Sahand Poulad

بررسی ، تحقیق و مقایسه پوشش داکرومات با سایر پوشش های رایج در صنعت اتصالات

فهرست :

1 -مقدمه

2 -معرفی اجمالی از سه نوع پوشش متداول در اتصالات صنعتی

I. **پوشش گالوانیزه مکانیکی**

II. **گالوانیزه گرم**

III. **عملیات DACROMET**

- ویژگیهای عملیات DACROMET

1 - عدم نیاز به کنترل مشکلات مربوط به آلودگی

2 - مقاومت به خوردگی این پوشش در تست سالت اسپری عالی است

3 - مقاومت به خوردگی بسیار بالا در دماهای بالا

4 - قدرت نفوذ عالی

5 - چسبندگی عالی

6 - ساختار و مکانیزم ضدخوردگی لایه داکرومیت شده

7 - نحوه عملیات داکرومیتینگ

1 - THE DIP SPIN SYSTEM (BASKET SYSTEM)

2 - THE DIP DRAIN SYSTEM (HANGER SYSTEM)

3 - SPRAYING METHOD

8 - مقایسه رفتارخوردگی Dacromet با سایر روشهای پوشش

3- مقایسه سه روش پوشش کاری گالوانیزه مکانیکی ، گالوانیزه گرم و داکرومیت

1 -مشخصات پوشش

I. ضخامت پوشش و یکنواختی

II. قابلیت رنگ

III. چسبندگی پوشش

IV. روانی پوشش (Lubricity)

2 -عملکرد خوردگی

I. مقایسه مقاومت به خوردگی در تست سالت اسپری

II. مقایسه مقاومت به خوردگی در تست CYCLIC EXPOSURE

3 -تردی هیدروژنی

1 - تردی هیدروژنی داخلی (IHE)

2 - تردی هیدروژنی محیطی (EHE)

I. تست(HYDROGEN EMBRITTLEMENT TEST (PORDUCTION TESTING

II. تست HYDROGEN EMBRITTLEMENT TEST(Process qualification)

III. تست TENSILE STRENGTH

نتیجه گیری نهایی

منابع و مراجع

1 -مقدمه :

فرایند آبکاری فلزات برای اهداف تزئینی و محافظتی از دیرباز مورد توجه بوده است . بدون شک این صنعت در طی سالیان همراه پیشرفت تکنولوژی متحول شده و روش های نوین جایگزین روشهای سنتی گشته است . در کشور ما نیز با رشد صنایع و گسترش فعالیتهای مهندسی و صنعتی دامنه کاربرد آبکاری فلزات در حال توسعه است . این تحقیق با این هدف انجام گردیده است که ابتدا روشهای مختلف پوششکاری قطعات صنعتی و به ویژه آن دسته از پروسه های پوششکاری که در صنعت اتصالات پیچ و مهره ای کاربرد دارند تشریح گردد و آنگاه با استفاده از آخرین تحقیقات علمی انجام گرفته در مراکز علمی - تحقیقاتی ، دانشگاه های معتبر دنیا و تجربیات مرتبط در صنعت ایران ، روش بهینه انتخاب شود.از سوی دیگر اصرار و پافشاری بعضی از مشتریان از جمله قطعه سازان خودرو سازندگان استراکچر و سازه های فلزی بر لزوم استفاده از پوشش داکرومت جهت تامین خواسته های استانداردهای جدید و نیز جایگزینی یکسری از استانداردهای متداول و لیکن قدیمی (با توجه به مشکل ساز بودن این روش ها در مرحله نهایی استفاده از آنها) مبنای آن گردید که خرید و راه اندازی خط اتوماتیک داکرومت به مدیریت محترم شرکت سهند پولاد پیشنهاد گردد .

امید است با به ثمر نشستن این تلاشها و تحقیقات انجام یافته گامی در اعتلای صنعت کشورمان برداشته باشیم.

شرکت سهند پولاد

مدیرواحد عملیات حرارتی و پوششکاری

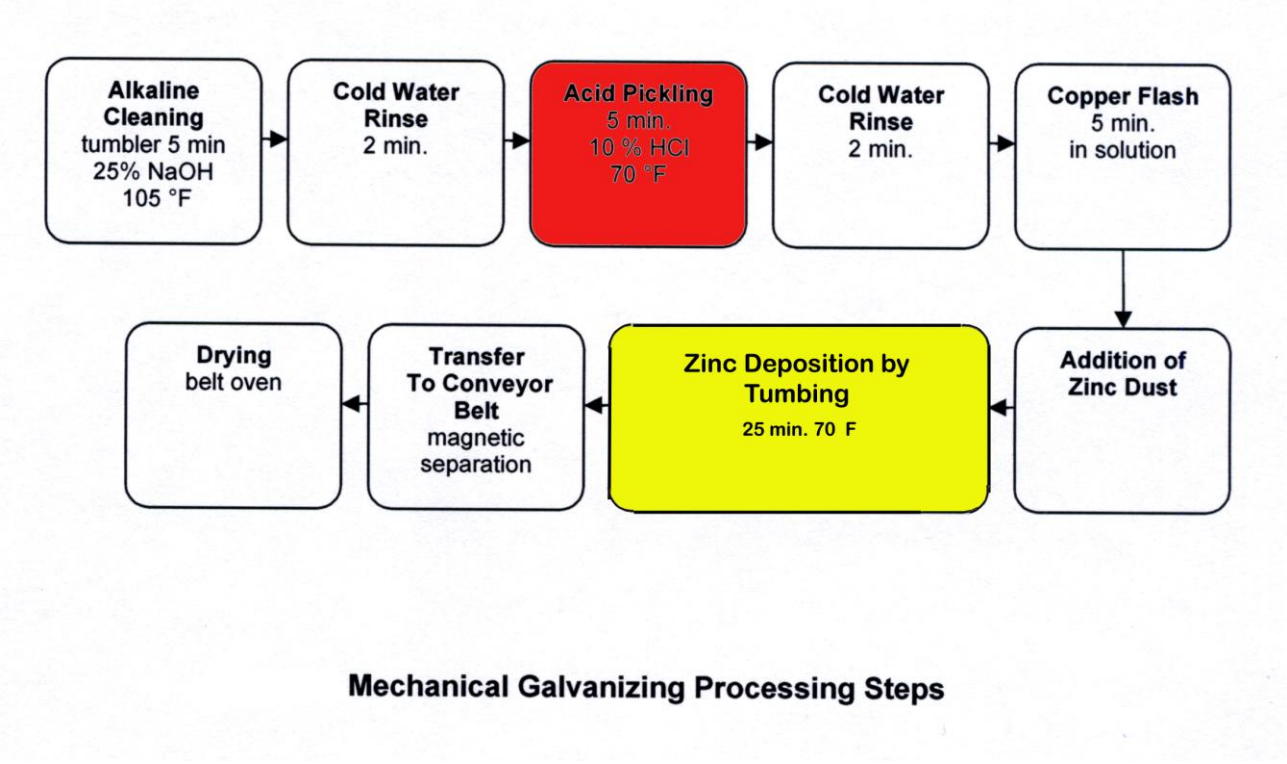
کامیار مرادی مقدم

2- معرفی اجمالی از سه نوع پوشش متداول در اتصالات صنعتی

I. پوشش گالوانیزه مکانیکی :

بطور خلاصه فرایند به این شکل است که قطعات چربیگیری و اسید شویی شده درون مخزن گردان ریخته شده به آنها ساچمه برای انتقال انرژی مکانیکی و مواد شیمیایی محلول در آب اضافه شده و حین چرخش مخزن در مراحل مختلف تا رسیدن به ضخامت مورد نظر ، پودر روی اضافه می شود .در پایان قطعات جداسازی شده ،شسته و خشک می شوند . ساختار پوشش متشکل از بشقابکهایی است که از له شدن ذرات پودر بوسیله ساچمه ها در سطح قطعه بوجود آمده اند ضخامت پوشش کاملا" قابل کنترل و از 5 میکرون تا 300 میکرون امکانپذیر است .

این روش برای قطعاتی که به تردی هیدروژن حساس اند نسبت به گالوانیزه گرم روش بهتری است . همچنین به دلیل یکنواختی پوشش در دنده ها ، انواع پیچ و مهره به این طریق نسبت به پوشش گالوانیزه گرم راحت تر مونتاژ می گردند. قطعاتی که به این روش پوشش داده می شوند کوچک و دارای حداکثر 20 cm طول و 400 گرم وزن هستند .



Mechanical Galvanizing Processing Steps

II. گالوانیزه گرم :

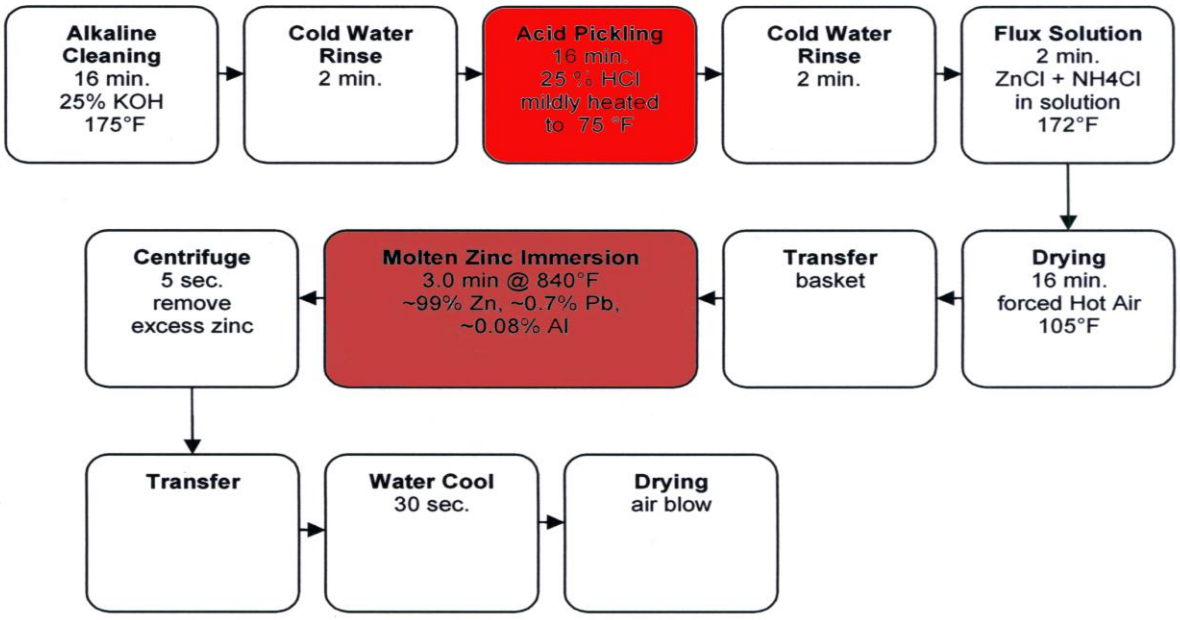
در این روش قطعات پس از چربیگیری و اسید شویی وارد حمام حاوی فلاکس که معمولا " محلولی از کلرید آمونیم روی است ، شده و سپس وارد حمام اصلی که متشکل از مذاب روی است ، می شوند .

معمولا" سختی لایه های آلیاژی از فلز پایه بیشتر است و این می توانند سبب تردی پوشش شده و باعث پوسته شدن آن ، هنگام قرار گرفتن تحت تنش گردد . خاصیت فداشوندگی پوشش تنها توسط لایه بالایی که روی خالص است ، تامین می گردد .

ایجاد ضخامتهای پائین به این روش مشکل بوده و معمولا " پوشش دارای ضخامت 50 میکرون به بالا می باشد . این ضخامت در گوشه ها ، نقاط تیز و دنده ها بیشتر است . گرچه این امر سبب می گردد حفاظت در این نقاط به خوبی انجام شود ، اما در قطعاتی نظیر پیچ و مهره مونتاژ را دچار اشکال می نماید .

محدوده قطعاتی که می توانند به این روش پوشش داده شوند وسیع بوده و از قطعات کوچک مانند پیچ و مهره تا قطعات بزرگ سازه های فلزی نظیر دکلها را در بر می گیرد .

به علت استفاده از مذاب ، فرورفتگیها و نقاط غیر قابل دسترس و حتی درون لوله ها به این روش قابل پوشش دادن هستند .



Hot Dip Galvanizing Processing Steps

III. عملیات DACROMET

پوشش **DACROMET** یکی از جدیدترین عملیات پوششکاری قطعات می باشد که مزایای بسیاری دارد در این نوشته سعی می گردد ویژگیهای این عملیات و بعضی از مزایای آن به اختصار توضیح داده شود .

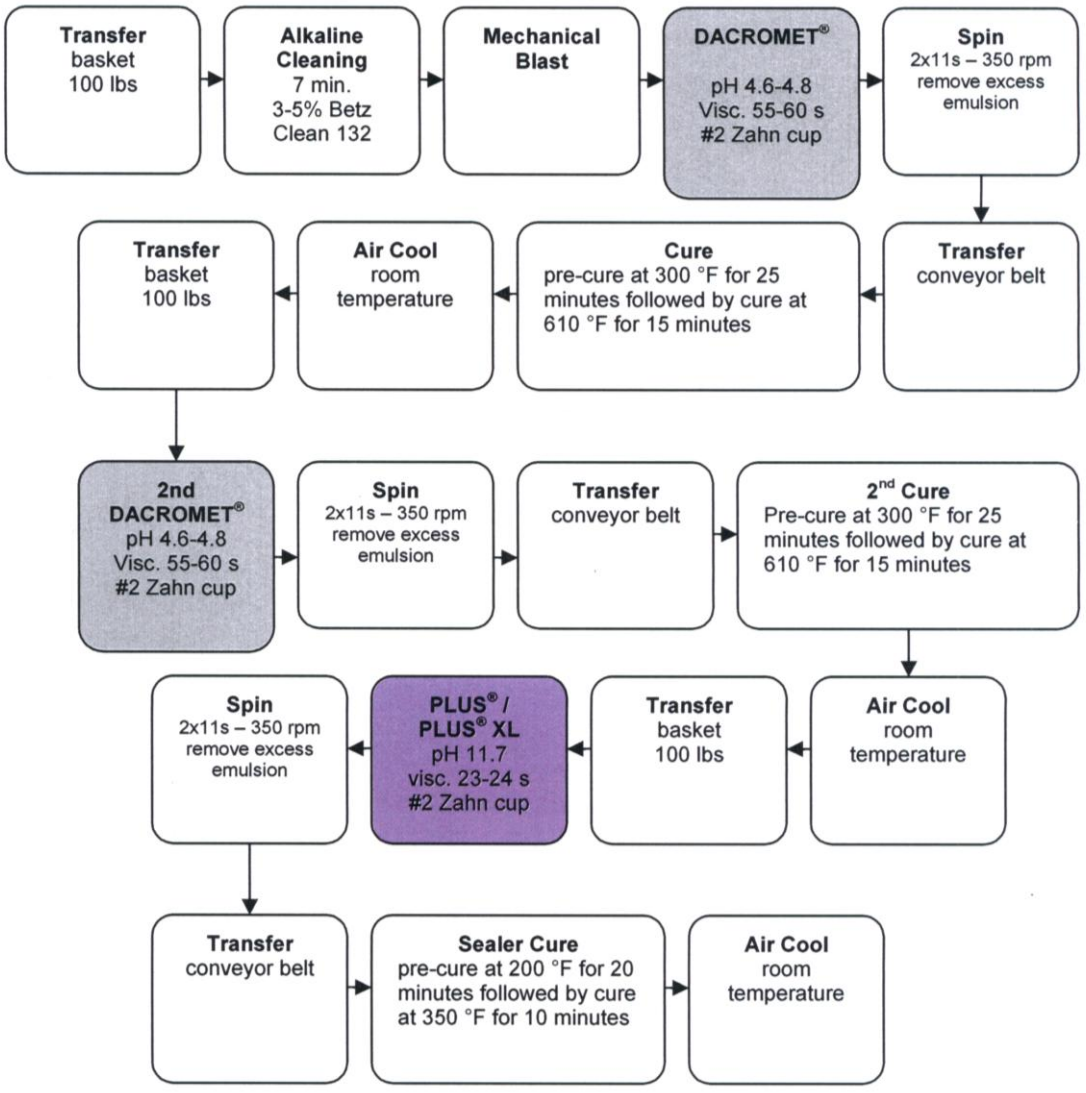
ویژگیها :

1 -عملیاتی است که باعث آلودگیهای زیست محیطی نمی گردد .

2 -این عملیات باعث تردی هیدروژنی نمی گردد .

3 -این پروسه مقاومت به خوردگی بسیار بالایی را بر سطح فلزات ایجاد می نماید .

شمایی از عملیات DACROMET :



DACROMET® Processing Steps. Note - DACROMET® applied by dip-spin requires two coats of basecoat

- ویژگیهای عملیات DACROMET :

1 -عدم نیاز به کنترل مشکلات مربوط به آلودگی

این پروسه هیچگونه شستشو با آبی نیاز ندارد در پروسه گالوانیزه به علت وجود پروسه شستشو با آب مسائل و مشکلات زیادی در رابطه با کنترل آلودگیهای پساب وجود دارد که در پروسه Dacromet هیچکدام از این مشکلات وجود ندارد

. مشکل تردی هیدروژنی به هیچ عنوان وجود ندارد .

تردی هیدروژنی چیست ؟ در اسید شویی یکسری واکنشهای شیمیایی به طور همزمان یا به دنبال هم انجام می گیرد . پوسته های روی قطعات آهنی اکسید و یا هیدروکسید آهن است . اگر برای اسید شویی از اسید کلریدریک رقیق استفاده شود ابتدا با آهن فلزی ترکیب شده و در اثر واکنش آنها کلرید و هیدروژن تولید می شود . اگر حجم هیدروژن تولیدی زیاد باشد ممکن است با فلز پایه واد واکنش شده و هیدرید فلزی تولید شود . هیدرید فلزی شکننده بوده و در مقادیر کم نیز موجب تردی فلز پایه می گردد .

بعلت اینکه اسیدشویی در پروسه Dacromet وجود ندارد مشکل تردی هیدروژنی به هیچ عنوان بروز نمی کند .

- حذف تردی هیدروژنی HYDROGEN EMBRITTLEMENT RELIEF

همانگونه که گفته شد هیدروژن می تواند در اثر اسید شویی ،تمیزکاری الکتریکی ، فعال سازی اسیدی ، آبکاری الکتریکی و غیر الکتریکی وارد فلز شود. این هیدروژن جذب شده می تواند در HIGH STRENGHT BOLT ترک ایجاد کند. برای حل این مشکل و آزاد کردن هیدروژن بعد از آبکاری قطعات را در دمای 190 تا 210 درجه تحت بازپخت قرار میدهند. مدت زمان پخت یا زمان لازم برای خارج شدن هیدروژن به استحکام فولاد بستگی دارد یعنی هر چه استحکام نهایی بالاتر باشد درجه حرارت را پایین تر و زمان را طولانی تر باید در نظر گرفت.زمان این فرایند برای HIGH STRENGHT BOLT ها از 18 تا 24 ساعت می باشد. این عملیات حتما باید بعد از عملیات گالوانیزه گرم یا سرد انجام پذیرد که مستلزم هزینه زیادی برای پوشش کارها می باشد به این دلیل متاسفانه در ایران این پروسه بسیار مهم انجام نمی پذیرد و باعث بروز مشکلات بسیار زیادی برای قطعات می گردد.

2 مقاومت به خوردگی این پوشش در تست سالت اسپری عالی است . یک پوشش 4-8µ مقاومت به خوردگی نزدیک به ده برابر بالاتر در مقایسه با پوششهای عمومی گالوانیزه از خود نشان می دهد .

3 -مقاومت به خوردگی بسیار بالا در دماهای بالا :

قطعات DACROMET مقاومت به خوردگی بسیار بهتری در مقایسه با قطعات گالوانیزه شده در دماهای بالا از خود نشان می دهند .

4 -قدرت نفوذ عالی :

قدرت نفوذ در پروسه Dacromet بسیار بالاتر از نفوذ در پروسه گالوانیزه می باشد .

5 -چسبندگی عالی :

قطعات داکرومیت شده قابلیت بسیار بالایی جهت انجام عملیات پوشش دهی بعدی مانند رنگ ایجاد می کنند . بعلت وجود قابلیت چسبندگی بالا انواع رنگها بر روی قطعات داکرومیت شده قابلیت کاربرد دارند .

6 -ساختار و مکانیزم ضدخوردگی لایه داکرومیت شده :

ساختار لایه داکرومیت شده از سه قسمت لایه روی ، ترکیبات آلومینیوم و ترکیبات پلیمری کروم سه ظرفیتی که در نتیجه حرارت دادن در دمای تقریبی 300^{oc} از کروم شش ظرفیتی منتج می گردد تشکیل شده است .

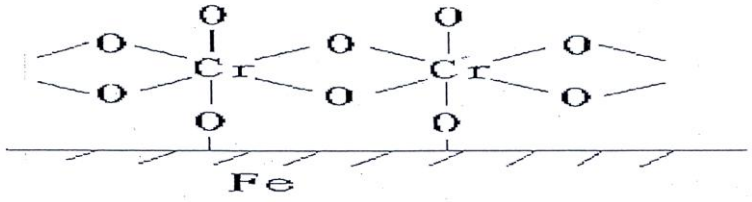
Dacromet Theorem

- Make up a new tank:

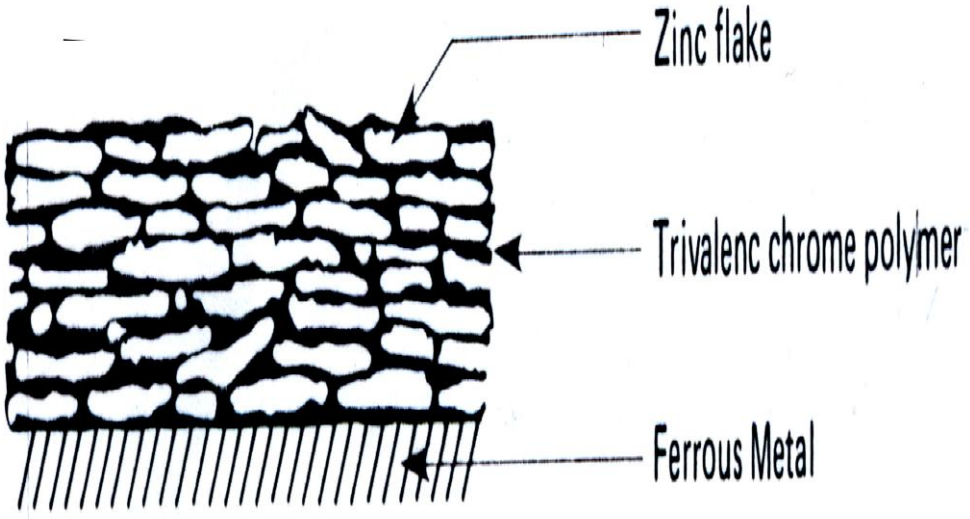
  $ZnO + CrO_3 \rightarrow ZnCrO_4$

- Forming coating:

  $CrO_3 \rightarrow Cr_2O_3 \rightarrow nCr_2O_3 . mCrO_3$



Structure of the "DACROTIZED" film

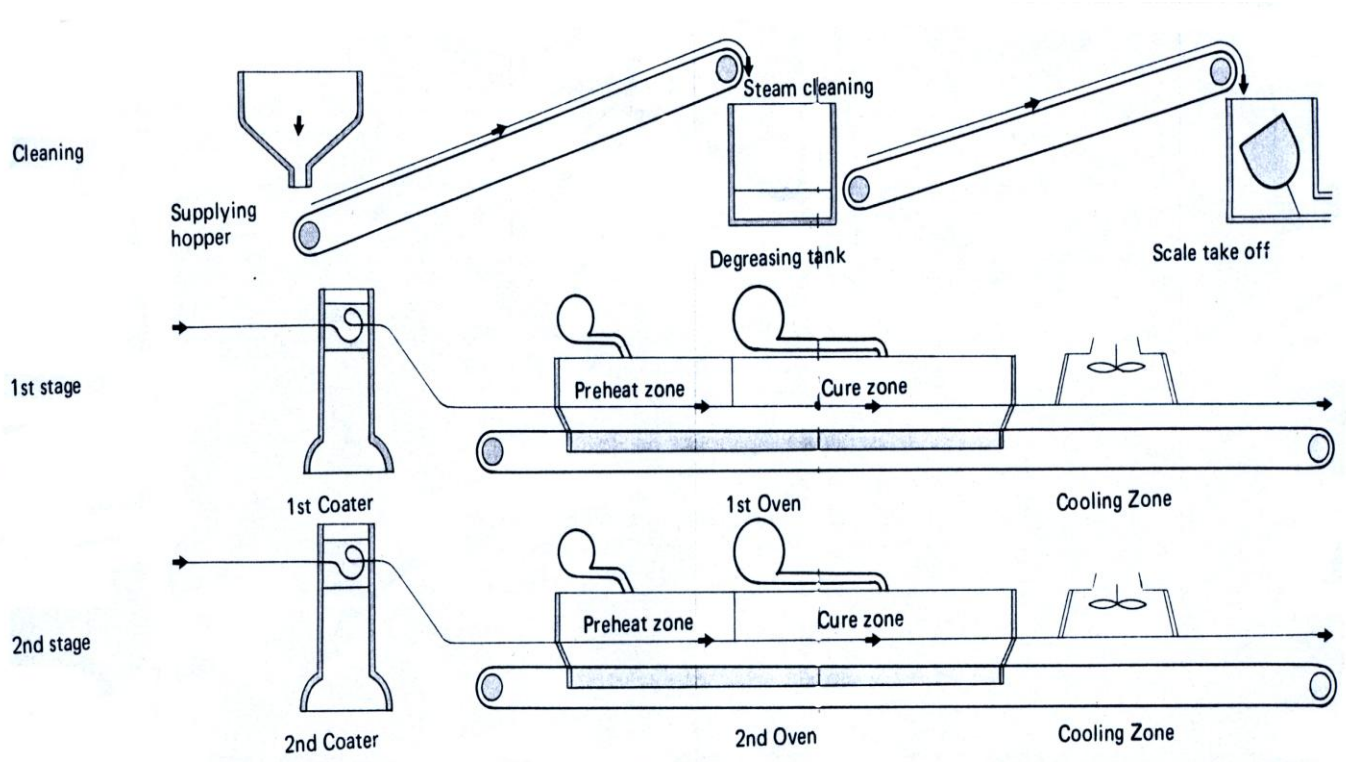


7 -نحوه عملیات داکرومیتینگ

مبنای عملیات Dacromet بر اساس پوشش دادن غوطه وری می باشد . نحوه تکنیکهای انجام عملیات بشکل قطعه ، اندازه ، کیفیت و خواص خواسته شده بستگی دارد . البته سه تکنیک اصلی برای انجام این عملیات استفاده می گردد که بشرح ذیل می باشد .

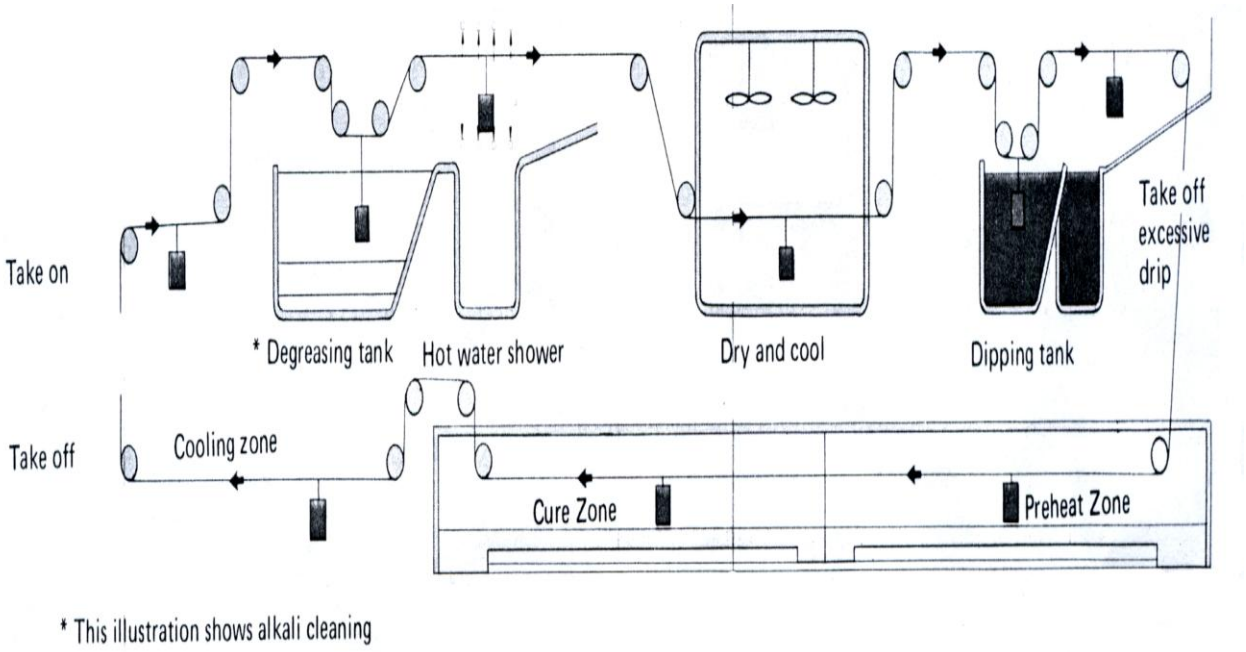
1 -The Dip Spin System (Basket System)

این روش مناسبترین روش برای پوششکاری قطعاتی همچون پیچ ، مهره ، واشر ، فنر و انواع قطعات پرسی است . ابتدا قطعات در داخل سبد قرار داده می شوند بوسیله شات بلاست پوسته های اکسیدی روی قطعات تمیز می شوند سپس داخل مایع DACRO DIP می گردند و آنگاه به وسیله سانتر یفیوژ چرخانده می شوند تا مایعات اضافی حذف گردند . سپس داخل کوره می گردند و پخت می شوند . دوبار انجام دادن این کار تکنیک (روش) استاندارد می باشد .



2- The Dip Drain System (Hanger System)

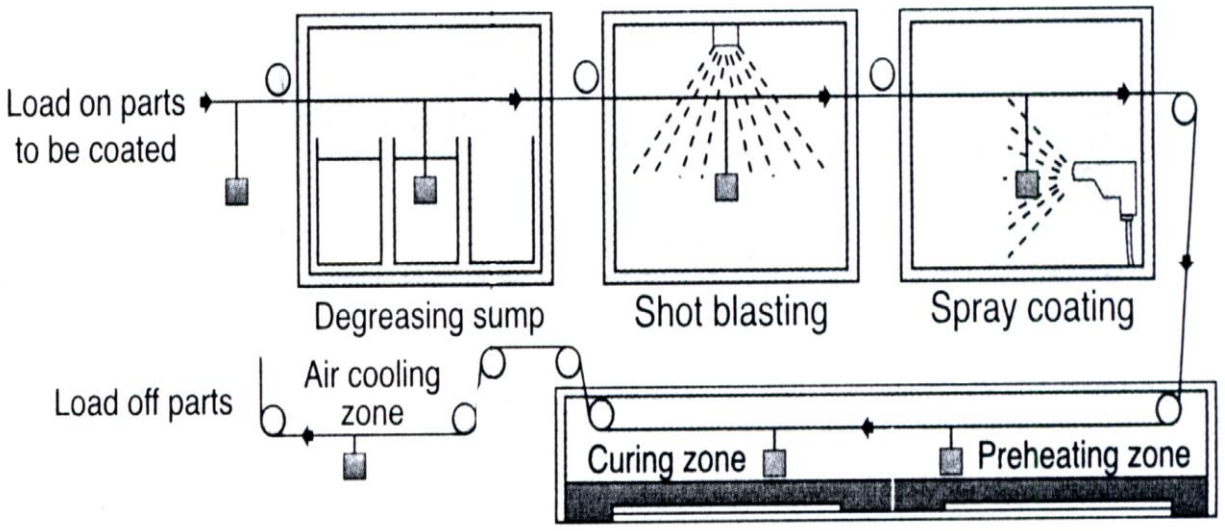
این روش مناسبترین روش برای قطعات بزرگی است که داخل سبد نمی توان جای داد . ابتدا قطعات بوسیله پاشش ساچمه شات بلاست می گردند و اکسیدزدائی می گردند آنگاه قطعات به وسیله یک کانوایر که از بالا حرکت می کند گرفته می شوند و داخل محلول قرار داده می شوند . سپس از محلول بیرون آورده می شوند تا مایعات اضافی چکانیده شوند در نهایت پخت می گردند یک پوشش و یک پخت روش استاندارد این کار می باشد .



* This illustration shows alkali cleaning

3- Spraying method

این روش برای قطعات بسیار بزرگ و یا قطعاتی که ظاهر آنها بسیار مهم و یا حساس است استفاده می گردد . روش کار این گونه است که ابتدا قطعات چربی گیری می گردند ، سپس به وسیله ساچمه های فولادی بسیار ریز شات بلاست می گردند . آنگاه به وسیله دستگاه خاصی مایع داکرومیت بر قطعه پاشیده می شود و در نهایت در کوره پخت می شوند . یکبار پوشش و یکبار پخت تکنیک استاندارد این روش می باشد .



8 -مقایسه رفتارخوردگی Dacromet با سایر روشهای پوشش

رفتار پوشش های مختلف در تست سالت اسپری مطابق با ASTM-B117 مطابق جدول ذیل می باشد

	داکرومات Dacromet	گالوانیزه Zinc electroplating	کروم Cr	فسفاته و روغن سیاهکاری Phosphating + Anti – rust oil	گالوانیزه گرم Hoot Dip
ساعت مقاومت به خوردگی با ضخامت 5µپوشش	>>500	<<48	168	24	4µضخامت امکانپذیر نیست
ساعت مقاومت به خوردگی با ضخامت 8µپوشش	>>1000	<72	190		کمتر از 50 ساعت

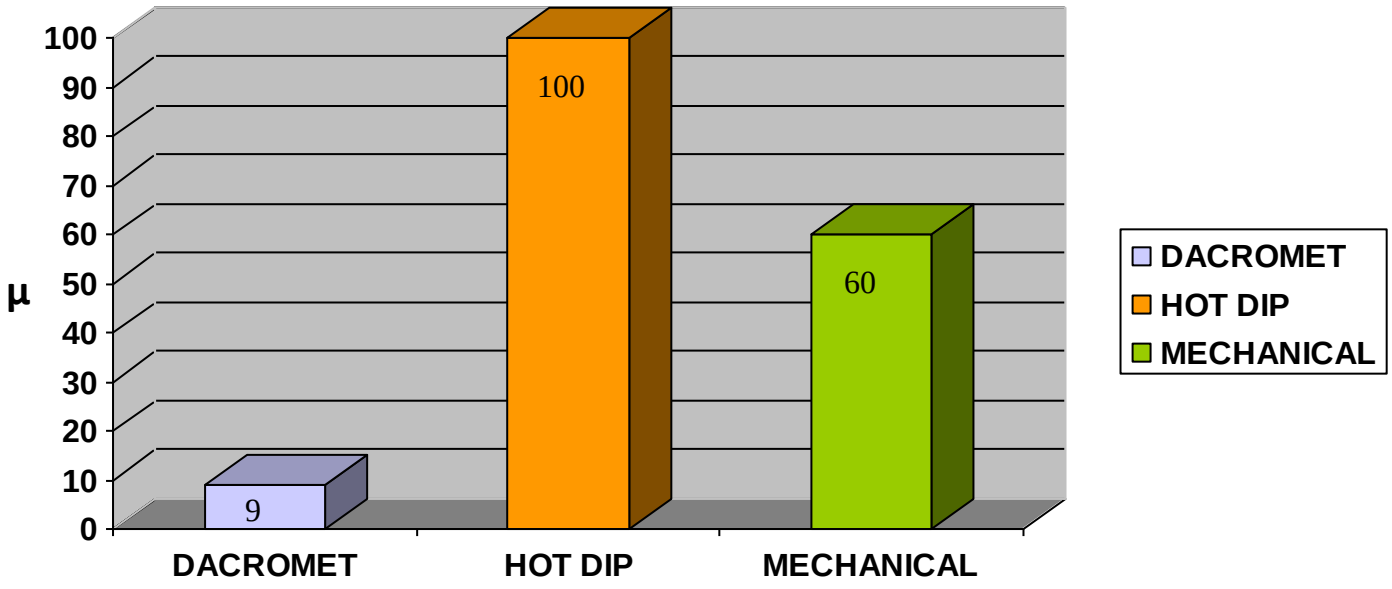
همانگونه که مشاهده می گردد مقاومت به خوردگی پوششهای داکرومیت در ضخامت های مساوی با پوششهای گالوانیزه بیشتر از ده برابر بالاتر می باشد .

3- مقایسه سه روش پوشش کاری گالوانیزه مکانیکی ، گالوانیزه گرم و داکرومیت

نتایج کلی این تحقیق در جهت تائید استفاده از پوشش DACROMET برای پیچهای A490 می باشد و مقایسه ای اجمالی با دو نوع دیگر پوشش گالوانیزه گرم و گالوانیزه مکانیکی انجام می پذیرد .

1 مشخصات پوشش

I. ضخامت پوشش و یکنواختی : ضخامت پوشش در پوشش DACROMET طبق استاندارد ASTM D1186 ، 9µ می باشد که تقریبا " یک دهم ضخامت گالوانیزه گرم و یک هفتم ضخامت گالوانیزه مکانیکی می باشد . این ضخامت کم پوشش از Oversize کردن مهره ها و Under Size کردن پیچها که بعنوان یک کار اضافی برای تولید کننده ها می باشد جلوگیری می کند . ضمن اینکه اصل انجام این کار صحیح نیست و باید از انجام این کار بعد از پوششکاری خودداری گردد چون ممکن است باعث ایجاد پاره ای از عیوب در پیچ و یا مهره گردد . پوشش DACROMET سطحی با یکنواختی پوشش بسیار بهتری نسبت به دو روش دیگر پوشش ارائه می دهد .



II. قابلیت رنگ :

قابلیت رنگ مشخصه بسیار مهمی می باشد از این جهت که معمولا " در Structural Bolt اتصالات باید بهمراه بقیه اجزاء رنگ بخورند . قابلیت رنگ پوشش DACROMET طبق استاندارد ASTM D3359 با ضریب اطمینان بسیار بالا تائید می باشد.

III. چسبندگی پوشش :

طبق استاندارد ASTM B571 ، چسبندگی پوشش با شرایط بسیار خوب مورد تائید می باشد .

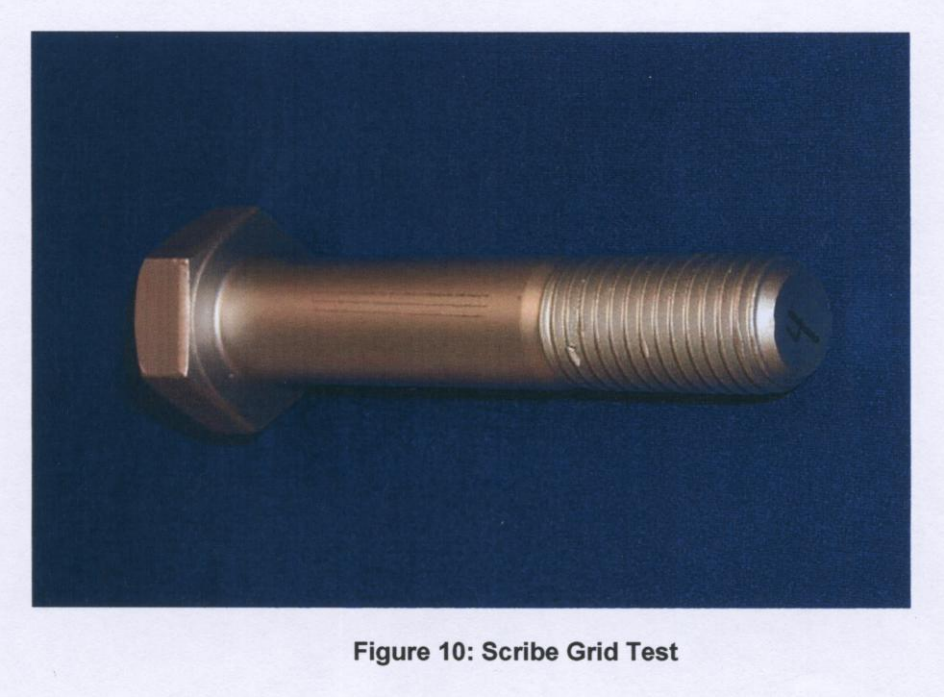


Figure 10: Scribe Grid Test

IV. روانی پوشش (Lubricity) :

ضریب K برای پوشش DACROMET ، 0.1 می باشد که عدد بسیار خوبی می باشد و نشانگر تامین کردن خواسته های (Rotational Capacity test) می باشد .

2 عملکرد خوردگی

I. مقایسه مقاومت به خوردگی در تست سالت اسپری :

نمونه هایی از پیچ ، مهره و واشر تحت سه نوع پروسه پوششکاری داکرومیت ، گالوانیزه مکانیکی و گالوانیزه گرم قرار گرفت نتایج بشرح زیر بدست آمده است .

بعد از 1000hr هیچ نشانه ای از زنگ زدگی در پیچ ، مهره و واشرهای داکرومیت شده مشاهده نگردید در صورتیکه 84.5% سطح پیچ، 21% سطح مهره و 25.5% سطح واشر گالوانیزه مکانیکی شده زنگ زده شده و 8.5% پیچ ، 10% مهره و 24.5% واشرهای گالوانیزه گرم شده زنگ زدند .

همچنین یکسری پیچ و مهره و واشر تحت تست 5000hr قرار گرفتند که در نتیجه تقریبا " 100% پیچ ، مهره و واشر گالوانیزه گرم و گالوانیزه مکانیکی شده زنگ زدند در صورتیکه تنها 5.9% پیچ ، 0.05%مهره و 28.4%واشر داکرومیت شده زنگ زدند .

Table 11: Summary Salt Spray Exposure Results

	DACROMET® P			Mechanical Galvanized			Hot Dip Galvanized		
Avg	Bolt	Nut	Washer	Bolt	Nut	Washer	Bolt	Nut	Washer
1000 hrs	0	0	0	84.5	21	25.5	8.5	10	24.5
5000 hrs	5.9	0.05	28.42	100	99	100	71	100	100

Note: values represent percentage of red rust. All HDG bolts exhibited 75-90% red rust with 50% of the red rust obscured by white corrosion product.

Figure 12: SL_{std} (DACROMET® + 5000 hrs per ASTM B117)

Figure 13: SL_{std} (HDG + 5000 hrs per ASTM B117)

Figure 14: SL_{std} (MG + 5000 hrs per ASTM B117)

II. مقایسه مقاومت به خوردگی در تست CYCLIC EXPOSURE :

طبق استاندارد GM9540P قطعات باید 80 بار بمدت 24hr تحت تست سالت اسپری قرار گیرند و در سطوح مهمشان زنگ زیاد مشاهده نشوند . قطعاتی که DACROMET شده بودند بعد از 80 سیکل هیچ گونه آثاری از زنگ نداشتند و بعد از 120 سیکل نیز همانگونه که در عکسها و جداول مشخص است خواسته های استاندارد GM9540P برآورده می سازند .

Table 12: Summary Salt Spray Exposure Results

Load (Turn-of-Nut Tightened) Corrosion after n Cycles	40	80	120
DACROMET® P	<1%	<1%	3%
	0%	0%	<1%
	0%	<1%	<1%
	<1%	<1%	<1%
	<1%	<1%	<1%
Control (Bare)	95%	100%	100%

No Load (Hand Tightened) Corrosion after n Cycles	40	80	120
DACROMET® P	<1%	<1%	<1%
	<1%	1%	5%
	0%	0%	0%
	0%	0%	0%
	<1%	<1%	<1%
Control (Bare)	90%	100%	100%

Values indicate % red rust

Table 13: Summary Salt Spray Exposure Results

Load (Turn-of-Nut Tightened)	Bolt	Nut	W1	W2	Fixture	Assmbly
Avg DACROMET® P Weight Change (g)	0.06	0.01	0.02	0.02	0.22	0.32
Bare Weight Change (g)	(10.41)	(8.73)	(2.86)	(2.32)	1.00	(23.32)

No Load (Hand Tightened)	Bolt	Nut	W1	W2	Fixture	Assmbly
Avg DACROMET® P Weight Change (g)	0.09	0.05	0.04	0.02	1.00	1.19
Bare Weight Change (g)	(7.18)	(7.49)	0.64	(0.45)	0.70	(13.78)

Corrosion coupons: 80 cycle mass loss: 8,175 mg
120 Cycle Mass Loss: 10,645 mg

Figure 17:
LE_{spe} (Bare + 120 cycles)

Figure 18:
LE_{spe} (Bare + Turn-of-Nut + 120 cycles)

Figure 19: LE_{spe} (DACROMET® + 120 cycles)

Figure 20: LE_{spe} (DACROMET® + Turn-of-Nut + 120 cycles)

3 تردی هیدروژنی :

انواع تردی هیدروژنی :

1 -تردی هیدروژنی داخلی (IHE) :

این نوع تردی هیدروژنی در طی اعمال فشار یا کشش به طور آهسته به وجود می آید . رسوب هیدروژن در این نوع تردی هیدروژنی می تواند در طی پروسه ذوب یا اسیدشویی و یا پوششکاری الکترولیزی ایجاد گردد . این نوع تردی به وسیله پروسه های خاصی برگشت پذیر است و می توان با اعمال اقداماتی تردی هیدروژنی داخلی را کمتر نمود .

2 -تردی هیدروژنی محیطی (EHE) :

این نوع تردی از جذب هیدروژن محیط مانند هیدروژن موجود در محیط های گازی هیدروژنی و گازهای سولفید هیدروژن بوجود آید . در محیط **(SCC) Stress Corrosion Cracking** هیدروژن در طی پروسه خورد گی فلز پایه ایجاد و جذب می گردد .

تردی هیدروژنی محیطی برگشت پذیر نیست و با پروسه خاصی نمی توان آنرا جبران نمود . بطور مثال در پوششهایی که بر اساس روی می باشد بعد از اینکه به هر دلیلی پوشش صدمه ببیند و یا تحت فشار یا سایش میزانی از قطعه پایه در معرض خوردگی قرار گیرد فلز روی بصورت فدا شونده ظاهر می گردد و ابتدا روی شروع به خورده شدن می کند و در طی فشار و ایجاد کاتد و آند میزان هیدروژن روی سطح فلز افزایش پیدا می کند این افزایش هیدروژن خود منجر به تردی هیدروژنی می گردد که اصطلاحا " **Cathodic Hydrojen Absorption (CHA)** گفته می شود .

I. تست (HYDROGEN EMBRITTLEMENT TEST (PORDUCTION TESTING :

هدف از این تست آن است که آیا خواص مکانیکی قطعاتی که در معرض تستهای سالت اسپری قرار گرفته اند کاهش یافته است یا خیر . طبق استاندارد **ASTM F1624** تست **Slow Strain rate (SSR)** انجام پذیرفت . این تست اینگونه می باشد که پیچی که تحت 120 بار تحت تست سالت اسپری قرار گرفته است **(Cyclic exposure)** طی زمان 24-22 ساعت با نیرو 1bf/hour 5000 کشیده می شود . نتیجه درصد FS معیاری برای پذیرش و یا عدم پذیرش تست تردی هیدروژنی می باشد .

$$\%FS = \frac{FS}{FS} \times 100$$

Fs : Percent Fracture Strength
Fs: SSR Fracture Load of coated bolt following cycles of expanses
FFS : Last Fracture Load of coated of Bare unexposed bolt

عدد مجاز باید بالاتر از 85% باشد که نتایج قطعات داکرومیت شده 98% و 97% می باشد که ایده آل هستند .

از لحاظ تردی هیدروژنی محیطی و جذب هیدروژنی کاتدی تمایل کرم و آلومینیوم در ترکیب داکرومیت به فداشوندگی کمتر از روی بکار رفته در ترکیب گالوانیزه گرم و گالوانیزه مکانیکی دارد لذا آنچه که مسلم است خطر جذب هیدروژنی کاتدی **CHA (Cathodic hydrogen absorption)** قطعات در پروسه داکرومیت کمتر از گالوانیزه گرم و گالوانیزه مکانیکی است .

II. تست (Process qualification) HYDROGEN EMBRITTLEMENT TEST :

هدف از این تست آن است که تائید پروسه های مختلف پوششکاری ازلحاظ تردی هیدروژنی محیطی مشخص گردد .

لذا عدد بدست آمده از فرمول زیر ملاک برای پذیرش ایمن بودن یا نبودن پروسه می باشد :

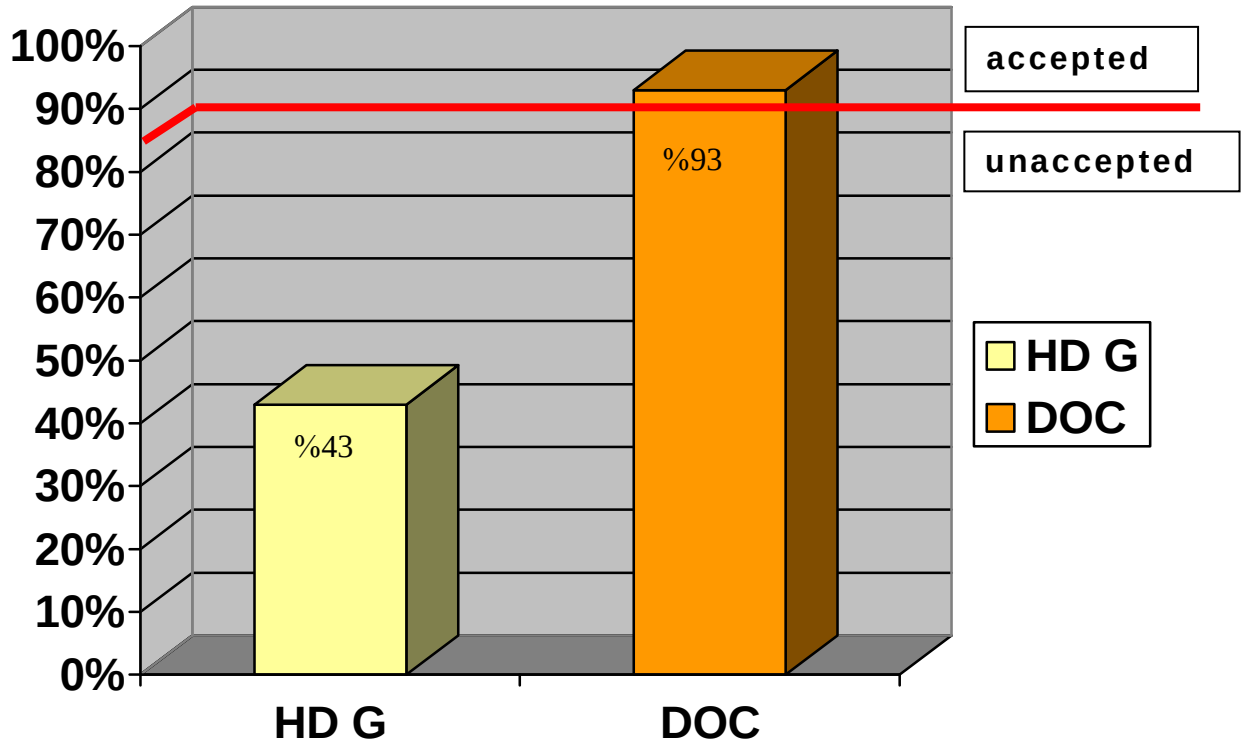
$$NFs\% = \frac{NFs(W)\ F\ 1940}{NFs\ (B)\ 1940} \times 100$$

NFs% = Percent Notch Fracture Strength

NFS (W) 1940= Notch Fracture Load of coated SQB Witness Specimen

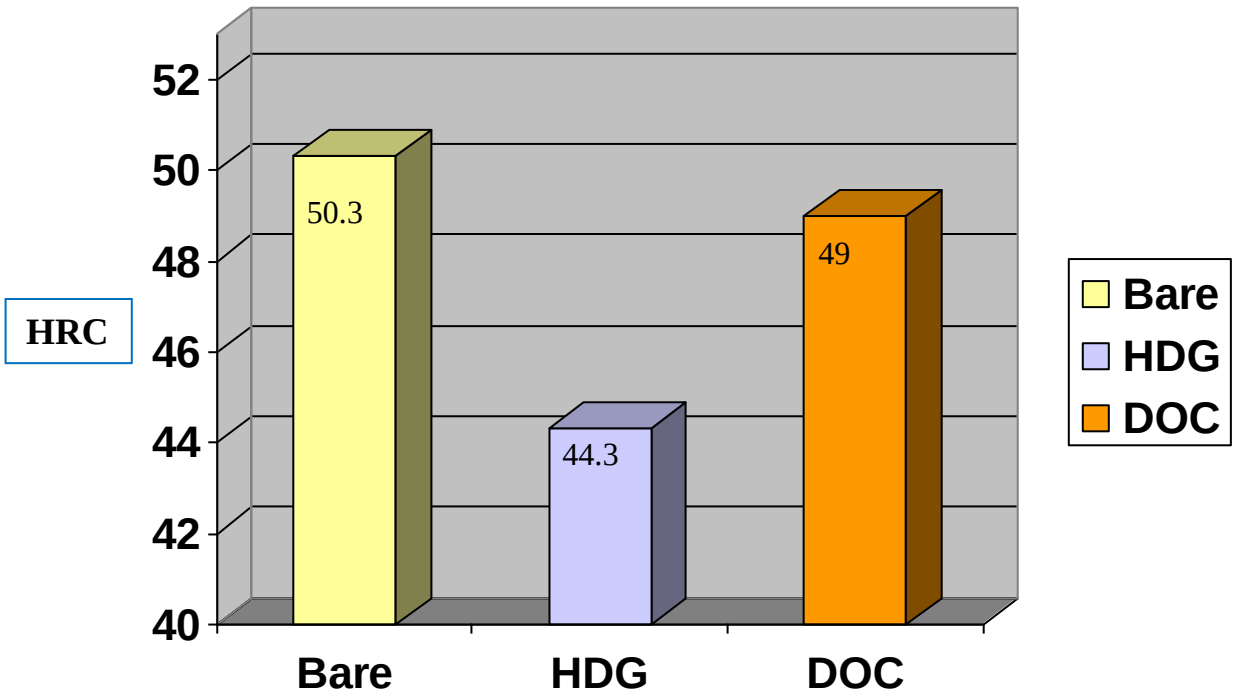
NFS (B) 1940= Notch Fracture Load of bare SQB Specimen

معیار پذیرش طبق استاندارد ASTM f1940 بالاتر از 85% می باشد . عدد پوشش داکرومیت 93% و عدد گالوانیزه گرم 43% می باشد . لذا مشاهده می گردد که پوشش گالوانیزه گرم به هیچ عنوان خواسته های استاندارد ASTM F1940 را تامین نمی نماید .



III. تست TENSILE STRENGTH :

بعد از انجام CYCLIC EXPOSURE تفاوت از نظر Tensile اندازه گیری شده در مورد قطعات داکرومیت شده مشاهده نگردید . در صورتیکه به علت دمای بالای مذاب روی در روش گالوانیزه گرم Tensile و سختی قطعات افت زیادی نشان می دهند. برای نمونه پیچهایی با سختی 50±1 HRC مورد تست قرار گرفته اند. همانگونه که نمودار هانشان می دهند تغییرات سختی در روش DOCROMET بسیار کم است از بالاترین رنج برای پیچها یعنی گرید 12.9 که 39-44 HRC می باشد بالاتر است در صورتیکه Tensile در گالوانیزه گرم نزدیک به 25% کاهش می یابد و سختی نیز نزدیک به 6 HRC کاهش نشان می دهد.



همچنین به علت دمای بالا غوطه وری در روی مذاب در گالوانیزه گرم و زمان کم این کار سختی یکنواخت قطعه از بین می رود و در سطح قطعه استحاله فازی صورت می پذیرد و سختی پایین می آید در صورتیکه درمغز قطعه تغییرات چندانی اتفاق نمی افتد چون همانگونه که ذکر گردید زمان برای انجام تغییرات در مغز قطعه کافی نمی باشد.

نتیجه گیری نهایی

از کل مطالب ارائه شده می توان نتیجه گیری نمود علیرغم سرمایه گذاری مالی بیشتر جهت خرید و راه اندازی خط داکرومیت از لحاظ علمی و فنی این پوشش با فاصله بسیار زیاد نسبت به سایر روشهای پوششکاری از جمله گالوانیزه گرم خواسته های استاندارد را از لحاظ مقاومت در مقابل خوردگی ، ثابت بودن سختی و خواص مکانیکی ، ویژگیهای متالوگرافی و عدم ایجاد تردی هیدروژنی تامین می نماید.

علاوه بر این به طور اخص در مورد High strength Structure Fastener از جمله پیچها با استاندارد ASTM A490 و استادبولت ها با استانداردهای A193 و A194 جهت استفاده در HIGH PRESSURE AND HIGH TEMPRATURE SERVICE با آزمایشهایی که مطابق با IFI 144 انجام گرفته است تنها پوشش داکرومات با نام علمی ASTM F1136 مورد تاییدمی باشد و از انجام عملیات پوششکاری گالوانیزه گرم و یا سایر روشهای پوششکاری مبتنی بر شستشو با اسید جدا باید خودداری نمود.

منابع و مراجع :

1. Brahimi , s Qualification of DACROMET for use with ASTM A490 high Strength Structural bolts.
2. IFI-144 Test Evaluation Procedures for Coating Qualification Intended for Use on High-Strength Structural Bolts.
3. ASTM A 153 Zinc Coating (Hoot-Dip) on Iron and Steel Hardware .
4. ASTM A325 Standard Specification for Structural Bolts , Steel , Heat Treated , 120/105 ksi Minimum Tensile Strength
5. ASTM A490 Standard Specification for Structural Bolts , Alloy Steel , Heat Treated , 150 ksi Minimum Tensile Strength
6. ASTM A 751 Test Methods , Practices , and Terminology for Chemical Analysis of Steel Products
7. ASTM B117 Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus .
8. ASTM B571 Standard Practice for Qualitative Adhesion Testing of Metallic Coatings .
9. ASTM B695 Coatings of Zinc Mechanically Deposited on Iron and Steel
10. ASTM D1186 Standard Test Methods for Nondestructive Measurement of Dry Film Thickness of Nonmagnetic Coatings Applied to a Ferrous Base
11. ASTM D1654 Standard Test Method for Evaluation of Painted or Coasted Specimens Subjected to Corrosive Environments
12. ASTM D3359 Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test
13. ASTM E3 Practice of Metallographic Specimens
14. ASTM E8 Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials.
15. ASTM E92 Standard Test Method for Vickers Hardness of Materials
16. ASTM F606 Test Methods for Determining the Mechanical Properties of Externally and Internally Threaded Fasteners , Washers , and Rivets
17. ASTM F1624 Chromium /Zinc Corrosion Protective Coatings for Fasteners
18. ASTM F1624 Standard Test Method for Measurement of Hydrogen Embrittlement in Steel by the incremental Loading Technique .
19. ASTM F1940 Standard Test Method for Process Control Verification to Prevent Hydrogen Embrittlement in Plated Coa