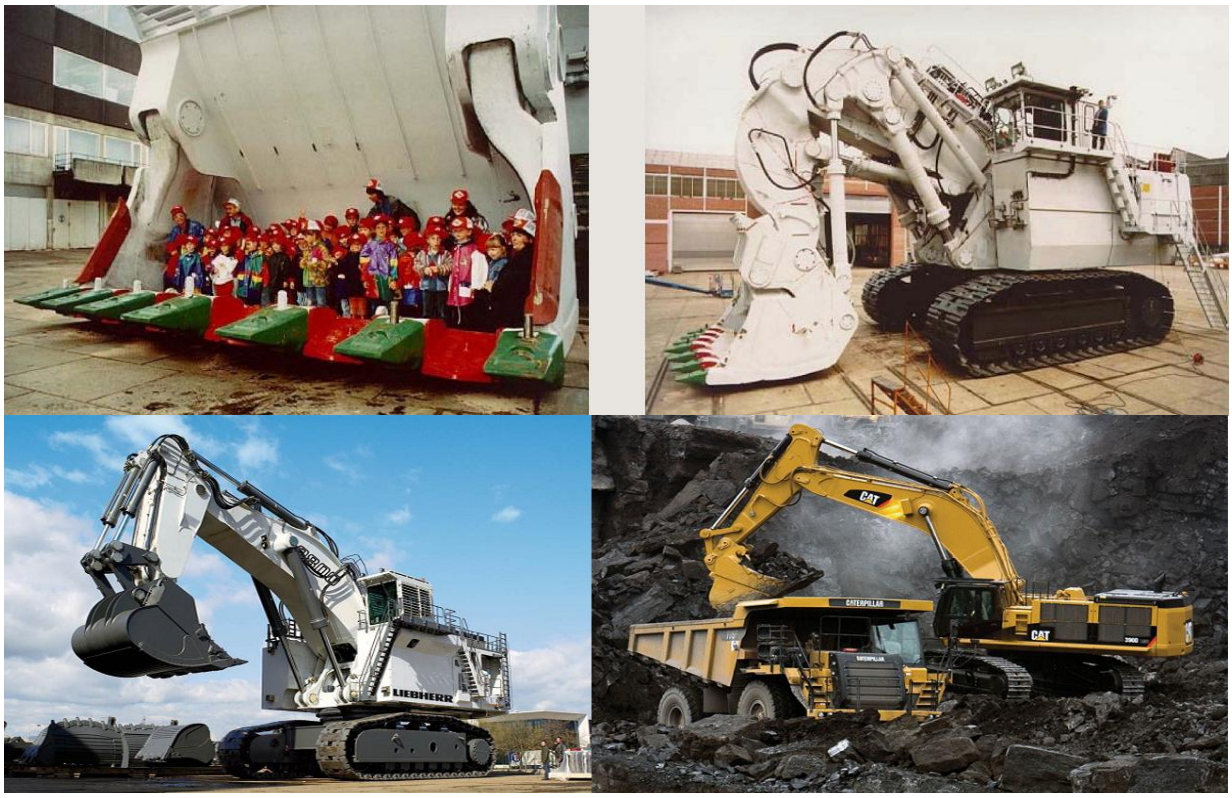
DILLIDUR *Wear Resistant Steel Plates*

DILLINGER HUTTE GTS



پولاد تجارت سایا

راهنمای انجام عملیات مکانیکی

شامل : نورد ، برشکاری ، جوشکاری ، سوراخکاری

STEEL GOODS

Tel:+982188970989-90
Fax:+9821 88970986

ورق های Dillidur به نسبت سختی و استحکام بسیاربالا،برای ساخت قطعه وکارمکانیکی بسیارمناسب میباشند.محاسبات،روشهای تولید و طراحی سازنده باید منطبق برآخرین دستاوردهای تکنولوژی روز باشد . صفحات بعدی در مورد اصول کلی و موارد سودمند و ساخت فولادهای Dillidur توضیحاتی می دهد.

کارسرد (Cold Forming)

ورق های Dillidur به نسبت سختی واستحکام بالا،برای عملیات کارسرد (Cold Forming) بسیارمناسب میباشند. بدیهی است که نیروی لازم برای شکل دهی ورق و میزان بازگشت الاستیک (Spring back) ،با افزایش تنش تسلیم افزوده می شود. برای کاهش ریسک ترک خوردگی در حین کار سرد توصیه می شود ، لبه هایی که بصورت شعله ای برش خورده ، سنگ زنی شوند و همچنین در قسمت بیرونی خم که تحت تنش کششی قرار میگیرد ، لبه ها گرد شود .

بدلیل تفاوت عملیات حرارتی صورت گرفته حین تولید، درسری ورق های V,L,C مسلماًحداقل شعاع خمش برای این ورقها یکسان نمی باشد.ضمن اینکه حداقل شعاع خمش وحفره ماتریس درخمکاری عمود برجهت نورد ورق (Transverse) کمترازخمکاری موازی با جهت نورد ورق (Longitudinal) است.

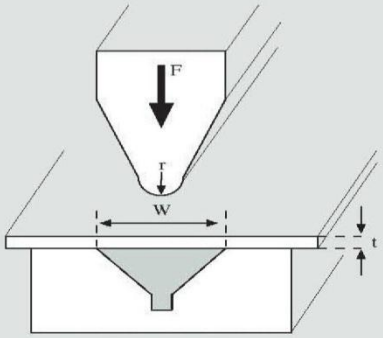
جدول شماره1،اطلاعات سودمندی را درمورد حداقل شعاع و ابعاد مناسب ماتریس بیان می کند.

جدول شماره یک:

حداقل شعاع خم و ابعاد قالب خم کاری برای فرم دهی سرد ورق های DILLIDUR

DILLIDUR	275 C		325 L		400 V		450 V		500 V	
Position of bending line to rolling direction	perp.	parallel	perp.	parallel	perp.	parallel	perp.	parallel	perp.	parallel
Bending radius	6 t	8 t	5 t	6 t	3 t	4 t	5 t	6 t	7 t	9 t
Die opening	14 t	18 t	14 t	16 t	10 t	12 t	14 t	16 t	18 t	20 t
Hot forming	possible		possible		-		-		-	

Bending angle < 90°, t = plate thickness, forming time > 2 sec (< 10 % expansion of outer fibre per second)



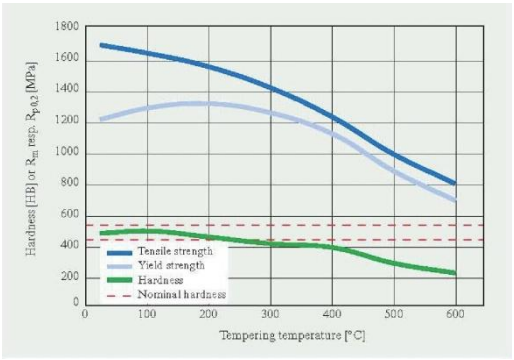
کارگرم (Hot Forming)

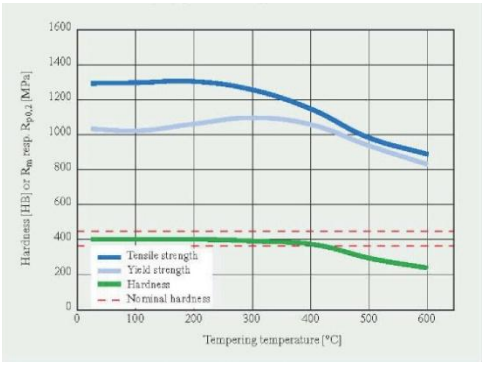
کارگرم عموماً همراه با تغیرات متالورژیکی در ساختار همراه است. برای فولادهای معمولی ، دمای تنش زدایی حدود$^{\circ}$580 سانتیگراد می باشد،برای ورق های Dillidur V به دلیل نوع خاص عملیات حرارتی انجام شده بر روی این محدوده پائین تر و در حدود$^{\circ}$ 250 سانتیگراد می باشد. ازآنجایی که تنش تسلیم با افزایش درجه حرارت کاهش می یابد،بهتر است برای شکل دهی بهتر ورقهایی باضخامت بالا و شعاع خمش کم،حداکثر دمای مجاز برروی ورق اعمال گردد،چراکه نیروی فرم دهی مورد نیازنیزباافزایش درجه حرارت نسبتا کاهش می یابد .

ازآنجائیکه این فولادها سختی خود را طی عملیات واترکوننچ (یعنی خنک کردن سریع ازدرجه حرارت آستنیته تادما محیط توسط آب)بدست آورده اند،کارگرم تنها درصورتی امکان پذیراست که فولاد پس ازعملیات کارگرم مجدداً سختکاری شود (چون دراثراعمال حرارت بیش از$^{\circ}$250 ساتیگراد، سختی خود را ازدست خواهد داد) .

اما به هرحال،در صورت اعمال عملیات حرارتی مجدد پس از کارگرم،علاوه برخطراعوجاج، سختی ازسطح تا مغز،که درکارخانه سازنده بدست آمده قابل دستیابی نمیباشدچون به دلیل استفاده از تجهیزات متفاوت در عملیات حرارتی وشکل هندسی قطعات و سرعت کوئنچ کردن کمتر، معمولاً سختی کمتری بدست خواهدآمد وهمچنین سختی در تمامی حجم قطعه بصورت یکسان نخواهد بود.

نمودارهای 1و2 تغییرات تنش کششی و تسلیم و میزان سختی ورق های Dillidure V را در دمای مختلف نشان می دهند.





نمودار سمت چپ:DILLIDUR400V – تاثیردرجه حرارت تمپر(بازگشت)براستحکام کششی ،استحکام تسلیم و سختی

نمودارسمت راست:DILLIDUR500V – تاثیردرجه حرارت تمپر (بازگشت)بر استحکام کششی ،استحکام تسلیم و سختی

در صورت نیاز مبرم به کارگرم برروی ورق های DillidurV ،عملیات کارگرم باید بین دمای 880-950 درجه سانتیگراد انجام گیرد. پس از انجام کار گرم لازم است مجدداً عملیات کوئنچینگ (سردکردن سریع فلزحرارت داده شده درآب)انجام شود.برای جلوگیری از ایجاد لایه های بخارآب در حین خنک کاری ورق درعملیات کوئنچینگ ،لازم است توسط فشار بالای آب و اسپری کردن آن، از ایجاد فیلم بخارآب برروی فلز جلوگیری کرد .

برشکاری حرارتی

در صورت به کارگیری تجهیزات مناسب برشکاری،هرسه برش شعله ای (هوابرش)، لیزر و پلاسما برروی ورق های Dillidur بدون هیچ مشکلی امکان پذیرمی باشد. با توجه به اینکه برای برشکاری تجهیزات متنوعی بکارگرفته می شود. می توان ازجدول تهیه شده برای انتخاب نوع نازل،فشارگاز،روش کار وسرعت برشکاری استفاده کرد.کیفیت سطح قطعه مستقیماً برکیفیت وچگونگی کاربرش تاثیرمی گذارد،بنابراین توصیه میشودمنطقه برش و سطح ورق عاری ازهرگونه رنگ اضافی،پوسته،زنگ زدگی وسایرناخالصی ها باشد.

برش شعله ای (هوابرش) (Oxycutting)

دراین روش حرارت لازم برای برشکاری،توسط مخلوط اکسیژن وگازتامین می گردد. دراین نوع برشکاری تنها1mmدرکناره منطقه برش تا منطقه آستنیته گرم می شودوبه دلیل اینکه گرمای برش به یکباره به سطح سرد فلزمی خوردراین منطقه به ساختاری سخت تبدیل می شود و در واقع کوئنچ می شود، ولی دراطراف منطقه برش چون این میزان حرارت وجود ندارد،تمپرمی شود و در واقع سختی تاحدودی کاهش می یابد.

این تفاوت دمایی می تواند باعث ایجاد تنش و در شرایط نا مطلوب تر،ترک های سختی راایجاد نماید.بنابراین برش شعله ای در Dillidur باید به دقت وتحت شرایط خاص انجام گیرد.

پیش گرم می تواندبه میزان قابل توجهی درکاهش اختمال ترک خوردگی موثر باشد. پیش گرم باعث می شود سرعت سردشدن کاهش یابدپس تنش ناشی ازانقباضات انجام شده به طور قابل ملاحظه ای کم خواهد شد.

حداقل مقدارپیش گرم برای ضخامت های مختلف در ورق Dillidur در جدول2 آمده است .

جدول شماره دو :

حداقل دمای پیشگرم برای برشکاری شعله ای در ورق ها ی DILLIDUR

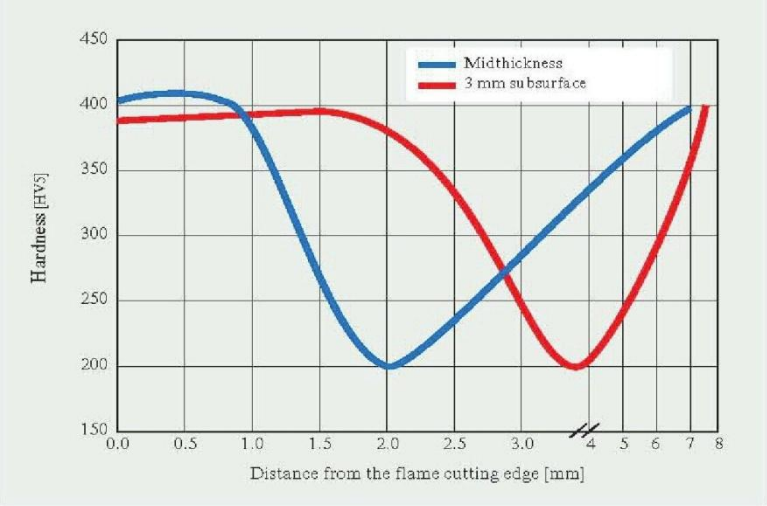
Plate thickness [mm]	< 10	< 20	< 30	< 50	< 60	< 100
DILLIDUR 275 C	150 °C	150 °C	175 °C	225 °C	225 °C	225 °C
DILLIDUR 325 L	25 °C	75 °C	100 °C	120 °C	–	–
DILLIDUR 400 V[1)]	25 °C	25 °C	25 °C	75 °C	100 °C	100 °C
DILLIDUR 450 V[1)]	25 °C	25 °C	50 °C	75 °C	100 °C	125 °C
DILLIDUR 500 V[1)]	50 °C	50 °C	75 °C	100 °C	150 °C	180 °C

1) Max. heating temperature < 250 °C, for short periods 300 °C

اگر لبه های برش قرار باشد پس از انجام برش تحت کارمکانیکی قرارگیرند برای مثال خم کاری شوند بایدحتی الامکان قسمت هایی که برش شعله ای خورده است،توسط سنگ زنی حذف شوند.نمودار 3و4 نمونه ای ازپروفیل سختی درمنطقه HAZ را درلبه های Dillidur400 و Dillidur500 نشان می دهد.

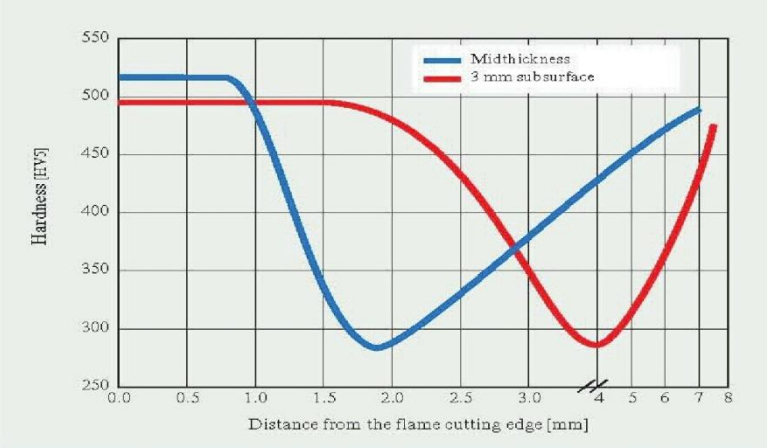
نمودار شماره سه :

میزان افت سختی ورق DILLIDUR400 در لبه های برشکاری اکسی استیلن برای نمونه هایی با ضخامت 20-30 میلیمتر



نمودار شماره چهار :

میزان افت سختی ورق DILLIDUR500 در لبه های برشکاری اکسی استیلن برای نمونه هایی با ضخامت 20-30 میلیمتر



برای Dillidur400 V و Dillidur500 V ، لبه های قسمت برش خورده درحدخود فولاد اصلی سخت می شود. درست بعد از لبه ها،یک منطقه کوچک (حدوداً 5 میلیمتر) ایجاد می شود : منطقه ای با سختی نسبتاً کمترکه بدلیل پراکندگی شعله، در سطح به مراتب گسترده تر می باشد. این کاهش سختی مربوط به،منطقه ای است که اصطلاحاً تمیز شده است.

ورقهای DillidurV اگردردرازمدت،بیش از 250درجه سانتیگراد حرارت ببینند،سختی خود را به تدریج ازدست خواهند داد

بنابراین برای برش شعله ای قطعاتی که نمی توانند حرارت را به سرعت دفع کنند همانند قطعات کوچک پولکی هاو... خنک کردن قطعه درحین برشکاری،می تواند به جای پیش گرم بکار رود بدین منظور، این کاررا می توان دربرشکاری زیرآب که درآن 2/3 قطعه درون آب قرارمی گیرد عملی کردکه حرارت ایجاد شده به سرعت ازطریق آب خارج می شود.دراین حالت نیروی انقباضی به مراتب کمتر خواهد بود،بنابراین به دلیل کوچکتربودن منطقه HAZ ریسک کمتری برای ایجاد ترک وجود دارد، همچنین تلرانس ابعادی بهتری در زمان برش وجود خواهد داشت.

برش لیزر و پلاسما

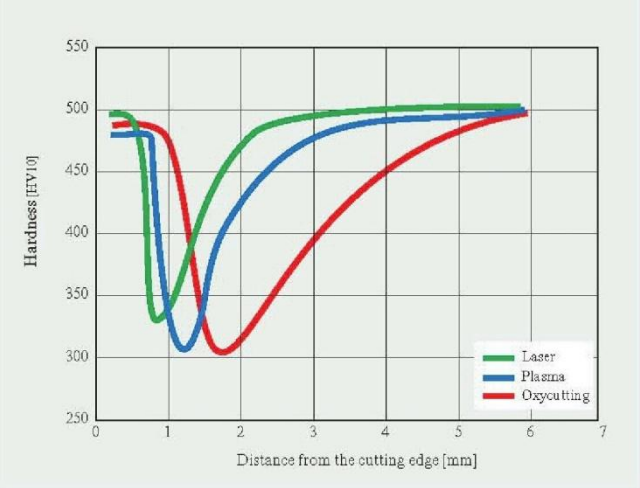
بیشترین مزیت برش لیزر یا پلاسما درکیفیت بهتر برش و منطقه HAZ کوچکتر نهفته است.درهردو روش ،امکان برش قطعات کوچکتر نیز وجود دارد.

دراین دوروش برشکاری پولک و صفحات با ضخامت کم حتی بدون پیش گرم نیزامکان پذیرمی باشد. شرط اساسی برای برشکاری بالیزر،کیفیت سطح مناسب است،زیرا شعله لیزربایدبدون انعکاس وافت انرژی برروی سطح ورق متمرکزو جذب شود ، سطوح شات بلاست و پوشش داده شده برای برشکاری با لیزر وپلاسمامناسبترمی باشد.(توجه داشته باشید ورق های Dillidur به صورت سند بلاست وبا پوشش رنگ - اپوکسی-عرضه می شود).

کیفیت خوب برشکاری به دو عامل مقدار قدرت لیزر وضخامت ورق بستگی دارد. به عنوان مثال برای ورقی با ضخامت 10mm و انرژی لیزر 2-3kw ،سرعت برش 2000mm/min مناسب می باشد.

بر خلاف برش با لیزر،برش با پلاسما بیشتر برای ضخامت های بالاتراز 30mm مناسب است،هرچندکه میزان HAZ نسبت به لیزر تا حدی بیشتر می شود.در نمودار5 میزان کاهش سختی در منطقه HAZ در انواع برشها شعله ای ، لیزرو پلاسما نمایش داده است .

نمودارشماره پنج : تاثیرروش های متفاوت برشکاری بر HAZ (منطقه تحت تاثیر دمای برشکاری) و تغییرات سختی درفولاد DILLIDUR



برش Water jet (برش با فشار آب)

به این دلیل که تاثیرات گرمایی وجود ندارد،این روش بسیار موثرو مناسب می باشدوبرش بدون تغییرساختاروکاهش خواص قطعه انجام می شود. تنهاعیب این روش پائین بودن سرعت برشکاری است.

جوشکاری

جوش پذیری

ازآنجائیکه این فولادها،دارای سختی و نتیجتاً تنش تسلیم بالایی هستند،فرایند جوشکاری وکنترل آن،نیاز به مراقبت و دقت خاصی دارد.براساس استاندارد EN1011 ونیزمشاهده خواص عمومی فولادهای Dillidur ، جوشکاری این ورق ها با تکنیکهای نرمال جوشکاری مانند جوشکاری زیرپودری ،دستی و جوشکاری با گاز محافظ به راحتی میسرومقدورمی باشد.پروسه های مختلف جوشکاری وپارامترهای مربوطه ونوع الکترود،همگی عواملی هستند،که به طرز شگرفی برکیفیت جوش تاثیردارند. تجربه نشان داده در صورت اتخاذ صحیح واصولی پارامترهای مذکور ،نتیجه جوشکاری ،کاملاًاطمینان بخش خواهد بود.

آماده سازی درز جوش

درز جوش،توسط ماشینکاری یا برشکاری شعله ای آماده می شود .درابتدای عملیات جوشکاری درزباید بدون روکش،خشک و عاری از هرگونه سرباره برش،زنگ زدگی،رنگ،پوسته و سایرنا خالصی ها باشد.

پرکننده ها وا لکترودها

الکترود جوش بایستی باتوجه به خواص مکانیکی انتخاب گردد. دراکثر موارد ، برای جوشکاری قطعاتی که درموقعیت تنش و سایش شدیدی قرار نمی گیرند، درز Fillet وButt joints مناسب است.در این حالت از الکترود نرم با سختی و استحکام کم (تنش تسلیم کمتر از 335MPa)استفاده می شود. درهرصورت بهتراست در طراحی ،بخش جوشکاری شده در موقعیتی قرارگیرد که در معرض سایش کمتری باشد. دراین شرایط، سایش قسمت جوش تاثیر منفی بر عمرمفید قطعه نخواهد داشت .

جدول شماره سه، یک شِمای کلی از الکترودهای نرم را نشان می دهد.

جدول سه :

الکترود های جوشکاری نرم (با استحکام متوسط) برای فولاد های DILLIDUR

Manual arc welding

Designation	Standard	Manufacturer
Tenacito	DIN EN 499 E 42 6 B 42 H5 – AWS A 5.1 E 7018	OERLIKON
Phoenix 120 K	DIN EN 499 E 42 5 B 32 H5 – AWS A 5.1 E 7018	THYSSEN
Fox EV 50	DIN EN 499 E 42 4 B 42 H5 – AWS A 5.1 E 7018	BOEHLER
OK 48.00	DIN EN 499 E 38 2 B 42 H5 – AWS A 5.1 E 7018	ESAB

Gas shielded metal are welding

Designation	Standard	Manufacturer
Fluxofil 30	DIN EN 758 T 42 2 B C 3 – AWS A 5.20 E 70 T-5	OERLIKON
Fluxofil 31	DIN EN 758 T 42 4 B C 3 – AWS A 5.20 E 70 T-5	OERLIKON
Union K 52	DIN EN 440 G 42 A C G3 Si1 – AWS A 5.18 ER 70 S-6	THYSSEN
OK Autrod 12.51	DIN EN 440 G 42 5 M G3 Si1 – AWS A 5.18 ER 70 S-6	ESAB

Submerged are welding

Designation	Standard	Manufacturer
OE S2	DIN 756 S2 – AWS A 5.17 EM 12	OERLIKON
Union S2	DIN 756 S2 – AWS A 5.17 EM 12	THYSSEN
OK Autrod 12.20	DIN 756 S2 – AWS A 5.17 EM 12	ESAB
EMS 2	DIN 756 S2 – AWS A 5.17 EM 12	BOEHLER

To combine with fluoride-alkaline powders, TYPE FB according to DIN EN 760, e.g. A FB 1 55 AC

درهر حالت،برای جوشکاری های چند پاسی،باید ریشه جوش (root) با الکترود نرم جوشکاری شود تا حتی الامکان تنش های ایجاد شده در حین کار را جذب کند و برای قطعاتی که در معرض سایش شدید قرار می گیرند توصیه می شود که پاس نهایی جوشکاری با الکترود سخت انجام شود. جدول شماره 4 لیستی از الکترودهای سخت رانشان می دهد.بایدخاطرنشان کرد که سختی زیاد بخش جوش،افزایش خطر ایجاد ترک سرد را به همراه خواهدداشت درابتدا ی عملیات جوشکاری ،دستی ،الکترود پوشش قلیایی برای بالا بردن خواص چقرمگی بکار می رود. این الکترودها دوخاصیت مهم دارند یکی اینکه چقرمگی بالایی دارندو دوم اینکه هیدروژن کمتری رادرمقایسه باالکترودهای دیگربه حوضچه مذاب جوش نفوذ می دهند. بنابرین خطر ایجاد ترک سرد کاهش پیدا می کند.

جدول چهار:

الکترودهای جوشکاری سخت (با استحکام بالا) برای جوشکاری فولادهایDILLIDUR

Manual arc welding

Designation	Standard	Manufacturer
Tenacito 80	DIN EN 757 E 69 4 Mn2NiCrMo B H5 – AWS A 5.5 E 11018-G	OERLIKON
Tenacito 100	DIN EN 757 E 89 2 Mn2Ni1CrMo B H5 – AWS A 5.5 E 12018-G	OERLIKON
SH Ni2 K 90	DIN EN 757 E 55 5 2 NiMo B – AWS A 5.5 E 10018-M	THYSSEN
SH Ni2 K 130	DIN EN 757 E 89 2 Mn2Ni1CrMoB – AWS A 5.5 E 12018-M	THYSSEN

Gas shielded metal arc welding

Designation	Standard	Manufacturer
Union NiMoCr	AWS A 5.28 ER 100 S-1	THYSSEN
Fluxofil 41	DIN EN 758 T 50 6 1NiMo B C(M) 3 – AWS A 5.29 E 90 T5-G	OERLIKON
Fluxofil 42	AWS A 5.29 E 110 T5 K4	OERLIKON

Submerged arc welding

Designation	Standard	Manufacturer
Union S3 Mo	DIN EN 756 S3Mo – AWSA 5.23 EA 4	THYSSEN
Union S3 NiMoCr	AWSA 5.23 ~ EM2	THYSSEN
Fluxocord 41	AWSA 5.23 F9A8-EC-G	OERLIKON
Fluxocord 42	AWSA 5.23 F11 A8-EC-F5	OERLIKON

to combine with fluoride-alkaline powders, type FB according to DIN EN 760, e.g. A FB 1 55 AC

خشک کردن و انبار کردن الکترودها بر اساس استانداردهای خاص تولید کننده یک ضرورت است .هنگامیکه در جوشکاری از الکترود های آستینته یا الکترود های پایه نیکل استفاده می شود ،می توان جوشکاری را بدون پیش گرم نیزانجام داد.ولی به دلیل هزینه های زیاد تنها برای اتصال مقاطع درزهای کوچک از این نوع الکترود استفاده می شود.

جلوگیری از ایجاد ترک سرد

مانندتمامی فولادهای ضدسایش دیگر،ورق های Dillidur نیز تحت شرایط نا مساعد، مستعدایجادترک سرد درجوشکاری هستند. مسئله اینجاست که حتی 48 ساعت پس از جوشکاری ، ممکن است این ترکها قابل تشخیص نباشند.(به دلیل نفوذ کُندهیدروژن در فولاد)بنابرین باید در هنگام بازرسی قطعات این مورد در نظرگرفته شود.

عمدتاً این ترک های سرد ،در صورت توجه به سه عامل اصلی ذیل،قابل پیشگیری می باشند:

الف) میزان هیدروژن نفوذ کرده از الکترود به منطقه جوشکاری شده (باید حداقل باشد)

ب) میزان انقباض های ناشی از تنش های حرارتی در حین جوشکاری (باید حداقل باشد)

ج) اختلاف بین میزان عناصر آلیاژی در فلز پایه و الکترود (که باعث ایجاد تنش در منطقه HAZ و نهایتاً اختلاف سختی در این منطقه می گردد)

به طورکلی ،رسوب مولکول های هیدروژن درمرزدانه ها درمنطقه جوشکاری و درز جوش،ازعوامل اصلی ایجاد ترک به شمار می آید ،دراین مکانیزم ،هیدروژن از طریق رطوبت موجود درالکترود جوشکاری یاازطریق رطوبت محیط قوس به منطقه جوشکاری نفوذ می کند.این نفوذ هیدروژن ازطریق انتخاب صحیح الکترودجوشکاری ،دقت در نگهداری آنهاو همچنین پیش گرم مناسب الکترود قابل پیشگیری است .پیش گرم باعث کاهش سرعت سرد شدن قطعه می شود ،در نتیجه هیدروژن زمان لازم را برای خروج از فولادپیدا خواهدکرد .خروج هیدروژن از منطقه جوشکاری شده ،توسط گرم کردن فولاد دردمای بین ℃100 تا ℃300 انجام می گیرد.

باید این میزان حرارت را در تمامی مدت زمان عملیات جوشکاری مخصوصاً در جوشکاری های چند پاسی حفظ نمود.

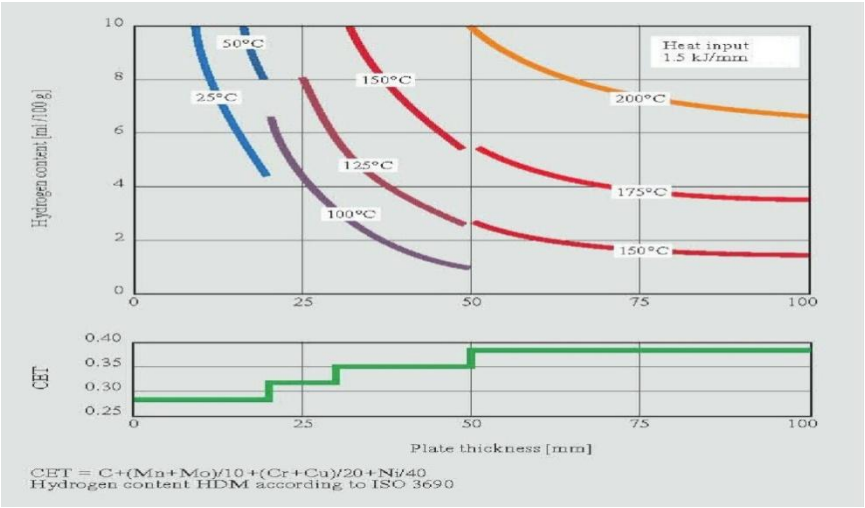
عملیات پیش گرم ،تنها مختص پیش گرم درز جوش نمی باشد بلکه درتمام پروسه جوشکاری برای کاهش خطر ایجاد ترک ،در بعضی اجسام به ویژه فولادهای خاص که به کنترل شدید سرعت سرد شدن نیاز داشته باشند نیز به کار می روند .

(interpass temperature)

در روش جوشکاری باگاز محافظ میزان نسبتاً کمی هیدروژن درفلز رسوب می کند (حدوداً کمترا ز2میلی گرم د100گرم)،بنابراین می توان مرحله پیش گرم رانادیده گرفت.تجربه نشان داده است که جوشکاری زیرپودری تنها بایدبرای Dillidur 400V انجام شود. اگرHeat input ، بیشتر از 2،5 kj/mm باشد، میزان دمای پیش گرم تا ℃30 کاهش می یابد. دمای پیش گرم برای جوشکاری ورق های Dillidur در نمودارهای 6 تا 7 آمده است. این نمودارها حداقل دمای پیش گرم را درارتباط با میزان ضخامت ورق و همچنین میزان کربن معادل (CET) و هیدروژن موجود نشان می دهند .

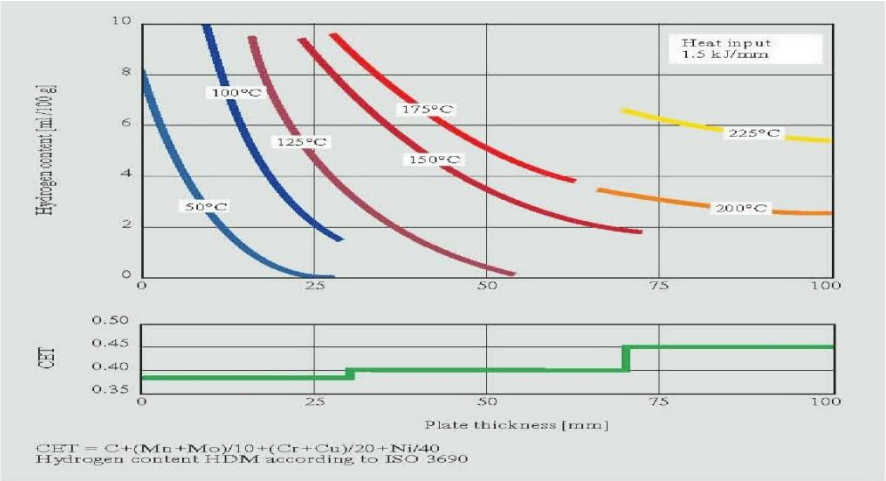
نمودار شماره شش :

DILLIDUR400V : میزان دمای پیشگرم توصیه شده بر حسب ضخامت ورق با توجه به میزان کربن‌معادل (GET) و همچنین میزان ،میزان هیدروژن نفوز کرده در فاز مذاب بر اثر جوشکاری



نمودار شماره هفت :

DILLIDUR400V : میزان دمای پیشگرم توصیه شده بر حسب ضخامت ورق با توجه به میزان کربن معادل (CET) و همچنین میزان ،میزان هیدروژن نفوز کرده در فاز مذاب بر اثر جوشکاری



در جوشکاری های چند پاسی ،معیار برای ضخامت ورق ،ضخیم ترین ورق موجود در هر سازه در نظرگرفته می شود.در ابتدای پروسه جوشکاری تمام طول درز جوش باید پیش گرم شود (منطقه ای حدوداً با 100mm عرض-یا حداقل 4 برابر ضخامت ورق- در هر دو طرف ورق باید به خوبی گرم شود).

درجوشکاری های چند پاسی ، باید توجه داشت که درجه حرارت پیش گرم درطول مدت زمان جوشکاری بین پاسها حفظ گردد.خطرایجادترک دراثرتنش پسماند زمانی به بیشترین مقدارخود می رسد که درز جوش بطور یکنواخت وکامل پر نشده باشد. بنابراین باید از نزول حرارت به قطعه زیر دمای Interpass جلوگیری نمود.

دراصل مراحل یک جوشکاری خوب بایدبه گونه ای باشدکه اطمینان حاصل شودکه اجزای جوشکاری شده میتوانند به راحتی و آزادانه منقبض شوند و جوش و ریشه جوش باید به اندازه ای ضخیم باشد که به میزان پیش گرم کمتری احتیاج داشته باشیم .

سختکاری سطحی

قطعاتی که در معرض سایش شدیدتری قراردارند از طریق جوشکاری روی سطح می توانند روسختی شوند.ایجادلایه روسختی برای تمامی ورق های Dillidur قابل اجراست. باید به این نکته توجه شودکه ایجاد لایه رو سختی، خواص ورق راتحت تاثیر قرار می دهد. (HAZ)

زمانی که بخش جوشکاری شده ساییده می شود و از بین می رود ،بخش زیرین که نرم تراست بیش ازحد انتظار(با سرعت بیشتری) شروع به سایش خواهد کرد . بنابراین سختکاری سطحی ورق های Dillidur ، در درازمدت نتایج ضعیف تری را در بر خواهد داشت و کاربرد عمومی ندارد .

ماشینکاری

ورق های Dillidur با وجود دارا بودن سختی واستحکام فوق العاده ،برای ماشینکاری بسیارمناسب هستند.بعضی مواردکه بایددرهنگام عملیات ماشینکاری مورد توجه قرارگیرند :درمرحله اول باید از لرزش قطعه جلوگیری شود ،بنابراین ماشین ابزار،تاآنجائیکه ممکن است باید صلب و بدون لرزش باشد وفاصله بین ماشین وقطعه کار(ساپورت) به حداقل مقدارخودبرسد. قطعه کار همچنین باید بر روی میزمحکم شود.بسته به نوع عملیات ماشینکاری ،خنک کاری نیز باید به نحوی بر روی قطعه کار انجام شود ،در غیر اینصورت لبه های برش دچار حرارت بیش از حد شده که منجر به افزایشسایش در لبه های برشی ودر موارد شدید و حاد ،باعث شکستن ابزار می گردد .

برای جزئیات کار با هر ابزار به خصوص ،باید به اطلاعات و راهنمایی های تولید کنندگان ابزار نیز توجه نمائید. برای به حداقل رساندن هزینه های تعمیر وافزایش عمر ابزار ،باید آنها را به طور مستمر و دوره ای بازدید کرد و نسبت به سنگ زنی آنها اقدام نمود .

اطلاعات ارائه شده درجدول ذیل ،می تواند راهنمای خوبی برای ماشین کاری ورق های Dillidur با گریدهای مختلف باشد.اطلاعات تکمیلی دررابطه با ماشینکاری و ابزار مناسب برای هرورق، می تواند توسط متخصصان ونمایندگان Dillinger و نیز تولیدکنندگان ابزار تامین گردد.

سوراخکاری

Dillidur ، علیرغم سختی بسیار بالا برای سوراخکاری نیز مناسب میباشد. ابزار مناسب ،مته های HSS کبالت دار (Gobalt-Alloyed HSS twist drills) ومته های twist (twist drills with brazed carbide cuttings) و مته های twist با کاربید سخت و سیستم خنک کاری داخلی در موارد ویژه (soild carbide twist drills) ونیزمته های مغزی دار(indexable inserts) می باشد .

برای مته های ثابت،درابتدای سوراخکاری،نرخ پیشروی بایدتاحدودی بالاتردرنظرگرفته شده،تاازدرگیرشدن قطعه ومته اطمینان حاصل شده ،این امربه کاهش لرزش قطعه وابزارکمک میکند.بهتراست درمقاطعی ،پیشروی را برای زمان کوتاهی متوقف کنیم،تا تنش بین ماشین وقطعه کاهش یافته، لذاازشکستن لبه های برش جلوگیری گردد.

جزئیات درخصوص مواد مختلف ،سرعت برش ونرخ پیشروی در جدول5 ارائه می گردد.

جدول پنج :

موارد توصیه شده برای سوراخکاری فولاد هایDILLIDUR سری L و V

DILLIDUR	Tool type (Cutting material)	Cutting speed V_c [m/min]	Feed f [mm/rev.] depending on diameter 5 – 15 mm	20 – 30 mm	30 – 40 mm
325 L	Twist drill with brazed carbide cutting or solid carbide twist drill [1]	8 – 12	0.02 – 0.12	0.10 – 0.20	0.15 – 0.25
	Drill with indexable inserts [2]	80 – 90	0.06 – 0.075	0.10 – 0.11	0.11 – 0.12
400 V	Solid carbide heavy duty drill (TIN) [1]	35 – 50 without internal cooling 40 – 70 with internal cooling	0.06 – 0.16	0.18 – 0.25	–
	Cobalt-alloyed HSS-twist drill [2]	8 – 10	0.05 – 0.16	0.20 – 0.25	–
	Drill with indexable inserts [2]	60 – 70	–	0.10 – 0.12	0.12
450 V	Solid carbide heavy duty drill (TIN) [1]	35 – 50 without internal cooling 40 – 70 with internal cooling	0.06 – 0.16	0.18 – 0.25	–
	Cobalt-alloyed HSS-twist drill [2]	6 – 10	0.05 – 0.15	0.20 – 0.25	–
	Drill with indexable inserts [2]	50 – 60	–	0.10 – 0.12	0.11
500 V	Solid carbide heavy duty drill (TIN) [1]	35 – 50 without internal cooling 40 – 70 with internal cooling	0.06 – 0.16	0.18 – 0.25	–
	Cobalt-alloyed HSS-twist drill [2]	4 – 10	0.05 – 0.13	0.18 – 0.25	–
	Drill with indexable inserts [2]	40 – 50	–	0.10	0.10

1) Results with tools from Fette GmbH, Schwarzenbek, Germany — ***Coolant/lubricant:*** *emulsion*
2) Results with tools from Ferrotec, Bielefeld, Germany

خزینه زنی با استفاده از سنبه (countersinking)

خزینه با مقطع استوانه ای یا مخروطی، معمولاًدر مواقعی مورد نیاز است که می خواهیم سطح پیچ ،هم سطح پایین ترازلبه ورق قرار گیرد .اینکار، در مواقعی توسط سنبه انجام می گیرد ،استفاده ازراهنما درسنبه خزینه ،باعث جلوگیری ازلرزش میگردد.

استفاده ازسنبه های سه لبه نیزمی تواند سبب کاهش لرزش گردد.توصیه هایی دررابطه باسرعت برش وپیشروی درجدول ذیل قابل ملاحظه است.

DILLIDUR	Tool type (Cutting material)	Cutting speed V_c [m/min]	Feed f [mm/rev.] depending on diameter 15 – 30 mm	30 – 60 mm
325 L 400 V 450 V 500 V	Countersinker made of solid carbide or with reversible carbide tips [1]	30 – 40 30 – 40 20 – 30 10 – 20	0.10 – 0.15	0.15 – 0.25

1) Results with tools from Fette GmbH, Schwarzenbek, Germany and from Ferrotec, Bielefeld, Germany — ***Coolant/lubricant:*** *emulsion*

قلاویز کاری

قلاویزکاری،عموماً توسط ماشین انجام می گیرد.اطلاعات موردنیازبرای قلاویزکاری برای محدوده ورق های Dillidur برحسب سرعت برش وپیشروی درجدول7 قابل مطالعه می باشد.

جدول هفت :

موارد توصیه شده برای قلاویز کاری فولاد هایDILLIDUR سری V

DILLIDUR	Tool type (Cutting material)	Cutting speed V_c [m/min]	Speed n [rpm] depending on diameter				
			M10	M16	M20	M30	M42
400 V 450 V 500 V	Manual or machine tap HSS-Co 1)	1.5 – 3.5	50 – 120	40 – 80	30 – 60	20 – 40	15 – 30

1) Results with tools from Ferrotec, Bielefeld, Germany — ***Coolant/lubricant:*** *emulsion*

فرزکاری

Dillidur می تواند با فرزهای ساخته شده از فولاد های تند بر (با پوشش TICN ، TIN ، HSS) و نیز ابزار مجهز به مغزتعویض پذیر (indexable inserts) ماشینکاری شود.توجه به این نکته که لبه های برش خورده با شعله ،معمولاً سختی بسیار بالاتری ازخودشان می دهند. بسیار حائز اهمیت است. (توجه به منطقه HAZ) .

با توجه به عمق منطقه HAZ (منطقه تحت تاثیر از حرارت در جوشکاری و برشکاری)،برای از بین بردن این منطقه سخت شده، حداقل باید 2mm از سطح ،لبه را فرزکاری نمود.برای ماشین کاری 500V ، Dillidur400 بهتر است از مغزی های مدور استفاده شود .تجربه نشان داده است در براده برداری ازسطح ،هندسه ابزار مدور ،برتری های فراوانی را نسبت به ابزار تخت (مثل ابزار با زاویه 45 نسبت به قطعه کار)از خود بروز می دهد .استفاده از مغزی های تعویض پذیر،با لبه برش شیبدارنیز باعث کاهش سایش می گردد.به هنگام استفاده از مغزی ها ی تعویض پذیر،به جای امولسیون خنک کننده استفاده ازهوای فشرده ویا مقدارکمی روانکارنیز،جهت خنک کاری منجر به افزایش عمرقطعه وابزارمی گردد. ازآنجائیکه مغزی های تعویض پذیر ،به لرزش های درحین کارحساسیت ویژه ای دارند تدابیر خاصی اتخاذ می گردد ،مثلاً اینکه قطعه کار باید کاملاً محکم به گیره بسته شود .نکته دیگر اینکه

در سطوح بزرگترازهردوسطح براده برداری کنیم تا حداقل میزان تنش درقطعه ایجاد گردد. اطلاعاتی برای تنظیم سرعت برش نرخ وپیشروی براده از سطح یا لبه در جدول8 و9 قابل ملاحظه است .

جدول هشت :

موارد توصیه شده برای براده برداری از سطح برای فولاد هایDILLIDUR سری V

DILLIDUR	Tool type (Cutting type)	Cutting speed V_c [m/min]	Feed per tooth f_z [mm]
400 V	Profile milling cutter/(FC 220N)[1] Facing cutter/(HC-P20+TiN)	130 – 150	0.10 – 0.12
450 V	Profile milling cutter/(FC 220N)[1] Facing cutter/(HC-P20+TiN)	100 – 130	0.10 – 0.12
500 V	Profile milling cutter/(FC 220N)[1] Facing cutter/(HC-P20+TiN)	80 – 90	0.10 – 0.12

1) Results with tools from Fette GmbH, Schwarzenbek, Germany (TwinCut profile milling cutter: d = 125 mm, number of teeth: z = 8) ***Coolant/lubricant:*** *none*

جدول نه :

موارد توصیه شده برای براده برداری از لبه ها برای فولادDILLIDUR سری V

DILLIDUR	Tool type (Cutting type)	Cutting speed V_c [m/min]	Feed per tooth f_z [mm]
400 V	Roughing cutter/(FC 220N)[1] (HC-P20+TiN)	145 – 155	0.13 – 0.15
450 V	Roughing cutter/(FC 220N)[1] (HC-P20+TiN)	100 – 140	0.15 – 0.17
500 V	Roughing cutter / (FC 220N)[1] (HC-P20+TiN)	85 – 95	0.17 – 0.19

1) Results with tools from Fette GmbH, Schwarzenbek, Germany (TwinCut roughing cutter: d = 63 mm, number of teeth: z = 3) ***Coolant/lubricant:*** *none*