

## فولاد ۱/۲۳۴۴ چیست؟ جامع‌ترین بررسی فولاد H13

فولاد گرمکار ۱/۲۳۴۴ یکی از فولادهای کارگرم شده است و جزء فولادهای ابزار کرومی به شمار می‌آید. در ساخت این فولاد، از عنصر وانادیم به عنوان عامل استحکام‌بخش استفاده است. وجود حدود پنج درصد عنصر کروم در این آلیاژ کمک می‌کند تا در برابر نرم‌شدگی (softening)، سایش، فرسایش و خستگی در دمای بالا مقاومت بالایی پیدا کند. این فولاد می‌تواند انتخاب خوبی برای گستره وسیعی از کاربردهای کار گرم و کار سرد باشد. سختی، چقرمگی و استحکام بالا از ویژگی‌های این فولاد است.

برای خرید فولاد گرمکار ۱/۲۳۴۴ که جزو پرکاربردترین [فولادهای آلیاژی](#) هستند به عنوان یکی از محبوب‌ترین فولادهای ابزار باید دقت کافی به عمل آورده شود. با میهن فولاد همراه باشید تا شما را با ویژگی‌ها و خواص این فولاد آشنا کند.



## این فولاد در صنعت با چه نام‌هایی مشهور است؟

فولاد ۱٫۲۳۴۴ در استاندارد DIN (مؤسسه ملی استاندارد آلمان) با نام X 40 CrMoV 5-1 ، در استاندارد AFNOR (مؤسسه ملی استاندارد فرانسه) با Z 40 CDV 5 ، در استاندارد AISI با H13 / H13 ESR و در ایتالیا به X 40 CrMoV 5-1 KU شناخته می‌شود.

## فولاد ۱٫۲۳۴۴ در استانداردهای مختلف

ایتالیا	انگلس تان	فرانسه	ژاپن	چین	آلمان	آمریکا
UNI	BS	AFNOR	JIS	GB	DIN	ASTM/AISI/SAE/UNS
X40CRM0V5 11KU	BH13	X40CrMoV5/Z40CDV 5	SKD 61	4Cr5MoS iV1	X40CrMo V5-1/ 1.2344	H13

## برای خرید فولاد ۱٫۲۳۴۴ باید به چه نکته‌هایی توجه کرد؟

در هنگام خرید فولاد ۲۳۴۴ نیاز است به برخی موارد توجه کرد تا تصمیم در تهیه فولاد بهتری بگیریم. برخی از این مشخصه‌ها شامل:

### ترکیب شیمیایی فولاد ۱٫۲۳۴۴

این فولاد حاوی عنصرهای شیمیایی کربن، گوگرد، سیلیسیوم، کروم، منگنز، مولیبدن، فسفر و مولیبدن است. در جدول زیر ترکیب شیمیایی این فولاد دقیق‌تر آورده شده است:

ترکیب شیمیایی فولاد ۱٫۲۳۴۴ (اعداد برحسب درصد آورده شده است).

کربن	0.37~0.42	سیلیسیوم	0.90~1.20	منگنز	0.30~0.50	فسفر	≤0.030
گوگرد	≤0.030	کروم	4.80~5.50	مولیبدن	1.20~1.50	وانادیم	0.90~1.10

## کاربردهای فولاد ۱/۲۳۴۴

فولاد گرمکار ۱/۲۳۴۴ اساساً برای شکل‌دهی قالب‌های اکستروژن به کار می‌رود. کاربردهای مرسوم آن شامل قالب‌های ریخته‌گری آلومینیوم، منیزیوم، روی، مس و قالب‌های اکستروژن آلومینیوم، آسترها (liners)، دوک‌ها (spindles)، پدهای فشاری (pressure pad) و حلقه آداپتور مس و برنج می‌شود. همچنین، از فولاد ۱/۲۳۴۴ برای تولید قالب‌زنی داغ، آهنگری قالب اکستروژن، قالب‌های پرچ‌کاری گرم، قالب‌های جیگ (گیره)، گرم‌کوبی، ابزارهای زائده‌بری (trimming tools) استفاده می‌شود.

## خواص مکانیکی فولاد ۱/۲۳۴۴

فولاد ۱/۲۳۴۴ جزء فولادهایی با خواص مکانیکی بالا به شمار می‌آید، در ادامه جدول مشخصات خواص مکانیکی (تنش تسلیم، مدول الاستیک، ضریب پواسون و...) این آلیاژ آورده شده است:

مؤلفه	یکای متریک	یکای بریتانیایی
استحکام کششی نهایی در دمای محیط	1200 – 1590 MPa	174000 – 231000 psi
تنش تسلیم در دمای محیط	1000 – 1380 MPa	145000 – 200000 psi
کاهش سطح مقطع در دمای محیط	50.00%	50.00%
مدول الاستیک در دمای محیط	215 GPa	31200 ksi
ضریب پواسون	0.27-0.30	0.27-0.30

## خواص حرارتی و فیزیکی فولاد ۱/۲۳۴۴

در ادامه ویژگی‌های فیزیکی و خواص حرارتی فولاد گرمکار H13 (چگالی، هدایت حرارتی، مقاومت الکتریکی و...) در دماهای مختلف آورده شده است.

600°C	500°C	20°C	خواص فیزیکی و حرارتی
29.3	28.5	25	هدایت حرارتی [w/m.k]
7.60	7.64	7.78	چگالی [g/cm <sup>3</sup> ]
0.96	0.86	0.52	مقاومت الکتریکی [ohm.mm <sup>2</sup> /m]
0.59	0.55	0.46	ظرفیت گرمایی ویژه [J/g.K]

## انواع عملیات‌ها و عملیات حرارتی فولاد ۱/۲۳۴۴ (X 40 CrMoV 5-1)

فولاد H13 برای داشتن بهترین عمل‌کرد باید تحت یک فرآیند عملیات حرارتی قرار گیرد تا بتواند برای مدت طولانی در محیط سخت دمای بالا و فشار بالا به طور پایدار کار کند. به‌طور کلی فولاد ابزار H13 می‌تواند تحت یک یا چند تا از عملیات حرارتی‌های زیر قرار بگیرد:

### شکل‌دهی: (forging)

به آرامی تا دمای  $750^{\circ}\text{C}$  پیش‌گرم شود و سپس دما با سرعت بیشتری تا  $1100-1050^{\circ}\text{C}$  گرم شود. توجه کنید که دمای فرجینگ هرگز نباید به زیر  $850^{\circ}\text{C}$  برسد. توجه به این نکته ضروری است که فولاد ۱/۲۳۴۴ بعد از فرجینگ و شکل‌دهی باید به آرامی در کوره یا ورمیکولیت (vermiculite) خنک شود.

### سخت‌کاری: (HARDENING)

فولاد باید در دمای  $780-820^{\circ}\text{C}$  پیش‌گرم شود. در حین این‌که کاملاً در دمای مشخص غوطه‌ور می‌شود، سپس دما به سرعت به دمای مخصوص سخت‌کاری، یعنی  $1000$  تا  $1030^{\circ}\text{C}$  برسد. زمانی که فولاد به این دما رسید، در حدود سی دقیقه کاملاً غوطه‌ور شود. فولاد می‌تواند در هوا خنک شود؛ اما قطعه‌های بزرگ بهتر است در روغن خنک شوند. برای کاهش دگربره شدن یا مقیاس ما معمولاً عملیات حمام نمک ذوب شده هم‌دما را پیشنهاد می‌دهیم؛ بنابراین فولاد ۱/۲۳۴۴ در دمای  $780-820^{\circ}\text{C}$  در نمک پیش‌گرم شود؛ سپس به حمام نمک در دمای  $1000-1030^{\circ}\text{C}$  انتقال داده شود و در آن دما غوطه‌ور شود. پس از آن دمای حمام به  $500-550^{\circ}\text{C}$  برسد و در نهایت در هوا خنک شود. از طرف دیگر، این فولاد ابزار ممکن است در حلاء سخت شده یا بسته‌بندی شده باشد.

### تمپر شدن: (TEMPERING)

این فولاد باید به آرامی و یک‌نواخت به دمای مجاز برای تمپر شدن برسد. زمان تمپر شدن به ازای هر ۲۵ میلی‌متر ضخامت، دو ساعت است. بعد از عملیات تمپر کردن باید از کوره خارج شود و در هوا خنک شود. معمولاً تمپر کردن و بازپخت ثانویه شدیداً پیشنهاد می‌شود؛ چون این فولاد بعد از سریع سرد کردن به سختی بالایی می‌رسد و این سختی بالا چقرمگی مناسبی ندارد. طبق تجربه، بعد از کوئنچ کردن (سریع سرد کردن) تنش‌های داخلی زیادی در این فولاد شکل می‌گیرد و اگر این تنش‌ها آزاد نشود، هنگام استفاده این فولاد ترک می‌خورد. در نتیجه برای به‌دست‌آوردن بهترین عمل‌کرد گاهی بین دو تا سه بار تمپر کردن لازم است. فولاد گرم‌کار ۱/۲۳۴۴ بهتر است بین این تمپرها تا دمای محیط خنک شود. معمولاً دمای تمپر کردن فولاد ۱/۲۳۴۴ با توجه به سختی مطلوب بین  $500$  تا  $650^{\circ}\text{C}$  است. لازم به یادآوری است که زمان تمپر ثانویه حدود ۲۰ تا ۲۵ درصد و دمای آن حدود  $10^{\circ}\text{C}$  کمتر از تمپر اولیه است.

## آنیلینگ: (ANNEALING)

فولاد ۱/۲۳۴۴ باید قبل از خنک شدن در کوره، با بیشینه سرعت ۲۰°C در ساعت تا دمای ۶۰۰°C برسد و به طور کامل در دمای ۸۴۰ تا ۸۶۰°C غوطه‌ور شود و سپس در هوا خنک شود.

## گرفتن تنش پسماند: (STRESS RELIEVING)

زمانی که ابزارهای ساخته شده از فولاد ۱/۲۳۴۴ بسیار ماشین‌کاری شوند، آزاد کردن کرنش‌های داخلی امری اجتناب‌ناپذیر است تا وقتی فولاد عملیات سخت‌کاری خود را آغاز می‌کند، احتمال اعوجاج به حداقل مقدار خود برسد؛ بنابراین آزاد کردن تنش‌های پسماند بعد از ماشین‌کاری‌های سنگین الزامی است. برای آزاد کردن این تنش‌ها، اجزا باید به دقت تا دمای ۷۰۰°C گرم شوند و اجازه دهید زمان غوطه‌وری کامل طی شود (برای هر ۲۵ میلی‌متر ضخامت باید دو ساعت گرم شود). پس از آن قطعه‌ها در کوره یا هوا خنک می‌شود.

## عملیات سطحی: (Surface Treatments)

به علت دمای بالای تمپر کردن این آلیاژ بهتر است تحت عملیات حرارتی‌های سطح مرسوم مانند نیتزیده کردن یا تیتانیوم - نیتزیده کردن قرار بگیرد. بعد از عملیات نیتزیده کردن سختی سطح می‌تواند به ۶۰ تا HRC ۶۵ برسد. در طول آهن‌گری و فرجینگ، فولاد معمولاً نرم‌تر می‌شود. برای جلوگیری از خمش زیاد، طول محصولات ماشین‌های فرجینگ معمولی نباید بیش از ۱ متر شود. در حین تولید، شمش‌های فولاد H13 باید به آرامی سرد شوند. بعد از این‌که شمش‌ها از قالب خارج شوند، بهتر است قبل از فرجینگ، عملیات آنیل شود.

## کوئنچ کردن: (Quenching)

کوئنچ کردن یکی از مهم‌ترین بخش‌های عملیات حرارتی فولاد گرمکار ۱/۲۳۴۴ است. در طول فرایند کوئنچ کردن آستنیت در دمای بالا به مارتنزیت تبدیل می‌شود. ساختار مارتنزیت سختی و استحکام بالای قالب‌ها و عمر طولانی آن‌ها را تضمین می‌کند. معمولاً دو نمونه از تجهیزات کوئنچ کردن وجود دارد: اول، گرمایش در خلاء و کوئنچ کردن و دوم، کوره‌های الکتریکی با اتمسفر کنترل شده.

این **فولاد گرمکار** معمولاً در دو مرحله حرارت داده می‌شود. معمولاً مرحله اول پیش‌گرم در حدود ۶۰۰°C و مرحله دوم حدود ۸۵۰°C انتخاب می‌شود. هدف از این دو مرحله حرارت دادن این است که داخل و خارج قطعه کاملاً یک‌نواخت و همگن گرم شوند؛ زیرا معمولاً تنش‌های پسماند به علت این اختلاف دمایی به وجود می‌آیند که بعدتر می‌توانند باعث اعوجاج قطعه شوند. برای به‌دست آوردن بالاترین چقرمگی و جلوگیری از ترک‌ها بهتر است از حد پایین محدوده دمایی آستنیت‌شدن کمک گرفته شود.

## جوش کاری فولاد ۱/۲۳۴۴

هر چند به طور عمومی جوش کاری فولادهای ابزار پیشنهاد داده نمی‌شود؛ اما در شرایطی لازم است تا این فولاد جوشکاری شود. ممکن است بعد از جوش کاری و حین سرد شدن فولاد ترک بخورد؛ مگر این که ملاحظات برای آن در نظر گرفته شود. معمولاً جوش کاری با قوس و گاز محافظ آرگون از روش‌های مناسب برای اتصال دهی این آلیاژ به شمار می‌آید. چند نکته مهم:

- مطلوب است این فولاد قبل از جوش کاری آنیل شود و بعد از عملیات جوش کاری تمپر شود.
- بسیار مهم است که قالب را تا دمای ۳۰۰ تا ۳۵۰°C پیش‌گرم کنید و این دما حین جوشکاری حفظ شود.
- پس از اتمام جوش کاری، به مدت یک ساعت در دمای ۳۰۰-۵۰۰°C نگهداری شود و سپس قالب به آرامی در کوره یا مواد خنک شود.
- اگر قطعه قبل از جوش کاری آنیل شد، لازم است قبل از عملیات سخت کاری در دمای ۷۰۰°C تنش پسماند آن گرفته شود.
- اگر ابزار قبل از جوشکاری آنیل نشده است، حداقل به مدت ۲ ساعت در دمای ۵۰-۷۰°C تمپر شود.

## شکل‌ها و اندازه‌های مرسوم فولاد ۱/۲۳۴۴

فرآیند	شکل	اندازه
نورد گرم (Hot Rolled)	میلگرد	Φ16-Φ130mm
	میلگرد مقطع مربعی	بیشینه ضخامت: ۵۰mm
آهنگری گرم (Hot Forged)	میلگرد	Φ16-Φ130mm

## معرفی سایر محصولات فولاد: H13

فولاد ۲۳۴۴ یا فولاد X40CrMoV5-1 شامل دو نوع محصول تسمه ۱/۲۳۴۴ و میلگرد ۱/۲۳۴۴ است که شما می‌توانید هر دو این محصول را از طریق میهن فولاد خریداری نمایید.

## مزیت‌ها و معایب فولاد ۱/۲۳۴۴

مزیت‌ها	معایب
سختی‌پذیری و چقرمگی بالا	عملیات کربوره یا نیتریده کردن سطح اگرچه سختی را افزایش می‌دهد؛ ولی مقاومت به ترک سطح کاهش می‌یابد.
مقاومت عالی در برابر ترک‌خوردگی حرارتی	افت ناگهانی خواص مکانیکی بعد از دمای ۴۰۰°C
مناسب برای محیط‌هایی که با آب خنک می‌شوند.	چالش‌های جوش‌کاری (نیازمند پیش‌گرم و...)
خواص برشی خوب و قابلیت پولیش مناسب	-
عملیات حرارتی‌پذیر	-
خواص دما بالای خوب	-

## فولاد گرمکار ۱/۲۳۴۴ را از کجا تهیه کنیم؟

قیمت فولاد ۱/۲۳۴۴ بستگی به نوع، کیفیت فولاد و همچنین اندازه دارد. اگر شما به دنبال کیفیت بالا و مناسب‌ترین قیمت فولاد ۱/۲۳۴۴ هستید [میهن فولاد](#) در این حرفه بهترین است. میهن فولاد با توجه به تجربه یک دهه در بازار فولاد تلاش می‌کند تا بهترین فولادها با قیمت مناسب را برای مشتریان خود فراهم کند. با ارائه خدمات و محصولات با کیفیت، تلاش می‌کند تا نیازهای شما را برآورده کند. از قیمت مناسب و رقابتی تا تحویل به موقع و خدمات پس از فروش، همه چیز در اختیار شماست.

با ما تماس بگیرید و اطلاعات بیشتری درباره فروش فولاد گرمکار دریافت کنید. ما به شما اطمینان می‌دهیم که با انتخاب ما، بهترین تجربه در بازار فولاد گرمکار را خواهید داشت.

[www.mihanfooladco.com](http://www.mihanfooladco.com)