



خلاصه مدیریتی

بررسی جامع تولید سوپرآلیاژها در کشور

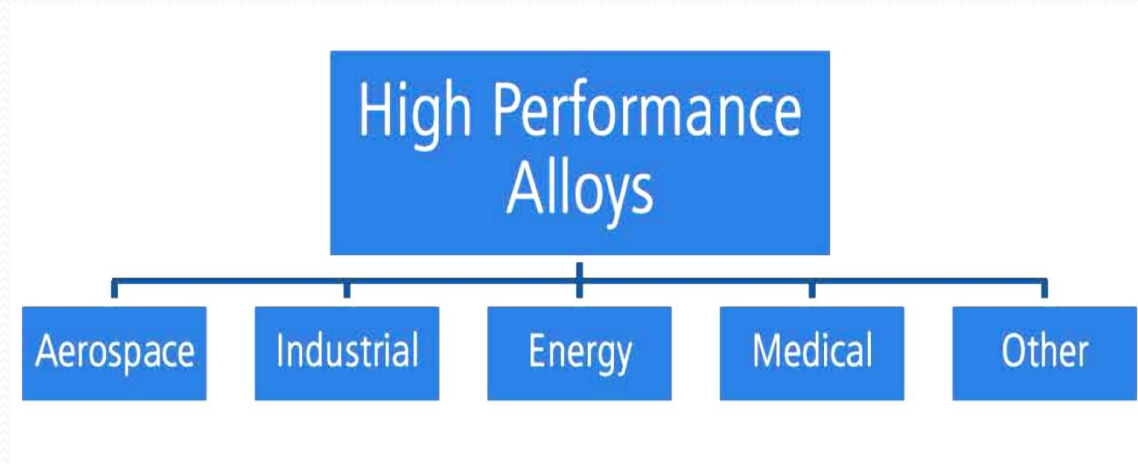
قرارداد پژوهشی شماره ۷۰۰۴

آذر ماه ۱۳۹۴

تعریف سوپرآلیاژ

- خانواده ای از آلیاژها که ترکیب منحصر به فردی از استحکام در دمای بالا ، چقرمگی (مقاومت به شکست) و مقاومت به خوردگی دارند.
- از نظر ترکیب شیمیایی به ۳ گروه عمده پایه نیکل ، پایه آهن- نیکل و پایه کبالت تقسیم بندی می شوند.
- از نظر فرآیند تولید شمش به دو گروه عمده ریختگی (Cast) و کارپذیر (Wrought) تقسیم بندی می شوند.

کاربردهای سوپر آلیاژها



کاربردهای عمده سوپر آلیاژها

- صنعت توربین گاز (هوایی و زمینی)
- صنایع مرتبط با محیط های خورنده و ساینده (نظیر صنایع نفت و پتروشیمی و صنایع دریایی)
- صنایع دمای بالا (نظیر ساخت کوره ها)

مثالهایی از قطعات سوپرآلیاژی



مثالهایی از قطعات سوپراآلیاژی

پره، دیسک و شفت در توربین‌ها گازی



مثالهایی از قطعات سوپر آلیاژی

محفظه احتراق



مثالهایی از قطعات سوپر آلیاژی

انواع ایمپلنت های جایگزین استخوان و مفاصل



تکنولوژی های تولید مواد اولیه سوپرآلیاژی

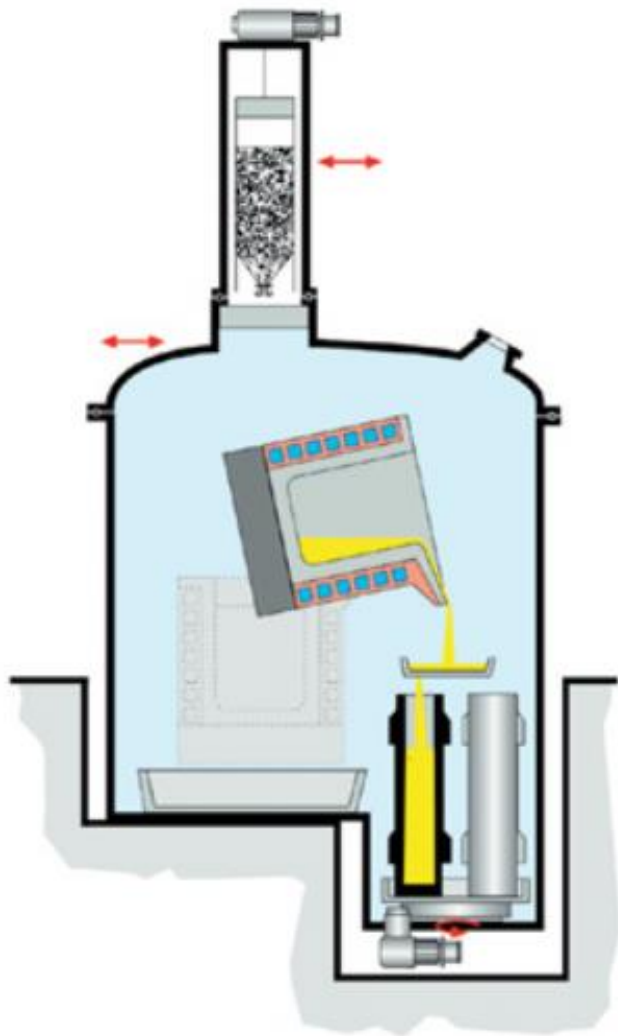
- ذوب القایی تحت خلاء VIM (Vacuum Induction Melting)

- ذوب مجدد توسط قوس الکتریکی تحت خلاء، VAR
(Vacuum Arc Remelting)

- تصفیه الکتریکی با سرباره ، ESR (Electro-Slag Refining)

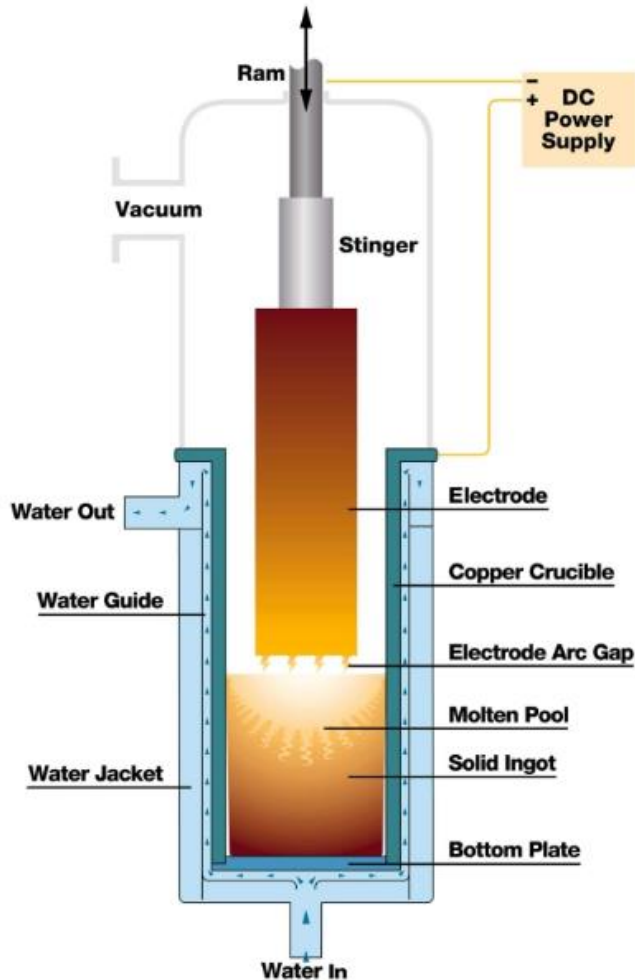
- متالورژی پودر

ذوب القایی تحت خلاء VIM



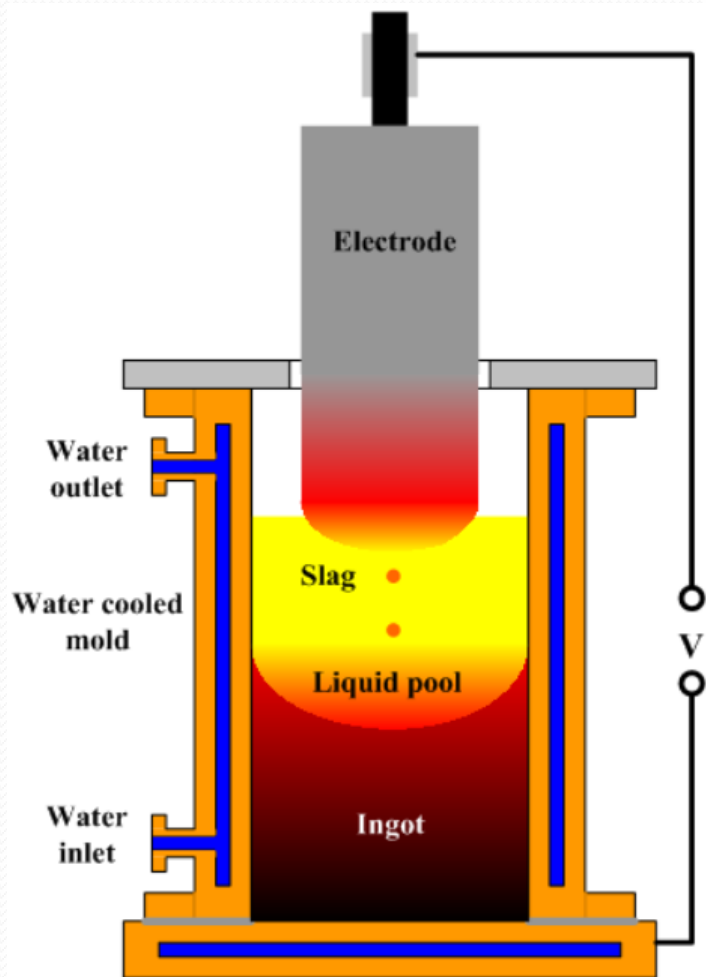
- ذوب اولیه آلیاژهای حاوی عناصر فعال نظیر Al و Ti
- تولید شمش به عنوان مواد اولیه برای ریخته گری دقیق قطعات سوپرآلیاژی
- تولید الکتروود برای فرآیندهای ذوب ثانویه (VAR, ESR) که در عملیات ترمومکانیکی به محصولات نیمه آماده یا نهایی کارپذیر (Wrought) تبدیل می شوند.

ذوب مجدد توسط قوس الکتریکی تحت خلاء ، VAR



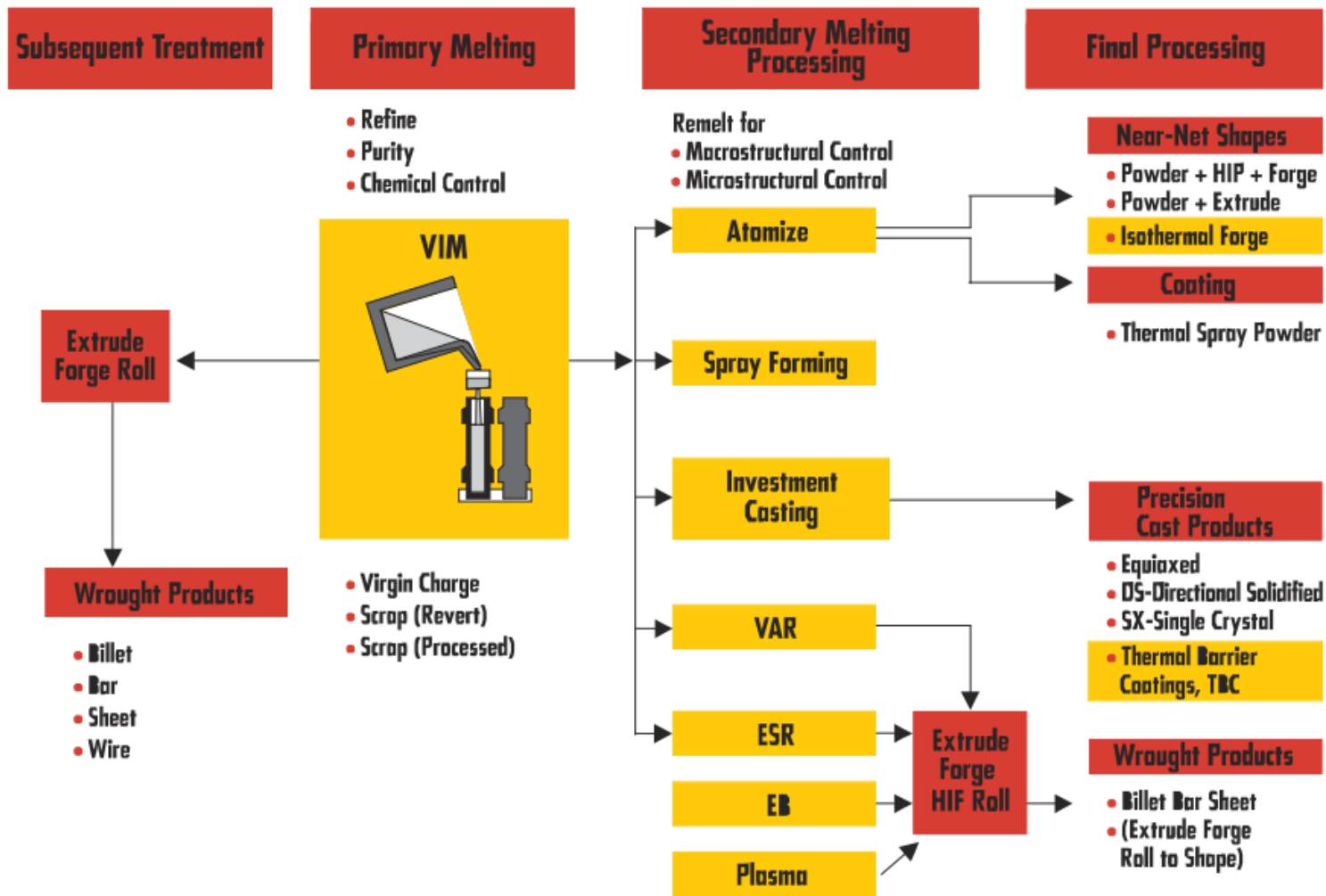
- یکی از فرآیندهای تصفیه آلیاژهای حاوی عناصر فعال
- حذف گازهای حل شده نظیر H_2 , N_2 , CO
- انجماد جهت دار
- حذف تجمع های ماکرو عناصر آلیاژی در شمش
- حذف اکسید ها و نیتrideها
- نیاز به کنترل دقیق فرآیند برای کاهش ضایعات
- تولید شمش های آلیاژی جهت انجام عملیات شکل دهی
- بعدی با فرآیند دو مرحله ای $VIM + VAR$

تصفیه الکتریکی توسط سرباره ، ESR

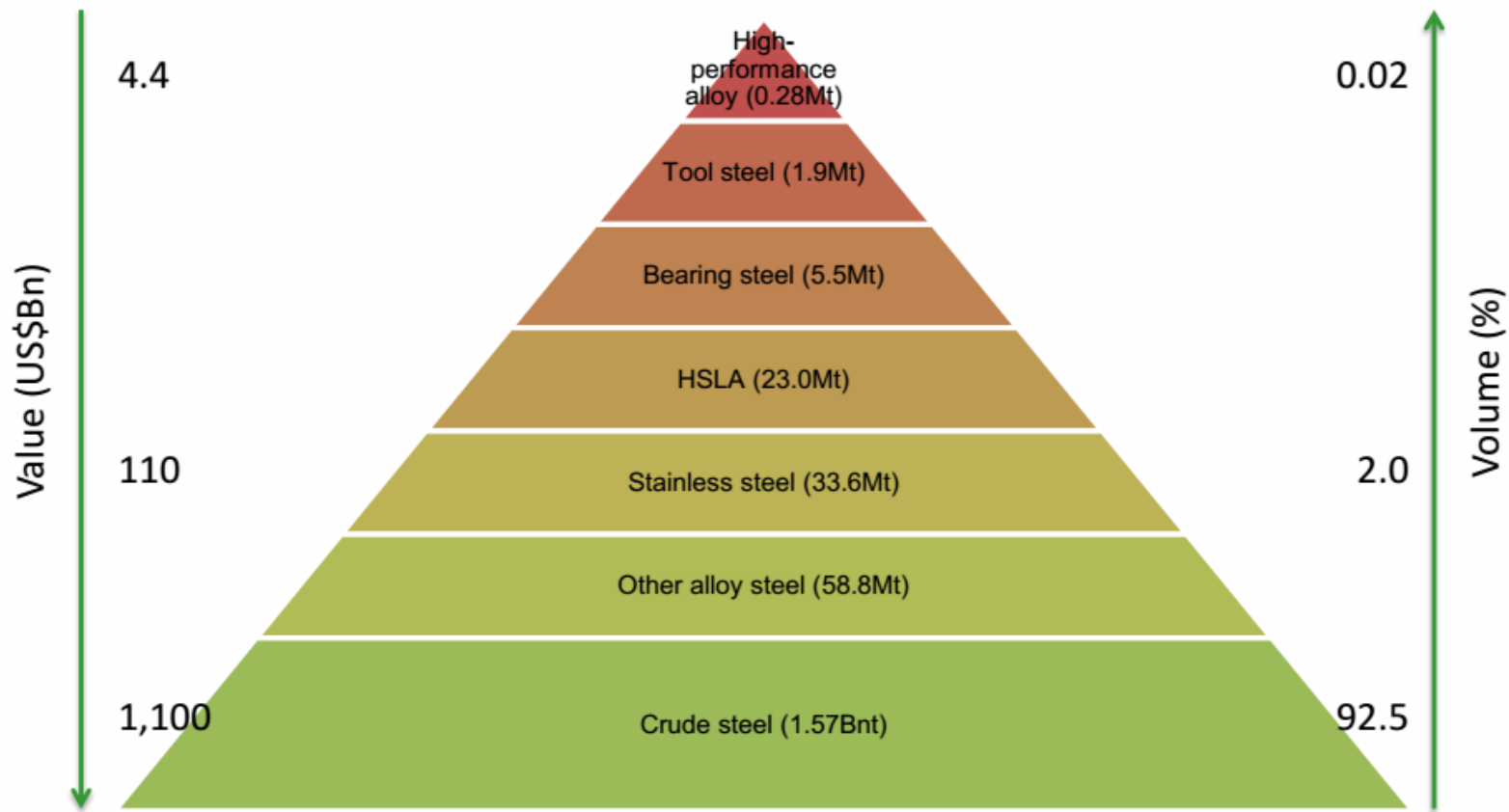


- تولید شمش تمیز با وزن ۱۰۰ کیلوگرم تا ۲۰۰ تن
- رقیب فرآیند VAR
- استفاده از ESR معمولاً در اروپا و VAR در آمریکا
- نیاز به کنترل دقیق ترکیب شیمیایی و موقعیت الکترود
- احتمال بیشتر نسبت به VAR برای تشکیل برخی عیوب
- تولید برخی از آلیاژهای بسیار تمیز با استفاده از فرآیند سه مرحله ای VIM+ ESR + VAR

فرآیندهای مورد استفاده در تولید قطعات سوپرآلیاژی

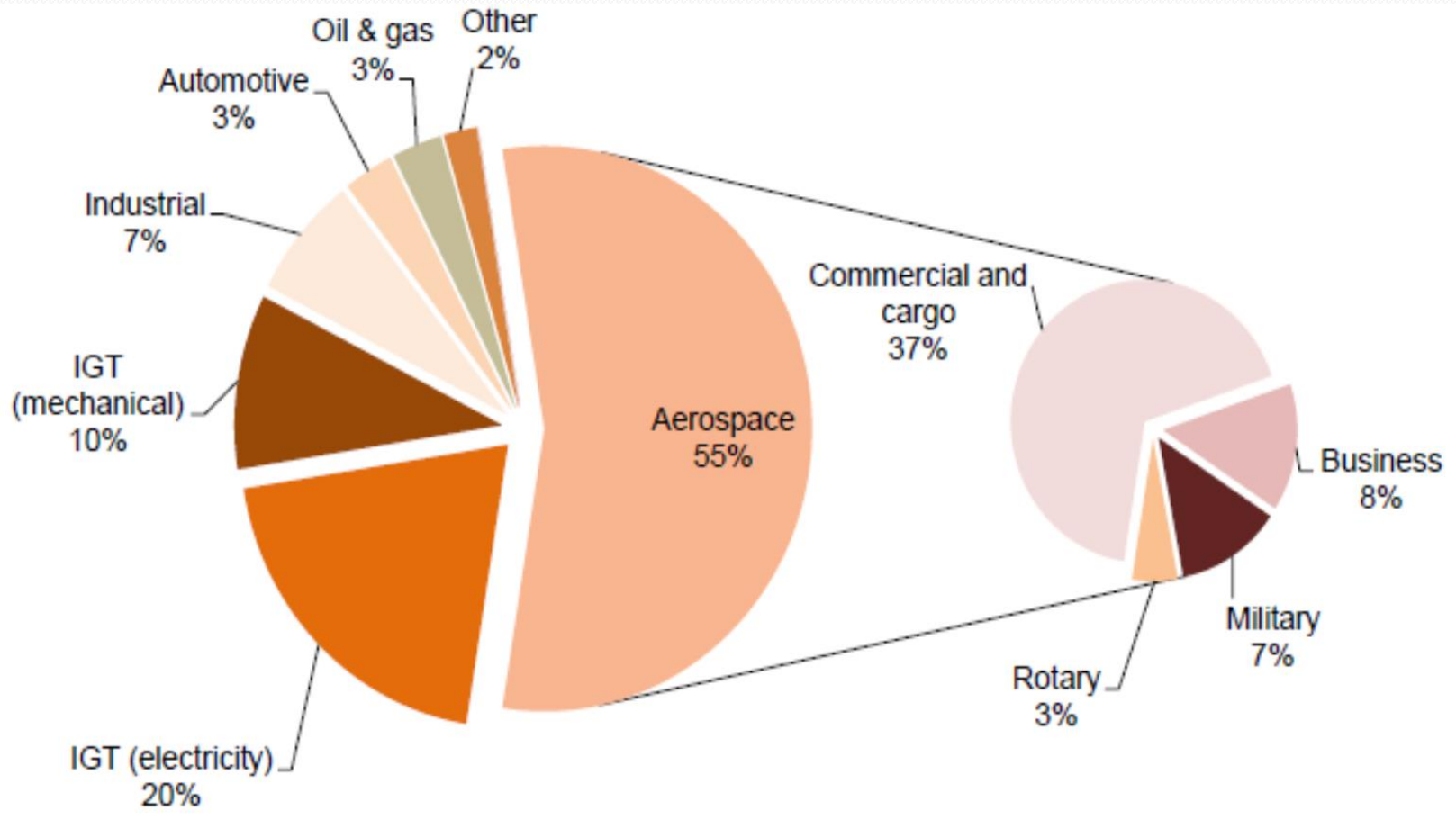


مقایسه میزان تولید و ارزش جهانی سوپرآلیاژها با انواع فولاد



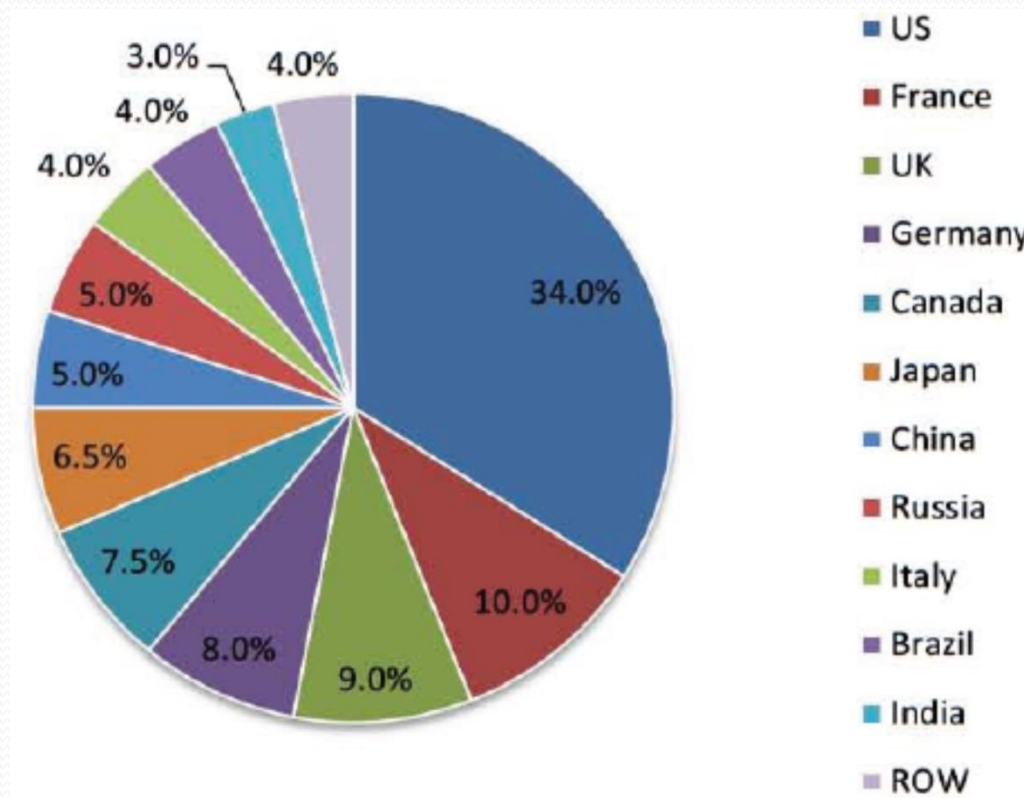
Source: WSA; ISSA; SMR; Roskill estimates

سهم صنایع مختلف در بازار سوپرالیاژ



سهم کشورهای مختلف از بازار مواد اولیه سوپرآلیاژ

سهم عمده بازار جهانی ۳۰۰ کیلو تنی (۴/۵ میلیارد دلار) مواد اولیه سوپرآلیاژی را آمریکا در اختیار دارد. ایران در حال حاضر سهمی در این بازار ندارد.



کاربردهای عمده سوپراآلیاژها در کشور

● صنعت توربین گاز

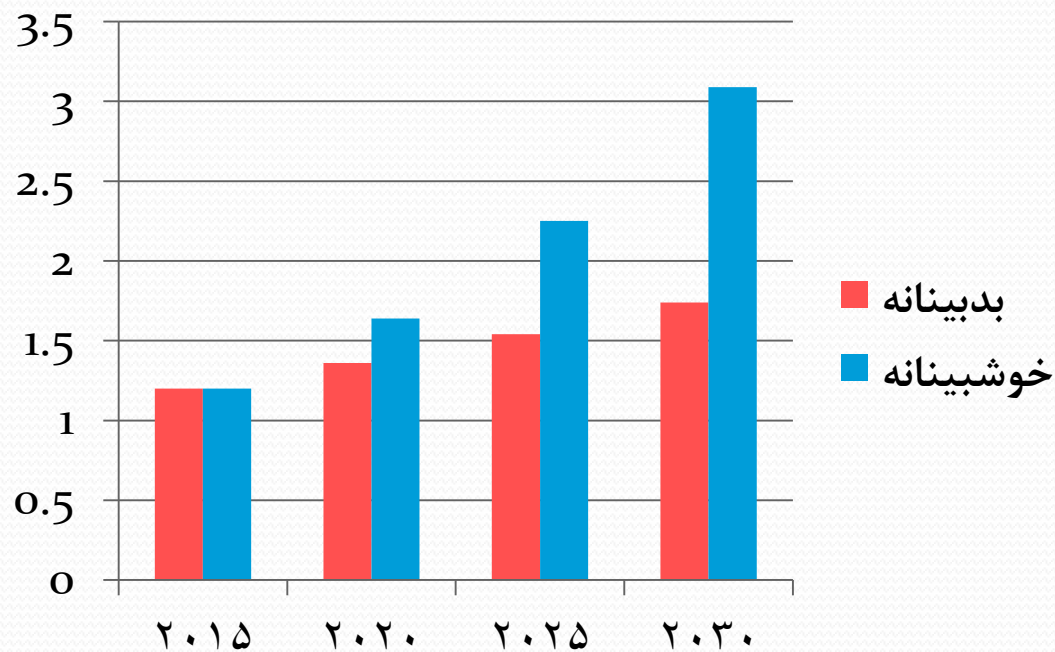
توربین های زمینی در وزارت نیرو و وزارت نفت (جمعاً در حدود ۱۸۰۰ توربین گاز با توان های مختلف مشغول به کارند). با توجه به روند رو به رشد تولید داخلی توربین های گازی نیاز به مواد اولیه سوپراآلیاژی به سرعت رو به افزایش است. همچنین با گسترش فعالیت ها در ساخت توربین های هوایی، نیاز به مواد اولیه سوپراآلیاژی توسعه خواهد یافت.

● صنایع نفت و پتروشیمی

بسیاری از لوله ها و قطعات مورد استفاده از جنس سوپراآلیاژ هستند. در صورت رفع تحریم ها و اجرای طرح های توسعه، نیاز به مواد اولیه سوپراآلیاژی به میزان قابل توجه افزایش خواهد یافت.

● صنایع دریایی، صنایع مرتبط با ساخت کوره، ساخت مخازن و راکتورهای شیمیایی

پیش بینی روند مصرف سوپر آلیاژها در کشور



مصرف سوپر آلیاژها در کشور بر حسب کیلوتن در دو سناریوی خوشبینانه و بدبینانه

مزایای تولید سوپرآلیاژها در کشور

- ارتقای تکنولوژی تولید مواد اولیه در کشور با توجه به مأموریت های سازمان
- توجه اقتصادی با توجه به وجود بازار داخلی پایدار و در حال رشد و امکان صادرات منطقه ای و جهانی
- صنعت سبز از دیدگاه زیست محیطی (صنعت کوچک با آلاینده گی ناچیز ، انرژی مصرفی از نوع الکتریکی، مصرف آب بسیار محدود)

بندهایی از سیاست های کلان برنامه ششم توسعه

- ۲۶- افزایش نرخ رشد ارزش افزوده بخش های صنعت، معدن و صنایع معدنی و افزایش صادرات محصولات آن با اجرای سیاست های کلی صنعت و معدن.
- ۲۷- دانش بنیان نمودن شیوه تولید و محصولات صنعتی و خدمات وابسته به آن، نشان سازی تجاری و تقویت حضور در بازارهای منطقه و جهان.
- ۲۸- اولویت دادن به حوزه های راهبردی صنعتی (از قبیل صنایع نفت، گاز، پتروشیمی، حمل و نقل، مواد پیشرفته، ساختمان، فناوری اطلاعات و ارتباطات، هوافضا، دریا، آب و کشاورزی) و افزایش ضریب نفوذ فناوری های پیشرفته در آنها.
- ۲۹- اولویت دادن به تأمین مواد مورد نیاز صنایع داخلی کشور با تأکید بر تکمیل ظرفیت زنجیره ارزش افزوده مواد معدنی و اجرای بند ۳ سیاست های کلی معدن.

∴ تولید سوپرآلیاژها در کشور در توافق با ماموریت های سازمان

ارتقای تکنولوژی تولید مواد اولیه در کشور

- بومی کردن متالورژی تحت خلاء جهت ارتقای تکنولوژی تولید مواد اولیه با ارزش افزوده بالا در کشور
- تکمیل چرخه تولید سوپراآلیاژها از مواد اولیه تا محصول در کشور
- استفاده ظرفیت های خالی بویژه در فرآیندهای شکل دهی در کشور
- فعال کردن معادن مرتبط و استفاده از عناصر جانبی حاصل از تولید سایر مواد معدنی نظیر Re، Mo

ملاحظات اقتصادی تولید سوپرآلیاژها در کشور

- وجود بازار داخلی پایدار بویژه در صنعت توربین گاز و صنایع نفت و پتروشیمی
- بازارهای منطقه ای با توجه به وجود کشورهای نفت و گاز خیز در منطقه
- بکارگیری ظرفیت های خالی موجود در کشور به ویژه در فرآیندهای شکل دهی
- مزیت نسبی در انرژی بویژه انرژی الکتریکی
- وجود نیروی انسانی دارای تخصص در کشور

سرمایه گذاری مورد نیاز

- سرمایه گذاری لازم برای تاسیس یک واحد تولید شمش سوپرآلیاژ با ظرفیت سالانه ۲/۵ کیلو تن شمش سوپرآلیاژ در حدود ۳۵ میلیون یورو تخمین زده می شود.
- در صورت کسب دانش فنی فرآیند تولید شمش و استفاده بهینه از ظرفیت های خالی کشور در زمینه عملیات ترمومکانیکی و فرآیندهای شکل دهی، سود خالص در محدوده ۳۰ درصد برای آلیاژهای ریختگی و ۵۰ درصد برای آلیاژهای کاری پذیر قابل دسترسی است.

وضعیت فعلی صنعت تولید سوپرآلیاژ در کشور

- وجود یک واحد با ظرفیت ۶ تن VIM و VAR در شرکت فولاد آلیاژی اصفهان (وزارت دفاع)
- تولید بسیار محدود (کمتر از ۱۰ درصد ظرفیت اسمی) و عمدتاً محصولات غیر سوپرآلیاژی از زمان نصب و راه اندازی (۱۳۸۶)
- نیاز به تکمیل خط تولید و دانش فنی جهت کاهش ضایعات و تولید اقتصادی
- نیاز به بازاریابی قوی و ایجاد تنوع در محصول

پیشنهادات

- با توجه به روند رو به رشد ساخت توربین گاز در داخل کشور در دو وزارتخانه نیرو و نفت از یکسو و مصرف قابل توجه سوپرآلیاژها در صنایع مرتبط با اکتشاف و استخراج نفت و نیز صنایع پتروشیمی از سوی دیگر و با توجه به تاثیر قابل توجه بر ارتقای تکنولوژی تولید سایر مواد اولیه با ارزش افزوده بالا در کشور ، تاسیس یک واحد تولید مواد اولیه سوپرآلیاژی توصیه می شود.
- تاسیس یک واحد تولید شمش سوپرآلیاژ با ظرفیت سالانه حدود ۳-۲ کیلوتن با توجه به مصرف داخلی و بازارهای منطقه ای از نظر اقتصادی قابل توجیه است. در صورت بازاریابی و افزایش تقاضا، این ظرفیت قابل افزایش است.

پیشنهادات

- با توجه به شرایط ایجاد شده پس از رفع تحریم ها، امکان خرید تجهیزات و انتقال دانش فنی فراهم است.
- در اولین قدم، انجام مذاکرات با شرکت های معتبر در این زمینه جهت بررسی امکان همکاری مشترک به صورت تولید تحت لیسانس، انتقال دانش فنی و انجام مطالعات مقدماتی (FS) توصیه می شود. این شرکت ها به دو گروه فروشنده تجهیزات و تولید کننده سوپرالیاژ تقسیم بندی می شوند.
- از گروه اول، معتبرترین شرکت فروشنده تجهیزات تحت خلاء به نام ALD Vacuum Technologies در آلمان واقع است. شرکت معتبر دیگر Consarc است که جزو گروه Inductotherm واقع در ایالت نیجرزی آمریکا است.

پیشنهادات

- شرکت های اروپایی تولید کننده سوپرآلیاژ عمدتاً در انگلستان مستقر هستند. سه شرکت مهم در این زمینه، **Firth Rixon ، Special Metals** و **Ross&Catherall** می باشند. در زمینه تولید محصولات سوپرآلیاژی کارشده، شرکت **Aubert and Duval** در کشور فرانسه نیز از اعتبار بالایی برخوردار است.
- در صورت موافقت وزارت دفاع، خرید سایت تولید سوپرآلیاژ موجود در مجتمع فولاد آلیاژی اصفهان نیز قابل بررسی است. این مسیر با توجه به پیچیدگی های فنی و اداری، بسیار دشوار به نظر می رسد.
- استفاده از ظرفیت های خالی موجود در کشور، به ویژه در فولاد اسفراین، ارزش افزوده در تولید انواع سوپرآلیاژهای کارپذیر (**Wrought**) را به میزان قابل توجهی افزایش خواهد داد.