی است که دندان‌های اول و آخر یکسان هستند اما سایر دندان‌ها کوتاه و بلند بوده و اختلاف طول آن‌ها در بعضی نمونه‌ها یک میلی‌متر است. با قرار دادن شانه، دندان‌های که با فیلم تماس پیدا می‌کند ضخامت آن‌را مشخص می‌نماید. با تمیز کردن شانه این کار را می‌توان در قسمت‌های دیگر فیلم تکرار کرده و میانگین ضخامت فیلم تر را به‌دست آورد. این روش برای اندازه‌گیری‌های تقریبی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

## ۱۰-۱۳- مقاومت در برابر شُرّه کردن<sup>۲</sup> و موجی شدن رنگ<sup>۳</sup>

مواد و وسایل لازم: رنگ، تینر، شانه یا تیغه‌ی مخصوص، همزن، صفحات فولادی یا شیشه‌ای  
روش آزمون: رنگ را کاملاً یک‌نواخت کنید، سپس به روش برس‌کشی یا پاششی رنگ را (با ضخامت مشخص) بر روی ورقه‌های آماده شده و تمیز اعمال نمایید و شانه‌ی مخصوص را بر روی فیلم تر بکشید. قطعات باریکی با عرض مشخص بر روی فیلم ایجاد می‌شود. ورقه را بلافاصله به حالت عمود بر شیارها قرار دهید. در صورتی که رنگ مشکل شُرّه کردن یا موجی شدن را داشته باشد جاری شده و سرتاسر باریکه‌های بدون رنگ (شیارها) را می‌پوشاند.

## ۱۱-۱۳- ضرورت آماده‌سازی سطح قبل از اعمال رنگ

مواد و وسایل مورد نیاز: ۱۲ قطعه ورقه فولادی به ابعاد ۱۵×۱۰ سانتی‌متر و ضخامتی حدود ۱ تا ۲ میلی‌متر، چند عدد سنباده با زبری‌های مختلف

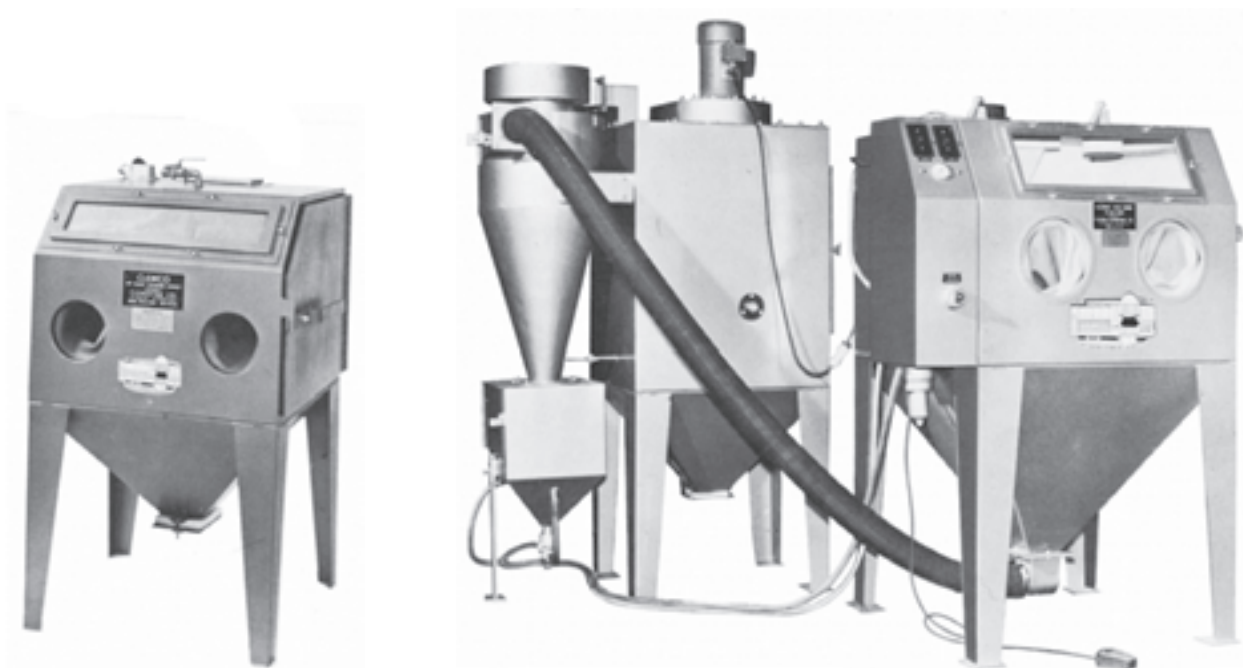
روش آزمون: بر روی ورقه‌ها اقدامات زیر را صورت دهید.

- ۱- دو ورقه‌ی زنگ‌زده را کنار گذاشته و بر روی آن‌ها هیچ اقدامی انجام ندهید.
- ۲- دو ورقه‌ی دیگر را با سنباده کمی تمیز کنید به طوری که سطح کاملاً سفید یک‌دستی ایجاد نشود.
- ۳- سطوح هر دو ورقه‌ی دیگر را جداگانه با سنباده‌های متفاوت کاملاً تمیز کنید. این کار حداقل برای ۳ نوع سنباده با زبری مختلف انجام شود.
- ۴- سطح دو ورقه‌ی دیگر را با سنباده کاملاً تمیز کنید سپس آن‌را برای دقایقی در محیط رطوبت قرار داده و یا سطح آن‌ها را کمی خیس کنید. لحظاتی بعد آثار زنگ زدگی بر روی سطح مشاهده می‌شود. (این بررسی نشان می‌دهد که اعمال رنگ می‌بایست در چند ساعت پس از آماده‌سازی سطوح صورت گیرد. در غیر این صورت سطح دچار خوردگی می‌شود، به‌ویژه اگر شرایط جوّی نامساعد باشد.)
- ۵- بر روی کلیه‌ی ورقه‌های فوق رنگ مورد نظر را به‌طور یکسان اعمال کنید و پس از چند روز به بررسی چسبندگی فیلم‌ها بپردازید. قاعدتاً چسبندگی رنگ بر روی سطوح کاملاً تمیز شده و با زبری بیش‌تر، بهتر خواهد بود. سطوح تمیز نشده نیز کم‌ترین چسبندگی را خواهند داشت.
- ۶- در صورت امکان عملیات آماده‌سازی را با روش شن‌پاشی نیز انجام دهید.

۱- Wet Film Thickness

۲- Running

۳- Sagging



شکل ۵-۱۳- چند نوع دستگاه شن‌پاش آزمایشگاهی

### ۱۲-۱۳- اندازه‌گیری زمان خشک شدن سطحی فیلم رنگ

مواد و وسایل آزمون ۱: رنگ، تینر، ورقه‌ی فولادی یا شیشه‌ای، همزن، ترازو، وزنه‌ی ۵۰۰ گرمی  
 روش آزمون ۱: بر روی صفحه‌ی آماده شده‌ای، قشری از رنگ با ضخامت مناسب (دلخواه) اعمال کنید. ساعاتی بعد، پس از آن که بر اثر تماس، رنگ به دست نجسبید صفحه را داخل کفه‌ی ترازویی قرار دهید و در کفه‌ی دیگر با فشار دادن انگشت نیرویی معادل ۵۰۰ گرم بر روی قشر رنگ وارد کنید. زمانی که با این فشار اثری از خطوط انگشت بر روی فیلم دیده نشود، خشک شدن سطحی در فیلم صورت گرفته است. این زمان را یادداشت کنید.

مواد و وسایل لازم آزمون ۲: ورقه‌ی فولادی یا شیشه‌ای، رنگ، تینر، پودر کلسیم کربنات، الک ۳۰۰ و ۱۵۰

میکرونی، قلم‌مو

روش آزمون ۲: پودر کلسیم کربنات را الک کنید تا درشتی ذرات آن بین ۱۵۰ الی ۳۰۰ میکرون شود (از الک ۳۰۰ میکرونی قابل عبور بوده ولی از الک ۱۵۰ میکرونی رد نشود) سپس آن را بر روی قشر رنگی که قبلاً اعمال کرده‌اید بپاشید. پس از یک دقیقه پودرها را با قلم‌مویی که ترجیحاً از موی شتر تهیه شده است از روی سطح فیلم پاک کنید. خشک شدن سطحی زمانی اتفاق می‌افتد که پودر کلسیم کربنات کاملاً از سطح فیلم جدا شده و این عمل لطمه‌ای به قشر رنگ وارد نکند.

### ۱۳-۱۳- تعیین خشک شدن کامل

مواد و وسایل لازم: ورقه پوشش داده شده، ترازو، وزنه‌ی ۲ کیلوگرمی

روش آزمون: صفحه‌ی رنگ شده را در یک کفه‌ی ترازو قرار دهید. در کفه‌ی دیگر، هم‌وزن آن وزنه بگذارید سپس در کفه‌ای که وزنه گذارده‌اید وزنه‌ی دیگری به وزن ۲ کیلوگرم اضافه کنید. در مرحله‌ی بعد، با انگشت، روی صفحه‌ی آزمون فشار دهید تا هر دو کفه برابر شود. به مدت یک دقیقه ترازو را به همان وضع نگهدارید، سپس آن را به آرامی رها کنید. هیچ اثری از انگشت نباید روی قشر رنگ باقی مانده باشد. می‌توان به جای انگشت پارچه‌ای را روی فیلم قرار داد و سپس وزنه‌ی ۲ کیلوگرمی



را روی پارچه گذاشت. در این حالت نیز نباید هیچ‌گونه اثری از خطوط پارچه بر روی قشر رنگ باقی مانده باشد.

## ۱۴-۱۳- خصوصیات کاربرد رنگ با قلم مو

مواد و وسایل لازم: رنگ، تینر، ورقه‌های فولادی یا شیشه‌ای، قلم مو  
روش آزمون: پس از رقیق کردن رنگ، مطابق دستور تولیدکننده، رنگ را یک‌دست روی نیمی از صفحه‌ی آزمون بکشید. رنگ باید به‌خوبی زیر قلم مو قابلیت گسترش و یک‌نواختی داشته و به‌سهولت قابل استفاده باشد. پس از ۵ دقیقه روی نیمه‌ی دیگر صفحه را طوری قلم مو بکشید که لبه‌ی دو قسمت رنگ کمی روی هم قرار گیرد. سپس بگذارید فیلم به مدت ۱۶ ساعت خشک شود. پس از این مدت قشر خشک رنگ باید عاری از تبله و شره بوده و فاقد آثار قلم مو (رد قلم)¹، شناوری رنگینه، رگه‌رگه شدن و جدایی لبه‌های رنگ و یا هر نوع خصوصیات نامطلوب دیگر باشد.  
خاطر نشان می‌گردد که در کاربرد رنگ با هر روش، می‌بایست سطح موردنظر کاملاً تمیز باشد. در صورت وجود آثار زنگ و یا هرگونه مواد آلاینده، سطح را پس از سنباده‌کاری با استن و الکل بشوید.  
برای رنگ زدن با قلم مو، از قلم‌مویی که دارای لبه‌ی پهنی باشد استفاده کنید. قلم مو باید تمیز و دارای موهای محکم بوده و اندازه‌ی آن مناسب باشد. ضمناً رنگ باید با قلم مو به‌طور یک‌نواخت کشیده شود. حرکت قلم مو را در مرحله‌ی دوم می‌توان عمود بر حالت اول در نظر گرفت.

## ۱۵-۱۳- خصوصیات کاربرد رنگ با رنگ‌پاش

مواد و وسایل لازم: رنگ، صفحات فولادی یا شیشه‌ای، پیستوله، منبع تأمین‌کننده‌ی هوا  
روش آزمون: برای اعمال به روش پاششی (با هوا)² باید قبل از مصرف رنگ، پیستوله کاملاً تمیز باشد؛ ضمناً فشار هوا را به نسبت غلظت رنگ باید تنظیم نمود. فاصله‌ی پیستوله و سطح باید حدود ۳۰ سانتی‌متر باشد و زاویه‌ی اعمال رنگ را نیز باید عمود در نظر گرفت. رنگ را طبق دستور سازنده رقیق کنید. در صورت نیاز، جهت جلوگیری از مسدود شدن نازل پیستوله، رنگ را از صافی مناسب عبور دهید. بین پاشیدن دو نیمه رنگ روی صفحه‌ی آزمون ۵ دقیقه فاصله بگذارید. رنگ باید به‌آسانی از دهانه‌ی رنگ‌پاش پاشیده شود. قشر رنگ را به مدت ۱۶ ساعت در محیط آزمایشگاه و به دور از گرد و غبار قرار داده تا خشک شود. سطح فیلم تشکیل شده باید فاقد آثار شناوری رنگینه، تبله، شره و یا ناصافی‌های پوست پرتقالی باشد.  
جهت رنگ‌پاشی با استفاده از پیستوله‌های مختلف از جمله پاشش بدون هوا³ باید دستورالعمل‌های مربوطه را رعایت نمود.

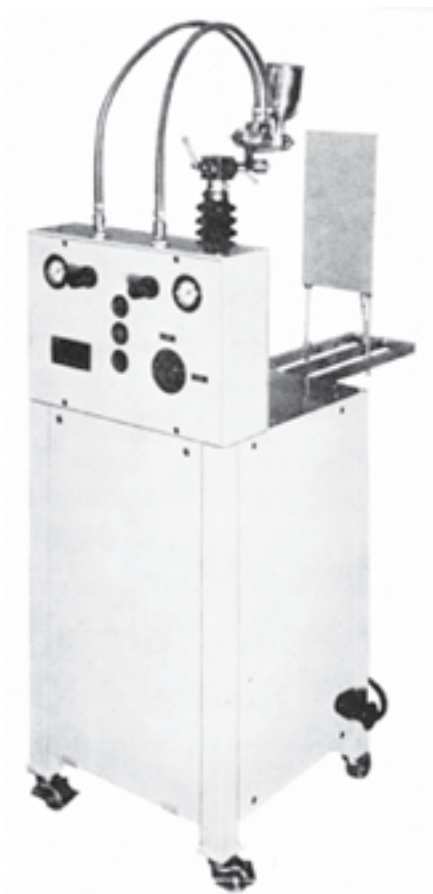
۱- Brushmark

۲- Air spray

۳- Air Less spray



شکل ۱۳-۶- دستگاه فیلم کش (اپلیکاتور) اتوماتیک با ضخامت های مختلف



شکل ۱۳-۷- دستگاه پاشش اتوماتیک



شکل ۸-۱۳- چند نوع وسیله‌ی پاشش رنگ

نوع آزمون: خصوصیات کاربرد رنگ با غلتک  
ویژگی‌های مربوطه مشابه کاربرد رنگ با قلم مو می‌باشد؛ فقط در این روش باید صفحات آزمون را به‌طور عمودی قرار داد.

### ۱۶-۱۳- خصوصیات کاربرد چند دست رنگ

مواد و وسایل لازم: صفحات فولادی یا شیشه‌ای، رنگ، قلم مو یا پیستوله یا غلتک  
روش آزمون: حداقل ۱۶ ساعت پس از اعمال لایه اول (دست اول) بر روی صفحات رنگ شده به روش برس‌کشی، پاششی و استفاده از غلتک دومین لایه‌ی رنگ را اعمال کنید. پس از خشک شدن نباید روی فیلم هیچ‌گونه آثاری از چروک، تپله و یا سایر نقایص ظاهر گردد.

### ۱۷-۱۳- تعیین رنگ ظاهری (فام)

مواد و وسایل لازم: رنگ سفید، رنگ‌های اصلی  
روش آزمون: فام رنگ باید با کارت رنگ‌بندی ارائه شده توسط سازنده، برای هر نوبت تولید، مطابقت داشته باشد. در صورتی که فام خاصی از رنگ مورد نظر باشد می‌توان از اختلاط چند نوع رنگ و یا افزایش رنگ‌های اصلی به رنگ سفید، فام مورد نظر را به دست آورد. در رابطه با این آزمون، فام‌های خاصی توسط مربی مشخص شده تا هرجو با اختلاط رنگ‌های مختلف آن‌ها را به دست آورد.

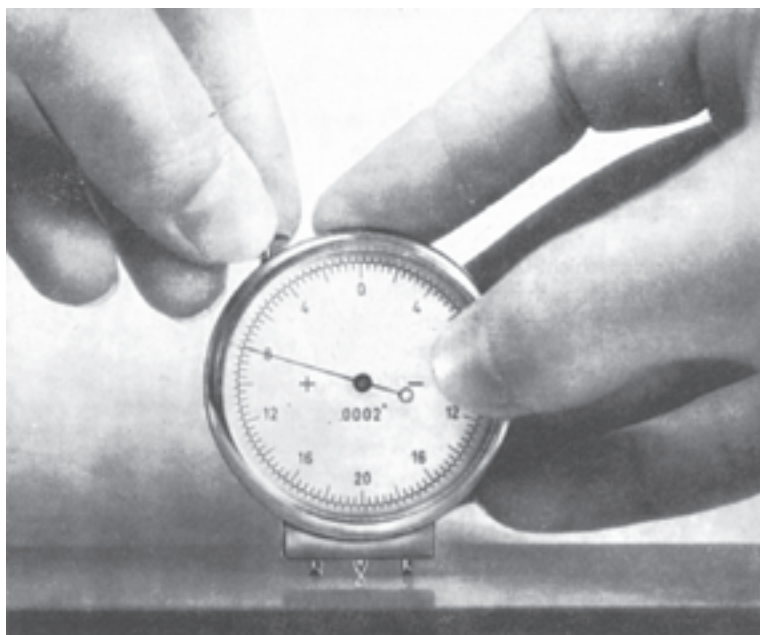
### ۱۸-۱۳- تعیین برآقیت

مواد و وسایل لازم: صفحه‌ی پوشش داده شده‌ی شیشه‌ای، دستگاه برق‌سنج  
روش آزمون: به‌طور کلی فیلم‌های رنگ می‌توانند برآقیت‌های متفاوتی بین دو حالت بسیار براق (انعکاس نور ۹۸ تا ۱۰۰٪) و مات (انعکاس نور صورت نمی‌گیرد) داشته باشند. برای تشخیص رنگ‌ها غالباً از این دسته‌بندی استفاده می‌شود: رنگ‌های بسیار براق، رنگ‌های نیمه‌براق، رنگ‌های براق پوست تخم‌مرغی و رنگ‌های مات پوست تخم‌مرغی.  
ابتدا رنگ مورد نظر را با ضخامت یکسان و یک‌نواخت به وسیله‌ی فیلم‌کش<sup>۱</sup> روی سطح شیشه‌ای صاف اعمال کنید. سپس ۲۴ ساعت جهت خشک شدن آن فرصت دهید و در نهایت توسط دستگاه برق‌سنج میانگین برآقیت آن را مشخص کنید. معمولاً برای اندازه‌گیری برق فیلم رنگ‌های بسیار براق، از زاویه‌ی ۶۰ درجه استفاده می‌شود. در شرایط عادی نقاش با مخلوطی از رنگ‌های براق و مات، برآقیت مورد نظر را به دست می‌آورد.

### ۱۹-۱۳- اندازه‌گیری ضخامت فیلم خشک

مواد و وسایل لازم: تعدادی ورقه‌ی فلزی پوشش داده شده، ضخامت‌سنج انگشتی، ضخامت‌سنج دیجیتالی  
روش آزمون  
۱- روش تخریبی: این دستگاه دارای ۲ پایه بوده که بر روی فیلم رنگ قرار می‌گیرند. میله‌ای در وسط این دو پایه وجود دارد که به صفحه‌ی مدرجی متصل است. برای تنظیم دستگاه میله را روی شیشه قرار دهید. در این حالت عقربه می‌بایست عدد

صفر را نشان دهد. سپس به مقدار لازم فیلم را از سطح جدا کنید و میله را در آن قسمت قرار دهید تا با سطح زیرین فیلم در تماس باشد (پایه‌ها باید بر روی فیلم قرار داشته باشند) عددی که صفحه‌ی مدرج نشان می‌دهد ضخامت فیلم را مشخص می‌کند. در روش تخریبی می‌توان از میکرومتر و یا میکروسکوپ نیز استفاده نمود.



شکل ۹-۱۳- ضخامت‌سنج فیلم خشک رنگ (روش تخریبی)



شکل ۱۰-۱۳- ضخامت‌سنج فیلم تر رنگ

۲- روش غیرتخریبی: در این رابطه دستگاه‌هایی وجود دارند که با خاصیت مغناطیسی یا الکتریکی آن‌ها می‌توان ضخامت فیلم خشک را بر روی فلزات آهنی و غیرآهنی تعیین کرد. معمولاً روش تنظیم و طرز کار دستگاه‌ها در بروشورهای آن‌ها نوشته شده است. لازم به یادآوری است که معمولاً ضخامت چندین نقطه را مشخص کرده و میانگین آن‌ها را منظور می‌کنند. ضمناً برای اندازه‌گیری ضخامت عمدتاً اطراف و کناره‌های ورقه‌ها را در نظر نمی‌گیرند.



شکل ۱۱-۱۳- انواع ضخامت سنج فیلم خشک رنگ (غیر تخریبی)

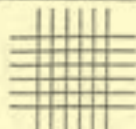




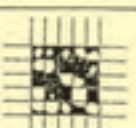
## ۲۰-۱۳- تعیین چسبندگی فیلم خشک به روش برش متقاطع یا صلیبی

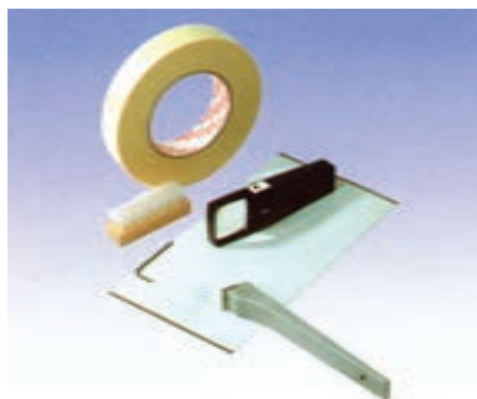
مواد و وسایل لازم: چند ورقه‌ی پوشش داده شده با ضخامت‌های متفاوت، چسب نواری نایلونی (در صورت دست‌رسی چسب استاندارد پرماسل ۹۹)، کاتر مخصوص یک و دو میلی‌متری

روش آزمون: دو ورقه‌ی پوشش داده شده، یکی به ضخامت فیلم خشک حداکثر ۵۰ میکرون و دیگری به ضخامت ۱۲۵-۵۰ میکرون را انتخاب کنید. بر روی ورقه‌ی اول با کاتر مخصوص یک میلی‌متری (Crosscut) دو بار به صورت عمود بر هم خراش ایجاد کنید تا ۲۵ مربع یک میلی‌متری ایجاد شود. برس مربوطه دستگاه را به آرامی بر روی خراش‌ها بکشید سپس چسب نواری مخصوص را بر روی مربع‌های تشکیل شده قرار دهید. طول چسب را حدود ۷ سانتی‌متر در نظر بگیرید، سپس با پاک‌کن (متصل به مداد، مداد پاک‌کن‌دار) حدود ۳۰ ثانیه بر روی چسب مالش دهید. حداکثر ۲ دقیقه بعد یک طرف نوار را برگردانده و به حالت موازی با سطح ورقه آن را از خراش‌ها جدا کنید. مقدار رنگ جدا شده از سطح (که به چسب چسبیده است) کاهش چسبندگی را نشان می‌دهد. همین روش را برای ورقه‌ی دوم با کاتر دو میلی‌متری تکرار کنید. نتایج آزمون چسبندگی مطابق استاندارد ASTM D - 3359 و براساس جدول پیوست بررسی می‌گردد. چسبندگی مطلوب 5B بوده و به‌طور معمول چسبندگی

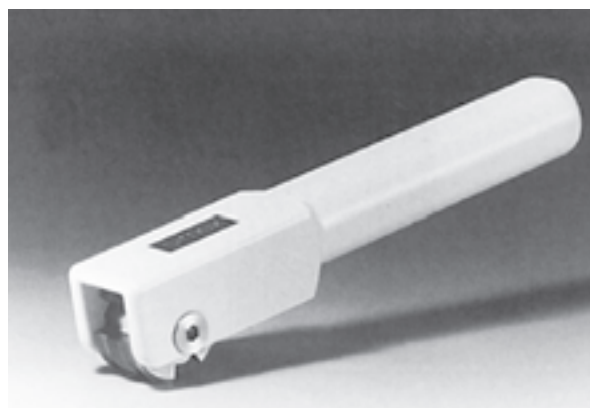
کمتر از 4B در بسیاری از استانداردها مورد پذیرش قرار نمی‌گیرد.

جدول ۱-۱۳- مربوط به تست چسبندگی بر اساس استاندارد ASTM D-3359

CLASSIFICATION OF ADHESION TEST RESULTS		
CLASSIFICATION	PERCENT AREA REMOVED	SURFACE OF CROSS-CUT AREA FROM WHICH FLAKING HAS OCCURRED FOR SIX PARALLEL CUTS AND ADHESION RANGE BY PERCENT
5B	0% None	
4B	Less than 5%	
3B	5 - 15%	
2B	15 - 35%	
1B	35 - 65%	
0B	Greater than 65%	



شکل ۱۳-۱۳- مجموعه‌ی تست چسبندگی رنگ



شکل ۱۳-۱۲- کاتر مخصوص اندازه‌گیری چسبندگی به روش صلیبی