دانشکده مهندسی
گروه مهندسی متالورژی و مواد

پایان نامه کارشناسی ارشد

گرایش شناسایی و انتخاب مواد مهندسی

بررسی رفتار خوردگی آلیاژ منیزیم AZ31 پس از آسیاکاری مکانیکی در حضور پودر آلومینا

اساتید راهنما:

دکتر جلیل وحدتی خاکی

دکتر محمدهادی موید

نگارش:

رضا پرویزی

پاییز ۱۳۸۹

بسم الله الرحمن الرحيم

چکیده

در این پژوهش، اثر فرآیند آسیا کاری مکانیکی بر رفتار خوردگی نمونه های تهیه شده از آلیاژ منیزیم AZ31، در حضور و عدم حضور پودر آلومینا، مورد بررسی قرار گرفت.

نمونه های استوانه ای با قطر ۱۲ و ارتفاع ۱۳ میلی متر، در انتهای محفظه های آسیا کاری تثبیت شده و سپس نمونه ها در مدت زمان های ۱، ۳ و ۵ ساعت به کمک آسیای پر انرژی ماهواره ای و در سرعت دوران ثابت ۲۰۰ دور بر دقیقه آسیا کاری شدند.

در شرایط بدون حضور پودر، ۱۶۰ گرم از گلوله های با قطر ۶ میلی متر توزین و به داخل هر محفظه ریخته شد. در صورت استفاده از پودر آلومینا، مقدار ۴ گرم از آن نیز توزین و به هر محفظه اضافه گردید.

پیش از انجام آزمون های خوردگی، مقاطع عرضی و برش خورده ی نمونه ها توسط میکروسکوپ نوری و میکروسکوپ الکترونی روبشی مجهز به آنالیز گر EDS مورد بررسی قرار گرفت. همچنین، آنالیز فازی سطوح ضربه دیده به وسیله ی دستگاه XRD انجام گرفت.

رفتار خوردگی نمونه های آماده سازی شده به کمک آزمون های پتانسیل مدار باز، مقاومت پلاریزاسیون خطی، طیف نگاری امپدانس الکتروشیمیایی و پلاریزاسیون با پتانسیل متغیر بررسی شد.

جهت انجام آزمون های خوردگی، از سه محیط ۰/۱ مولار NaF، ۰/۱ مولار Na_3PO_4 و ۰/۱ مولار Na_2SO_4 به همراه ۰/۰۵ مولار NaCl استفاده شد.

با توجه به نتایج به دست آمده از مطالعات میکروسکوپ نوری در اثر فرآیند آسیا کار مکانیکی، تنش های فشاری ناشی از برخورد گلوله ها به سطح تا عمقی در حدود ۱۰۰ میکرون از سطح نفوذ کرده که در این محدوده چگالی دو قلویی ها نسبت به زمینه اطراف بیش تر می باشد.

با توجه به تصاویر به دست آمده از میکروسکوپ الکترونی روبشی، سطح نمونه ی ۵ ساعت آسیا کاری شده در عدم حضور پودر آلومینا، متشکل از دو قلویی هایی با جهت گیری متفاوت و مناطق شامل

ذرات و فاز های اکسیدی می باشد. در حضور پودر آلومینا، سطح توسط لایه ای سفید رنگ پوشیده شده و به دلیل برخورد گلوله ها به آن، در برخی نقاط جدایش این لایه دیده می شود.

نتایج به دست آمده از آنالیز XRD بیانگر حضور اکسید های آلومینیوم، منیزیم و اسپینل منیزیم ($MgAl_2O_4$) در نمونه های ۵ ساعت آسیا کاری شده در حضور و عدم حضور پودر آلومینا می باشد.

با توجه به نتایج به دست آمده از آزمون های خوردگی در محلول حاوی یون فلوراید، مقاومت به خوردگی نمونه ی ۳ ساعت آسیا کاری شده در عدم حضور پودر آلومینا، ۷۶۰۵ اهم سانتی متر مربع بوده در صورتی که مقاومت به خوردگی نمونه ی ۳ ساعت آسیا کاری شده در حضور پودر آلومینا ۱۰۷۱ اهم سانتی متر مربع می باشد. در محلول حاوی یون فسفات، مقاومت به خوردگی نمونه ی ۵ ساعت آسیا کاری شده در عدم حضور پودر آلومینا ۹۷۰ اهم سانتی متر مربع بوده در صورتی که مقاومت به خوردگی نمونه ی ۵ ساعت آسیا کاری شده در حضور پودر آلومینا ۲۰۱ اهم سانتی متر مربع می باشد. در محلول حاوی یون های کلراید و سولفات، مقاومت به خوردگی نمونه ی ۵ ساعت آسیا کاری شده در عدم حضور پودر آلومینا ۳۵ اهم سانتی متر مربع بوده در صورتی که مقاومت به خوردگی نمونه ی ۵ ساعت آسیا کاری شده در حضور آلومینا ۱۴۴۰ اهم سانتی متر مربع می باشد.

فهرست مطالب

۱) فصل اول: مقدمه

۲) فصل دوم: مروری بر منابع مرتبط

۲-۱) آلیاژ های منیزیم.....۵

۲-۱-۱) خواص و کاربرد های آلیاژ های منیزیم.....۵

۲-۱-۲) دسته بندی و نام گذاری آلیاژ های منیزیم.....۶

۲-۲) آلیاژ های منیزیم حاوی آلومینیوم و روی (سری AZ).....۶

۲-۲-۱) ترکیب شیمیایی.....۷

۲-۲-۲) ریز ساختار آلیاژ های کار شده.....۸

۲-۳) آلیاژ سازی و آسیا کاری مکانیکی.....۱۰

۲-۳-۱) معرفی تجهیزات و پارامتر های فرآیند.....۱۱

۲-۳-۲) کاربرد های فرآیند.....۱۱

۲-۴) خوردگی در آلیاژ های منیزیم.....۱۵

۲-۴-۱) مکانیزم های خوردگی.....۱۵

۲-۴-۲) پدیده اثر تفاوت منفی در آلیاژ های منیزیم.....۱۷

۲-۴-۳) لایه های سطحی موجود بر روی آلیاژ های منیزیم ۱۹

۲-۴-۴) اثر عناصر بر خوردگی آلیاژ های منیزیم.....۲۰

۲-۴-۵) اثر فاز های ثانویه بر خوردگی آلیاژ های منیزیم.....۲۱

۲-۴-۶) اثر محیط بر خوردگی آلیاژ های منیزیم.....۲۲

۲-۴-۶-۱) اثر محلول ها..... ۲۲

۲-۴-۶-۲) اثر جریان سیال..... ۲۳

۲-۴-۷) اثر عملیات سطحی بر خوردگی آلیاژ های منیزیم..... ۲۳

۲-۴-۸) اثر کار مکانیکی بر خوردگی آلیاژ های منیزیم..... ۲۵

۲-۵) نگاهی اجمالی بر پژوهش حاضر..... ۲۶

۳) فصل سوم: مراحل آزمایشگاهی و عملی

۳-۱) مواد مورد استفاده و نحوه ی آماده سازی آن ها..... ۲۸

۳-۱-۱) آلیاژ مورد استفاده..... ۲۸

۳-۱-۲) مواد مورد استفاده در محلول سازی..... ۲۸

۳-۱-۲-۱) کلرید سدیم ($NaCl$)..... ۲۹

۳-۱-۲-۲) فلورید سدیم (NaF)..... ۲۹

۳-۱-۲-۳) اسید فسفریک (H_3PO_4)..... ۲۹

۳-۱-۲-۴) سولفات سدیم (Na_2SO_4)..... ۲۹

۳-۱-۲-۵) فسفات سدیم (Na_3PO_4)..... ۳۰

۳-۱-۳) محلول مورد استفاده در بررسی های ریز ساختاری..... ۳۰

۳-۲) وسایل و تجهیزات مورد استفاده..... ۳۰

۳-۲-۱) دستگاه پتانسیو استات..... ۳۰

۳-۲-۲) الکترود مرجع..... ۳۱

۳-۲-۳) الکترود شمارنده یا کمکی..... ۳۲

۳-۲-۴) تجهیزات الکترود دیسک دوار (RDE)..... ۳۲

۳-۲-۵) میکروسکوپ نوری (OM)..... ۳۳
۳-۲-۶) میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)..... ۳۴
۳-۲-۷) دستگاه آنالیز فازی XRD..... ۳۴
۳-۳) تجهیزات و مواد مورد استفاده در آسیا کاری مکانیکی..... ۳۵
۳-۳-۱) گلوله..... ۳۵
۳-۳-۲) محفظه ی آسیا کاری..... ۳۵
۳-۳-۳) پودر آلومینا..... ۳۷
۳-۳-۴) نمونه مورد استفاده در آسیا کاری مکانیکی..... ۳۷
۳-۳-۵) آسیای پر انرژی ماهواره ای..... ۳۷
۳-۴) آسیا کاری مکانیکی آلیاژ منیزیم AZ31..... ۳۷
۳-۵) آماده سازی نمونه برای انجام بررسی های ریز ساختاری..... ۳۹
۳-۶) آماده سازی نمونه برای انجام آزمون های خوردگی..... ۳۹
۳-۷) آزمون های مورد استفاده جهت ارزیابی رفتار خوردگی..... ۴۰
۳-۷-۱) آزمون اندازه گیری پتانسیل خوردگی..... ۴۱
۳-۷-۲) آزمون پلاریزاسیون با پتانسیل متغیر..... ۴۱
۳-۷-۲-۱) آزمون مقاومت پلاریزاسیون خطی..... ۴۲
۳-۷-۳) آزمون طیف نگاری امپدانس الکتروشیمیایی..... ۴۳
۳-۸) مطالعات میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)..... ۴۴
۳-۹) مطالعات و آنالیز فازی XRD..... ۴۵

۴) فصل چهارم: نتایج، بحث و بررسی

۴-۱) بررسی های ساختاری..... ۴۷
۴-۱-۱) بررسی ماکرو ساختار نمونه ها..... ۴۷
۴-۱-۱-۱) ماکرو ساختار نمونه ی شاهد..... ۴۷
۴-۱-۱-۲) ماکرو ساختار نمونه های آسیا کاری شده بدون حضور پودر آلومینا..... ۴۸
۴-۱-۱-۳) ماکرو ساختار نمونه های آسیا کاری شده در حضور پودر آلومینا..... ۵۱
۴-۱-۲) بررسی ریز ساختار نمونه ها توسط میکروسکوپ نوری..... ۵۴
۴-۱-۲-۱) ریز ساختار نمونه ی شاهد..... ۵۴
۴-۱-۲-۲) ریز ساختار نمونه های آسیا کاری شده بدون حضور پودر آلومینا..... ۵۷
۴-۱-۲-۳) ریز ساختار نمونه های آسیا کاری شده در حضور پودر آلومینا..... ۶۱
۴-۱-۳) بررسی ریز ساختار و ترکیب شیمیایی نمونه ها توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی..... ۶۷
۴-۱-۳-۱) ریز ساختار و ترکیب شیمیایی نمونه ی شاهد..... ۶۸
۴-۱-۳-۲) ریز ساختار و ترکیب شیمیایی نمونه ی آسیا کاری شده بدون حضور پودر آلومینا..... ۷۳
۴-۱-۳-۳) ریز ساختار و ترکیب شیمیایی نمونه ی آسیا کاری شده در حضور پودر آلومینا..... ۸۲
۴-۲) بررسی های فازی نمونه ها توسط پراش اشعه ی ایکس..... ۹۱
۴-۲-۱) بررسی فازی نمونه های شاهد و آسیا کاری شده در عدم حضور پودر آلومینا..... ۹۱
۴-۲-۲) بررسی فازی نمونه های شاهد و آسیا کاری شده در حضور پودر آلومینا..... ۹۴
۴-۳) بررسی رفتار خوردگی نمونه ها..... ۹۶
۴-۳-۱) بررسی رفتار خوردگی نمونه های شاهد و آسیا کاری شده در عدم حضور پودر آلومینا..... ۹۷
۴-۳-۱-۱) آزمون اندازه گیری پتانسیل خوردگی..... ۹۷
۴-۳-۱-۲) آزمون مقاومت پلاریزاسیون خطی..... ۱۰۴

۴-۳-۱-۳) آزمون طیف نگاری امپدانس الکتروشیمیایی..... ۱۱۱
۴-۳-۱-۴) آزمون پلاریزاسیون با پتانسیل متغیر..... ۱۲۸
۴-۳-۲) بررسی رفتار خوردگی نمونه های شاهد و آسیا کاری شده در حضور پودر آلومینا..... ۱۳۵
۴-۳-۲-۱) آزمون اندازه گیری پتانسیل خوردگی..... ۱۳۵
۴-۳-۲-۲) آزمون مقاومت پلاریزاسیون خطی..... ۱۴۰
۴-۳-۲-۳) آزمون طیف نگاری امپدانس الکتروشیمیایی..... ۱۴۶
۴-۳-۲-۴) آزمون پلاریزاسیون با پتانسیل متغیر..... ۱۶۱

نتیجه گیری..... ۱۶۸
پیشنهادات..... ۱۷۱
تشکر و قدردانی..... ۱۷۲
چکیده انگلیسی..... ۱۷۳
منابع و مراجع..... ۱۷۴

فصل اول:

مقدمه

مقاومت به خوردگی نسبتا پایین آلیاژ های منیزیم باعث محدود شدن کاربرد های این آلیاژ در صنایع، از جمله خودرو سازی و هوافضا شده است. با توجه به برخی خواص فیزیکی جالب توجه این عنصر، مانند چگالی کم و نسبت استحکام به وزن زیاد، آلیاژ های منیزیم از اهمیت ویژه ای برای محققین برخوردار می باشند [1]. با توجه به فعالیت شیمیایی بالای عنصر منیزیم، حضور هر گونه نا خالصی و فاز ثانویه ای منجر به تشکیل پیل گالوانیک و کاهش مقاومت به خوردگی این عنصر می شود. از این رو تلاش های زیادی به منظور افزایش مقاومت به خوردگی آن انجام می شود.

یکی از این روش ها، پوشش دهی سطح آلیاژ های پایه ی منیزیم می باشد. به عنوان مثال، پوشش دهی سطح آلیاژ پایه ی منیزیم به کمک پلاسمای پودر آلومینا که با تشکیل لایه ای فشرده ازآلومینا بر روی سطح، مانع از تماس منیزیم زیر لایه با محیط خورنده می شود [2]. همچنین، پوشش دهی سطح آلیاژ منیزیم AZ31 به وسیله ی آلومینیوم به روش رسوب دهی فیزیکی بخار [3].

با این که اعمال این گونه پوشش ها منجر به بهبود خواص خوردگی سطح می شود، اقتصادی بودن روش و هزینه ی صرف شده جهت اعمال چنین پوششی نیاز به بررسی دارد. نکته ی منفی روش های ذکر شده در بالا هزینه بر بودن این روش هاست.

یکی دیگر از روش های افزایش مقاومت به خوردگی آلیاژ های منیزیم، اصلاح خواص سطح آن ها می باشد. ذوب و انجماد سریع لایه ای از سطح به کمک اشعه ی لیزر و یا قوس پلاسما، همگی از روش هایی هستند که در عین افزایش مقاومت به خوردگی سطح، هزینه بر نیز می باشند [4].

در چند دهه ی اخیر، آسیا کاری مکانیکی به عنوان فرآیندی غیر تعادلی و نسبتا مقرون به صرفه، از اهمیت زیادی برخوردار شده است. تاکنون تحقیقات اندکی در ارتباط با اثر فرآیند آسیا کاری مکانیکی بر رفتار خوردگی آلیاژ های منیزیم صورت گرفته است. به عنوان مثال، گراسجین و همکارانش رفتار

خوردگی پودر منیزیم آسیا کاری شده در معرض محلول KOH را بررسی کردند [5]. با توجه به این که محصولات تولید شده در این تحقیقات پودر بوده، برای استفاده از آن نیاز به اعمال فرآیند های بعدی مانند فشرده سازی می باشد.

هدف از این پژوهش، طراحی نوع جدیدی از محفظه های آسیا کاری، آسیا کاری مکانیکی سطح نمونه ی جامد آلیاژ منیزیم AZ31 در حضور و عدم حضور پودر آلومینا و بررسی خواص سطح دگرگون شده به کمک روش های آنالیز ساختاری و فازی و همچنین آزمون های خوردگی در سه محیط خورنده با خواص منحصر به فرد، می باشد.

با توجه به اقتصادی بودن فرآیند مذکور، امکان اجراء و انجام طرح در مقیاس بزرگ تر امکان پذیر می باشد.

فصل دوم:

مروری بر منابع مرتبط

۲-۱) آلیاژ های منیزیم

منیزیم یکی از سبک ترین فلزات بوده و آلیاژ های آن به دلیل دارا بودن خصوصیات ویژه، کاربرد های فراوانی دارند. به عنوان مثال می توان به کاربرد های آن ها در صنایع هوا فضا، حمل و نقل و غیره اشاره کرد. با این حال، کاربرد آلیاژ های آلومینیوم، به دلیل مقاومت به خوردگی بالاتر نسبت به آلیاژ های منیزیم، هم چنان بیش تر می باشد [6].

۲-۱-۱) خواص و کاربرد های آلیاژ های منیزیم

منیزیم یکی از سبک ترین فلزات با چگالی ۱/۷ گرم بر سانتی متر مکعب بوده که در مقایسه با آلومینیوم ۳۶ ٪ سبک تر می باشد. قطر اتمی منیزیم ۰/۳۲ نانو متر است و از این رو گستره ی وسیعی از عناصر از جمله آلومینیوم، روی، نقره و زیرکونیوم می توانند در شبکه ی کریستالی این فلز به صورت محلول جامد قرار گیرند. منیزیم و آلیاژ های آن به طور کلی دارای خواص زیر می باشند:

- نسبت استحکام به وزن بالا
- قابلیت ریختگی مناسب
- غیرمغناطیس
- هدایت الکتریکی و حرارتی بالا
- قابلیت جذب ارتعاش بالا
- غیرسمی

منیزیم به صورت عنصر آلیاژی غیر قابل جایگزین در آلیاژ های آلومینیوم و در ساخت چدن ها مورد استفاده قرار می گیرد. منیزیم و آلیاژ های آن در صنایع هوا فضا، خودرو و الکترونیک کاربرد دارند [7].

۲-۱-۲) دسته بندی و نام گذاری آلیاژهای منیزیم

آلیاژ های منیزیم به طور کلی به دو دسته ی آلیاژ های ریختگی و کار شده طبقه بندی می گردند و به صورت جزئی تر، به دو گروه آلیاژ های حاوی زیرکونیوم و آلیاژ های فاقد زیرکونیوم تقسیم می شوند. در پژوهش حاضر، از آلیاژ کار شده ی فاقد زیرکونیوم (آلیاژ AZ31) استفاده شده است.

نام گذاری آلیاژ های منیزیم بر اساس استاندارد ASTM به صورت زیر می باشد: [6-8]

دو حرف اول نام، بیانگر عناصر آلیاژی اصلی می باشند. به عنوان مثال کد A مخفف آلومینیوم، کد B مخفف بیسموت، کد C مخفف مس، کد Z مخفف روی و کد K مخفف زیرکونیوم است. اعداد ذکر شده در عنوان آلیاژ به ترتیب بیانگر درصد وزنی عناصر اصلی می باشند. پسوند انتهایی در نام آلیاژ مبین ترکیب شیمیایی خاص و یا عملیات انجام گرفته ی خاص بر روی آن است. به عنوان مثال آلیاژ AZ91D شامل حدود ۹ درصد وزنی آلومینیوم و ۱ درصد وزنی روی بوده و پسوند D نشان دهنده ی عناصر آلیاژی جزئی مشخص می باشد.

۲-۲) آلیاژ های منیزیم حاوی آلومینیوم و روی (سری AZ)

در این سیستم، آلیاژ ها شامل ۹-۳ درصد وزنی آلومینیوم به همراه مقادیر جزئی روی و منگنز می باشند. آلومینیوم باعث افزایش استحکام، قابلیت ریختگی و مقاومت به خوردگی در محیط های نمکین می گردد. افزودن روی به این آلیاژ ها به منظور غلبه بر اثرات منفی عناصری چون آهن و نیکل بر مقاومت به خوردگی می باشد [9].

۲-۲-۱) ترکیب شیمیایی

آلیاژ های منیزیم با توجه به عناصر عمده ی آلیاژی مانند آلومینیوم، منگنز، روی، زیرکونیوم و عناصر کمیاب خاکی در پنج گروه زیر به صورت تجاری تولید می شوند [10]:

- گروه Mg-Al-Mn: به همراه روی و سیلیکون یا بدون آن ها.
- گروه Mg-Zn-Zr: به همراه توریوم و یا بدون آن.
- گروه Mg-Re-Zr: به همراه روی و نقره یا بدون آن ها.
- گروه Mg-Th-Zr: به همراه روی و یا بدون آن.
- گروه Mg-Li-Al.

یکی از معروف ترین این گروه ها، آلیاژ های حاوی عناصر آلومینیوم و روی (سری AZ) می باشند که ترکیب شیمیایی تعدادی از آن ها در جدول (۲-۱) ارائه شده است [4, 11].

جدول (۲-۱): ترکیب شیمیایی تعدادی از آلیاژهای منیزیم [4, 11].

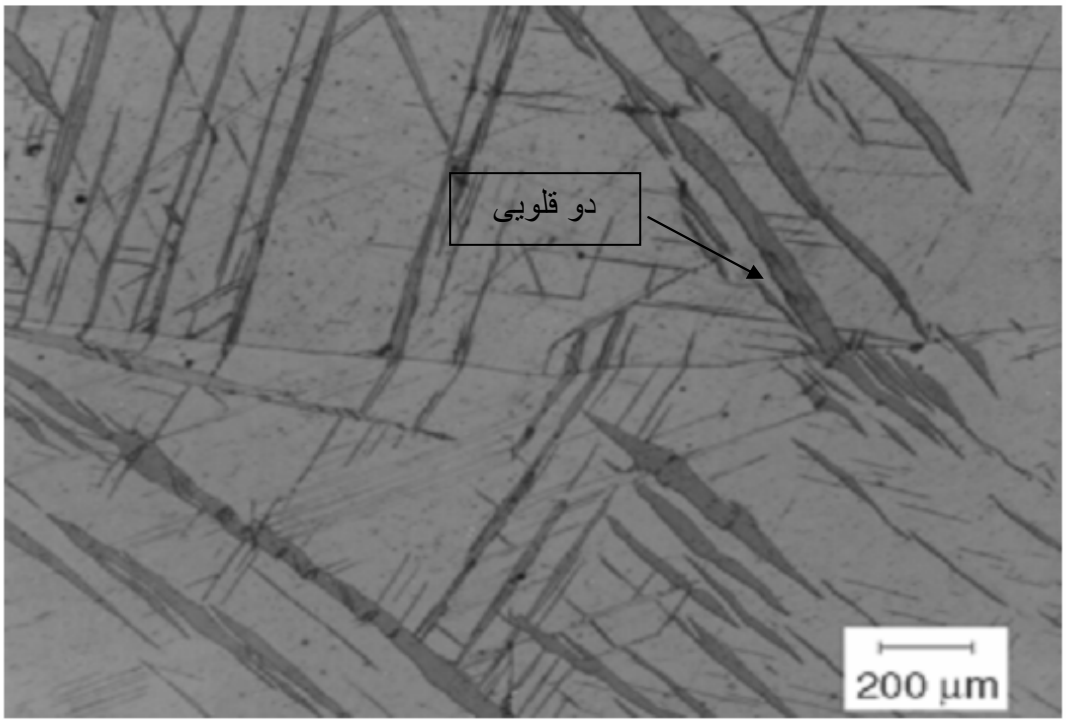
Alloy	Nominal Composition, mass%					
	Al	Mn	Th	Zn	Zr	other
AZ63A	٦/٠	٠/١٥	-	-	-	-
AZ81A	٧/٦	٠/١٣	-	٠/٧	-	-
AZ91C&E	٨/٧	٠/١٣	-	٠/٧	-	-
AZ92A	٩/٠	٠/١	-	٢/٠	-	-
AZ91A,B&D	٩/٠	٠/١٣	-	-	-	٠/٧
AZ31B&C	٣/٠	٠/٢	-	-	-	١/٠
AZ61A	٦/٥	٠/١٥	-	-	-	١/٠
AZ10A	١/٢	٠/٢	-	-	-	٠/٤
AZ80A	٨/٥	٠/١٢	-	-	-	٠/٥

۲-۲-۲) ریز ساختار آلیاژ های کار شده

آلیاژ های کار شده ی منیزیم اغلب به روش های روزن رانی[1]، نورد[2] و آهنگری[3] و در محدوده ی دمایی ۳۰۰-۵۰۰ ^{o}C تولید می شوند. به منظور مطالعه ی رفتار فیزیکی و شیمیایی آلیاژ های پایه ی منیزیم، اطلاع از پیشینه ی مکانیکی آن ها ضروری است. به عنوان مثال، در آلیاژ های کار شده ی پایه ی منیزیم، بررسی مکانیزم های تغییر فرم از اهمیت بسزایی برخوردار می باشد. بر اساس رابطه ی فون میسز، بیش از پنج سیستم لغزشی[4] فعال برای وقوع تغییر فرم موم سان یکنواخت مورد نیاز است. از آن جا که ساختار کریستالی منیزیم هگزاگونال می باشد، تعداد صفحات لغزشی فعال در دمای محیط کم تر از پنج سیستم است. به همین دلیل منیزیم و اصولا آلیاژ های آن در دما های پایین ترد می باشند. از این رو، دو قلویی شدن در دما های پایین و کرنش های کم، می تواند به عنوان مکانیزمی موثر در تغییر فرم آلیاژ محسوب گردد. تغییر فرم در اثر دو قلویی بر روی صفحات هرمی $\{10\bar{1}2\}$ می باشد. در تنش های فشاری، دو قلویی در صورتی اتفاق می افتد که جهت تنش موازی با صفحات پایه باشد [6, 8].

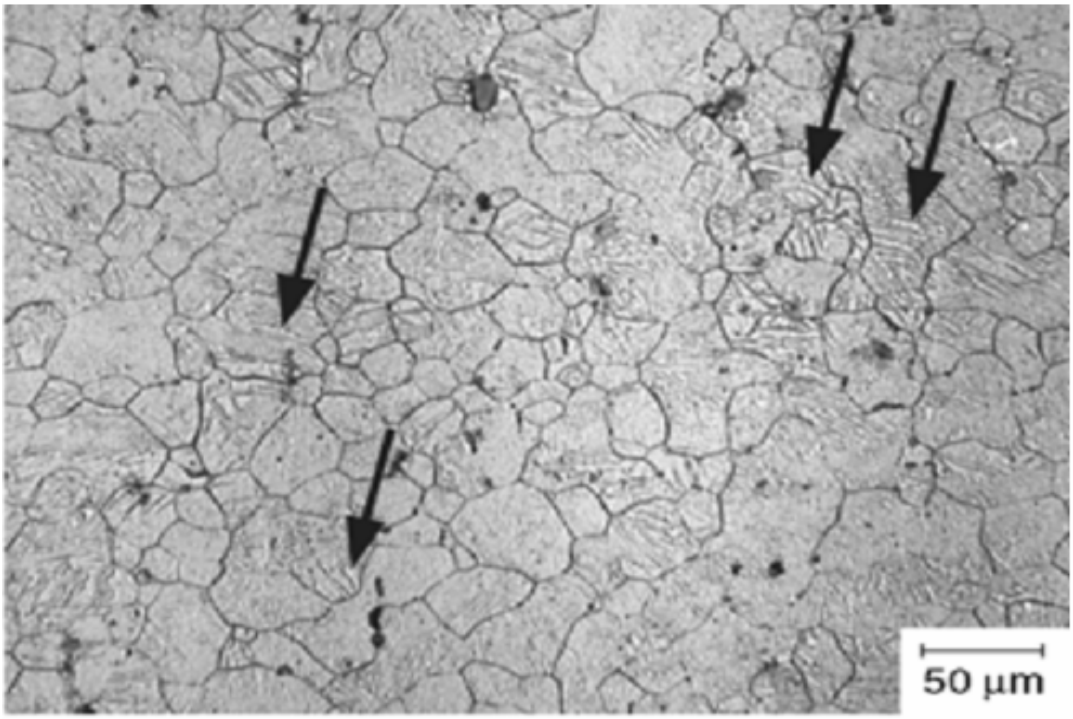
در شکل (۲-۱)، ریز ساختار منیزیم خالص کار شده نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می گردد، دو قلویی های مکانیکی تشکیل شده در حین فرآیند شکل دهی دارای جهت گیری های متفاوتی می باشند. لازم به ذکر است که دو قلویی ها در حین فرآیند پولیش کردن از بین نرفته و مورفولوژی عدسی شکل خود را پس از حکاکی هم چنان حفظ کرده اند [10].

---
[1]- Extrusion
[2]- Rolling
[3]- Forging
[4]- Slip system



شکل (۲-۱): ریز ساختار منیزیم خالص کار شده [10].

شکل (۲-۲) نیز ریز ساختار ورقی از جنس آلیاژ کار شده ی AZ31B را نشان می دهد. ریز ساختار، شامل دانه های هم محور Mg-α، دو قلویی های با جهت گیری اتفاقی و ترکیب بین فلزی Al-Mn (نقاط سیاه رنگ) می باشد. پیکان های موجود در شکل نشان دهنده ی دو قلویی های تشکیل شده در حین کار مکانیکی است [10].



شکل (۲-۲): ریز ساختار ورقی از جنس آلیاژ کار شده ی AZ31B [10].

۲-۳) آلیاژ سازی و آسیا کاری مکانیکی[1]

سنتز مواد توسط آسیا کاری پر انرژی پودر ها اولین بار توسط بنجامین و همکارانش در کمپانی نیکل در سال ۱۹۶۶ انجام شد که هدف از آن تولید سوپر آلیاژ مستحکم شده با ذرات اکسیدی بود. همچنین، از این فرآیند به منظور تولید انواع مواد مرکب، مواد جدید با خواص منحصر به فرد و تغییر خصوصیات سطحی فلزات استفاده می شود [12].

[1]- Mechanical alloying and milling

۲-۳-۱) معرفی تجهیزات و پارامتر های فرآیند

از آن جا که آسیا کاری مکانیکی فرآیندی پیچیده می باشد، بهینه سازی متغیر ها و پارامتر های فرآیند به منظور دست یابی به محصول مطلوب از اهمیت ویژه ای برخوردار است. مهم ترین پارامتر های موثر بر این فرآیند عبارتند از [13]:

- نوع آسیا
- محفظه ی آسیا کاری
- سرعت آسیا کاری
- مدت زمان آسیا کاری
- نوع، اندازه و توزیع محیط ساینده
- نسبت وزنی گلوله به پودر
- کسر اشغال شده از محفظه ی آسیا کاری
- عامل کنترل کننده ی فرآیند
- اتمسفر آسیا کاری
- دمای آسیا کاری

۲-۳-۲) کاربرد های فرآیند

استفاده از آسیا کاری مکانیکی به عنوان فرآیندی غیر تعادلی مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته است. از مهم ترین کاربرد های این روش می توان به:

- تولید ساختار های شبه پایدار
- تولید محلول های جامد فوق اشباع