

## فولاد گرمکار چیست؟ بررسی جامع + جدول آنالیز

خواه ناخواه با شنیدن عبارت **فولاد گرمکار** مفهومی در ذهن ما تداعی می‌شود، مبنی بر این که این فولاد احتمالا به گرما علاقه دارد. این موضوع، اگرچه ساده است اما صحیح و مبنای تعاریف تخصصی دیگری محسوب می‌شود و برای این نوع فولاد صحیح نیست. در ادامه با میهن فولاد همراه باشید تا به صورت جامع این فولاد را بررسی کنیم.

### فولاد گرمکار چیست؟

فولاد گرمکار، یک فولاد آلیاژ صنعتی است و به دلیل اینکه تمام ویژگی‌های خود را می‌تواند در مقابل دماهای بالا (منظور از دمای بسیار بالا حداقل ۳۱۶ درجه سانتی‌گراد است) حفظ نماید و تغییر نکند، به آن فولاد ابزار گرمکار می‌گویند. برای این که بتوان مقاومت این قبیل فولادها را افزایش داد باید از آلیاژهای مختلفی در ساخت و تولید آنها استفاده کرد که آلیاژ وانادیوم یکی از مهم‌ترین آنهاست.

### کاربردهای فولاد گرمکار

برخی از رایج‌ترین کاربردهای فولاد گرمکار عبارت‌اند از:

۱. تولید و ساخت قالب‌های تزریق
۲. مورد استفاده در ابزارآلات حفاری
۳. کاربرد در ابزارهای ساخت مهره
۴. ساخت انواع تیغه قیچی

۵. ساخت قالب دایکاست

۶. طراحی و تولید قالب‌های پولک‌زنی

۷. ساخت انواع سنباده

در ادامه به شکل جزئی‌تر در مورد کاربرد هر محصول صحبت می‌کنیم تا هنگام خرید، راحت‌تر [فولاد آلیاژی](#) مورد نیاز خود را پیدا نمایید.

### **آشنایی با انواع گروه‌های فولاد ابزار گرمکار**

با توجه به کاربرد بسیار گسترده فولاد گرمکار در صنایع مختلف، این محصول نیز باید تنوع زیادی داشته باشد. فولادهای گرمکار بر اساس ترکیب شیمیایی‌شان از یکدیگر متفاوت می‌شوند. تنگستن، کروم، مولیبدن، وانادیوم و کربن از جمله عناصری هستند که در ترکیب شیمیایی این فولادها وجود دارند:

#### **فولاد تنگستن دار (1.2542-1.2567-1.2581)**

فولاد گرمکار از عناصری همچون کربن، کروم، تنگستن و در برخی مواقع وانادیوم تشکیل شده است. تنگستن به سبب وزن اتمی و نقطه ذوب بالایی که دارد فولاد را در برابر نرم شدن بسیار مقاوم می‌سازد اما در عوض، حضور کربن باعث ترد و شکننده شدن این محصول می‌گردد. از همین رو فولاد تنگستن دار نمی‌تواند در پروسه‌ی خنک‌سازی با آب، شرکت نماید.

درجه سختی فولاد تنگستن دار بین ۴۵ تا ۵۵ راکول است. تنظیم دقیق این مقدار وابسته به دست‌کاری درصد وانادیوم و تنگستن است. فولاد مورد نظر در ساخت قالب‌های اکستروژنی، قالب‌های زمخت و سخت و سنبه زیاد

مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین شامل گریدهای H20 تا H39 است که H26، گرید نسبتاً مطرح‌تری محسوب می‌شود.

### فولاد مولیبدن دار (1.2344، ۱،۲۷۶۷، ۱،۲۷۱۴)

مولیبدن، وانادیوم، کروم، تنگستن و مقداری کربن از جمله عناصر تشکیل دهنده این محصول فولادی هستند. فولاد مولیبدن دار به سبب داشتن عناصر یکسان با فولاد تنگستن خواص و کاربردهای مشابهی هم با آن دارد با این تفاوت که نمونه‌های مولیبدن دار از مقاومت گرمایی بالاتری برخوردارند، ضمن این که آن‌ها با رنگ نقره‌ای خود کاربرد زیادی تشکیل می‌دهند. این نمونه‌ها برخلاف فولادهای تنگستن در برابر شکستگی بسیار مقاوم‌اند. این ویژگی در کنار سختی بالا، باعث شده که گزینه‌ی مناسبی برای جوش‌کاری و تشکیل ساختارهای دانه‌ریز باشند. از بین گریدهای این فولاد (H40) تا (H59) گرید H42 مهم‌ترین گرید محسوب می‌شود و این فولاد در کله زنی، سوراخ‌کاری، ریخته‌گری با قالب، ترمیم‌نگ، ساخت تیغه‌های پانچینگ و اکستروژن به خوبی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### فولاد ابزار گرمکار کروم دار

در این نمونه فولاد گرمکار در کنار عناصری همچون کروم، تنگستن، وانادیوم و مولیبدن، با عنصر نوظهور کبالت مواجه می‌شویم. البته توجه داشته باشید که مقادیر بسیار اندکی از کربن هم در این محصول باید وجود داشته باشد تا در کنار کروم سختی عمقی بالایی را ایجاد نماید. از دیگر ویژگی‌های این محصول می‌توان به خستگی حرارتی، مقاومت به نرم شدن و بارگذاری ضربه‌ای (در دمای بالا) اشاره کرد. ویژگی‌های ذکر شده ماحصل همکاری مقادیر بالای کروم در کنار سایر عناصر کاربیدساز قوی است.

## گریدهای مختلف فولاد گرمکار

هرکدام از فولادهای ذکر شده در فوق، دارای نمونه‌های متعددی هستند که در ادامه به بررسی آن‌ها می‌پردازیم:

### فولاد ۱٫۲۳۴۴

H13، SKD61 از دیگر نام‌های این فولاد گرمکار است. فولاد ۱٫۲۳۴۴ دارای مقاومت بسیار بالا در برابر ضربه و خاصیت سختی‌پذیری در هواست. حتی می‌توان از آن برای خنک‌کاری در آب نیز استفاده کرد. برای آنیل‌کاری با این فولادها پیش از استفاده باید آن‌ها را تا دو ساعت در بازه دمایی ۷۵۰ تا ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد نگه داشت. سپس این فولاد حرارت دیده به سرعت وارد کوره می‌گردد و هر یک ساعت، ۱۰ تا ۲۰ درجه از دمای آن کاسته می‌شود تا در نهایت به دمای ۶۰۰ درجه برسد.

از دیگر کاربردهای این محصول می‌توان به استفاده در تجهیزات اکستروژن، قالب‌های پلاستیک یا پتک‌کاری، مقاطع توخالی، بولت، قالب‌های ریخته‌گری روی، آلومینیوم، منیزیم و پیچ و مهره اشاره کرد.

### فولاد ۱٫۲۳۶۵

H10 و W320 از دیگر نام‌های این فولاد گرمکار هستند. این محصول نسبت به سایرین در دمای بالا، چقرمگی بهتری از خود نشان می‌دهد. با توجه به این که فولاد ۲۳۶۵ در برابر ضربات مقاومت خوبی دارد (به دلیل داشتن مقادیری از وانادیوم) در قالب‌های پرس و دایکاست فلزات مورد استفاده قرار می‌گیرد. این فولاد از خانواده فولاد مولیبدن دار است و به ندرت دچار ریز ترک می‌شود.

## فولاد ۱٫۲۳۶۷

L6 و W500 از دیگر نام‌های این فولاد هستند. تفاوت ناچیز اما مهم فولاد ۲۳۶۷ با ۲۳۶۵ در میزان کروم آن‌ها است. در نمونه اخیر از مولیبدن و کروم به عنوان پایه اصلی استفاده می‌شود و مقادیر این دو عنصر در فولاد ۲۳۶۷ بیشتر از سایر نمونه‌های مشابه است.

از همین رو برای استفاده در قالب‌های بزرگ، سکه زنی، قالب‌های خم و پلاستیکی و حتی قالب‌های اکستروژن در مقاطع بزرگ مورد استفاده قرار می‌گیرند. نیکل موجود در این گرید از فولاد باعث می‌شود که چقرمگی محصول بالا برود و بعضاً در برخی مواقع نقش [فولاد سردکار](#) را بازی کند.

## فولاد ۱٫۲۵۴۲

**فولاد گرمکار 2542** در بازار با نام‌های دیگری همچون k455 و S۲۵۴۲ نیز شناخته می‌شود و برای تولید قالب‌های ورق ضخیم و ابزارهای گرمکار با تنش حرارتی پایین کاملاً مناسب است. این محصول مانند فولاد ۲۳۴۴ به آنیل کاری جواب می‌دهد. با این تفاوت که دمای آنیل کاری آن‌ها چیزی حدود ۷۱۰ تا ۷۵۰ درجه و همچنین دمای فورجینگ آن‌ها بین ۸۵۰ تا ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد است. چقرمگی، سختی‌پذیری متوسط و ماشین‌کاری خوب از جمله خواص مهم فولاد ابزار گرمکار 2542 هستند.

## فولاد ۱٫۲۵۶۷

WKZ50 یکی از مشهورترین و استانداردترین فولادهای صنعتی حال حاضر است که به خاطر مقادیر بالای تنگستن در برابر سایش داغ، مقاومت بسیار بالایی دارد. لذا این فولادها مناسب استفاده در قالب‌هایی هستند که در شرایط حاد یا سخت کار می‌کنند مانند قالب دایکاست، اکستروژن و شکل‌دهی داغ. اگرچه تنگستن در این فولاد چقرمگی را کاهش می‌دهد اما وانادیوم آن را جبران می‌کند.

## فولاد ۱,۲۵۸۱

X30WCrV9-3 نیز از دیگر فولادهای تنگستن دار مشهور است که در ترکیب خود عناصری همچون کربن، سیلیسیوم، کروم، منگنز، تنگستن و وانادیوم دارد. درصد بالای تنگستن (۴/۵ درصد) در این محصول باعث کاهش چقرمگی و در نتیجه مقاومت آن نسبت به خنک کاری با آب شده است. اما فولاد گرمکار 2581 نسبت به سایر فولادها در دماهای بالا سختی خود را به شکل موثرتری حفظ می‌کند. همچنین کاربردهای این محصول مشابه فولاد ابزار گرمکار 1.2567 است.

## فولاد ۱,۲۷۱۴

فولاد w500 یا L6 از جمله ارزان‌ترین و پرکاربردترین نوع فولادهای آلیاژی است. این فولاد در ساخت قاب‌های بسیار بزرگ و همچنین قاب‌های پلاستیک مورد استفاده قرار می‌گیرد (همراه با فولاد ۱,۲۷۳۸) به همین علت بعضاً فولاد قالب پلاستیک هم نامیده می‌شوند.

**فولاد گرمکار 1.2714** دارای مقادیری از نیکل است در نتیجه چقرمگی آن بالا و به صورت سردکار نیز قابل استفاده است. سکه‌زنی و قالب‌های خم از دیگر کاربردهای این محصول هستند.

## فولاد ۱,۲۷۶۷

**فولاد گرمکار k600** یک عضو از خانواده فولادهای مولیبدن‌دار با استاندارد DIN آلمان است. این فولاد مقدار کمی فسفر و گوگرد دارد. فولاد ۲۷۶۷، سردکار و قابل استفاده در تیغه‌های برش سرد، سوراخ‌کاری، سکه‌زنی و آنیل کاری است. دمای فورجینگ فولاد مذکور چیزی حدود ۱۰۵۰- تا ۸۵۰ درجه سانتی‌گراد است.

## جدول آنالیز فولاد گرمکار

در ادامه می‌توانید به بررسی جدول آنالیز گریدهای مختلف فولاد گرمکار بپردازید:

آنالیز شیمیایی								سایر اسامی		
نیکل	کربن	سیلیسیم	منگنز	کروم	تنگستن	مولیبدن	وانادیوم	دین آلمان	نماد	نماد آمریکایی
	0.33- 0.41	0.80- 1.20	0.25- 0.50	4.80- 5.50		1.10- 1.50	0.30- 0.50	1.2343	X38CRMOV5	H11
	0.35- 0.42	0.80- 1.20	0.25- 0.50	4.80- 5.50		1.20- 1.50	0.85- 1.15	1.2344	X40CRMOV5	H13
	0.35- 0.40	0.30- 0.50	0.30- 0.50	4.80- 5.20		2.70- 3.20	0.40- 0.60	1.2367	32CRMOV12	H10
	0.28- 0.35	0.10- 0.40	0.15- 0.45	2.70- 3.20		2.50-3	0.40- 0.70	1.2365	32CRMOV12	H10
	0.25- 0.35	0.10- 0.40	0.15- 0.45	2.50- 3.20	8.50- 9.50		0.30- 0.50	1.2581	X30WCRV9	H21

1.50- 1.80	0.50- 0.60	0.10- 0.40	0.60- 0.90	0.80- 1.20		0.35- 0.55	0.05- 0.15	1.2714	56NICRMOV7	L6
1.50- 1.80	0.50- 0.60	0.10- 0.40	0.65- 0.95	0.60- 0.80		0.25- 0.35	0.07- 0.12	1.2313	55NICRMOV6	L6



ترکیب شیمیایی فولاد مهم‌ترین عامل در تعیین [قیمت فولاد گرمکار](#) است. هرچه آلیاژ کمتری در فولاد به کار رود مسلماً قیمت آن نیز کمتر خواهد شد. عناصری همچون کروم، کربن، وانادیوم، سیلیسیم و نیکل منجر به گران‌تر



شدن فولاد می‌شوند. در کنار مواد اولیه، مولفه‌هایی همچون سایز و روش تولید فولاد نیز در ارزش‌گذاری آن‌ها موثر هستند.

## **سختی فولاد گرمکار**

با توجه به این که در پروسه سخت‌کاری فولادها از چه عنصری استفاده می‌شود نوع سختی آن‌ها و سایر خواصشان متفاوت خواهد بود. تنگستن، وانادیوم، کروم و مولیبدن از جمله عناصری هستند که در سخت‌کاری فولادهای آلیاژی به کار می‌روند.

## **سختی فولاد گرمکار ساخته شده با کروم**

**فولاد گرمکار کروم** سختی عمقی با هوا یا گاز را تا ۳۰ سانتی‌متر تضمین می‌نماید. یعنی سختی آن چیزی حدود ۴۰ تا ۵۰ راکول است. همچنین این محصولات چقرمگی و تافنس مطلوبی هم دارند. توجه داشته باشید که فولادهای ساخته شده با کروم خودشان به دو دسته مولیبدن دار و تنگستن دار تقسیم می‌شوند.

## **سختی فولاد ساخته شده با تنگستن**

این فولادها اگرچه مقاومت خوبی در دماهای بالا دارند اما نسبتاً شکننده هستند. با این حال، باز هم در خیلی از صنایع همچون هوافضا و خودروسازی مورد استفاده قرار می‌گیرند. سخت‌کاری طبیعی فولاد تنگستن معمولاً مقداری بین ۴۵۰ الی ۶۰۰ برینل است.

نکته مهم در مورد سختی محصولات مذکور این است که باید مقادیر وانادیوم و تنگستن آن‌ها تنظیم شود تا از تشکیل کاربیدهای پیچیده و متعاقباً کاهش سختی فولاد جلوگیری به عمل آید.

## سختی فولاد ابزار گرمکار ساخته شده با مولیبدن

مولیبدن در فولاد وظیفه کاربرد زدایی دارد که این خاصیت در برخی فولادها باعث سختی ثانویه می‌گردد. این عنصر همچنین ریزدانه‌سازی فولاد را افزایش می‌دهد و در نتیجه سختی فولاد در دماهای بسیار بالا افزایش می‌یابد. محصولات مولیبدن دار نسبت به شوک الکتریکی مقاوم هستند و از ویژگی‌هایی همچون مقاومت تسلیم، مقاومت نهایی و همچنین قابلیت جوشکاری برخوردارند.

## ویژگی‌های مهم در فولاد گرمکار

فولاد ابزار گرمکار دارای نمونه‌های مختلفی است که در مطالب قبلی مختصراً به تمام آن‌ها اشاره کردیم. اما برای این که فولادها بتوانند در شرایط کاری مختلف دوام بیاورند، باید یک سری مجموعه ویژگی‌ها را دارا باشند که مهم‌ترین آن‌ها به این ترتیب‌اند:

۱. محکم بودن در شرایط کشش گرمایی

۲. بازگشت پذیری کم

۳. مقاوم در برابر ضربه‌های گرمایی

۴. تحمل زیاد در راستای سایش‌های گرم

۵. تحمل و مقاومت شوک‌های حرارتی

۶. بروز مقاومت در برابر شوک الکتریکی

۷. مقاوم بودن در برابر تغییر شکل

۸. ماشین کاری خوب

۹. مقاومت در برابر اکسیداسیون

## جوشکاری فولاد گرمکار

یکی از رایج‌ترین شیوه‌ی اتصال در فولاد، جوشکاری است. با جوشکاری می‌توان انواع و اقسام ابزارهای گرمکار و قالب‌ها را تولید کرد. برای هر دو نوع فولاد آنیل شده و تمپر شده جوشکاری انجام می‌شود. اما به طور کلی سه

نوع فولاد گرمکار قابلیت جوشکاری دارند:

۱. فولاد گرمکار سخت شده با روغن

۲. فولاد گرمکار سخت شده با هوا

۳. فولاد ابزار گرمکار سخت شده با آب

دمای فولاد در مرحله پیش گرمایش جوشکاری بایستی به ۳۲۵ درجه برسد. ضمن این که در حین جوشکاری هم نباید دمای آن بالاتر از ۴۷۵ درجه برود. فرآیند خنک‌سازی به آهستگی و به مرور زمان انجام می‌شود. سیم A267 یکی از بهترین سیم‌ها برای جوشکاری فولاد گرم است که در حوزه‌های مختلفی همچون تیغه‌های برش گرم، میله محور و غلتک، پرهای گرمکار و حیدهای فورج مفتول و سیم مورد استفاده قرار می‌گیرد.

## عملیات حرارتی فولاد ابزار گرم کار به چه صورت است؟

اگر توجه کرده باشید یکی از مهم‌ترین کاربردهای انواع فولادهای گرمکار، استفاده از آن‌ها در تولید قالب‌ها است. برای این که فولادها بتوانند در این زمینه استفاده شوند بایستی تحت عملیات حرارتی قرار بگیرند. در نتیجه

عملیات حرارتی، فولادها و قالب‌ها خواص و ویژگی‌هایی همچون سختی و استحکام بالا، چقرمگی و مقاومت به سایش را به دست می‌آورند.

## تفاوت فولاد سردکار و گرمکار

فولاد سردکار و گرمکار به لحاظ شرایط کاری، خواص و ویژگی‌ها کاملاً با یکدیگر متفاوت هستند و در موقعیت‌های مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرند. مهم‌ترین تفاوت‌ها را می‌توان به این ترتیب دانست:

### تفاوت در دمای کار

مهم‌ترین و بارزترین تفاوت فولاد سردکار و گرمکار دمای کاری آن‌هاست. فولاد سردکار تحمل دمای بالا را ندارد و در صورتی که در این شرایط قرار بگیرد تغییر شکل می‌دهد. بنابراین دمای کاری آن‌ها ۲۰۰ تا ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد است. این در حالی است که **فولاد گرمکار** تا دمای ۷۶۰ درجه سانتی‌گراد را تحمل می‌کند (ضمن حفظ خواص ویژگی‌های خود).

### ترکیبات مورد استفاده

فولاد سردکار دارای مقادیر کربن بیشتری است چرا که این محصولات با توجه به کاربردهایشان نیاز به سختی بالایی دارند. همچنین کروم به کار رفته در فولادهای سردکار، بیشتر از نمونه‌های گرمکار است از همین رو مقاومت سایشی‌شان نیز با یکدیگر متفاوت خواهد بود.

## تفاوت در قیمت

قیمت فولاد سردکار نسبت به نمونه‌های گرمکار کمتر است. البته این بدان معنی نیست که فولاد گرمکار کیفیت بیشتری دارد. همه‌ی محصولات، متناسب با عواملی که در بخش قبل گفتیم، تعیین قیمت می‌شوند و افراد بایستی متناسب با نوع نیاز خود نسبت به خرید مناسب‌ترین محصول اقدام نمایند.

## بهترین کارخانه‌های تولید کننده فولاد گرمکار کدامند؟

فولادهای آلیاژی گرمکار که بر پایه‌ی کروم هستند در بسیاری از کشورهای توسعه یافته تولید و توزیع می‌شوند. به طور مثال DSS اوکراین یکی از بهترین تولیدکنندگان فولاد گرمکار است. البته سایر برندها همچون بهلر اتریش یا نمونه‌های آلمانی هم هستند که کیفیت قابل قبولی دارند. [قیمت فولاد آلیاژی](#) چینی و تایوانی کمتر و در نتیجه کیفیتشان هم پایین‌تر است.

کارخانه‌هایی همچون فولاد مرکزی دلاکان، پاسکو، شرکت استیل صنعت شکوه توس و فولاد مبارکه اصفهان از جمله تولیدکنندگان ایرانی فولاد آلیاژی است.

پیش از خرید هر نوع فولادی، باید ضمن آشنایی با نیازهای خود از شرایط بازار فروش این محصولات نیز اطلاعات کافی داشته باشید. بنابراین اگر خودتان در این حوزه دانشی ندارید می‌توانید با کارشناسان میهن فولاد تماس برقرار کنید... کارشناسان ما با دانستن هدف و نیازهای افراد کمک شایانی به شما می‌کنند.

## سوالات متداول

۱. در چه مواردی می‌توان از فولاد گرمکار استفاده کرد؟

**فولاد گرمکار** نمونه‌ها و گریدهای مختلفی دارد لذا می‌توان از آن در طیف گسترده‌ای از موقعیت‌ها بهره برد به طور مثال برای برش انواع فلزات، ساخت انواع قالب‌های ریخته‌گری و اکستروژنی.

۲. مهم‌ترین مزیت استفاده از فولاد گرم کار چیست؟

مهم‌ترین مزیت فولاد ابزار گرمکار این است که اگر برای مدتی طولانی در دمای بالا قرار بگیرند به شکل ناخواسته تغییر شکل نمی‌دهند. ضمن این که در برابر سایش‌های گرم نیز مقاوم است.

۳. مهم‌ترین عیب استفاده از فولاد گرم کار کدام است؟

شاید بتوان مهم‌ترین مشکل فولاد گرمکار را قیمت زیاد آن دانست.

میهن فولاد

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