



مواد مصرفی جوش برای صنعت پتروشیمی



**Böhler Schweisstechnik**

**Deutschland GmbH**

Unionstr. 1

D-59067 Hamm

Tel.: +49(0)2381-271-02

Fax: +49(0)2381-271-794

[www.t-put.com](http://www.t-put.com)

**تجهیز صنعت هزاره (ام.آی.پی)**

نماینده انحصاری مواد مصرفی جوش

بوهرلر-توسن آلمان (T-PUT) در ایران

آدرس: تهران، خیابان مطهری، خیابان اورامان، کوچه گروس

ساختمان کسرا (بلاک ۲)، طبقه سوم، واحد ۱۰

تلفن: ۸۸۸۳۹۸۴۰

تلفکس: ۸۸۸۳۹۸۴۱

پست الکترونیک: [info@mip.ir](mailto:info@mip.ir)



صفحه

## ۴ فولادهای مقاوم به حرارت مورد مصرف در صنعت پتروشیمی

۴	مواد مصرفی جوش پیشنهادی T-PUT
۴	خواص مواد مصرفی جوش T-PUT
۴	آماده سازی جوش
۴	فرآیند جوشکاری
۴	عملیات حرارتی

## ۵ مواد مصرفی جوش T-PUT CrMo مورد مصرف در صنعت فرآوری نفت (API 934)

۵	مواد مصرفی جوش T-PUT CrMo
۶	ویژگیهای خاص جوش B3 و 22V
۶	پارامترهای معمول جوشکاری
۷	چرخه های حرارتی کاربردی
۷	نتایج تست های بررسی شکنندگی عملیات حرارتی بر برخی محصولات
۸	ترکیب شیمیایی مواد مصرفی جوش T-PUT

## ۹ مراجع مصرف

## ۱۰ واحدهای بسته بندی

۱۰	مواد مصرفی جوش: Thermanit
۱۱	مواد مصرفی جوش: Phoenix/Union

# فولادهای مقاوم به حرارت مورد مصرف در صنعت پتروشیمی

## مواد مصرفی جوش پیشنهادی T-PUT

فولاد / فولادریخته			مواد مصرفی جوش	
شماره ماده	آلیاژ	نام اختصاری	ماده مصرفی جوش مناسب/مشابه	آلیاژی شده
I.4841	310	X15CrNiSi25-20	Thermanit C Si	-
I.4848	HK	GX40CrNiSi25-20	Thermanit CR	Thermanit 25/35 R
I.4852	-	GX40NiCrSiNb35-25	Thermanit 25/35 R / Thermanit 25/35 Zr	-
I.4857	HP	GX40NiCrSi35-25	Thermanit 25/35 R / Thermanit 25/35 Zr	-
I.4859	-	GX10NiCrNb32-20	Thermanit 21/33 So	Thermanit Nicro 82
I.4876	800 (H)	X10NiCrAlTi32-20	Thermanit 21/33 So	Thermanit Nicro 82
-	-	GX45NiCrNbSiTi45-35	Thermanit 35/45 Nb	-
I.4948	304 H	X6CrNi18-11	Thermanit 308 H / Thermanit ATS 4	Thermanit Nicro 82
2.4663	617	NiCr23Co12Mo	Thermanit 617	-
2.4816	600	NiCr15Fe	Thermanit Nicro 82	-

## خواص مواد مصرفی جوش پیشنهادی T-PUT

نام تجاری	ترکیب شیمیایی بر حسب درصد وزنی												مقاوم به پوسته شدن تا دمای
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Nb	Zr	Fe	Co	Al	Ti	
Thermanit C Si	0,13	1	3	24,5	-	20	-	-	balance	-	-	-	1150 °C (2102 °F)
Thermanit CR	0,4	1	1,5	25,5	-	21,5	-	-	balance	-	-	-	1000 °C (1832 °F)
Thermanit Nicro 82	0,01	0,1	3	20,5	-	balance	2,6	-	<2	-	-	-	1000 °C (1832 °F)
Thermanit 21/33 So	0,12	0,2	4,6	21	-	32	1,2	-	balance	-	-	-	1050 °C (1922 °F)
Thermanit 25/35 R	0,4	1	1,7	26	-	35	1,3	-	balance	-	-	-	1150 °C (2102 °F)
Thermanit 25/35 Zr	0,4	1	1,7	26	-	35	1,3	<0,15	balance	-	-	-	1150 °C (2102 °F)
Thermanit 35/45 Nb	0,4	1,5	1	35	-	45	0,8	-	balance	-	-	-	1180 °C (2156 °F)
Thermanit 308 H	0,06	0,4	1,7	20	-	9,5	-	-	balance	-	-	-	800 °C (1470 °F)
Thermanit 617	0,05	0,1	0,1	21	9	balance	-	-	<2	11	1	0,4	1100 °C (2012 °F)

### فرآیند جوشکاری

- معمول: GTAW برای پاس ریشه
- SMAW برای پاس داغ و پاس پرکننده (تغییر سریع به قطر (سایز) بزرگتر الکتروود)
- GMAW برای پاس پرکننده (سایز ۱/۲ میلی متر)
- جوشکاری اتوماتیک: استفاده از دستگاههای ایجاد حرکت
- بافت نوسانی جوش (-Weave-) (درز جوش کمتر ← تنش کمتر)
- مواد مصرفی جوش با قطر بیشتر: (لایه های کمتر ← تنش کمتر)
- GMAW: قوس کوتاه ۱۹-۲۳۷ و ۱۷۰-۲۲۰۹ A
- قوس پاشنده (Spray Arc) ۱۰-۵۰ Hz با برهم نهی ضربانی (impulse overlapping)

### آماده سازی جوش

- بررسی سطح با روش رنگ نفوذ کننده ← در صورت وجود علائم ترک منطقه معیوب را جدا کنید
- کربن دهی و کربن گیری و متعاقبا نیتروژن دهی را بررسی کنید، در صورتی که  $1/2 >$  ضخامت تحت تاثیر قرار گرفته:
- لایه کربن ده و نیتروژن ده را جدا کنید.
- دو تا سه لایه واسطه (بافر) در منطقه کربن گیری شده ایجاد کنید
- سطح جوشکاری بایستی فاقد هرگونه گریس، زنگ زدگی یا رنگ باشد
- هندسه جوش: بدون لبه های تیز (برای جلوگیری از تنشهای نوک)
- شکل V و شکل double V، در تولید شکل U-groove نیز استفاده می شود

### عملیات حرارتی:

- برای مواد حساس، پاس های پرکننده با GTAW:
- پیش گرم ۸۰-۱۰۰ °C (۱۷۶-۲۱۲ °F).
- دمای بین پاسی کمتر از ۱۵۰ °C (کمتر از ۳۰۲ °F)

- همچنین برای GMAW:
- جوشکاری یک ضرب، ضخامت دیواره بالاتر از ۲۵ mm
- خنک کاری میانی تا ۲۵۰ °C (۴۸۲ °F)

- بدون نیاز به پیش گرم
- بدون نیاز به عملیات حرارتی پس از جوش
- در صورت امکان، ورودی حرارتی پایین (جهت جلوگیری از ترک داغ)

# مواد مصرفی جوش T-PUT CrMo مورد مصرف در صنعت فرآوری نفت (API 934)

روکش کاری با جوش مواد فریتی مثل 1Cr1/2Mo, 21/4Cr1Mo(+V) با فلز ۳۴۷ چندین دهه به طور موفقیت آمیزی در خطوط تولید رآکتورهای پالایش و فرآوری نفت به کار بسته می شود. شرایط سخت کاری ناشی از فشار و دمای بالا، نیاز به استفاده از ضخامت های دیواره تا ۳۵۰mm در ساختارها را دارد. (شکل های ۱-۳ انواع معمول رآکتورها را نشان می دهد) خلاصه ای از مواد مصرفی جوش T-Put مورد استفاده در کاربردهای فوق الذکر در جدول ۱ داده شده است.

## شکل ۱:



<b>مواد مصرفی جوش:</b>	<b>واحد Hydroconversion</b>
SAW زیرپودری (EB3-B3)	فشار ۲۱۵ و ۵ bar
سیم جوش: Union S 1 CrMo 2	دما: حداکثر ۴۵۴°C
پودر: UV 420 TTR	قطر: ۵.۳ m
	طول: ۲۱ m
الکتروود دستی SMAW (E9015-B3)	وزن: ۷۰۶ تن
Phoenix SH Chromo 2KS Δ	<b>سازنده: ATB(1)</b>
	فلز پایه: 21/4Cr1Mo
	ضخامت دیواره: ۳۵۸ mm

## جدول ۱: مواد مصرفی جوش T-PUT CrMo

فلز پایه	فرآیند جوشکاری	معادل استاندارد AWS	نام تجاری
1Cr1/2Mo	SMAW	A5.5 E8081B2	Phoenix Chromo 1 Δ
	SAW	A5.23 EB2-B2R	wire: Union S 2 CrMo fluxes: UV 420TTR, UV 420 TTR-W
	GTAW	A5.28 ER80S-G	Union 1 CrMo
21/4Cr1Mo	SMAW	A5.5 E9015-B3	Phoenix SH Chromo 2 KS Δ
	SAW	A5.23 EB3-B3R	wire: Union S 1 CrMo 2 fluxes: UV 420TTR, UV 420 TTR-W
	GTAW	A5.28 ER90S-G	Union 1 CrMo 9 10 Spezial
21/4Cr1Mo1/4V	SMAW	A5.5 E9015-G Code case: 2098-2	Phoenix Chromo 2 V Δ
	SAW	A5.28	wire: Union S 1 CrMo 2 V flux: UV 430 TTR-W
	GTAW	ER90S-G Code case: 2098-2	Union 1 CrMo 2 V

Δ در آمریکای شمالی با این نام به فروش نمی رسد =

ترکیب رسوب جوش مواد مصرفی جوش بالا به شدت جهت تطابق با کد استاندارد و مشخصات AWS/ASME و به ویژه با نیازمندی مشتریان تحت کنترل است. فاکتور X ماده جوش کمتر از ۱۲ppm است. به طور کلی محاسبات با استفاده از ترکیب های واقعی میزان حدود ۷ppm را نشان می دهد.

## شکل ۲:

۲۰۰۵: راکتور Lag - KBR

وزن: ۶۵۰ تن

تعداد: ۲ دستگاه

قطر: ۵.۷m قطر خارجی

ضخامت: ۱۴۰mm

فلز پایه: SA387 Gr22 CL2 + SA347 Weld O/L

مواد مصرفی جوش:

SAW (EB3-B3) زیرپودی

سیم جوش: Union S I CrMo 2

پودر UV 420 TTR-W

الکتروود دستی (E9015-B3) SMAW

Phoenix SH Chromo 2 KS Δ



## 2005: Lag Reactor- KBR

Weight: 650 MT

Qty: 2 nos

Dia.: 5.7m OD

Thk. -140+ 4.5mm

Material:

SA 387 Gr 22 CL2 +

SS 347 Weld O/L



© L&T, Hazira Works (India)

## ویژگی های خاص B3 و جوش 22V

راکتورهای با ضخامت دیواره بالا برای اطمینان از عمر کاری حداکثر، تنها به روش جوش ایمن احتیاج ندارند بلکه تعمیر چنین اتصالات ضخیمی در حین ساخت مشکلات بزرگی ایجاد می کند. پارامترهای معمول در جدول شماره ۲ (پارامترهای قابل اجرا در جوش وضعیتی، بنا به درخواست ارائه می گردد)

به دلایل اقتصادی، روش جوش چنین جوشهایی که از اتصال جوش با شیار باریک و فرآیند جوشکاری Tandem بهره می برند، بایستی حداکثر انعطاف پذیری فلز جوش را تضمین کند. فلز جوش بایستی در برابر موانع موجود در طول ساخت، مثلا در جوشهای با نازل و همچنین نسبت به تمایل به ترد شدن در طول شرایط کاری شبیه سازی شده با فرآیند خنک کاری پله ای، مقاوم باشد.

حداقل انعطاف پذیری-Ductility-54 در دمای ۳۰°C/-۴۰°C برای مثال برای گریدهای 22/22V با یک ترکیب شیمیایی متعادل شده با در نظر گرفتن واکنش های خاص متالورژیکی مثل دی اکسیداسیون و انجماد بدست آمده است. به علاوه فاکتور X رسوب جوش یک ریزساختار پایدار با انتقال کمتر از ۱۰°C بعد از خنک کاری پله ای را تضمین می کند. به طور کلی مقادیر کمتر از ۱۰°C- بسته به فرآیند جوشکاری، پارامترهای جوشکاری و شرایط عملیات حرارتی پس از جوش بدست آمده است.

شکل های C-۴a به طور کیفی برخی نتایج تست های متعدد بررسی ترسوزی ضریب سختی برای روشهای مختلف جوش بدست آمده از رسوب های جوش B3 را نشان می دهد. نمودارها نتایج پیشرفتهای اخیر را با سطح انعطاف پذیری عمومی بدست آمده در دهه ۹۰ مقایسه می کند، همزمان ریزساختار استحکام کافی برای انطباق با خواص فلز پایه حتی بعد از چندین چرخه تعمیر شبیه سازی شده، که گاهی در مجموع به ۴۰ ساعت می رسد، ارایه می دهد. شکل ۴d نتایج رسوب جوش 22V SAW که اخیرا در تست ها بدست آمده را نشان می دهد.

## جدول ۲: پارامترهای معمول جوشکاری

آمبراژ	سرعت	قطبیت	قطر (mm)	نام تجاری	فرآیند جوشکاری
120	150 ROL (mm)	DC+	3,2	Phoenix Chromo I Δ	SMAW
170	250		4,0	Phoenix SH Chromo 2 KS Δ	
210	380		5,0	Phoenix Chromo 2 V Δ	
	travel speed (cm/min)		4,0	wire: Union S 2 CrMo	SAW
			4,0	Union S I CrMo 2	
			4,0	Union S I CrMo 2 V	
550	55	DC+		flux: UV 420TTR	single
580	55	AC		UV 420TTR-W	single
550/580	80	DC/AC		UV 420TTR-W	tandem
580	55	AC		UV 430TTR-W	single
150-210		DC-	2,4	Union I CrMo	GTAW
150-210		DC-	2,4	Union I CrMo 9 10 Spezial	
150-210		DC-	2,4	Union I CrMo 2 V	

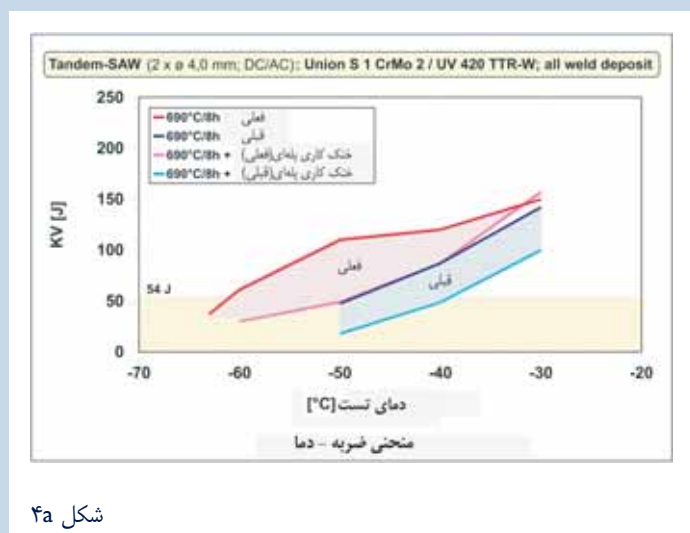
Δ در آمریکای شمالی با این نام به فروش نمی رسد =

### جدول ۳: چرخه های حرارتی کاربردی

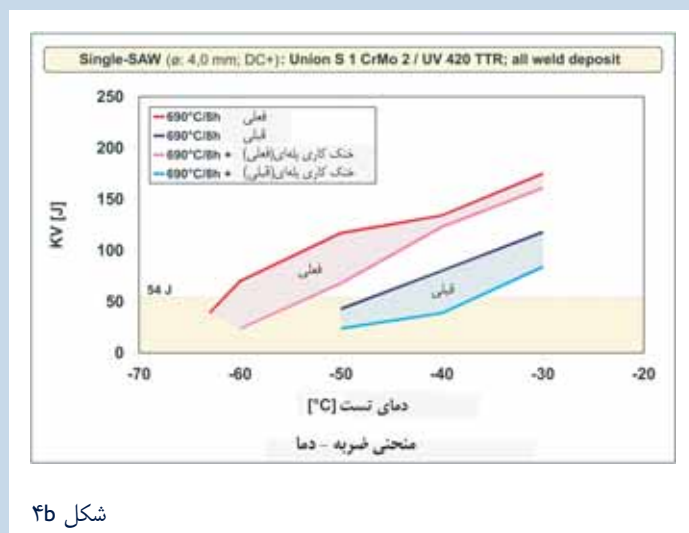
فلز پایه	دمای پیش گرم/دمای بین پاسی	عملیات حرارتی پس از جوش، حداقل/حداکثر (+جوشکاری پله ای)
1Cr1/2Mo	max. 250°C / min. 150°C	620°C-690°C/8 h (+sc), 690°C 25 h
21/4Cr1Mo enhanced grade	max. 250°C / min. 200°C	690°C/8 h (+sc), 690°C/40 h 650°C/10 h (+sc), 650°C/37 h
21/4Cr1Mo1/4V	max. 250°C / min. 200°C	705°C/8 h (+sc), 705°C/32 h

نکته: جدا از پیشنهادهای بالا تغییر و تبدیل بر طبق طراحی و محاسبات واقعی امکان پذیر می باشد.

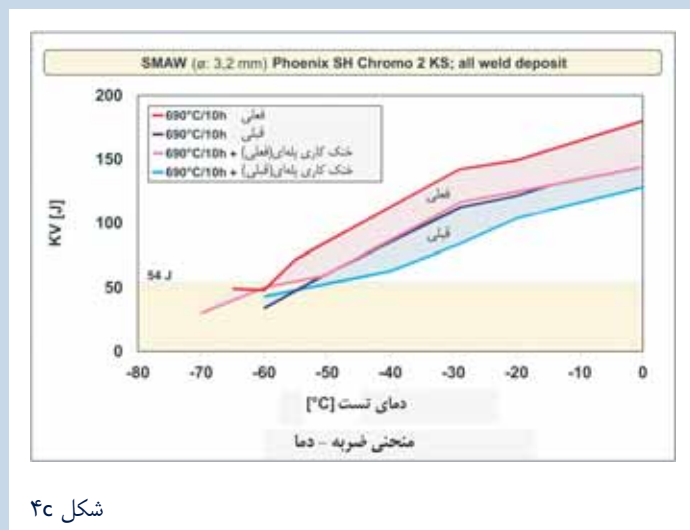
### شکل ۴a-d: نتایج تست های بررسی تردسازی ضریب سختی بر برخی محصولات



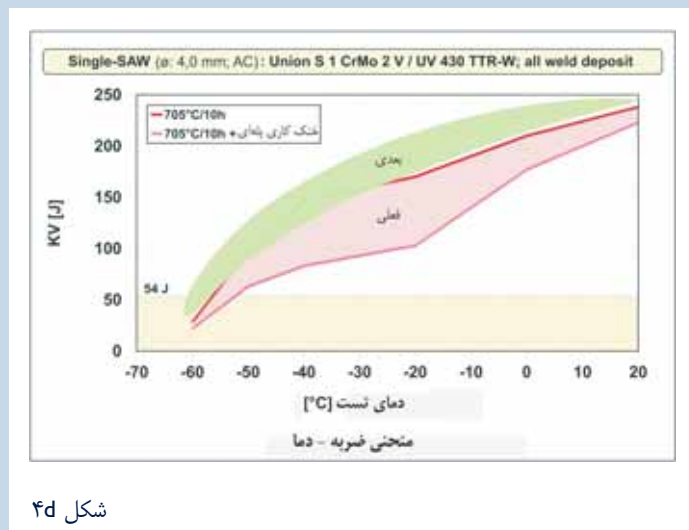
شکل ۴a



شکل ۴b



شکل ۴c



شکل ۴d

### شکل ۳:



#### راکتور HDS

سازنده: TH. Winkels (آلمان)

فلز پایه: 21/4Cr1Mo

#### مواد مصرفی جوش:

SAW (EB3-B3) زیر پودری

سیم جوش:

Union S 1 CrMo 2

پودر: UV 420 TTR

الکتروود دستی:

SMAW(E9015-B3)

Phoenix SH Chromo 2 KS Δ

## ترکیب شیمیایی مواد مصرفی جوش T-PUT

نام تجاری	فرآیند جوشکاری	ترکیب شیمیایی برحسب درصد وزنی						
		C	Si	Mn	Cr	Mo	Nb	V
Phoenix Chromo 1 Δ	SMAW	0,06	0,25	0,85	1,20	0,5		
Phoenix SH Chromo 2 KS Δ	SMAW	0,07	0,22	0,70	2,20	1,0		
Phoenix Chromo 2 V Δ	SMAW	0,09	0,25	0,75	2,50	1,0	0,01	0,25
Union S 2 CrMo	SAW-wire	0,12	0,10	0,80	1,20	0,5		
Union S 1 CrMo 2	SAW-wire	0,10	0,10	0,50	2,40	1,0		
Union S 1 CrMo 2 V	SAW-wire	0,12	0,10	0,60	2,50	1,0	0,02	0,30
Union S 2 CrMo + UV 420 TTR/UV 420 TTR-W	Wire/flux-combination	0,09	0,20	1,00	1,10	0,5		
Union S 1 CrMo 2 + UV 420 TTR/UV 420 TTR-W	Wire/flux-combination	0,09	0,20	0,80	2,30	1,0		
Union S 1 CrMo 2 V + UV 430 TTR-W	Wire/flux-combination	0,09	0,15	0,85	2,35	1,0	0,02	0,27
Union 1 CrMo	GTAW	0,10	0,60	1,00	1,10	0,5		
Union 1 CrMo 9 10 Spezial	GTAW	0,10	0,10	0,50	2,40	1,0		
Union 1 CrMo 2 V	GTAW	0,12	0,10	0,60	2,50	1,0	0,02	0,30

Δ در آمریکای شمالی با این نام به فروش نمی رسد =

ترکیب شیمیایی کنترل شده با فاکتور X کمتر از ۱۲ppm \*

ABB Lummus Crest (USA)	Escher (Netherlands)	Ohmstede Ltd (USA)
AMR Klefisch (Germany)	Essener Hochdruck-Rohrleitungsbau (Germany)	OLMI (Italy)
ASC Engineering (Australia)	ExxonMobil Chemical Company (USA)	Orlen-Plock (Poland)
ATB (Italy)	FBM Hudson Italiana SPA (Italy)	Parsons (USA)
BASF (Germany)	Felguera (Spain)	Plant Performance Services LLC (USA)
Beaird Industries (USA)	Fluor Daniel Engineers and Constructors (USA)	RDM (Netherlands)
Bechtel (USA)	General Welding Works, Inc. (USA)	Reliance Industries Ltd (India)
Belleli Energy SPA (Italy)	Godrej & Boyce MFG Co. Ltd (India)	Ruhr-Oel (Germany)
BHEL (India)	Griro (Romania)	Schmidt + Clemens GmbH + Co. KG (Germany, Spain)
BHPV (India)	Hans Leffer (Germany)	Schwarz (France)
Borsig GmbH (Germany)	High Country Fabrication, Inc. (USA)	Scomark Ltd (United Kingdom)
Brown & Root (USA)	Hughes Anderson (USA)	SEWON (Korea)
CDR (France)	Hyundai Heavy Industries (South Korea)	Shell Chemical (USA)
Chevron (USA)	IMB (Italy)	Smith-Hudson (Australia)
Chicago Bridge & Iron Company (USA)	IMPISA (Argentina)	Sotralentz (France)
Cometarsa (Argentina)	KSB Pegnitz (Germany)	Steinserv (Germany)
Cust O Fab (USA)	Kubota Metal Corporation (Canada)	Taylor Forge Engineering Products (USA)
Dacro Industries Ltd; Cessco Fabrication & Engineering Ltd (Canada)	Larsen & Toubro (India)	Tema India Ltd (India)
Deggendorfer Werft (Germany)	Manoir Industries group (France)	Tex Fab (USA)
DH Industrie (France)	MetalTek International (USA)	Th. Winkels (Germany)
Doncaster Paralloy Ltd (United Kingdom)	MW Kellogg (USA)	Uni Abex Alloy Products LTD (India)
Doosan Heavy Industries (South Korea)	Natco Canada (Canada)	Verolme (Netherlands)
Duraloy Technologies (USA)	Nitin Castings Ltd (India)	Vikram Ispat (India)
Dutch State Mines (Netherlands)	Nooter Cooperation (USA)	VRV (Italy)
Dwarkesh Engineering Works PVT LTD (India)	Nordon (France)	Wyatt Field Service Company (USA)
ENSA (Spain)	Nuovo Pignone (Italy)	Yuba Heat Transfer; Energy Exchangers (USA)
Equistar (USA)	Officine Luigi Resta SPA (Italy)	

# واحدهای بسته بندی

## مواد مصرفی جوش

نام تجاری	فرآیند SMAW	فرآیند GMAW		فرآیند GTAW	فرآیند SAW	
	ابعاد (mm)	ابعاد (mm)	قرقره (Spool)	طول x قطر (mm)	ابعاد (mm)	قرقره (Spool)
Thermanit ATS 4	2,5 x 300 3,2 x 350 4,0 x 350 5,0 x 450					
Thermanit C Si		0,8 1,0 1,2	BS 300 B 300 B 300	1,6 x 1000 2,0 x 1000 2,4 x 1000 3,2 x 1000 4,0 x 1000 5,0 x 1000		
Thermanit CR	3,2 x 350 4,0 x 350	1,2 1,6	B 300 B 300	2,4 x 1000 3,2 x 1000		
Thermanit Nicro 82	2,5 x 300 3,2 x 300 4,0 x 350 5,0 x 400	0,8 1,0 1,2 1,6	BS 300 B 300 B 300 B 300	1,6 x 1000 2,0 x 1000 2,4 x 1000 3,2 x 1000	0,8 1,0 1,2 1,6	BS 300 B 300 B 300 B 300
Thermanit 21/33 So	2,5 x 300 3,2 x 350			2,0 x 1000 2,4 x 1000 3,2 x 1000		
Thermanit 25/35 R	2,5 x 300 3,2 x 350 4,0 x 350	1,2	B 300	2,0 x 1000 2,4 x 1000 3,2 x 1000		
Thermanit 25/35 Zr		1,2	B 300	2,4 x 1000		
Thermanit 35/45 Nb	2,5 x 300	1,2	B 300	1,6 x 1000 2,0 x 1000 2,4 x 1000 3,2 x 1000		
Thermanit 308 H					2,4 0,3	K 435-70 K 435- 70
Thermanit 617	2,5 x 250 3,2 x 300 4,0 x 350	1,2	B 300	2,0 x 1000 2,4 x 1000 3,2 x 1000	1,2	B 300

نام تجاری	فرآیند SMAW ابعاد (mm)	فرآیند GMAW طول × قطر (mm)	فرآیند GTAW			فرآیند SAW پودر کیسه پلاستیکی
			روش	ابعاد (mm)	قرقره (Spool) (mm)	
Union S I CrMo 2			2,5	K 435-70		
			3,0	K 435-70		
			4,0	K 435-70		
			5,0	K 435-70		
UV 420 TTR / UV 420 TTR-W						25 kg
Phoenix SH Chromo 2 KS Δ	2,5 × 250*					
	3,2 × 350*					
	3,2 × 450					
	4,0 × 350*					
	4,0 × 450					
Phoenix Chromo I Δ	5,0 × 450*					
	3,2 × 350*					
	3,2 × 450					
	4,0 × 350*					
	4,0 × 450					
Phoenix Chromo 2V Δ	5,0 × 450*					
	3,2 × 350					
	4,0 × 350					
Union S 2 CrMo			2,0	K 435-70		
			2,5	K 435-70		
			3,0	K 435-70		
			4,0	K 435-70		
			5,0	K 435-70		
Union S I CrMo 2 V			4,0	K 435-70		
UV 430 TTR-W			single			25 kg
UV 420 TTR / UV 420 TTR-W			single			25 kg
UV 420 TTR-W			tandem			25 kg
Union I CrMo		2,0 × 100		0,8	B 300-15	
		2,5 × 1000		1,0	B 300-18	
		3,0 × 1000		1,2	B 300-18	
Union I CrMo 9 10 Special		2,4 × 1000				
Union I CrMo 2V		2,5 × 1000		1,0	B 300-15	