مجله علمی مطالعات پژوهشی در علوم مهندسی آینده، ۱۴۰۳، دوره ۱، شماره ۱، ص ص ۳۷-۴۱

مجله علمی مطالعات پژوهشی

در علوم مهندسی آینده

www.journalhi.com/eng/

تاثیر انواع متغیرهای ریخته گری را بر روی ریزدانگی آلیاژهای آلومینیوم

سپهر عراقی [۱]

۱- کارشناسی ارشد مهندس مواد، دانشگاه آزاد، شهر قدس، ایران.

اطلاعات مقاله

مقاله پژوهشی کامل

دریافت: ۲۷ اسفند ۱۴۰۱

پذیرش: ۱۰ اردیبهشت ۱۴۰۲

ارائه در سایت: ۱۲ خرداد ۱۴۰۲

کلید واژگان:

متغیرهای ریخته گری

ریزدانگی

آلیاژهای آلومینیوم

چکیده

در تحقیق حاضر تاثیر انواع متغیرهای ریخته گری را بر روی ریزدانگی آلیاژهای آلومینیوم مطالعه و بررسی شده است. تحقیقات نشان داده است که عوامل متعدد و روش های گوناگونی جهت ریزدانگی آلیاژهای آلومینیوم وجود دارد. به طور عمده به سه روش گرمایی (۱-سرعت سرد کردن ۲-فوق ذوب ۳-فشار)، شیمیایی (۱- مواد جوانه زا ۲-پودر فلزات) و دینامیکی (۱-لرزانش ۲-حباب های گازی ۳-پوشش های فرار) تقسیم بندی می شوند. در پروژه حاضر عوامل و روش های گوناگون به طور مطلوبی بررسی شده. عموماً ساختارهای ریز دانه دارای خواص مطلوب تری از ساختارهای درشت دانه می باشند. به این منظور همواره ریخته گران به دنبال یافتن روش هایی برای ریزکردن دانه ها می باشند. اضافه کردن جوانه زا به مذاب متداول ترین روش ریزکردن دانه ها می باشد. علاوه بر این روش، عوامل و روش های دیگری نیز برای ریزکردن دانه ها وجود دارد که در شرایط خاص مورد استفاده قرار می گیرند. این پژوهش در پی آن است که عوامل و روش های گوناگون مطرح در مقالات منتشر شده را به طور خلاصه بررسی نماید.

The effect of various casting variables on the fineness of aluminum alloys

Sepehr Araghi [1]

1- Master of Materials Engineering, Azad University, Quds city, Iran

Article Information

Original Research Paper
Received 18 March 2023
Accepted 02 October 2023
Available Online 04 October 2023

Keywords:
Casting variables
Fineness
Aluminum alloys

Abstract

In this research, the effect of various casting variables on the fineness of aluminum alloys has been studied. Researches have shown that there are many factors and various methods for aluminum alloys. Mainly in three thermal methods (1-cooling speed 2-supermelting 3-pressure), chemical (1-germinating materials 2-metal powder) and dynamic (1-vibration 2-gas bubbles 3-volatile coatings) are divided. In the present project, various factors and methods have been investigated favorably. Generally, fine-grained structures have more favorable properties than coarse-grained structures. For this purpose, casters are always looking for ways to grind seeds. Adding a germinating agent to the melt is the most common method of grinding the seeds. In addition to this method, there are other agents and methods for crushing seeds that are used in special conditions. This research seeks to briefly examine the various factors and methods mentioned in the published articles.

۱- مقدمه

هر یک از مذاب های در حال انجماد خود دارای خواص مکانیکی، فیزیکی، منحنی سرد شدن و ... می باشند که در صورتی که ما بتوانیم یکی از انواع روش های ریزدانگی را بر روی این مذاب های در انجماد به درستی اعمال نماییم، آنگاه خواهیم دید و خواهیم یافت که هر یک از این حصوصیات قابل تغیر میباشد. علت اینکه می توان گفت ریزدانگی در بیشتر مواقع باعث بهتر شدن خواص مذاب ما می گردد این است که با ریز تر شدن شدن دانه فضای بین دانه ای که باعث ضعف فطعه می گردد کمتر می گردد و همچنین باعث پر شدن خلل و فرج و مک های احتمالی می شود، ایجاد مرز دانه های بیشتر می کند که خود این نیز باعث افزایش و بهبود خواص می گردد و ... لازم به ذکر است که با عمل ریزدانگی بر روی مذاب در می یابیم که گاه این خواص در جهت بهبود و بهتر شدن جلو می روند و گاه در جهت عکس خوب شدن یعنی بدتر شدن خواص مدنظر در پیش می روند. برای مثال در همین آزمایش قرار بر بررسی چگونگی خواص مکانایکی آلومینیوم ۳۵۶ در حالت بدون جوانه زا و همچین بعد اضافه نمودن جوانه زا می باشد. در این آزمایش ما متوجه شدیم که در هنگامی جوانه زا را به مذاب اضافه می نماییم خواص های مکانیکی زیر بهبود می یابند:

افزایش نقطه شکست قطعه در کشش (یو تی اس)

افزایش استحکام کششی

افزایش استحکام پیچشی

افزاش چقرمگی شکست

اما در یک آزمایش دیگر با اضافه نمودن جوانه زا به مذاب و اندازه گیری خواص مورد نظر آزمایش دریافتیم که الزاما و حتما نباید باعث بهبود و بهتر شدن خواص گردد زیرا این آزمایش بر روی آلومینیوم ۷۵۷۰ انجام شده و ملاحظه شده که به شدت از خواص مکانیکی و استحکام های این آلیاژ نسبت به نمونه بدون جوانه زا کاسته شده است. پس اگر بخواهیم در آخر به یک نتیجه گیری کلی برسیم می توانیم اینگونه بگوییم که جوانه زا ها با استفاده کردن از ریز دانگی مذاب ها باعث بهتر شدن خواص کلی مذاب می گردند اما نه تمام آلیاژها زیرا در بعضی از موارد نیز عکس نتیجه گیری بالا صدق می کند.

تاثیر سرعت سرد کردن بر اندازه دانه

سرعت سرد شدن به عنوان یک پارامتر مهم در انجماد قطعات ریختگی همواره مورد توجه بوده است. سرعت های انجمادی مختلف باعث تغییر ریز ساختار، اندازه دانه، مورفولوژی سیلیسیم یوتکتیکی، فاصله بین بازوهای دندریت و فازهای بین فلزی و به طور کلی خواص مکانیکی آلیاژهای آلومینیم می گردد. برای بررسی اثر سرعت سرد کردن دو گونه آزمایش انجام شده است. تعدادی با استفاده از نمونه پله ای جهت بررسی اثر ضخامت های مختلف (سرعت های مختلف سرد شدن) بر روی ریزدانگی و تعداد دیگری با استفاده از انواع مختلف قالب (جنس قالب و میزان انتقال حرارت در آن) به بررسی اثر نوع قالب بر روی ریزدانگی پرداخته اند.

ریز دانه کردن با استفاده از ریزدانه کننده ها (Ti,B,Zr,Sc)

افزایش برخی عناصر آلیاژی، بدون آنکه تاثیر قابل ملاحظه ای از نظر آلیاژی کردن داشته باشند، باعث ریز شدن دانه ها می شوند.

ریز کننده ها ذرات معلق در مذاب هستند که مانند هسته های غیریکنواخت در انجماد عمل می کنند و با افزایش مراکز جوانه زنی موجب کوچک و یکنواخت شدن دانه ها می شوند. نقطه ذوب بالا، شباهت ساختمان کریستالی ونزدیکی ابعاد سلولی آن به ساختمان جامد آلومینیوم، قابلیت چسبندگی وآغشته پذیری بالا از مشخصه های عمومی این ذرات است [۱].

استفاده از پودر فلزات به عنوان پودر جوانه زا

در این روش آلیاژ ۷۰۷۵ به عنوان آلیاژ مبداء و با توجه به عناصر موجود در این آلیاژ از پودر آلومینیوم - برنج (۳۰-۷۰) و پودر آلومینیوم - برنز(۱۰-۹۰) استفاده به عمل آمده است. در زمان ذوب اقدامات لازم برای جلوگیری از آلودگی مذاب انجام گرفت و پس از ذوب با توجه به کنترل دما در محدوده ۷۵۰ درجه سانتی گراد با استفاده از قرصهای C2Cl6 انجام گرفته و دردمای حدود C+°72010 جوانه زنی بر حسب ضرورت انجام گرفته است. با کنترل صحیح زمان نگهداری نشان داده شده است که اندازه دانه ها در این روش ریز کردن، با تلقیح سایر مواد جوانه زا یکی می باشد و به طور کل به دلیل کم بودن زمان میرایی و حل شدن سریع این جوانه ها در مواردی که زمان سرعت ریخته گری بالا است و زمان میرایی نداریم از این روش میتوان استفاده نمود [۲].

قالب های دائمی

همانطور که از اسمش پیداست. قالب‌های دائمی به صورت مکرر مورد استفاده قرار می‌گیرند. این قالب‌ها به گونه‌ای طراحی می‌شوند که قطعهٔ ریخته‌گری شده به آسانی بتواند از داخل آن برداشته شود تا بتوان دوباره از قالب برای ریخته‌گری قطعهٔ بعدی استفاده نمود. برای ساخت این قالب‌ها از فلزاتی که در دماهای بالا استحکام دارند استفاده می‌شود. از آنجاییکه قالب‌های فلزی دارای هدایت حرارتی بهتری نسبت به قالب‌های غیر دائمی می‌باشند، انجماد قطعهٔ ریخته‌گری سریع انجام می‌شود که این موضوع بر روی میکرو ساختار و اندازهٔ دانهٔ ریختگی تاثیر می‌گذارد.

در قالب‌های دائمی دو نیمهٔ قالب از موادی نظیر فولاد، برنز و گرافیک ساخته می‌شوند. حفره‌های قالب و سیستم راهگاهی در داخل قالب ماشینکاری می‌شوند. معمولاً از چدن خاکستری، فولاد کم کربن و فولاد گرم کار به عنوان ماهیچه استفاده می‌شود. استفاده از چدن خاکستری به عنوان ماده خام ماهیچه معمول‌تر است. برای افزایش عمر قالب‌های دائمی، سطوح حفره‌های قالب توسط دو غابی از مواد مقاوم پوشانده می‌شود و یا بعد از تولید چند قطعه با اسپری لایه ای از گرافیت روی کویته‌ها قرار می‌گیرد.

با این فرایند می‌توان قطعاتی یکنواخت با کیفیت سطح خوب، تلرانس‌های کم و خواص مکانیکی خوب در تیراژ بالاتولید نمود. قطعات معروف تولید شده با این روش پیستون‌های موتورهای احتراق داخلی، سر سیلندر و وسایل آشپزخانه می‌باشد [۳].

ریخته گری تحت فشار

دایکست یا ریخته‌گری تحت فشار عبارت است از روش تولید قطعه از طریق تزریق فلز مذاب تحت فشار به درون قالب، روش دایکست از این نظر که در آن فلز مذاب به درون حفره‌ای به شکل قطعهٔ مورد نظر رفته و پس از سرد شدن قطعهٔ مورد نظر به دست می‌آید، بسیار شبیه ریخته‌گری ریژه می‌باشد. تنها اختلاف بین این دو روش در نحوهٔ پر کردن حفرهٔ قالب است. در قالب ریژه، فلز مذاب تحت فشار وزن خود سیلان پیدا کرده و به درون قالب می‌رود، حال آنکه در روش دایکست فلز مذاب تحت فشار و سرعت بیشتری به درون قالب می‌رود. به همین دلیل در دایکست قطعات با اشکال پیچیده‌تری را می‌توان تهیه کرد.

در ریخته‌گری تحت فشار مواد مذاب پس از بسته شدن قالب، به داخل یک نوع پمپ یا سیستم تزریق (بسته به طرح دستگاه) هدایت می‌شود، سپس در حالیکه پلانجر مواد مذاب را با سرعت از طریق سیستم تغذیهٔ قالب به داخل حفره می‌فرستد، هوای داخل حفره‌ها از طریق سوراخ‌های هواکش خارج می‌شود. این پمپ در بعضی از دستگاه‌ها دارای درجه حرارت محیط و در برخی دیگر دارای درجه حرارت مذاب می‌باشد. معمولاً مقدار مواد مذاب تزریق شده بیش از اندازهٔ مورد نیاز جهت پر کردن حفره بوده تا سرباره گیرها را پر کند و حتی پلیسه در اطراف قطعه بوجود بیاورد. سپس در مرحلهٔ دوم مادامی که مادهٔ مذاب در حال سرد و منجمد شدن در داخل حفره می‌باشد، پمپ همچنان فشار خود را اعمال شده نگه می‌دارد. در مرحلهٔ سوم قالب باز شده و قطعه به بیرون پران می‌شود. در آخرین مرحله همچنان که قالب باز است داخل حفره‌ها تمیز و در صورت نیاز روغنکاری شده و دوباره بسته و آمادهٔ تکرار عملیات قبل می‌گردد [۳].

مواد و روش

ریخته گری Al356 به روش دایکست با و بدون جوانه زا

همانطور که قبلا توضیح داده شد، روش تولید و تهیه ی آلومینیوم ۳۵۶ و کاربردهای آن را متوجه شدیم. حال با توجه به این توضیحات همین طور بررسی های روش دایکست و ریز دانه کردن در این آزمایش می خواهیم با استفاده از روش دایکست با محفظه ی سرد افقی و استفاده از جوانه زا TiB6 ریز دانه کیم. آلومینیوم ۳۵۶ را با توجه به اینکه در دایکست cold chamber با محفظه افقی سیستم تزریق به صورت سرد عمل کرده و فقط از حرارت مواد مذاب که در داخل آن ریخته می شود حرارتی میگیرد و با آب خنک می شود. مواد مذاب از طریق یک سوراخ که در بالای آن است ریخته می شود و

سرعت پیستون تزریق بین ۴۵ تا ۲۷۲ متر بر ثانیه متغیر است. در شکل ۱ می توان دستگاه مورد استفاده قرار گرفته شده را مشاهده نمود.

شکل ۱- دستگاه دایکست

مذابی از Al356 داریم و جوانه زا باید به اداره یک هزارم وزن مناسب به مذاب اضافه گردد. حال با توجه به داشتن وزن اولیه Al قبل از ذوب و با استفاده از ترتزوی دیجیتال وزن قرص جوانه زا که باید اضافه گردد بدست آید در شکل ۲ قابل مشاهده می باشد.

شکل ۲- جوانه زا در هنگام اندازه گیری

مذاب را در کوره ای الکتریکی که در شکل ۳ و ۴ می توان آن را مشاهده کرد به مدت ۶۰ دقیقه در دمای ۷۸۰ درجه سانتی گراد قرار دادیم تا به صورت مذاب ایده آل مورد نیاز برسد.

شکل ۳- کوره الکتریکی

شکل ۴- نشانگر دمای کوره الکتریکی

حال این آزمایش را ۲ بار دیگر انجام می دهیم که اثر جوانه زا را بر ریز دانه کردن مشاهده کنیم. یکبار به مذاب Al356 جوانه زا اضافه می گردد و بار دیگر به مذاب جوانه زا اضافه نمی کنیم.

نتایج

متالوگرافی

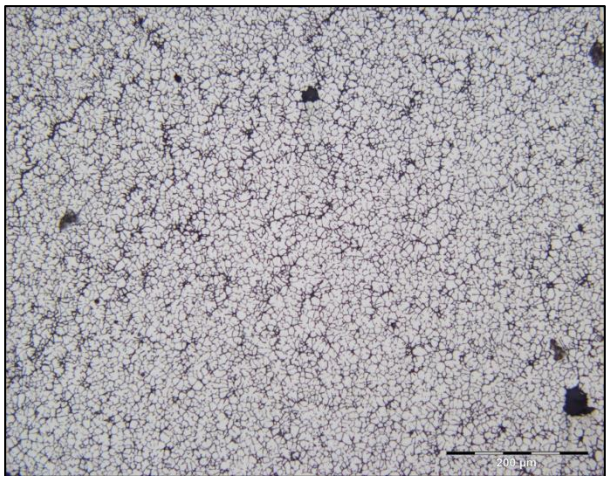
متالوگرافی، بررسی های آماده سازی نمونه برای بررسی های میکروسکوپی و مطالعه ریز ساختار به منظور تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی آن آلیاژ خاص می باشد. سطح متالوگرافی آماده شده باید موارد زیر را تامین نماید:

صاف و عاری از خراش، شکاف و آلودگی ها که به سطح صدمه می زند باشد. عدم وجود هرگونه براده یا تراشه ناشی از ترکیبات بین فلزی سخت و ترد. عاری از هرگونه اثرات فلزات مزاحم باشد.

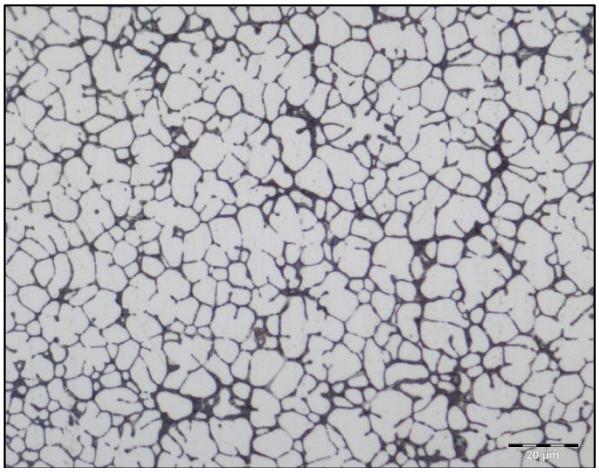
مراحل آماده سازی فلز عبارت اند از:

۱- برش
۲- سنباده زنی خشن
۳- مانت
۴- سنباده زنی نرم یا ظریف/ پولیش اولیه
۵- پولیش خشن یا زبر یا پولیش میانی
۶- پولیش نهایی
۷- اچ کردن

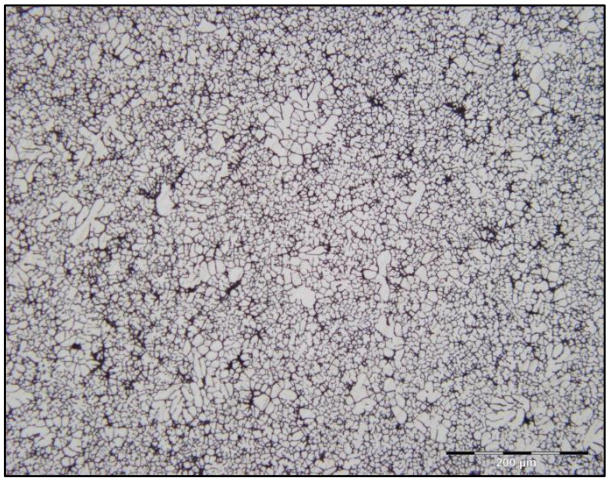
عکس های بدست آمده از متالوکرافی به روش بالا را در شکل های ۵ تا ۸ برای هر یک از مواد مشاهده می نماییم.



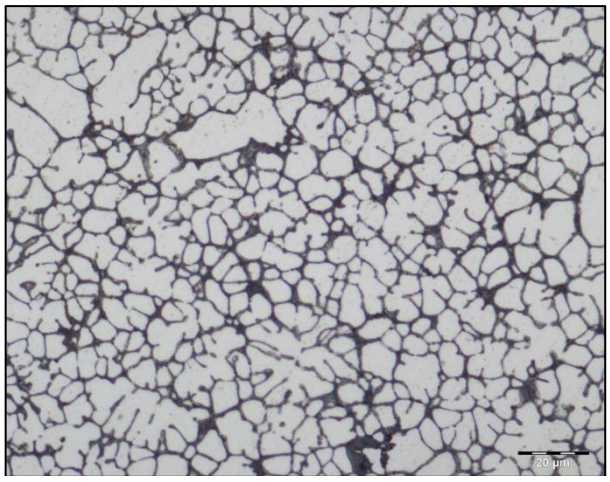
شکل ۵-با جوانه زا (بزرگنمایی ۲۰۰پیکو متر)



شکل ۶- با جوانه زا (بزرگنمایی ۲۰ میکرون)



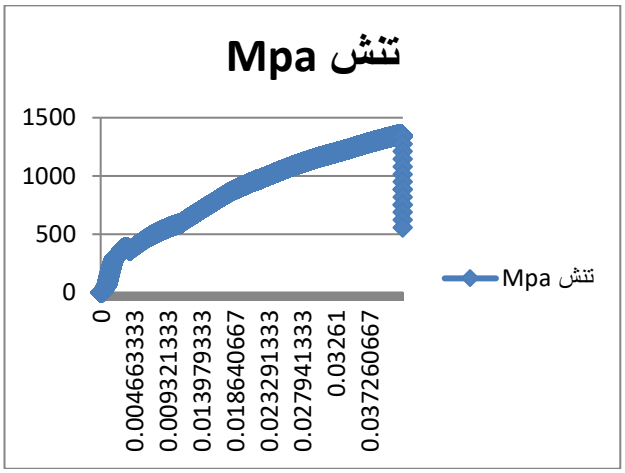
شکل ۷- بدون جوانه زا (بزرگنمایی ۲۰۰ پیکو متر)



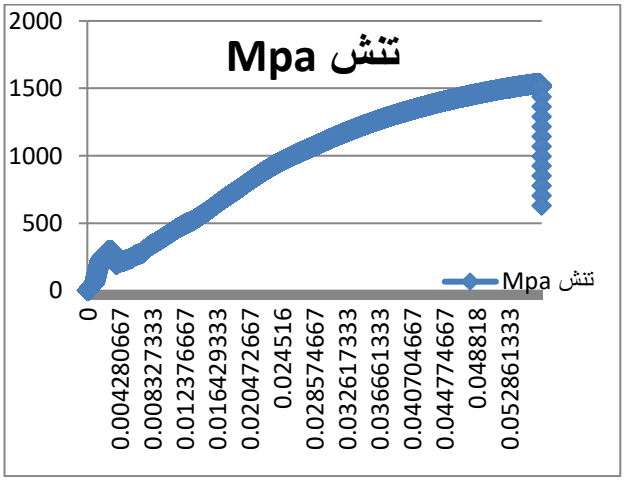
شکل ۸- بدون جوانه زا (بزرگنمایی ۲۰ میکرون)

تست کشش آلیاژ

آزمون کشش مهندسی برای نشان دادن اطلاعات اساسی در مورد استحکام مواد و به عنوان آزمونی برای پذیرش خصوصیات ماده کاربرد زیادی دارد. در آزمون کشش نمونه تحت نیروی یک بعدی که به طور پیوسته زیاد می شود قرار دارد و این در حالی است که ازدیاد طول به طور همزمان مشاهده می گردد. منحنی تنش و کرنش مهندسی بر اساس مقدار بار- ازدیاد طول رسم می گردد.



نمودار ۱- بدون جوانه زا



نمودار ۲- با جوانه زا

نتیجه گیری آزمایش

همانطور که در توضیحات آوردیم بعد از انجام متالوگرافی و گرفتن عکس مشاهده می نماییم که در عکس های با جوانه زا ساختار ریز تری داریم نسبت به بدون جوانه زا داریم حال با توجه به خواصی که از ماده ریزدانه شده دارد در می یابیم که با اضافه نمودن جوانه زا به Al356 بهبود ساختار را داریم و خواص بهتری و هم محوری دست خواهیم یافت اما باید توجه داشت که اضافه کردن جوانه زا گاهی اوقات مفید نیست و جاهایی که ترکیب شیمیایی حساس داریم نمی توان جوانه زا اضافه کرد چون خواص را از بین می برد و یا همچنین ۹۹ درصد جوانه زا به صورت ناخالصی عمل می کند ولی با این همه تفاسیر عاملی موثر در Al356 بذای ریز کردن می باشد.

حال با توجه به تست دوم یعنی تست کشش که ما انجام دادیم، مشاهده کردیم باز با اضافه کردن جوانه زا به خواصی کاملا مطلوب می رسیم که به برخی از این خواص بخواهیم اشاره کنیم می توان:

۱- نقطه تسلیم: به حدی از تنش می گوییم که بدون افزایش نیرو به صورت پیوسته شروع به تغییر شکل می کند.

۲- استحکام کششی: حداکثر باری است که هر فلز می تواند تحت شرایط بسیار محدود بارگذاری یک بعدی در برابر آن پایداری کند.

۳- ازدیاد طول

۴- کاهش سطح مقطع

۵- سطح زیر نمودار یا چقرمگی شکست

و دیگر خواصی که با اضافه کردن جوانه زا از روی نمودار تنش و کرنش می توان به آن دست یافت و در نمودار های ۱ و ۲ مشاهده کردید که نمودار تنش-کرنش دقیقا افزایش داشته است.

حال با توجه به توضیحات و تست ها و نتایج انجام شده به این موضوع دست می یابیم که در ریخته گیری Al356 به روش دایکست که سرعت سرد کردن بالایی دارد اضافه کردن جوانه زا TiB به آن نه تنها باعث ریزدانه کردن آن می شود بلکه باعث بهبود خواص قطعه می گردد.حال با وجود این همه تفاسیر باید دقت داشت که در جاهایی که ترکیب شیمیایی برای ما اهمیت دارد جوانه زا اضافه نکنیم ولی در

قطعاتی که فقط به دنبال بهبود خواص و بهره برداری از آن هستیم استفاده از جوانه زا می تواند یکی از بهترین گزینه ها برای انجام این کار باشد.

مراجع

[۱] حمید مهدوي، " جوانه زني و مکانیسم ریز شدن دانه هاي الومینیوم و آلیاژهاي آن"، مجله آلومینیوم پائیز ۷۶،صفحه۳۱

[۲] دکتر جلال حجازي و دکتر یوسف خرازي، " استفاده از پودر فلزات به عنوان جوانه زا در آلیاژهاي ۷۰۷۵ آلومینیوم" مجله جامعه ریخته گران ایران –سال پانزدهم شماره ۱ ،صفحه۱

[۳] دکتر محمود حاجی صفری ماهانه، "در ا رتباط با ریخته گری تحت فشار" دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد.