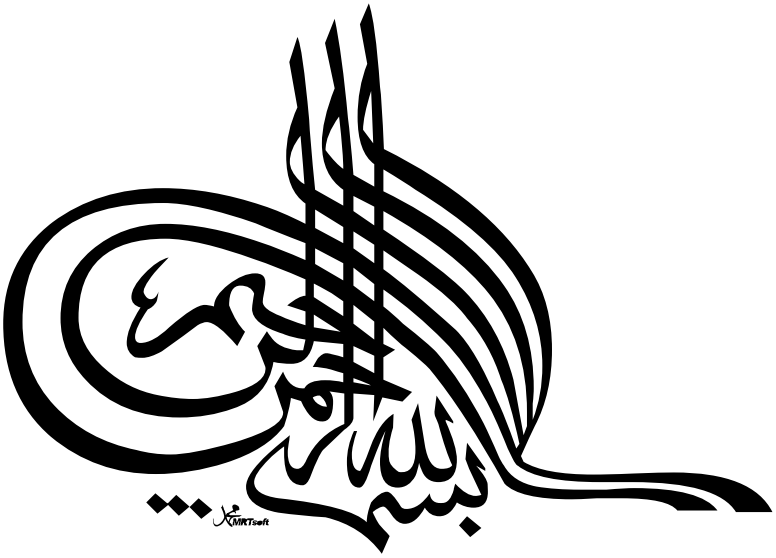
ProjehCenter

www.ProjehCenter.ir

@projehcenter

@projehcenter_ir



ProjehCenter.ir

فهرست مطالب

موضوع **صفحه**

مقدمه : ۱

۱- جزئیات آزمایشات ۲

۱-۱ آسیاب گلوله ای واکنشی و مشخصات پودر آسیاب شده ۲

۱-۲ اکستروژن گرم ۳

۳-1 تستهای مکانیکی ۴

۲- نتایج ۵

۳- نیتجه گیری (conclusio) ۱۳

منابع و مراجع : ۱۵

ProjehCenter.ir

عنوان :

مطالعه ریزساختار آلیاژهای نانوکریستال Al-Ti ترکیب شده بوسیله ball mill در اتمسفر هیدروژن و اکستروژن گرم آن

ProjehCenter.ir

مقدمه :

آلیاژهای آلومینیوم جزء مواد پرکاربرد درصنایع هوافضا و اتومبیل می باشند . زیرا این آلیاژها دارای خواص خوبی مانند مقاومت به خوردگی ، شکل پذیری و خواص مکانیکی خوب هستند ولی آلیاژهای آلومینیوم تجاری در دمای بالاتراز $200\text{-}300^{\circ}C$ بطورمحسوسی استحکامشان را از دست می دهند و درکاربردهای ساختمانی ناپایدار و غیرقابل استفاده می شوند که این دما به ترکیب و ساختار آلیاژ بستگی دارد . تحقیقات گسترده در مورد کاربردهای آلیاژهای آلومینیوم بواسطه استحکام دهی بالای آنها در دمای $600^{\circ}C$ توسعه پیدا کرده است . [27]آلیاژسازی مکانیکی (Mechanical MA Allay) آلیاژهای Al-Ti انتخاب خوبی برای اکثر کاربردها هستند زیرا بعلت وجود ذرات ریز Al-Ti و اکسیدها و بیدها مقاومت خوبی را در دماهای بالاتر از $600^{\circ}C$ نشان می دهد . استحکام در دمای بالا همراه با چگالی کم ، آلیاژهای Al-Ti را قابل رقابت با موادی مانند تیتانیم و آلیاژهای پایه نیکل می کند . ولی انعطاف پذیری کم در دمای اتاق باعث شده استفاده عمومی از آنها محدود شود [28,29] ساختار نانوکریستال می تواند تنها دلیل افزایش همزمان سختی و انعطاف پذیری (ductility) باشد . برای افزایش انعطاف پذیری (duetility) به خوبی استحکام در دمای اتاق برای آلیاژ Al-Ti ما می توانیم ار روش آلیاژسازی مکانیکی برای تهیه ساختار نانوکریستال استفاده کنیم زیرا در این روش اندازه ذرات پودر درحد نانومتر کاهش می یابد . مواد نانوکریستال

ProjehCenter.ir

بعنوان یکی از پربهره ترین مواد در دهه اخیر مطرح شده اند به سبب اینکه آنها خواص مفید و بالقوه ای برای کاربردهای مختلف دارند که وابسته به اندازه بی نهایت ریزدانه ها است [30,32] و مواد بصورت پودر زمانی می توانند یک ماده با ساختار نانوکریستال با سودهی مناسب را تولید کنند . که سایز ذرات آنها در حد نانومتر باشد [33] . در آزمایشات گذشته [34] پودر نانوکریستال آلیاژ Al-Ti بطور موفقیت آمیزی بوسیله آسیاب گلوله ای واکنش دار(RBM) (Reactive ball Milling) در اتمسفر هیدروژن ترکیب شده بود و یک نوع ساختار نانومتری که شامل Al با اندازه ای درحد نانومتر و همچنین ذرات نانومتری TiH2 را به بوجود آورده بود . در ابتدا آسیاب کردن ، TiH2 تشکیل شده و زمان تشکیل ساختار را ۱ تا ۳ ساعت کمتر کرده است [35].

۱- جزئیات آزمایشات

۱-۱ آسیاب گلوله ای واکنشی و مشخصات پودر آسیاب شده .

پودر آلومینیوم خالص (325mesh - , 99.5% خلوص) و تیتانیم (- , 99.9% 325mesh خلوص) با ترکیب شیمیایی Al-5% at Ti باهم ترکیب می شوند . RBM یک آسیاب گلوله ای بزرگ با انرژی زیاد است و دارای ظرفیت 7.81 تحت اتمسفر هیدروژن می باشد شرایط آسیاب کردن بوسیله اثری که بر روی ساختار نانوکریستال آلیاژ Al-Ti دارد تعیین می شود [8] زمان آسیاب کردن و سرعت آسیاب کردن بترتیب ۳۰ ساعت و 250 rpm می باشد وزن نهایی پودر 200gr و نسبت گلوله

ProjehCenter.ir

های آسیاب به پودر ?$65:1.2^{wt\%}$ می باشد عامل کنترل کننده فرآیند استریک اسید ($CH_3 (CH_2)_{16} COOH$) می باشد که اضافه می شود . قبل از شارژ کردن محفظه آسیاب با گاز هیدروژن ، محفظه باید بوسیله Rotary Pump خلاء بشود (درحدود 10^{-3} torr) . [36] پودرهای آسیاب شده بعد از طی مرحله آسیاب به 200 mesh می رسند بعد از طی این مراحل آزمایشاتی بوسیله TEM , SEM , XRD بر روی پودر انجام شد و مشاهده شد اندازه دانه ها که بوسیله TEM اندازه گیری شده بود با داده های تئوری از XRD مطابقت داشت . دمای تجزیه TiH2 و تشکیل Al_3 Ti بوسیله نمودار DSC در نرخ حرارت دهی 10^{-3}k/s و درحضور اتمسفر آرگون محاسبه شدند . بعد از عملیات حرارتی تغییرات ریزساختار و اندازه دانه با نتایج بدست آمده از TEM , XRD اختلاف داشت . (Con soli dation Temp) [26] دمای ترکیب شدن : به دمای گفته می شود که در آن دما همه TiH2 تجزیه شده و Al_3Ti تشکیل می شود . [26]

۲-۱ اکستروژن گرم

پودرآسیاب شده را در الک 200 mesh- الک کرده و با اکستروژن گرم پودر را مستحکم می کنند برای اکستروژن پودر از یک محفظه فلزی بنام can همانطور که گفته شده استفاده شده بود . برای مستحکم کردن پودر از پرس سرد با فشاری حدود 98MPa درقوطی از جنس AL6063 و یا از جنس Cu می توان استفاده کرد . این نمونه به عملیات حرارتی قبل از اکستروژن گرم نیاز دارد . قوطی آلومینیومی در دمای $450^{\circ}C$ یا

ProjehCenter.ir

$500^{\circ}C$ به یک میله تبدیل می شود . البته بعداز عملیات حرارتی درهمان دما و در حدود ۱ تا ۲ ساعت * سرقوطی را می توان بوسیله جوش قوس آرگون ببندیم و آن را در دمای $500^{\circ}C$ و بوسیله پمپ rotary بمدت ۱ تا ۳ ساعت مستحکم کنیم . نسبت اکستروژن 25:1 است و فشار اکستروژن 1.5GPa ، قطر قطعه اکسترود شده 15nm است . [26]

۳-۱ تستهای مکانیکی

سختی و ریزسختی وتست کشش بر روی قطعه اکسترود شده انجام شد . سختی بوسیله دستگاه سختی سنج راکول (RockwellB) اندازه گیری شد . اندازه گیری Vickers Micro Hardness با نیروی 500gr و دستگاه Leitz انجام شد . نمونه برای تست کشش از روی ا ستاندارد ASTM- E8M تهیه شده و طول gage آن 20mm بود با قطر سطح قطعه 4mm که دردستگاهSATECDLF20 2000LBS تست شده . تست کش با نرخ کرنش $4.2\ x10^{-4}s^{-1}$ در دمای اتاق و دماهای بالاتر , $500^{\circ}C$) $400^{\circ}C$, $300^{\circ}C$) انجام شد . نتایج تست کشش این قطعه با آلیاژ Al-Ti که بوسیله آلیاژسازی مکانیکی و در اتمسفر آرگون تهیه شده بود و سپس اکستروژن گرم شده بود مقایسه می شود . چگالی بوسیله قانون ارشمیدس اندازه گیری شد . ریزساختار قطعه اکسترود شده و نمونه ای که تست کشش بروی آن انجام شده بود بوسیله TEM بررسی شد . سطح شکست نمونه ای که تست کشش بررسی انجام شده بود بوسیله SEM

ProjehCenter.ir

بررسی شد . الکترولیت مورد استفاده برای پوشش قطعاتی که برای آنالیز TEM مورداستفاده قرارگرفت شامل ۱۰درصد حجمی اسیدپرکلریک Perchloric acid و ۹۰درصد حجمی اتیل الکل (ethyl alcohol) است که در دمای $-25^{\circ}C$ استفاده شد همچنین ولتاژ مورد استفاده هم $de.40^{v}$ است . [26]

۲- نتایج

آنالیز XRD نشان می دهد که همه تیتانیوم ها (Ti) بعداز RBM در اتمسفر هیدروژن تبدیل به TiH2 شده اند شکل ۱۱ عکسهای TEM پودر Al-5 at %Ti که برای 30h دراتمسفر هیدروژن آسیاب شده است را نشان می دهد مدل سطح انتخاب شده تفرق (Selected area diffraction) (SAD) نشان می دهد که این سطح شامل TiH2 , Al است که بصورت زنجیره ای (Ring) و تصادفی در کنارهم قرار گرفته اند و ساختار ریزی از دانه های پلی کریستال را تشکیل می دهند اندازه دانه هایی که بطور مستقیم در عکسهای TEM مشاهده شده کمتر از 20nm است . آنالیز TEM نشان می دهد که TiH2 , Al اندازه هایی نزدیک بهم دارند و دارای پراکندگی غیریکنواخت هستند . نتایج TEM نشان می دهد که ریزساختار پودر آسیاب شده بصورت ترکیبی درحد نانومتر است [36] که شامل وزارت TiH2 , Al با اندازه ای در حد نانومتر است شکل 12 یک نمودار DSC مربوط به پودرآسیاب شده است .4 واکنش دراین نمودار

ProjehCenter.ir

مشخص است که واکنشهای (A , C, D) گرمازا (exothermic) و واکنشی دیگر گرماگیر (endothermic) است که رنج گسترده دمایی آن ازنقطه B شروع می شود .

برای امتحان مبدأ هر پیک (peak) نمونه پودر را مطابق دمای هر پیک در نمودار DSC گرم کرده و بعد سرد می کنیم و سپس بوسیله XRD بررسی می کنیم . اولین پیک گرمازا در $330^{\circ}C$ (نقطه A) تثبیت ساختار غیرپایدار حرارتی را بعنوان grain boundary relaxation bounday readering,grain نتیجه می دهد . پهنای وسیع واکنشهای گرماگیر در حدود دمای 370° c (نقطه B) شروع می شود این نتیجه تأثیر واکنشهای گرماگیر از تجزیه TiH2 است و رنج پیوسته و وسیع از یک واکنش آرام را نشان می دهد . پیک دوم در دمای $390^{c^{o}}$ (نقطه C) اتفاق می افتد که گرمازا است این پیک خیلی کوچک بروی پیک وسیع واکنش گرماگیر قرار می گیرد و با آن هم پوشانی دارد این پیک نتیجه آلیاژسازی دوباره بین شبکه Ti , Al است که از تجزیه شدن TiH2 بدست آمده است . واکنش آخر بعد از تجزیه TiH2 در دمای 480° C (نقطه D) بطور مشخص درنهایت انجام می شد . آنالیز حرارتی در این آزمایش شبیه به آزمایش قبلی [8] که بروی پودری با ترکیب Al-10 wt/Ti که بمدت ۵۰ ساعت در اتمسفر RBM,H2 شده بود است بنابراین دمای واکنش برای این آزمایش $40\text{-}50^{\circ}C$ کمتر از آزمایش قبلی است. و ریزساختار پودر آسیاب شده در این آزمایش ریزتر از آزمایش قبلی بود . در این مورد آنالیز حرارتی پودری با ترکیب Al-10wt% Ti که در اتمسفر آرگون آلیاژسازی مکانیکی شده است نشان می دهد که AL_3Ti بین دمای

ProjehCenter.ir

260-320°C تشکیل شده است [37] اما این یک آزمایش است زیرا Al_3Ti قبل از آنکه TiH2 تجزیه شود تشکیل نشده بود . تشکیل Al_3Ti با تأخیر تا دمای 480°C انجام می شود که بعنوان دمای معمولی ترکیب برای آلیاژسازی مکانیکی آلیاژهای پودر Al-Ti مطرح است . تأخیر در تشکیل Al_3Ti می تواند از رشد دانه های Al_3Ti در حین عملیات حرارتی و گاززدائی قبل از اکستروژن گرم بواسطه زمان کم حرارت دهی جلوگیری کند . شکل ۱۳ عسکهای TEM مربوط به پودری با ترکیب Al-5 at%Ti که در RBM بمدت ۳۰ ساعت آسیاب شده و سپس بمدت ۲۰دقیقه در دمای 500°C عملیات حرارتی شده است را نشان می دهد . سطح عکس نشان دهنده مدل SAD فازهای Al-Ti ,Al و Al_2O_3 را بدون TiH2 را نشان می دهد اندازه دانه ها نیز در حدود 20nm نگه داشته می شود . برطبق آنالیز DSC دمای مناسب برای ترکیب 500ºC است . [26] برای آزمایش ، 4 قطعه برای شرایط متفاوت اکستروژن آماده شده بود . شرایط اکستروژن گرم و مشخصات قطعات اکسترود شده در جدول 2 بیان شده است . فشردگی نسبی همه قطعات 99% و بیشتر است . شکل 4+1عکسهای TEM مربوط به ریزساختار قطعه اکسترود شده را نشان می دهد . قطعه اکسترود شده عمدتا شامل ذرات Al_3,Ti,Al که تقریبا سایزی حدود 50nm تا 100nm دارند که وابسته به شرایط اکستروژن است و تصویر TEM آنها در شکلهای 4(c),4(a) نشان داده شده است . ریزساختار قطعه اکسترود شده ترکیبی از Al_3Ti,Al که بصورت پودر است اندازه دانه هم در فرآیند گاز زدائی و هم در فرآیند عملیات حرارتی قبل از

ProjehCenter.ir

اکستروژن با کم کردن دما و کوتاه کردن زمان فرآیند افزایش می یابد. [26] اندازه دانه نمونه 4 کمتر از 50nm می باشد این یکی از ریزترین اندازه دانه ها در آلیاژهای Al-Ti است اندازه دانه نمونه های آسیاب شده در RBM تحت H2 که اکستروژن گرم شده اند نسبت به قطعاتی که به روشی آلیاژسازی مکانیکی تحت Ar تهیه شده و سپس اکستروژن گرم شده (که اندازه ای حدود 150-40nm دارند شکل (4(d) خیلی ریزترند Al_4c_3 , Al_2o_3. بوسیله واکنشهای بین C , O , AL در فرآیندی که عامل کنترل کننده واکنش نیز حضور دارد ایجاد می شود که بصورت ذرات پراکنده وجود دارند . اکسیدهایی که درشکل (4(e مشخص است به شکل دایره ای با قطر 10nm هستند که در داخل دانه ها مشاهده می شود . کاربیدها همانطور که درشکل (4(f مشاهده می شود به صورت استوانه ای هستند که معمولا در مرز دانه ها قرار می گیرد .با اینکه Al_4c_3 , AL_2O_3 بطور یکنواخت در درون شبکه پراکنده نمی باشند ولی آنها می توانند استحکام اولیه بیشتری در مقایسه با Al_3Ti ایجاد کنند زیرا آنها خیلی ریزترند . نتایج تست سختی و ریزسختی (micro hardness) در جدول ۲ بیان شده است هم سختی و هم ریزسختی با کاهش اندازه دانه افزایش می یابد . [26] درمورد قطعه شماره ۴ اندازه دانه کمتر از 50nm است که بطور فوق العاده ای در مقایسه با دیگر نمونه ها تفاوت دارد این قطعه در قوطی Cu (can) ساخته شده که تأثیر این نوع قوطی (can) درخواص قطعات اکسترود شده بطور واضح مشخص نیست . به همین خاطر جزئیات قطعه شماره 4 در ادامه نیامده است در آزمایشات [38] نشان داده شده بود که ریزسختی (micro

ProjehCenter.ir

hardness) آلیاژ Al-8at% Ti که به روش آلیاژسازی مکانیکی تحت اتمسفر Ar تولید شده و سپس اکسترود شده 160Hv بوده است و همچنین آلیاژی با ترکیب Al-5at% Ti که پودر آن در RBM آسیاب شده و سپس اکسترود شده است 197.5-231.7Hv می باشد و بنابراین حدود 23-45% بالاتر از قطعه ای است که بروش آلیاژسازی مکانیکی (MA) تهیه شده است و این بدین خاطراست که ریزساختار Al همانند AL_3Ti درقطعه آسیاب شده در RBM و اکسترود شده نیز درحد نانومتر است . تست کشش بر روی قطعه شماره ۳ در دمای اتاق و همچنین در دماهای بالاتر انجام شد که نتایج آن در نمودار شکل ۱۵ نشان داده شده باتوجه به این نمودار استحکام نهایی کششی (UTS) آلیاژ RBM که اکسترود شده است از قطعه ای که آلیاژسازی مکانیکی شده و اکسترود شده است بیشتر است . این نتایج نشان می دهد که کاهش استحکام با افزایش دما در آلیاژ RBM کمتر است این مقدار درمقایسه با آلیاژ آلومینیوم (AL 2014-T6 , AL 2219-T81) که بصورت معمولی بوسیله رسوب سختی (Age Hardening) سخت شده ، خیلی بیشتر است (UTS این آلیاژ آلومینیوم در دمای 40^oc کمتر از 50MPa است) بیشترین مقدار UTS در آلیاژهای RBM زمانی است که اندازه دانه Al هم مانند Al_3Ti بسیار ریز باشد که شامل ساختار ریز در دمای بالا هستند اما انعطاف پذیری (ductility) آلیاژهای RBM در مقایسه با آلیاژهای MA خیلی کم است ، کمتر از 5% . در دمای 500^oc که در نمودار شکل ۱۶ نشان داده شده است ، برخلاف انتظار که ریزساختار نانوکریستال باعث افزایش

ProjehCenter.ir

انعطاف پذیری می شود انعطاف پذیری در اینجا کاهش می یابد که ممکن است ناشی از خواص مرز دانه ها باشد که ۱۵% حجم کل قطعه را دربر می گیرد این درصد برای موادی با اندازه دانه 50nm محاسبه شده است . بطورتقریبی پهنای متوسط مرز دانه ها درمواد نانوکریستال درحدود 1nm است [39] برطبق این محاسبات ، مرزدانه 1-3% ماده ای با اندازه دانه 100nm را اشغال می کند و این برای ماده ای با اندازه دانه ای درحد میکرون بسیار ناچیز است . strudel & Lasa moni be [40] [26] پیشنهاد دادند که برای مواد فلزی با اندازه دانه کمتر از 100nm مدلهای محدودی وجود دارد که برپایه لغزش نابجایی (Slip dislocation) استوار است . از اینرو درمواد نانوکریستال خواص شیمیایی و چگونگی تغییر شکل بوسیله حرکت نابجایی ها کنترل نمی شود بلکه بوسیله مکانیزهای نفوذی مانند grain boundary sliding (لغزش مرز دانه ها) کنترل می شود [41,42] بخاطر اینکه در این آزمایش اندازه دانه قطعات اکسترود شده 50nm بود g.h.s ≡ grain boundary sliding نفوذ (diffusion) در انجام تستهای مکانیکی می تواند مهم باشد . بطورکلی g.b.s یانفوذ می تواند انعطاف پذیری ماده را افزایش دهد . بنابراین اگر مرز دانه بوسیله تغییر شکل در امتداد مرز دانه ها براحتی تخریب شود انعطاف پذیری مواد نانوکریستال می تواند پائین بیایید . انرژی شکست بر واحد سطح شکست در سطح مشترک برابر است با :

$$\gamma_F = \gamma_{AL} + \gamma_{AL3Ti} - \gamma_{AL} / \gamma_{AL3Ti}$$

ProjehCenter.ir

γ_{AL} ,$\gamma_{AL3Ti:}$ انرژی سطح بر واحد سطح فاز Al_3Ti,Ti,Al است و $\gamma_{AL}/_{AL33Ti`}$ بازگوکننده فصل مشترک دو فازی باشد . [43] اگر $\gamma_{AL}/_{AL3Ti}$ زیاد باشد مطلوب نیست زیرا باعث می شود γ_F کم شود در نتیجه شکست رخ دهد . بطورکلی می دانیم که AL , Ti بصورت ذرات پراکنده in coherent تشکیل می شود و انتظار می رود که انرژی سطح مشترک را بالا ببرند . [44] شکست در فصل مشترک در طی تست کشش ایجاد می شود . شکست فصل مشترک می تواند با نانوکریستال شدن افزایش یابد زیرا سطح فصل مشترک بین Al , Al_3Ti با مرتب شدن دانه افزایش می یابد .شکل ۱۷ عکسهای SEM ناحیه شکست آلیاژ Al- Ti درتست کشش را نشان می دهند شکل 17(a) عکس سطح شکست در دمای اتاق که بوسیله پودرهای ریز ساخته شده و اکستروژن گرم شده است را نشان می دهد . دراینجا تعدادی حفره (dimple) شبیه به ساختار وجود دارد که در بزرگنمایی بزرگتر (10000x) این مناطق بصورت ذرات ریز و یا حفره های کوچک (که سایز آنها از 1تا 0.5 میکرومتر است) مشخص است شکل 17(b) تصویر بزرگنمایی شده این مناطق را نشان می دهد بدلیل اینکه اندازه آنها به اندازه دانه ها بعد از تست کشش نزدیک است احتمالا شکست بصورت بین دانه ای پیشرفت کرده است . با افزایش دما مقدار کمی افزایش انعطاف پذیری وجود دارد اما ظاهر سطح شکست برای هردو نمونه تست شده در 300ºC و 400°C (شکل 17(d) , 17(c)) بطورکلی شبیه با قطعه تست شده در 25°C است . در دمای 500°C اکسید شدن میله فلزی شدید است . (شکل17(c)) و این می تواند بر روی پیشرفت ترک تأثیر

ProjehCenter.ir

بگذارد . شکل 18 تصویر TEM ریز ساختار قطعه ای را بعد از تست کشش نشان می دهد . مدل SAD تغییری در ترکیب قطعه پس از تست کشش نشان نمی دهد . درست پس از تستهای مکانیکی نابجایی های (dislocation) بسیارکوچک بسیار زیادی تولید می شوند که بوسیله تداخل بین نابجایی ها و ذرات ریز پراکنده می توان مکانیزم سخت شدن قطعه را توجیح کرد بنابراین استحکام دراین آلیاژها به اندازه دانه ها و تعداد زیاد آنها بستگی دارد در حین تست کشش رشد غیرعادی دانه ها حتی در دمای اتاق مشاهده شده است و اندازه دانه ها در قطعاتی که تست شده اند در رنج 50-200nm بوده است شکل 18(a) Birringer etal [45] رشد دانه ها در دمای اتاق برای مس با ساختار نانوکریستال تحت شرایط بدون تنش بیان کرده است و همچنین بهم آمیختگی دانه ها رابعلت افزایش حرکت مرز دانه ها می داند . این عقیده می تواند قابل کاربرد باشد و g.b.s)grain boundary sliding) تحت شرایط تنش می تواند بوسیله دوباره مرتب کردن ساختار مرز دانه ها که باعث ترکیب شدن آسان آنها می شود رشد دانه را افزایش دهد . [26] درحال حاضر هیچ مدرکی مبتنی بر g.b.s نمی توان یافت . با افزایش دما بطورموقتی رشد دانه ها افزایش می یابد رشد دانه های بزرگ در دماهای بالا بیشتر است . شکل 8(d) و8(b) . شکل 8(c) عکس TEM قطعه تست شده در دمای 300°C را نشان می دهد . در این شکل تجمع دانه های کوچک بوسیله , 2 , 3 1 در شکل مشخص شده است که دریک دانه بزرگتر که با 4 مشخص شده قراردارند .

ProjehCenter.ir

آلیاژهایی که برای دمای بالا کاربرد دارند به استحکام تسلیم بالاتر از 300MPa در دمای اتاق و 100MPa در 400°C و ازیاد طول بیشتر از 5% درتمام دماها نیاز دارند [20] با شکل دهی آلیاژ نانوکریستال Al-Ti استحکام کششی بهبود می یابد و استحکام موردنیاز بدست می آید . ولی انعطاف پذیری (ductility) از بین می رود . با روشهای دیگری مانند اضافه کردن عنصر سوم می توان انعطاف پذیری موردنیاز را بدست آورد .

۳- نیتجه گیری (conclusio)

۱- ساختار آلیاژ نانوکریستال پودر Al-Ti که در آسیاب RBM در اتمسفر هیدروژن ترکیب و تحکیم شده است ، شامل ذرات Al و TiH2 در حد نانومتر است که اندازه دانه های این ذرات کمتر از 20nm است .

۲- آنالیز حرارتی این آلیاژ نشان می دهد که تجزیه TiH2 و بعد از آن تشکیل AL_3Ti در دمای 370-480°C اتفاق می افتد بنابراین بهترین دما برای ترکیب و تحکیم کردن این پودر دمای 500°C است .

۳- اندازه دانه های قطعه اکسترود شده 50-100nm است و این اندازه قبل از اکستروژن گرم با کاهش دما و کم کردن زمان عملیات گاززدائی و عملیات حرارتی کاهش می یابد.

۴- سختی و UTS آلیاژ RBM با ترکیب Al-5at%Ti تهیه شده در اتمسفر H2 که اکستروژن گرم شده است خیلی بیشتر از آلیاژ AL-8wt%T که بوسیله آلیاژسازی

ProjehCenter.ir

مکانیکی در اتمسفر Ar تولید شده است می باشد . زیاد بودن استحکام آلیاژ RBM مدرکی مبنی برساختار ریز آن باشد .

۵- انعطاف پذیری آلیاژ RBM در همه دماها از آلیاژ MA کمتر است تصویر SEM نشان می دهند که شکست در داخل دانه inter granular اتفاق می افتد .

ProjehCenter.ir

منابع و مراجع :

1. P. R. Roberts, B. L. Ferguson, “Extrusion of Metal Powders” , International Materials Reviews, vol 36(No.2), 1991, p.62-79.

2. Metals Handbook, "Powder Metallurgy” , vol.7,515-518,1984

3. A. B. Pandey, R. S. Mishra, “Steady State Creep Behavior of an Al-Al_2o_3 Alloy” , Acta Mater, vol. 45,No.3pp. 1297-1306, 1997.

4. K. N. Ramakrishnan, H. B. Mcshane, T. Sheppard, “Mechanical Properties of Extruded Rapidly Solidified Al-Fe-Cu” , INT. J.Powder Metal, 31, (4), 325-326, 328-333, 1995.

5. Kyoung I1 Moon, Kyung Sub Lee, "Compressive deformation behavior of nanocrystalline Al-5 at %Ti alloys prepared by reactive ball milling in H2 and ultra high-pressure hot pressing” , Journal of Alloys and Compounds 333, 249-259,2002.

6. M. Goncalves, “Production and Characterization of Al-Si- X alloy obtained by power extrusion” , Metal. Mater. ABM51, (441), 432-434, 1995.

7. N. Kanetake, M. Ozaki, choh, “Degradation in Mechanical Properties by Forging of Particle reinforced Aluminum Matrix

ProjehCenter.ir

composites” , Materials Science and Technology, 11, (4), 357-362, 1995.
8. Lijun Zu, Shoujing Luo, " Study on the Powder Mixing and Semi-Solid Extrusion Forming Process of Sic/2024 Al Composites” , Journal of Materials Processing Technology , 114, 189, 2001.
9. Ford, Clarence Edward, “Impored Extrusion Method and Apparatus for Producing a bod from Powder Material", European Patent Application, No 0545056 Al, 1993.
10. C. Adiga, K. Sadnanda, “Extrusion of Hard-Metal Powders”, PMAI Newsletter, 13, (1), 19-24, 1986.
11. HN. Yoshimura, et all, "Production and Characterization of Al/Sic Metallic Matrix Composite Materials Obtained by Power Extrusion" Metal. ABM, 48, (407), 406, 408, 412-417, 1992.
12.M. Hayakawa, et al, “Wear Characteristics of Ceramic Particles disperded Aluminum Composites” , 76th Conference of the Japan Institute of Light Metals” Osaka, Japan, 10-12, May 1989.
13. D. Rialo, J. Zhou, J. Duszezyk, “The Tribological Characteristics of The Al-20Si-3Cu-1Mg alloy Reinforced with Al_2o_3 Particles in Relation to the Hardness of a Mating Steel”, Journal of Materials Science, 35, 5497-5501, 2000.

ProjehCenter.ir

14. Hsu- Shen Chu, et al, “Study of 6061- Al_2o_3 Composites Produced by Reciprocating Extrusion”, Metallurgical and Materials Transactions A, vol. 31A, 2587-2596, Oct.2000.
15. K. Akeehi, “Power Extrusion of Rapidly Solidified Alloy Power and the Applications”, J. JPN. Soc. Powder Metal, 41, (8), 907-911, 1997.
16. M. Otsuki, et al, “Mechanical Properties of Powder Forged, Rapidly Solidified Alumimum Alloy Parts”, MET. Powder REP, 46, (4), 30-32, 1991.
17. S. Komasu, et al, “Change Of Specific Resistance of Aluminum-Based Power Extrusion Alloys on Aging”, 76th Conference of the Japan Institute of Light Metals, Osaka, Japan, 10-12, 1989.
18. Kwang-Min Lee, P.H. Shingu, “Solid State Reaction Between Powders and Foils by Low-Energy ball Milling”, Journal of Alloys and Compounds, 241,153-159, 1996.
19. “Elevated Temperature Aluminum-Titanium Alloys by Powder Metallurgy”, by Us Patent No. 4. 834,942,2000,
20. J. Crofton, et al, “Finding the Opimum Al-Ti Alloy Composition for use as an Ohmic Contact to p-type Sic”, Solid-State Electronics, 46, 109-113, 2002.
21. I. C. Barlow, et al, “Evolution of Microstructure and hardening, and the role of Al-Ti Coarsening, During Extended

ProjehCenter.ir

Thermal Treatment in Mechanically Alloyed Al-Ti-O Based Materials". Acta Mater, 49, 1209-1224, 2001.

22. M. Palm, al, "Phases and Phase Equilibria in the Al-Rich Part of the Al-Ti System Above 900°c, Intermetallics, 10, 523-540, 2002.

23. K. Uenishi, et al, "Wear and Oxidation Resistance of Al_2o_3 Particle Dispersed Al-Ti Composite with a Nanostructure Prepared by Pulsed Electric Current Sintering of Mechanically Alloyed Powders", Intermetallics, 105-111, 2002.

24. Cooke CM, Kim. YW, "Microstructural Characterization of a gama Titanium Aluminide Powder Extrusion," Computer-Aided Microscopy and July 1989.

25. D.L. Zhang, D. Y. Ying, " Formation of Fcc Titanium during Heating High Energy ball Milled Al-Ti Powders", Materials Letters, 52, 329-333, 2002.

26- Kyoung Il Moon,kyung Sub Lee,"A study of the microstructure of nanocrystalline Al-Ti alloys synthesized" Journal of Alloys and Compounds,291, (1991), 312-321.

27- H.G.F. Wilsdorf, in: Y.W. Kim, W. Griffith (Eds.), Dispersion Strengthened Aluminum Alloys, TMS, Warrendate, PA, 1988, p 3.

ProjehCenter.ir

28- E.A. Starke, J.A. Wert, in: J. Hildenman, M.J. Koczak (Eds.), High Strength Powder Metallurgy Aluminum Alloys 11, RMS-AIME, 1986, p 3.

29- S.H. Wang, P.W. Kao, C.P. Chang, Scr. Metall. Mater. 29 (1993) 323.

30- H. Gleiter, Nanostruct. Mater. 1 (1992) 1.

31- R.W. Siegel, Nanostruct. Mater. 1 (1993) 1.

32- H.J. Fecht, Nanostruct. Mater. 1 (1992) 125.

33- J.R. Groza, R.J. Doeding, Nanostruct. Mater. 7 (1996) 749.

34- K.1. Moon, K.S. Lee, J. Alloys Comp. 264 (1998) 258.

35- K.1. Moon, K.S. Lee, J. Kor. Inst. Met. Mater. 36 (1998) 909.

36- K.K. Nihara, A. Nakahira, T. Sekino, Nanophase and Nanocompo-Site Materials, Materials Research Society Symposium Proceeding, Vol. 286, MRS, 1993, p. 405.

37- Y.S. Lim, K.S. Lee, J. Kor. Inst. Met. Mater. 29 (1991) 749.

38- K.M. Lee, High Temperature Properties of Dispersion stengthened Al-Ti alloys by Mechanical Alloying, PhD thesis, Hanyang Uni-versity, Korea.

39- H. Ouyang, B. Fultz, H. Kuwano, in: R.D. Shull, J.M. Shanchez (Eds.), Nanophases and Nanocystalline Structures, TMS, 1992, p. 95.

40- A. Lasalmonie, J.L. Strudel, J. Mater. Sci. 21 (1986) 1837.

ProjehCenter.ir

41- T. Haubold, R. Bohn, R. Birringer, H. Gleiter, Mater. Sci. Eng. Al53 (1992) 676.

42- N. Wang. Z. Wang, K.T. Aust, U. Erb, Acta Metall. Mater. 43 (1995) 519.

43- M.E. Fine, in: Y.W. Kim, W. Griffith (Eds.), Dispersion Strengthened Aluminum Alloys, TMS, Warrendale, PA, 1988, p 3.

44- R.C. Benn, P.K. Mirchandani, A.S. Watwe (Eds), Modem Developments in P/M, Vol. Vol 21, MPIF, Princeton, NJ, 1988, p. 479.

45- V.Y. Gertsm, R. Birringer, Scr. Metall. Mater. 30 (1994) 577.

46- V. Amhold, K. Humaort, in: Y.W. Kim, W. Giffith (Eds.), Dispersion Strengthened Aluminum Alloys, TMS, Warendale, PA, 1988, p3.

ProjehCenter.ir