

بیتتر بدانیم

توسط: گوهرشناس مهندس فرهاد زندی

اسپینل مصنوعی، برای اولین بار به‌طور تصادفی در طی تلاش برای ساخت یاقوت کبود مصنوعی آبی با فرآیند Verneuil تولید شد. به جای یاقوت کبود آبی آنها اسپینل‌های مصنوعی مانند Synthetic Blue Spinel را کشف کردند. که آن کپی دقیق از همتایان طبیعی آنها است.

Ruby و Timur Ruby که در جواهرات سلطنتی انگلستان به‌کار رفته را اشاره نمود. تا اینکه با پیشرفت علم گوهرشناسی این دو خانواده از هم جدا شدند.

مهم‌ترین استفاده اسپینل در جواهرات است. این کانی به رنگ‌های متفاوتی از جمله صورتی، بی‌رنگ، قرمز، آبی، آبی نارنجی، بنفش، قهوه‌ای و مشکی در طبیعت یافت می‌شود که از گرانبهاترین آن‌ها رنگ قرمز و آبی است که هم‌رنگ یاقوت قرمز و یاقوت کبود بوده و قرمز نارنجی آن که به Flame Ruby معروف است. اگرچه کیفیت عالی اسپینل قرمز و آبی بسیار کمیاب‌تر از یاقوت کبود و یاقوت قرمز است ولی در بازارهای جهانی از قیمت کمتری برخوردار هستند که خودگویای این امر است که کمیابی تنها دلیل گرانبها بودن گوهر نیست

چهار فاکتور رنگ، برش، پاکی و وزن در ارزش بودن این کانی دخالت دارند. از دید تجارت رنگ قرمز و آبی گران‌بهارترین بوده ولی گونه مصنوعی آن با کیفیت عالی در

وزن مخصوص: ۳/۵۴ - ۳/۶۳

ضریب شکست: ۱/۷۶۲ - ۱/۷۱۲

سیستم کریستالی: کیوبیک

سختی: ۸

فرمول شیمیایی: $MgAl_2O_4$

این کانی به صورت Cubic یا سیستم مکعبی که معمولاً به شکل دو هرم که در انتها به هم چسبیده شده‌اند (Octahedron) یافت می‌شود. از دیگر کانی‌هایی که به این سیستم رشد می‌کنند می‌توان گارنت و الماس را نام برد.

اسپینل در دسته بندی کانی‌های Oxide طبقه بندی می‌شود (به عبارتی در ترکیب شیمیایی خود دارای اکسیژن است). این کانی بیش از هزار سال با یاقوت قرمز و یاقوت کبود اشتباه گرفته می‌شد (برای گونه می‌توان Black Princes



مقایسه با آن بسیار ارزان تر است. رنگ بنفش و صورتی بعد از آبی و قرمز در تجارت محبوب و با ارزش هستند. از نظر پاکی آن دسته که بدون ناخالصی‌هایی که با چشم غیر مسلح دیده نمی‌شوند گران‌تر و از نظر برش، برش کوسنی (Cushion) و بیضی (Oval) معروف و محبوب‌تر هستند و سایزهایی که وزن آن‌ها بیش از ۵ قیراط هستند، دارای ارزش بیشتری می‌شوند.

اسپینل می‌تواند دارای پدیده ستاره‌ای باشد که بسیار کمیاب و گران‌بها است.

اسپینل مصنوعی

اسپینل مصنوعی به طور تصادفی در فرایند ساخت یاقوت کبود مصنوعی به روش Verneuil ساخته شد. تمام خصوصیات این نمونه با همتای طبیعی خود برابری می‌کند. اسپینل مصنوعی هم در همه رنگ‌ها از جمله قرمز، زرد، قهوه‌ای، سبز روشن تا تیره، صورتی، بنفش، بی‌رنگ، نارنجی، مشکی و... ساخته می‌شود.

از نظر ظاهری، رنگ آبی آن می‌تواند با توپاز و آکوامارین، رنگ صورتی و قرمز آن با یاقوت قرمز و رنگ آبی تیره آن با یاقوت کبود اشتباه شود.

از اسپینل مصنوعی در سنگ‌های Doublet و Triplet برای شبیه‌سازی سنگ‌های گران‌بها استفاده‌های فراوانی می‌شود. ضریب شکست اسپینل مصنوعی مقداری بالاتر از نمونه طبیعی است که علت آن مقدار زیاد اکسید آلومینیوم است.

امروزه Corundum مصنوعی کمتر مورد استفاده است، اسپینل مصنوعی هنوز هم یکی از رایج‌ترین مواد گوهر ساخته شده توسط انسان، به ویژه Spinel مصنوعی آبی است. آن اغلب در حلقه و جواهرات لباس خودنمایی می‌کنند. رنگ‌های آبی، سبز و رنگ‌های دیگر اسپینل مصنوعی بیشتر با استفاده از روش ارزان شعله فیوز تولید می‌شوند. این اسپینل‌های مصنوعی را می‌توان با توجه به ضریب شکست کمی بالاتر از اسپینل‌های طبیعی به دلیل تنوع شیمیایی آن که شامل میزان آلومینیوم بالاتر است، تشخیص داد.



اسپینل مصنوعی سبز



اسپینل مصنوعی آبی مایل به بنفش

یکی از اسپینل‌های آبی مصنوعی غیر طبیعی با شعله فیوژن که نشان‌دهنده پاسخ مغناطیسی ضعیف به دلیل منگنز (Mn^{2+}) است. این گوهر دارای یک رنگ آبی روشن و آبی سبز "aqua" غیر معمول است و در زیر نور اشعه ماوراء بنفش موج بلند، رنگ زرد-سبز قدرتمندی را نشان می‌دهد و حاکی از محتوای منگنز است. احتمالاً غلظت منگنز بیشتر از غلظت کبالت است و بر فلورسانس معمولی صورتی یا قرمز اسپینل آبی مصنوعی غلبه دارد و شاید در تعامل با کبالت باشد تا تمام فلورسانس قرمز را فرو نشاند. با کمک طیف‌سنج (spectrometer)، مقدار کمی منگنز را در سایر اسپینل‌های مصنوعی آبی روشن کشف کردیم، اما تنها این یک نمونه حاوی منگنز کافی برای ایجاد فلورسانس سبز در زیر نور ماوراء بنفش موج بلند، به همراه کشش مغناطیسی بود.



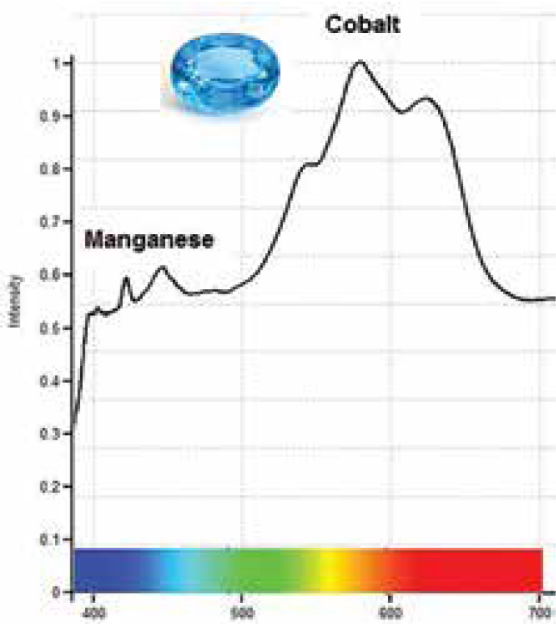
اسپینل مصنوعی آبی روشن



اسپینل مصنوعی به رنگ آبی متوسط



اسپینل مصنوعی به رنگ آبی تیره



تمام اسپینل‌های مصنوعی با رنگ آبی روشن که مورد آزمایش قرار دادیم، به دلیل منگنز، فلورسانس زرد را تحت تابش طول موج کوتاه (UV) قرار می‌دهند.

هدف از افزودن منگنز به اسپینل مصنوعی مشخص نیست، اما شاید با آمیختن در یک جزء ظریف زرد-سبز روشن، رنگ آبی را روشن‌تر کند. این می‌تواند مشابه آنچه در «ئون» یا «aqua» آبی تورمالین پارایما می‌بایم که به طور طبیعی توسط مس به رنگ آبی رنگ شده و ممکن است توسط منگنز در رنگ تغییر یافته باشد. در تصویر روبرو اسپینل مصنوعی آبی به دلیل منگنز غیرعادی مغناطیسی است.

سنگ‌های آبی اسپینل تولید شده با روش کندتر و پرهزینه‌تر رشد می‌کنند، به دلیل دارا بودن کبالت زیاد، رنگ آبی روشن دارند. آن‌ها به طور کلی از نظر اندازه کوچک هستند و از کریستال‌های مصنوعی کوچک مانند بلورهای اسپینل طبیعی هشت ضلعی (اکتاهدران)، برخلاف شکل‌های بزرگ و توپی گرد اسپینل فیوژن شعله‌ای شکل گرفته‌اند. از آنجاکه شیمی اصلی همان اسپینل طبیعی است، دامنه شاخص انکسار نیز یکسان است. در حالی که اسپینل‌های مصنوعی آبی مشترک مصنوعی شعله فیوژن تقریباً همیشه مغناطیسی هستند، اسپینل‌های آبی با رشد شار به دلیل دارا بودن کبالت بالاتر از نظر مغناطیسی ضعیف هستند. این تنها ماده گوهر از هر نوع است که ما پیدا کرده ایم که جذابیت مغناطیسی را به طور کامل در نتیجه کبالت نشان می‌دهد. هیچ آهن یا منگنز قابل تشخیص نیست. تصویر روبرو اسپینل آبی مصنوعی با رشد شار است.

اسپینل مصنوعی با رشد شار آبی می‌تواند در کبالت اسپینل طبیعی اشتباه شود، زیرا هر دو دارای رنگ آبی یکسان، همان ضریب شکست، و هر دو جذب مغناطیسی ضعیفی را نشان می‌دهند. با این حال، یک پاسخ مغناطیسی متوسط تا قوی در هر اسپینل آبی روشن، حاکی از آهن و منشا طبیعی آن است. خوشبختانه، اسپینل‌های آبی با رشد شار به ندرت به عنوان سنگ‌های قیمتی پیدا می‌شوند زیرا برای تولید، پرهزینه و اندازه کوچک وقت‌گیر هستند. اسپینل‌های رشد یافته به شار آبی، تابش زیر نور ماوراء بنفش موج بلند را، مانند اسپینل‌های مصنوعی شعله فیوژن آبی تیره به خوبی روشن نمی‌کنند. احتمالاً به دلیل کاهش غلظت توسط غلظت بیشتری از کبالت تولید می‌شود.

فلورسانس: اسپینل مصنوعی آبی مصنوعی با محتوای منگنز غیر معمول بالا، فلورسانس سبز تحت هر دو موج طولانی و نور UV موج کوتاه است. اسپینل‌های مصنوعی شعله‌ای آبی با محتوای کبالت نسبتاً زیاد، فلورسانس صورتی یا قرمز را تحت تابش نور ماوراء بنفش موج طولانی به دلیل کبالت، و فلورسانس زرد / سبز زیر نور ماوراء بنفش موج کوتاه، احتمالاً به دلیل مقدار کمی منگنز. به دلیل اثر دفع شدن آهن در اسپینل‌های طبیعی، تشخیص فلورسانس UV صورتی یا قرمز از کبالت به جز در اسپینل نادر کبالت دشوار است.



اسپینل مصنوعی صورتی: که در بازار نادر است، زیرا این محصولات نیز رشد شار دارند. مانند رومی مصنوعی، اسپینل‌های مصنوعی صورتی کاملاً توسط کروم رنگ می‌شوند و در زیر نور ماوراء بنفش قرمز رنگ فلورسانس می‌شوند. اسپینل مصنوعی صورتی رشد شار نشان داده شده در زیر به دلیل غلظت کم کروم، دیامغناطیسی است. این گوهر نسبتاً قرمز ملایم است. اسپینل‌های صورتی مصنوعی ممکن است همیشه با آزمایش مغناطیسی از صورتی طبیعی قابل تشخیص نباشند، از آنجاکه برخی از اسپینل‌های

اسپینل صورتی مصنوعی با رشد شار



نور روز ۱/۵۱ct ، متوسط ، SI ۸۲ LWUV فلورسانس ۴۰۵ نانومتر (کبالت) و ۴۷۵ نانومتر (منگنز)

صورتی طبیعی نیز دیامغناطیسی هستند. اما هر جاذبه مغناطیسی نشانگر منشأ طبیعی به دلیل وجود آهن علاوه بر کروم نیست.

اسپینل مصنوعی سبز: یک اسپینل مصنوعی با رنگ سبز-آبی یا «نعناع» در طول مطالعه ما (در زیر نشان داده شده است) بسته به طول موج، دو رنگ مختلف را در زیر نور ماوراء بنفش موج بلند (LWUV) فلورسانس می‌کند. فلورسانس صورتی تحت تابش نور فوق العاده بنفش (۴۰۵ نانومتر) وجود کبالت را نشان می‌دهد، که باعث تکمیل جزء رنگ آبی رنگ نعناع می‌شود. فلورسانس سبز در زیر نور ماوراء بنفش موج بلند (۳۷۵ نانومتر) منگنز را نشان می‌دهد، که جزء رنگ زرد (زرد + آبی = سبز) را نشان می‌دهد. فلورسانس سبز شدید از منگنز نیز در زیر نور ماوراء بنفش موج کوتاه مشاهده



از راست به چپ: اسپینل مصنوعی سبز تیره، آبی سبز و سبز روشن

می‌شود. پاسخ مغناطیسی نسبتاً مغناطیسی این گوهر روی هم رفته ناشی از منگنز است.

بیشتر اسپینل‌های مصنوعی سبز هیچ جذب مغناطیسی نشان نمی‌دهند. شعله‌ای فیوژن مصنوعی سبز نشان داده شده در زیر حاوی کبالت (+CO₂)، کروموفور آبی) به عنوان کروموفور اولیه علاوه بر مقداری کمی منگنز (+Mn²⁺، کروموفور زرد) برای ایجاد رنگ سبز (زرد + آبی = سبز) است. هر ۳ جواهر دیامغناطیسی هستند. گوهر مصنوعی سبز در مرکز تقلید از رنگ اسپینل نادر طبیعی آبی-آبی سبز است، اما نداشتن جاذبه مغناطیسی این گوهر مصنوعی را از همتای طبیعی خود جدا می‌کند. سنگ‌های چپ و وسط در زیر نور فلورسانس و زیر نور ماوراء بنفش موج طولانی به دلیل محتوای کبالت. هر سه سنگ‌های تحت تابش نور ماوراء بنفش موج کوتاه به دلیل محتوای منگنز، زرد را فلورسانس می‌کنند.



اسپینل مصنوعی سبز مایل به زرد



اسپینل سبز مایل به زرد مصنوعی که در زیر (سمت چپ) نشان داده شده است فقط توسط منگنز با غلظت کم‌بیش زیاد رنگ می‌شود و به دلیل منگنز واکنش مغناطیسی قوی نشان می‌دهد. همچنین زرد / سبز روشن را زیر نور ماوراء بنفش فلورسانس می‌کند. شعله فیوز مصنوعی سبز زیتون «زیتونی» در سمت راست غلظت کم منگنز دارد و یک پاسخ دیامغناطیسی را نشان می‌دهد. این زرد را تنها در زیر نور UV موج کوتاه فلورسانس می‌کند. رنگ‌های زرد و زرد مایل به سبز در بین سنگ‌های طبیعی اسپینل بسیار نادر است. این نتیجه رنگ و مغناطیس است.

برگرفته از: © Kirk Feral 2015

اسپینل مصنوعی سبز
زیتونی