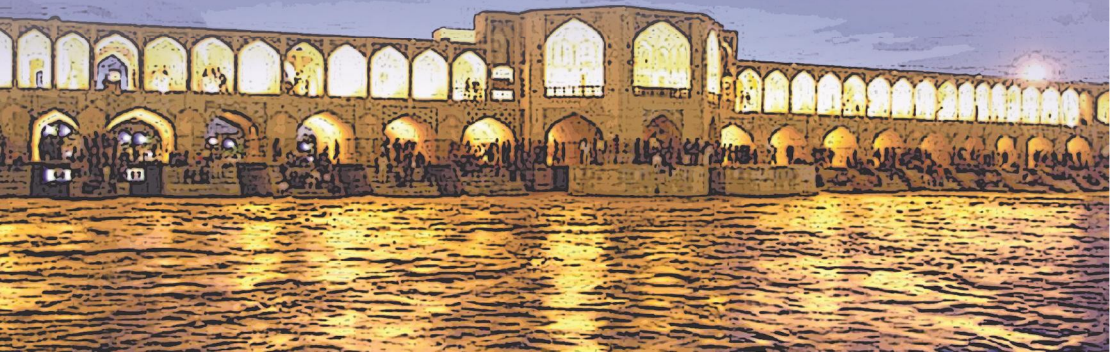


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



اطلاعات فنی و راهنمای مصرف ورق های گالوانیزه

شرکت فولاد مبارکه اصفهان

عنوان: اطلاعات فنی و راهنمای مصرف ورق های گالوانیزه

واحد پشتیبانی فنی مشتریان

صفحه

فهرست مطالب

- مقدمه ۲
- ورقهای گالوانیزه ۴
- خواص و ترکیب شیمیائی ورق های گالوانیزه ۷
- میزان جرم پوشش و کیفیت سطوح ورق های گالوانیزه ۱۶
- مقاومت در برابر خوردگی ورق های گالوانیزه ۲۳
- رفتار ورق های گالوانیزه در شکل دهی و ساخت ۳۰
- استفاده از بستههای مکانیکی در اتصالات ورقهای گالوانیزه ۴۰
- جوشکاری و اتصالات چسبی ۵۰
- رنگ آمیزی ۶۹
- بسته بندی، جابجایی و انبارش ۷۷
- ایمنی و بهداشت محصولات گالوانیزه ۸۰

مقدمه :

واضح است که جلوگیری از خوردگی فولاد بخصوص در مواقعی که ضخامت مقطع آن نیز پایین باشد از اهمیت ویژه ای برخوردار است . پوشش کاری مقاطع و ورقهای فولادی با روی یکی از روشهای مؤثر و کاملاً اقتصادی جهت این منظور است و در حال حاضر روی و قلع یکی از پر مصرف ترین عناصر جهت پوششکاری می باشند. یکی از روشهای ایجاد پوشش ، غوطه ورسازی ورقهای فولادی و یا قطعات در حمام مذاب روی است به این روش اصطلاحاً گالوانیزه کردن (galvanizing) و یا گالوانیزه کردن گرم «hot-galvanizing» و یا گالوانیزه به روش غوطه وری گرم میگویند. در مقابل در صورتیکه پوشش به روش الکتروشیمیایی «electroplating» اعمال گردد اصطلاحاً به گالوانیزه کردن سرد «cold galvanizing» و یا گالوانیزه کردن الکتریکی «electro- galvanizing» معروف است . چندین سال است که در کشورمان ایران ورقهای گالوانیزه به روش غوطه وری گرم پیوسته ، تولید می گردند. و شرکت فولاد مبارکه نیز یکی از شرکتهای پیشرو در تولید ورقهای گالوانیزه به این روش در کشور می باشد . ورقهای گالوانیزه در کشور عمدتاً در صنعت لوازم خانگی ، خودرو سازی ادوات کشاورزی ، تابلوی های برق ، قفسه سازی و... کاربرد دارد و مصرف آن نیز رو به تزاید است.

استفاده از ورقهای گالوانیزه نیز همانند سایر کالاهای صنعتی واسطه، توأم با یک سری نکات و توصیه های فنی است که در این کتابچه سعی گردیده در راستای توسعه دانش فنی و ارتقاء سطح فرهنگ عمومی جامعه که از جمله اهداف استراتژیک شرکت فولاد مبارکه و مدیریت عالیّه آن می باشد به برخی از آنان اشاره گردد بعنوان مثال نکاتی کاربردی مربوط به جوشکاری ورق های گالوانیزه ، مقاومت به خوردگی آن در محیطهای مختلف ، اتصالات آن به سایر فلزات ، نحوه رنگ آمیزی ، ایمنی و بهداشت و... که امید است بتواند برای

مهندسين و كارشناسان ، استاتيد دانشگاه ، دانشجويان ، استادكاران و ساير دست اندركاران مفيد واقع گردد و ضمناً در اين مجموعه جداول مربوط به گريدهاى مختلف ورقهاى گالوانيزه، خواص مكانيكى و تفرانسهاى ابعادى از پركاربردترين استانداردهاى رايج در بازار وصنعت كشور درج گرديده است كه مى تواند در انتخاب مواد و همچنين طراحي قالبهاى شكل دهى مثمرر واقع گردند. درخاتمه متذكر مى گردد كه ممكن است به گريدها و يا ابعاد خاصى از ورقهاى گالوانيزه اشاره شده باشد كه در حال حاضر در فولاد مباركه توليد نگردد.

پشتيبانى فنى مشتريان



ورقهای گالوانیزه:

گالوانیزه طیفی است از ورق های فولادی گالوانیزه که به روش غوطه وری گرم تولید می گردند این محصولات هم به شکل ورقه (sheet) و هم می توانند به شکل کلاف عرضه گردند شایان ذکر است محصولات فولادی که به روش غوطه وری گرم تولید می گردند در اروپا به نام گالواتیت (Galvatite) شناخته می شوند که محصولاتی را که بروش الکترولیتی (گالوانیزه سرد) تولید می گردند در برنمی گیرد ولی از آنجایی که این اصطلاح در کشور مرسوم نمیشد ما نیز در این کتاب از واژه گالوانیزه به شکل عام آن استفاده می نماییم.

ورق گالوانیزه به روش غوطه وری گرم که بعد از این به اختصار ورق گالوانیزه یا کلاف گالوانیزه نامیده خواهد شد. پوشش مقاومی در برابر خوردگی ایجاد می کند که چسبندگی خود را به سطح فلز پایه در سخت ترین شرایط عملیات شکل دهی حفظ می کند. این پوشش به حفاظت فلز پایه به شکل کلی و با فدا کردن خود ادامه می دهد. و همه نواحی فلز پایه را پس از اتمام عملیات شکل دهی و ساخت محافظت می کند. دیگر خصوصیات ورق گالوانیزه به شرح زیر است.

- طیفی از پرداخت های سطحی شامل پرداخت های سطوح رنگ آمیزی شده در حد رنگ آمیزی های سطح بالا را نیز در بر می گیرد .
- کنترل دقیق جرم پوشش و تشکیل فاز آلیاژی، موجب کاهش خطر پودر شدن و ایجاد براده به هنگام پرسکاری و شکل دهی می گردد. .
- گریدهای مختلف ورقهای گالوانیزه با قابلیت شکل پذیری و قابل رقابت با محصولات سرد نوردیده از لحاظ فرم پذیری خواهند بود..
- گستره ورق های گالوانیزه فولادهایی با خواص شکل پذیری و مقاومت بالا (با حداقل مقاومت کششی تا 460 N/mm^2) را در بر دارد.
- محصولات گالوانیزه کاملاً جوش پذیر هستند.
- محصولات گالوانیزه ای که به شکل روغنی و با سطوح فعال (پسیو نشده unpassivated) عرضه می شوند با بسیاری از فرایندهای فسفات و فرایندهای قبل از رنگ آمیزی که در حال حاضر مورد استفاده قرار می گیرند سازگار هستند.

- محصولات گالوانیزه کروماته شده را می توان برای افزایش مقاومت در برابر خوردگی در محیط های بسیار نامطلوب رنگ آمیزی کرد.
- وجود لایه گالوانیزه (روی اندود شده) در زیر لایه رنگ شده، مقاومت کلی محصول تمام شده را به میزان زیادی افزایش می دهد و همچنین از ایجاد عیب پوسته شدن رنگ (scabbing) جلوگیری می کند.

پوشش ها

در استانداردهای اروپایی ورقهای گالوانیزه با پسوندد Z با پوشش روی خالص و ورقهای گالوانیزه با پسوندد ZF با پوشش آلیاژهای آهن – روی تولید و عرضه گردیده اند. ورق گالوانیزه ZF « گالوانیل » نامیده می شود و معمولا در پوشش خود بین % ۱۲ - ۸ آهن دارد.

در این کتاب هر جا سخن از ورق گالوانیزه بدون پسوندد Z یا ZF به میان می آید منظور محصولات با پوشش روی خالص یا پوشش آلیاژی آهن – روی می باشد.

مثال های از کاربرد ورقهای گالوانیزه

- اجزاء مختلف ساختمان
- فریم بندی و چارچوب های فولادی (steel framing)
- اجزای خودرو و پانل های مخصوص بدنه
- لوله و پروفیل سازی
- قفسه سازی و راک
- لوازم خانگی و کالاهای برقی
- اجزاء ماشین آلات کشاورزی

استانداردهای ورق های گالوانیزه رایج در کشور

عمده تقاضای بازار داخل بر پایه استانداردهای اروپایی ، ژاپنی و بعضاً ملی است اما در حال حاضر استفاده از استانداردهای اروپایی بواسطه مراودات تجاری بیشتری که با کشورهای اروپایی صورت می گیرد رونق بیشتری دارد لذا در ادامه ما نیز استانداردهای اروپایی را مبنا قرار خواهیم داد.

خواص و ترکیب شیمیایی ورقهای گالوانیزه



خواص و ترکیب شیمیایی :

گرید ها

در زیر گرید های مختلف گالوانیزه بر طبق استاندارد اروپایی EN 10327:2004 و برای کیفیت های شکل دهی و کششی و EN 10326:2004 برای کیفیت های ساختمانی ارائه می شوند. ورق های گالوانیزه، فولادی شکل پذیر با مقاومت بالا با استاندارد EN 10292:2000 مطابقت دارد. شایان ذکر است که در حال حاضر در کشورمان بیشتر از استاندارد اروپایی سال ۲۰۰۰ استفاده می گردد که ورقهای با کیفیت شکل دهی و کششی در EN 10142 و گریدهای ساختمانی آن در EN 10147 در دسترس خواهند بود و توضیح اینکه تفاوت چندانی نیز با هم ندارند.

گریدهای شکل دهی و کششی :

• **DX51D** : با خصوصیت خمش پذیری و قابلیت پروفیل شدن

این گرید برای تولید برخی از پروفیلها و عملیاتهای سخت خمشی مناسب است.

• **DX52D** : گرید نیمه کششی

این گرید برای عملیات ساده کششی و عملیات دشوارتر شکل دهی نسبت به گرید قبلی، مناسب است.

• **DX53D** : گرید کششی

این گرید برای کارهای کششی یا شکل دهی در شرایط دشوار و در مواردی که ورق با خصوصیات ضد پیری (non-aging) مورد نیاز باشد مناسب است.

• **DX54D-** : گرید کشش عمیق

• **DX56D** : گرید کششی فوق عمیق

این گریدها برای کاربری های شکل دهی و کششی عمیق بسیار دشوار مناسب هستند. بکار گیری هر یک به میزان و شدت تغییر فرم بستگی دارد. و همانطوری که مشخص است با افزایش شماره میزان فرم پذیری افزایش میابد.

گریدهای NON – Fluting

تمام گریدهای استاندارد اروپایی که در بالا به آن اشاره شد با خصوصیات NON – Fluting ارائه میگردند. عیب Fluting از جمله عیوب سطحی است که در گریدهایی که به صورت نورد پوسته ای نشده (Not Skinpassed) تولید و عرضه می شوند حادث میشود بدین صورت که پس از تغییر فرم در سطوح با انحنای استوانه ای شکل دیده میشود.

Table 1: Mechanical properties : EN 10142:2000

Grade	R_e^1 (n/mm ²)	R_m (n/mm ²)	A_{80}^2 (%)	r_{90}	n_{90}
	Min-Max	Min-Max	Min	Min	Min
DX51D+Z/+ZF	-	270-500	22	-	-
DX52D+Z/+ZF	140-300	270-420	26	-	-
DX53D+Z/+ZF	140-260	270-360	30	-	-
DX54D+Z	140-220	270-350	36	1.6	0.18
DX54D+ZF	140-220	270-350	34	1.4	0.18
DX56D+Z ³	120-180	270-350	39	1.9	0.21
DX56D+ZF ^{3,4}	120-180	270-360	37	1.7	0.20

NOTES:

1. This range values applies to skin- passed products only
2. For thicknesses less than or equal to 0.7mm (including coating). The minimum elongation after fracture is decreased by 2 units.
3. For thicknesses greater than 1.5 mm , the r_{90} value is decreased by 0.2 units.
4. For thicknesses less than or equal to 0.7 mm (including coating) , the r_{90} Value is decreased by 0.2 units and the value decreased by 0.01 units.

گریدهای ساختمانی

گریدهای استاندارد اروپایی زیر، حداقل خواص مکانیکی را تضمین کرده است.

S220GD

S250GD

S280GD

S320GD

S350GD

S550GD

Table 2: Mechanical properties : EN 10147:2000

Grade	R_p (n/mm ²)	R_m (n/mm ²)	A_{80} (%)
	Min	Min	Min
S220GD+Z/+ZF	220	300	20
S250GD+Z/+ZF	250	330	19
S280GD+Z/+ZF	280	360	18
S320GD+Z/+ZF	320	390	17
S350GD+Z/+ZF	350	420	16
S550GD+Z/+ZF	550	560	—

NOTE: For thicknesses less than or equal to 0.7 mm (including coating), the minimum elongation after fracture decreased by 2 units.

گرید های پر استحکام شکل پذیر

فولاد گالوانیزه پر استحکام شکل پذیر به مصرف کننده این امکان را می دهد تا مقاومت قطعه نهایی را افزایش و یا ضخامت فولاد را کاهش و یا هر دو کار را به شکل همزمان انجام دهد.

<u>H180BD</u>	<u>H220YD</u>	<u>H340LAD</u>	<u>H220B</u>	<u>H260YD</u>
<u>H380LAD</u>	<u>H220PD</u>	<u>H260LAD</u>	<u>H420LAD</u>	<u>H300PD</u>
<u>H300LAD</u>				

خواص مکانیکی

خواص مکانیکی ورق های گالوانیزه در رابطه با کاربردهای شکل دهی و کششی در جدول ۱ و در رابطه با کاربردهای ساختمانی در جدول ۲ نشان داده شده است. در جدول ۳ خواص مکانیکی گریدهای شکل پذیر پر استحکام نشان داده شده است. برای آزمایش خواص مکانیکی جدول ۱ نمونه ها در جهت عمود بر نورد گرفته شده اند و برای آزمایش خواص مکانیکی جدول ۲ نمونه ها در جهت نورد گرفته شده اند. گرید های مندرج در جدول ۳، نمونه های نورد تمپر شده هستند. و جهت های نورد نیز مشخص هستند.

Table 3: Mechanical properties : EN 10292:2000

		$R_{p0.2}(N/mm^2)$	$BH_2(N/mm^2)$	$R_m(N/mm^2)$	$A_{80}^2(\%)$	r_{90}	n_{90}
Grade	Test	Min-Max	Min	Min-Max	Min	Min	Min
H180BD	t	180-240	35	300-360	34	1.5	0.16
H220BD	t	220-280	35	340-400	32	1.2	0.15
H220PD	t	220-280	-	340-400	32	1.3	0.15
H300PD	t	300-360	-	400-480	26	-	-
H220YD	t	220-280	-	340-410	32	1.5	0.17
H260YD	t	260-320	-	380-440	30	1.4	0.16
H260LAD	t	260-330	-	350-430	26	-	-
H300LAD	t	300-380	-	380-460	23	-	-
H340LAD	t	340-420	-	410-510	21	-	-
H380LAD	t	380-480	-	440-560	19	-	-
H420LAD	t	420-520	-	470-590	17	-	-
H260LAD	l	240-310	-	340-420	27	-	-
H300LAD	l	280-360	-	370-470	24	-	-
H340LAD	l	320-400	-	400-500	22	-	-
H380LAD	l	360-460	-	430-550	20	-	-
H420LAD	l	400-500	-	460-560	18	-	-

NOTE: The letters in the test column indicate test direction .the letter t indicates transverse to the rolling direction and the letter l indicates longitudinal ,i.e. in the rolling direction.

ترکیب شیمیایی

ترکیب شیمیایی ورق های گالوانیزه ، در جدول ۴ برای گرید های شکل دهی و کششی ، جدول ۵ برای گرید های ساختمانی و جدول ۶ برای گرید های شکل پذیر پراستحکام نشان داده شده است.

Table 4: Chemical composition : EN 10142:2000

Grade	C	Mn	P	S	Al	N	Ti
	Max	Max	Max	Max	Min	Max	Max
DX51D+Z/+ZF	0.100	0.600	0.030	0.035	0.025	0.010	0.005
DX52D+Z/+ZF	0.070	0.300	0.030	0.035	0.025	0.005	0.005
DX53D+Z/+ZF	0.030	0.300	0.030	0.035	0.020	0.006	0.125
DX54D+Z/+ZF	0.010	0.300	0.030	0.035	0.020	0.006	0.125
DX56D+Z/+ZF	0.005	0.200	0.020	0.020	0.020	0.005	0.086

Note: Values are in weight percentages.

Table 5: Chemical composition : EN 10147:2000

Grade	C	M _N	P	S	AL	N
	Max	Max	Max	Max	Min	Max
S220GD+Z/+ZF	0.100	0.550	0.030	0.035	0.025	0.005
S250GD+Z/+ZF	0.110	0.600	0.030	0.020	0.025	0.005
S280GD+Z/+ZF	0.165	1.000	0.100	0.020	0.020	0.005
S320GD+Z/+ZF	0.165	1.000	0.100	0.020	0.020	0.005
S350GD+Z/+ZF	0.165	1.300	0.100	0.020	0.020	0.020
S550GD+Z/+ZF	0.200	1.500	0.100	0.020	0.020	0.020

Note: Values are in weight percentages.

Table 6: Chemical composition : EN 10292:2000

Grade	C	M _N	Si	Al	P	S	Ti ¹	Nb ¹
	Max	Max	Max	Max	Min	Max	Max	Max
H180BD	0.04	0.70	0.50	0.020	0.060	0.025	-	-
H220BD	0.06	0.70	0.50	0.020	0.080	0.025	-	-
H220PD	0.08	0.70	0.50	0.020	0.080	0.025	-	-
H300PD	0.10	0.70	0.50	0.020	0.080	0.025	-	-
H220YD	0.01	0.90	0.10	0.020	0.080	0.025	0.120	-
H260YD	0.01	1.60	0.10	0.020	0.100	0.025	0.120	-
H260LAD	0.10	0.60	0.50	0.015	0.025	0.025	0.150	0.090
H300LAD	0.10	1.00	0.50	0.015	0.025	0.025	0.150	0.090
H340LAD	0.10	1.00	0.50	0.015	0.025	0.025	0.150	0.090
H380LAD	0.10	1.40	0.50	0.015	0.025	0.025	0.150	0.090
H420LAD	0.10	1.40	0.50	0.015	0.025	0.025	0.150	0.090

Notes:

- 1.the sum of the contents of these elements should not exceed 0.22%.
- 2.Values are in weight percentages.

میزان جرم پوشش و کیفیت سطوح

ورقهای کالوانیزه



میزان جرم پوشش ها و کیفیت سطوح

جرم پوشش های روی

عدد بعد از حرف Z (Zinc) یا پس از حروف ZF (آلیاژ آهن- روی) حداقل میانگین جرم پوشش درآزمون سه نقطه ای از ورق های گالوانیزه برحسب gr/m^2 ، برای هر دو سمت سطح را نشان میدهد. ضخامت پوششهای کمتر از آنچه در زیر آمده با توافق با سازنده، به صورت فراتر از استاندارد قابل تولید است. ضریب تبدیل وزن پوشش برحسب gr/m^2 به ضخامت پوشش، برحسب میکرون 7.14 می باشد که معادل 1 micrometer می باشد. یا به عبارت دیگر:

Table 7: Coating, finish and surface quality for EN10142: 2000

Zinc coatings (Z)						Iron – Zinc alloy coatings (ZF)				
Grade	Coating designation	Finish and surface quality				Grade	Coating designation	Finish and surface quality		
		NA	MA	MB	MC			RA	RB	RC
DX51D	Z100	■	■	■	■	All Grades	ZF100	■	■	■
	Z140	■	■	■	■		ZF120	■	■	■
	Z200	■	■	■	■		ZF140	■	■	
	Z225	■	■	■	■					
	Z275	■	■	■	■					
	Z350	■	■	■						
	Z450	■								
DX52D	Z600	■								
	Z100	■	■	■	■					
	Z140	■	■	■	■					
	Z200	■	■	■	■					
	Z225	■	■	■	■					
	Z275	■	■	■	■					
	Z350	■	■							
DX53D-56D	Z100	■	■	■	■					
	Z140	■	■	■	■					
	Z200	■	■	■	■					
	Z225	■	■	■	■					
	Z275	■	■	■	■					
	Z350		■							

جرم پوشش های سبک: Z100, Z140, Z200, Z225

این نوع پوشش مخصوص محیط های با قدرت خوردگی ملایم است و یا اینکه شکل هندسی قطعه بقدری پیچیده است که نمی توان از ضخامت های پوشش بالا استفاده نمود و یا اینکه هر دو شرایط حاکم است.

جرم پوشش های استاندارد: Z275

این نوع پوشش از نوع طبقه بندی استاندارد است و برای کاربری های عمومی متداول ترین نوع پوشش محسوب می گردد.

جرم پوشش های مخصوص شرایط سخت: (heavy duty coatings)

Z350 - Z450 - Z600

این پوشش ها نسبت به انواع استاندارد و سبک طول عمر بیشتری دارند.

جرم پوشش های آلبازی آهن – روی: ZF100, ZF140

ویژگی این پوشش ها عبارت است از سهولت رنگ آمیزی و جوشکاری، بویژه وقتی جوشکاری از نوع مقاومتی (resistance welding) است.

Table 8: Coating, finish and surface quality for EN10147: 2000

Zinc coatings (Z)						Iron – Zinc alloy coatings (ZF)			
Grade	Coating designation	Finish and surface quality				Grade	Coating designation	Finish and surface quality	
		NA	MA	MB	MC			RA	FB
All except S550 GD	Z100	■	■	■	■	All except S550 GD	ZF100	■	■
	Z140	■	■	■	■		ZF140	■	■
	Z200	■	■	■	■				
	Z225	■	■	■	■				
	Z275	■	■	■	■				
	Z350	■	■	■	■				
	Z450	■	■						
	Z600	■	■						
S550 GD	Z100	■							
	Z140	■							
	Z200	■	■						
	Z225	■	■						
	Z275	■	■						
	Z350	■							

Table 9: Coating, finish and surface quality for EN10292 : 2000

Zinc coatings (Z)					Iron – Zinc alloy coatings (ZF)			
Grade	Coating designation	Finish and surface quality			Grade	Coating designation	Finish and surface quality	
		NA	MA	MB			RA	RB
All high strength grades on page 12	Z100	■	■	■	All high strength grades on page 12	ZF100	■	■
	Z140	■	■	■		ZF140	■	■
	Z200	■	■	■				
	Z225	■	■	■				
	Z275	■	■	■				
	Z350	■	■	■				

انواع پرداخت و کیفیت سطوح ورقهای گالوانیزه

استانداردهای اروپایی برای فولادهای گالوانیزه غوطه وری داغ، کیفیت سطح و پرداخت پوشش را به طور جداگانه مشخص و تعیین میکنند. اولین حرف در استاندارد اروپائی معرف نوع پرداخت پوشش و دومین حرف معرف کیفیت سطح است. در زیر به منظور تشخیص بهتر «کیفیت سطح» به شکل ایتالیک تایپ شده، تا از «پرداخت سطح» قابل تشخیص باشد.

ورق های گالوانیزه با پوشش روی خالص (Z)

NA: گل (Spangle) نرمال، حاصل مستقیم خط تولید (بدون فرآیند اضافه) As coated surface. کیفیت سطح نرمال و مختص سطوح غیر نمایان.

MA: گل ریزشده (minimized spangle)، حاصل مستقیم خط تولید (بدون فرآیند اضافه)

As coated surface ، که فقط اندازه گلهای آن ریزتر شده است. کیفیت سطح در حد نرمال ، مخصوص سطوح غیر نمایان

MB: گل ریزشده (minimized spangle)، سطح بهبود یافته، مناسب برای سطوح نمایان.

MC: گل ریزشده (minimized spangle)، کیفیت سطح عالی، مناسب برای سطوح نمایان با رنگ آمیزی ویژه.

گالوانیزه ZF:

RA: پوشش معمولی آلیاژ آهن- روی، حاصل مستقیم خط تولید (سطح بدون کار اضافی بعد از فرایند گالوانیزه as coated surface): با درخشش خاکستری مات. و کیفیت سطح در حد نرمال و مختص سطوح غیر نمایان.

RB: پوشش معمولی آلیاژ آهن- روی، کیفیت سطح بهبود یافته: مناسب برای سطوح نمایان.

RC: پوشش معمولی آلیاژ آهن- روی، کیفیت عالی سطح: مناسب برای سطوح نمایان با رنگ آمیزی ویژه.

****** پرداختهای سطح MC و RC به شکل معمول به صورت کروماته نشده تولید میگردند در صورت درخواست لازم است با سازنده مشورت گردد.

عملیات های حفاظت سطح

عملیات حفاظت سطح، ریسک تشکیل شوره سطحی را در حین جابجایی و انبارداری کاهش می دهد. به همین دلیل معمولاً ورقهای گالوانیزه با پرداخت سطح NA و MA و RB+RA+MB به صورت غیر فعال شده (passivated) تولید و عرضه میشود مگر اینکه مشتری طور دیگری سفارش داده باشد (در کشور واژه غیر فعال شده چندان مرسوم نمیشود و بجای آن از اصطلاح کروماته شده و نشده استفاده میگردد). عملیات غیر فعال سازی پوشش ممکن است عملیات ثانوی آماده سازی، همانند فسفاته سطح و چسبندگی رنگ را تحت تأثیر قرار دهد. چنانچه چنین فرایندهایی به عنوان بخشی از مراحل رنگ آمیزی مورد استفاده قرار گیرد، مصرف کننده لازم است با سازنده ورق گالوانیزه مشورت نماید.

اگر ورق گالوانیزه با سطح کروماته نشده یا غیر فعال نشده (non-passivated surface)، تولید شده باشد، مشتریان باید آن را به شکل روغنی سفارش دهند. افزودن روغن بویژه هنگامی که شرایط انبارداری مرطوب است، به عنوان یک اقدام حفاظتی اضافی برای تمامی پرداخت های سطحی توصیه می گردد. (به رهنمودهای جابجایی و انبارداری موجود در این کتاب مراجعه نمایید).

مقاومت در برابر خوردگی ورقهای کالوانیزه



مقاومت در برابر خوردگی ورقهای گالوانیزه

در میان تمام روشهای حفاظتی فولادهای کم کربن یا فولادهای نرمه (mild steel) در برابر خوردگی، پوششکاری روی به روش غوطه وری داغ متداول ترین روش می باشد.

پوششکاری روی، فولاد را به دو روش محافظت می کند:

- این پوشش همانند یک مانع فیزیکی بین محیط خورنده و فلز پایه عمل می کند.
- پوشش روی در لبه های بریده شده و خراشها تشکیل پیل گالوانیک می دهد و یا به شکل فلز قربانی (sacrificial) مانع از خوردگی فلز پایه میگردد.

باید به خاطر داشت که پوشش روی به تنهایی در مجاورت هوا مصون از آسیب نیست، اگرچه تحت هرشرایطی نسبت به فولاد با سرعت کمتری از بین میرود. سرعت خوردگی بستگی به شرایط عمومی محیط دارد، اما در شرایط جوی نرمال، با سرعتی حدود یک دهم تا یک سی ام فلز پایه خورده می شود. بنابراین دومین عاملی که عمر یک پوشش را تضمین می کند، ضخامت پوشش و یا عبارت دیگر جرم آن است.

بررسی عوامل تاثیر گذار بر مقاومت ورق گالوانیزه در برابر خوردگی:

تنوع شرایط محیطی که ورق گالوانیزه در معرض آن قرار می گیرد، تقریباً نامحدود است. ضمناً این شرایط می تواند بسیار پیچیده نیز باشند. با این وجود، میتوان چندین عامل کلیدی را که بر روی مقاومت خوردگی ورق گالوانیزه اثر می گذارند، شناسائی نمود.

اسیدیته (مقدار PH):

پوشش های روی نباید به مدت طولانی در مجاورت مایعات آبی (aqueous) با محدوده PH خارج از ۵/۱۲-۶ قرار بگیرند. وجود دیگر مواد شیمیایی می تواند بر محدوده PH تاثیر بگذارد. مواد قلیایی موجود در سیمان، ملاط و گچ گالوانیزه را می خورند، اما هنگامی که سفت شدند، سرعت حمله کاهش می یابد. به خصوص در مورد گچ کاری، سیستم تهویه مناسبی مورد نیاز است تا به خشک کردن آن کمک کند. کلرید کلسیم که به سفت شدن سریع کمک کرده و نسبت به روی حالت خوردگی دارد، باید به اندازه کم مورد استفاده قرار گیرد.

هوادهی

اکسیژن و دی اکسید کربن حل شده در محلول های آبی می تواند میزان حمله خوردگی را افزایش دهد. این امر به ویژه در شرایطی که رطوبت یا شرایط تشکیل شبنم بالاست صرف نظر از اینکه چه مواد و چه عوامل دیگری در محیط وجود دارد، بیشتر صدق می کند.

عدم ایجاد تهویه مناسب در هنگام خشک شدن ساختمان منجر به میعان و در نتیجه خوردگی اجزای گالوانیزه بکار رفته در ساختمان می شود. چکیدن قطرات باران به مدت طولانی در ناودان های ساخته شده از ورق گالوانیزه، می تواند باعث حمله سریع و موضعی شود. ناودان های گالوانیزه ای که مخصوص سقفهای فولادی پیش رنگ شده تولید شده اند باید با پوششی از مواد آلی، نظیر قیر محافظت شوند.

دما

همانند اکثر واکنشهای شیمیایی که خوردگی تنها یکی از مصداق های آن است، سرعت واکنش (خوردگی) با افزایش دما بالا می رود. هرچند که در خصوص ورقهای گالوانیزه این افزایش به شکل ثابت و لا ینقطع صورت نمی گیرد، بلکه در دمای بالای ۷۰ درجه سانتیگراد، و در مجاورت آب، نقش دو فلز معکوس می گردد و فولاد زود تر از روی خورده می شود بنابراین در این دما سرعت خوردگی به شکل پلکانی افزایش میابد و معمولا اثر این خوردگی در لبه های بدون پوشش و خراشها زودتر مشاهده میشود. بعد از این دما مجددا شرایط خوردگی نرمال شده و به حالت خطی برمیگردد. حداکثر دمای عملیاتی برای پوششهای گالوانیزه 250°C است. درمورد کاربریهای با دماهای بالاتر از این مقدار، ورق های آلومینیومی یا با پوشش آلومینیوم پیشنهاد می گردد.

وجود دیگر عوامل شیمیایی

در این بخش به دو عامل یعنی مایعات و جامدات می پردازیم.

مایعات:

برخی عوامل شیمیایی خاص (قبلا به کلرید اشاره شد) می تواند حتی در محدوده PH پیشنهادی منجر به حمله سریع شود. بیشتر مواد آلی که به صورت خالص هستند نسبت به روی حالت تهاجمی ندارند اما در حضور آب و ناخالصی هایی مانند اسیدها به عنوان مهاجم عمل می کنند و در نتیجه میزان خوردگی به طور چشمگیری افزایش می یابد. هرگونه خوردگی مختصر می تواند ماهیت محیط شیمیایی را تغییر دهد به این معنا که نمک های روی میتوانند پلیمریزاسیون برخی از مواد شیمیایی را تسریع کنند. سوختهایی نظیر بنزین بدون رطوبت و هیدروکربن های کلردار مانند تری کلرو اتیلن و مواد روغنی گیراسیدی نمونه هایی از مواد شیمیایی آلی هستند که می توان از آنها در مجاورت روی استفاده کرد. شوینده ها یا محلول های پاک کننده می توانند باعث انحلال سریع روی شوند به خصوص اگر افزودنی هایی نظیر پربورات ها وجود داشته باشند. چنانچه محلول داغ باشد این تاثیر دو برابر می شود. اکثر اطلاعات فوق را می توان به طور مستقیم به یکی از متداول ترین زمینه های کاربرد آن یعنی

کشاورزی ارتباط داد. اگرچه باید به خاطر داشت که مواد شیمیایی خاص مانند اسیدها، قلیاها، فضولات حیوانی و ترکیبات حاوی مس، باعث خوردگی سریع می شوند به خصوص اگر رطوبت بالا باشد. خاکها اگر حاوی مواردی که به آن اشاره گشت باشند شرایط را خیلی پیچیده خواهند کرد. نتیجه این که شرایط خوردگی شدیدتر میشود. در این صورت پیشنهاد میگردد از پوشش روی سنگین تر (ضخیمتر) و یا با قیراندود نمودن گالوانیزه یا سایر پوشش ها، سدی را بامحیط خورنده بوجود آورد. به هر حال به کاربران توصیه می شود تا با سازنده ورقهای گالوانیزه مشورت نمایند.

جامدات (اتصال سایر فلزات با گالوانیزه):

هر جا دو فلز ناهمسان متصل شده به یکدیگر در مجاورت آب قرار بگیرند، سلول الکتروشیمیایی (زوج فلزی) ایجاد می شود، در این سلول یکی از فلزات آند است که با سرعت زیاد خورده می شود و دیگری کاتد، که در برابر خوردگی محافظت می شود. به همین دلیل موادی که در مجاورت گالوانیزه هستند یا بر روی آن قرار می گیرند باید با دقت انتخاب شوند تا خوردگی گالوانیکی یا الکترو شیمیایی کاهش یابد برای مثال در انتخاب بستهای مخصوص تثبیت سقف، باید دقت لازم را مبذول داشت. چنین واکنشی می تواند حتی بر زیر لایه های رنگ نیز اثر گذاشته و باعث ورقه شدن آن گردد. در مجموع نباید مس و برنج را در مجاورت گالوانیزه بکار برد، زیرا این عمل می تواند باعث درست عمل نکردن پوششها به خصوص در محیطهای مرطوب و آلوده شود. سرب و آلومینیوم را می توان بدون تاثیرات چشمگیر در محیطی بدون آلودگی استفاده کرد. از فولاد زنگ نزن می توان در مجاورت گالوانیزه استفاده کرد اما برخی از تاثیرات گالوانیکی در محیطهای آلوده دیده می شود. واشهرای پلاستیکی و همچنین نوارهای لاستیکی که برای آب بندی بکار میروند می توانند به اتصال کمک شایانی نمایند.

جوشکاری ذوبی، پوشش روی را از بین می برد. این ضایعه به وسیله رنگ آمیزی با رنگهای غنی از روی (zinc rich paint) یا لحیم کاری با لحیم های روی جبران می شود.

گاهی اوقات لازم است که اتصالات گالوانیزه را به شمعک های چوبی متصل کرد. گالوانیزه را می توان در تماس با شمعکهای چوبی پرداخت شده بکار برد. شمعکهای چوبی غیر پرداختی و همچنین غنی شده با مواد نگهدارنده (به خصوص آنهایی که مس دارند) می توانند خورنده باشند. در این صورت توصیه می شود چوب قیر اندود شود.

جلوگیری از تشکیل پیل:

هنگامی که ورق گالوانیزه به فولاد نرمه (mild steel) متصل می شود، «پیل» گالوانیک تشکیل می شود بطوری که فولاد نقش کاتد و پوشش روی نقش آنند را خواهد داشت. این اتصال حاوی دو پیامد برای صنعت اتومبیل سازی است:

اولاً: روی در فرایند فسفاته شدن از فولاد محافظت می کند در نتیجه در اتصالات گالوانیزه به ورق های فولادی مانع تشکیل لایه فسفات قوی بر روی سطح فولاد می شود. این موضوع کارایی سیستم رنگ آمیزی را کاهش می دهد.

دوماً: از آنجایی که همه رنگها رطوبت پذیر هستند، چنین پیلی، حتی تحت سیستم کامل حفاظت رنگ نیز عمل می کند واکنش الکتروشیمیایی پیل، بر روی کاتد یا سطح فولادی باعث تشکیل مواد قلیایی شده و موجب تورق لایه رنگ و قرار گرفتن فولاد در معرض خوردگی می شود.

برای کاهش اثر گالوانیک ورق های گالوانیزه را در نواحی که خوردگی شدیدی ندارند باید به ورق های فولاد متصل کرد و تا جایی که امکان دارد اجزای فولاد با پوشش روی باید در کنار یکدیگر قرار گیرند و از احاطه شدن قطعات فولاد به طور مستقل توسط قطعات روی اجتناب کرد.

مدت زمان لازم تا اولین تعمیر:

می توان اصولی را که در بالا به آن اشاره شد برای ورق های گالوانیزه ای که در ساختمان بکار می روند به طور خلاصه بیان کرد (جدول ۱۰) مدت زمان لازم تا اولین تعمیر را در محیط های مختلف نشان می دهد. به دلیل اینکه شرایط محیطی واقعی به صراحت عنوان های موجود در جداول نمی باشد، این جدول بندی بسیار ساده و در عین حال قابل توجه تنظیم شده است. با این وجود توجه به اطلاعات قبلی و اطلاعاتی که در زیر ارائه می شود، راهنمای مفید و مناسبی خواهد بود. بسیاری از محیط ها، ترکیبی از دو یا چند پارامتر ارائه شده هستند. بعلاوه در محل ممکن است شرایط دشواری وجود داشته باشد، که شدیداً تاثیر نامساعدی بر عملکرد روی بگذارد.

نیروی وزش باد وسرعت و قدرت آن، ثبات در جهت وزش آن، رطوبت و مدت قرار گرفتن در معرض هوا میزان خوردگی را مشخص می کند. نمونه ای از این خوردگی در محیطهای نسبتاً سرپوشیده ایجاد میشود و ضمناً خوردگی شدید می تواند هنگامی حادث شود که مواد به صورت موضعی در معرض این عوامل قرارگیرد مانند لبه های بام وسایه بان ساختمان ها. این عمل در محیط های بسیار آلوده نظیر مناطق ساحلی و نواحی دارای صنایع سنگین بیشتر تحقق می یابد.

Table 10: Galvatite Z typical period to first maintenance

Mass (g/m ²) (note 2)	Coastal	Industrial and urban	Suburban and rural	Internal	
	Years			Wet and possibly polluted	Dry and unpolluted
275	2-5	2-5	5-10	Note 3	20-50
350	2-5	2-5	5-10	Note 3	20-50
450	5-10	2-5	10-20	Note 3	20-50
600	10-20	5-10	20-50	Note 3	20-50

Note:

- 1.The Recommendations for period to first maintenance are based on the promise that the strength and integrity of the sheet would diminish after the period specified, unless maintenance was carried out.
- 2.Minimum average triple spot (including both surfaces)
- 3.Further protection with a suitable paint is essential for this kind of application.
- 4.The periods shown are based on theoretical weight loss as a result of natural weathering under test conditions.

آلودگی های باقی مانده روی سطح اگر به وسیله باران شسته نشوند می توانند منجر به خوردگی شدید شوند.

رفتار ورقهای کالوانیزه در شکل دهی و ساخت



شکل دهی و ساخت:

ورق گالوانیزه شامل گستره متنوعی از انواع فولادها بعنوان فلز پایه است. در موارد بسیار زیادی می توان با اندکی تغییر و یا بدون تغییر آن را با ورق های فولادی در فرایند تولید جایگزین ساخت. برش کاری، گرده بری (Blanking)، شکل دهی غلتکی یا پروفیل سازی (roll forming)، چرخکاری یا کاسه گری (spining) شکل دهی قفلی (lock forming) با ورق گالوانیزه بسیار ساده خواهد بود. به شرط آنکه گریدهای مناسب آن انتخاب گردند.

شکل دهی پرس (press forming):

عملکرد گالوانیزه در فرآیند شکل دهی پرس توسط ضخامت فلز پایه و خواص متالورژیکی آن تعیین می شود. فشارهای بیشتری که برای شکل دادن ورق های ضخیم تر و سخت تر مورد نیاز است باعث ساییدگی بیشتر پوشش، افزایش تنشهای برشی سطحی و فشار بر قالب می شود. این فشار می تواند باعث از بین رفتن پوشش شود و یا سطوح بسیار صیقلی ایجاد کند. اما از طرف دیگر، استفاده از پوشش های نرم روی (Zn) می تواند عمر وسیله را افزایش و نیاز به روغن های کشش را کاهش دهد و در کشش های عمیق قابلیت شکل پذیری را ارتقا بخشد.

وقتی پس از عملیات پوشش گالوانیزه عملیات نورد پوسته ای انجام نشود، کیفیت های DX51D و DX52D مستعد «پیر کرنشی» می شوند. این عمل ممکن است پس از شکل دهی فولاد باعث ایجاد نوارهای لودروکاهش شکل پذیری آن شود. لذا کاهش مدت زمان بین تولید و مصرف امری ضروری است. این تدابیر برای گریدهای DX51D و DX52D بکار می رود و حداقل دوره پیشنهادی انبارسازی آنها ۶ هفته می باشد.

چنانچه گریدهای با خواص (Non-Aging) برای شکل دهی های خاص مورد نیاز باشد باید به هنگام ثبت سفارش به اطلاع تولید کننده رسانده شود. در استاندارد EN 10142 تضمین خواص مکانیکی و عدم ایجاد نوارهای لودر برای گریدهای DX51D و DX52D

یک ماه و برای DX53D, DX54D و DX56D شش ماه در نظر گرفته شده است

طرح ابزار و طراحی قالب برای شکل دهی پرس ورق های گالوانیزه اساسا شبیه به ورق های فولادی بدون پوشش با یک میزان مساوی برگشت فنری (spring back) است. میزان برگشت فنری تا حد زیادی بستگی به ضخامت ورق و تنش تسلیم دارد. مصرف روز افزون فولادهای مقاوم بالا و مقاومت

بالای پیشرفته در تولید، باعث افزایش برگشت فنی با توجه به افزایش تنش تسلیم فولاد و همچنین کاهش ضخامت می گردد. این نکته را باید در زمان طراحی قالبهای پرسی برای قطعات در نظر گرفت. پوشش های آلیاژی آهن- روی با جرم بیشتر (ضخامت پوشش بیشتر) تحت کشش های صفحه ای، تمایل بیشتری برای ساییده و پودر شدن دارند. لذا به هنگام طراحی قالب و طرح ابزار باید این نکته را مد نظر داشت. کنده شدن روی از ورق های گالوانیزه ممکن است برچگونگی جریان مواد در طی فرایند شکل دهی تاثیر بگذارد، کیفیت سطح قطعات را کاهش و زمان مورد نیاز جهت تعمیر و تمیزکاری ابزارها را افزایش دهد.

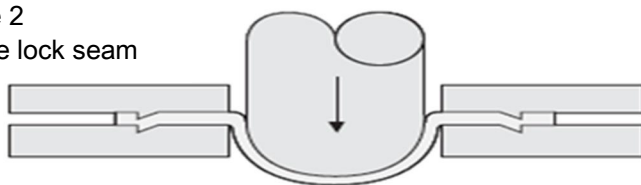
اما آنچه که مسلم است تکنولوژی تولید ورق های گالوانیزه ارتقاء یافته و باعث ارتقای چسبندگی پوشش ها، کنترل حجم پوشش و ترکیب آلیاژی شده است. این پیشرفتها به طور چشمگیر و گسترده ای خطر پودر شدن پوششهای آلیاژی آهن- روی را حتی تحت شرایط شدید شکل دهی پرسی کاهش داده است.

DX52D، DX53D، DX54D و DX54D (در روند صعودی قابلیت شکل دهی) نیازهای بیشتر روشهای سخت شکل دهی را مانند کشش صفحه ای یا کشش عمیق بر طرف می سازد (شکل ۱). همانطور که در تست کشش تک محوری اندازه گیری شده است، تنش تسلیم کاهش و میزان ازدیاد طول افزایش یافته است. کنترل دقیق شیمی فولاد و شرایط تولید، مقاومت فولاد را در برابر نازک شدن و آستانه گسیختگی در طی فرایند شکل دهی، افزایش می دهد.

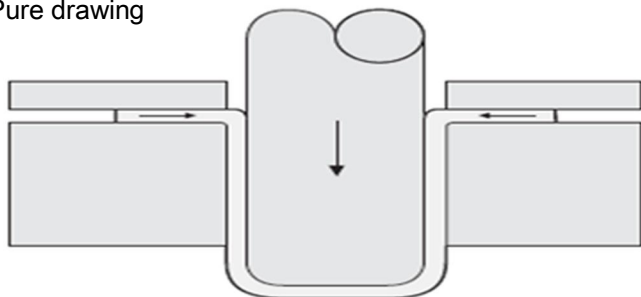
شکل پذیرترین گریدهای فولادهای گالوانیزه DX54D و DX56D بیشترین قابلیت کشش را با بالاترین مقاومت در برابر نازک شدگی ارائه می دهند. عملیات دشوار فرم دهیهای پرسی شامل ترکیبی از کرنش صفحه ای و عملیات کشش عمیق (stamping)، با DX54D و به ویژه DX56D میسر است. انتخاب درست گرید ورق گالوانیزه در عملیات شکل دهی، معمولاً بستگی به نظر و تجربه وسیع تولید کنندگان و مشورت با کاربر نهایی دارد.

Figure 2

Double lock seam



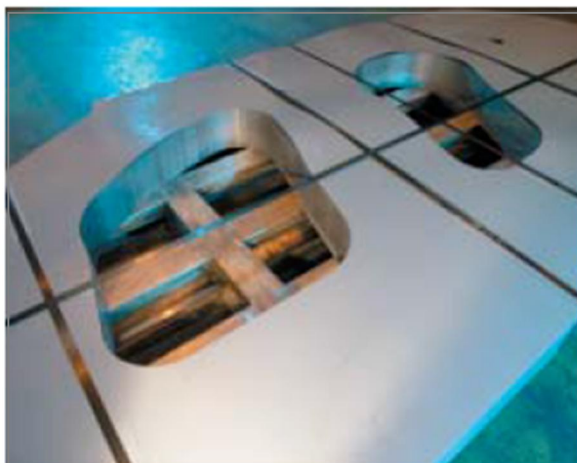
Pure drawing



Note:

In pure stretching there is no movement of material in the blank holder. Where as in pure drawing there is movement.

شکل ۱



پروفیل سازی (Roll forming):

پروفیل سازی موفق از ورقهای گالوانیزه، بستگی به سطح مقطع پروفیل، کیفیت ورق گالوانیزه، تعمیر و نگهداری غلتکهای نورد، سرعت تغییر فرم و روغنکاری منظم و موثر تجهیزات دارد. پرداخت منظم پوشش کرم - سخت غلتکها، برداشت لایه روی ورقهای گالوانیزه و خسارات ناشی از آن را کاهش می دهد.

اگرچه از گرید DX51D به عنوان گرید مخصوص پروفیل سازی و کارهای خمشی استفاده می شود اما استفاده از گرید S220GD بهتر است زیرا حداقل تنش تسلیم حدود 220 N/mm^2 آن ضمانت می گردد. اما به هر حال گرید جایگزین در شرایط عادی استفاده از DX51D است به شرط این که حداقل تنش تسلیم 140 N/mm^2 قابل قبول باشد. چنانچه استحکام ویژه ای برای مهندسی قطعات خاص مورد نیاز باشد گستره ای از گریدهای گالوانیزه با استحکامهای بالاتر در دسترس می باشد.

S550GD با شرایط کاملاً کار سرد شده (fully cold worked) تولید و عرضه می شود بنابراین قابلیت شکل پذیری کمی دارد. با این وجود پروفیل های روکش دارمی توانند به طور رضایت بخشی توسط این گرید کیفی تولید شوند به شرط اینکه شرایط پروفیل سازی بهینه برای این نوع گرید ایجاد گردد.

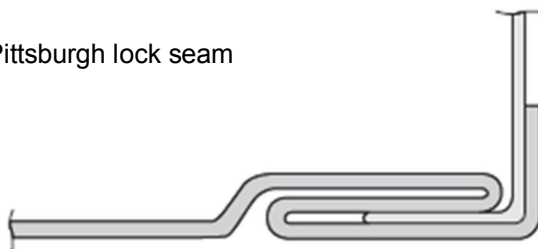
اتصال قفلی (lock forming):

اتصال قفلی روش مناسبی برای اتصال دو قطعه فلز به وسیله تشکیل درز مکانیکی است. اتصال می تواند دو لبه مقابل از یک کلاف (کوئل) را به یکدیگر به شکل لوله های حلزونی (spiral) اتصال دهد. دو نوع درز اتصال که به طور متداول استفاده می شود در شکل ۲ نشان داده شده است.

Figure 2
Double lock seam



Pittsburgh lock seam



شکل ۲

لازم است ترتیبی اتخاذ شود که گرید انتخابی مناسب با نوع درز اتصال باشد و این موضوع بخصوص در مورد گالوانیزه‌های با جرم پوشش بیشتر از 275g/m^2 اهمیت بیشتری پیدا میکند. تمام گریدهای EN10142 برای شکل دهی اتصالی مناسب هستند. اگرچه در مورد ورقهایی با ضخامت 1.5 mm تا 2.5 mm ، گرید DX52D برای تشکیل درزهای اتصالی که در شکل ۲ نشان داده شده است، پیشنهاد می شود.

شکل دهی هیدرولیکی (hydroforming):

شکل دهی هیدرولیکی، به تکنولوژی شکل دهی اتلاق میگردد که از فشار سیالات برای تغییر فرم استفاده میکنند، در این تکنولوژی معمولا تغییر فرم بر روی لوله ها انجام می شود.

چهار نوع عمده شکل دهی هیدرولیکی وجود دارد:

شکل دهی هیدرولیکی کم فشار، که به سادگی باعث تغییر شکل لوله می شود و شکل مناسبی ایجاد می کند اما زمانی که سطح مقطع بهتری مد نظر باشد یا تلرانسهای شکلی دقیق تری مد نظر باشد مناسب نیست .

شکل دهی هیدرولیکی پر فشار، که نهایتا شکل لوله و نسبت طول به محیط لوله را تا ۵۰٪ تغییر می دهد. و تلرانسهای دقیقی از این فرایند حادث می گردد که انرا مدیون قدرت این فرایند هستیم .

شکل دهی هیدرولیکی پانلی، که برای تولید پانل های محکم مناسب هستند مانند پانلهای سقف اتومبیل. جاذبه شکل دهی هیدرومکانیکی این است که اساسا پانلهایی با صافی سطح بالا و درجه تغییر شکل و استحکام کنترل شده ایجاد میکند، از فشار هیدرولیکی برای کشش فولاد به داخل قالب با کرنش یکنواخت استفاده می شود و در نهایت پانچ برای ایجاد تغییر شکل نهایی ورق فولادی، به شکل پانل مورد نظر پایین می آید.

شکل دهی هیدرولیکی بالشی (pillow hydro forming)، از فشار هیدرولیک برای ساخت قطعه از دو ورقه فولادی استفاده می کند، که بهم جوش خورده اند. برای مثال این عمل امکان شکل دهی هیدرولیکی ستونهای A و B اتاق خودرو را فراهم می کند که در قسمت بالا کم عرض و در پایین عریض تر هستند. همچنین می توان از یک مرحله جوشکاری در مراحل بعدی مونتاژ صرفنظر کرد.

اگر از جوش لیزری برای تولید لوله استفاده شود میزان خسارت وارده به پوشش بسیار کم خواهد بود.

اگرچه زمانی که از جوشکاری مقاومتی برای تولید لوله ها استفاده میشود برای حفاظت در برابر خوردگی ناحیه آسیب دیده ، معمولاً از عملیات پس از گالوانیزه کردن (post treatment) استفاده میشود. بعنوان مثال از رنگهای غنی از روی (zinc rich paint) بهره گرفته میشود.

ورق های جوشکاری ترکیبی «Tailor welded blanks»

استفاده از ورق گالوانیزه در صنعت اتومبیل سازی به منظور سبک سازی آنها می تواند باعث کاهش مصرف مواد و انرژی گردیده و در راستای فشارهای محیط زیست مفید واقع شود. بنابراین هر روشی که تولید اجزای سبک را تسهیل می کند باید بعنوان یک پیشرفت کلیدی در نظر گرفت.

یکی از راه حل های کاهش وزن، جوش لیزری دو یا چند قطعه ورق فولادی به یکدیگر و ساخت یک صفحه مرکب واحد، «Tailor welded blank» است این صفحه پس از پرسکاری می تواند بر روی محل مورد نظر قرار گیرد. ورقهای فولادی با ضخامت های متفاوت را می توان برای صرفه جویی در وزن با قرار دادن مواد با ضخامت کمتر در نواحی کم اهمیت تر و مواد ضخیم تر در نواحی که نیاز به مقاومت بیشتری است بکار برد. گریدهای مختلف فولاد با ضخامتهای مختلف پوشش را می توان به صورت جزو واحدی ترکیب ، و در نواحی مورد نیاز برای حفاظت در برابر خوردگی بیشتر استفاده کرد. تجربه نشان می دهد که آسیب پوششهایی که از جوش لیزری استفاده شده اند کمتر بوده و منجر به ایجاد مشکلات ناشی از خوردگی نمی شود.

برشکاری:

زاویه شیب:

قرار گرفتن لبه های برش در زاویه شیب صحیح، متناسب با استحکام مواد برش خورده از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

لغی برش (shear clearance)

هنگام برش فاصله بین تیغه های ثابت و متحرک و همچنین فاصله بین پانچ و قالب در هنگام پولک زنی یا سوراخ کاری یا هردو میتواند بر طول عمر ابزار تاثیر بگذارد. لغی برش نیز بر تختی صفحات، اندازه پلیسه و شرایط لبه بریده شده (سوراخ و پولک) تاثیر می گذارد.

روغن کاری:

هنگامی که از ورق گالوانیزه روغنی استفاده میگردد به ندرت برای شکل دهی نیاز به روغن کشش میباشد زیرا علاوه بر روغن محافظ مذکور، پوشش روی نرم، خود به عنوان روغنکار عمل میکند. هر کجا نیاز به روغن کشش است این ماده باید با پوشش روی سازگار باشد و ضمناً به آسانی پاک شود. روغن های با پایه آب نباید استفاده شوند روغن پیشنهادی روغنهای معدنی هستند. اگر مقدار PH روغن خارج از محدوده 6.5-7 باشد پس از عملیات پرس باید فوراً زدوده شود.

استفاده از بستهای مکانیکی در اتصالات ورقهای گالوانیزه



بستهای مکانیکی :

تنوع و گستره وسیع بستهای تجاری موجود انتخاب روش اتصال و طراحی را نامحدود می سازد. مهره های استاندارد و پیچها هنوز مفیدترین و ارزاترین گزینه برای اکثر کاربردها هستند ، اما در کاربردهایی با حجم بالا، به منظور اقتصادی بودن فرآیند ، بستهای ویژه ای مورد نیاز است. تکنیکهای نوین مونتاژ، از ورق گالوانیزه به عنوان وسیله ای برای اتصال استفاده می کنند. این تکنیکها شامل قطعات اتصالی طراحی شده، خود مونتاژ و استفاده از برچسب ها و نوارهاست.

رعایت موارد زیر در هنگام انتخاب انواع بست مهم است:

- شرایط بارگذاری تحمیل شده بر بستها در هنگام استفاده.
- مقاومت اتصال در برابر پارگی.
- تاثیرات محیطی مانند دما، آلودگی و رطوبت.
- مقاومت در برابر خوردگی
- سازگاری بین مواد بست و موادی که با آن در تماس هستند.
- مقاومت در مقابل بارهای دینامیکی
- امکان دسترسی به یک یا دو طرف بست.
- آیا مونتاژها هر لحظه نیاز به پیاده کردن قطعات خود دارند یا نه.
- هزینه بستها و هزینه کارگر برای نصب آنها.

انواع متعددی از بستها را می توان مطابق گروههای شرح داده شده در زیر طبقه بندی کرد.

بستهای فشاری (compressive fasteners):

این نوع بستها توسط عملیات فشاری برای بستن اجزا به یکدیگر بکار میروند مانند پیچهای پرچ. شکلهای ۳ و ۴ را ببینید.

Figure 3: Examples of rivets used in sheet metal fabrication.

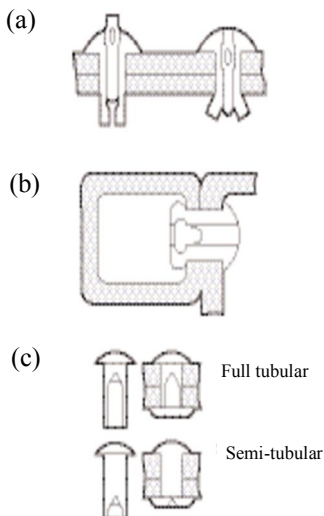
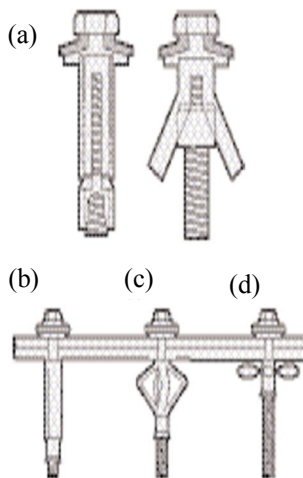


Figure 3: (a) Steel drive pin rivet is set by a single hammer blow. (b) Blind rivets are ideal for limited access installations. (c) Full - tubular and semi - tubular rivets before and after setting.

Figure 4: Examples of compressive fasteners



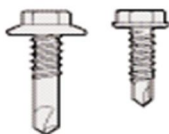
(a) Nut rises forcing legs apart to clamp sheet.
(b) Sleeve crimped onto threaded shank
(c) Sleeve collapsing
(d) sleeve collapsed

بستهای رزوه شده (threaded fasteners):

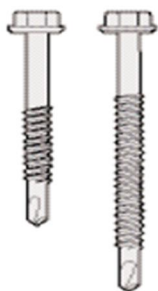
این بستها گروه بسیار متنوعی را تشکیل می دهند مانند پیچهای سرمته، خود سوراخ کن و بستهای پیچی شکل. بستها معمولاً در صنعت ساختمان برای بستن ورق های فلزی به جداکننده ها و یا تیرکهای اتصال به کار می رود و اغلب از واشرهای پلاستیکی فلزی مکمل و نئوپرن، EPDM یا بوتیل که از پیش نصب شده اند . بهره مندند. محور برخی از بستها ممکن است از یک رزوه دوگانه جهت تطبیق عایق کاری یا برای استفاده به همراه برخی از سیستم های پانل مرکب تشکیل شود. به شکل ۵ توجه کنید.

Figure 5: Examples of threaded fasteners

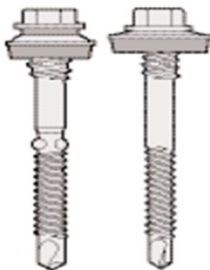
Liner to purl in



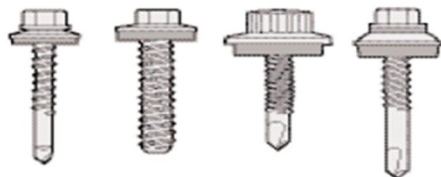
Spacer to purl in



Over - purl in insulation systems and some composite panel systems.



Sheet to spacer (valley fixing)



Sheet to spacer (crown fixing)



بستهای با کاربرد ویژه:

محدوده وسیعی از پیچهای اختصاصی، میخ پرچها، مهره های خود نگهدارنده و بستهای مارپیچی وجود دارند که تقریبا هر نیازی را برطرف می سازد (اشکال ۶ تا ۹ را ببینید).

Figure 6: Self - piercing rivet

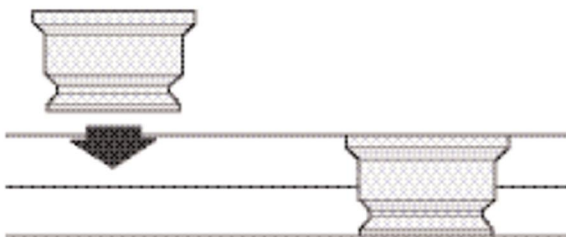


Figure 7: Self-clinching bush

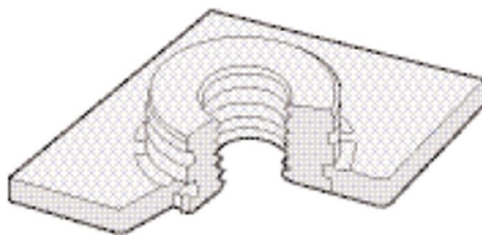


Figure 8: Spring nut

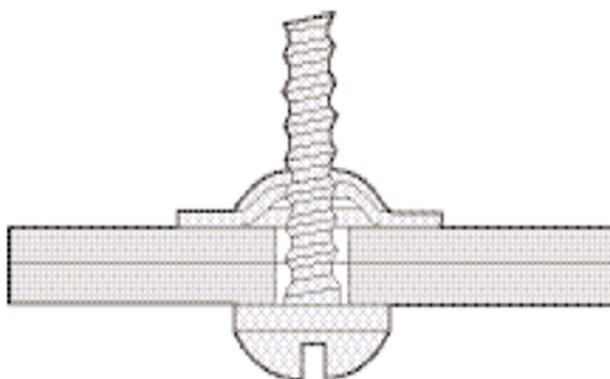
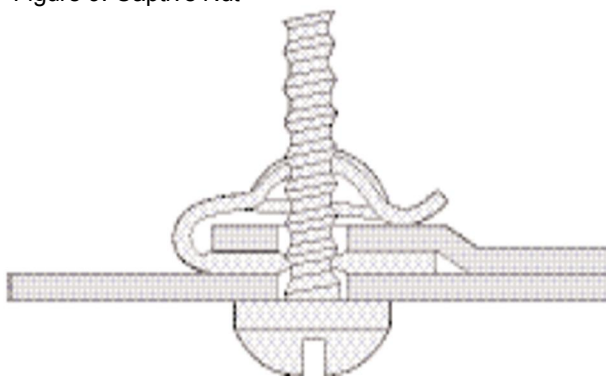


Figure 9: Captive Nut



سوراخکاری، پرچکاری و اتصال پرسی:

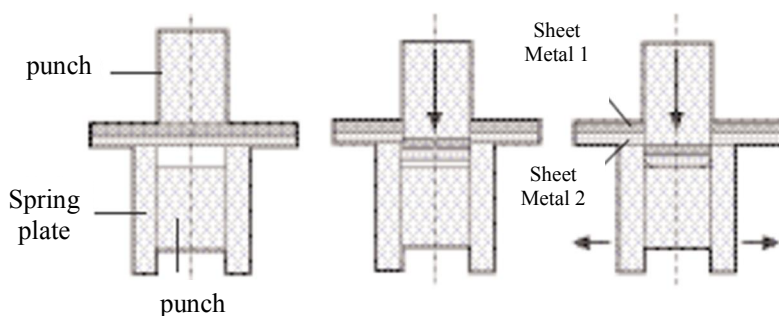
سیستم پرچ کاری خود سوراخ کن (شکل ۶) می تواند مقاومت برشی ورقهای گالوانیزه Z و یا ZF با مقاومت تسلیم $280-300 \text{ N/mm}^2$ را تا 3.5 KN افزایش دهد.

دستگاه هیدرولیکی دو کاره به عنوان سیستم خود پرچ هم به صورت دستگاه تزریق دستی و هم تمام اتوماتیک عمل می کنند. برای ایجاد انعطاف در اعمال پرچ ها باید در سیستم متحرک دستگاه و قسمت ثابت آن تعادل برقرار شود. سیستمهای تغذیه میخ پرچهای اتوماتیک در زمانهای متناوب ۳ تا ۵ ثانیه عمل می کنند. پرچ کاری خود سوراخ کن سرعت تولید را افزایش میدهد و ضمناً دستگاه دارای حداقل زمان تعمیر نیز میباشد. دستگاه های چند پرچ، که برای پرچکاری اجزای خاص طراحی شده اند در جایی که با یک ایستگاه پرچ ثابت همراه میشوند، بیشترین بهره وری را دارند. روش دیگر این است که دستگاه های پرچ، بر روی سیستم CNC کنترل شده که به طور «X-Y» قرار گرفته نصب شوند.

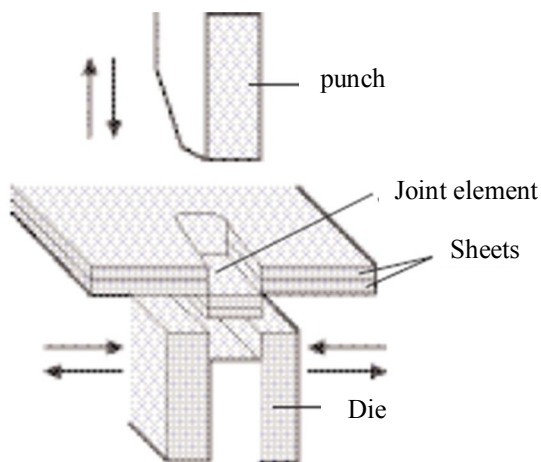
تعدادی از روشهای اتصال پرسی، توانایی چشمگیری در اتصال ورق های فولادی پوشش دارند. هدف این روشها تسهیل فرایند اتصال و تسهیل امر بازرسی توام با افزایش اعتماد به این اتصالات می باشد. فرایند اتصال پرسی، اتصالات مستطیل شکل شامل دو مرحله میباشد: عملیات برش و عملیات جا زدن (upsetting operation). هنگامی که پانچ به سمت قالب انبساط پذیر حرکت می کند (شکل ۱۱) قسمتی از ورقی که میخواهیم آن را اتصال دهیم در همان ابتدا به قالب انبساط پذیر فشرده و پرس می گردد. این عمل منجر به ایجاد برش دوپل خواهد شد که به وسیله آن قسمتی از سطح ورق های فولادی بیرون می زند. در مرحله دوم اتصال فلزی، نوار فلزی بریده شده بر روی سندانی قرار می گیرد که بین دستگاه پانچ و سندان قرار دارد. در همین زمان نوار توسط لبه های زاویه دار پانچ بیشتر بریده می شود و بیشتر به یکدیگر فشرده میشود.

Figure 11: Eckold press - formed joint

Formation of Eckold press - formed joint



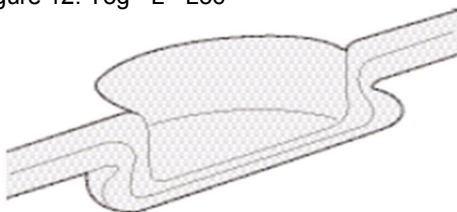
Insertion and penetration of Eckold joint



Eckold Clinching Systems, Eckold Limited, Coventry

روشهای جابگزین اتصال پرسى سیستم Tog-L-Loc می باشد. شکل ۱۲ اتصال Tog-L-Log را نشان می دهد.

Figure 12: Tog - L - Loc



Tog - L - Loc sheet metal joining system, BTM (UK)
Automation Products Limited, St Lves, Cambs.

این اتصال با یک حرکت یا ضربه پرسى شکل می گیرد. صفحات فلزی بین پانچ و قالب قرار می گیرند و پانچ بدون سوراخ کردن آن را به درون قالب هدایت میکند و به حرکت خود ادامه داده و صفحات را پرس می کند. تیغه های متحرک قالب، جریان جانبی فلز را ایجاد کرده و محل اتصالی با قطر بیش از بخشهای کشیده شده به وجود می آورد که باعث استحکام بالا و مقاومت ارتعاشی اتصال می شود. مقاومت اتصال پرسى به مقاومت فلز پایه و ضخامت ورقه فولادی بستگی دارد.

تکنیک های نصب انتگرال (یا یکپارچه):

انواع زیادی از تکنیکهای پرچکاری به گونه ای طراحی شده اند که مناسب ورق های گالوانیزه میباشند. این اتصالات همبند (interlocking) زمانی سودمند هستند که اشکال فلزی با استحکام بالا تشکیل شود (شکل ۱۳). روشهای انتگرال دیگری نیز وجود دارند که پانچ، سوراخ و یا بخیه کاری ورق گالوانیزه را برای ایجاد اتصال همبند (stich –folding interlocking) با کمترین تاثیر بر پوشش انجام شود. در سایر روشها از اسلحه بخیه زن استفاده میکنند. این دستگاه شامل یک ابزار پنوماتیک است که دو قطعه رابه وسیله سوراخکاری متصل کرده و دو خار (tab) ایجاد شده را در یک عملیات واحد تا می کند (شکل ۱۴).

Figure 13: Types of clinched sections.

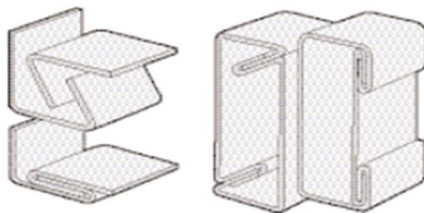
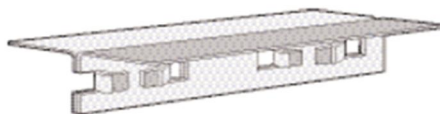


Figure 14: Stitch - folded joints



جوشکاری و اتصالات چسبی



جوشکاری:

ورق های گالوانیزه به آسانی می توانند با استفاده از جوشکاریهای متداول نظیر مقاومتی، لیزری و ذوبی (fusion) جوشکاری شود. کیفیت مطلوب جوشکاری را می توان با میزان حجم تولید بالا و حداقل خرابی پوشش بدست آورد. معمولا جوشکاری مقاومتی بیشتر استفاده می شود زیرا کمتر باعث آسیب پوشش می شود و در نتیجه کمتر مقاومت ورق گالوانیزه را در برابر خوردگی کاهش می دهد.

جوشکاری مقاومتی:

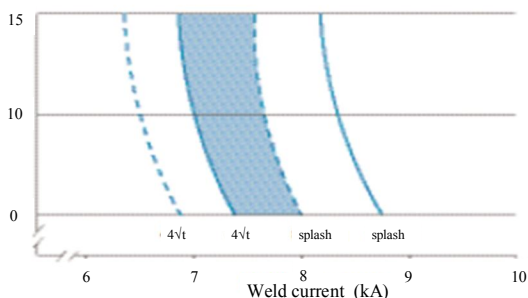
جوشکاری نقطه ای، درزی و نوک به نوک (projection) را می توان با کمترین تغییر در شرایط به کار برده شده برای ورق های فلزی بدون پوشش استفاده کرد.

جوشکاری نقطه ای:

رهنمودهای جوشکاری نقطه ای مقاومتی ورق های فولادی پوشش دار و بدون پوشش در استاندارد ISO 14373 معین شده اند. شرایط جوشکاری ورق های فولادی پوشش دار بستگی به نوع پوشش جوشکاری شده دارد. لبه ای (lobs) قابل جوشکاری برای ورق گالوانیزه باریکتر از ورق های فولادی بدون پوشش با همان ضخامت می باشند. عرض لبه ای (lobs) پوششهای آلایزی آهن-روی به دلیل مقاومت تماسی بیشتر که توسط پوشش آلایزی ایجاد می شود، مشابه یا نزدیک به ورق های فولادی بدون پوشش می باشد (شکل ۱۵). برای پوشش هایی با جرم پوشش 275 gr/m^2 یا کمتر ضخامت پوشش تاثیری در موقعیت و عرض لبه ای (lobs) قابل جوشکاری نسبت به ضخامت پوشش ندارد.

ورق گالوانیزه Z275 به دلیل مقاومت تماسی پایین، نیاز به جریان برق جوشکاری بیشتری نسبت به ورق های فولادی با همان ضخامت دارد.

Figure 15: Comparative weldability lobes 0.7 mm Galvatite Z and ZF
Weld time (cycles)



— 0.7mm Galvatite Z 120g/m² – electrode force 1.8kN

- - - 0.7mm Galvatite ZF 120g/m² – electrode force 1.8kN

The automotive industry commonly refers to this coating mass As 60/60. Viz. Z 60/60 and ZF 60/60

میانگین افزایش جریان تقریباً معادل ۲۰٪ خواهد بود. ورقهای گالوانیزه ZF نسبت به ورقهای گالوانیزه Z مقاومت سطحی بیشتری دارد لذا گرمای بیشتری در سطح تماس خواهیم داشت و در نتیجه به شدت جریان کمتری نسبت به ورق گالوانیزه Z و کمی بیشتر، نسبت به ورق های فولادی بدون پوشش با همان ضخامت نیازاست. زمان جوشکاری آن ۵۰ تا ۱۰۰٪ بیشتر از ورق های فولادی بدون پوشش می باشد. فشار الکتروود برای جوشکاری ورق گالوانیزه Z275 با الکترودهای مخروطی شکل ناقص، باید حدود 90 N/mm² باشد و نیروهای جوشکاری بیشتری ممکن است برای اجزا فولادی پراستحکام مورد نیاز باشد.

نمونه شرایط جوشکاری برای محدوده ای از ضخامتهای گالوانیزه Z و گالوانیزه ZF در جدول ۱۱ ارائه می شود. این مقادیر تنها رهنمودی برای تنظیم ماشین در شروع کار است و ممکن است با توجه به شرایط داخلی تولید، نوع دستگاه و ویژگیهای مدار ثانویه نیاز به اصلاح و تعدیل داشته باشد. باید بر این نکته تاکید شود که این نمودار قابل کاربرد برای الکترودهای مخروطی ناقص ساخته شده از مواد کلاس (A2.2(ISO 5182 می باشد. به طور کلی ابعاد الکتروود باید تا جایی که امکان دارد با شرایط استاندارد

ISO 5184 (الکترودهای مستقیم)، ISO 5830 (کلاهیهای الکترونر) یا ISO 5821 (کلاهیهای الکترونر ماده) مطابقت داشته باشد. زمانی که ورق های جوشکاری به ضخامت ۳ mm میرسد بهترین نتیجه در استفاده از الکترودهای مخروطی شکل ناقص حادث می شود. در این حالت قطر سر الکترونر انتخابی به طور تقریبی از فرمول زیر به دست می آید:

$$d = 5\sqrt{t}$$

d قطر اولیه سر الکترونر ، t ضخامت ورقه فولادی در تماس با الکترونر به میلیمتر است.

توجه: استفاده از اندازه جوشی کوچکتر از سایز ارائه شده در فرمول فوق می تواند مقاومت ورق فولادی را در برابر جوشکاری کاهش دهد. این نکته را باید در تمام محاسبات طراحی در نظر گرفت. مقاومت برشی ورق های فولادی برای اندازه های مختلف جوش در جدول ۱۲ برای راهنمایی ارائه شده است. به طور کلی اندازه جوش نباید کمتر از $3.5\sqrt{t}$ باشد. توجه داشته باشید که تِلرانس های موجود در شرایط جوشکاری و بهره برداری از دستگاه ممکن است با کوچک شدن اندازه های جوش، کاهش یابد.

Table 11: Spot welding condition for Galvatite Z and Galvatite ZF in thicknesses 0f 0.6mm – 3.0mm

Single sheet Thickness(mm)		Electrode tip diameter(mm)	Galvatite Z ¹		Galvatit ZF ²			
>	≥		Force (Kn)	Weld time ¹ (cycles)	Current (kA)	Force (Kn)	Weld time* (cycles)	Current (kA)
0.6	0.8	4	1.9-2.2	8-10	8.0-10.0	1.8-2.1	6-8	7.0-9.5
0.8	1.0	5	2.2-2.9	9-12	9.0-11.0	2.1-2.8	7-10	8.0-9.5
1.0	1.2	5	2.8-3.6	10-13	10.0-13.0	2.7-3.4	8-12	9.0-12.0
1.2	1.6	6	3.4-4.5	11-15	14.0-16.0	3.2-4.3	9-13	11.0-14.0
1.6	2.0	7	4.4-5.5	12-16	18.0-21.0	4.2-5.3	10-14	13.0-16.5
2.0	2.5	8	5.4-6.8	14-18	22.0-26.0	5.2-6.5	12-16	16.0-21.0
2.5	3.0	9	6.6-8.0	17-21	26.0-30.0	6.4-7.8	15-20	18.0-23.0

Notes:

¹. Applicable for coating thickness Z275 (approximately 20μm per side)

². These condition are applicable to the alloy coating ZF100 and ZF140 (approximately 7μm and 10μm per side, respectively)

These welding condition may require modification depending on the type of welding machine used and the characteristics of the secondary circuit

These welding condition apply truncated cone electrodes, Class A2/2 require modification for other electrode shapes and materials

*cycle equals approximately 0.02 sec

Table 12: Lap shear strength (typical minimum values for steel T.S. =280N/mm²)

Sheet Thicknesses	Nominal 3.5/t		Nominal 4/t		Nominal 5/t		Nominal 6/t	
(mm)	Weld Diameter (mm)	Weld Strength (kN)	Weld Diameter (mm)	Weld Strength (kN)	Weld Diameter (mm)	Weld Strength (kN)	Weld Diameter (mm)	Weld Strength (kN)
0.6	2.7	1.3	3.1	1.6	3.9	2.0	4.6	2.3
0.8	3.1	2.3	3.6	3.0	4.5	3.6	5.4	4.2
1.0	3.5	3.2	4.0	3.7	5.0	4.3	6.0	5.1
1.2	3.8	4.1	4.4	4.6	5.5	5.4	6.6	6.2
1.6	4.4	5.5	5.1	6.0	6.3	7.4	7.6	8.3
2.0	5.0	7.2	5.7	8.4	7.1	10.8	8.5	13.5
2.5	5.5	10.6	6.3	11.8	7.9	14.5	9.5	17.3
3.0	6.0	12.0	6.9	14.0	8.66	17.8	10.4	22.0

در خصوص جوش نقطه ای محصولات پوشش دار با پایه فولاد های نرمه (mild)، عیب اصلی غالباً **plug failure** می باشد. اما برای فولاد های استحکام بالا، نظیر انواع فولاد های کربن - منگن دار، نوع نقص و عیب جوش به اندازه جوش بر می گردد. تست جوش به کمک قلم و چکش (chisel testing) نشان می دهد که

جوش های واقع در اندازه حداقل استاندارد قابل قبول معمولاً دچار نقص در منطقه فصل مشترک جوشکاری می شوند. اگر اندازه جوش بزرگ باشد امکان عیب **plug** افزایش می یابد. و هر گاه عیب **plug** از ۸۰ درصد اندازه جوش بزرگتر شود، در این صورت به حد پاشش (splash) نزدیک می گردد که در این حالت عیب پلاگ جزئی (**partial plug failure**) حاصل می گردد. امکان بروز عیب **plug failure** در جوشکاری فولادهای با کربن معادل بالاتر، بیشتر از فولاد های دارای کربن معادل پایین تر است. قطر حداقل یکی از سرهای الکترود به طور طبیعی نباید تا اندازه ای افزایش یابد که قطر جوش را به بیش از ۳۰٪ کاهش دهد. زمانی که این قطر حاصل شد، الکترود باید تعویض شود و یا به اندازه و شکل اولیه برگردد. فاصله از لبه اجزا تا مرکز جوش نباید کمتر از $1.25d$ باشد که در آن d قطر اولیه جوش می باشد. استفاده از فاصله های حاشیه ای کمتر از مقادیر توصیه شده تاثیر معکوس

بر کیفیت جوش دارد و تنها باید طبق توافق طرفین قرارداد استفاده شود. زمانی که ضخامت ورق فولادی به 3mm می رسد، گام بین جوشها یعنی فاصله مرکز تا مرکز نقاط جوش نباید کمتر از 3d و ترجیحا بیشتر باشد. برای ورق هایی با پوشش روی، گام جوش بیشتری باید استفاده شود تا تاثیر جریان موازی (current shunting) را کاهش دهد. تاثیر جریان موازی گالوانیزه ZF کمتر از گالوانیزه Z است. جوشکاری نقطه ای ورق های گالوانیزه عمر الکتروود را بیش از جوشکاری نقطه ای ورقه های فولادی بدون پوشش می کاهد. الکتروودهای مخروطی شکل ناقص نسبت به الکتروودهای قوسی اولویت دارند اگرچه در بعضی مواقع نیاز است که از الکتروودهای قوسی (domed electrodes) شکل استفاده گردد، بعنوان مثال در کاربردهایی که تنظیم صحیح الکتروودها نسبت به ورقی که میخواهیم آن را جوشکاری نمائیم دشوار باشد. می توان به میزان ۲۰۰۰ جوش برای ورق گالوانیزه ZF۲۷۵ و تقریبا ۵۰۰۰ جوش برای گالوانیزه ZF100 دست یافت. عمر واقعی الکتروود به عوامل زیادی مانند شرایط جوشکاری، شکل و نوع الکتروود، کارایی خنک سازی، نوع دستگاههای جوشکاری و زاویه دید الکتروود بستگی دارد. تغییرات جزئی در ضخامت پوشش بر عمر الکتروود تاثیری ندارد. در همه موارد استفاده از الکتروودهای قوسی شکل و سوزنی نسبت به الکتروودهای مخروطی شکل ناقص باعث کوتاه شدن عمر الکتروود می شوند. نتایج بدست آمده از الکتروودهای قوسی شکل (نوع F - ISO 5184) و الکتروود سوزنی (نوع E - ISO 5184) نشان می دهد که عمر این الکتروودها در مقایسه با الکتروود مخروطی ناقص، به ترتیب ۵۰ و ۸۰٪ کمتر میباشد (جدول ۱۳).

Table 13: Influence of electrode tip shape on electrode life for 0.7 mm Galvatite Z275

Electrode shape	Typical electrode life (number of welds)
Truncated cone (120°)	2000
Pointed nose (Type E)	750
Domed (Type F)	500

برای ایجاد جوشکاری بدون برجا گذاشتن اثر، می توان از یک زیر دستی یا pad به عنوان الکترود ثانوی استفاده کرد تا هیچ گونه فرورفتگی ایجاد نشود. اگرچه چنین فرایندی محدوده ی جوش قابل قبول و همچنین عمر الکترود را کاهش می دهد. در هنگام جوشکاری ورق های فولادی پوشش دار برای دستیابی به بهترین نتیجه در تمام کاربردها، سرعت جریان آب باید بیش از ۴ لیتر در دقیقه باشد. لوله خنک کننده آب باید طوری تنظیم شود که جریان آب به قسمت پشتی روکار الکترود برخورد کند. فاصله بین قسمت پشت و روکار الکترود نباید بیش از مقادیر ارائه شده در استاندارد ISO باشد.

برای دستیابی به بیشترین عمر مفید و راندمان بالاتر الکترودهای از جنس آلیاژهای مس- کروم، مس- زیرکونیوم یا مس- کروم- زیرکونیوم توصیه میگردد. همچنین نتایج خوبی را می توان از الکترودهای سخت شده مس- آلومینیوم بدست آورد. استفاده از الکترودهای مس- آلومینیوم یا مس- زیرکونیوم تمایل چسبیدن الکترود به قطعه کار را بشدت کاهش میدهد بخصوص اگر قطعه کار یا شرایط جوشکاری «داغ» باشد

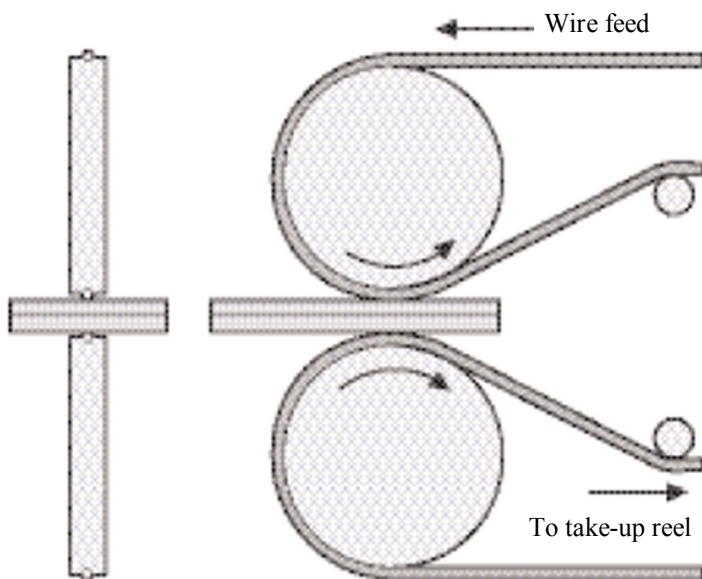
جوشکاری درزی (seam welding):

به طور کلی باید در نظر داشت که جوشکاری مقاومتری درزی ورقهای فولادی پوشش دار، فرایندی حساس است که نیازمند محدودیتهای عملیاتی کاملاً مشخص می باشد. دستگاههای جوش درزی معمولی و متداولی که برای ورقهای بدون پوشش استفاده میگردد برای جوشکاری ورقهای گالوانیزه، به دلیل آلودگی چرخهای الکترود که منجر به تعمیرات بیش از حد و کیفیت نامطلوب جوشکاری می شود، توصیه نمی شود. اگرچه امروزه با استفاده از تکنیکهای جدید امکان بکار گیری جوشکاری درزی میسر گردیده است. فرایندهایی برای رفع آلودگی های الکترود به وجود آمده اند. یکی از آنها، فرایند جوشکاری درزی ورق های فلزی است که فویل های فولادی به طور مداوم بین قطعه کار و الکترودهای بالا و پایین تغذیه می شوند کاربرد این روش محدود است. یکی از کاربردهای رایج با کارکرد یکسان سیستم تغذیه سیم مسی سادرونیک است. در این سیستم هر گونه برداشت پوششی به طور مداوم به وسیله سیم مسی جبران می شود (شکل ۱۶) و جوشکاری کاملاً با استفاده از الکترودهای «تمیز» انجام می شود.

گریدهای NON – Fluting:

تمام گریدهای استاندارد اروپایی که در بالا به آن اشاره شد با خصوصیات NON – Fluting ارائه میگردند. عیب Fluting از جمله عیوب سطحی است که در گریدهایی که به صورت نورد پوسته ای نشده (Not Skinpassed) تولید و عرضه می شوند حادث میشود بدین صورت که پس از تغییر فرم درسطوح با انحنای استوانه ای شکل دیده میشود.

Figure 16: Principle of the Soudronic



جوشکاری نقطه سیاه یا جوش برجسته (projection welding):

ورق گالوانیزه را چه با استفاده از نقوش برجسته به صورت تک و یا خوشه ای و چه با نقوش طولی می توان به طور موفقیت آمیزی به روش موضعی جوشکاری کرد به شرط آنکه ابعاد موضع و تنظیمات دستگاه جوش به دقت کنترل شود.

پوشش های گالوانیزه Z275 پیوندهای فاز جامد ایجاد می کنند. اندازه جوش توسط پایه برجسته (projection base) یا قطر قالب کنترل می شود که باید بیشتر از قطر ورق های فولادی یا همان ضخامت ورق بدون پوشش باشد. بر خلاف ورق گالوانیزه Z275، فاز مایع (مذاب) به سادگی توسط ورق گالوانیل ZF100 حاصل می شود که در آن اندازه جوش به زمان آن بستگی دارد و معمولاً از اندازه برجستگی projection بیشتری باشد. با طراحی ابزارهای projection و تعیین شرایط جوشکاری توسط انجمن جوشکاری آمریکا و انجمن بین المللی جوشکاری، قطرهای جوش بزرگتری ایجاد می کنند حتی اگر مدت زمان جوش کوتاه باشد.

Table 14: Machine settings for projection welding Galvatite

Material thickness (mm)	Projection base diameter (mm)	Projection height (mm)	Electrode force (KN)	Welding current (KA)	Welding time (cycles*)
1.0	4.8	1.0	1.1	10.0	15
1.6	5.5	1.2	1.8	11.5	20
2.0	6.4	1.4	2.5	16.0	25
2.4	6.4	1.4	3.3	16.0	30
2.7	6.4	1.4	4.2	22.0	33

*1 cycle = 0.02 seconds

جوش پیچ (stud welding)

این جوشکاری فرایندی نیمه اتوماتیک با سرعت بالاست که ابتدا قوسی الکتریکی، بین زائده فلز و قطعه کار ایجاد میشود و با فشار زائده فلز و قطعه کار به یکدیگر اتصال ایجاد میشود. دو نوع اصلی این فرایند در حال حاضر استفاده می شود:

۱) جوشکاری قوسی پیچ (arc stud welding)

حفاظ سرامیکی (حلقه سرامیکی)، زائده فلزی و فلز مذاب را در بر می گیرد تا یک جوش نواری (fillet weld) تشکیل دهد. مدت زمان جوش و پرچ نهایی زائده به طور اتوماتیک کنترل می شود و این روند توسط ماشه ای دستی که بر روی تفنگ یا gun دستگاه جوشکاری زائده ای قرار دارد، آغاز می شود. قطر این زائده ها تقریباً میتوانند از حدود ۰/۳ mm تا ۰/۳۱ mm می باشد. مقاومت بالای این جوشکاری را می توان زمانی بدست آورد که ضخامت ورق حداقل یک سوم قطر پایه جوش برآمده باشد. مدت زمان تنظیمات، فرو رفتن و بیرون آمدن برای جوشکاری قوسی برآمده ورقهای گالوانیزه بالاتر از ورق های فولادی نرمه (mild) بدون پوشش است. شدت جریان مورد نیاز جوش نیز بطور چشمگیری بالاتر می باشد. در این نوع جوشکاری استفاده از حلقه های سرامیکی محافظت شده توصیه می شود.

۲) جوشکاری برآمده خازنی (capacitor discharge stud welding)

به شکل گسترده، برآمدگیهایی به اشکال و اندازه های مختلف برای ورق های نازک گالوانیزه استفاده می شود و بطور عموم محفظه خازن و انرژی و تنظیمات ولتاژ بالاتری در جوشکاری ورقهای گالوانیزه در مقایسه با ورق های فولادی بدون پوشش مورد نیاز است.

جوشکاری ذوبی (Fusion welding):

فرآیندهای متداول و معمولی جوشکاری ذوبی را نیز می توان برای اتصال انواع مختلف ورق های گالوانیزه بکار برد. تکنیکها و روشها، مشابه روشهای مورد استفاده برای ورق های فولادی بدون پوشش می باشد. ضمن اینکه این فرایندها می تواند باعث ایجاد آسیب هایی در پوشش روی (Zn) جوش و اطراف آن گردد، اما می توان این خرابی ها را با انتخاب فرایند و شرایط جوشکاری کاهش داد و به حداقل رساند. برای مثال صدمه به روکش با استفاده از جوشکاری MAG (metal active gas) در مقایسه با سایر جوشکاریهای گازی و یا جوشکاری قوسی- فلزی دستی بسیار کمتر است.

روکش های روی سنگین تر، برای مثال ورق گالوانیزه Z600، تنها می تواند با سرعت های بسیار پایین جوشکاری گردد و احیانا در برخی موارد ممکن است نیاز باشد که روکش روی در مجاورت اتصال برداشته شود.



جوشکاری گازی

این فرایند می تواند برای جوشکاری ورق های گالوانیزه مورد استفاده قرار گیرد، اما صدمه به روکش و احتمال پیچش و تاب برداشتن (distortion) قطعه کار نسبت به دیگر فرایندهای جوشکاری گداختی (fusion) بیشتر است.

جوشکاری قوسی - فلزی دستی :

می توان از الکترودهایی شبیه به الکتروود های مورد استفاده در جوشکاری قوسی فولادهای نرمه بدون پوشش (uncoated mild steel) در جوشکاری ورقهای گالوانیزه استفاده نمود. تفاوتهای عمده جوشکاری فولاد دارای پوشش روی و فولاد بدون پوشش را می توان به شرح ذیل خلاصه نمود:

- برای زدودن روی از حوضچه جوش (weld pool) حرارت بیشتری لازم است.
- از آنجا که برای جوشکاری حرکت مارپیچی الکتروود (whipping action) لازم است. بنا بر این سرعت جوشکاری (۱۰ تا ۲۰ درصد) برای پوشش های Z۲۷۵ کند تر می شود.
- آشفته گی بیشتر در حوضچه جوش (weld pool)
- سیالیت بیشتر سرباره
- سطح جوش زبر تر (rougher weld profile)
- تصاعد بخار روی (zinc fume)
- افزایش مقدار پاشیدگی (spatter)
- نفوذ پذیری کمتر در خصوص جوش لب به لب (butt weld)، این کار ایجاب میکند که نسبت به فولاد های بدون پوشش فاصله ریشه جوش (root gap) بیشتری منظور گردد.

جوشکاری لیزری

استفاده از جوشکاری لیزری در موارد زیادی از عملیاتهای جوشکاری که در آن جوشی با حرارت ورودی پیوسته و پایین مورد نیاز است استفاده میگردد حرارت ورودی پایین باعث میشود ، تغییر چندانی در ساختار متالورژیکی فولاد ایجاد نگردد ، لذا با توجه به این مزیت استفاده از آن روبه گسترش است . جوشهای پیوسته در مقایسه با جوشکاری نقطه ای منقطع پیچش و تاب برداشتی بیشتری را موجب می گردد و بدینسان جوشکاری لیزری امکان استفاده از فولاد های نازک تر و پر استحکام را در شرایط مناسب فراهم میسازد. امکان تمرکز اشعه (beam) بر یک نقطه ظریف (کمتر ۵،۰ میلیمتر) مشکل پیچش و تاب برداشتی (distortion) را که در برخی از فرایندهای با حرارت ورودی بالا وجود دارد را به حد اقل می رساند.

از جوش لیزری برای جوشکاری صفحات مرکب جوش داده شده (Tailor welded blanks) که دو فلز متفاوت برای کسب خواص ویژه ، که بهم جوش لب به لب (butt weld) شده اند استفاده میگردد. جوش سه بعدی لیزری در ساخت محصولات ، به منظور ایجاد اتصالات پیوسته بین صفحاتی که با هم همپوشانی دارند مورد استفاده قرار می گیرد. جوش های لیزری متضمن هزینه های سرمایه ای بالا است و بنابراین عموماً در مواردی بکار گرفته میشوند که حجم تولید بالا باشد. از جوش های لیزری همچنین در مواردی استفاده می شود که کاهش هزینه های بالای دوباره کاری ناشی از برطرف سازی پیچش مد نظر باشد.

هر دو نوع جوش لیزر CO_2 و لیزر Nd:YAG (نئودیمیم : ایتیریم، آلومینیم، گارنت (لعل)) برای جوشکاری صفحات مرکب جوشکاری شده (Tailor welded) دوبعدی مورد استفاده قرار میگیرد. اما، نور لیزر Nd:YAG را می توان از طریق فیبر نوری انتقال داد و این امر آن را برای ساخت های سه بعدی جذابیت می بخشد. وجود پوشش روی بر جوشکاری لب به لب (butt welding) اثر ناچیزی دارد. اما برای جوشکاری over lappe دو صفحه، تیخیر روی می تواند موجب ایجاد خلل و فرج (porosity) در جوش گردد. این مشکل را می توان به کمک استفاده از یک فاصله کوچک بین ورق ها (به اندازه حدود ۰/۱ میلیمتر) یا حتی الامکان با اصلاح تغییر شکل حوضچه جوش (مثلاً با طولی کردن حوضچه جوش مذاب) کاهش داد یا حتی حل نمود.

حجم کم فلز مایع موجب سرعت خنک سازی و افزایش سختی جوش در مقایسه با فلز اصلی (parent metal) (مثلاً دو برابر آن) می گردد. بسته به آنالیز شیمیایی صفحه اصلی، سختی جوش ممکن است از ۴۰۰ Hv فرا تر رود. این موضوع می تواند بر میزان شکل پذیری منطقه جوش اثر گذارد، گرید گالوانیزه ۳۰۰ ZF CMN به طریق لیزری جوشکاری می شود و در برخی از کاربری های جوشکاری (TWB) مورد استفاده قرار می گیرد. در این نوع جوشکاری بواسطه ماهیت آن (تمرکز اشعه لیزر در یک نقطه) لازم است که صفحات به یکدیگر کاملاً fit گردند که عمدتاً با جوشکاری لب به لب صفحات در خارج از خط (off line) و پیش از جوش اصلی، این مشکل در خصوص جوشکاریهای دو بعدی حل میگردد اما در جوشکاری سه بعدی با اجزای شکل دهی شده می تواند دشوار تر باشد. بسته به نوع کاربری، رواداری (تولرانسی) که باید رعایت شود را می توان با استفاده از سیم های پر کننده اضافی یا به کمک جوشکاری لیزر- پلاسما به منظور پرکردن هر فاصله (شکاف) و یا در خصوص مقاطع ضخیم تر به کمک جوشکاری قوسی هیبرید لیزر- گاز اندکی بازتر نمود.

عملیات بعد از جوشکاری

اگر پس از جوشکاری، قطعه در معرض شرایط خوردگی شدید قرار میگیرد، در این صورت منطقی است که هر نوع آسیب وارد شده به پوشش (بر اثر جوشکاری) را، ابتدا تعمیر کرد. این کار را می توان با رنگ های حاوی روی فراوان (zinc- rich paint) یا زدن چسب رنگ های محتوی روی فراوان حتی هنگام داغ بودن جوش انجام داد. متالیزه کردن روی نیز بسیار رضایت بخش می باشد. استفاده از رنگ آلومینیم بر روی هر یک از رنگ های محافظ جوش، ورقهای گالوانیزه (Z) تطابق و چسبندگی رنگ را بیشتر خواهد نمود.

دود جوشکاری

جوشکاری ورقهای گالوانیزه به شکل گریزنپذیری تولید دود خواهد کرد. حجم دود تولید شده به ضخامت پوشش، فرایند جوشکاری، شرایط جوشکاری (بویژه حرارت ورودی) و شکل اتصال و نیز محل جوشکاری بستگی دارد. تهویه عمومی خوب هنگام جوش دادن فولادی های دارای پوشش روی ضروری است. در مکان های خاص نظیر فضاهای بسته، لازم است نزدیک محل کار هواکش نصب شود یا از ماسکهای تنفسی استفاده شود یا اینکه هر دو کار انجام شود. (به فصل ایمنی و بهداشت محصولات گالوانیزه رجوع شود)

لحیم کاری:

ضروری است که فلاکس های مناسبی به هنگام لحیم کاری ورق گالوانیزه مورد استفاده قرار گیرد. فلاکس های بر پایه کلرید روی و کلرید آمونیم نتایج بهینه ای به دست می دهند. درکل، برای لحیم کاری ورقه های گالوانیزه غیر فعال نشده (non-passivated material) در مقایسه با گالوانیزه های غیرفعال شده (passivated) استفاده از فلاکس های به مراتب ضعیف تر مناسب تر می باشد.

لحیم کاری ورقهای گالوانیزه ZF بسیار مشکل است. برای حصول اطمینان از خیس سازی مناسب، استفاده از فلاکس های اسید قوی یا آمینوبورات ضروری است. افزودن کاستیک قبل از لحیم کاری قابلیت خیس سازی را بهبود می بخشد به نحوی که فلاکس های ضعیف تری را می توان مورد استفاده قرار داد در صورت استفاده از لحیم های نقره - قلع - سرب اتصالات مستحکم تری را می توان به دست آورد.

دود های زرد جوش و لحیم کاری :

هر چند دماهای بدست آمده هنگام زرد جوش کاری و لحیم کاری به اندازه دماهای ایجاد شده در هنگام جوشکاری نیست، اما، باید از دستگاه های تهویه برای خارج ساختن دودهای ناشی از این عملیات بخصوص در محیط های بسته استفاده شود.(به فصل ایمنی و بهداشت محصولات گالوانیزه مراجعه شود).

اتصالات چسبی

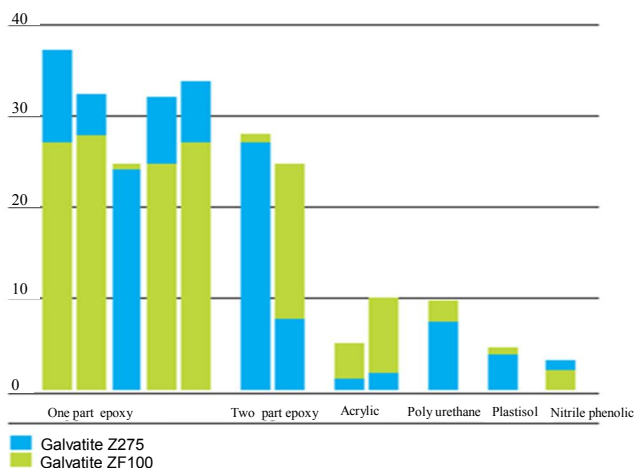
ورقهای گالوانیزه را می توان با استفاده از طیف وسیعی از انواع چسب به یکدیگر متصل ساخت. انتخاب نوع چسب به کاربری نهایی بستگی دارد. مثلاً برای پر کردن شکاف ها و فاصله ها یک ماده آب بندی کننده (sealant) کافی است، در حالی که برای یک اتصال که دائماً در معرض تنش قرار دارد، احتمالاً یک چسب ساختمانی (structural adhesive) نظیر اپوکسی مورد نیاز خواهد بود. آب بندی های سیلیکونی لاستیکی فاقد اسید استیک یا آمین ها برای آب بندی کردن ورق های گالوانیزه مناسب است. سایر انواع ژنریک نظیر لاستیک بوتیل و استیرن بوتادین، در صورتی که نیازی به خواص بهینه آب بندی مطرح نباشد نیز مناسب است. آب بندی کننده ها را باید مطابق با دستور العمل سازنده مورد استفاده قرار داد. درز های آب بندی شده را برای حصول از استحکام کافی، باید با روش های مکانیکی بست و محکم کرد. هر چند برخی چسب ها قدری آلودگی سطح فلز را تحمل میکنند، اما برای حصول اطمینان از همگن بودن کیفیت اتصال، باید محل را چربی زدائی نمود.

Table 15: Bonding strength and failure modes

Adhesive type	Bond Strength (N/mm ²)	Failure mode
Toughened or conventional epoxy	25-30	Coating
Nitrile phenolic	12	Cohesive Coating
Acrylic	6-12	Cohesive
Neoprene	7	Cohesive
Note: this table shows influence of bond strength and adhesive type on the failure mode obtained in Shear Galvalite ZF100		

در شکل ۱۷ زیر استحکام برشی (lap shear strength) طیفی از چسبها برای ورق گالوانیزه Z و ZF با ضخامت 2mm نشان داده شده است.

Figure 17: Shear strengths for a range of adhesives with 1.2mm thick Galvatite
Lap shear strength (N/mm²)



استحکام برشی
ها به نوع پوشش و چسب مورد استفاده بستگی دارد. در حالی که در کل ، گالوانیزه Z275 استحکام برشی بالاتری نسبت به گالوانیزه ZF100 با چسب های دارای اپوکسی با مدول الاستیک بالاتر را داراست عکس این قضیه برای انواع چسبهای دیگر، نظیر چسب های اکریلیک و پلی اورتان، با مدول الاستیک پائین تر صادق است. عیوب اتصالات ایجاد شده با گالوانیزه Z275 ، ترکیبی از عیوب چسبندگی و عیوب عدم یکنواختی میباشد.

در خصوص ورق گالوا نیزه Z100 یک سطح استحکام آستانه وجود دارد که بالاتر از آن عیب از حالت ترکیبی چسبندگی و عدم یکنواختی تغییر نموده و به عیب پوشش، درست در فصل مشترک پوشش و فلز پایه بدل می شود (به جدول ۱۵ رجوع کنید). بوجود آمدن عیب در پوشش، استحکام حد اکثری اتصال را محدود نخواهد کرد، استحکام ایجاد شده تابعی است از جنس چسب (adhesive) و به عیب ارتباطی ندارد.

هنگام استفاده از چسب های اکریلیک، استحکام های برشی کمتری در اتصالات گالوانیزه Z275 نسبت به اتصالات گالوانیزه ZF100 حاصل خواهد شد. علت این امر آن است که روی آزاد در پوشش روی گالوانیزه، واکنش رادیکال های موجود در چسب را غیر فعال می سازد و بدین سان مانع پخته شدن (curing) آن می گردد. عدم وجود روی آزاد در گالوانیزه ZF10 امکان سفت شدن و پخته شدن چسب اکریلیک رابه طور مؤثری فراهم می سازد. یک پرایمر، نظیر پرایمر اپوکسی باید قبل از استفاده از چسب های نوع پلی اورتان یا اکریلیک، به گالوانیزه Z275 زده شود، بویژه اگر ورق گالوانیزه با کرومات غیر فعال شده باشد.

دوام درازمدت اتصالات و یا به عبارت دیگر عمر اتصالات را باید هنگام استفاده از چسب های پر استحکام در کاربری های توأم با تحمل بار مدنظر قرارداد. زیرا ضروری است که هر اتصالی، نسبت بالایی از استحکام اولیه را در طول عمر قطعه حفظ نماید. مطالعات دراز مدت نشان داده است که عملیات انجام گرفته روی سطح قبل از چسبکاری اثر زیادی بر دوام چسب در هر دونوع پوشش آلیاژی گالوانیزه ZF100 و پوشش Z275 دارد. نتایج آزمایش های مربوط به هوازگی (weathering) نشان دهنده بهبود عملکرد پوشش های آلیاژی روی و آهن در مقایسه با پوشش های استاندارد روی می باشد. این را می توان به مرفولوژی بلور پوشش آلیاژ روی - آهن نسبت داد که سایت های بیشتری را برای اتصال در اختیار قرار می دهد و در ضمن قفل شدگی ماده چسبنده روی سطح را نیز تقویت می نماید. برای افزایش استحکام دراز مدت مرفولوژی سطوح باید امکان عمل قفل شدگی (keying action) را فراهم سازد. سطوح همچنین باید قبل از اتصال چربی زدائی شوند.

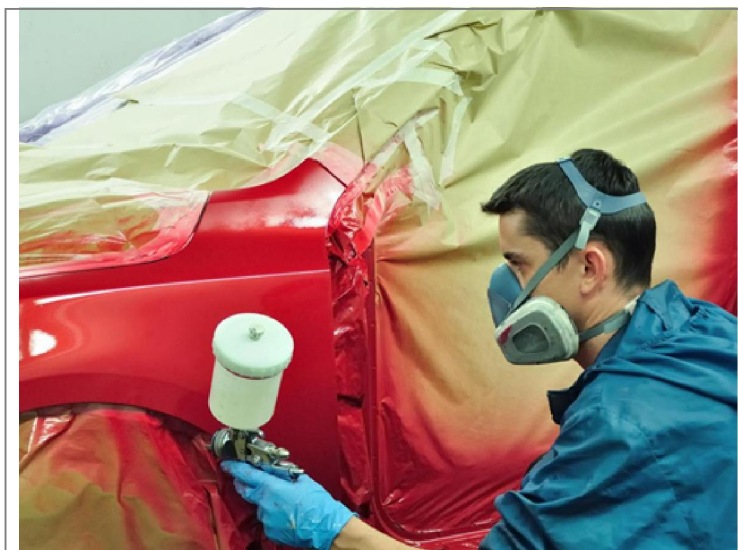
چسبیدن فوم (foam) به ورقهای گالوانیزه :

انواع فوم را می توان به کمک اتصال چسبی یا با تزریق فوم داخل یک حفره به ورق گالوانیزه متصل کرد. چسب های بر پایه حلال از جنس نئوپرین را می توان برای اتصال فوم سخت (rigid foam) به گالوانیزه با ایجاد اتصال چسبنده به کار برد. معمولاً "چسب را می توان هم روی سطح فلز و هم روی فوم اسپری نمود. فوم های از جنس پلی اورتان نتایج بهتری از چسب های سیستم های نئوپرین به دست می دهند و تنها به یک سطح (substrate) یعنی سطح فلز یا سطح فوم ، چسب زده می شوند. طیفی از مواد پلی اورتان (polyurethane chemistries) را می توان به کار برد. این طیف شامل سیستم های یک قسمتی بدون حلال پخت شونده در مجاورت رطوبت (moisture curing one component solvent-free systems) و سیستم های دو قسمتی بدون حلال (two component solvent-free systems) است. وضع قوانین زیست محیطی سخت گیرانه ممکن است مانع از استفاده از سیستم های سفت کننده بر پایه حلال در آینده شود.

فوم های پلی اورتان دو قسمتی شامل یک پلیول و یک کاتالیزور برای فوم های تزریقی به داخل حفره مورد استفاده قرار می گیرند. این اجزا قبل از تزریق به داخل حفره با هم مخلوط می شوند. گاهی لازم است که سطح روی (گالوانیزه) برای ایجاد اطمینان از رضایت بخش بودن چسبندگی آستر کاری شود. آستر های بر پایه نئوپرین معمولاً "ارجح هستند. گرما زا بودن پخت (exothermic curing) فوم پلی اورتان شرایط چسبندگی بهتری را برای سطح آستر ایجاد میکند.

هنگام استفاده از چسب توصیه های تامین کننده باید مراعات گردد و هر جا لازم بود از خارج کننده دود و بخارات حاصل از چسبکاری استفاده شود.

رنگ آمیزی



رنگ آمیزی:

ورقهای گالوانیزه را می توان هم برای تزئین و هم برای افزایش مقاومت در برابر خوردگی رنگ آمیزی نمود. اگر گالوانیزه به منظور تزئین رنگ آمیزی گردد، در این صورت پرداخت پوشش آن و کیفیت سطح حائز اهمیت است. به عنوان مثال اندازه گل‌های نرمال (normal spangle) پس از رنگکاری مشخص خواهند بود. اگر این موضوع نامطلوب بوده و مورد درخواست نباشد، در این صورت بسته به کیفیت رنگ خواسته شده، باید میزان اندازه گلها (spangles) را ریزتر و کیفیت سطح ورقهای گالوانیزه را بالاتر برد.

رنگ آمیزی گالوانیزه برای افزایش مقاومت در برابر خوردگی مزایای دیگری هم دارد.

اگر سیستم رنگ مناسبی (suitable paint system) برای ورق گالوانیزه بکار گرفته شود استاندارد بسیار بالاتری از عملکرد را نسبت به فولادهای کم کربن بدون پوشش خواهیم داشت. زنگ زدگی و کندگی رنگ در نواحی که به رنگ آسیب وارد گردیده به مراتب نسبت به فولادهای کم کربن بدون پوشش رنگ شده کمتر می باشد. رنگ آمیزی مجدد در تعمیر و نگهداری معمولی با ورق گالوانیزه به مراتب کمتر خواهد بود.

زنگ بری و آماده سازی سطح که پرهزینه است برای فولادهای کم کربن ضروری است ولی برای ورقهای گالوانیزه ضرورتی ندارد. پوشش گالوانیزه مناطقی همچون اتصالات لب رو لب که پس از ساخت دسترسی برای رنگ آمیزی به آنها وجود ندارد را محافظت می کند. اگر شرایط محیطی که فلز در مجاورت آن قرار می گیرد سخت باشد، یا عمر طولانی تری برای محصول ساخته شده مدنظر باشد، در این صورت توصیه می شود که این نواحی قبل از مونتاژ رنگ شود حتی در صورتی که از ورق گالوانیزه استفاده شود.

شرایط و الزامات رنگ آمیزی:

- رنگ آمیزی ورقهای گالوانیزه مشابه با رنگ آمیزی ورقهای فولادی کم کربن می باشد و می تواند با اندکی تغییر یا حتی بدون ایجاد تغییر در تجهیزات موجود بارها انجام شود. نکات اصلی که باید رعایت شود از قرار زیر است:
- سطح بایستی تمیز و عاری از روغن، چربی (گریس)، ضایعات حاصل از خوردگی و رطوبت باشد.
- سطح باید آماده سازی و یا به طور مناسب زیر سازی شده باشد تا چسبندگی رنگ را در کار حفظ کند.
- لایه های رنگ آستری و رنگ نهایی باید به گونه ای انتخاب شوند که در محیطی که مواد با آن مواجه هستند مقاوم باشند و همچنین این موضوع به محلی که در آن رنگکاری انجام میشود نیز بستگی دارد به عنوان مثال در کارخانه - جایی که تسهیلات آماده سازی وجود دارد- یا در کارگاه -جایی که این تسهیلات وجود ندارد.

رنگ آمیزی در کارگاه:

تمیزکاری:

توصیه می گردد گرد و خاکهای روی سطح به کمک برسهای زبر و آب تمیز گردند استفاده از چربی زداها پیشنهاد نمی گردد زیرا مواد برجا مانده از آنها ممکن است بر روی رنگ اثر نامطلوبی داشته باشد. روغنها و گریسهای روی سطح را با کهنه های آغشته به حلالهای آلی همانند تینر می توان تمیز کرد در این صورت توصیه میگردد که کهنه ها مرتباً تعویض گردند تا قسمتهای دیگر آلوده نگردند. لازم است در خصوص استفاده از تمام مواد شوینده شیمیایی بکار گرفته شده ، دقت کافی بعمل آید و مشورت با سازنده میتواند مفید واقع گردد. در صورتی که روی سطح زنگ زدگی مشاهده گردد پیشنهاد میگردد با سنباده نرم بگونه ای برداشته شود که به پوشش روی آسبی نرسد.

در اغلب موارد استفاده از برسهای سیمی سخت توصیه نمی گردد زیرا به پوشش روی آسیب می رساند و در استفاده از مواد شیمیایی زنگ زدا نیز توصیه می گردد حتماً با مشورت با سازنده آن مصرف گردند. خاطر نشان میگردد که از زنگ زداهایی که برای فولادهای بدون پوشش استفاده میگردد به هیچ وجه برای ورقهای گالوانیزه استفاده نگردد زیرا این زنگ زداها عموماً اسیدی هستند و باعث خوردگی گالوانیزه می گردند.

زیر سازی رنگ (آستر کاری):

در رنگ کاری در کارگاه ، و هر جایی که از رنگهای هوا خشک استفاده میگردد استفاده از آستر بینهایت مهم است . آسترهایی که بر روی ورقهای فولادی بدون پوشش عملکرد خوبی دارند بعضاً عملکرد خوبی بر روی ورقهای گالوانیزه ندارند . رزین بعضی از رنگهای هوا خشک ، در فرآیند هوادهی ، مواد اسیدی برجای میگذارند این مواد با روی ترکیب شده و صابونهای روی را بوجود میا ورنند و باعث عدم چسبندگی رنگ میشوند در این حالت توصیه میگردد با تامین کننده مشورت گردد . آسترها معمولاً با بروس ، غلتکها و یا ممکن است به صورت پاششی (spray) اعمال گردند.

توسط برخی استفاده کننده ها بعضاً عملیات هوادهی ورقهای گالوانیزه به عنوان عملیات زیر سازی رنگ بکار گرفته میشود البته این تجربه توصیه نمیگردد بخاطر اینکه در تمام موارد کار ساز نیست بخصوص در خصوص سطوح با مساحت زیاد، به عنوان مثال در ساختمانها همه نواحی بصورت یکنواخت هوادهی نمیشوند. در ضمن عملیات تمیز سازی پیش از رنگ نیز گران تمام خواهد شد. گالوانیزه ZF اغلب میتواند بدون عملیات آماده سازی ویا آماده سازی ویژه با عملکرد عالی رنگکاری شود اما تمیز سازی روغن و گریس و از این موارد لازم است حتما انجام شود.

رنگ نهایی:

محیطی که رنگ با آن در تماس است و عمر مورد نیاز، از جمله عوامل تعیین کننده سیستم رنگ میباشد . پیشنهادهای سازنده معمولاً در اختیار سازندگان رنگ میباشد اما اگر رنگها از تامین کننده گان مختلف خریداری شده باشند چسبندگی رنگ و سازگاری آن با ورقهای گالوانیزه باید کنترل گردد.

رنگهای مورد مصرف در کارخانه

معمولا در کارخانه ها از رنگهای کوره ای ، برروی ورقهای آماده سازی سطحی شده و یا فسفاته شده استفاده می شود. فسفاته کردن ورق های فولادی با پوشش روی با محدود کردن وسعت خوردگی نواحی آسیب دیده در لایه های رنگ، چسبندگی رنگ و مقاومت در برابر خوردگی را افزایش می دهد. فرایندهای آماده سازی ورق های آلپاژی روی و آهن- روی در شرکتهایی که متخصص دراین امر می باشند انجام می شود. یکی از موارد آن به عنوان نمونه به شرح زیر میباشد:

۱. تمیز کاری توسط اسپری کردن محلولهای پاک کننده قلیایی رقیق.

۲. شستشوی ورقه فولادی با آب

۳. آماده سازی که معمولا توسط عملیات فسفات روی انجام می شود.

۴. شستشو

۵. شستشو جهت غیرفعال سازی «passivation rinse»



در بعضی از کارخانه ها فرایند آماده سازی اولیه با فرایند اچ دو منظوره ای (two-pack etch primer) که بر پایه پلی وینیل بوتیرال است جایگزین می شود که استانداردهای بسیار مناسبی جهت کار بر روی سطوح گالوانیزه حاوی روی ارائه می دهد. در صورت استفاده از چنین عملیاتی، برای به دست آوردن نتیجه مطلوب باید به دقت دستورات سازنده رنگ را برای مخلوط کردن، کاربرد و مدت زمان نگهداری پس از مخلوط شدن، رعایت کرد. فرایند آماده سازی اچ دو منظوره ای برای استفاده در کارگاه نیز توصیه می شوند. کلا عملیاتیهای آماده سازی سطحی و اچ دو مرحله ای تنها باید بر روی ورق های گالوانیزه غیر فعال نشده با کروم (کروماته نشده - UN passivate) به کار برده شوند.

طیف وسیعی از رنگهای کوره ای میتوانند بر روی ورقهای گالوانیزه عملیات سطحی شده بکار گرفته شود. مواد آکریلیک و پلی استری برای لوازم خانگی، پلی استرهای سیلیکون، پلی استرهای آکریلیک و آلکیدها جهت سطوح نمایان خارجی ورق های گالوانیزه عملیات سطحی شده بکار میرود. ورقهای

گالوانیزه پایه مناسبی برای رنگهای پودری می باشد آماده سازی سطحی به خصوص در مورد گالوانیزه Z، حتما مورد نیاز است.

برای جلوگیری از ایجاد عیب سطحی جوش زدگی، باید ورق 20°C - 10°C دمای پخت و قبل از به کار بردن رنگ پودری حرارت داده شود. تهیه کنندگان رنگ مناسب ترین سیستم رنگ را برای کاربردهای مورد نظر توصیه می کنند.

گالوانیزه ZF را می توان به طور مستقیم و بدون نیاز به آماده سازی سطحی رنگ کاری نمود البته جهت برطرف کردن چربیها و گرد و خاک نیاز به شستشو می باشد. اگر برای گالوانیزه ZF ظاهری با استاندارد بالا مورد نیاز باشد یا اینکه در محیطی شدیداً خورنده بکار گرفته شود لازم است قبل از اعمال رنگ نهایی عملیات سطحی انجام می شود.

تذکر:

عملیات غیر فعال سازی (passivation) بر روی ورقهای گالوانیزه خطرشوره یا زنگ سفید ناشی از انباشت ورقهای گالوانیزه را به حداقل می رساند. عملیات passivation بر روی فرایندهای آماده سازی سطوح پیش از رنگکاری تاثیر میگذارد مثلاً بر روی عملیاتی بهبود چسبندگی، فسفات و... لذا در صورتی که یکی از این عملیات قبل از رنگ بکار گرفته میشود لازم است با سازنده ورق گالوانیزه مشورت گردد.

ورق های فولادی با پوشش آلی

ورق های فولادی رنگی با پایه گالوانیزه توسط شرکتهای مختلف تولید می گردد و با نامهای تجاری Colorcoat و Stelvetite به فروش می رسد. پوشش رنگ بر روی Colorcoat به صورت مایع اعمال می گردد. در حالی که پوشش Stelvetite لایه پلیمری است که به شکل لامینت به سطح چسبانده میشود. عملیات آماده سازی، آسترکاری و پرداخت پوششها برای هر دو محصول به دقت انتخاب شده است تا به هر دو سیستم انعطاف پذیری و مقاومت بخشد.

رنگ آمیزی خودرو

عملیات فسفات سه کاتیونی برای ورقهای گالوانیزه مناسب می باشد. از آنجایی که پوششهای گالوانیزه مقدار ناچیزی آلومینیوم دارند، باید از عملیاتی که به ناخالصی آلومینیوم حساس هستند اجتناب شود. محصولات گالوانیزه مقاومت به خوردگی بسیار زیادی با رنگهای الکتریکی کاندی ایجاد می کنند.



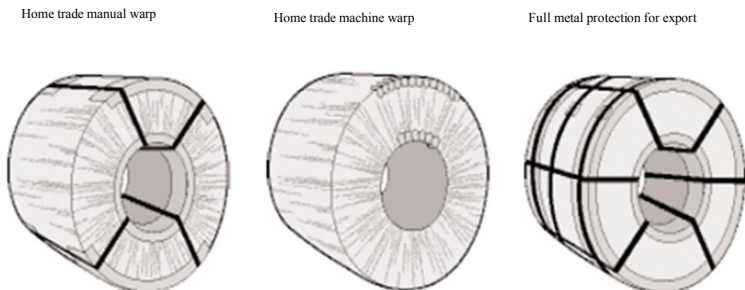
بسته بندی ، جابجائی و انبارش



بسته بندی

کلافها و ورق های فولادی گالوانیزه برای بازار داخل و صادرات، به شکل بسته بندی شده عرضه می شوند تا در طول راه و در انبار از آن ها محافظت گردد. روش های بسته بندی بر حسب نیاز مشتری و مقصد کالا متفاوت است. نمونه هایی از بسته بندی های مختلف در زیر آورده شده است.

Figure 18: Typical coil packs



جابجائی

بایستی دقت لازم برای پرهیز از آسیب دیدگی لبه ها یا خراش های سطحی در طول جابجائی به عمل آید. تعداد کلاف ها و ورق ها که روی همدیگر انبار شده اند باید محدود گردد و حتی توصیه میگردد از روی هم چیدن کلاف ها حتی الامکان خودداری گردد.

در بسته بندی کلاف ها و ورقه ها از تسمه های محکم کشیده شده استفاده میگردد و نباید برای بلند کردن محصول مورد استفاده قرار گیرند. این تسمه ها در صورت آزاد شدن می توانند به چشمها آسیب برسانند و یا باعث سایر جراحات شوند ضمناً سرکلاف ممکن است هنگام باز شدن تسمه ها بر اثر برگشت فنری به بدن آسیب برساند.

در هنگام کار با کلاف ها باید از لباس ها و تجهیزات ایمنی مناسب، نظیر دستکش و عینک ایمنی استفاده شود. در تدوین استانداردهای ایمنی باید خطرات ناشی از شکستگی یا آ زاد شدن تسمه ها در هنگام باز کردن بسته بندی در نظر گرفته شود.

انبارداری

ورقهای گالوانیزه را باید مطابق زیر انبارداری نمود.

۱. ورقهای گالوانیزه را باید با فاصله از سطح زمین روی بسترهای چوبی، یا فلزی نگهداری نمود.
 ۲. ورقهای گالوانیزه را باید در فضا های بسته در جای تمیز، خشک و به دور از منابع آلودگی شیمیایی نگهداری نمود.
 ۳. ورقهای گالوانیزه را باید در دمای یکنواخت و بالای نقطه شبنم، به منظور پرهیز از تجمع رطوبت میعان یافته، نگهداری نمود.
- اگر قرار باشد ورقهای گالوانیزه در فضای باز نگهداری شوند، در این صورت باید این تدابیر احتیاطی اتخاذ گردد:

۱. اگر چنانچه نمی توان از کلاف ها یا بندل ها زیر پوشش نگهداری نمود، در این صورت باید اطراف آن را با داربست ساده ای محافظت نمود و سپس با یک پوشش ضد آب از جنس تارپولین یا پلی اتیلن پوشاند.
۲. بین پوشش و ورق ها فضای باز باقی بگذارید تا هوا امکان گردش داشته باشد.
۳. مراقب تجمع رطوبت هنگام نوسانات دمای هوا باشید.
۴. به طور منظم محل انبارداری را بازدید کنید تا مطمئن شوید رطوبت داخلی بندیل یا کلاف ها نفوذ نکرده باشد (هرچند تدابیر احتیاطی لازم را اتخاذ کرده باشید).

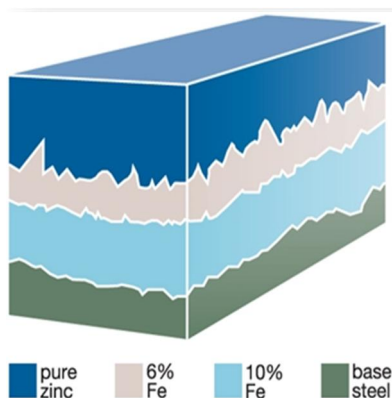
ایمنی و بهداشت محصولات گالوانیزه



تعریف محصول گالوانیزه

در صنایع فولاد سازی به منظور بهبود مقاومت به خوردگی محصولات فولادی از پوشش روی (Zn) استفاده می گردد که در بازار به محصولات گالوانیزه معروفند.

ترکیب شیمیایی ورق های گالوانیزه



محصولات گالوانیزه ، در واقع از فولادهای کم کربن یا فولاد نرمه «mild steel» تشکیل گردیده اند که روی سطح آنها پوششی از روی به طریقه غوطه وری گرم «Hot-Dip» اعمال گردیده است. پوشش گالوانیزه می تواند تا حدود ۰/۰۱ درصد حاوی آنتیمون باشد. پوشش گالوانیزه ممکن است حاوی عنصر سرب در مقادیر جزئی باشد که به صورت ناخواسته در ترکیبات روی مورد استفاده موجود است. آنالیز شیمیایی محصولات گالوانیزه تولیدات داخل نشان می دهد که این محصولات حداکثر حاوی ۰/۰۴ درصد سرب می باشند.

ورق های گالوانیزه ممکن است دارای یک فیلم نازک روغن باشند، و یا اینکه به صورت شیمیایی، سطح آنها غیر فعال شده باشد (passivated surface coating) که در این صورت حاوی یک یا چند عنصر نظیر فسفات، کرومات و یا ترکیباتی با پایه تیتانیوم می باشند.

اکتیواسیون (Activation) و پایداری (Stability) ورق گالوانیزه

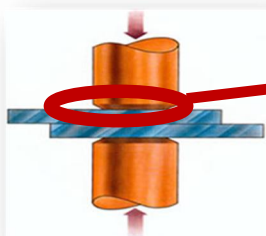
ورق گالوانیزه در شرایط محیطی نرمال پایدار است اما وقتی تا درجه حرارت‌های بالا گرم می‌گردد ایجاد بخار می‌نماید.

خواص فیزیکی و شیمیایی

نقطه ذوب پوشش گالوانیزه بین ۴۱۹ تا ۴۵۰ درجه سانتیگراد و نقطه ذوب فولاد بین ۱۴۲۰ تا ۱۵۲۰ درجه سانتیگراد است. جرم حجمی فولاد در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد برابر ۸۵/۷ گرم بر سانتیمتر مکعب می‌باشد.

سم شناسی ورق‌های گالوانیزه (Toxicological information)

انجام فرآیندهای مکانیکی بر روی ورق‌های گالوانیزه از قبیل سوراخکاری و ماشین‌کاری در حالت خشک باعث ایجاد ذرات غبار (dust) با همان ترکیب شیمیایی ورق گالوانیزه می‌شود. اگر محصول یا قطعه تا درجه حرارت بالا گرم شود (به عنوان مثال به هنگام جوشکاری و برش ورق با شعله)، بخارات فلزی شامل اکسیدهای روی، منگنز و آهن متصاعد می‌گردد، بطوریکه در اصل پوشش روی سطح تخریب می‌گردد.



اثرات سوئی که این بخارات بر سلامتی انسان می گذارند شامل تب ناشی از بخارات فلزی خواهد بود که علائمی شبیه به آنفولانزا در شخص ایجاد می نماید.

این بخارات از طریق مجاری تنفسی وارد بدن می گردند و اگر غلظت آن بیش از حد مجاز باشد (به EH40 نگاه کنید) در طولانی مدت باعث ایجاد صدمات ماندگار خواهند شد و معمولاً اولین اثر آن بر روی شش و ریه ها پدیدار خواهد شد. اگر شخص به صورت طولانی و به طور مداوم (روزانه) در معرض بخارات منگنز قرار گیرد سیستم عصبی او دچار اختلال خواهد گردید و بخصوص اعصاب حرکتی بیشتر تحت تأثیر قرار خواهند گرفت.



تماس طولانی مدت با پوشش گالوانیزه باعث ایجاد خارش و سوزش پوست خواهد شد و درحالت های خاص در مورد پوست های حساس باعث بیماری پوستی می گردد.

۱. EH40 لیست استاندارد و محدوده مجاز بخارات مواد و محدوده زمانی است که انسان می تواند بدون عارضه در معرض آن قرار گیرد این استانداردها توسط کمیته ایمنی و بهداشت انگلستان تصویب گردیده است که از طریق سایت www.hse.gov.uk در دسترس خواهد بود.

۶- کمکهای اولیه در زمان استفاده از ورقهای گالوانیزه

اقدامات لازم به هنگام تماس چشم، پوست، استنشاق و مسمومیت:

۶-۱- چشم



چشمهای آلوده و همچنین زیر پلکها را توسط آب گرم و روان و به مدت حداقل ۱۵ دقیقه شستشو دهید. چنانچه ناراحتی چشمی ادامه یافت به چشم پزشک مراجعه نمایید.

۶-۲- پوست:



در صورت تماس پوست با ورق گالوانیزه و یا برادههای آن، لباسهای آلوده را بیرون آورده و محل آلودگی را با آب گرم و صابون به خوبی بشویید و در صورت گسترش تحریکات پوستی به پزشک مراجعه کنید. در مقابل بریدگیهای ناشی از ورق گالوانیزه همانند سایر بریدگیها رفتار کنید و اگر نیاز باشد اقدامات سریع پزشکی انجام شود.



۶-۳- استنشاق:

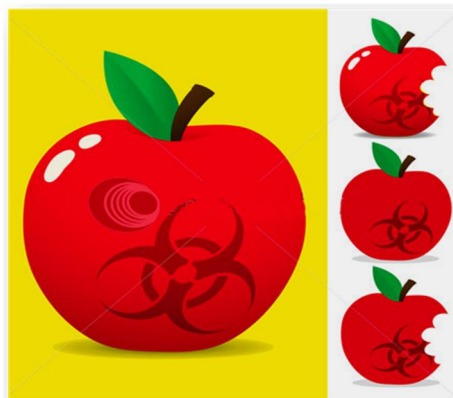


فرد حادثه دیده باید به هوای آزاد منتقل شود و چنانچه دچار ایست تنفسی گردیده است اقدام به تنفس مصنوعی گردد. مصدوم کاملاً آرام و گرم نگه داشته شود. در چنین شرایطی استفاده از کپسول اکسیژن نیز می‌تواند موثر باشد، چنانچه تنفس فرد با اشکال همراه است بایستی بلافاصله به پزشک مراجعه گردد.

۶-۴- بلعیدن (خوردن) ماده:



در چنین شرایطی، اگر فرد مسموم هوشیار است می‌بایست محتویات معده او را رقیق نمود. این کار با نوشاندن ۲ الی ۴ فنجان آب یا شیر، امکان پذیر است. هرگز نباید او را وادار به استفراغ نمود سپس هر چه سریعتر به پزشک انتقال یابد. به هیچ‌وجه به مسمومی که دچار بیهوشی است چیزی از راه دهان خورانده نشود.



در صورت تماس با ورق های گالوانیزه
قبل از غذا خوردن، دست ها را کاملاً بشوید.

۷- قابلیت اشتعال ورق‌های گالوانیزه:

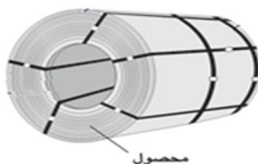


ورق‌های گالوانیزه قابل اشتعال نیستند اما به خطرات اشاره شده در بند ۳ توجه فرمائید.

۸- حفاظت‌های فردی در استفاده از ورق‌های گالوانیزه:

برای بسته بندی محصولات گالوانیزه از نوار و تسمه استفاده می‌گردد که این نوارها و تسمه‌ها تحت کشش هستند و ممکن است به هنگام باز کردن آنها، تنشها آزاد گشته و باعث اصابت آن به چشم و سایر نقاط بدن گردد و ایجاد جراحت نماید ضمناً ممکن است برخی لایه‌های کلاف و یا برگه‌های sheet پس از باز شدن تسمه‌ها به بدن اصابت نموده و آسیب برسانند لذا باید در این موارد دقت کافی بعمل آید.

کویل (رول)



بندیل (شیت)



در موقعی که کویل‌های نوار باریک انبارداری می‌گردد از سدلها و تکیه‌گاه‌های مناسب جهت پایداری بهتر آنها استفاده شود.

تمام محصولات گالوانیزه coil و sheet ممکن است دارای لبه های تیز باشند که ممکن است باعث بریدگی و جراحت شوند.



به هنگام انجام فرآیندهایی نظیر سوراخکاری و یا ماشینکاری ممکن است براده ها و ذراتی که حاوی تنشهای باقیمانده هستند با سرعت زیاد به اطراف پراکنده و باعث صدماتی گردند. لذا توصیه می گردد کارگران، از لباس و تجهیزات مناسب از قبیل دستکش و عینک های مخصوص استفاده نمایند در زمان تماس با ورق های روغن اندود لازم است از پوشش مناسب جهت جلوگیری از تماس روغن با پوست استفاده شود.



هنگام ایجاد بخار یا ذرات غبار در حین فرآیند توصیه می‌شود با ایجاد تهویه مناسب از میزان تماس و پائین بودن میزان ذرات در حد استاندارد های زیر حصول اطمینان گردد. توصیه می‌گردد که از هواکش‌های موضعی (هود) و ماسک های تنفسی استفاده شود. جهت این منظور ماسک‌های غبار گیر AP2 (مطابق EN 146 FFP2S) پیشنهاد می‌گردد.



محدوده و میزان تماس مجاز در برابر بخارات و اکسیدهای فلزی ناشی از ورق‌های گالوانیزه (بر اساس استاندارد های رایج در انگلستان (۲۰۰۷))

دوره زمانی مرجع		محدوده	نوع ماده
۱۵ min STEL ⁽²⁾ (mgm ⁻³)	Δhr TWA ⁽¹⁾ (mgm ⁻³)		
۱۰	۵	حد مجاز در معرض بودن در محل کار	بخارات اکسید آهن
-	۰٫۵	حد مجاز در معرض بودن در محل کار	منگنز و ترکیبات معدنی آن
۱۰	۲	بعنوان راهنما ^(۳)	اکسید روی (بخارات و غبارهای قابل نفوذ در دستگاه تنفس)
-	۰٫۵	حد مجاز در معرض بودن در محل کار	کروم فلزی و ترکیبات ۲ و ۳
-	۰٫۵	حد مجاز در معرض بودن در محل کار	ترکیبات کروم ۶
-	۰٫۱۵	حد مجاز در معرض بودن در محل کار	سرب و ترکیبات سرب بجز تتراآکسیل سرب
-	۰٫۵	حد مجاز در معرض بودن در محل کار	آنتیموان و ترکیبات آن (با حرف sb اختصاری)
-	۱۰	حد مجاز در معرض بودن در محل کار	اکسیدهای تیتانیوم (غبار و بخارات قابل رسوب در دستگاه تنفس) ^(۴)
-	۴	حد مجاز در معرض بودن در محل کار	اکسیدهای تیتانیوم (قابل نفوذ در دستگاه تنفس) (۵)

- ۱- متوسط زمان در معرض بودن (Time weighted Average)
- ۲- میزان در معرض بودن در زمان کوتاه (short term Exposure limit)
- ۳- این اعداد تنها بعنوان یک راهنما بوده و در حال حاضر جزء استاندارد شغلی انگلستان بشمار نمی روند.
- ۴- منظور آن بخشی از اکسیدها می باشد که وارد دهان و بینی می گردند و از لحاظ اندازه در حدی هستند که در دستگاه تنفسی رسوب می نمایند.
- ۵- منظور آن بخشی از اکسیدها می باشد که از لحاظ اندازه بگونه ای هستند که در ناحیه انتقال گاز داخل ریه به بدن نفوذ می کنند.

اثرات زیست محیطی «Ecological information»

بر اساس اطلاعاتی که تاکنون بدست آمده محصولات گالوانیزه ، اثرات مضر زیست محیطی ندارد.

قابلیت بازیافت

ورق های گالوانیزه کاملاً قابل بازیافت می باشند.



اطلاعات مربوط به حمل و نقل

حمل و نقل ورقهای گالوانیزه همانند سایر ورقهای بدون پوشش است و نیازی به توجه ویژه ندارد.

