



سازمان صنایع کوچک
و شهرکهای صنعتی ایران

مطالعات امکان سنجی مقدماتی طرح تولید آبکاری قطعات پلاستیکی

تهیه کننده:

شرکت گسترش صنایع پائین دستی پتروشیمی

تاریخ تهیه:

تیر ماه ۱۳۸۶

خلاصه طرح

نام محصول		آبکاری قطعات پلاستیکی	
ظرفیت پیشنهادی طرح		۹۵۰۰۰ متر مربع آبکاری در سال	
موارد کاربرد		صنایع لوازم خانگی، صنایع مخابرات در ساخت تلفن، کابل‌های انتقال نیرو، صنعت ساختمان، صنعت کامپیوتر در ساخت مدار چاپی	
مواد اولیه مصرفی عمده		آند نیکل، آند مس فسفره، سولفات نیکل، سولفات مس، اسید سولفوریک، کلرید پالادیوم، اسید کربنیک	
کمبود محصول (سال ۱۳۹۰)		کمبود نداریم	
اشتغال زایی (نفر)		۲۴	
زمین مورد نیاز (m ²)		۵۰۰۰	
زیربنا	اداری (m ²)	۴۰۰	
	تولیدی (m ²)	۵۰۰	
	انبار (m ²)	۵۰۰	
میزان مصرف سالانه مواد اولیه اصلی		آند نیکل ۵۲۳۳ کیلوگرم، آند مس فسفره ۷۸۴۱ کیلوگرم، سولفات نیکل ۴۱۶ کیلوگرم، سولفات مس ۳۴۴ کیلوگرم، اسید سولفوریک ۲۹۰ لیتر	
میزان مصرف سالانه یوتیلیتی	آب (m ³)	۵۹۴۰	
	برق (kw)	۷۸۸	
	گاز (m ³)	۳۵۵۵۰	
سرمایه گذاری ثابت طرح	ارزی (دلار)	۹۶۶۰	
	ریالی (میلیون ریال)	۱۴۶۲۸	
	مجموع (میلیون ریال)	۱۴۷۱۸	
محل پیشنهادی اجرای طرح		استانهای کردستان یا ایلام یا چهار محال و بختیاری یا کهگیلویه و بویر احمد یا تهران یا اصفهان	



فهرست

- ۱- معرفی محصول..... ۱
- ۱-۱- نام و کد محصول..... ۴
- ۱-۲- شماره تعرفه گمرکی..... ۴
- ۱-۳- شرایط واردات..... ۴
- ۱-۴- بررسی و ارائه استاندارد ملی..... ۴
- ۱-۵- بررسی و ارائه اطلاعات لازم در زمینه قیمت داخلی و جهانی..... ۵
- ۱-۶- توضیح موارد مصرف و کاربرد..... ۶
- ۱-۷- بررسی کالاهای جایگزین و تجزیه و تحلیل اثرات آن بر محصول..... ۸
- ۱-۸- اهمیت استراتژیکی کالا در دنیای امروز..... ۱۱
- ۱-۹- کشورهای عمده تولید کننده و مصرف کننده محصول..... ۱۲
- ۱-۱۰- شرایط صادرات..... ۱۲
- ۲- وضعیت عرضه و تقاضا..... ۱۲
- ۲-۱- بررسی ظرفیت بهره برداری و روند تولید..... ۱۲
- ۲-۲- بررسی وضعیت طرحهای جدید و طرحهای توسعه در دست اجرا..... ۱۳
- ۲-۳- بررسی روند واردات محصول از آغاز برنامه سوم..... ۱۴
- ۲-۴- بررسی روند مصرف از آغاز برنامه..... ۱۴
- ۲-۵- بررسی روند صادرات محصول از آغاز برنامه سوم..... ۱۵
- ۲-۶- بررسی نیاز به محصول با اولویت صادرات تا پایان برنامه چهارم..... ۱۵
- ۳- بررسی اجمالی تکنولوژی و روشهای تولید و عرضه محصول در کشور..... ۱۶
- ۴- تعیین نقاط قوت و ضعف تکنولوژی های مرسوم..... ۳۹
- ۵- بررسی و تعیین حداقل ظرفیت اقتصادی..... ۴۱
- ۶- میزان مواد اولیه مورد نیاز و محل تامین آن..... ۴۶
- ۷- پیشنهاد منطقه مناسب برای اجرای طرح..... ۴۷
- ۸- وضعیت تامین نیروی انسانی و اشتغال..... ۴۷
- ۹- بررسی و تعیین میزان تامین آب، برق، سوخت، امکانات مخابراتی و ارتباطی..... ۴۸
- ۱۰- وضعیت حمایت های اقتصادی و بازرگانی..... ۵۰
- ۱۱- تجزیه و تحلیل و جمع بندی و پیشنهاد نهایی در مورد احداث واحدهای جدید..... ۵۳
- منابع..... ۵۳



۱- معرفی محصول

۷ مقدمه

مجموعه فرآیندهایی که تحت آن، سطح قطعات فلزی و یا غیر فلزی (اجسام رسانا، نیمه رسانا و نارسانا) با لایه هایی از فلز یا غیر فلز جهت دستیابی به سطوح مناسب برای کاربردهای صنعتی و یا تزئینی و کاهش هزینه تولید، پوشیده می‌شوند را آبکاری می‌گویند.

به طور کلی آبکاری قطعات پلاستیکی صنعتی نو محسوب می‌گردد چراکه اولین قطعات پلاستیکی آبکاری شده با جریان برق (Electroplating) در سال ۱۹۶۳ وارد بازار شدند. سبکی پلاستیکها در مقابل فلزات، روش تولید ساده و امکان قالب گیری سریعتر و راحت تر آنها، عدم نیاز به پرداخت کاری بعد از قالب گیری، استحکام فیزیکی قابل قبول و مناسب و مقاوم بودن آنها در برابر فرسودگی و قیمت تمام شده پایین تر در مقایسه با مشابه فلزی باعث شده است که این صنعت به سرعت رشد و توسعه یابد. به طوری که امروزه علاوه بر ABS (که اولین و تنها پلیمری بود که تا سال ها قابل آبکاری بود) با استفاده از حلالهای ویژه، بسیاری دیگر از پلاستیکها قابل آبکاری می‌باشند و استفاده از قطعات پلاستیکی آبکاری شده در صنایع مختلف از جمله اتومبیل سازی، لوازم خانگی (یخچال، تلویزیون، رادیو، ضبط و پنکه)، اسباب بازی، موتور سیکلت و دوچرخه، دکمه و زیور آلات روز به روز کاربرد بیشتری می‌یابد.

۷ آشنایی با تاریخچه آبکاری

📌 تاریخچه آبکاری در اروپا

صنعت آبکاری به شکل امروزی آن از اواخر قرن هجدهم و با اختراع پیل الکتریکی توسط ولتا فیزیکدان ایتالیایی و تحقیقات میشل فارادی دانشمند انگلیسی که حاصل آن کشف قوانین فارادی بود، آغاز گردید. در سال ۱۸۳۷ موریتس جاکوبی با استفاده از نیروی برق توانست کپی های دقیق (نمونه سازی) از انواع قطعات و کالاها تولید و عرضه نماید. او با ساخت چنین قطعاتی با استفاده از روش نمونه سازی (Electroforming) که یکی از روشهای آبکاری است گامی بزرگ در توسعه صنعت آبکاری به وجود آورد. او همچنین پایه گذار



نخستین نشریه های صنعت آبکاری است. در سال ۱۸۴۲ فون زیمنس موفق به آبکاری طلا بر روی قطعات مختلف گردید و این اختراع را به نام خود ثبت کرد. در همان زمان ویلهلم پفان هاورز که آلمان ها او را پدر گالوانوتکنیک می خوانند موجب تحولی شگرف در این صنعت گردید.

امروزه با توجه به اهمیت و کارآیی این صنعت در صنایع مختلف و نقش آن در اقتصاد ملی کشورها سرمایه های عظیمی از سوی دولتها و صاحبان صنایع برای پیشرفت این صنعت هزینه می گردد.

تاریخچه آبکاری در ایران باستان

اشکانیان (پارتها) ، که قومی ایرانی بودند ، در زمان حکومت خود بر ایران باستان و کشورهای همسایه یکی از بزرگترین امپراطوریهای جهان را به وجود آوردند. اسناد تاریخی کشف شده در طول قرنها مانند سکه ها، جامهای شاخی شکل و تکه های سفال شکسته شواهدی بر دستاوردهای فرهنگی و تمدن عظیم اشکانیان می باشد. در حفاریهای باستانشناسی که در سال ۱۹۳۶ در اطراف پایتخت باستانی اشکانیان (تیسفون) صورت گرفت، تجهیزات آبکاری الکتریکی کشف گردید. بدین ترتیب معلوم شد که پیش از تولد مسیح، ایرانیان با روش آبکاری الکتریکی طلا و نقره بر روی جامهای فلزی آشنا بوده اند.

تاریخچه آبکاری در ایران معاصر

تاریخچه آبکاری نوین در ایران به پیش از یکصد سال پیش باز می گردد. (۱۲۷۷ ه.ش). ابراهیم خان صحاف باشی (پدر سینمای ایران) اولین کارگاه آبکاری را در خیابان لاله زار نو تاسیس نموده و با نصب انواع وانهای آبکاری نیکل، مس، برنج، نقره و دستگاههای جنبی مورد نیاز، آبکاری صنعتی را در ایران پایه گذاری نمود.

۷ روش های متداول آبکاری

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



۱. آبکاری های الکتریکی (Electroplating) از جنس آهن، ایندیم، برنج، پالادیم، پلاتین، سرب، رودیم، روی و آلیاژهای آن، طلا و آلیاژهای آن، قلع و آلیاژهای آن، کادمیم، کرم (تزیینی، سخت، آلیاژی)، مس، نقره، نیکل

۲. آبکاری های تبدیلی (Conversion Coating): آندایزینگ (معمولی، رنگی، سخت)، فسفات ها، کرومات ها

۳. آبکاری های شیمیایی (Electroless Plating) مس، نیکل

۴. آبکاری های تبادلی (Immersion Plating): طلا، مس، نقره، نیکل

۵. آبکاری به روش غوطه وری گرم (داغ) (Plating Hot dip): آلومینیوم، روی، سرب، قلع

۶. آبکاری موضعی (قلمی) (Selective Plating)

۷. آبکاری در خلأ (Vacuum Plating)

۸. آبکاری تماسی (Contact Plating)

۹. الکترولاک (Electro-lacquering)

۱۰. رنگ آمیزی الکتریکی (Electropainting)

۱۱. پوشش پودری (Powder Coating)

۱۲. قطعه سازی الکترولیتی (Electroforming)

۱۳. پوشش دهی مکانیکی (Mechanical Plating)

۱۴. آبکاری نفوذی (Diffusion Coating)



۱-۱- نام و کد محصول (آیسیک ۳)

محصول بررسی شده در این طرح قطعات پلاستیکی آبکاری شده با کد شناسایی کالا (کد آیسیک) ۲۵۲۰۱۶۷۲ می باشد. بر اساس سیستم طبقه بندی آیسیک، عدد ۲۵ مربوط به محصولات از لاستیک و پلاستیک، ۲۵۲۰ مربوط به ساخت انواع محصولات پلاستیکی و ۲۵۲۰۱۶۷۲ شامل قطعات پلاستیکی آبکاری شده می باشد.

۱-۲- شماره تعرفه گمرکی

قطعات پلاستیکی آبکاری شده تعرفه مشخصی ندارند. می توان گفت که درصدی از دکمه از مواد پلاستیکی پوشانده نشده با مواد نسجی تحت تعرفه ۹۶۰۶/۲۱ از جنس قطعات پلاستیکی آبکاری شده می باشد.

۱-۳- شرایط واردات

حقوق ورودی برای دکمه از مواد پلاستیکی پوشانده نشده با مواد نسجی تحت تعرفه ۹۶۰۶/۲۱ برابر ۴۰٪ می باشد.

حقوق پایه طبق ماده (۲) قانون اصلاح موادی از قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، شامل حقوق گمرکی، مالیات، حق ثبت سفارش کالا، انواع عوارض و سایر وجوه دریافتی از کالاهای وارداتی می باشد و معادل ۴٪ ارزش گمرکی کالاها تعیین می شود. به مجموع این دریافتی و سود بازرگانی که طبق قوانین مربوطه توسط هیات وزیران تعیین می شود، حقوق ورودی اطلاق می شود.

۱-۴- بررسی و ارائه استاندارد ملی

در جدول ۱ استانداردهای کارخانه ای، ملی و بین المللی در ارتباط با قطعات پلاستیکی آبکاری شده ارائه شده است.



جدول ۱- لیست استانداردهای مرتبط با قطعات پلاستیکی آبکاری شده

ردیف	عنوان استاندارد	شماره استاندارد
۱	استاندارد پوششهای فلزی- روش اندازه گیری ضخامت به طریق میکروسکوپی	۱۲۲۷
۲	پوشش های فلزی-پوشش های الکتروترسیبی نیکل به انضمام کروم و مس به انضمام نیکل و کرم	۲۱۶۱
۳	ویژگیها و روشهای آزمون نمکهای مس مورد مصرف در آبکاری	۲۱۶۶
۴	پوششهای مس اکسید شده- روش آزمون	۲۱۶۷
۵	ویژگیهای آندهای مسی مورد مصرف در صنایع آبکاری	۱۷۷۶
۶	پوششهای فلزی آزمون تسریع شده خوردگی بر روی کلیه پوششهای الکترونیکی به استثنای پوششهای آندیک	۲۱۸۰
۷	پوشش های فلزی-پوشش های الکتروترسیبی نیکل	۲۱۸۱
۸	آبکاری الکترولیتیکی مس به انضمام نیکل- کروم بر روی آهن و فولاد	۲۱۸۲
۹	ویژگیها و روشهای آزمون نمکهای نیکل مورد مصرف در آبکاری	۲۶۶۳
۱۰	ویژگیها و روشهای آزمون نمکهای روی مورد مصرف در آبکاری	۲۸۲۳
۱۱	ویژگیهای اسیدهای مورد مصرف در آبکاری	۲۸۵۵
۱۲	ویژگیهای نیکل مورد مصرف در آبکاری بعنوان آند	۳۸۰۰
۱۳	پوششهای فلزی - واژهها و اصطلاحات علمی مربوط به پوششدهی الکترونیکی (آبکاری) و فرآیندهای مرتبط با آن	۴۶۸۱

۵-۱- بررسی و ارائه اطلاعات لازم در زمینه قیمت داخلی و جهانی محصول

به دلیل توسعه صنعت آبکاری قطعات پلاستیکی در سالهای اخیر و استفاده از آن به منظور جایگزین کردن قطعات پلاستیکی آبکاری شده به جای قطعات فلزی و کاربردهای زینتی در جهت مشتری پسند کردن محصولات، تقاضای روز افزونی در بازار برای آبکاری قطعات پلاستیکی وجود داشته و دارد. در حال حاضر برخی واحدهای صنعت بزرگ نظیر پارس الکترونیک خود دارای خط آبکاری پلاستیک بوده و نیاز خود را مرتفع می‌سازند. لیکن بخش اعظم نیاز بازار از واحدهای کوچک و متعددی که در حال حاضر در اطراف شهرهای بزرگ نظیر تهران فعالیت دارند، تامین می‌شود.



در حال حاضر هزینه آبکاری یک قطعه پلاستیکی با اندازه تقریبی ۰/۰۶ متر مربع برابر ۶۰۰۰-۵۰۰۰ ریال به ازای هر قطعه می‌باشد.

۶-۱- توضیح موارد مصرف و کاربرد

به طور کلی هدف از آبکاری و ایجاد پوشش بر روی قطعات پلاستیکی یکی از اهداف ذیل است:

اهداف زینتی: زینت دادن و زیبا کردن قطعه و مشتری پسند کردن آن

اهداف فنی: افزایش مقاومت قطعه در برابر سایش، قابلیت هدایت سطح قطعه، صیقلی کردن و قابلیت انعکاس نور.

در ارتباط با برآوردن اهداف فوق عمده خصوصیات که قطعه آبکاری شده بایستی داشته باشد، عبارتند از:

۱- صیقلی و براق بودن روکش (پوشش): این موضوع به خصوص در مواردی که هدف زینتی است و یا ساخت وسایل منعکس کننده نور، نظیر کاسه چراغ اتومبیل و یا آینه ها، بسیار اهمیت دارد.

۲- ضخامت پوشش: ضخامت پوشش نیز از موارد بسیار مهم می‌باشد. بایستی ضخامت لایه حاصل شده برابر مقدار سفارش داده شده باشد. این خصوصیت به ویژه در رابطه با قطعاتی که در معرض سایش هستند بسیار قابل اهمیت می‌باشد.

۳- چسبندگی روکش به پایه: چسبندگی روکش به پایه نیز از خصوصیات بسیار مهم یک لایه و پوشش نشانده شده بر روی یک پایه پلاستیکی می‌باشد. عدم وجود چسبندگی لازم و کافی بین روکش و پایه باعث می‌گردد که در مدت کوتاهی روکش از پایه (قطعه پلاستیکی) جدا گردد.

۴- مقاومت در برابر شرایط محیطی نظیر عوامل شیمیایی و رطوبت نیز از پارامترهایی است که بایستی هنگام انتخاب روکش مورد توجه قرار گیرد.

پوششهای فلزی ایجاد شده بر روی پلاستیکها از طریق آبکاری از حدود یک تا بیش از ده میکرون می‌باشند.

صنعت آبکاری قادر است میزان خسارت ناشی از خوردگی و سایش را به شدت کاهش داده و جامعه بشری را در تولید قطعات و وسایل و ابزار و کالاها با هزینه ای بسیار کم، با توجه به اولویت حفظ منابع معدنی و

طبیعی و استفاده بهینه از آنها یاری نماید. در ادامه به مزایای آبکاری اشاره می‌شود.



الف- صرفه جویی کلان اقتصادی در ساخت قطعات و کالاها:

صنعت آبکاری می تواند با کمترین هزینه و با ایجاد پوشش های مطلوب فلزی و یا غیر فلزی بر روی قطعات ساخته شده از فلزات ارزان و پلاستیکها نیازهای متنوع جامعه بشری را برآورده سازد.

ب- مقاومت به خوردگی و سایش و افزایش عمر مفید قطعه:

خسارات عظیم ناشی از خوردگی برکسی پوشیده نیست. صنعت آبکاری با ایجاد پوششهای مناسب سهم عمده ای در کاهش میزان خسارات وارده به قطعات و افزایش طول عمر آنها دارد.

ج- بهداشتی نمودن قطعات و جلوگیری از مشکلات زیست محیطی:

بسیاری از قطعات فلزی و غیر فلزی که روزانه همه افراد با آنها سروکار دارند می توانند حامل و ناقل انواع آلودگیها باشند.

صنعت آبکاری هم زمان در یک فرآیند پوشش دهی اهداف فوق را تامین و در خدمت بهداشت و سلامتی افراد نیز قرار می گیرد. نگاهی به یراق آلات، شیرآلات بهداشتی، وسایل آشپزخانه و لوازم خانگی نمونه هایی در مورد اهمیت نقش صنعت آبکاری در بهداشتی کردن قطعات است.

د- زیبا سازی قطعات و کالاها:

ظاهر محصولات با اهمیت ترین قسمت در جلب مشتری محسوب گردیده و نقشی مهم در بازاریابی دارد. مثالهایی از انواع لوسترها، صنایع روشنایی، خودکارها و خودنویس، صنایع میز و صندلی و تختخواب را می توان نام برد.

در ادامه به کاربرد آبکاری در صنایع مختلف پرداخته شده است.

۱- صنایع لوازم خانگی در ساخت تلویزیون، یخچال، آبگرمکن، بخاری، پلوپز

۲- صنایع مخابرات در ساخت تلفن، کابلهای انتقال نیرو



۳- صنایع موتور سیکلت سازی و دوچرخه سازی

۴- صنعت ساختمان در ساخت و تولید وسائل آشپزخانه، درب و پنجره آلومینیومی، تولید شیشه

رفلکس

۵- صنایع پزشکی و دندانپزشکی

۶- تولید کنندگان یراق آلات

۷- صنایع برقی در تولید کلید و پریر

۸- صنایع بسته بندی در ساخت و تولید قوطی سازی

۹- صنایع نفت، پتروشیمی

۱۰- سازندگان ابزار دقیق

۱۱- صنایع روشنایی در ساخت و تولید لوستر

۱۲- صنعت کامپیوتر در ساخت مدار

ساخت انواع مدار چاپی یکی از مهمترین تولیدات صنعت آبکاری می باشد که اهمیت ویژه ای در ساخت و تولید رایانه ها، تلویزیون و قطعات الکترونیک دارند. قابل توجه است که در ساخت مدار چاپی قطعه از پلاستیکها انتخاب و سپس سطح آن را به روش آبکاری متالیزه نموده و فلز مورد نظر را که عموماً طلا است بر آن رسوب می دهند.

۷-۱- بررسی کالاهای جایگزین و تجزیه و تحلیل اثرات آن بر محصول

به طور کلی رقابت و جایگزینی روشهای مختلف پوشش دهی زمانی مطرح می باشد که موارد کاربرد کاملاً مشابه یکدیگر باشند اما واقعیت این است که اغلب روشهای پوشش دهی تنها در محدوده های خاصی قابل استفاده بوده و بهترین کارایی و راندمان را از نظر فنی و اقتصادی دارند. به همین جهت در همان کاربردهای خاص بیشترین استفاده را داشته و در سایر کاربردها جای خود را به روشهای دیگر خواهند داد. در ادامه به



برخی از روشهایی که برای آبکاری (پوشش دهی) قطعات پلاستیکی و به طور کلی سطوح مواد غیر هادی به کار می‌رود اشاره می‌شود:

آینه کاری: ابتدا قطعه را زیر کرده (در سطوح آن خلل و فرج ریز ایجاد کرده) متعاقبا با کلرید قلع دو ظرفیتی آن را حساس کرده و سپس با استفاده از پاشیدن دو محلول شیمیایی به طور هم زمان بر روی قطعه و در اثر مخلوط شدن دو محلول، فلز نقره احیا شده و در سطوح قطعه به صورت یک فیلم درخشنده خواهد نشست.

استفاده از لاکهای هدایت کننده: استفاده از لاکهای هدایت کننده که از مخلوط رزینهای آلکید و اپوکسی با ذرات میکرونی گرافیت نقره ای یا پودر فلزی تهیه می‌شوند، به جای روش متعارف در آبکاری قطعات پلاستیکی که این طرح بر مبنای آن تهیه شده، علیرغم گران بودن این لاکها مورد استفاده قرار می‌گیرد و چسبندگی این لاکها بر روی تعداد بیشماری از مواد پلاستیکی نسبت به روشهای شیمیایی علت مهم این کاربرد است.

پوشش گذاری تحت خلا: پوشش گذاری تحت خلا نیز که با فرایندهای مختلفی صورت می‌گیرد، از روشهای متداول و رایج جهت پوشش دهی غیر هادیها به ویژه پلاستیک ها می‌باشد. با استفاده از این روش پوشش هایی با ضخامت یک نانومتر تا یک میکرون قابل حصول می‌باشد. به لحاظ نازکی پوشش داده شده با این روش در مقایسه با آبکاری قطعه به روش الکتروپلیتینگ استفاده از لاکهای شیمیایی قبل و بعد از پوشش دهی به منظور دستیابی به یک سطح با کیفیت بالا و محافظت شده ضروری می‌باشد.

از بین روشهای فوق روش عمده رقیب و جایگزین روش پوشش گذاری تحت خلا می‌باشد که در زیر به مقایسه آن با روش الکتروپلیتینگ پرداخته می‌شود.

- در مقایسه با روش پوشش گذاری تحت خلا روش الکتروپلیتینگ به سرمایه گذاری اولیه کمتری نیاز دارد.

- چسبندگی فلز به سطح قطعه در آبکاری به روش الکتروپلیتینگ بسیار بهتر از روشهای تحت خلا بوده و در نتیجه پایداری و دوام پوشش داده شده بهتر است.



- امکان افزایش ضخامت پوشش تا ده میکرون و بالاتر و به دست آوردن خصوصیات فیزیکی لازم بر روی سطح قطعه وجود دارد در حالیکه پوشش های ایجاد شده با روشهای تحت خلا معمولا زیر یک میکرون است و به همین دلیل استفاده از لاکهای محافظ بعد از پوشش دهی ضروری می باشد.
- برای جلوگیری از خروج نرم کننده ها، مواد فرار و سایر افزودنیها از سطح یک قطعه پلاستیکی در شرایط خلا در بسیاری از موارد لازم است یک پوشش پلیمری اولیه نیز بر روی قطعه پلاستیکی داده شود که موجب افزایش هزینه خواهد شد.
- آبکاری سطوح قطعات پیچیده با روش الکتروپلیتینگ راحت تر صورت می گیرد.
- در روشهای تحت خلا به نیروهای با تخصص بالاتری در مقایسه با روش الکتروپلیتینگ نیاز می باشد. در مقابل در رابطه با برخی موارد، کاربرد روش استفاده از پوشش دهی تحت خلا به آبکاری با روش الکتروپلیتینگ برتری دارد که اهم آن عبارتند از :
 - در این روش به علت اینکه قطعه در تماس مستقیم با مواد شیمیایی قرار نمی گیرد خصوصیات فیزیکی پلیمر تغییر نمی یابد.
 - در روش پوشش دهی تحت خلا، ایجاد پوشش بر روی اکثر پلاستیکها امکان پذیر است در حالیکه در روش الکتروپلیتینگ پوشش دهی بر روی چند نوع پلاستیک موفق بوده و در برخی موارد به محلولهای زبرسازی گران قیمت نیاز می باشد.
 - در برخی موارد یک پوشش با ضخامت بسیار کم (زیر یک میکرون که با لاک محافظت شده باشد) پاسخ گوی نیاز خواهد بود که در چنین حالتی قیمت تمام شده در مقایسه با روش الکتروپلیتینگ کمتر خواهد بود.
 - معمولا به آماده سازی قطعه از طریق پوشش دهی با لاک و رزینهای شیمیایی بعد از پوشش دهی نیاز می باشد.
 - روش پوشش دهی تحت خلا پساب آلوده محیط زیست نداشته و به تجهیزات تصفیه پساب نیازی ندارد. در این روش تنها در مرحله لاک زنی (دادن پوشش از رزینهای شیمیایی قبل و بعد از پوشش دهی فلزی) و در صورت استفاده از روش اسپری کردن لاک و رزین، بایستی بخارات و



حلالهای تبخیر شده ضمن کار به وسیله هواکش به خارج از محیط کارگاه منتقل شده و در ارتفاع مناسب رها شوند.

- به علت این که در روشهای پوشش دهی تحت خلا تجهیزات و دستگاه پوشش دهی خارجی بوده و همچنین مواد و قطعات مصرفی وارداتی هستند ارزیابی بیشتر می باشد. به عنوان مثال فلزی که برای پوشش دهی مورد استفاده قرار می گیرد بایستی از خلوص بالایی برخوردار باشد.
- پوشش دهی در روشهای تحت خلا در یک محیط بسیار تمیز بایستی صورت گیرد به طوری که محیط از ذرات گرد و غبار عاری باشد. بنابراین به مراتب تمیز تر و بهتر از محیط آبکاری به روش الکتروپلیتینگ می باشد که معمولاً آلوده به انواع گازهای سمی و غیر سمی بوده و نیاز به تهویه دائمی دارد.
- با توجه به توضیحات فوق روشن است که هر یک از روشهای فوق در محدوده کاربرد مربوط به خود بهترین کارایی را خواهند داشت و در موارد کاملاً مشابه نیز بایستی انتخاب روش با بررسی معایب و محاسن هر روش صورت گیرد.

۸-۱- اهمیت استراتژیکی کالا در دنیای امروز

با توجه به اهمیت زیاد فلزات در دنیای امروز و محدود بودن منابع فلزات و گران بودن این مواد و نیز تولید روزافزون پلاستیکها که با قیمت مناسب در اختیار صنایع قرار گرفته است، لزوم استفاده از پلاستیکها به جای فلزات بیش از پیش نمایان می گردد. در مواردیکه نیاز به درخشندگی و فلز باشد، می توان قطعه پلاستیکی را آبکاری نمود. همچنین با این کار مقاومت قطعه نیز افزایش می یابد و با هزینه کمتری می توان قطعات زیادتری تولید کرد.



۹-۱- کشورهای عمده تولید کننده و مصرف کننده محصول

آبکاری قطعات پلاستیکی فرآیندی کاملاً فیزیکی است. از این رو، واحدهای صنعتی در مناطقی احداث می‌شوند که به مراکز مصرف نزدیک باشند. به همین دلیل، واردات و صادرات برای این محصول صورت نمی‌گیرد. همچنین، آمار دقیقی در خصوص ظرفیت، تولید و مصرف قطعات پلاستیکی آبکاری شده در مناطق مختلف جهان وجود ندارد. اما آنچه مسلم است کشورهای تولید کننده لوازم خانگی، لوازم الکتریکی و الکترونیکی و مخابراتی و وسایل تزئینی تولید کننده این نوع قطعات هستند و می‌توان چنین نتیجه گرفت که فرایند آبکاری قطعات پلاستیکی تقریباً در اکثر کشورهای دنیا صورت می‌گیرد.

۱۰-۱- شرایط صادرات

صادرات قطعات پلاستیکی آبکاری شده از هرگونه تعهد و پیمان ارزی معاف می‌باشد. بر طبق قانون معافیت صادرات کالا و خدمات از پرداخت عوارض، تصویب شده در تاریخ ۱۳۷۹/۱۲/۲۷، صادرات کالا و خدمات از پرداخت هر گونه عوارض معاف است و هیچ یک از وزارتخانه‌ها، سازمانها، نهادها، دستگاههای اجرایی، شهرداری‌ها و شوراهای محلی که بر طبق قوانین و مقررات حق وضع و اخذ عوارض را دارند، مجاز نیستند از کالاها و خدماتی که صادر می‌شوند عوارض اخذ نمایند یا مجوز اخذ آن را صادر نمایند.

۲- وضعیت عرضه و تقاضا

۱-۲- بررسی ظرفیت بهره برداری و روند تولید

در این بخش واحدهای فعال دارای مجوز از وزارت صنایع که در زمینه تولید قطعات پلاستیکی آبکاری شده مجوز گرفته‌اند، معرفی شده‌اند. در حال حاضر تنها سه واحد دارای مجوز قطعات پلاستیکی آبکاری شده از وزارت صنایع در کشور موجود می‌باشند اما ظرفیت واحدهای فعال در حال حاضر بسیار بیشتر از این مقدار بوده و مشغول به فعالیت می‌باشند.



جدول ۲- واحدهای فعال تولید قطعات پلاستیکی آبکاری شده

نام واحد	مکان	ظرفیت	سال اخذ مجوز	اشتغال
آب طلائی - ایلوسات	تهران- ج قدیم کرج	۱۵۵۰۰۰۰ عدد	۱۳۵۹	۱۱
رایکا پلاستیک پارس	خراسان رضوی-مشهد	۳۲۰ تن	۱۳۸۵	۲۳
رضائی مهدی	مرکزی- اراک	۲۰۰ تن	۱۳۸۵	۱۲

در نتیجه ظرفیت واحدهای موجود دارای مجوز برای تولید قطعات پلاستیکی آبکاری شده برابر ۵۲۰ تن به علاوه ۱۵۵۰۰۰۰ عدد می باشد. برای محاسبه روند تولید ظاهری قطعات پلاستیکی آبکاری شده تا سال ۱۳۸۴ براساس آمار وزارت صنایع فقط یک واحد تولید موجود بوده است که ظرفیت آن برابر ۱۵۵۰۰۰۰ قطعه می باشد.

۲-۲- بررسی وضعیت طرحهای جدید و طرحهای توسعه در دست اجرا

در این بخش طرحهای جدید و طرحهای توسعه در دست اجرا جهت تولید قطعات پلاستیکی آبکاری شده ذکر شده است. در این بخش واحدهای دارای پیشرفت مد نظر قرار گرفته اند.

جدول ۳- طرحهای در دست اجرای تولید قطعات پلاستیکی آبکاری شده

نام واحد	مکان	ظرفیت	پیشرفت	اشتغال (نفر)
تعاونی گلپارس پلاستیک	اصفهان- گلپایگان	۴۰۰۰۰ عدد	۳۹	۱۵
شمش فلز ایوانکی	سمنان- ایوانکی	۵۰۰۰ تن	۳۰	۱۰

میزان ظرفیت در حال احداث برای آبکاری قطعات پلاستیک برابر ۵۰۰۰ تن به علاوه ۴۰۰۰۰۰ قطعه می باشد. به طور متوسط وزن هر قطعه آبکاری شده را ۵۰۰ گرم فرض می کنیم. در نتیجه ظرفیت آبکاری قطعات پلاستیک در سال ۱۳۹۰ در کشور برابر ۱۲۶۳۰۰۰۰ قطعه خواهد بود.

۲-۳- بررسی روند واردات محصول از آغاز برنامه سوم

به طور کلی واردات قطعات پلاستیکی آبکاری شده زیاد معمول نیست و تنها در برخی موارد صنعتی این قطعات وارد کشور می گردند. میزان واردات دکمه پلاستیکی در سال ۱۳۸۴ برابر ۱۰۰۶۱۰ کیلوگرم و از کشورهای چین، آلمان، امارات متحده عربی، تایوان، ترکیه و سوریه بوده است. احتمال می رود که درصدی از این دکمه ها آبکاری شده باشند.



۴-۲- بررسی روند مصرف از آغاز برنامه

یکی از مشکلاتی که صنعت آبکاری ایران از آن رنج می‌برد، وجود تعداد زیادی واحدهای آبکاری است که علاوه بر فعالیت غیرعلمی و غیرتکنیکی، به صورت پنهانی فعالیت می‌کنند و هیچ‌گونه عوارضی نیز به دولت پرداخت نمی‌کنند. هم‌اکنون بیش از ۵۰ درصد از واحدهای آبکاری به صورت پنهانی فعالیت می‌کنند که این خود تهدیدی برای این صنعت در کشور به شمار می‌رود.

صنعت آبکاری صنعتی دقیق با ترکیبات و فرمولاسیون‌های خاص است که با کوچک‌ترین تغییر در فرمولاسیون نتیجه کار تغییر می‌کند و به دلیل این‌که اکثر فعالان این صنعت به صورت تجربی و غیرعلمی وارد این صنعت شده‌اند، عمدتاً کیفیت آبکاری آن‌ها نیز بسیار پایین است که نمونه آن را می‌توان در آگروز موتورسیکلت‌ها مشاهده کرد که بعد از مدت کوتاهی شروع به زنگ‌زدن می‌کنند و دلیل آن، آبکاری با کیفیت پایین است.

در مورد مصرف قطعات پلاستیکی آبکاری شده با توجه به تنوع مصرف این قطعات در صنایع مختلف و نیز کاربردهای زینتی آمار دقیقی نمی‌توان ارائه داد. اما آنچه مسلم است ظرفیت واحدهای آبکاری پلاستیک در حال حاضر در کشور بیشتر از مجوزهای داده شده توسط وزارت صنایع و معادن می‌باشد.

آبکاری علاوه بر صنعت، یک هنر نیز محسوب می‌شود و با این هنر می‌توان برخی اشکالات ظاهری تولید را با پوششی زیبا مرتفع کرد. صنعت آبکاری در بیشتر صنایع به خصوص خودرو، لوازم خانگی، فلزات گرانبها و لوازم تزئینی کاربرد دارد و با آبکاری می‌توان شکلی جذاب و زیبا به تولیدات داد.

استفاده از دانش روز آبکاری، نیاز واحدهای صنایع آبکاری است و باید با ارتباط بیشتر با دانشگاهها و مراکز تخصصی، سطح علمی آبکاران ارتقا یابد.

میزان مصرف ظاهری فعلی در کشور در سال ۱۳۸۴ برابر ۱۵۵۰۰۰۰ قطعه بوده است (معادل تولید).

در سال ۱۳۹۰ میزان ظرفیت به بالغ بر ۱۲ میلیون قطعه افزایش خواهد یافت. اگر فرض کنیم که نیمی از ظرفیت فوق به تولید اشتغال داشته باشد، در سال ۱۳۹۰ بیش از ۶ میلیون قطعه پلاستیکی در کشور آبکاری خواهد شد.



۵-۲- بررسی روند صادرات محصول از آغاز برنامه سوم

احتمال می‌رود که درصدی از دکمه‌های صادر شده از کشور از نوع دکمه‌های پلاستیکی آبکاری شده باشند. این مقدار صادرات در سال ۱۳۸۴ برابر ۸۴۵۰ کیلوگرم و به کشور عراق بوده است.

۶-۲- بررسی نیاز به محصول با اولویت صادرات تا پایان برنامه چهارم

بازار هدف به بازاری گویند که خارج از مرزهای یک کشور قرار داشته ولی هنوز به فعلیت نرسیده است، اما در صورت تدوین استراتژی صحیح بازار شناسی و بازاریابی بین‌المللی میتوان در آن بازارها نفوذ نمود.

امروزه که عرضه کالاها در بازارهای صادراتی در سطوح انبوهی صورت می‌گیرد، شناسایی و تعیین بازارهای هدف صادراتی و مشتریان خاص در بازارهای مذکور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. امروزه به جهت آنکه شمار عرضه‌کنندگان کالاها و خدمات مشابه بسیار زیاد شده است، این امکان برای مشتریان فراهم شده که بتوانند کالاهای مورد نظر خویش را از میان انبوهی از کالاهای عرضه شده انتخاب نمایند. از این حیث صادرکنندگان در رقابتی شدید قرار گرفته‌اند و هر یک که بازاریابی مطلوب‌تری داشته باشند، در واقع برنده خواهند شد. بر اساس نظریه‌های نوین تجارت بین‌الملل یکی از مراحل توسعه بازارهای صادراتی، مطالعه و تعیین راههای دسترسی به بازارهای هدف صادراتی است.

اما در مورد قطعات پلاستیکی آبکاری شده از آنجایی که این قطعات تعرفه مشخصی ندارند و عمدتاً تحت نام قطعات اصلی تجارت می‌شوند در نتیجه نمی‌توان آمار دقیقی از صادرات و یا واردات این محصولات ارائه داد.



۳- بررسی اجمالی تکنولوژی و روشهای تولید و عرضه محصول در کشور

تشریح فرایند

فرایند آبکاری قطعه پلاستیکی شامل دو مرحله اصلی است:

الف- مراحل رسانا کردن یک قطعه پلاستیکی

ب- مراحل آبکاری مس-نیکل-کروم قطعه هادی شده

الف- مراحل رسانا کردن یک قطعه پلاستیکی

۱- چربی گیری

۲- اسید شویی یا پیش زبر سازی

۳- زبر سازی (Etching)

۴- کروم گیری

۵- خنثی سازی

۶- فعال سازی

۷- شتاب دهی

۸- آبکاری شیمیایی بدون برق (Electroless Plating)

در ادامه مراحل هادی سازی یک قطعه پلاستیکی و زمان لازم برای هر بخش از فرایند آورده شده است.



جدول ۴- مراحل هادی سازی سطح قطعه و زمان آن بر حسب دقیقه

مراحل هادی سازی سطح قطعه	زمان آن بر حسب دقیقه
چربی گیری	۲ دقیقه
اسید شویی	یک دقیقه
زبر سازی	۷ تا ۱۰ دقیقه
کروم گیری	۰/۴ دقیقه
شستشو در دو مرحله	۰/۷ دقیقه
خنثی سازی با اسید کلریدریک	یک دقیقه
اسید گیری	۰/۴ دقیقه
حساس سازی	۳ تا ۴ دقیقه
شستشو در دو مرحله	۰/۷ دقیقه
شتاب دهی	۲ تا ۳ دقیقه
نیکل شیمیایی	۴ تا ۶ دقیقه

علاوه بر مراحل ذکر شده در میان برخی مراحل بایستی شستشوی قطعه نیز صورت گیرد، زیرا اگر موادی از محلول بر روی قطعه باقی بماند و وارد مرحله بعدی شود با آن محلول واکنشی انجام خواهد داد که از کارایی محلول کاسته و عمر آن را به سرعت از بین خواهد برد. بنابراین شستشوی خوب، عمر مفید محلولها را که هزینه قابل توجهی صرف تهیه آن شده افزایش داده و کارایی آن را بیشتر خواهد کرد.

۵ چربی گیری

پس از این که ABS و دیگر پلیمرها از قالب بیرون می آیند دارای الکتریسیته ساکن هستند و اگر در محیط بسیار تمیز نبوده و یا در ورق محفوظی پیچیده نشوند، ذرات گرد و غبار موجود در هوا را به خود جذب می کنند. این آلودگیها و سایر آلودگیهای ناشی از روغنها و مواد اسپری شونده ای که برای آماده سازی قالب جهت تزریق به کار می روند و نیز آلودگی ناشی از جابجایی از کارگاه تزریق به کارگاه آبکاری (مانند چربی



دست) وجود مرحله چربی گیری را ضروری می سازند. مگر آن که با اتخاذ تدابیر خاصی بتوان از تمیز بودن سطح قطعه قبل از آبکاری اطمینان حاصل نمود. به هر حال استفاده از یک ماده چربی گیر و تمیز کردن سطح قطعه باعث افزایش عمر محلول زبر سازی خواهد شد. برای چربی گیری می توان از یک چربی گیر با ترکیب زیر استفاده نمود که شرایط عملکرد آن در درجه حرارت ۶۰-۵۰ درجه سانتیگراد و مدت ۲ دقیقه می باشد.

جدول ۵- ترکیب درصد ماده چربی گیر

مقدار	نام ماده
۲۰ گرم در لیتر	سود
۱۵ گرم در لیتر	تری سدیم فسفات
۱۵ گرم در لیتر	سدیم کرینات
۱۵ گرم در لیتر	اسید اولئیک

در اینجا ذکر این نکته ضروری است که شرکت های متعدد ترکیبات مختلف و آماده های را که فرمول ترکیب آنها مخصوص سازنده بوده و نزد آنها محفوظ می باشد، جهت مراحل مختلف آبکاری تولید کرده و به فروش می رسانند.

گرچه شرایط کارکرد و ترکیبات این مواد نزدیک به یکدیگر می باشد لیکن به منظور حصول بهترین نتیجه بایستی طبق دستور العمل سازنده از آنها استفاده نمود.

۱) اسید شویی (پیش زبر سازی)

برای پیشگیری از انتقال مواد چربی گیر که قلیایی است به محلول زبر سازی که اسیدی است و باعث کاستن اسیدیته و در نتیجه کاهش عمر مفید محلول می گردد، بهتر است این مرحله وجود داشته باشد تا ضمن خنثی کردن قلیائیت سطح قطعه آن را برای زبر سازی آماده کند. ترکیب پیشنهادی برای این منظور چنین است:



جدول ۶- ترکیب پیشنهادی مرحله اسید شویی

نام ماده	مقدار
اسید سولفوریک تجارتي (وزن مخصوص ۱/۸۴)	۵۰ سی سی در لیتر
اسید کرومیک	۴۰۰ گرم در لیتر

شرایط عملکرد آن به قرار زیر است

دما ۵۰-۶۰ درجه سانتیگراد

مدت ۲-۵ دقیقه

برای حصول نتیجه بهتر و پیشگیری از اختلاف دما بهتر است محلول به وسیله حبابهای هوا بهم زده شود.

ن زبر سازی (Etching)

با زبر سازی میکروسکوپی قطعه و ایجاد خلل و فرج در سطح قطعه چسبندگی فلز به پلیمر افزایش می‌یابد. زبر سازی به دو روش مکانیکی و شیمیایی صورت می‌گیرد. در روش مکانیکی با پرتاب شن های ویژه به قطعه که در حال دوران می‌باشد و با بمباران کردن سطح قطعه با این شن ها (سند بلاست) سطح آن را زبر می‌کنند. گرچه این روش عملی بوده و در مورد باکالیت ها نتیجه بهتری نیز خواهد داد، لیکن روش شیمیایی روش بهتر و متداولتری است زیرا به عنوان مثال در مورد ABS جزء بوتادین خورده شده و در عین حال ساختمان ABS تخریب نمی‌گردد و سطح قطعه با خلل و فرج زاویه دار آماده گرفتن فیلم هادی می‌گردد. ترکیب محلولهای زبر سازی با یکدیگر متفاوت می‌باشد. البته محلول زبر سازی نه تنها جزء لاستیکی قطعه را حل می‌کند بلکه سایر مواد شبکه را نیز به آرامی نرم و در خود حل می‌کند. بنابراین زمان ماندن قطعه در محلول به منظور حصول یک سطح زبر شده مناسب بسیار حائز اهمیت می‌باشد. ضمناً دمای محلول نیز در سرعت خوردگی بسیار موثر می‌باشد. ترکیب این محلول به شرح زیر می‌باشد.



جدول ۷- ترکیب پیشنهادی مرحله اسید شویی

مقدار	نام ماده
۱۸۰ سی سی در لیتر	اسید سولفوریک تجارتي (وزن مخصوص ۱/۸۴)
۴۳۰ گرم در لیتر	اسید کرومیک
۳۰ سی سی در لیتر	اسید فسفریک

هنگام تهیه محلول و افزودن مواد به محلول لازم است شخص مجهز به لباس کار و عینک باشد.

ن کروم گیری

این مرحله معمولاً پس از هر مخزنی که دارای اسید کرومیک باشد قرار داده می‌شود و هدف آن صرفه جویی در مصرف اسید کرومیک می‌باشد به این ترتیب که اسید کرومیک که از وان زبر سازی همراه با قطعه بیرون می‌آید در این مخزن که حاوی آب است گرفته شده و محلولی که به این ترتیب به دست می‌آید برای جبران کمبود وان زبر سازی که با تبخیر یا طریق دیگری خالی می‌شود به کار می‌رود. به این ترتیب این محلول یک محلول شستشو است با این تفاوت که سرریز نداشته و دور ریخته نمی‌شود. هر اندازه این محلول رقیق تر باشد به همان نسبت مقدار موادی که با شستشوی پس از آن هدر می‌رود کمتر است. بدین منظور باید سعی شود که هر چه ممکن است مقدار اسید کرومیک کمتری همراه با قطعه وارد این محلول شود.

ن شستشو

شستشوی قطعه در دو وان (آب وان دوم سر ریز شده و به وان اول می‌ریزد) منجر به کاهش قابل توجه اسید کرومیک بر روی قطعه شده و عمر محلول خنثی سازی که در مرحله بعد مورد استفاده قرار خواهد گرفت را بیشتر خواهد کرد.

ن خنثی سازی

هدف از خنثی سازی حذف آخرین بازمانده محلول اسید کرومیک بر روی قطعات و آویزهایی می‌باشد که می‌تواند محلولهای بعدی را آلوده سازد. پس مانده اسید کرومیک که ممکن است در حفره های کور قطعات



مانده یا در محل اتصال آویزها نشت یافته و از آبکاری شیمیایی در این گونه جاها پیشگیری کند، باید گرفته شود. ترکیب مورد استفاده در این مرحله اسید کلریدریک کاملاً خالص (چگالی ۱/۱۸) به مقدار ۱۸۰ سی‌سی در لیتر می‌باشد. برای تهیه محلول بایستی مخزن را تا نیمه از آب خنک پر کرده و در حالیکه کاملاً همزده می‌شود مقدار اسید لازم را به آن افزود. در هنگام ریختن اسید بهتر است که هواکش‌ها را روشن و برای کاهش تبخیر اسید آن را توسط پمپ‌های دستی با شیلنگ در ته مخزن و داخل آب تخلیه کرد. کار کردن با این محلول در شرایط زیر می‌باشد.

دما ۴۰ درجه سانتیگراد

مدت ۱-۲ دقیقه

محلول خنثی سازی به تدریج با گرفتن اسید کرومیک قطعات و آویزها به سبزی می‌گراید، لذا بایستی بازسازی شده و هنگامی که سبز تیره گشت دور ریخته شود.

۱۱ اسید گیری

پس از خنثی سازی، قطعات وارد یک وان جهت اسید کلریدریک گیری می‌شوند.

۱۲ حساس سازی

مرحله حساس سازی در حقیقت قلب فرایند به شمار می‌رود. برای شروع آبکاری روی پلاستیک باید ابتدا سطح آن را حساس ساخت. این کار معمولاً با نشاندن ذره‌های کوچکی از فلز پالادیوم صورت می‌گیرد و این ذرات بعداً کاتالیزوری برای شروع آبکاری شیمیایی می‌شوند. در این مرحله قطعه در محلولی از کلرید قلع و کلرید پالادیوم غرطه ور شده و پس از گذشت مدت زمان لازم، کمپلکسی از قلع و پالادیوم بر روی سطح قطعه به وجود می‌آید که در مرحله بعد (شتاب دهی) نمکهای قلع حذف و تنها فلز پالادیوم بر روی قطعه باقی می‌ماند. ترکیب وان حساس سازی و شرایط عملکرد آن می‌تواند به صورت زیر باشد.



جدول ۸- ترکیب پیشنهادی مرحله حساس سازی

مقدار	نام ماده
۱۵۰-۱۰۰ گرم در لیتر	کلرید قلع
۰/۲-۰/۳ گرم در لیتر	کلرید پالادیوم
۲۰ سی سی در لیتر	اسید کلریدریک
۳۵-۴۵ درجه سانتیگراد	درجه حرارت

محلول حساس سازی در مواقعی که از آن استفاده نمی شود باید پوشانیده شود. محافظت از این محلول و نور ندیدن آن باعث افزایش طول عمر آن می گردد.

۱ شستشو

در این مرحله نیز شستشو در دو وان متوالی که آب وان دوم به وان اول سر ریز می شود صورت می گیرد.

۱ شتاب دهی

کار این مرحله حذف نمکهای قلع (و بیشترهیدروکسید قلع) است. این نمکها جزئی از کمپلکس جذب شده در سطح قطعه بوده که پالادیوم را تا هنگام استفاده حفظ می کند. در این مرحله قلع در محلول حل شده و فقط فلز پالادیوم در سطح قطعه باقی می ماند و این پالادیوم است که مرکز تجمع فلز روکش به شمار می آید. ترکیب پیشنهادی در این مرحله یک اسید رقیق (اسید سولفوریک ۱۰٪) می باشد که شرایط کار کردن با آن به قرار زیر است.

دما ۲۰-۵۰ درجه سانتیگراد

مدت حداقل دو دقیقه

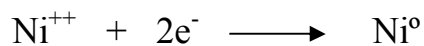
در هنگام حل کردن اسید در آب لازم است هواکش ها روشن باشند. اگر اسید به کمک پمپ دستی در داخل آب وارد شود بهتر است.

**ن شستشو**

گرچه شستشو در این مرحله همانند شستشوی قبل از شتاب دهی نمی‌تواند محلول روی قطعه را کاملاً بزاید، ولی واکنشهای هیدرولیزی که روی سطح قطعه انجام می‌دهد وجود آن را ضروری می‌سازد.

ن آبکاری شیمیایی (Electroless Plating)

پلاستیک فعال شده باید با روکش فلزی پوشانده شود تا هادی گردد. ضخامت این پوشش بایستی به آن اندازه باشد (حدود ۰/۰۵ تا ۰/۵ میکرون) که بتواند جریان لازم را برای شروع آبکاری الکترولیتی از خود عبور دهد. به وجود آوردن این روکش و پوشش اولیه با استفاده از محلولهای شیمیایی و بدون برق (Electroless) صورت می‌گیرد. این محلولها روکشهای بسیار نازکی به وجود آورده و هنگامی که سطح قطعه کاملاً پوشانده شد واکنش پایان می‌پذیرد. محلولهای آبکاری شیمیایی باید هم دربردارنده نمک فلزی باشند و هم یک احیا کننده برای واکنش شیمیایی (به عنوان مثال هیپو فسفیت در مورد نیکل) که بتواند کاتیونها را احیا نماید. این کار به یک شروع کننده نیز نیاز دارد که معمولاً خود فلز است. در واکنش انجام شده کاتیون فلز مورد نظر احیا شده و بر روی قطعه می‌نشیند. به عنوان مثال در مورد نیکل داریم:



ناخالصی های یک محلول بسیار مهم بوده لذا به فیلتر کردن مداوم نیاز دارد. هنگامی که یک پلاستیک فعال شده در چنین محلولی فرو برده شود هر ذره پالادیوم مرکزی برای تجمع فلز (معمولاً مس یا نیکل) به دور خود می‌شود. جزیره های تشکیل شده از فلز به زودی به یکدیگر پیوسته و تمام سطح قطعه (داخل خلل و فرج) را کاملاً پوشانده و متوقف می‌گردد.

برای این کار ممکن است از مس یا نیکل استفاده شود. نیکل شیمیایی به آسانی کنترل و تقویت شده و با کار خوب عمر مفید آن تا دو سه سال به راحتی می‌رسد. در حالیکه محلولهای مس شیمیایی عمر کوتاهتری دارند و مراقبت از آنها به دقت و تجربه بیشتری نیاز دارد و این خود علتی است که در ایران روش موفقی به شمار نمی‌رود. با این توضیح به بیان آبکاری بدون برق نیکل می‌پردازیم:



آبکاری شیمیایی نیکل

به آبکاری با محلولی گفته می‌شود که بدون ایجاد اختلاف پتانسیل الکتریکی قطعه ای را که داخل آن فرو برده می‌شود آبکاری می‌کند و به این دلیل بایستی موارد ذیل را در بر داشته باشد:

- ۱- یک منبع تامین کننده یون نیکل (مثلا کلرید نیکل یا سولفات نیکل)
- ۲- یک ماده احیا کننده برای تدارک الکترون مورد نیاز (مانند هیپو فسفیت سدیم)
- ۳- یک منبع تامین انرژی و حرارت
- ۴- مواد کمپلکس سازی که مقدار نیکل آزاد مورد نیاز واکنش را کنترل کند.
- ۵- مواد بافر برای ثابت نگهداشتن PH محلول که به خاطر تولید هیدروژن در اثنای واکنش تغییر می‌کند.

۶- شتاب دهنده هایی که بر سرعت واکنش می‌افزایند.

۷- بازدارنده هایی که سرعت واکنش احیا را کنترل می‌کنند.

به طور کلی مشخصات یک محلول آبکاری شیمیایی به ترکیب موارد فوق بستگی دارد و فرمول های انحصاری مختلفی توسط شرکتهای دست اندرکار در این مورد وجود دارد. یک فرمول پیشنهادی برای این کار به صورت زیر می باشد:

جدول ۹- ترکیب پیشنهادی مرحله آبکاری شیمیایی نیکل

نام ماده	مقدار
کلرید نیکل	۱۲۰ گرم در لیتر
هیپو فسفیت سدیم	۱۰۵ گرم در لیتر
سیترات آمونیوم	۶۵ گرم در لیتر
سود	تا PH مطلوب

شرایط کارکرد در این مرحله به شرح زیر می‌باشد.



۱۰

PH

۳۰-۵۰ درجه سانتیگراد

دما

۳-۱۱ میکرون در ساعت

سرعت روکش

۴-۶ دقیقه

مدت

فیلتر پیوسته محلول بسیار خوب است، زیرا با این کار ذرات نیکی که ممکن است از قطعه به درون محلول بیفتد حذف می‌شود. پس از هر فیلتراسیون بایستی پمپ را با اسید نیتریک رقیق و سپس آب شست. هفته‌ای یکبار یا هرگاه که بدون وجود قطعه در محلول گاز از آن خارج می‌شود آن را بایستی به درون یک وان ذخیره پاکیزه یا یک وان دیگر فیلتر کرد، پس از آن ابتدا قطعات ته وان را جمع آوری کرده و سپس ذرات نیکی را که به دیواره وان چسبیده با فشار آب جدا و به این ترتیب وان را کاملاً پاکیزه ساخت. نیکل‌های ته نشین شده و چسبیده به وان را با اسید نیتریک ۵۰٪ حجمی می‌توان جدا کرد. پس از اینکه همه ذرات و ته نشینها از وان زدوده شد باید آن را با آب کاملاً شسته و محلول آبکاری را از نو به درون آن فیلتر کرد.

باید توجه شود که برای پاک کردن دیواره وان از سیم ظرفشویی و وسایلی از این قبیل استفاده نشود زیرا این عمل باعث خراشیدن دیواره های مخزن می‌گردد و همین خراشها مکان مناسبی برای نشت نیکل بیشتر خواهد شد. برای تنظیم می‌توان از دستورالعمل زیر استفاده کرد.

۱- اندازه گیری غلظت نیکل و هیپو فسفیت و هفته ای، در صورتی که مقدار لازم روزانه افزوده افزایش مقدار لازم شود.

۲- اندازه گیری PH هر صبح و بعد از ظهر

۳- افزایش آمونیاک یا سود هر صبح و بعد از ظهر (در صورتی که قرار باشد محلول چند روزی بلا استفاده بماند لازم است پیش از رها کردن PH را تا ۱۰/۵ بالا برد.

۴- شستشوی وان هفته ای یکبار

۵- فیلتراسیون به طور مداوم یا حداقل روزی یکبار



ب- مراحل آبکاری مس-نیکل-کروم قطعه هادی شده

با اتمام عمل آبکاری شیمیایی قطعه پلاستیکی به قطعه‌ای با سطح هادی و رسانا تبدیل شده و از این مرحله به بعد روش متعارف آبکاری قطعات فلزی قابل استفاده می‌باشد. تنها بایستی نکاتی در هنگام آبکاری این قطعات در نظر گرفته شوند که به ماهیت پلاستیکی بودن قطعه و خصوصیات مربوط به آن باز می‌گردد که اهم این نکات عبارتند از:

۱- به علت سبک بودن قطعات پلاستیکی بایستی از مکانیسمهایی جهت قرار دادن قطعه بر روی آویز کاتد استفاده شود که اتصال کافی جهت عبور جریان را به وجود آورد. این نکته به خصوص برای آبکاری کروم بسیار مهم می‌باشد.

۲- برای قطعات ریز از سبد استفاده شود.

۳- به طور کلی پلیمری برای آبکاری انتخاب شود که در رده پلیمرهای مخصوص آبکاری باشد.

آبکاری قطعات پلاستیکی آماده شده در مرحله قبل با استفاده از جریان برق (Electro Plating)

بر اساس آنچه در صنعت متعارف می‌باشد از آبکاری نیکل-کروم-برنج- و طلا برای تزئین قطعات پلاستیکی استفاده می‌گردد که از بین اینها بیشترین قطعات را قطعات آبکاری شده کروم-نیکل تشکیل می‌دهند لذا ابتدا به بیان ماهیت آبکاری با استفاده از جریان برق و سپس به بیان آبکاری نیکل-کروم پرداخته می‌شود.

آ الکترولیز:

جداسازی فلز از محلول الکترولیت به کمک انرژی الکتریکی جریان خارجی را الکترولیز می‌نامند. الکترولیز به کمک جریان مستقیم صورت می‌گیرد و الکتریسیته مصرفی به انرژی شیمیایی و گرمایی تبدیل می‌گردد. تبدیل این انرژی در آبکاری الکترولیت را تجزیه کرده و فلز را آزاد می‌نماید و به شکل پوشش در سطح کاتد یا قطعه ای که به کاتد وصل شده باشد، می‌نشانند. میزان فلز نشسته شده در سطح کاتد بر طبق قانون فاراده انجام می‌گیرد. به طوری که عبور یک فاراده الکتریسیته باعث آزاد شدن یک اکی والان فلز در سطح کاتد



می‌گردد. در عمل مقدار فلز رسوب داده شده کمتر از میزان مذکور می‌باشد لذا راندمان آبکاری مطرح می‌گردد که به صورت زیر بیان می‌گردد.

$$\text{مقدار فلز رسوب داده شده به صورت واقعی} \times 100 = \text{راندمان}$$

مقدار فلزی که طبق قانون فاراده بایستی رسوب داده شود

در آبکاری نسبت شدت جریان به سطح موثر کاتد یا آند که آن را شدت جریان ویژه نامیده و بر حسب آمپر بر دسیمتر مربع بیان می‌گردد پارامتر مهمی می‌باشد.

محیطهای آبکاری بر حسب اینکه از چه ترکیبی به عنوان الکترولیت استفاده کنند ممکن است در محیط اسیدی یا محیط قلیایی باشند.

آبکاری مس-کروم-نیکل

این نوع آبکاری غالباً در موارد تزئینی استفاده می‌شود که در رابطه با قطعات پلاستیکی نیز همین هدف دنبال می‌شود. به منظور به دست آوردن سطح نهایی هموار و براق معمولاً یک لایه مس بر روی قطعه نشانیده و سپس آب نیکل می‌دهند و به دلیل اینکه پوشش نیکل نیز در دراز مدت کدر شده و رنگ آن در محیط های خورنده به زردی و گاه به سبزی می‌گراید بر روی پوشش رسوب داده شده از نیکل که معمولاً با ضخامتی حدود ۱۰-۱۲ میکرون ایجاد می‌گردد از یک لایه رسوب کروم با ضخامت ۰/۲ تا ۰/۵ میکرون استفاده می‌شود. این لایه باعث دوام، مراقبت و حفاظت در برابر خوردگی خواهد شد.

رسوبات نیکل می‌تواند به صورت مشکی، مات، نیمه شفاف و شفاف مورد استفاده قرار گیرد که به منظور حصول سطحی براق، از نوع آخری معمولاً در زیر آبکاری کروم استفاده می‌گردد.

مراحل آبکاری مس-نیکل-کروم قطعه هادی شده

۱- شستشوی قطعه در دو مرحله

۲- غوطه ور کردن در اسید سولفوریک ۱۰٪

۳- آبکاری مس اسیدی



۴- شستشو در دو مرحله

۵- غوطه ور کردن در اسید کلریدریک ۱۰٪

۶- آبکاری نیکل براق

۷- نیکل گیری

۸- شستشو در دو مرحله

۹- آبکاری کروم

۱۰- شستشو

۱۱- خشک کردن قطعه

جدول ۱۰- مراحل آبکاری مس-نیکل-کروم و زمان آن بر حسب دقیقه

زمان آن بر حسب دقیقه	مراحل آبکاری مس-نیکل-کروم
۰/۷ دقیقه	شستشو در دو مرحله
۰/۴ دقیقه	دیپ کردن در اسید سولفوریک
۸ تا ۱۰ دقیقه	آبکاری مس اسیدی
۰/۷ دقیقه	شستشو در دو مرحله
۰/۴ دقیقه	دیپ کردن در اسید کلریدریک
۱۰ دقیقه	آبکاری نیکل براق
۰/۴ دقیقه	نیکل زدایی
۰/۷ دقیقه	شستشو در دو مرحله
۱ تا ۲ دقیقه	آبکاری کروم
۰/۴ دقیقه	کروم زدایی
۰/۷ دقیقه	شستشو در دو مرحله
۴ تا ۵ دقیقه	خشک کردن



قبل از آبکاری مس که در ادامه به توضیح آن پرداخته خواهد شد، قطعاتی که نیکل شیمیایی شده اند، در دو مرحله شستشو می‌شوند. پس از این مرحله چون ممکن است قطعات هادی شده انبار موقت شوند و سطح آنها در حد بسیار ضعیف اکسید شود و به منظور آماده کردن آنها جهت وان مس اسیدی که حاوی یون سولفات می‌باشد قبل از وارد کردن در وان مس اسیدی آن را در محلول اسید سولفوریک ۱۰٪ غوطه ور می‌نمایند. وان اسیدی هر دو هفته بازسازی شده و هر ۶ ماه تعویض می‌گردد. استفاده مجدد از وان شتاب دهی در این مرحله در نظر گرفته شده است و پس از این مرحله قطعه جهت آبکاری مس آماده می‌باشد.

لا آبکاری مس

مس فلزی رنگی با رنگ قرمز سیر با عدد اتمی ۲۹، وزن اتمی ۶۳/۵۴، نقطه ذوب ۱۰۸۳ درجه سانتیگراد و چگالی ۸/۸۹ گرم بر سانتیمتر مکعب می‌باشد. قابلیت هدایت الکتریکی آن پس از نقره از همه فلزات بیشتر است. اصولاً آبکاری مس با توجه به مقاومت کشش و حرارتی کم آن به عنوان پوشش مقاوم در برابر خوردگی مطرح نیست بلکه بیشتر برای زیرسازی آبکاریهای مختلف و پوشانیدن لکه ها و ناهمواریهای سطح کار پیش از آبکاریهای بعدی می‌باشد. در صورتیکه از فلز مس مستقیماً به عنوان فلز زینتی استفاده شود، بعد از آبکاری آنرا با رزینهای مخصوص و شفاف در حد چند میکرون پوشش می‌دهند. فرمول پیشنهادی جهت وان مس و شرایط کارکرد آن به شرح زیر می‌باشد.

جدول ۱۱- فرمول پیشنهادی جهت وان مس و شرایط کارکرد آن

مقدار	فرمول پیشنهادی جهت وان مس و شرایط کارکرد آن
۲۲۰ گرم در لیتر	سولفات مس
۶۰ گرم در لیتر	اسید سولفوریک
۲-۴ گرم در لیتر	براقی
مس نقره	آند
۲۰-۵۰ درجه سانتیگراد	دما
۱۰-۲ آمپر بر دسیمتر مربع	شدت جریان ویژه



پس از آبکاری مس، قطعه در دو مرحله شسته شده و با توجه به اینکه هدف بعدی آبکاری نیکل می‌باشد، به منظور آماده سازی قطعه قبلا آنرا در اسید کلریدریک ۱۰٪ وارد می‌نمایند. این محلول هر شش ماه یکبار تعویض و هر دو هفته یکبار بازسازی می‌گردد. پس از این مرحله قطعه جهت آبکاری نیکل حاضر می‌باشد.

آبکاری نیکل

نیکل فلزی است سفید رنگ (نقره ای) و درخشان با عدد اتمی ۲۸، جرم اتمی ۵۷/۷۱، چگالی ۸/۹ گرم بر سانتیمتر مکعب، نقطه ذوب ۱۴۲۰ درجه سانتیگراد، نسبتا سخت، چکش خوار و صیقل پذیر و مقاومت مکانیکی آن از همه فلزات بیشتر است. آبکاری نیکل از قدیمی ترین آبکاری های حفاظتی و زینتی است و نیکل اولین فلزی است که در صنعت از طریق آبکاری به عنوان پوشش به کار گرفته شده است. وان نیکل معمولا اسیدی است و از سولفات و کلرید نیکل در آن استفاده می‌شود. از سولفات نیکل به منظور تامین یون نیکل و از کلرید نیکل برای تامین هدایت وان استفاده می‌شود. زیرا کلر باعث افزایش هدایت الکترولیت شده و در نتیجه قدرت پوشش دهی را افزایش می‌دهد. از اسید بوریک به عنوان بافر استفاده می‌شود که مانع تشکیل فیلم کاتدی می‌گردد، استفاده از مواد ضد حفره جهت افزایش بهره کاتدی متداول می‌باشد. با افزودن این مواد، هیدروژن تولید شده از اطراف کاتد جدا شده و باعث افزایش کیفیت سطح آبکاری شده می‌گردد. ساخارین از موادی است که به این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرد. ماده دیگر مورد استفاده در وان، کفی است. این ماده کشش سطحی آب را کم کرده و حالت ترکنندگی محلول را بیشتر می‌کند. کفی در دو نوع مورد استفاده قرار می‌گیرد. زمانی که هم زدن محلول با حبابهای هوا صورت می‌گیرد، از کفی کم کف استفاده می‌گردد. براقی های مورد استفاده در وان نیکل دو دسته می‌باشند، دسته اول به عنوان براق کننده مقدماتی و دسته دوم را براق کننده های ثانویه می‌نامند. سولفون ایمید، سولفانامید بنزول سولفان اسید، نفتالین سولفان اسید، آلکیل سولفان اسید، سولفین اسید و آریل سولفان سولفانات از براق کننده های مقدماتی و ترکیبات آلی با اتصالات آمونیوم (NH_4) و اتصالات آمین ها (RNH_2) از براق کننده های ثانویه می‌باشند که با غلظت ۱ تا ۱۰ گرم در لیتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. ترکیب پیشنهادی جهت وان نیکل براق و شرایط کارکرد آن به قرار زیر است:



جدول ۱۲- فرمول پیشنهادی جهت وان نیکل و شرایط کارکرد آن

مقدار	ترکیب پیشنهادی جهت وان نیکل براق و شرایط کارکرد
۳۰۰ گرم در لیتر	سولفات نیکل
۳۸-۴۵ گرم در لیتر	کلرید نیکل
۴۰-۵۰ گرم در لیتر	اسید بوریک
۵ گرم در لیتر	براقی
۲/۵-۳/۸	PH
۵۰-۶۵ درجه سانتیگراد	دما
۵-۷ آمپر بر دسیمتر مربع	شدت جریان ویژه
۲/۸ ولت	ولتاژ
۱۰-۱۵ دقیقه	زمان

حرکت دادن کاتد به صورت مکانیکی منجر به بهبود کیفیت قطعه می‌گردد. محلول وان بایستی به طور پیوسته فیلتر شود و به منظور جلوگیری از افتادن آند به ته وان از سبدهای تیتانیوم یا پلی پروپیلن استفاده شود.

نیکل گیری: پس از یک وان نیکل وجود یک وان به عنوان وان نیکل گیری باعث صرفه جویی می‌گردد. قطعات پس از خروج از وان نیکل در این وان که بدون سر ریز است، آبکشی شده و به مرحله بعد برده می‌شوند.

شستشو: شستشو در این مرحله نیز در دو وان متوالی که آب وان دوم به وان اول سر ریز می‌شود صورت می‌گیرد و مواد باقیمانده از وان نیکل بر روی قطعات و آویزها تمیز می‌گردد.

آبکاری کروم:

کروم فلزی است نقره‌ای رنگ با عدد اتمی ۲۴، جرم اتمی ۵۲، چگالی ۷/۱۹ گرم بر سانتیمتر مربع و نقطه ذوب ۱۸۵۰ درجه سانتیگراد. کروم دارای ضریب بازتاب نوری بسیار خوبی (۰/۶۵) می‌باشد. به همین دلیل



است که اشیا لوکس و زینتی را با این فلز آبکاری می کنند. فاسد نشدن و اکسید نشدن در محیطهای خورنده دلیل دیگر استفاده از این فلز می باشد. سختی این فلز نیز بالا بوده و به همین دلیل قطعات صنعتی را برای افزایش سختی با این فلز می پوشانند.

آبکاری کروم زینتی به دو صورت براق و مشکی صورت می گیرد. در وان کروم براق از اکسید کروم در آب که اصطلاحاً اسید کرومیک نامیده می شود، استفاده می شود. با توجه به اینکه راندمان عملی آبکاری کروم در مقایسه با سایر آبکاریها به نحو بارزی کمتر است و به کار گیری آندهای نامحلول در آبکاری کروم شدت جریان چند برابر آبکاری سایر فلزات لازم دارد، انرژی لازم برای ایجاد لایه کروم در سطح کاتد ۵۰ تا ۱۰۰ برابر انرژی لازم برای تشکیل روکشهای دیگر است. در وان کروم انرژی زیادی صرف آزاد شدن هیدروژن می گردد. الکترولیت کروم از جهت قدرت پوشش بدترین الکترولیت می باشد. میزان کروم سه ظرفیتی و آهن در مجموع نباید از ۱ تا ۲ درصد مقدار کروم در الکترولیت تجاوز کند. شدت جریانهای زیاد نیز از عوامل موثر در بهبود بخشیدن به قدرت پوشش الکترولیت کروم است لذا بهترین حالت استفاده از آندهای کمکی است. در وان کروم هم زمان با تشکیل گاز هیدروژن که در کاتد صورت می گیرد، در آند نیز گاز اکسیژن به وجود می آید. این گازها هنگام خروج از وان با خود مقدار قابل توجهی الکترولیت را به همراه برده و فضا را به شدت آلوده ساخته و تنفس را مشکل می سازند. تنفس طولانی در چنین هوای آلوده منجر به صدمه دیدن پرزهای داخل بینی و آسیب رساندن به ریه ها می گردد. برای جلوگیری از خروج الکترولیت همراه با گازها از موادی موسوم به ضد گاز استفاده می کنند. این مواد در سطح وان آبکاری کروم لایه ضخیمی از کف به وجود می آورند و به این ترتیب از خروج شدید الکترولیت همراه با گاز جلوگیری می کنند. برای جلوگیری از این عمل از گوی های لاستیکی نیز استفاده می گردد. اسید کرومیک در وان کروم از ۲۰۰ تا ۴۰۰ گرم در لیتر استفاد می گردد. اسید کرومیک پایین منجر به افزایش راندمان آبکاری و مقدار بالای آن باعث هدایت بالای وان می گردد. در عمل عمدتاً ۲۵۰ گرم مورد استفاده قرار می گیرد. در کنار اسید کرومیک از یون سولفات (اسید سولفوریک) به میزان ۱٪ اسید کرومیک استفاده می شود.



چون آند کروم به شدت خورده می‌شود از آلیاژ سرب و قلع (۹۲٪ سرب و ۸٪ قلع) یا آلیاژ سرب و آنتیموان (۹۲٪ سرب و ۸٪ آنتیموان) به عنوان آند در وان کروم استفاده می‌گردد. ترکیب پیشنهادی وان و شرایط کارکرد آن به صورت زیر می‌باشد.

جدول ۱۳- ترکیب پیشنهادی وان کروم و شرایط کارکرد

مقدار	ترکیب پیشنهادی وان کروم و شرایط کارکرد
۲۵۰ گرم در لیتر	اسید کرومیک
به نسبت ۱ به ۸۰ تا ۱ به ۱۲۵	نسبت SO_4 به CrO_3
۳۵-۵۰ درجه سانتیگراد	دما
۷/۵-۱۷/۵ آمپر بر دسیمتر مربع	شدت جریان ویژه
۴-۵ ولت	ولتاژ

کروم زدایی: بعد از خروج قطعات از وان کروم از یک وان به عنوان وان کروم گیری استفاده می‌گردد. در این وان غلظت محلولی که قطعات آغشته به آن هستند کاسته می‌شود. بعداً از همین محلول برای جبران کاهش وان کروم استفاده می‌گردد.

شستشو: پس از کروم زدایی قطعات در دو وان متوالی که آب وان دوم به وان اول سر ریز می‌شود، شسته می‌شوند.

خشک کردن قطعات: پس از شستشو قطعات با جریان هوای گرم خشک می‌شوند.

• پساب آبکاری

در پساب آبکاری مقدار زیادی مواد سمی و مضر وجود دارد که بایستی آنها را تصفیه نمود و به حد مجاز خود رسانید و سپس راهی فاضلاب نمود. جدول ذیل حد مجاز مواد فوق الذکر را که توسط سازمان محیط زیست کشور اعلام گردیده نشان می‌دهد.



جدول ۱۴- حد مجاز مواد مضر در پساب آبکاری

نام ماده	جهت تخلیه به آبهای سطحی - میلیگرم در لیتر	جهت مصارف آبیاری و کشاورزی - میلیگرم در لیتر	جهت تخلیه به چاه - میلیگرم در لیتر
آهن	۳	۵	۰/۵
کروم	۱	۱	۱
روی	۲	۲	۲
روغن و چربی	۱۰	۱۰	۱۰
مس	۱	۱	۱
سیانور	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲
نیکل	۱	۱	۱

به طور کلی به منظور سهولت امر تصفیه و نیز کاهش میزان فاضلابی که بایستی تصفیه شود و هم چنین جلوگیری از آلوده شدن محیط زیست در اثر حوادثی نظیر سوراخ شدن وانها بایستی ابتدا نکاتی در نظر گرفته شود که اهم آنها عبارتند از:

۱- بعد از بیرون آوردن قطعات از محلولهای الکترولیت ابتدا آن را وارد یک وان به منظور شستشوی اولیه و الکترولیت گیری نموده و سپس آنها را در وانهای دارای جریان آب تازه شستشو داد. این امر دو نتیجه مهم در بر خواهد داشت. ابتدا آنکه غلظت محلول وان شستشوی اولیه یا الکترولیت گیر به تدریج بیشتر شده و از آن می توان برای رفع کمبود وان آبکاری استفاده نمود. دیگر آنکه از میزان موادی که وارد شبکه فاضلاب می شود کاسته خواهد شد و میزان آلودگی پساب کاهش خواهد یافت.

۲- به منظور بالا بردن راندمان شستشو و کاهش میزان آب مصرفی که منجر به کاهش مخازن تصفیه پساب خواهد شد، از حبابهای هوا جهت همزدن آب استفاده شود.

۳- زیر سازی محل وانها طوری صورت گیرد که در صورت نشت کردن، محلول خارج شده در زمین نفوذ نکند. در کشورهای اروپایی کارخانجات موظفند در زیر هر وان الکترولیت، وان کاسه ای شکل دیگری در نظر بگیرند که در صورت سوراخ شدن یا ترکیدن وان اصلی محلول آن به داخل وان



زیرین ریخته و به این ترتیب هم از به هدر رفتن الکترولیت و هم نفوذ آن به زمین و فاضلاب جلوگیری شود.

• مواد سمی موجود در پساب آبکاری طرح

مواد سمی موجود در پساب طرح را کروم شش ظرفیتی، نیکل و مش تشکیل می‌دهند. به علاوه PH پساب زمانی که روانه فاضلاب می‌شود بایستی در محدوده ۶/۵ الی ۹/۵ بوده و از حداکثر و حداقل خود تجاوز نکند.

• کروم زدایی

امروزه سم زدایی اسید کرومیک از طریق احیای کروم شش ظرفیتی و تبدیل آن به کروم سه ظرفیتی انجام می‌پذیرد. متعاقباً این کروم سه ظرفیتی هم زمان با سایر فلزات سنگین (نیکل و مس) به شکل هیدروکسید رسوب داده می‌شوند. برای احیا کردن کروم شش ظرفیتی از احیا کننده های زیادی نظیر اسید سولفورو (H_2SO_3) و نمکهای آن یا نمکهای دو ظرفیتی آهن می‌توان استفاده کرد. اسید سولفورو در مقایسه با محلولهای اسیدی که آهن دو ظرفیتی دارند، لجن کمتری را پس از رسوب دهی به همراه دارد. جدول زیر میزان لجن تولیدی از طریق احیای یک کیلو اسید کرومیک را با استفاده از مواد احیا کننده و خنثی کننده مختلف نشان می‌دهد.

جدول ۱۵- میزان لجن تولیدی از طریق احیای یک کیلو اسید کرومیک

وزن لجن	مواد خنثی کننده	مواد احیا کننده
۱۲/۴	CaO	FeSO ₄
۴/۲	NaOH	FeSO ₄
۴	CaO	NaHSO ₃
۱/۱	NaOH	NaHSO ₃

واکنش احیای کروم شش ظرفیتی بایستی در PH حدود ۲ تا ۳ صورت گیرد و PH در تمام مدت فرایند که حدود ۲ تا ۳ دقیقه به طول می‌کشد ثابت نگه داشته شود.

**• رسوب دادن (انداختن) فلزات سنگین**

در مرحله رسوب دادن، فلزات سنگین به شکل هیدروکسید ته نشین شده و سپس از فاضلاب جدا می‌شوند. عمل رسوب دادن برای فلزات مختلف در PH های مختلف صورت می‌گیرد که در مورد فلزات کروم-مس-نیکل که در پساب طرح حاضر وجود دارند به صورت زیر می‌باشد.

جدول ۱۶- رسوب دادن فلزات مختلف

یونهایبی که به شکل هیدروکسید می‌افتند	طیف PH لازم برای انداختن
Cr^{3+}	۴/۵-۷/۵
Cu^{2+}	۰/۵-۸
Ni^{2+}	۶/۵-۹/۳

خنثی کردن فاضلاب و انداختن فلزات سنگین معمولاً با سود یا آب آهک صورت می‌گیرد. لجن تشکیل شده در ته مخزن رسوب دهی که معمولاً حاوی ۲ تا ۸ درصد وزنی مواد جامد می‌باشد را می‌توان با استفاده از فیلتراسیون و گرفتن آب تغلیظ نمود و آن را به ۵۰٪ رسانید. لجنی که به این ترتیب حاصل می‌شود را از محیط کارخانه دور کرده و آب آن پس از کنترل PH روانه فاضلاب می‌گردد.

○ کنترل کیفیت قطعه قبل از آبکاری:

داشتن یک قطعه مناسب با قالبگیری خوب برای آبکاری بدون اشکال ضروری است. به بیان دیگر قطعات پلاستیکی بایستی پاکیزه و بدون تنش و عاری از لکه های سطحی باشند، یک قطعه با تنشهای داخلی بعداً پیچ خورده و یا سطح آن بعد از آبکاری موجی می‌شود. لکه هایی که بر روی قطعه به چشم دیده نمی‌شود، بعد از آبکاری به خاطر بازتاب نور دیده می‌شوند. به منظور حصول به یک قطعه پلاستیکی مناسب بایستی مواد ذیل در نظر گرفته شود:

۱- پودرهای قالبگیری را قبل از قالبگیری بایستی در دمای ۸۵-۸۰ درجه سانتیگراد خشک کرد. در غیر این صورت آبکاری قطعات تولید شده از آن تقریباً ناممکن بوده و یا کیفیت پایینی را نتیجه می‌دهد.



- ۲- قالب قطعه بایستی طوری طراحی شود که تولید لبه‌های اضافی بر روی قطعه نکند.
- ۳- به تدریج بر اثر تزریق ماده پلاستیکی، داخل قالب خورده می‌شود که بر روی سطح قطعه پلاستیکی تاثیر گذارده و پس از آبکاری چنین قطعه ای این ناصافیها کاملا مشخص می‌گردد.
- ۴- نقطه تزریق پلاستیک به قالب بایستی طوری طراحی گردد که سطح ناصاف تولید ننماید.
- ۵- گوشه های قطعه بایستی زاویه دار طراحی نشده و نقطه های مخصوص برای آویز را قبلا در آن پیش بینی کرد.
- ۶- از مواد سیلیکون دار برای راحت تر جدا شدن قطعه از قالب استفاده نشود. زیرا این مواد به راحتی در اندازه های بسیار کم باعث مقاومت پلاستیک در برابر عمل زبرسازی خواهند شد.
- ۷- نقطه ذوب، دمای قابل و سرعت تزریق نیز از پارامترهای مهم در کیفیت قطعه ای که قرار است آبکاری شود، خواهد بود.

○ کنترل کیفیت مواد مصرفی جهت آماده سازی و هادی سازی و آبکاری قطعه:

استفاده از مواد مناسب و با مشخصات لازم تاثیر قابل توجهی بر کیفیت نهایی محصول خواهد داشت. در حال حاضر ترکیب های آماده ای که فرمول آن در انحصار شرکتهای تولید کننده این مواد می باشد وجود دارد که کارایی متفاوتی در حین عمل دارند، لذا در این ارتباط بایستی با استفاده از خدمات آزمایشگاههای معتبر خارج از کارگاه و نیز تجهیزات موجود در کارگاه و یا با روشهای تجربی که به مرور زمان حاصل می‌شود از کیفیت این مواد قبل از مصرف اطمینان حاصل کرد.

○ کنترل کیفیت حین عملیات هادی سازی و آبکاری قطعه:

این کنترل شامل کنترل کیفیت وانهای آبکاری، محلولها و شرایط کارکرد آنها و نیز کنترل کیفیت قطعه حین فرایند می‌گردد.

کنترل کیفیت محلولها و شرایط کارکرد وانها: ترکیب وانها و شرایط کارکرد آنها بایستی بر اساس یک برنامه منظم کنترل شوند تا از کارایی و کارکرد صحیح آنها اطمینان حاصل شود.



کنترل کیفیت قطعه حین فرایند: به منظور حصول اطمینان از آبکاری خوب، قطعات آبکاری شده بایستی در مراحل زیر کنترل گردند:

- ۱- قبل از زبر سازی از نظر تمیز بودن قطعه
 - ۲- بعد از زبر سازی از نظر میزان خلل و فرج ایجاد شده و مناسب بودن سطح حاصله
 - ۳- بعد از آبکاری نیکل شیمیایی از نظر ضخامت پوشش (حداقل 0.2 میکرون)
 - ۴- بعد از آبکاری با جریان برق نیکل از نظر ضخامت نیکل آب داده شده بر طبق سفارش مشتری
 - ۵- بعد از آبکاری با جریان برق کروم از نظر ضخامت کروم آب داده شده بر طبق سفارش مشتری
- مراحل ۱ و ۲ با استفاده از دستگاه بزرگ نما و همچنین به صورت چشمی و مراحل ۳ و ۴ با استفاده از اندازه گیری وزن قطعه با ترازوی دقیق و سطح قطعه با ابزار اندازه گیری دقیق و نهایتاً با انجام محاسبه جهت تعیین ضخامت قطعه صورت می گیرد.

○ کنترل کیفیت نهایی محصول (قطعه آبکاری شده):

پس از خروج قطعات آبکاری شده از مرحله نهایی فرایند آبکاری انجام آزمایشهای لازم به منظور حصول اطمینان از کیفیت محصولات خروجی ضروری می باشد. اهم کنترلها و آزمایشهای لازم در این مورد عبارتند از:

- ۱- بازرسی چشمی کلیه قطعات به منظور تشخیص لکه دار بودن، خط دار بودن، مات بودن و عیوب ظاهری
- ۲- بررسی کیفیت سطح قطعات با استفاده از دستگاههای بزرگ نما بر روی نمونه هایی از قطعات
- ۳- تعیین ضخامت لایه و پوشش بر روی نمونه هایی از قطعات. این عمل می تواند با استفاده از خورده شدن روکش در یک محلول مینا و با توجه به زمان خورده شدن و یا با استفاده از توزین قطعات با یک ترازوی دقیق با دقت 0.001 گرم قبل و بعد از آبکاری صورت گیرد.
- ۴- تعیین سختی با استفاده از دستگاههای سختی سنج



۵- تعیین مقاومت پوشش در برابر خوردگی از طریق قرار دادن قطعه آبکاری شده در محیط های مرطوب و خورنده

۶- کنترل مقاومت قطعه در برابر تغییر دما: در این مورد روش کار به این ترتیب است که قطعه مورد آزمایش را به مدت ۲۴ ساعت در دمای طبیعی اتاق قرار می دهند سپس به مدت دو ساعت آنرا در یک اتوکلاو با درجه حرارت ۸۰ درجه سانتیگراد قرار می دهند. متعاقباً آن را به مدت ۱۵ دقیقه در دمای اتاق و دو ساعت در دمای ۳۰- درجه سانتیگراد و سرانجام ۱۵ دقیقه در دمای اتاق نگه می دارند در این آزمایش که سیکل دما نامیده می شود پوشش نباید دچار جوش، حباب و یا شکستگی شده و یا از سطح قطعه جدا گردد.

۷- کنترل میزان چسبندگی پوشش به قطعه: یک روش اندازه گیری میزان چسبندگی پوشش به قطعه آزمایش گراتینگ می باشد. این روش بدین ترتیب است که در سطح یک قطعه پوشش شده خطوط موازی و متقاطعی به فاصله ۲ میلیمتر با چاقوی مناسب (تیغ موکت بری) ایجاد کرده و سپس با بررسی تکه های کنده شده یا بقایای پولکهای چهارگوش ۲×۲ میلیمتر که به وسیله ناخن یا سر چاقو از سطح قطعه جدا شده است می توان در مورد کیفیت چسبندگی پوشش قضاوت کرد.

۸- بررسی صیقل و جلای سطح: برای اندازه گیری درجه صیقل و جلای سطح از دستگاه اندازه گیری استفاده می شود. مکانیسم کار دستگاه بدین ترتیب است که نور را از یک لامپ کوچک به سطح تابانیده و نور منعکس شده با استفاده از فتوسل به الکتریسیته ضعیفی تبدیل و آینه کوچکی را می چرخاند و به این ترتیب شدت انعکاس نور که درجه صیقلی بودن سطح را مشخص می کند اندازه گیری می شود.

۴- تعیین نقاط قوت و ضعف تکنولوژی های مرسوم

قابلیت هدایت الکتریکی قطعات فلزی در آبکاری با الکتریسیته (Electroplating) اساس آبکاری را تشکیل می دهد. لذا با چنین روشی امکان آبکاری اجسام و قطعات غیر هادی (نارسانا) وجود ندارد مگر آنکه بتوان یک لایه رسانا یا دست کم نیمه رسانا بر روی سطح قطعه به وجود آورد و این لایه است که زیر بنای لایه های فلزی بعدی خواهد شد. به طور کلی آبکاری اجسام و قطعات غیر هادی از جمله پلاستیکها شامل دو مرحله است:



مرحله اول: رسانا کردن یا دست کم نیمه رسانا کردن و به وجود آوردن قابلیت هدایت الکتریکی بر روی سطح قطعه

مرحله دوم: آبکاری کردن قطعه فوق با استفاده از روش آبکاری الکتریکی

البته ذکر این نکته ضروری است که ابعاد قطعه فلزی که مورد آبکاری قرار می‌گیرند بسیار متفاوت بوده و قطعات فوق العاده ریز تا قطعات بزرگ را در بر می‌گیرند.

لذا در طراحی واحد و انتخاب تجهیزات و به ویژه وانها بایستی ابعاد قطعاتی که قرار است آبکاری شوند در نظر گرفته شود. در مورد قطعات پلاستیکی غالباً با قطعات کوچک و سبک مواجه هستیم به طوری که اکثر قطعات سفارش شده را این گونه قطعات تشکیل می‌دهند ولی علیرغم این موضوع و به منظور توانایی اجرای بیشترین مقدار سفارشات بایستی ابعاد وانها مناسب انتخاب شوند.

رسانا کردن پلاستیکی عمدتاً به دو روش صورت می‌گیرد، قدیمی ترین روش هادی سازی استفاده از لاکهای هدایت کننده است. این لاکها از مخلوط رزینهای آلکید و اپوکسی با ذرات میکرونی گرافیت نقره ای یا پودر فلزی تشکیل می‌شوند. مناسبترین این ذرات در واقع ذرات میکرونی فلز نقره هستند که مخلوط آن با لاکها تولید واکنش شیمیایی تغییر شکل یا اکسید نمی‌کند و دارای هدایت الکتریکی مناسبی می‌باشد. استفاده از پودر اکسید مس یک ظرفیتی نیز به جای نقره متداول می‌باشد. به طوری که پس از مخلوط کردن پودر اکسید مس یک ظرفیتی با لاکهای احیا کننده در حین خشک شدن تبدیل به مس فلزی می‌شود و از این طریق می‌توان سطحی هادی تهیه کرد. اشکال عمده این روش بالا بودن هزینه آن در مقایسه با روش مورد نظر در این طرح می‌باشد.

این روش که در حال حاضر در سطح وسیع تری مورد استفاده قرار می‌گیرد روشی است که ابتدا در سال ۱۹۶۳ و با هادی ساز پلیمر ABS محقق گردید. گرچه امروزه پلیمرهای دیگری نظیر پلی پروپیلن، پلی سولفون، پلی اکریل اتر، نایلون و آلیاژ PC/ABS با این روش قابل آبکاری هستند ولی عملاً حدود ۸۵٪ قطعات پلاستیکی که آبکاری می‌شوند را ABS تشکیل می‌دهد و این به علت چسبندگی بسیار خوب لایه فلزی ایجاد شده به این ماده پلاستیکی می‌باشد. به طوریکه امروزه این پلاستیک مبنایی شده است که قابلیت آبکاری و دیگر مشخصات سایر ترکیبات غیر هادی را با آن مقایسه کنند.



۵- بررسی و تعیین حداقل ظرفیت اقتصادی طرح

ظرفیت عملی یک واحد آبکاری پلاستیک به پارامترهای مختلفی نظیر نوع قطعاتی که آبکاری می‌شوند و ابعاد و شکل آنها و میزان ضخامت آبکاری بستگی دارد. بر اساس فرضیات زیر ظرفیت طرح تعیین می‌گردد.

۱- سطح آبکاری شده در هر بار (سیکل بار): برای این واحد در هر سیکل با توجه به عوامل مختلف، ۱/۵ متر مربع در نظر گرفته شده است.

۲- زمان هر سیکل و آماده سازی و آبکاری: با مشاهده زمانهای عملیات در هر یک از وانها ملاحظه می‌گردد که بیشترین زمان مربوط به وان زیر سازی و آبکاری مس و نیکل می‌باشد که در مقایسه با سایر زمانها به مراتب بیشتر است لذا به منظور تعدیل زمان مذکور بایستی در هر زمان دو قطعه تحت فرایند زیر سازی در وان قرار گرفته و در وان نیکل نیز از سه سری آند استفاده شود. به این ترتیب بیشترین زمان تعیین کننده ظرفیت واحد ۵ دقیقه خواهد بود.

۳- ضخامت پوشش: ۱۹ میکرون

۴- شیفت کاری: دو شیفت

۵- تعداد روزهای کاری: ۳۳۰ روز

در نتیجه ظرفیت واحد برابر خواهد بود با ۹۵۰۰۰ متر مربع آبکاری در سال که تقریباً برابر ۱/۵ میلیون قطعه میباشد.

حداقل ظرفیت واحد آبکاری قطعات پلاستیکی با استناد به واحدهای دارای مجوز از وزارت صنایع

برابر ۲۰۰-۱۰۰ تن در سال است.

در ادامه هزینه های سرمایه گذاری طرح آورده شده است.

- زمین

باتوجه به مکان یابی طرح و محل اجرای آن که در مناطق محروم انتخاب شده است، قیمت زمین در این منطقه ۱۰۰،۰۰۰ ریال به ازای هر متر مربع برآورد می‌شود، لذا با توجه به متراژ مورد نیاز زمین که در حدود

۵۰۰۰ مترمربع پیش‌بینی می‌گردد، هزینه خرید زمین برابر ۵۰۰ میلیون ریال برآورد می‌گردد.



(میلیون ریال) ۵۰۰ = (مترمربع / ریال) ۱۰۰،۰۰۰ × (مترمربع) ۵۰۰۰

- هزینه‌های محوطه‌سازی

جدول ۱۷- آماده سازی محوطه

بخش	مساحت (مترمربع)	مبلغ واحد (متر مربع/هزار ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)
تسطیح زمین	۵۰۰۰	۲۰	۱۰۰
دیوار کشی	۶۰۰	۲۰۰	۱۲۰
خیابان کشی و آسفالت و جدول کشی و فضای سبز و...	۳۶۰۰	۱۰۰	۳۶۰
مجموع			۵۸۰

- احداث ساختمانهای صنعتی و غیرصنعتی

جدول ۱۸- هزینه احداث ساختمانهای بخش صنعتی و غیرصنعتی

بخش	متراژ (متر مربع)	مبلغ واحد (متر مربع/هزار ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)
سوله هادی سازی و آبکاری قطعه	۵۰۰	۱۵۰۰	۷۵۰
سوله انبار مواد اولیه	۲۰۰	۱۵۰۰	۳۰۰
سوله انبار محصول	۳۰۰	۱۵۰۰	۴۵۰
ساختمانهای اداری، رفاهی و خدماتی	۴۰۰	۱۸۰۰	۷۲۰
مجموع			۲۲۲۰

- هزینه حق انشعابها

جدول ۱۹- کل هزینه حق انشعابها (میلیون ریال)

ردیف	عنوان	هزینه کل
۱	انشعاب برق	۱۴۸۴
۲	انشعاب آب	۶۹
۳	انشعاب گاز (سوخت)	۶۶
۴	انشعاب مخابرات	۲۴
مجموع		۱۶۴۳



- هزینه تاسیسات زیر بنایی

جدول ۲۰- کل هزینه تاسیسات زیر بنایی

شرح	هزینه (میلیون ریال)
تاسیسات برق	۱۷۰
فاضلاب و تصفیه آب	۱۰۰
سیستم سختی گیر آب	۸۰
تهویه	۴۰
هوای فشرده	۵۰
تاسیسات اطفاء حریق	۲۰
تاسیسات سرمایش و گرمایش	۵۰
تجهیزات آزمایشگاه	۵۰
مجموع	۵۶۰

- هزینه وسایل نقلیه و وسایل اداری

جدول ۲۱- وسایل حمل و نقل مورد نیاز

نام دستگاه یا تجهیزات	تعداد	قیمت واحد	قیمت کل
سواری	۱	۱۲۰	۱۲۰
وانت	۲	۱۰۰	۲۰۰
مجموع			۳۲۰

جدول ۲۲- هزینه وسایل اداری

مشخصات	هزینه
میز و صندلی و قفسه	۷۰
دستگاه فتوکپی و پرینتر	۵۰
کامپیوتر و لوازم جانبی	۵۰
قفسه‌های رختکن	۲۰
تجهیزات اداری	۶۰
مجموع	۲۵۰



- هزینه خرید تجهیزات و ماشین آلات اصلی مورد نیاز

هزینه ماشین آلات و تجهیزات بکار رفته در خط تولید (اعم از داخلی و خارجی) بر اساس استعلامهای

به عمل آمده از شرکتهای معتبر برآورد گردیده است که علاوه بر نرخهای ارائه شده از سوی این سازندگان،

هزینههایی نیز جهت نصب منظور شده است.

جدول ۲۳- هزینه های تجهیزات اصلی (میلیون ریال)

ارزش کل		شرح
دولار	میلیون ریال	
۹۲۰۰	۷۶۴۱	تجهیزات خط تولید و نصب
۷۷۲۷		جمع کل (میلیون ریال)

- هزینه های قبل از بهره برداری

جدول ۲۴- هزینه های قبل از بهره برداری (میلیون ریال)

هزینه	شرح	ردیف
۲۰۰	هزینه ثبت شرکت و اخذ مجوز	۱
۱۴	بهره برداری آزمایشی	۲
۲۱۴	مجموع	

- هزینه های پیش بینی نشده

در این طرح ۵ درصد هزینه های مربوط به سرمایه گذاری ثابت به عنوان هزینه های پیش بینی نشده در نظر

گرفته شده است.

در جدول ۲۵ فهرست کاملی از کل هزینه های سرمایه گذاری ثابت آورده شده است.



جدول ۲۵ - کل هزینه‌های سرمایه‌گذاری ثابت (میلیون ریال - دلار)

عنوان	هزینه (میلیون ریال)	هزینه (دلار)	هزینه کل (میلیون ریال)
زمین	۵۰۰	-	۵۰۰
محوطه سازی	۵۸۰	-	۵۸۰
ساختمان سازی	۲۲۲۰	-	۲۲۲۰
حق انشعاب	۱۶۴۳	-	۱۶۴۳
تاسیسات زیربنایی	۵۶۰	-	۵۶۰
تجهیزات اصلی	۷۶۴۱	۹۲۰۰	۷۷۲۷
لوازم اداری	۲۵۰	-	۲۵۰
وسائل نقلیه	۳۲۰	-	۳۲۰
قبل از بهره برداری	۲۱۴	-	۲۱۴
پیش بینی نشده	۶۹۷	۴۶۰	۷۰۱
مجموع	۱۴۶۲۸	۹۶۶۰	۱۴۷۱۸

نرخ تسعیر ارز برابر ۹۳۰۰ ریال منظور شده است.



۶- میزان مواد اولیه مورد نیاز و محل تامین آن

در جدول ۲۶ لیست مواد اولیه مصرفی به همراه محل تامین و مقدار مصرف سالیانه هر یک ارائه شده است.

جدول ۲۶- لیست مواد اولیه مصرفی به همراه محل تامین و مقدار مصرف سالیانه

ماده اولیه	مصرف سالیانه با احتساب ضایعات	واحد	محل تامین
اسید کربنیک	۱۰۳۲	کیلوگرم	خارجی
اسید فسفریک با خلوص بالا	۲۰	کیلوگرم	خارجی
کلرید قلع	۹۰	کیلوگرم	خارجی
کلرید پالادیوم	۴۸۰	گرم	خارجی
کلرید نیکل	۱۴۵	کیلوگرم	خارجی
نیترات آمونیوم	۴۹	کیلوگرم	خارجی
اسید بوریک	۶۳	کیلوگرم	خارجی
آند نیکل	۵۲۳۳	کیلوگرم	خارجی
آند مس فسفره	۷۸۴۱	کیلوگرم	خارجی
آند سرب	۱۲۶	کیلوگرم	خارجی
هیپو فسفیت سدیم	۷۸	کیلوگرم	داخلی
سود	۰/۴	کیلوگرم	داخلی
اسید سولفوریک	۲۹۰	لیتر	داخلی
اسید کلریدریک خالص	۲۳۲	لیتر	داخلی
سولفات مس	۳۴۴	کیلوگرم	داخلی
سولفات نیکل	۴۱۶	کیلوگرم	داخلی
براقی مس	۳۸	کیلوگرم	داخلی
چربی گیر گرم	۵۳	کیلوگرم	داخلی
براقی نیکل	۷	کیلوگرم	داخلی
کفی جهت وان نیکل	۱	لیتر	داخلی



۷- پیشنهاد منطقه مناسب برای اجرای طرح

در مورد مسئله مکان‌یابی احداث واحد و یا طرح، مدلها و روشهای متعددی وجود دارد که پارامترهای بسیار مهم، اساسی و مؤثر در دستیابی به محل مناسب اجرای طرح دخالت می‌کنند. از مهمترین پارامترهای موجود در این رابطه می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

۱- نیروی انسانی (جمعیت کاری و اداری مورد نیاز جهت ایجاد اشتغال)

۳- قیمت زمین (ارزانی زمین و دستیابی به مساحت زیاد و قابل تامین)

۳- معافیت مالیاتی (جهت افزایش میزان سوددهی طرح)

۵- دستیابی به منابع تامین مواد اولیه اصلی

۶- دسترسی به پایگاههای جهانی (جهت صادرات محصول و واردات مواد مورد نیاز)

۷- امکان تامین موارد تاسیساتی همچون برق و سوخت مورد نیاز

با توجه به فرایند تولید، مکان خاصی با مشخصه‌های ویژه برای اجرای طرح در مراجع توصیه نشده است. لذا اجرای طرح در دیگر مناطق محروم به علت معافیت مالیاتی ده ساله توصیه میشود. در این پروژه منطقه غرب یا مرکز برای احداث این واحد در نظر گرفته شده است.

- استانهای غربی کشور: احداث واحد در استانهای کردستان، ایلام، چهارمحال و بختیاری و کهگیلویه و بویر احمد، به دلیل ایجاد اشتغال در این مناطق، دارای مزیت نسبی است.

-- احداث این واحد در مناطق مرکزی کشور به نزدیکی به بازارهای مصرف و با توجه به اینکه عمده جمعیت کشور در این مناطق ساکن هستند، دارای مزیت نسبی است. از این رو احداث واحد در استانهای تهران، اصفهان و مرکزی دارای اولویت میباشد.

۸- وضعیت تامین نیروی انسانی و اشتغال

کارایی و اثربخشی هر سازمان تا حدود زیادی به مدیریت صحیح و به کارگیری مؤثر منابع انسانی بستگی دارد. تعیین تعداد مشاغل و تنظیم شرح وظایف هر شغل در طبقات مختلف سازمان، از اصول اساسی



تشکیلات یک واحد می‌باشد. عوامل مختلفی در تعیین تعداد و تخصص نیروهای انسانی واحد تولیدی دخالت دارند. از جمله این عوامل می‌توان به سطح اتوماسیون در تکنولوژی مورد استفاده، حدود تخصص و مهارت مورد نیاز و... اشاره کرد. حد تخصص مورد نیاز برای کار با یک ماشین و میزان وابستگی ماشین به کارگر (درجه اتوماسیون) از عوامل تعیین کننده ای است که مشخص میکند هر ماشین چه تعداد پرسنل و با چه مهارتی نیاز دارد.

در جدول ۲۷ پرسنل مورد نیاز واحد که شامل پرسنل بخش تولید و پرسنل بخش اداری و مدیریت است، لیست شده است.

جدول ۲۷- نیروی انسانی مورد نیاز طرح

بخش	سمت	تعداد
اداری	مدیر عامل	۱
	کارمند اداری، مالی	۱
	نگهبان	۳
	کارگر خدمات	۲
تولید	سرپرست شیفت	۲
	کنترل کیفی آزمایشگاه	۱
	کارگر ماهر هادی سازی	۴
	کارگر آبکاری نیکل	۲
	کارگر ساده	۴
	کارگر بسته بندی	۲
	انباردار	۲
	مجموع	۲۴

۹- بررسی و تعیین میزان تامین آب، برق، سوخت، امکانات مخابراتی و ارتباطی

در یک واحد تولیدی، علاوه بر مواد اولیه مورد نیاز جهت تولید محصول، تاسیساتی جهت راه اندازی تجهیزات و ماشین آلات موجود نیز مورد نیاز می‌باشد. این قبیل ملزومات که تحت عنوان یوتیلیتی نیز شناخته می‌شوند عبارتند از: برق، آب، بخار، گاز خنثی و گاز طبیعی. در این قسمت، میزان مصرف هر یک از



این اجزاء مورد نیاز به تفکیک جزء فرایندی (مورد نیاز تجهیزات تولیدی) و جزء غیر فرایندی (مصارف تأسیساتی و عمومی) مشخص می شود.

- آب

آب مورد نیاز واحدهای صنعتی شامل آب مورد نیاز در خط تولید، تأسیسات، مصارف آشامیدنی و بهداشتی و نیز آبیاری فضای سبز محوطه کارخانه می شود.

آب بهداشتی و آشامیدنی مورد نیاز، براساس مصرف سرانه هر نفر حدود ۱۵۰ لیتر در روز تعیین می شود. همچنین آب مورد نیاز برای آبیاری محوطه و فضای سبز، به ازای هر متر مربع فضای سبز، ۱/۵ لیتر در روز منظور می گردد. کل آب مورد نیاز واحد در جدول ۲۸ ارائه شده است.

جدول ۲۸- کل آب مورد نیاز واحد

میزان (متر مکعب در سال)	شرح
۷۹۲	آب آشامیدنی (متر مکعب در سال)
۲۵۸۰	آب فرایند
۱۱۸۸	محوطه و فضای سبز (متر مکعب در سال)
۸۸۰	شستشو
۵۰۰	آب جهت اطفای حریق
۵۹۴۰	مجموع (متر مکعب در سال)

- برق

اساسی ترین و زیربنایی ترین تأسیسات هر واحد صنعتی، تأسیسات برق می باشد. زیرا تقریباً همه دستگاههای اصلی خط تولید نیاز به برق دارند. از طرفی برق واحد تولیدی، تأمین کننده انرژی مربوط به سایر تأسیسات و همچنین روشنایی کارخانه می باشد. در ادامه، برق مورد نیاز هر یک از بخشهای موجود در واحد، ارائه شده است.

الف) برق مورد نیاز خط تولید و تأسیسات

برق مورد نیاز خط تولید حدود ۷۰۰ کیلو وات می باشد. برق مورد نیاز سالانه تأسیسات و تعمیرگاه شامل



سیستم اطفای حریق، تصفیه آب و... نیز حدود ۱۰۰ کیلووات تعیین می‌گردد.

(ب) برق روشنایی ساختمان‌ها و محوطه

به منظور برآورد برق موردنیاز ساختمان‌ها، تخمینی از مقدار برق برحسب مساحت ساختمان‌ها ارائه می‌شود.

میزان کل برق مورد نیاز واحد در جدول ۲۹ ارائه شده است.

جدول ۲۹- کل برق مورد نیاز واحد

مصرف کل (kw)	شرح
۷۰۰	خط تولید
۱۰۰	برق مورد نیاز تاسیسات و تعمیرگاه
۳۴	ساختمانها
۴۴	سایر
۸۷۸	مجموع

- تاسیسات سوخت‌رسانی

سوخت یکی از منابع تأمین انرژی در واحدهای صنعتی می‌باشد. به دلیل اهمیت گرمایشی، تاسیسات سوخت در همه واحدهای صنعتی پیش‌بینی می‌گردد. موارد مصرف سوخت در این واحد صنعتی شامل گرمایش ساختمان‌ها است. همچنین جهت تأمین گرمایش ساختمانهای اداری و خدماتی به ازای هر ۱۰۰ متر مربع ۲۵ متر مکعب گاز طبیعی در روز منظور شده است. میزان مصرف گاز طبیعی این واحد ۳۵۵۵۰ متر مکعب در سال است.

با توجه به اینکه اطراف شهرهای بزرگ برای احداث این واحد در نظر گرفته شده است، از لحاظ راههای ارتباطی مانند راه، راه آهن و فرودگاه با مشکلی مواجه نخواهیم بود.



۱۰- وضعیت حمایت های اقتصادی و بازرگانی

هر واحد تولیدی چنانچه مورد برخی حمایت های دولت قرار نگیرد، دچار مشکلاتی در تولید خواهد شد. از آنجا که واحدهای جدید در سالهای ابتدایی راه اندازی در ظرفیت کامل تولید ندارند، لذا حاشیه سود آنها پایین خواهد بود و نقدینگی واحد در وضعیت مطلوبی قرار ندارد و برای بقا در میدان رقابت نیاز به حمایت های مالی است. از طرف دیگر برای واحدهایی که دارای قدمت چندین ساله می باشند و در بازارهای جهانی تا حدودی نفوذ پیدا کرده اند، باید دولت از آنها حمایت کرده و برای تسهیل و آرامش خاطر آنها مشوقها و قوانین ارائه دهد که فضا را برای سایر تولید کنندگان نیز آماده کند تا محصولات آنها به راحتی در بازارهای جهانی به فروش برسد. در ادامه دو نوع حمایت که می تواند دولت در این زمینه انجام دهد مورد بررسی قرار گرفته است:

- حمایت تعرفه گمرکی (محصولات و ماشین آلات) و مقایسه با تعرفه های جهانی

در اغلب واحدهای تولیدی بخشی از ماشین آلات از خارج از کشور تامین می شود. این ماشین آلات پس از تست های اولیه و عدم مشکلات فنی از طریق گمرک وارد کشور خواهند شد. حقوق گمرکی که در حال حاضر برای این گونه ماشین آلات وجود دارد حدود ۱۰ درصد قیمت ماشین آلات خارجی می باشد. از طرف دیگر واحدهای تولیدی که محصولات آنها به خارج از کشور صادر می شود، مستلزم پرداخت حقوق گمرکی می باشند. خوشبختانه در سالهای اخیر برای ترغیب تولید کنندگان داخلی به امر صادرات مشوقهایی برای آنها تصویب شده است که باعث شده است حجم صادرات افزایش یابد.

- حمایت های مالی (واحدهای موجود و طرحها)، بانکها و شرکتهای سرمایه گذار

یکی از مهمترین حمایت های مالی برای طرح های صنعتی اعطای تسهیلات بلند مدت برای ساخت و تسهیلات کوتاه مدت برای خرید مواد و ملزومات مصرفی سالانه طرح می باشد. در ادامه شرایط این تسهیلات برای طرح های صنعتی آمده است.

۱- در بخش سرمایه گذاری ثابت جهت دریافت تسهیلات بلند مدت بانکی ارقام ذیل با ضریب عنوان شده تا سقف ۷۰ درصد سرمایه گذاری ثابت در محاسبه لحاظ می شود.



۱-۱- ساختمان و محوطه‌سازی طرح، ماشین آلات و تجهیزات داخلی، تأسیسات و تجهیزات کارگاهی با ضریب ۶۰ درصد محاسبه می‌گردد.

۱-۲- ماشین آلات خارجی در صورت اجرای طرح در مناطق محروم با ضریب ۹۰ درصد و در غیر این صورت با ضریب ۷۵ درصد محاسبه می‌گردد.

۱-۳- در صورتیکه حجم سرمایه‌گذاری ماشین‌آلات خارجی در سرمایه‌گذاری ثابت کمتر از ۷۰ درصد باشد، اقلام اشاره شده در بند ۱-۱ جهت دریافت تسهیلات ریالی با ضریب ۷۰ درصد محاسبه می‌گردد.

۲- این امکان وجود دارد، طرح‌هایی که به مرحله بهره‌برداری می‌رسند سرمایه در گردش مورد نیاز آنها به میزان ۷۰ درصد از شبکه بانکی تأمین گردد.

۳- نرخ سود تسهیلات ریالی در وام‌های بلند مدت و کوتاه مدت در بخش صنعت ۱۲ درصد و نرخ سود تسهیلات ارزی $Libor + 2\%$ و هزینه‌های جانبی، مالی آن در حدود $1/25\%$ مبلغ تسهیلات اعطایی و نرخ سود تسهیلات ارزی برای مناطق محروم ۳ درصد ثابت می‌باشد.

۴- مدت زمان دوران مشارکت، تنفس و بازپرداخت در تسهیلات ریالی و ارزی را با توجه به ماهیت طرح از نقطه نظر سودآوری و بازگشت سرمایه حداکثر ۸ سال در نظر گرفته می‌شود.

۵- حداکثر مدت زمان تأمین مالی از محل حساب ذخیره ارزی برای مناطق کم توسعه یافته و محروم ۱۰ سال در نظر گرفته می‌شود.

علاوه بر تسهیلات مالی معافیت‌های مالیاتی نیز برای برخی مناطق وجود دارد که به شرح زیر می‌باشد:

۱- با اجرای طرح در شهرک‌های صنعتی، چهار سال اول بهره‌برداری ۸۰ درصد معافیت مالیاتی شامل طرح خواهد شد.

۲- با اجرای طرح در مناطق محروم ۱۰ سال اول بهره‌برداری شرکت از مالیات معاف خواهد بود.

۳- مالیات برای مناطق عادی (به جز شهرک‌های صنعتی و مناطق محروم) ۲۵ درصد سود ناخالص تعیین شده است.



۱۱- تجزیه و تحلیل و جمع بندی و پیشنهاد نهایی در مورد احداث واحدهای جدید

- ✓ آبکاری ماهیتا یک عملیات خدماتی بوده و در این فرایند محصول خاصی تولید نمی‌گردد، بلکه بر روی قطعه بر اساس سفارش پوشش یا پوششهای معینی ایجاد می‌شود.
- ✓ یکی از مشکلاتی که صنعت آبکاری ایران از آن رنج می‌برد، وجود تعداد زیادی واحدهای آبکاری است که علاوه بر فعالیت غیرعلمی و غیرتکنیکی، به صورت پنهانی فعالیت می‌کنند.
- ✓ آبکاری علاوه بر صنعت، یک هنر نیز محسوب می‌شود و با این هنر می‌توان برخی اشکالات ظاهری تولید را با پوششی زیبا مرتفع کرد.
- ✓ سرمایه گذاری ثابت یک واحد آبکاری قطعت پلاستیک با ظرفیت ۹۵۰۰۰ متر مربع آبکاری در سال برابر ۱۴۷۱۸ میلیون ریال می‌باشد.

با توجه به جمیع بررسی های به عمل آمده، کمبود قطعات پلاستیکی آبکاری شده در کشور در سالهای آتی به دلیل وجود واحدهای زیر پله ای به تعداد زیاد و همچنین احداث چند واحد جدید آبکاری قطعات پلاستیکی، احساس نمی‌شود و مشاور احداث واحد جدیدی را پیشنهاد نمی‌نماید.

منابع

- 1- <http://www.jahantabchemical.com>
- 2- <http://www.isiri.org/html/Davar/HTML/Kala10.htm>
- 3- <http://www.isna.ir/Main/NewsView.aspx?ID=News-915898>
- 4- <http://www.jahaneghtesad.com/Template2/Article.aspx?AID=1482>

۵- کتاب آمار وزارت بازرگانی-۱۳۷۹-۱۳۸۴

۶- CD واحدهای فعال و طرحهای در دست اجرای وزارت صنایع