

۱-۱ مقدمه :

خوردگی عامل بخش عمده ای از شکست سازه‌های فلزی است و اهمیت آن نه تنها از این نظر است که شکست در بیشتر موارد ناگهانی است بلکه بیشتر به علت حضور و تاثیر همه جانبه آن می باشد خوردگی عبارت است از تخریب ناخواسته یک ماده بر اثر واکنش آن با محیط اطرافش تعریف کلی است و تمام موارد از جمله فلزات، سرامیک ها، و پلاستیک ها را در بر می گیرد. در اینجا بحث درباره خوردگی فلزات می باشد. فلزات می باشد. فلزات قابلیت هدایت الکتریکی زیادی دارند و فرایند خوردگی در آن ها از نوع الکتروشیمیایی می باشد در حالی که برای مواد غیر هادی از نوع شیمیایی است و اصول شیمی فیزیکی درباره آن ها مطرح می شود.

بهبود رفتار خوردگی فلزات از نظر اقتصادی و پیشرفت جامعه اهمیت بسزایی دارد و لذا آموزش و گردآوری اطلاعات در این زمینه بسیار مفید می باشد. در عمل با انجام فرآیندهای بر روی فلز یا محیط اطراف آن و یا هر دو خوردگی کنترل می شود

کنترل محیط ممکن است شامل کنترل ترکیب شیمیایی محیط اطراف فلز کاهش رطوبت اتمسفر هوازدایی الکتروولیت تبخیر دادن PH به میزان مجاز حذف باکتری ها، کاهش دما و اضافه کردن مواد شیمیایی برای کاهش سرعت

خوردگی باشد این ها عملیات های مهم برای کاهش خوردگی بخصوص از طریق ایجاد پوشش مهمترین عاملی است که در اینجا به آن می پردازیم.

از نظر تولید باید فلز یا آلیاژی را تهیه کرد که به هنگام ساخت سازه در محیط های مختلف دارای مقاومت به خوردگی باشد مثلا اضافه کردن ۱٪ قطع به آلیاژ های ۳۰-۷۰ و ۴۰ و ۶۰ مس و روی مقاومت به خوردگی را در محیط های دریایی افزایش می دهد همچنین می توان مقدار کمی مس و کروم را به فولادهای ساختمانی کم کربن یا کربن متوسط اضافه نمود. افزودن کروم و نیکل به فولادهای کم کربن و ایجاد فولادهای زنگ نزن برنج های قلع دار و فولادهای (Con-Ten) نمونه هایی از روش هایی هستند که می توان با آن ها مقاومت به خوردگی را بهبود بخشید بدون آنکه در خواص مکانیکی آلیاژ تغییری ایجاد شود. همچنین از عملیات سطحی نیز می توان برای بهبود مقاومت به خوردگی استفاده نمود. به این صورت که فلز یا الیاژ نسبتا ارزانی مانند فولاد ماده کربنی را انتخاب نمود و فلزات گران تر مانند کروم یا قلع را برای ایجاد خواص سطحی بر روی آن پوشش داد انتخاب مواد پوشش دهند به ظاهری که از قطعه انتظار می رود همچنین به میزان سادگی اعمال پوشش و محل و شرایط کاربرد آن بستگی دارد اگر هدف از حفاظت از جلوگیری از تشکیل محصول ناخواسته ناشی از خوردگی باشد و تکمیل فلزی و سطح غیر ضروری باشد آن گاه پوشش های غیر فلزی مناسب تر خواهد بود. رنگ پوشش تکمیل کننده ارزانی است و به آسانی

می توان آن را تجدید کرد ولی اگر غیر قطعه پوشش شونده بیش از بیست سال باشد استفاده از یک پوشش اولیه داخلی ضروری خواهد بود.

۱-۲- نظریه الکترولیز

آبکاری الکترولیکی فلزات فرایندی الکتروشیمیایی است در حین این فرآیند واکنش های شیمیایی در فصل مشترک الکتروود و الکتrolیت انجام می شود که منجر به اکسیداسیون و احیاء می شود اگر بخواهیم واکنش مورد نظر را در جهت تصحیح انجام شود باید از برق D.C استفاده کنیم اثرهای متعددی در کاتد، آند، و الکتrolیت به وجود می آیند که همه آنها خود به خود و با هم همزمان هستند و سیستم در تمام مدت در حالت تعادل می ماند مثل الکتrolیز نمک با آند حل شونده یا الکتrolیز نمک با آندهای غیر محلول یا الکتrolیز اسید با آند غیر محلول.

عوامل زیادی بر حرکت یون ها و واکنش آنها در الکتroودها اثر می گذارد یکی از این عوامل قابلیت هدایت الکتrolیتی است که تحت تاثیر درجه تفکیک الکتrolیت سرعت مهاجرت یون های مختلف دمای الکتrolیت و غلظت آن قرار می گیرد. ابتدا به شرح مهمترین عامل در آبکاری یعنی پلاریزاسیون می پردازیم.

۱-۳- پلاریزاسیون

اختلاف پتانسیل یک الکتروود را بین حالت مدار باز و حالتی که جریان می گذرد پلاریزاسیون می گویند پلاریزاسیون با عبور جریان مخالفت می کنند و نقش کنترل کننده خوردگی را دارد عوامل موثر بر واکنش هایی که در الکتروودها رخ می دهد موجب پلاریزاسیون می شود این پدیده مهمترین عامل در آبکاری است به طور کلی سه نوع پلاریزاسیون فعال سازی (A)، غلظتی (C) و مقاومتی (R) وجود دارد.

۱-۳-۱ پلاریزاسیون فعالسازی:

برای انجام هر واکنش شیمیایی و یا الکتروود شیمیایی به به مینیمم انرژی معینی بر سیم و یا به عبارت دیگر انرژی متوسط واکنش انرژی فعالسازی آن است و باید هر یون هر عامل واکنش کننده به حد انرژی فعالیت خود برسند تا واکنش دما مقدار آن کم می شود بعد از قطع جریان در چند میلی ثانیه لاریزاسیون فعالسازی از بین می رود.

۱-۳-۲ پلاریزاسیون غلظتی:

بر اثر اختلاف غلظت در اطراف الکتروودها، در مقایسه با حجم محلول محلول حاصل می شود این اختلاف غلظت در حین الکتروولیز به وجود می آید زیرا سرعت مهاجرت یون ها در محلول با سرعت حل شدن آن ها یا سرعت رسوب آن ها بر روی الکتروودها برابر نیست لذا همواره در اطراف الکتروودها غلظت تغییر می کند و پتانسیل بیشتری برای الکتروولیز لازم می شود.

با به هم زدن محلول می توان پلاریزاسیون غلظتی و لایه نفوذی را تغییر داد
با افزایش دما نیز پلاریزاسیون غلظتی کم می وشد اگر جریان قطع می شود سن
از چند ثانیه پلاریزاسیون غلظتی از بین می رود با تلاطم نیز محلول لایه نفوذی
کوچکتر می شود و لذا پلاریزاسیون غلظتی کم می شود و لذا پلاریزاسیون
غلظتی کم می شود.

۱-۳-۳ پلاریزاسیون مقاومتی:

علت این نوع پلاریزاسیون ایجاد مقاومت اهمی در سیستم است که باعث افت
پتانسیل اهمی می شود. مقاومت الکترولیت و یا تشکیل فیلم روی سطح الکترو
باعث افت ولتاژ می گردد (رابطه بین تغییر پتانسیل و مقاومت جریان) $Z_R=R.I$
که R مقاومت فیلم تشکیل شده Ω و I جریان (A) می باشد. پس از چند
میکرو ثانیه بعد از قطعه جریان پلاریزاسیون مقاومتی از بین می رود برای
جلوگیری از این نوع پلاریزاسیون باید در حین اندازه گیری پتانسیل نوک پل
نمکی را تا جائی که ممکن است نزدیک الکتروود قرار دارد.

انواع پلاریزاسیون های دگر شده در آبکاری اتفاق می افتد و چگونگی آنها به
نوع الکترولیت و شرایط کار بستگی دارد مثلا در الکترولیت هایی که یون های
فلزی هیدراته می شوند ولی کمپلکس نیستند غلظت یون فلزی به اندازه کافی
زیاد است و پلاریزاسیون غلظتی کم می باشد و برعکس در الکترولیت های

سیاتییدی پلاریزاسیون غلظتی قابل ملاحظه است زیرا اکثریت یون ها به صورت کمپلکس هستند و فعالیت یون آزاد کم می باشد.

چگالی جریان A/cm^2

شکل ۱-۱ اثر دما روی شکل منحنی های چگالی جریان - پتانسیل

چگالی جریان A/cm^2

شکل ۱-۲- منحنی های چگالی جریان پتانسیل برای الکترولیت های مختلف

۱-۴- منحنی های چگالی جریان کاتدی - پتانسیل

برای دانستن رفتار یک الکترولیت نه تنها مقدار ولتاژ پلاریزاسیون بلکه سایر عوامل موثر را هم باید بدانیم این عوامل از روی منحنی های چگالی جریان - پتانسیل معلوم می شوند این منحنی ها نشان دهنده آند و کاتدند و برای هر الکترود منحنی جداگانه رسم می شود بر طبق قرارداد بین المللی ولتاژ مثبت را با محور عمودی جریان را با محور افقی نشان می دهیم. چگالی جریان آندی را در سمت راست و کاتدی را در سمت چپ رسم می کنیم.

در حمام سیانیدی مس، رسوب مس پلاریزاسیون زیادی توام است و بر طبق شکل ۱-۱ مقدار پلاریزاسیون با افزایش دما کم می شود. فلزات و الکترولیت های مختلف منحنی ها متعددی دارند در شکل ۱-۲ برخی از منحنی های عملی دیده می شود این منحنی ها تغییرات پتانسیل - چگالی جریان کاتدی را در حمام های آبکاری مس اسیدی، مس سیانوری، وات نیکل و نقره سیانوری نشان می دهند.

۱-۴-۱ ولتاژ اضافی:

در هر الکترولیت، یون های هیدروژن و یون ها فلز وجود دارد و چون یون های هیدروژن نسبتا نجیب ترند لذا باید در محلول های اسیدی، هیدروژن قبل از فلزات رسوب کند ولی در عمل این طور نیست مثلا فلز روی را می توان از محلول های اسیدی نشست داد با وجود آنکه روی فعال تر از هیدروژن است این مقدار ولتاژ اضافی را پتانسیل اضافی هیدروژن می نامیم هیدروژن طی مراحل مختلفی متصاعد می شود که کندترین مرحله کنترل کننده سرعت تصاعد می باشد PH، ترکیب شیمیایی و دمای الکترولیت در پتانسیل اضافی تاثیر دارند ولتاژ اضافی در دماهای بالا کمتر است و با گذشت زمان الکترولیز افزایش می یابد و پس از مدتی به مقدار ماکزیمم می رسد فرکانس جریان ولتاژ اضافی با جریان متناوب کمتر است.

کشش سطحی، نور ماوراء بنفش، فشارهای خارجی روی سیستم و میزان ناخالصی های موجود در الکترولیت یا فصل مشترک الکتروود و الکترولیت از دیگر عامل های موثر بر ولتاژ اضافی است فلزات نرم با نقطه ذوب پائین مثل Bi, Zn, cd بیشترین ولتاژ اضافی هیدروژن را دارند در حالی که در مورد فلزاتی با نقطه ذوب بالا ولتاژ اضافی نسبتا کمتر است.

۱-۴-۲ تخلیه همزمان یون های مختلف:

در الکتروولبر نمک های فلزات، فلز را سبب ممکن است به میزان کم و زیاد نجیب تر از هیدروژن باشد. اگر فلز بسیار نجیم تر از هیدروژن و چگالی جریان کم باشد فقط فلز رسوب می کند مثلا در الکترولیت های اسیدی مس با وجود غلظت زیاد هیدروژن مس رسوب می کند فلزات قلیایی و آلومینیوم پتانسیل بسیار فعالی دارند و پتانسیل لازم را حتی از محلول های آبی که غلظت یون H^{+} کم است، نمی توان بدون تصاعد هیدروژن رسوب داد در آبکاری الکتریکی تصاعد همزمان هیدروژن بسیار مهم است و هیدروژن روی مکانیزم رسوب اثر می گذارد مثلا PH را در نواحی کاتدی تغییر می دهد و منجر به تولید هیدروکسید می شود که در رسوب داخل می شود و نیز روی خواص رسوب اثر می گذارد و آن را ترد و متخلخل می کند در جدول ۱-۱ پتانسیل اضافی هیدروژن بر روی الکترودهای مختلف آمده است.

جدول ۱-۱- ولتاژ اضافی هیدروژن بر روی الکترودهای مختلف در چگالی جریان

های مختلف

ولتاژ اضافی هیدروژن در			ماده
$10^{-3} A/cm^2$	$10^{-2} A/cm^2$	$10^{-1} A/cm^2$	
ولت V	ولت V	ولت V	
٪۱۵	۰/۳۰	٪۴	پلاتین پلاتینه شده
٪۲۵	۰/۷	۰/۲۹	پلاتین براق
--	۰/۱	۰/۳	دی سولفید تری نیکل
۰/۲	۰/۳	۰/۴	سولفید نیکل
٪۵	۰/۸	--	سمنتیت
۰/۲۴	۰/۳۹	۰/۵۹	طلا
۰/۲۷	۰/۳۴	۰/۴۱	کک
۰/۳۰	۰/۴۴	۰/۵۷	مولیبیدن
۰/۳۳	۰/۴۲	۰/۵۱	نیکل
۱/۴۰	۰/۵۳	۰/۶۴	آهن
۰/۴۴	۰/۶۶	۰/۷۶	نقره
۰/۴۷	۰/۷۶	۰/۹۹	گرافیت
۰/۴۷	۰/۷۶	۰/۸۲	مس
۰/۶۰	۰/۷۵	۱/۰۶	روی
۰/۷۲	۰/۹۸	۰/۹۹	قلع

۰/۸۵	۱/۲۰	۱/۲۵	کادمیم
۰/۹۱	۱/۲۴	۱/۲۶	سرب
۰/۹۱	۱/۲۵	۱/۲۱	جیوه

دو را می توان از حمام های اسیدی و سیانیدی رسوب دارد شکل ۱-۲۵ (ص ۳۳) در شکل ۱-۳ منحنی های (الف) و (ب) رسوب مس و روی را از سولفات مس و سولفات روی نشان می دهد این دو منحنی کاملاً از هم جدا هستند و رسوب همزمان دو فلز از حمام های سولفات غیر ممکن است اختلاف دو منحنی بیش از یک ولت است. منحنی های (ج) و (د) رسوب این دو فلز را از محلولهای سیانیدی آنها نشان می دهد بر اثر تشکیل سیانید.

منحنی ها به سمت مقادیر فعالیت میل کرده اند لیکن تغییر مکان منحنی مس بیشتر است رسوب همزمان این دو در حالت میسر است و مقدار ولتاژ اعمالی نسبت این دو فلز را در رسوب مشخص می کند اگر روی را در حمام سولفات مس بگذاریم به سهولت روی آن می نشیند زیرا روی منفی تر از مس است این چنین رسوبی معمولاً سیاه رنگ و اسفنجی است و چسبندگی خوی ندارد و سرعت زیاد منجر به سوختن پوشش می شود لذا از محلولهای ساده مس نمی توان به طور مطمئن مس نمی توان به طور مطمئن مس را روی Zn رسوب داد ول در حمام های سیانیدی مس عمل سوختن انجام نمی شود زیرا مس به حد کافی منفی تر از روی می شود به همین دلیل آلیاژهای ریخته گری تحت فشار از Zn را معمولاً در حمام های سیانیدی با مس آبکاری می کنند.

شکل ۱-۳ منحنی های چگالی جریان - ولتاژ برای رسوب مس و روی از حمامهای سولفات و سیانیدی آنها. (الف) مس در حمام سولفات: (ب) روی در حمام سولفات: (ج) مس در حمام سیانیدی: (د) روی در حمام سیانیدی.

مهمترین عامل موثر در آبکاری همان پلاریزاسیون است که در فصل قبل بررسی شد ولی در عمل متعددی بر چگونگی انجام فرآیند آبکاری دخالت دارند این عوامل به قرار زیرند.

۱-۲ ولتاژ

ولتاژ را بین ود ترمینال اندازه می گیرند که عبارت است از نیروی لازم برای عبور جریان و شامل سه قسمت است.

الف - ولتاژ لازم برای عبور جریان از آند به الکترولیت - از الکترولیت به الکترولیت نزدیک به کاتد و عبور از الکترولیت به کاتد

ب- خنثی کردن مقاومت خود الکترودها برای عبور جریان

ج-ولتاژ لازم برای غلبه کردن بر مقاومت سل از آنجا که تغییرات مقاومت با ترکیب شیمیایی محلول و دما و چگونگی جریانی که از سل عبور می کند مربوط است. جریان را نمی توان از روی قانون اهم بدست آورد مگر آنکه شرایط سل را به طور دقیق بدانیم.

افزایش ولتاژ الزاماً منجر به افزایش جریان نمی شود اگر چه اکثراً چنین است در اکثر فرآیندها ولتاژ را در سل ثابت نگه می دارند تا نتیجه رضایت بخش حاصل شود. جریانی که از سل می گذرد به ابعاد الکترودها و کار انجام شده در سل نیز بستگی دارد.

۲-۲- چگالی جریان

افزایش چگالی جریان سل که به ازای آن مقدار جریان بر واحد سطح اضافه می شود موجب افزایش ظرفیت تولید و کاهش سرمایه و نیز کاهش سطح کارخانه نسبت به واحد محصول می وشد ولی همواره با افزایش چگالی جریان بازده انرژی الکتریکی کاهش می یابد در بیشتر آبهکاری ها تغییرات چگالی جریان عامل کنترل کننده ای در خواص پوشش است مناسب ترین حالت را در عمل عواملی مانند قیمت انرژی، مخارج تولید، ارزش مواد مصرفی و ذخیره شده را در انبار و نیز انرژی مصرفی نسبت به واحد محصول تعیین می کند برای فلزات قیمتی حتی اگر بازده کم باشد چگالی جریان زیاد به کار می رود زیرا در

آنجا کیفیت سطح اهمیت بیشتری دارد و در برخی سیستم ها به طور خودکار چگالی جریان را تنظیم می کنند مثلاً با تغییر ولتاژ.

۲-۳ درجه تفکیک (یونیزاسیون) الکتروولیت:

هر چه درجه یونیزاسیون بیشتر باشد در صورت ثابت بودن سایر عوامل، قابلیت هدایت الکتریکی بیشتر می شود (جدول ۱-۲)

جدول ۱-۲ درجه تفکیک الکتروولیت‌های مختلف در محلولهای ۱/۱۰ نرمال آنها.

درجه تفکیک (%)	محلول N/۱۰
۵۹	H ₂ SO ₄
۹۱	HNO ₃
۹۲	HCl
۱۷٪	H ₂ CO ₃
۱٪	H ₂ BO ₃
۱۲	H ₃ PO ₄
۲۴	NaOH
۸۹	KOH
۸۰	Ba(OH) ₂
۱۳	NH ₄ OH
۸۵	NH ₄ Cl
۸۱	AgNO ₃

۹۶	BaCl ₂
۷۳	ZnCl ₂
۶۹	Na ₂ SO ₄
۶۸	NaCl
۳۹	ZnSO ₄
۳۸	CuSO ₄

۴-۲ سرعت مهاجرت یون ها:

سرعت مهاجرت یونها تحت تاثیر مولکول ها و یونهاى مجاور و مولکولهای آب قرار می گیرد و به اختلاف پتانسیل بین الکترودها بستگی دارد و برای دو الکتروود با فاصله ۱ CM و اختلاف پتانسیل یک ولت بر حسب Cm/s بیان می شود این سرعت برای هر یون مقدار ثابتی است ولی تحت تاثیر عوامل بسیاری از قبیل فشار، نوع حلال، غلظت و دما قرار می گیرد سرعت مطابق چند یون در جدول ۲-۲ دیده می شود.

جدول ۲-۲ سرعت مهاجرت یونها در بین الکترودهای با فاصله ۱ Cm از هم و اختلاف پتانسیل ۱ ولت.

سرعت (Cm/h)	سرعت (Cm/ses)	یون
۱۱/۳۴	۰/۰۰۳۱۵	H ^o
۱/۳۲	۰/۰۰۰۳۶۷	Na ^o

۲/۱۸	۰/۰۰۰۶۰۶	K^o
۱/۰۱	۰/۰۰۰۲۹	Ag^o
۱/۰۱	۰/۰۰۰۲۹	Cu^{2o}
۱/۷۳	۰/۰۰۰۴۸	Fe^{2o}
۶/۰۱	۰/۰۰۱۶۷	OH^-
۲/۲۵	۰/۰۰۰۶۲۴	Cl^-
۲/۰۹	۰/۰۰۰۵۸۱	NO_3^-
۲/۱۳	۰/۰۰۰۵۹۳	SO_4^{2-}

۲-۵ هدایت الکتریکی ویژه:

مقاومت یک الکترولیت R به مقاومت ویژه آن P و فاصله بین صفحات آندی و کاتدی I و سطح مقطع آن A به ترتیب بر حسب اهم Cm و Cm^2 می باشند.

$$R=PI/A \quad ۱$$

$$P=R.A/L \quad ۲$$

و یا بهتر است هدایت الکتریکی ویژه را که عکس مقاومت ویژه است در محاسبات بکار بریم.

$$K=t/p \quad ۳$$

هدایت ویژه با افزایش غلظت محلول زیاد می شود ولی از آنجا که درجه تجزیه پس از غلظت معینی کاهش می یابد در نتیجه هدایت ویژه پس از عبور از یک ماکزیمم کاهش می یابد.

اسیدهایی که بیشتر تجزیه می شوند دارای بیشترین قابلیت هدایت پس از آنها بازهایی مثل سدیم، هیدروکسید و پتاسیم هیدروکسید هستند. نمک هایی که هدایت زیادی دارند بعد از موارد فوق قرار دارند قابلیت هدایت محلول اسید سولفوریک ۳۰٪ در 18°C به میزان ۸۰۰/۱۰۰۰ برابر کمتر از قابلیت هدایت مس است در تعداد زیادی از حمام های آبکاری مقاومت حمام را با افزایش نمک و یا اسید و یا باز کم می کنند در نتیجه افت پتانسیل به ازای چگالی جریان کاهش می یابد به هر حال فرض می شود که فرآیند در هدایت بیشتر یا مقاومت کمتر بهتر انجام می شود.

۲-۶ غلظت یون فلزی:

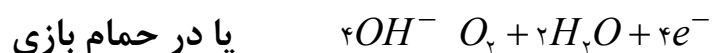
غلظت یون به غلظت نمک، درجه یونیزاسیون، دما و وجود یون های مشترک بستگی دارد افزودن یون مشترک موجب کاهش نسبی غلظت یون فلزی می شود. تشکیل یون های کمپلکس پایدار، غلظت فلزی را کاهش می دهند. در غلظت های کم فلزی قی در چگالی جریان کم، محصول پودری شکل است. از بین یون های کمپلکس یون هایی که عامل سیانور دارند در ترکیب با فلزاتی

نظیر مس، نقره، کادمیم، روی و برنج الکترولیت مناسبی برای پوشش دادن هستند.

۲-۷ PH محلول:

PH الکترولیت به طور موثری هم روی مشخصات و ظاهر پوشش و هم روی بازده جریان موثر است در برخی از فرآیندهای صنعتی نظیر آبکاری نیکل مواد با فربه محلول اضافه می کنند نظیر اسید بوریک PH را در حد دلخواهی نگاه دارند.

PH حمام روی پتانسیل تخلیه هیدروژن، رسوب ناخالصی های بازی، ترکیب شیمیایی کمپلکس یا هیدرات که از آن فلز رسوب می کند و میزان جذب مواد اضافی در کاتد اثر می گذارد از آنجا که نمی توان این آثار را پیش بینی کرد بهتر است PH را به طور جدی تعیین می کنیم در حمام های مختلف حاوی یون های کمپلکس، PH روی تعادل بین کمپلکس های مختلف اثر می گذارد و باید آن را در رابطه با غلظت مد نظر داشت مثلاً غلظت فلز و سیانید وقتی آندها غیر محلولند یونهای فلزی محلول کاهش می یابد و حمام اسیدی می شود.



اسید خاص را با قواضه روی یا با کربنات روی در حمام روی از بین می برند.

۲-۸ دما:

دمای بعضی از حمام ها را باید افزایش داد و برخی را باید سرد کرد به هر حال باید شرایط بهینه دمایی را یافت و وسایل لازم را در سیستم تبعید کرد افزایش دما باعث افزایش هدایت الکترولیت سرعت نفوذ، ازدیاد انحلال شیمیایی در آند و انحلال مجدد در کاتد می شود که نتیجه کلی آن عبارت است از نقصان پلاریزاسیون و کاهش پتانسیل.

افزایش دما رشد بلورها را تسریع می کند ولی موجب تشکیل بلورهای جدید و اولیه نمی شود. افزایش دما موجب کاهش پلاریزاسیون می شود و لذا بلورهای اولیه را می توان در دمای بالا و چگالی جریان زیاد ایجاد کرد به همین دلیل در اغلب آبکارها دامنه دما از ۵۰ درجه سانتی گراد بالا انتخاب می شود ولی گاهی مثلاً در آبکاری روی در حمام های اسیدی افزایش دما باعث کاهش پلاریزاسیون و متصاعد شدن هیدروژن می شود لذا در این مورد دمای کمتر از ۴۰ را توضیح می دهند.

۲-۹ گردش محلول:

لازم است که ترکیب محلول را ثابت نگه داریم و تغییراتی را که در اطراف الکترودها به وجود می آید کم کنیم لذا باید محلول را به هم زد و این کار با تلمبه و یا وسایل مخصوص انجام می شود.

۲-۱۰ تلاطم:

عبارت است از حرکت آرام محلول در اطراف قطعه و یا حرکت دادن قطعه در محلول هدف از این کار از بین بردن سریع لایه تشکیل شده در مجاورت کاتد می باشد که از یون فلزی تهی شده است با ایجاد تلاطم با استفاده از هوا یا تلمبه می توان از چگالی جریان بیشتری استفاده کرد زیرا تلاطم به توزیع یون ها کمک می کند.

۲-۱۱ توان پرتاب (T.P)

قابلیت محلول را برای نشان دادن فلز روی نقاط دور افتاده قطعه را می گویند در حالت ایده آل با وجود فاصله متفاوت بین کاتد اگر مقادیر رسوب روی هر دو کاتد برابر باشد می گوئیم توان پرتاب محلول ۱۰۰٪ است این حالت در هیچ فرآیند آبکاری الکتریکی رخ نمی دهد از طرف دیگر اگر ببینیم مقدار فلز به طور معکوس با فاصله متناسب است آن گاه توان پرتاب صفر است همچنین توان برای هر شرایطی تعیین کرد. معمولاً توان پرتاب را به طور کمی اندازه گیری نمی کنند لیکن لازم است بدانیم که خوب است یا بد برای مثال محلول های سیانور نقره یا کادمیم توان پرتاب خوبی دارند. برای نیکل توان پرتاب کمتر است و برای کروم خیلی بد است لذا در عمل آبکاری کروم برای قطعاتی که شکر غیر متعارفی دارند مشکل است معمولاً از سل ها رینگ برای اندازه گیری این توان استفاده می شود (شکل ۲-۱)

شکل ۱-۲ سل ها رینگ برای اندازه گیری توان پرتاب

۱۲-۲ توان پوشاندن:

مشابه توان پرتاب است با این تفاوت که منظور از توان پوشاندن قابلیت محلول برای نشانیدن یک فلز بر روی فلز غیر مشابه است. توان پوشاندن برای فلزات مختلف فرق می کند در حالی که توان پرتاب ویژگی محلول برای تولید پوشش روی سطحی است که لایه ای از پوشش دارد.

۱۳-۲ آندها و مشخصات آنها

برای آبکاری از آندهایی به شکل ورق یا میله استفاده می شود فلز آند باید از هر گونه آلودگی پاک باشد تا آلودگی به داخل حمام سرایت نکرده و یا در کاتد رسوب نکنند این مواد به صورت لجن های غیر محلول روی سطح آند را می پوشانند آندها ممکن است به شکل های مختلفی باشند نوع آند و شکل و اندازه

و چگونگی آن در هر آبکاری مشخص شده است رفتار آند نقش عمده ای در فرآیند آبکاری از نظر بازده جریان، توان پرتاب و ثابت نگه داشتن ترکیب شیمیایی حمام دارد آندهای حل شونده ایده آل باید دارای خواص زیر باشند.

الف: اگر فقط جریان به آنها اثر کند باید به صورت یکنواخت و صاف حل شوند

ب: کمترین لجن را ایجاد کنند.

ج: بازده جریان آند در هنگام حل شدن بالا باشد.

د: در جریان آنها بالا باشد.

ه: متناسب با قیمت شان دارای ماکزیمم درجه خلوص باشند.

۲-۱۴ عوامل متالوژیکی:

در سالهای اخیر به خواص متالوژیکی و رفتار پوشش های الکترولیزی توجه زیادی شده است ساختار پوشش ها معمولاً همان ساختار شبکه آنها است و شکل و اندازه دانه ها معمولاً به رفتار بلوری فلز بستگی ندارد ولی بر روی خواص پوشش اثر دارد.

میزان ریزی و درشتی دانه ها نیز بر روی خواص پوشش ها اثر دارد. در پوشش ها عیوب مختلف مانند نابجایی ها، مرزدانه ها و دو قلوها وجود دارد. انواع افزودنی ها بر روی خواص پوشش اثر دارد. اغلب مطالعه متالوژیست ها روی نمودار تعادلی فازها است و رسوبات الکترولیزی نیز معمولاً فازهای پیش بینی شده از نمودارهای تعادلی هستند.

برای مطالعه پوشش ها باید از میکروسکوپ های الکترونی مانند SEM استفاده
کرد.