

به نام خدا



مرکز دانلود رایگان  
مهندسی متالورژی و مواد

[www.Iran-mavad.com](http://www.Iran-mavad.com)



به نام خالق هستی بخش

# ذوب مجدد قوسی تحت خلأ

# VAR

گزارش ارائه پروژه درس استخراج فلزات

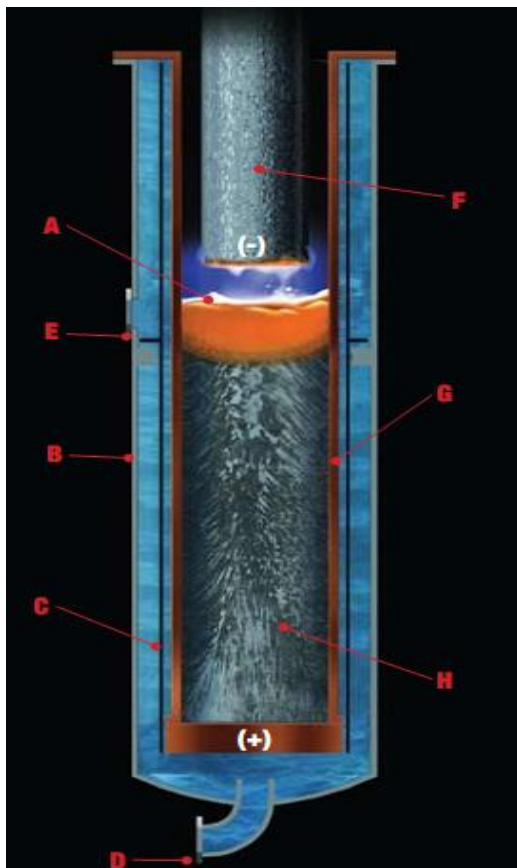
سمیه خیری

استاد راهنما: آقای دکتر کروجی

بهار ۹۱

## Vacuum Arc Remelting

ذوب و ذوب مجدد قوس الکتریکی ، در مراکز تحقیقاتی و علمی مرتبط با آلیاژهای جدید و ویژه از قبیل سوپرآلیاژها و فلزات دما بالا و صنایع هسته ای کاربرد دارد. فرآیند ذوب مجدد قوسی تحت خلاء در ابتدا به عنوان روش ذوب سوپرآلیاژها استفاده می شد. ولی امروزه این روش در بسیاری از صنایع جهت تولید آلیاژهای مرغوب که ساختار یکنواخت، استحکام خستگی و تافنس بالا مورد توجه می باشد، استفاده می شود. این فرآیند به دلیل داشتن قالبی آبگرد، ساختار انجمادی جهت داری ایجاد میکند عامل قوس باعث شکست حرارتی آخال های اکسیدی و نیتریدی موجود در فولاد شده و آنها را به طور یکنواخت در زمینه مارتنزیتی پخش می کند. همچنین قوس می تواند بخشی از آخالهای موجود در فولاد را تجزیه حرارتی کند. در ادامه عامل خلاء باعث خروج اتم های گازی محلول و نیز گازهای حاصل از تجزیه حرارتی آخال ها می گردد.



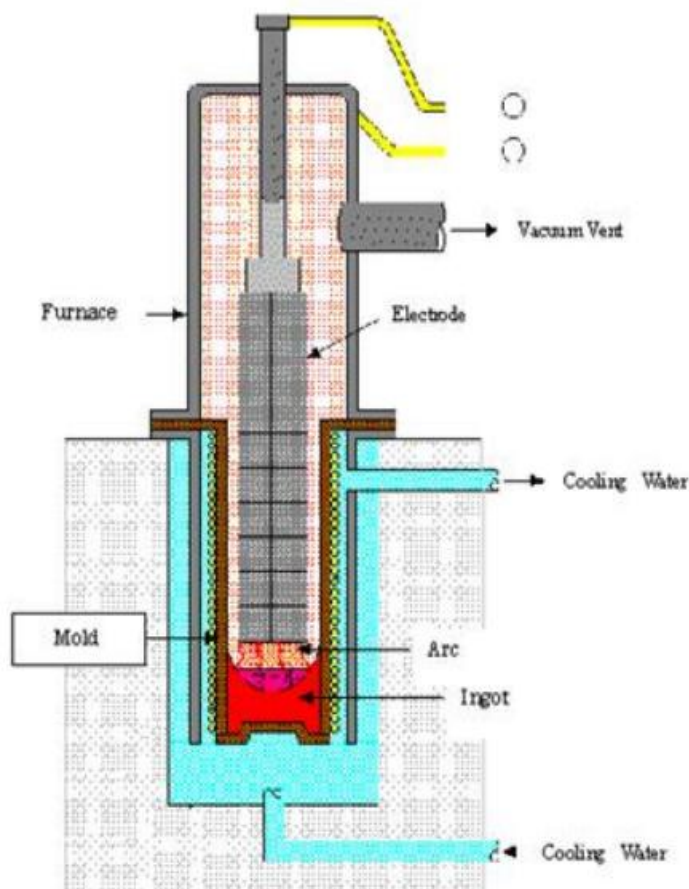
- A Arc Zone**
- B Water Jacket**
- C High Velocity Guide**
- D Water In**
- E Water Out**
- F Electrode**
- G Crucible**
- H Ingot**

شکل ۱. شمایی از کوره ی ذوب قوسی

## Vacuum Arc Remelting

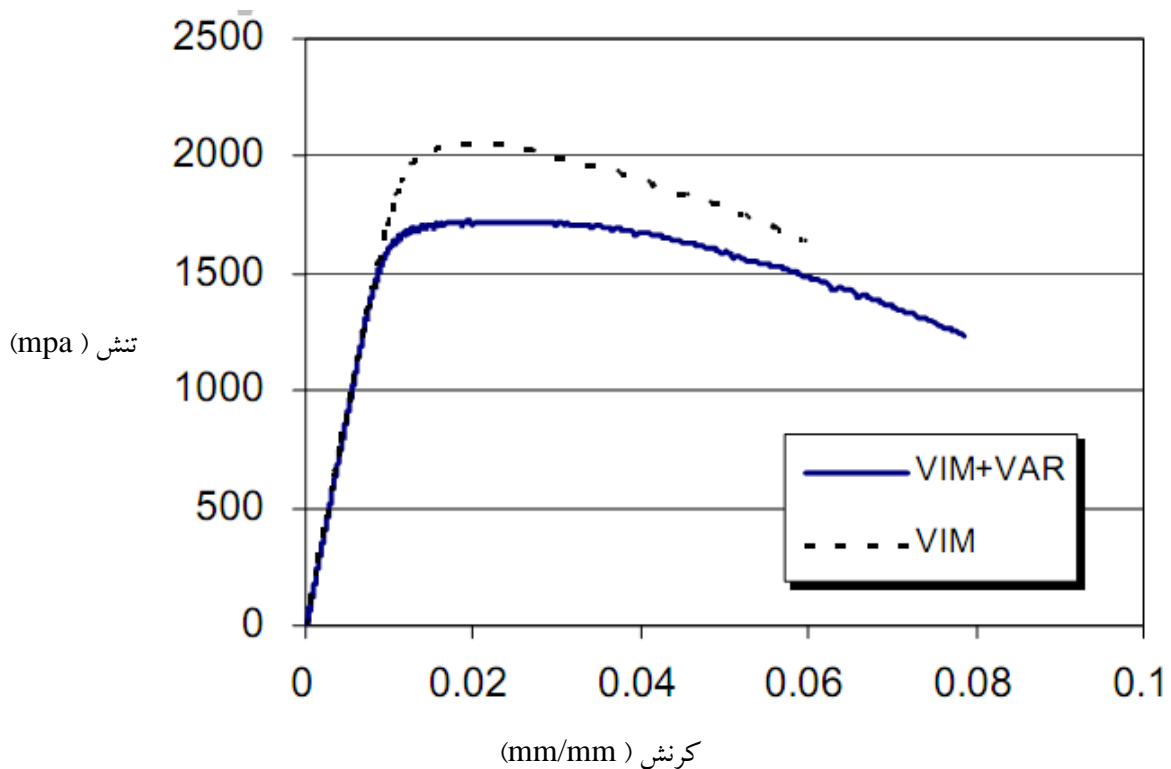
در این فرایند یک الکتروود مصرف شدنی که توسط ذوب القایی تحت خلا ریخته گری شده است به طور پیوسته به وسیله جرقه زنی تحت خلا ذوب مجدد می شود. عمل جرقه زنی در اثر اختلاف پتانسیل ایجاد شده بین انتهای الکتروود و قالب مسی که زیر آن واقع است انجام شده و به دلیل حرارت زیاد تولید شده در این عمل الکتروود به تدریج ذوب مجدد می شود.

در نهایت یک شمش جدید بر روی قالب مسی که با آب خنک می شود تشکیل می گردد. این فرآیند در ابتدا با هدف تجزیه ی ناخالصی های اکسیدی و نیتریدی در فرآیند ذوب اولیه ابداع شد اما در عمل معلوم شد که این فرآیند تأثیرات مهم تری بر ریزساختار حاصل از انجماد سوپرآلیاژها دارد. ساختمان حاصل از انجماد در این گونه شمش ها یک انجماد جهت دار دندریتی است. در شکل ۱ این فرایند به طور شماتیک نشان داده شده است.



شکل ۲. فرآیند شماتیک ذوب مجدد قوسی تحت خلا

منحنی کشش مهندسی فولاد که به روش های VIM و ذوب دوگانه (VIM+VAR) تولید شده اند، در شکل زیر نشان داده شده است.



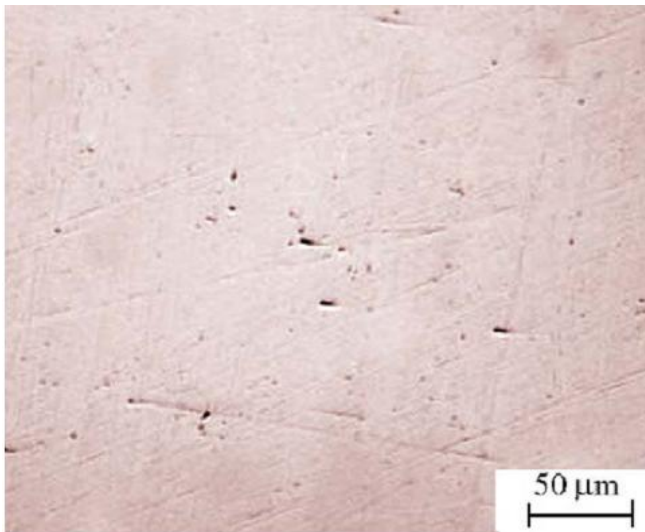
شکل ۳. تأثیر فرآیند VAR بر منحنی کشش فولاد

انجام فرآیند VAR باعث تغییرات زیر بر روی فولادی که به روش VIM تولید شده، گردیده است:

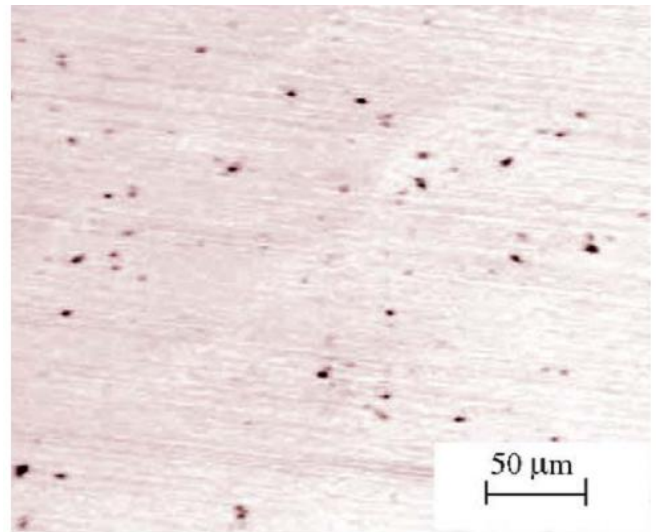
۱. کاهش مقدار استحکام
۲. کاهش در مقدار سختی
۳. افزایش مقدار انعطاف پذیری و داکتیلیته
۴. افزایش در مقدار مقاومت به ضربه

## Vacuum Arc Remelting

در شکل زیر توزیع آخال های موجود در فولاد تولید شده با روش های VIM و VIM+VAR مشاهده می شود. براساس این شکل در اثر انجام فرآیند ذوب دوگانه از میزان کسر سطحی آخال های موجود در فولاد VIM شده کاسته شده است.



(b)



(a)

شکل ۴. شمایی از مقدار، اندازه و توزیع آخال های موجود در شمش ریخته گری شده فولادی

VAR ( b )

VIM ( a )



شکل ۵. شمایی از شمش های ریخته شده در کوره VAR

علت تغییرات خواص مکانیکی در اثر انجام فرآیند VAR را می توان اینگونه بیان کرد:

با توجه به اینکه این فرآیند دارای قالبی آبگرد است سرعت سردکنندگی بالا باعث ریز شدن دانه بندی فولاد و افزایش استحکام می شود. در مجموع میتوان گفت: فرآیند VAR با اعمال قوس باعث شکست حرارتی رسوبات و آخالها و اتلاف بخشی از عناصر سازنده آنها می شود. علاوه بر این بخشی از آخال ها و رسوبات تجزیه حرارتی می شوند. کاهش عناصر لازم برای تشکیل رسوبات در حین عملیات حرارتی بعدی می تواند میزان این رسوبات را کاهش دهد و بدین وسیله باعث افت استحکام ناشی از رسوب سختی شود. از طرفی بعد از شکست حرارتی رسوبات و افزایش تعداد رسوبات انتظار میرود استحکام اندکی افزایش یابد. ضمناً تجزیه حرارتی کامل آخال ها و آزادسازی تمام گازهای موجود در آنها به علت خلاء پایین مورد استفاده امکانپذیر نیست. لذا به نظر می رسد که تأثیر اتلاف عناصر و تشکیل تعداد کمتری از رسوبات در حین عملیات حرارتی بعدی علت اصلی کاهش اندک استحکام بوده است. بنابراین بعد از فرآیند VAR از مقدار فازهای ترد موجود در فولاد کاسته شده و مقاومت به ضربه فولاد نسبت به حالت VIM شده افزایش یافته است.

فرآیندهای VIM و VAR از نظر عامل خلاء به یکدیگر شبیه بوده، ولی از نظر عامل گرمایش با یکدیگر تفاوت دارند. در فرآیند VAR عامل ایجاد گرما قوس است در حالی که در فرآیند VIM عامل ایجادکننده گرما، القا است. قوس به مراتب حرارت لحظه ای بیشتری نسبت به القا ایجاد می کند. اعمال قوس باعث شکست حرارتی آخال های موجود در فولاد شده و اندازه آن ها را کاهش می دهد. علاوه بر شکست حرارتی، بخشی از آخال ها تجزیه شده و اتم های گازی موجود در آن ها آزاد می شوند. اتم های اکسیژن و نیتروژن حاصل به صورت مونواکسید کربن و ازت به بالای سطح مذاب می آیند. سپس این گازها همراه با گازهای حاصل از اتم های گازی محلول در زمینه توسط عامل "خلاء" به بیرون از محیط ذوب هدایت می شوند..



### کوره خلأ قوس الکتریکی:

- ویژگی ها:
  - ◀ مشاهده داخل محفظه با تعبیه پنجره شیشه ای و نور داخل محفظه
  - ◀ حرکت چرخشی و رو به داخل الکتروود
  - ◀ اپراتوری آسان
  - ◀ قیمت مناسب
  - ◀ رسیدن سریع به دمای ماکزیمم، کاری
- به دلیل طراحی ساده، اپراتوری آسان و ابعاد مناسب کوره های مزبور به راحتی از مذاب خالی می شوند و می توان از آنها برای تهیه مذاب با خلوص بالا استفاده کرد.
- تجهیزات خلأ مورد استفاده، هوای داخل محفظه را قبل از ورود گاز خنثی محافظ تخلیه می کند.



شکل ۶. نمایی از کوره خلأ قوس الکتریکی در شرایط آزمایشگاهی



تصاویری از کوره های ذوب مجدد قوسی تحت خلأ در صنعت

