



فصل ۳

عملیات در صنایع پوششی



در این پودمان هنرجویان با عملیات آماده‌سازی قطعه جهت پوشش‌دهی، مفاهیم و کاربرد آبکاری و پوشش‌های آلی آشنا می‌شوند. آموزش این پودمان به صورت تدریس نظری و عملی پیش‌بینی شده است. در ابتدا مطالب نظری عملیات آماده‌سازی قطعه جهت پوشش‌دهی آورده شده است و در ادامه معرفی، مفاهیم و کاربرد آبکاری و پوشش‌های آلی آورده شده است. سپس به فراخور امکانات و تجهیزات موجود در هنرستان‌ها، فعالیت‌های عملی ساده و قابل اجرا آورده شده است. همچنین در این پودمان استفاده هم‌زمان از فیلم‌های آموزشی با مطالب درسی پیش‌بینی شده است. با توجه به اینکه بازدید از مراکز صنعتی مرتبط با هر دستگاه و فرایند، تأثیر بسزایی در امر یادگیری دارد، از هنرآموزان محترم درخواست می‌شود که در این راستا نیز بازدیدهای خواسته‌شده را انجام دهند. اغلب فعالیت‌های این پودمان به صورت گروهی در نظر گرفته شده است؛ بنابراین لازم است که هنرآموزان محترم با تقسیم‌بندی هنرجویان کلاس به گروه‌های مختلف ۳ تا ۴ نفره و با آموزش و راهنمایی دقیق گروه‌های دانش‌آموزی، به طور مستقیم در فرایند یاددهی و یادگیری مشارکت مؤثر داشته باشند. همچنین هنرآموزان گرامی توجه داشته باشند که در فرصت‌های یادگیری پیش‌بینی شده، به شایستگی‌های غیرفنی این واحد یادگیری مانند اخلاق حرفه‌ای (وقت‌شناسی، حضور منظم و به موقع، انجام دادن وظایف و کارهای محول، پیروی از قوانین کارگاهی و غیره)، کار گروهی (حضور فعال در فعالیت‌های گروهی، انجام دادن کارها و وظایف محول) و مستندسازی (گزارش‌نویسی فعالیت‌های کارگاهی) توجه ویژه باشند.

مرحله ۱: آماده‌سازی قطعه برای پوشش دادن

هدف توانمندسازی ۱: بیان مراحل مختلف آماده‌سازی قطعه پیش از پوشش‌دهی به کمک تصویر و بحث گروهی

باتوجه به تصویرهای زیر درمورد انواع پوشش‌های صنعتی گفت‌وگو کنید. به نظر شما پوشش‌ها، چه اهمیتی در زندگی بشری دارند؟ آیا می‌توانید مثال‌های دیگری بیاورید؟



بحث گروهی ۱





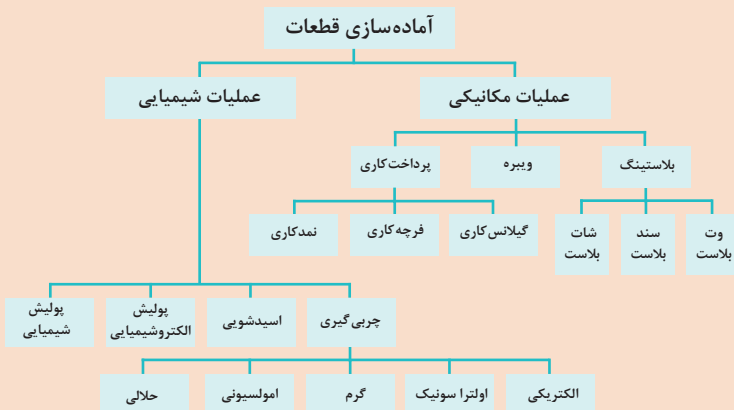
پاسخ: با توجه به تصویرها می‌توان گفت عوامل محیطی موجب تغییرات ناخواسته و نامطلوب در سازه‌های مختلف صنعتی می‌شوند و آسیب‌های فراوانی به آنها وارد می‌کنند. برای جلوگیری از این پدیده، می‌توان با ایجاد پوشش بر روی سازه‌ها، علاوه بر ظاهر مناسب‌تر آنها، طول عمر بیشتری برای آنها فراهم کرد. هنرجویان پوشش‌های مختلف آشنا مانند رنگ، آبکاری و لعاب را نام ببرند.

هدف توانمندسازی ۲: بیان مراحل مختلف آماده‌سازی مکانیکی قطعه قبل از پوشش‌دهی به کمک تصویر

بیشتر بدانید



نمودار داده‌شده، عملیات آماده‌سازی قطعه را به‌طور کامل نشان می‌دهد. در متن کتاب درسی نمودار ساده‌تری بیان شده است.





تقسیم‌بندی سمباده‌ها بر اساس اندازه ذرات

عدد مش بیانگر تعداد سوراخ‌ها در طول یک خط یک اینچی (۲/۵۴ سانتی‌متر) از یک توری الک، است. برای مثال ذراتی با اندازه مش ۱۰۰ از توری الک عبور کرده‌اند که در طول یک اینچ از آن الک ۱۰۰ سوراخ وجود دارد؛ بنابراین، هرچه عدد مش بالاتر رود، ذرات ریزتر می‌شوند. پس سمباده ۱۸۰، دانه ریزتر از سمباده ۱۰۰ است. سمباده‌ها بر اساس تعداد ذره‌های ساییده آنها در هر واحد سطح (اینچ مربع) و در نتیجه ریزی و درشتی ذرات شماره‌گذاری و درجه‌بندی می‌شوند. شماره پایین‌تر دلیل بر وجود تعداد کمتر ذره در یک اینچ مربع است؛ در نتیجه ذرات درشت‌تر هستند و سمباده زبرتر خواهد شد.

درجه	خیلی ریز	خیلی ریز	ریز	متوسط	نرم	خیلی نرم	خیلی نرم
شماره	۱۲ تا ۳۰	۴۰ تا ۸۰	۸۰ تا ۱۲۰	۱۲۰ تا ۱۵۰	۱۶۰ تا ۲۰۰	۲۲۰ تا ۳۸۰	۴۰۰ تا ۶۰۰

نمد پرداخت کاری

صفحه‌ای دایره‌ای به قطر حدود ۳۰ و ضخامتی حدود ۶ سانتی‌متر که جنس آن از پشم طبیعی بسیار فشرده و سخت است. شکل زیر نمد پرداخت کاری ساخته‌شده از پشم فشرده را نمایش می‌دهد.



نمد پرداخت کاری را به دستگاه پرداخت کاری چرخان با سرعت بالا می‌بندند.

چرخ گیلانس

چرخ گیلانس از مجموعه‌ای پارچه گرد از جنس و قطر یکسان تشکیل شده است که به صورت فشرده با دوخت هوای متراکم نخی به هم متصل شده است و یک صفحه گرد پارچه‌ای با قطر ۱ تا ۱/۵ سانتی‌متر را می‌سازند. پارچه هوا به خاطر اینکه تار و پودشان دیرتر از هم جدا شود، بسیار ریز دوخت هستند. شکل صفحه بعد نمایی از چرخ گیلانس را نمایش می‌دهد.



فرایند سندبلاست

ماسه پاشی (ذرات سیلیس) یا پرتاب ماسه با فشار بسیار زیاد هوا به سطوح مختلف را سندبلاست می‌گویند. در این روش ذرات ساینده (ماسه) که بیشتر از جنس سیلیس و یا اکسید فلزات هستند، با استفاده از فشار باد کمپرسور شتاب می‌گیرند و همراه با جریان پر فشار هوا بر روی سطح قطعه پاشیده یا کوبیده می‌شوند و باعث سایش، کنده شدن اکسیدها، پوسته‌های ناخواسته و تغییر بافت (مات شدن) سطح قطعه می‌شوند.

فرایند وت بلاست

وت بلاست یا سندبلاست با آب، روش جدیدتری برای رهایی از غبار و الکتریسیته ساکن فناوری سندبلاست خشک است. وت بلاست در واقع استفاده از ساینده مرطوب، جهت عملیات پاکسازی سطوح بدون ایجاد غبار در محیط کار است. در این روش با تکیه بر خاصیت ضد گرد و غبار آب، و با استفاده از فشار حاصل از پمپ‌ها، آب را در جریان عبوری ساینده و هوا قبل از خروج از نازل تزریق می‌کنند، که باعث می‌شود مخلوط پر فشار هوا و ذرات ساینده مرطوب شوند و پس از برخورد و سایش سطح مورد نظر، غباری در محیط ایجاد نشود.

پولیش کاری قطعات کوچک و ریز با دستگاه لرزنده

انجام عملیات پولیش قطعات با اندازه‌های کوچک و متوسط (در اندازه یراق آلات کیف و کفش و دگمه‌های فلزی) در روش‌های دستی و سنتی، بسیار هزینه‌بر و وقت‌گیر است و علاوه بر این در بعضی موارد به دلیل شکل هندسی سطح قطعه، حتی غیر ممکن است. برای رفع این مشکل امروزه در خصوص پرداخت قطعات کوچک و ریز با اشکال پیچیده از دستگاه‌های پرداخت لرزنده استفاده می‌کنند. دستگاه‌های لرزنده بسته به نوع، اندازه و میزان تولید قطعه در اندازه مختلف با ظرفیت‌های متفاوت حجمی از چند لیتر تا چند مترمکعب ساخته می‌شوند. ساختمان دستگاه به صورتی است که یک مخزن که بر روی پایه‌های فنری قرار گرفته است، به روی کف کارگاه مستحکم می‌شود. وقتی که دستگاه روشن می‌شود، یک موتور الکتریکی باعث حرکت لرزشی خفیفی در مخزن و محتویات

آن می‌شود. درون مخزن را با قطعاتی از سنگ‌های ساینده مصنوعی (مانند پرسلان یا همان چینی) و یک محلول شوینده مخصوص این کار، پر می‌کنند.

پولیش الکتریکی^۱

الکتروپولیش فرایندی است که در آن سطح فولاد، فولاد زنگ‌زن، آلیاژهای مس و آلومینیم را در حمامی الکترولیتی، صاف، صیقلی، تمیز و چین‌زدایی می‌کند. این فرایند، به‌طور انتخابی، زبری‌های فلز را می‌زداید و سطح فلز را براق‌تر می‌سازد. از زمان به‌کارگیری پولیش الکتریکی یا پولیش برقی در دهه ۵۰ قرن بیستم، تاکنون اصلاحات قابل توجهی در این فرایند رخ داده است. طیف وسیعی از الکترولیت‌ها وجود دارند که از آنها برای الکتروپولیش انواع فلزات استفاده می‌شود. در الکتروپولیش یا پولیش برقی که به عنوان «آبکاری معکوس» نیز شناخته می‌شود، به‌طور عمومی از یک جریان برق مستقیم و یک الکترولیت (حاوی مخلوطی از اسیدها به همراه افزودنی‌های آلی) برای ایجاد یک سطح براق در قطعات استفاده می‌شود. بعد از فرایند پولیش الکتریکی، قطعات فلزی سطحی بسیار تمیز و با مقاومت به خوردگی بالا پیدا می‌کنند. سامانه پولیش الکتریکی مشابه خط آبکاری است. یک منبع تغذیه، جریان متناوب برق را به جریان مستقیم در ولتاژهای پایین تبدیل می‌کند. از یک مخزن فولادی که با لاستیک پوشانده شده باشد، به عنوان وان الکتروپولیش و از صفحاتی از جنس سرب نرم (مقاوم در برابر خوردگی در محیط‌های اسیدی) که در داخل محلول به قطب منفی منبع تغذیه وصل می‌شوند، به عنوان کاتد استفاده می‌شود. تعدادی قطعه نیز که باید الکتروپولیش شوند، آند هستند و به قطب مثبت منبع تغذیه متصل شده‌اند. شکل زیر یک قطعه را قبل و بعد از عملیات الکتروپولیش نشان می‌دهد.



دستگاه الکتروپولیش (سمت چپ) و نمونه‌ای از قطعه پرداخت‌شده توسط آن

واکس پرداخت کاری

واکس پرداخت کاری یکی از عوامل مؤثر و مورد نیاز در عملیات پرداخت کاری است که برای صیقل دادن و پولیش کردن قطعات استفاده می‌شود. واکس‌های پرداخت کاری از دو ترکیب چربی‌های سنگین و ذرات ساینده تشکیل شده‌اند. ذرات ساینده موجود در واکس‌های پرداخت کاری بسیار ریز دانه هستند و چربی موجود در واکس باعث

می‌شود که عملیات سایش سطح قطعه در یک محیط چرب با اصطکاک پایین رخ دهد. بنابراین عملیات سایش سطحی، منجر به پیدایش یک سطح براق و آینه‌ای می‌شود. ذرات ساینده به کار رفته در واکس‌های پرداخت کاری متنوع هستند و هر کدام رنگ مخصوص به خود را دارند. برخی از این ذرات ساینده عبارت‌اند از:

- ذرات آلومینیم اکسید به رنگ سفید و خاکستری
- ذرات سیلیکون کاربید به رنگ خاکستری
- ذرات کروم اکسید به رنگ سبز
- ذرات کوارتز اوپال به رنگ‌های قهوه‌ای روشن تا تیره



نمونه‌هایی از ذرات ساینده به کار گرفته شده در واکس‌های پرداخت کاری

بدین ترتیب ملاحظه می‌کنید که واکس‌های پرداخت کاری را می‌توان با رنگ‌های مختلف تهیه کرد. واکس‌ها به چند دسته تقسیم‌بندی می‌شوند:

- واکس قرمز مخصوص برنز و مس
- واکس مشکی مخصوص آهن و فولاد
- واکس سفید برای فلز آلومینیم
- واکس آبی و یا سبز برای استیل زنگ‌زن

هدف توانمندسازی ۳: انجام دادن تمیزکاری مکانیکی به کمک برس و سنباده

فعالیت عملی ۱



تمیزکاری مکانیکی

راهنمایی: در این فعالیت از قطعات فلزی زنگ‌زده و استفاده‌شده که روی آنها زنگ آهن، مواد و مصالح ساختمانی و آلاینده‌هایی چون چربی‌ها و گرد و غبار وجود دارد، برای تمیزکاری مکانیکی استفاده شود. برای این فعالیت از وسایل تمیزکاری مانند انواع برس سیمی، سنباده با زبری‌های مختلف و وسایل دیگر متناسب با قطعه انتخاب‌شده استفاده شود. سپس مطابق روش کار گفته‌شده در کتاب درسی، هنرآموزان محترم از هنرجویان بخواهند که قطعات آلوده را با دقت تمیزکاری مکانیکی کنند. سپس قطعات تمیزکاری مکانیکی‌شده برای مراحل بعدی در خشکانه ذخیره شوند.

هدف توانمندسازی ۴: انجام دادن چربی‌گیری قطعات کار با استفاده از مواد چربی‌گیر آلی و قلیایی

فعالیت عملی ۲



چربی‌زدایی با حلال‌های آلی
راهنمایی: مطابق روش کار گفته شده در کتاب درسی، هنرآموزان محترم از هنرجویان بخواهند که چربی‌گیری قطعات تمیزکاری مکانیکی شده را با استفاده از مواد چربی‌گیر آلی با دقت انجام دهند. سپس قطعات چربی‌گیری شده برای مراحل بعدی در خشکانه ذخیره شوند.

فعالیت عملی ۳



چربی‌زدایی با چربی‌گیرهای قلیایی
راهنمایی: مطابق روش کار گفته شده در کتاب درسی، هنرآموزان محترم از هنرجویان بخواهند که پس از تهیهٔ محلول چربی‌گیری قلیایی، چربی‌گیری قطعات تمیزکاری مکانیکی شده را با استفاده از مواد چربی‌گیر قلیایی با دقت انجام دهند. سپس قطعات چربی‌گیری شده برای مراحل بعدی در خشکانه ذخیره شوند.

پرسش ۱



به نظر شما چه نکات ایمنی را در عملیات چربی‌گیری قلیایی باید رعایت کرد؟
پاسخ:

در تمامی مراحل عملیات چربی‌گیری قلیایی، از دستکش و لباس مناسب استفاده شود. زیرا محلول‌های چربی‌گیری قلیایی مخلوطی از چند مادهٔ قلیایی هستند و تماس پوستی با آن سوزش، خارش و سوختگی ایجاد می‌کند.
در تمامی مراحل عملیات چربی‌گیری قلیایی، از عینک ایمنی استفاده شود. تماس محلول چربی‌گیری قلیایی موجب آسیب شدید به چشم می‌شود.
عمل چربی‌گیری زیر هود و با استفاده از ماسک انجام شود، زیرا به دلیل استفاده از دمای حدود ۸۰-۷۰ درجهٔ سلسیوس در آزمایش بخارات محلول قلیایی موجب آسیب به ریه‌ها می‌شود.

هدف توانمندسازی ۵: ارزیابی کیفیت قطعات چربی‌گیری شده به‌طور عملی

راهنمایی: مطابق روش کار گفته شده در کتاب درسی، هنرآموزان محترم از هنرجویان بخواهند که با دقت کیفیت قطعات تمیزکاری مکانیکی شده و چربی‌گیری شده توسط حلال و قلیا را با استفاده از آزمایش گسستگی لایهٔ آب انجام دهند. سپس جدول ۱ را کامل کنند و با بحث گروهی، بهترین قطعات چربی‌گیری شده، انتخاب شوند. در

پایان گروه هنرجویی منتخب تشویق بیشتر شود.
نمونه‌ای از نتایج بررسی کیفیت سطوح چربی‌گیری شده در جدول زیر نشان داده شده است.

شرح کار	نمونه ۱	نمونه ۲	نمونه ۳	نمونه ۴
روش چربی‌گیری	با حلال	با قلیا	با حلال	با قلیا
تاریخ چربی‌گیری	۹۷/۱۰/۵	۹۷/۱۰/۵	۹۷/۱۰/۵	۹۷/۱۰/۵
نتیجه آزمایش گسستگی آب	خوب	متوسط	خوب	خوب
تاریخ انجام آزمایش	۹۷/۱۰/۵	۹۷/۱۰/۵	۹۷/۱۰/۵	۹۷/۱۰/۵

هدف توانمندسازی ۶: انجام دادن اسیدشویی قطعات کار به طور عملی

فعالیت عملی ۴



اسیدشویی قطعه‌های آهنی

راهنمایی: مطابق روش کار گفته شده در کتاب درسی، هنرآموزان محترم از هنرجویان بخواهند که با دقت قطعات تمیزکاری مکانیکی شده و چربی‌گیری شده را توسط سولفوریک اسید و یا هیدروکلریک اسید، اسیدشویی کنند. سپس کیفیت سطوح تمیزشده را با ذره‌بین با بزرگنمایی $\times 10$ بررسی کنند و با بحث گروهی، بهترین گروه و قطعات، انتخاب شوند. در پایان گروه هنرجویی منتخب تشویق بیشتر شود.

هدف توانمندسازی ۷: انجام دادن عملیات حکاکی به طور عملی

فعالیت عملی ۵



عملیات حکاکی

راهنمایی: به دلیل اینکه معمولاً در بین مراحل مختلف آماده‌سازی (تمیزکاری مکانیکی، چربی‌گیری و اسیدشویی) و انجام عملیات پوشش‌دهی، فاصله زمانی ایجاد می‌شود و قطعات آهنی دچار زنگ‌زدگی می‌شوند، ضروری است که عمل اچ کردن قطعات قبل از عملیات پوشش‌دهی انجام شود. بنابراین مطابق روش کار گفته شده در کتاب درسی، هنرآموزان محترم از هنرجویان بخواهند که قطعات تمیزکاری شده را توسط سولفوریک اسید، با دقت اسیدشویی کنند.

مرحله ۲: آبکاری

هدف توانمندسازی ۸: بیان مفهوم آبکاری و اهداف و کاربرد آن به کمک تصویر، بحث گروهی و تحقیق

بحث گروهی ۲



به قطعات آبکاری شده زیر توجه کنید. چه تشابه و تفاوت‌هایی در آنها مشاهده می‌کنید؟



پاسخ: در همه تصاویرها از یک لایه به عنوان پوشش بر روی جسم استفاده شده است. در برخی از این وسایل جنبه زیبایی، و در برخی دیگر هدف افزایش طول عمر، جلوگیری از خوردگی و بالا رفتن مقاومت مکانیکی قطعه مدنظر است.

تحقیق کنید ۱



برای جلوگیری از خوردگی داخل مخزن‌های نگهداری مواد و مایعات مختلف شیمیایی در صنایع چه اقداماتی انجام می‌شود؟
راهنمایی: هنرآموزان و هنرجویان با تحقیق کتابخانه‌ای و اینترنتی و با توجه به نوع مواد بدنه و داخل مخزن، انواع روش‌های پوشش‌دهی مخزن‌های نگهداری مواد و مایعات مختلف شیمیایی را تهیه کنند.

تحقیق کنید ۲



در صنایع غذایی معمولاً شدت خوردگی زیاد نیست، اما حتی میزان کم آن نیز غیر مجاز است. تحقیق کنید برای جلوگیری از خوردگی داخل قوطی های نگهداری مواد غذایی، چه اقداماتی انجام می شود؟

پاسخ: خصوصیات نوع ورق مورد استفاده در قوطی سازی بسیار حائز اهمیت است. ابتدا برای بسته بندی مواد غذایی تنها قوطی های حلبی (ورقه آهنی پوشیده شده با لایه ای از قلع به قطر یک صدم میلی متر) مورد استفاده قرار می گرفت، ولی با گذشت زمان ورق های استیل بدون قلع نیز برای این منظور استفاده می شوند که ماده اصلی این گونه ورق ها پوشش کروم اکسید با کیفیت بالا است.

اصطلاح پوشش قوطی، مترادف پوشش دهی فلزات مورد استفاده در صنعت ساخت قوطی و بسته بندی های فلزی است. پوشش های محافظ قوطی و ظروف بسته بندی فلزی قدمتی در حدود نیم قرن دارند. زمانی که تولید انبوه صنایع غذایی وسعت پیدا کرد و ساخت قوطی های کنسرو این مواد در سطح جوامع صنعتی جزء نیازهای زندگی شد، این پوشش ها از نظر کیفی متحول شدند. امروزه سطح خارجی قوطی ها با اهداف تزئینی و تبلیغاتی پوشش داده می شوند. سطح داخلی آنها نیز برای محافظت و نگهداری در برابر خوردگی ناشی از واکنش محتویات قوطی با بدنه فلزی آن از لاک و لعاب پوشیده می شوند. پوشش های یاد شده باید فاقد مواد مضر برای سلامتی انسان باشند و اثری بر طعم، رنگ و بوی مواد غذایی نداشته باشند. همچنین مواد اولیه استفاده شده در آنها باید مطابق استانداردها و موازین سازمان های بهداشت جهانی باشد. در کشور ایران ساخت قوطی فلزی از سال ۱۳۰۷ شمسی مورد توجه قرار گرفت.

تحقیق کنید ۳



به چه دلیل در وسایل فلزی آشپزخانه از آبکاری استفاده می شود؟ کدام فلز یا فلزات برای این مورد به کار می روند؟

پاسخ: در وسایل آشپزخانه هم جنبه زیبایی و هم جنبه مقاومت در مقابل خوردگی دلیل انجام آبکاری است. برای این مورد از آبکاری کروم استفاده می شود.



در مورد کاربردهای فلزات مختلف جهت آبکاری و خواص آنها تحقیق کنید و جدول زیر را کامل نمایید.

فلزات	کاربردها و خواص پوشش‌های مختلف آبکاری
طلا	مقاومت در برابر محصولات شیمیایی و اکسیدشدن در دمای بالا، بازتاب گرما، افزایش رسانایی الکتریکی، شکل‌پذیری عالی، جنبه زیبایی، بهبود ظاهر قطعه، استفاده در جواهرسازی، منعکس‌کننده‌ها، عینک‌ها، اتصالات الکتریکی، رسانایی خوب سازه‌های الکترونیکی، قطعات رایانه، تجهیزات خاص آزمایشگاهی و پزشکی، استفاده در لوازم خانگی (میز، قوری، بشقاب) به خاطر ظاهر زینتی
نقره	بهبود ظاهر قطعه، افزایش رسانایی الکتریکی در مدارهای الکتریکی، ایجاد قدرت انعکاس نور در یک قطعه، جنبه زیبایی، خواص الکتریکی خوب، مقاومت در برابر بسیاری از محصولات شیمیایی، کاربرد آن در لوازم خانگی (میز، قوری، بشقاب) به دلیل ظاهر زینتی، در تجهیزات پزشکی، تجهیزات شیمیایی، اتصالات الکتریکی به دلیل رسانایی خوب
کروم	مقاومت در برابر خوردگی، افزایش مقاومت مکانیکی، بهبود ظاهر قطعه، بهداشتی کردن قطعات
نیکل	مقاومت در برابر خوردگی در برابر بسیاری از خوردنده‌های محیطی، افزایش مقاومت مکانیکی، بسیار زینتی و کاربرد در داخل مخازن صنایع شیمیایی
مس	ظاهر جذاب (وقتی صیقل و جلا داده می‌شود) و مقاومت خوب در برابر خوردگی، رسانایی الکتریکی و گرمایی بالا، به عنوان لایه پایه برای بهبود چسبندگی لایه پشته مانند نیکل و کروم، محافظ قطعات در فرایند گرمایی، لایه محافظ نفوذ هیدروژن
برنج ^۱	ظاهر جذاب با صیقل و جلا دادن، افزایش چسبندگی لاستیک رویی
برنز ^۲	جایگزین نیکل در زیورآلات، جایگزین قلع در الکترونیک و برق با خواص بهتر از قلع، پوشش پایه برای کروم و نیکل، محافظت قطعات ساخته شده از فولاد
روی	محافظت از خوردگی الکتروشیمیایی، قیمت پایین، کاربرد وسیع برای محافظت کاتدی قطعات ساخته شده از فولاد، به عنوان پوشش در پیچ، مهره، میخ، قطعات عمومی دیگر
آلومینیم	سبکی سازه آلومینیم، رسانایی الکتریکی بالا، کاربرد در صنایع برق و مخابرات
پلاتین	ظاهر زینتی، مقاوم در برابر خوردگی، ایجاد لایه‌های خیلی نازک برای مقاصد زینتی، برای محافظت قطعات در برابر خوردنده‌های خاص مشخص محیطی
قلع	مقاوم در برابر خوردگی، ظاهر جذاب، آسان برای جوشکاری، نرم و شکل‌پذیر، استفاده شده در قوطی‌های کنسرو غذا، قسمت‌های مشخص و خاص یخچال، قطعه‌های الکترونیکی، پوشش سیم‌های مسی در لحیم کاری

۱. آلایز برنج شامل فلزات مس و روی می‌باشد (Brass Alloy).

۲. آلایز برنز از ترکیب مس با عناصری همچون قلع، آلومینیم، منگنز و یا فسفر تولید می‌شود و مفرغ آلبازی از مس و قلع است (Bronze Alloy).

هدف توانمندسازی ۹: بیان مبانی آبکاری به کمک مثال، فرمول، تصویر و تمرین

تمرین ۱



در یک تانک آبکاری روی، اگر جریان ۵۰۰ آمپری در مدت ۳۰ دقیقه از محلول عبور کند و مقدار ۲۵۰ گرم از جرم تیغه آند کاسته شود، بازده کاتدی چقدر بوده است؟

$$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Zn}$$
 پاسخ:

$$m = \frac{q}{f} \times \frac{M}{n} = \frac{500 \times 30 \times 60}{96500} \times \frac{65}{2} = 303/1 \text{ g}$$

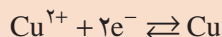
$$\text{بازده کاتد} = \frac{\text{جرم پوشش (واقعی)}}{\text{جرم پوشش (نظری)}} \times 100 = \frac{250}{303/1} \times 100 = 82/48 \%$$

تمرین ۲



در یک تانک آبکاری مس، جریان ۱۵ آمپر از داخل محلول مس سولفات به مدت ۱۰ دقیقه عبور می‌کند. اگر بازده کاتد ۱۰۰٪ باشد،
 الف) چه جرمی از مس بر روی قطعاتی که در کاتد قرار گرفته‌اند، می‌نشیند؟
 جرم اتمی مس برابر ۶۳/۵ گرم بر مول است.
 ب) اگر مجموع سطح آبکاری شده ۱۵۰۰ سانتی‌متر مربع باشد، ضخامت لایه مسی که بر روی قطعات نشسته است، به‌طور متوسط چقدر است؟ چگالی مس ۸/۹۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب است.

پاسخ:
 الف)



$$I = 10 \times 60 = 600 \text{ s}$$

$$q = I \times t = 15 \times 600 = 9000 \text{ C}$$

$$m = \frac{q}{f} \times \frac{M}{n} = \frac{9000}{96500} \times \frac{63/5}{2} = 2/96 \text{ g}$$

چون بازده کاتد ۱۰۰٪ است، جرم محاسبه‌شده (جرم نظری) برابر جرم واقعی پوشش است.

ب) حجم لایه مس برابر است با:

ضخامت متوسط لایه مس بر روی قطعات × سطح پوشش مس = حجم لایه مس

$$V = S \times X$$

با توجه به رابطه چگالی: $d = \frac{m}{v} \rightarrow v = \frac{m}{d} \rightarrow S \times X = \frac{m}{d} \rightarrow X = \frac{m}{d \times S}$

$$X = \frac{m}{d \times S} = \frac{2/96}{8/93 \times 1500} = 2/2 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

$$2/2 \times 10^{-4} \text{ cm} \times \frac{10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ cm}} \times \frac{10^6 \mu\text{m}}{1 \text{ cm}} = 2/2 \mu\text{m}$$



پتانسیل کاهش یون‌های نیکل و کروم، در دمای 25°C با غلظت‌های زیر، چند ولت است؟

(الف) محلول نیکل (Ni^{2+}) با غلظت 0.01 مولار $E^{\circ}\text{Ni}^{2+} / \text{Ni} = -0.25\text{V}$

(ب) محلول کروم (Cr^{3+}) با غلظت 0.1 مولار $E^{\circ}\text{Cr}^{3+} / \text{Cr} = -0.74\text{V}$

پاسخ:

$$E = -0.25 + \frac{0.059}{2} \times \log 0.01 = -0.309\text{V} \quad (\text{الف})$$

$$E = -0.74 + \frac{0.059}{3} \times \log 0.1 = -0.760\text{V} \quad (\text{ب})$$

هدف توانمندسازی ۱۰: معرفی اجزای مختلف یک دستگاه آبکاری به کمک تصویر و پرسش



چرا نمی‌توان به کمک آبکاری، یک لایه از فلز آلومینیم را از محلول آبی بر سطح یک قطعه نشانده؟ (با مراجعه به جدول ۲ پاسخ صحیح را بیان کنید)

پاسخ: پتانسیل کاهش یون‌های آلومینیم در شرایط استاندارد برابر -1.67V - ولت است. به دلیل توانایی بسیار کم یون‌های آلومینیم در گرفتن الکترون و کاهش یافتن حتی در محیط‌های خنثی، یون‌های هیدروژن در کاتد کاهش می‌یابند و به روش آبکاری نمی‌توان یک لایه از فلز آلومینیم را از محلول آبی بر سطح یک قطعه نشانده.

هدف توانمندسازی ۱۱: آماده‌سازی محلول‌های مختلف مورد نیاز حمام‌های آبکاری



در مورد روش سیاه قلم مس تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.



پاسخ: آبکاری سیاه قلم مس در تهیه و تولید قطعات تزئینی کاربرد فراوانی دارد. ساز و کار عمل تمامی محلول‌های سیاه قلم مس بر اساس ایجاد قشر نازکی از نمک مس اکسید یا مس سولفید و یا ترکیبی از این دو بر سطح فلز مس استوار است. اجزای اصلی یکی از محلول‌های سیاه قلم، مس کربنات، آمونیاک، سود و آب مقطر است.

هدف توانمندسازی ۱۲: انجام آبکاری مس قطعات آماده شده و بررسی چسبندگی آن به طور عملی

فعالیت عملی ۶



آبکاری مس روی قطعات آهنی

مواد و وسایل لازم: قطعات آماده شده، مجموعه دستگاه آبکاری، آند مسی حل شونده، تیواوره، دکستین، سولفوریک اسید، کاغذ pH راهنمایی: مطابق روش کار گفته شده در کتاب درسی، رعایت نکات ایمنی و زیست محیطی، ابتدا محلول های مورد نیاز تهیه شوند و سپس آبکاری مس قطعات آماده شده انجام شود. از هنجریان واکنش های شیمیایی صورت گرفته در قسمت های آندی و کاتدی پرسیده شود. سپس چسبندگی و انعطاف پذیری پوشش ایجاد شده بر سطح قطعات مطابق جدول بررسی شود. با بحث گروهی، بهترین قطعه آبکاری شده، انتخاب شود و علت آن را مشخص کنید. در پایان گروه هنجری تشویق بیشتر شود.

هدف توانمندسازی ۱۳: آبکاری نیکل بر روی قطعات آهنی و بررسی چسبندگی آن به طور عملی

فعالیت عملی ۷



آبکاری نیکل روی قطعات آهنی

مواد و وسایل لازم: قطعات آماده شده، مجموعه دستگاه آبکاری، آند نیکلی حل شونده، نیکل کلرید، نیکل سولفات، بوریک اسید، کاغذ pH راهنمایی: مطابق روش کار گفته شده در کتاب درسی، رعایت نکات ایمنی و زیست محیطی، ابتدا محلول های مورد نیاز تهیه شوند و سپس آبکاری نیکل قطعات آماده شده انجام شود. از هنجریان واکنش های شیمیایی صورت گرفته در قسمت های آندی و کاتدی پرسیده شود. سپس چسبندگی و انعطاف پذیری پوشش ایجاد شده بر سطح قطعات مطابق جدول بررسی شود. با بحث گروهی، بهترین قطعه آبکاری شده، انتخاب شود و علت آن را مشخص کنید. در پایان گروه هنجری تشویق بیشتر شود.

هدف توانمندسازی ۱۴: بررسی نکات ایمنی و زیست‌محیطی در صنعت آبکاری

تحقیق کنید ۶



در مورد صنایع وابسته به صنعت آبکاری تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

پاسخ:

- ۱ صنایع دفاع در تولید سلاح‌ها، موشک‌ها، ماهواره، رادار
- ۲ صنایع هواپیماسازی
- ۳ صنایع خودروسازی
- ۴ صنایع لوازم خانگی (در ساخت تلویزیون، یخچال، آبگرمکن، بخاری، پلوپز)
- ۵ صنایع مخابرات (در ساخت تلفن، کابل‌های انتقال نیرو)
- ۶ صنعت رایانه (در ساخت مدار چاپی)
- ۷ صنایع موتورسازی و دوچرخه‌سازی
- ۸ صنعت ساختمان (در ساخت و تولید وسایل آشپزخانه، در و پنجره آلومینیمی، تولید شیشه)
- ۹ صنایع پزشکی و دندانپزشکی
- ۱۰ تولیدکنندگان یراق‌آلات
- ۱۱ تولیدکنندگان شیرآلات بهداشتی و ساختمانی
- ۱۲ صنایع برقی (در تولید کلید و پریز)
- ۱۳ صنایع بسته‌بندی (در ساخت و تولید قوطی‌سازی)
- ۱۴ صنایع نفت و پتروشیمی
- ۱۵ صنایع پیچ و مهره
- ۱۶ سازندگان ابزار دقیق
- ۱۷ صنایع روشنایی (در ساخت و تولید لوستر)
- ۱۸ صنایع سنگین (فولاد و مس در تولید انواع ورق‌های فولادی، مسی و برنجی)
- ۱۹ منسوجات



روش‌های متداول آبکاری

با توجه به نیاز صنایع و براساس استانداردهای جهانی، براساس یکی از روش‌های ذیل پوشش‌ها بر روی قطعه ایجاد می‌شوند:

۱. آبکاری‌های الکتریکی^۱: آهن، ایندیم، برنج، پالادیم، پلاتین، سرب، رودیم، روی (و آلیاژهای آن)، طلا (و آلیاژهای آن)، قلع (و آلیاژهای آن)، کادمیم - کروم (تزیینی - سخت - آلیاژی)، مس، نقره و نیکل
۲. آبکاری‌های تبدیلی^۲: آندایزینگ (معمولی - رنگی - سخت)، فسفات‌ها، کرومات‌ها و غیره
۳. آبکاری‌های شیمیایی^۳: مس، نیکل
۴. آبکاری‌های تبدیلی^۴: طلا، مس، نقره، قلع، روی و آلومینیم
۵. آبکاری به روش غوطه‌وری گرم (داغ)^۵: آلومینیم، سرب، قلع
۶. آبکاری موضعی (قلمی)^۶؛
۷. آبکاری در خلا^۷؛
۸. آبکاری تماسی^۸؛
۹. الکترولاک^۹؛
۱۰. رنگ‌آمیزی الکتریکی^{۱۰}؛
۱۱. پوشش‌های پودری^{۱۱}؛
۱۲. قطعه‌سازی الکتrolیتی^{۱۲}؛
۱۳. پوشش‌دهی مکانیکی^{۱۳}؛
۱۴. آبکاری نفوذی^{۱۴}؛

-
۱. Electroplating
 ۲. Conversion Coating
 ۳. Electro- less Plating
 ۴. Immersion Plating
 ۵. Hot dip Plating
 ۶. Selective Plating
 ۷. Vacuum Plating
 ۸. Contact Plating
 ۹. Electro- lacquering
 ۱۰. Electroplating
 ۱۱. Powder Coating
 ۱۲. Electroforming
 ۱۳. Mechanical Plating
 ۱۴. Diffusion Coating

مرحله ۳: ایجاد پوشش به کمک رنگ

هدف توانمندسازی ۱۵: بیان مفهوم پوشش رنگ‌های آلی و اجزای آنها به کمک تصویر، بحث گروهی، تحقیق و پرسش

بحث گروهی ۳



به نظر شما، فرایندها و پوشش‌های حاصل از آبکاری و رنگ چه تفاوت‌ها و چه شباهت‌هایی با یکدیگر دارند؟

پاسخ: هر دو روش آبکاری و رنگ، پوششی بر روی جسم ایجاد می‌کنند. تفاوت آبکاری و رنگ در این است که آبکاری با انجام واکنش الکتروشیمیایی و جریان برق یکسو، پوشش ایجاد می‌کند و پوشش از نوع فلزی است، در حالی که در پوشش حاصل از رنگ به جریان یکسو نیازی نیست و پوشش از ترکیبات آلی تشکیل شده است.

تحقیق کنید ۷



در مورد روش‌های خشک شدن رنگ‌ها تحقیق کنید و در کلاس ارائه دهید.

پاسخ: واکنش تبدیل رنگ تر به یک فیلم جامد را که منحصراً به رزین مربوط می‌شود، خشک شدن می‌گویند که به روش‌های زیر انجام می‌شود:

(الف) با تبخیر حلال موجود در رنگ (خشک شدن فیزیکی مانند رزین‌های وینیلی)

(ب) ترکیب رزین با اکسیژن و یا بخار آب مانند آلکید رزین‌ها

(پ) با کمک رطوبت هوا، مانند رزین‌های گروه ایزوسیانید

(ت) استفاده از گرما جهت تسریع خشک شدن، مانند برخی از رنگ‌های کوره‌ای

(ث) ترکیب با یک سخت‌کننده (هاردنر)، مانند رنگ‌های اپوکسی و پلی‌اورتان.

بیشتر بدانید



در تهیه رزین‌های مصنوعی، روغن‌ها به عنوان عامل اصلاح‌کننده مورد استفاده می‌شوند. روغن‌ها از لحاظ ساختار شیمیایی از یک مولکول گلیسرین و سه مولکول اسید چرب تشکیل می‌شوند که نوع و مقدار درصد اسیدهای چرب موجود در روغن‌های مختلف متفاوت است. معمولاً خشک شدن روغن‌ها به نوع و میزان اسیدهای چربی که در آن وجود دارد، بستگی دارد. این روغن‌ها براساس میزان خشک‌شوندگی در برابر هوا به سه گروه تقسیم‌بندی می‌شوند:

- ۱ روغن‌های خشک‌شونده: مانند روغن برزک، روغن چوب‌چینی و روغن ماهی
- ۲ روغن‌های نیمه‌خشک‌شونده: مانند روغن سویا و روغن تال
- ۳ روغن‌های خشک‌نشونده: مانند روغن کرچک و روغن پنبه‌دانه

بحث گروهی ۴



در زمان‌های قدیم از چه موادی به عنوان رنگ‌دانه استفاده می‌کردند؟ چند نمونه مثال بزنید و در مورد کاربردهای هر یک بحث کنید.

پاسخ: مواد رنگی آلی را در زمان‌های قدیم از گیاهان و حیوانات به دست می‌آوردند. برای مثال، رنگ آبی از گیاه نیل، رنگ سبز از کلروفیل و رنگ قرمز از ریشه روناس یا یک نوع ساس قرمز به دست می‌آمد. یکی از موارد استفاده از رنگ‌های فوق در زمینه رنگ‌آمیزی الیاف و پارچه بوده است.

تحقیق کنید ۸



در مورد رنگ‌دانه‌های شبرنگ، متالیک و ضد خوردگی تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

پاسخ: رنگ‌دانه‌های شبرنگ (شب‌نما): دارای این خاصیت است که طول موج‌های فرابنفش نامرئی را جذب می‌کنند و سپس این انرژی جذب شده را به صورت نورهایی به طول موج‌های بلندتر از طیف مرئی پس می‌دهند. از این نوع رنگ‌دانه‌ها در ساخت رنگ‌های اخطاردهنده از قبیل علائم خطوط، آتش‌نشانی، ترافیک، آمبولانس، ارتش و غیره استفاده می‌شود.

رنگ‌دانه‌های متالیک: مانند پودر و خمیر آلومینیم، پودر برنزی طلایی رنگ‌دانه‌های ضد خوردگی: مانند پودر روی، سرنج (سرب اکسید)، آهن اکسید

بحث گروهی ۵



به نظر شما حلال‌های مناسب برای تهیه رنگ چه شرایطی باید داشته باشند؟

پاسخ: به طور کلی حلال‌های مناسب برای رنگ‌های مختلف باید واجد شرایط زیر باشند:

- با رنگ مورد نظر سازگاری داشته و با سایر اجزای رنگ مخلوط یکنواختی را تشکیل دهد.
- ترکیباتی که از نظر زیست‌محیطی مضر هستند (مانند بنزن)، در آن وجود نداشته باشد.
- تبخیر آن در زمان مناسب (با توجه به شرایط محیط) صورت بگیرد، به گونه‌ای که در تشکیل یکنواخت فیلم مربوط و چسبندگی آن به سطح اشکالی ایجاد نکند.
- مصرف آن از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد.



(الف)

آیا آب می تواند همواره یک حلال مناسب برای رنگ ها باشد؟ توضیح دهید.
پاسخ: آب در همه موارد یک حلال مطلوب نیست، چرا که با سایر حلال های آلی مخلوط نمی شود، ضمن اینکه فیلم حاصل از رنگ محلول در آب، پراقت خوبی ندارد و همیشه نسبت به آب حساس است.

(ب)

اگر خشک شدن رنگی بیش از حد معمول به طول انجامد، چه علتی دارد؟ و چه مشکلاتی در فیلم رنگ ایجاد می کند؟ اگر در زمان بسیار کوتاهی رنگ خشک شود، چه علتی دارد و چه مشکلاتی در نتیجه کار خواهد داشت؟
پاسخ: خشک شدن طولانی مدت رنگ می تواند به علت استفاده از حلال نامناسب در زمان ساخت رنگ یا مرحله رقیق سازی رنگ باشد، همچنین ممکن است به علت استفاده از مقدار زیاد حلال در مرحله رقیق سازی رنگ باشد. خشک شدن رنگ در زمان طولانی باعث جذب آلودگی های محیطی مانند گرد و غبار، چربی ها و حشرات روی سطح فیلم تر رنگ می شود و فیلم خشک رنگ مطلوب نخواهد بود. خشک شدن در زمان بسیار کوتاه نیز می تواند به علت استفاده از حلال نامناسب در زمان ساخت رنگ یا مرحله رقیق سازی رنگ و همچنین استفاده از مقدار کم حلال در مرحله رقیق سازی رنگ باشد.

هدف توانمندسازی ۱۶: بیان مفهوم رنگ های حفاظتی و صنعتی و عوامل مؤثر بر آنها به کمک تصویر، بحث گروهی، تحقیق و پرسش

بحث گروهی ۶



به نظر شما در صنعت به چه دلایلی از رنگ ها استفاده می شود؟
پاسخ: جلوگیری و حفاظت از خوردگی و ایجاد فام و رنگ مورد نظر (تزئینی).

پرسش ۴



آیا می توان از یک نوع سامانه پوششی در تمام مناطق آب و هوایی استفاده کرد؟
پاسخ: از آنجا که میزان و نوع خوردگی در مناطق مختلف، متفاوت است، نمی توان از یک نوع سامانه پوششی در تمام مناطق استفاده کرد. لذا بدیهی است اجزای سامانه های پوششی چه از لحاظ نوع مواد اولیه و درصد مصرف آنها و چه از نظر تعداد لایه های رنگ و ضخامت فیلم خشک، با یکدیگر متفاوت باشند.

تحقیق کنید ۹



در مورد ضدزنگ‌ها، نقش آنها در جلوگیری از خوردگی و چند نمونه از آنها، تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

پاسخ: اثر شرایط محیطی از جمله تأثیر بخار آب و گازهای خورنده بر روی اجسام به ویژه فلزات که از طریق واکنش شیمیایی و الکتروشیمیایی صورت می‌گیرد و باعث تغییر شکل و کاهش وزن آنها می‌گردد خوردگی نامیده می‌شود.

برای جلوگیری از این پدیده روش‌های مختلفی به کار گرفته می‌شود که یکی از آنها استفاده از رنگ‌ها و پوشش‌های صنعتی است. در این روش پوشش بر روی سطح به شکل یک لایه، سد مانند عمل کرده و مانع نفوذ عوامل خورنده محیطی به سطح فلز می‌شود.

در مورد رنگ‌های آستری غنی از روی، پوشش به عنوان یک آند فداشونده عمل کرده و حفاظت کاتد را انجام می‌دهد.

پرسش ۵



در تعیین رنگ‌ها و سامانه‌های پوششی برای محیط‌های اتمسفریک به چه عواملی باید توجه کرد؟

پاسخ: نوع و جنس سطح مورد نظر، محیط اطراف سازه و طول عمر مفید پوشش را باید در نظر گرفت.

پرسش ۶



چرا تهیه رنگ‌ها باید به طور دقیق مطابق فرمول‌بندی انجام شود؟

پاسخ: چون فرمول‌بندی‌ها بر اساس استانداردهای مختلف و با توجه به شرایط محیطی و طول عمر مورد نظر مشخص شده است. به همین دلیل هرگونه تغییر در ماهیت و ترکیب نمونه‌های رنگ و حتی فرایند ساخت آنها، در کیفیت محصول تأثیر مستقیم خواهد داشت. برای مثال اگر مقدار رزین در رنگی به اندازه کافی نباشد یا از خشک‌کننده مناسب استفاده نشود و یا رنگدانه‌ها، نرمی موردنظر را نداشته باشند، نمی‌توان به محصول خوب با طول عمر مورد انتظار دست یافت.

بحث گروهی ۷



آیا پیش از اعمال رنگ روی سطوح، عملیات آماده‌سازی ضرورت دارد؟ چه آلاینده‌هایی می‌تواند روی سطح موردنظر باشد؟

پاسخ: پیش از عمل رنگ‌زدن کلیه آلودگی‌ها و عواملی که مانع چسبیدن رنگ است، باید از سطح موردنظر جدا شود. در صورت بی‌توجهی به این موضوع، رنگ فاقد چسبندگی مناسب است و به‌صورت لایه‌ای عمل می‌کند که با هر عامل فیزیکی و شیمیایی قابل جابه‌جایی است.

عوامل آلاینده سطح عبارت‌اند از: گرد و غبار، املاح مختلف، روغن و گریس، رطوبت، اکسیدهای ناشی از زنگ‌زدگی و رنگ‌های باقی‌مانده پیشین.

پرسش ۷



هر یک از تصویرهای داده‌شده، نمونه‌هایی از آماده‌سازی نامناسب قطعه برای رنگ‌کاری را نشان می‌دهد. در هر مورد علت را بیان کنید.



جوشکاری پس از
رنگ‌زدن (سوختن رنگ)



عدم جوشکاری کامل در
محل اتصال



جوشکاری غیر یکنواخت
(گود و برجسته)

بحث گروهی ۸



روش‌های متداول رنگ‌آمیزی و اعمال رنگ چیست؟ در مورد هر یک چه می‌دانید؟

پاسخ: استفاده از قلم مو، استفاده از غلتک و افشاندن یا پاشیدن (اسپری) در مورد استفاده هر یک از روش‌ها هنرجو می‌تواند به کتاب درسی مراجعه نماید.

پرسش ۸



در رنگ‌آمیزی به چه مواردی باید توجه کرد؟

پاسخ:

- استفاده از تجهیزات مناسب و نیروی انسانی با تجربه؛
- پرهیز از استفاده رنگ‌هایی که تاریخ مصرف آنها گذشته است؛
- اطمینان از تمیزی سطح موردنظر؛
- یکنواخت کردن کامل رنگ‌ها، به ویژه نمونه‌هایی که دارای ته‌نشینی شدید هستند؛

- افزایش رقیق کننده و سخت کننده (برای رنگ های دو جزئی) به مقدار مناسب
- رنگ آمیزی بر مبنای تعداد لایه ها و ضخامت مورد نظر با رعایت فاصله زمانی اعمال رنگ بین لایه ها؛
- اجرای عملیات رنگ آمیزی در شرایط مطلوب جوی؛
- رعایت کلیه اصول فنی و شرایط کار از قبیل فشار هوا، نوع نازل، فاصله دست تا سطح و زاویه پاشش؛
- پرهیز از استفاده رنگ های آستری، میانی و رویه به جای یکدیگر؛
- استفاده از وسایل ایمنی به هنگام کاربرد رنگ های صنعتی

پرسش ۹



در چه صورتی ناظران می توانند کار نظارتی خود را به خوبی انجام دهند؟ پاسخ: در صورتی ناظران می توانند کار نظارتی خود را به خوبی انجام دهند که آموزش و مهارت های لازم را کسب کرده باشند و همچنین لوازم و وسایل مورد نیاز جهت نظارت را در اختیار داشته باشند.

تحقیق کنید ۱۰



به چه دلایلی، عارضه های نامطلوب در فیلم رنگ (شکل ۱۶)، ایجاد شده است؟ در مورد علت های آن تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.



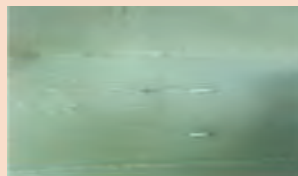
پدیده پوست سوسماری شدن فیلم استفاده از حلال ناکافی و توزیع نامناسب اجزای رنگ



پدیده ترک خوردگی فیلم نازکی بیش از حد فیلم رنگ، توزیع نامناسب اجزای رنگ، حلال نامناسب



پدیده پوسته ای شدن توزیع نامناسب اجزای رنگ



پدیده شره کردن توزیع نامناسب اجزای رنگ

توجه: جهت ایجاد یک عارضه یا آسیب در سطح فیلم ممکن است چندین عامل دخالت داشته باشد.

■ علت پوسته‌ای شدن

- ۱ عدم آماده‌سازی مطلوب سطح
- ۲ رعایت نکردن ضخامت رنگ (خصوصاً آستری)
- ۳ فشار بالای باد به هنگام پاشش رنگ
- ۴ گرانش نامناسب رنگ
- ۵ ناهماهنگی و عدم سازش رنگ‌ها

■ علت ترک خوردگی سطحی

- ۱ استفاده از حلال با سرعت تبخیر بالا
- ۲ اعمال پوشش با ضخامت بالا
- ۳ فرمولاسیون نامناسب رنگ
- ۴ ناهماهنگی و عدم سازش رنگ‌های آستری و رویه

■ علت پوست سوسماری شدن

نوعی از ترک خوردگی سطحی است. ترک‌ها در این حالت منحصر به سطح فیلم بوده و به عمق سرایت نکرده‌اند. دلایل پدید آمدن این عیب مشابه با پدیده ترک خوردگی است. به‌ویژه اعمال پوشش با سختی بالا (قابلیت انعطاف‌پذیری کم) بر یک آستر نرم و انعطاف‌پذیر.

■ علت شره کردن

- ۱ رقیق بودن بیش از حد رنگ
- ۲ فاصله کم پیستوله و سطح
- ۳ مرطوب بودن و یا چرب بودن سطح
- ۴ چرب بودن هوای کمپرسور
- ۵ ضخامت بیش از حد
- ۶ استفاده از حلال با سرعت تبخیر کم
- ۷ دمای خیلی پایین سطح و یا رنگ
- ۸ اعمال رنگ رویه در فاصله کمتر از زمان داده شده بر روی آستری

تحقیق کنید ۱۱



تفاوت اساسی بین دو واژه painting و coating چیست؟
پاسخ: در مبحث رنگ، واژه painting مربوط به رنگ‌های تزئینی و واژه coating مربوط به رنگ‌های حفاظتی است. هر رنگ حفاظتی می‌تواند فام دلخواه (تزئینی) را داشته باشد ولی از هر رنگ تزئینی انتظار حفاظت از خوردگی نمی‌رود.

هدف توانمندسازی ۱۷: اندازه‌گیری عملی خواص فیزیکی رنگ مایع (گرانروی، درجه ته‌نشینی، رویه‌بستن و غیره)

بحث گروهی ۹



به نظر شما، نشانه‌های سالم بودن و قابل مصرف بودن رنگ‌ها کدام است؟
پاسخ: یک فاز بودن رنگ، نداشتن بوی نامطبوع، بریده‌بریده نبودن، وجود نداشتن اثر هر گونه آلودگی و خرابی و تغییر شکل اولیه رنگ، عدم ته‌نشینی و رویه‌بستن (پوسته) شدید

فعالیت عملی ۸



تعیین نوع و درجه ته‌نشینی رنگ

فعالیت عملی ۹



بررسی وضع ظاهری رنگ در قوطی یا ظرف مربوط

فعالیت عملی ۱۰



رویه‌بستن

فعالیت عملی ۱۱



تعیین گرانروی

فعالیت عملی ۱۲



تعیین دانه‌بندی (اندازه‌گیری درجه پخش شدن رنگ دانه)

سازگاری با رقیق کننده

فعالیت عملی ۱۳



تعیین میزان پوشاندگی رنگ (قدرت اختفا یا پنهان کنندگی)

فعالیت عملی ۱۴



راهنمایی: مطابق روش کارهای شماره ۱۴-۸ کتاب درسی، هنرآموزان محترم از هنرجویان بخواهند که فعالیت‌ها را با دقت و سرعت انجام دهند. و سپس با بحث گروهی، بهترین فعالیت‌ها، انتخاب شوند. در پایان گروه هنرجویی منتخب مورد تشویق بیشتر قرار گیرد.

حلال تینر فوری و روغنی چه نوع ترکیب شیمیایی هستند؟ چه تفاوت و چه کاربردهایی دارند؟

تحقیق کنید ۱۲



پاسخ: ترکیب اصلی تینرهای فوری هیدروکربن‌های حلقوی مانند زایلن و تولوئن است که عمدتاً در رنگ‌های صنعتی (حفاظتی) استفاده می‌شود اما در تینرهای روغنی، ترکیبات اصلی مشتق‌های نفتی است. رنگ‌های روغنی بیشتر مصارف خانگی داشته و در قسمت‌های صنعتی که مشکل خوردگی نداشته باشند نیز استفاده می‌شوند.

معمولاً برای اعمال رنگ به روش‌های مختلف، گرانروی کاری مشخصی از رنگ مورد نیاز است. چگونه می‌توان گرانروی مناسب را در کاربردهای مختلف رنگ ایجاد کرد؟

پرسش ۱۰



پاسخ: معمولاً میزان افزایش تینر به روش‌های اعمال بستگی داشته که در برشور تولید کننده مشخص می‌شود. درعین حال وسیله خاصی جهت تعیین ویسکوزیته کاری رنگ‌ها وجود دارد. افراد با سابقه نیز به صورت تجربی و چشمی، تینر مورد نیاز را به رنگ اضافه می‌کنند.

پرسش ۱۱



(الف)

اهمیت انجام آزمایش تعیین دانه‌بندی در رنگ‌ها چیست؟
پاسخ: این آزمایش حدود اندازه ذرات رنگ‌دانه را تعیین می‌کند.

(ب)

اگر درجه دانه‌بندی بزرگ‌تر از استاندارد باشد، چه علتی دارد و چه مشکلی در فیلم رنگ ایجاد می‌کند؟
پاسخ: اگر در مرحله آسیاب کردن و پودر کردن رنگ‌دانه‌ها، کیفیت کار مطلوب نباشد، موجب می‌شود اندازه رنگ‌دانه‌ها بزرگ‌تر از حد استاندارد شود و در نتیجه موجب توزیع غیر یکنواخت رنگ در سطح فیلم و ایجاد ناصافی در فیلم خشک رنگ شود. بدیهی است رنگ‌های رویه باید از دانه‌بندی پایینی برخوردار باشند تا سطح فیلم یکنواختی ایجاد شود.

هدف توانمندسازی ۱۸: انجام دادن آزمایش‌های مربوط به فیلم تر رنگ به‌طور عملی

راهنمایی: مطابق روش کارهای شماره ۱۹-۱۵ کتاب درسی، هنرآموزان محترم از هنرجویان بخواهند که فعالیت‌های مربوط به فیلم تر رنگ را با دقت و سرعت انجام دهند. و سپس با بحث گروهی، بهترین فعالیت‌ها، انتخاب شوند. در پایان گروه هنرجویی منتخب مورد تشویق بیشتر قرار گیرد.

پرسش ۱۲



به نظر شما در کدام ورقه چسبندگی رنگ بیشتر و در کدام نمونه رنگ کمترین چسبندگی را خواهد داشت؟
پاسخ: چسبندگی رنگ بر روی سطوح کاملاً تمیز شده و با زبری بیشتر، بهتر خواهد بود (شماره ۳). سطوح تمیز نشده (شماره ۱) و در مجاورت رطوبت قرار داده شده (شماره ۴) نیز کمترین چسبندگی را خواهند داشت.



در مورد وسایل مختلف اعمال رنگ تحقیق کنید و جدول زیر را کامل کنید.
پاسخ:

مقایسه وسایل اعمال رنگ		
وسيلة اعمال رنگ	ویژگی‌ها و نکات مهم	تصویر
قلم مو	<ul style="list-style-type: none"> - استفاده برای سطوح کوچک - محکم بودن موهای قلم مو - استفاده از قلم موی متناسب با سطح مورد نظر - اعمال رنگ به صورت نرم و یکنواخت - اعمال رنگ در مرحله دوم به صورت عمود بر حالت اول - عدم نیاز به تخصص کافی - سهولت انجام کار و تمیز کردن وسایل مورد استفاده 	
رنگ پاش	<ul style="list-style-type: none"> - تنظیم فشار هوا به نسبت غلظت رنگ - رعایت فاصله ۳۰ سانتی متر بین پیستوله و سطح - زاویه عمود برای اعمال رنگ - عبور رنگ از صافی پیش از استفاده برای جلوگیری از مسدود شدن نازل پیستوله - ایجاد سطحی صاف و یکنواخت - مصرف کم رنگ - استفاده در قسمت های غیر قابل دید و زاویه دار 	 
غلطک	<ul style="list-style-type: none"> - ایجاد سطحی یکنواخت - مصرف متعادل رنگ - سرعت عمل بالا نسبت به روش اعمال با قلم مو - بالا بردن ضخامت رنگ اعمال شده - سهولت انجام کار 	

توجه: موارد تکمیلی دیگری نیز می تواند اضافه شود.

هدف توانمندسازی ۱۹: انجام دادن آزمایش های مربوط به فیلم خشک رنگ به طور عملی

راهنمایی: مطابق روش کارهای شماره ۲۳-۲۰ کتاب درسی، هنرآموزان محترم از هنرجویان بخواهند که فعالیت های مربوط به فیلم خشک رنگ را با دقت و سرعت انجام دهند. و سپس با بحث گروهی، بهترین فعالیت ها، انتخاب شوند. در پایان گروه هنرجویی منتخب تشویق بیشتر شود.

پرسش ۱۳



کدام روش اندازه‌گیری ضخامت خشک رنگ بیشتر کاربرد دارد؟ علت را بیان کنید.
پاسخ: روش غیرتخریبی به دلیل سهولت اندازه‌گیری و عدم تخریب فیلم خشک رنگ، بیشتر استفاده می‌شود.

پرسش‌های پایانی

۱ هدف از انجام عملیات آبکاری چیست؟ ۵ مورد را با ذکر مثال برای هر کدام بنویسید.

پاسخ:

- جلوگیری از خوردگی قطعه، استفاده از نیکل در داخل مخازن
- بهبود ظاهر قطعه مانند آبکاری طلا در زیورآلات
- افزایش مقاومت مکانیکی مانند آبکاری با کروم یا نیکل قطعات در مقابل سایش
- افزایش رسانایی الکتریکی مانند آبکاری طلا در مدارهای الکتریکی
- ایجاد بازتاب نور مانند آبکاری طلا یا نقره

۲ قسمت‌های مختلف یک دستگاه آبکاری را نام ببرید.

پاسخ:

- مدار خارجی جریان مستقیم
- الکترود کاتد
- الکترود آند
- محلول آبکاری

۳ نقش‌های آند در آبکاری را نام ببرید و در مورد هر کدام توضیح دهید.

پاسخ:

آند در آبکاری دو نقش اساسی دارد:

- آند خنثی: تکمیل مدار الکتریکی و هدایت الکتریسیته به داخل محلول آبکاری
- آند حل‌شونده یا فعال: تأمین یون‌های فلز پوشش‌دهنده. در اغلب فرایندهای آبکاری، یون‌های فلزی که در کاتد رسوب می‌کند با حل شدن آند (که از همان جنس فلز پوشش‌دهنده است) تأمین می‌شود.

۴ چگونه می‌توان یک قطعه نارسا را به روش آبکاری پوشش داد؟

پاسخ: چنانچه قطعه کار یک غیرهادی باشد، لازم است قبل از اجرای عملیات

آبکاری سطح آن با یک لایهٔ رسانای الکتریسته پوشیده شود. مهم‌ترین روش‌های ایجاد پوشش رسانا در سطح نافلزات عبارت‌اند از:

- ذوب کردن پودر فلز در سطح جسم
- غوطه‌ور کردن قطعه در فلز مذاب
- انجام واکنش شیمیایی در سطح قطعه به منظور رسوب دادن فلز

با استفاده از این روش‌ها می‌توان سطح بسیاری از قطعات شیشه‌ای، چوبی، سرامیکی و پلاستیکی را با فلز مورد نظر پوشاند.

۵ شدت جریان حد را تعریف کنید. اگر در یک عملیات آبکاری شدت جریان اعمال شده برابر یا بیشتر از جریان حد باشد، کیفیت پوشش به‌دست آمده چگونه خواهد بود؟

پاسخ: شدت جریانی که با آن سرعت رسوب کردن یون‌های فلزی به بیشترین مقدار می‌رسد، «شدت جریان حد» نام دارد. هنگامی که دستگاه آبکاری با شدت جریان حد یا بیشتر از آن کار می‌کند، رسوب مرغوب به‌دست نمی‌آید و پوشش ایجادشده، پودری‌شکل یا اسفنجی‌شکل و تیره‌رنگ خواهد بود که در اصطلاح می‌گویند پوشش سوخته است.

۶ اجزای تشکیل‌دهندهٔ یک حمام آبکاری را نام ببرید.

پاسخ:

- یون‌های فلز پوشش‌دهنده را در خود داشته باشد.
- موادی داشته باشد که با یون‌های فلز پوشش‌دهنده تشکیل کمپلکس دهند.
- محلول آبکاری باید رسانایی الکتریکی کافی داشته باشد.
- محلول آبکاری باید پایدار باشد.
- pH محلول آبکاری باید ثابت باشد. از محلول‌های بافر در حمام‌های آبکاری استفاده می‌شود.
- موادی داشته باشند که شکل فیزیکی پوشش را اصلاح کند. برای مثال سطح‌دهنده، ناصافی‌های پوشش را از بین می‌برد. مواد برّاق‌کننده (برّاقی) جلای پوشش را افزایش می‌دهند و مواد مرطوب‌کننده (کفی) از حفره‌دار شدن پوشش جلوگیری می‌کند.
- موادی داشته باشد که به حل‌شدن آند کمک کند.

۷ انواع عملیات آماده‌سازی را نام ببرید.

پاسخ: آماده‌سازی مکانیکی، چربی‌گیری، اسیدشویی و حکاکی شیمیایی.

۸ علت انجام عملیات اسیدشویی را توضیح دهید.

پاسخ: قطعاتی که باید 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 هیدروکلریک‌اسید، سولفوریک‌اسید، نیتریک‌اسید و فسفریک‌اسید از سطح قطعه پاک می‌کنند تا مانعی برای کیفیت لایه پوششی به‌وجود نیاید.

۹ نقش یون‌های کلر در آبکاری نیکل را بنویسید.

پاسخ: در آبکاری نیکل، یون‌های کلر نقش فعال‌کننده‌اند را ایفا می‌کنند.

۱۰ از یک محلول نقره‌نیتрат جریان ۰/۰۵ آمپر به مدت ۳۰ دقیقه عبور می‌کند. در صورتی که بازده کاتد صددرصد باشد، چند گرم نقره در کاتد رسوب می‌کند؟ جرم اتمی نقره ۱۰۸ گرم است.

پاسخ:

$$m = \frac{q}{f} \times \frac{M}{n} = \frac{0.05 \times 30 \times 60}{96500} \times \frac{108}{1} = 0.1g$$

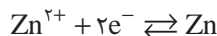
۱۱ در یک تانک آبکاری روی، کل مساحت پوششی ۱/۵ متر مربع و متوسط ضخامت پوشش ۲۵ میکرون است. اگر شدت جریان در مدت ۱۵ دقیقه به‌طور متوسط ۱۰۰۰ آمپر باشد، بازده کاتد را به‌دست آورید. جرم اتمی روی ۶۵ گرم و چگالی آن ۷/۱۴ گرم بر سانتی متر مکعب است.

پاسخ: با توجه به معادله حجم: $V = S \times X$ که در آن V حجم، S برابر سطح و X ضخامت لایه پوشش است.

$$V = S \times X = 1.5m^2 \times \frac{10^4 cm^2}{1m^2} \times 25 \times 10^{-6} cm = 37.5 cm^3$$

$$d = \frac{m}{V} \rightarrow 7.14 = \frac{m}{37.5 cm^3} \rightarrow m = 267.75g$$

مقدار جرم به‌دست‌آمده، جرم واقعی پوشش است. برای محاسبه جرم نظری پوشش از معادله فاراده استفاده می‌شود:



$$m = \frac{q}{f} \times \frac{M}{n} = \frac{1000 \times 15 \times 60}{96500} \times \frac{65}{2} = 303.10g$$

$$\text{بازده کاتد} = \frac{\text{جرم پوشش (واقعی)}}{\text{جرم پوشش (نظری)}} \times 100 = \frac{267.75}{303.10} = 88\%$$

۱۲ در آبکاری مس جریان ۱۵ آمپر از داخل محلول مس سولفات عبور می‌کند و مس بر روی قطعه کار که مساحت مجموع آنها ۱۰۰۰ سانتی متر مربع است، می‌نشیند. اگر بازده کاتد صددرصد باشد، چه مدت باید عملیات آبکاری را ادامه داد تا ضخامت پوشش ۵μm شود؟ جرم اتمی مس ۶۳/۵ g و چگالی آن $\frac{8}{93} \frac{g}{cm^3}$ است.

پاسخ:

$$v = s \times x = 1000 \text{ cm}^2 \times 5 \times 10^{-6} \text{ m} \times \frac{10^{-2} \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 5 \times 10^{-1} \text{ cm}^3$$

$$d = \frac{m}{v} \rightarrow \frac{8}{93} \frac{g}{cm^3} = \frac{m}{5 \times 10^{-1} \text{ cm}^3} \rightarrow m = 4/465 \text{ g}$$

چون بازده صددرصد است جرم به دست آمده برابر جرم نظری است.

$$m = \frac{q}{f} \times \frac{M}{n} \rightarrow 4/465 \text{ g} = \frac{15 \times x \times 60}{96500} \times \frac{63/5}{2} \rightarrow x = 150/08 \text{ s}$$

$$150/08 \text{ s} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 2/50 \text{ min}$$

۱۳ هر یک از واژه‌های زیر را توضیح دهید:

الف) کفی

ب) برّاقی

پ) نرم‌کن

ت) حکاکی شیمیایی

پاسخ:

الف) کفی: مواد مرطوب‌کننده (کفی) از حفره دار شدن پوشش جلوگیری می‌کنند.

ب) برّاقی: مواد برّاق‌کننده (برّاقی) جلای پوشش را افزایش می‌دهند.

پ) نرم‌کن: مواد نرم‌کننده شکنندگی پوشش را کاهش می‌دهند و آن را انعطاف پذیر می‌کنند.

ت) اچ کردن یا حکاکی شیمیایی: آخرین مرحله آماده‌سازی قطعه پیش از آبکاری است. حکاکی شیمیایی به مفهوم ایجاد خوردگی بسیار ضعیف در قسمت‌های ناپایدار سطح نمونه آماده‌شده است، که این عمل سبب می‌شود ذرات اکسید فلز که احتمالاً در مرحله چربی‌گیری پدید آمده است، در اسید حل شود. بدین ترتیب چسبندگی پوشش بر سطح قطعه افزایش می‌یابد.

۱۴ در یک آبکاری، قطعه‌ای به مساحت یک مترمربع توسط فلز روی پوشش داده شده است. اگر ضخامت متوسط پوشش ۲۰ میکرون باشد، چند گرم فلز روی

بر سطح قطعه نشسته است؟ چگالی روی $\frac{g}{cm^3}$ ۷/۱۴ است.
پاسخ:

$$v = s \times x = 1m^2 \times \frac{10000cm^2}{1m^2} \times 20 \times 10^{-6} m \times \frac{100cm}{1m} = 20cm^3$$

$$d = \frac{m}{v} \rightarrow 7/14 \frac{g}{cm^3} = \frac{m}{20cm^3} \rightarrow m = 143g$$

۱۵ پتانسیل کاهش کروم در محلول ۰/۰۰۱ مولار حاوی یون‌های Cr^{3+} چند ولت است؟

پاسخ:

$$E = E^0 + \frac{0/059}{n} \log C = -0/74 + \frac{0/059}{3} \times \log 10^{-3} = -0/799V$$

۱۶ اگر اجرای رنگ رویه (به هر دلیل) پس از یک سال از اجرای لایه آستری (ضدزنگ) صورت گیرد، چه کارهایی برای چسبندگی بهتر آن باید انجام داد؟
پاسخ: در صورتی که رنگ آستری آسیب جدی دیده باشد باید مجدداً عملیات پاکسازی و آماده‌سازی سطح انجام شود. اما اگر مشکل در آستری مشاهده نشد بهتر است، آلاینده‌هایی که در طی یکسال بر روی آن نشسته، به روش‌های مختلف (از جمله استفاده از هیدروکربورها و تینرهای صنعتی و کشیدن برس پلاستیکی) زدوده شوند. جهت چسبندگی بهتر رنگ رویه به آستری (و درگیری بیشتر آنها) پاشش ساینده بسیار ریز با فشار کم می‌تواند مؤثر باشد. البته باید دقت شود در این مرحله به سطح آستری آسیبی وارد نشود.

۱۷ آثار موج یا غیریکنواخت بودن رنگ به هنگام رنگ‌آمیزی در منزل چگونه تشخیص داده می‌شود؟

پاسخ: یک لامپ مهتابی بر روی سطح دیوار گرفته شده و نفر دوم از کنار دیوار وضعیت رنگ‌آمیزی را بررسی کند. با جابه‌جایی و تغییر زاویه دید نفر دوم، آثار موج و غیر یکنواختی سطح رنگ مشخص می‌شود.

۱۸ پنج مورد از نشانه‌های فساد رنگ را نام ببرید.
پاسخ:

- ته‌نشینی شدید
- پوسته یا رویه بستن شدید
- بوی نامطبوع

■ کف کردن (به هنگام یکنواخت کردن)

■ دلمه شدن (جمع شدگی رنگ)

۱۹ ■ آزمایش‌های عمومی برای رنگ‌های مختلف کدام‌اند؟

پاسخ:

■ بررسی عدم فساد رنگ

■ اندازه‌گیری چگالی و گرانی

■ بررسی تشکیل فیلم مناسب بر روی سطح موردنظر

■ تعیین چسبندگی

■ اندازه‌گیری سختی

■ ضربه‌پذیری فیلم

۲۰ ■ در ارزیابی رنگ‌ها معمولاً تأثیرات محیط بر روی آنها مورد توجه قرار می‌گیرد.

چند مورد را نام ببرید که تأثیر رنگ بر محیط نیز باید بررسی شود؟

پاسخ:

■ رنگ‌های مخصوص سطوح داخلی مخازن آب آشامیدنی

■ رنگ‌های مخصوص سطوح داخلی قوطی‌های کنسرو

■ رنگ‌های مخصوص سطوح داخلی مخازن سوخت‌های هوایی

ارزشیابی شایستگی انجام عملیات در صنایع پوششی

<p>شرح کار: چگونگی استفاده از تجهیزات کارگاهی را بداند و کار داده شده را با دقت انجام دهد. هنگام کار مراقب باشد که دستگاه صدمه نبیند. پس از انجام دادن کار، وسایل را تمیز و سالم در حالت اولیه قرار دهد.</p>			
<p>استاندارد عملکرد: آماده سازی قطعه و پوشش دهی به روش آبکاری و رنگ طبق دستور کار</p>			
<p>شاخص ها: رعایت مسائل ایمنی هنگام انجام دادن کار انجام کار طبق دستور کار</p>			
<p>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: شرایط مکان: کارگاه / آزمایشگاه شرایط دستگاه: آزمایشگاه آماده به کار زمان: یک جلسه آموزشی ابزار و تجهیزات: وسایل ایمنی شخصی، تجهیزات کارگاهی، وان آبکاری، لوازم آزمایش های رنگ (گریندومتر، ضخامت سنج و...)</p>			
<p>معیار شایستگی:</p>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	آماده سازی قطعه پیش از پوشش	۱	
۲	آبکاری قطعات	۲	
۳	پوشش دهی با اعمال رنگ	۲	
<p>شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱- ایمنی: انجام دادن کار کارگاهی با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی ۲- نگرش: صرفه جویی در مواد مصرفی ۳- توجهات زیست محیطی: جلوگیری از صدمه زدن به محیط زیست از طریق انجام دادن کار بدون ریخت و پاش ۴- شایستگی های غیر فنی: ۱- اخلاق حرفه ای ۲- مدیریت منابع ۳- محاسبه و کاربست ریاضی ۵- مستندسازی: گزارش نویسی</p>			
میانگین نمرات			*

* کمترین میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.