٣٧١٨٢

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تحویل مدارک
۱۳۸۰ /۸/ ۲۰

بنام خدا

پایان نامه کارشناسی ارشد

عنوان:

تهیه فیلترهای سرامیکی جهت فیلتراسیون مذابهای فلزی

اساتید راهنما:

دکتر علیرضا میرحبیبی

دکتر علیرضا خاوندی

دانشجو:

مهدی قهاری

01378

زمستان ۷۹

۳۷۱۸۲

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تقدیم مرکز

تقدیم به

مادر دلسوزم

پدر فداکارم

و همسر مهربانم

چکیده:

استفاده از فوم فیلترهای سرامیکی به دلیل کارایی بالای آنها در حذف آخالها در صنعت ریخته گری بطور چشم گیری رو به افزایش است. برای دست یابی به یک قطعه با کیفیت بالا، حذف آخالها از مذاب ضروری است. یکی از مؤثرترین روشهای حذف آخال ، استفاده از فوم فیلترهای سرامیکی است.

هدف از این تحقیق ساخت فوم فیلترهای آلومینایی می باشد. خلاصه روش ساخت این فیلتر ها بدین گونه است که ابتدا دوغاب سرامیکی تهیه می شود و سپس اسفنج پلیمری از جنس پلی یورتان در دوغاب غوطه ور می شود. در مرحلهٔ بعد دوغاب اضافی از اسفنج خارج می شود.سپس اسفنج خشک و بعد پخت صورت میگیرد. حین پخت اسفنج پلیمری تجزیه شده و از بدنه خارج می شود. در نهایت فیلتر سرامیکی شبیه اسفنج مصرفی بدست می آید.

در این تحقیق تاثیر پارامترهای مختلفی نظیر نوع فوم، نحوهٔ شکل دهی، سرعت گرم کردن، زمان و دمای زینترینگ بر روی ساختار و استحکام فیلترها مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین با عبور مذاب آلومینیوم ۳۵٦ از فیلترهای ساخته شده و فیلترهای وارداتی و تهیه نمونه های کشش کارایی فیلترهای ساخته شده با انجام آزمایش دانسیته واستحکام کششی روی نمونه های آلومینیومی مورد ارزیابی قرار گرفت.در ضمن با تغییر مکان فیلتر و تغییر سرعت بحرانی بهترین شرایط ریخته گری با فیلتر بدست آمد.

نتایج بدست آمده نشان داد که فیلترهای ساخته شده در مقایسه با فیلترهای وارداتی ازکیفیت مطلوبی برخوردارند.

تشکر و قدردانی

با سپاس بیکران از خداوند متعال که مرا در انجام این پژوهش یاری نمود، از راهنمایی‌های اساتید گرامی آقایان دکتر میرحبیبی و دکتر خاوندی کمال تشکر را دارم. در ضمن وظیفه خود می دانم از حمایت‌های بی دریغ آقای دکتر شکریه (رئیس مؤسسه کامپوزیت)که در انجام این پروژه نقش اساسی داشتند قدردانی نمایم.

همچنین از آقای مهندس اسماعیلی (کارگاه ریخته‌گری)، خانم مهندس کرد(آزمایشگاه مو د اولیه)، آقای ایرج نوروزی(تهیه عکس‌های صنعتی) وآقای مهرجو تشکر می‌کنم.

در پایان از کلیه همکاران در مؤسسه کامپوزیت ایران و دیگر دوستان که همواره مشوق من بودند تشکر می‌کنم.

فهرست | صفحه

فصل اول

۱- مقدمه ۱

فصل دوم

مروری برمنابع مطالعاتی

۱- ۲ منابع ورود ناخالصی ها به مذاب ۳

۱-۱-۲ شرایط ذوب ٤

۱-۱-۱-۲ هوای محیط ٤

۲-۱-۱-۲ مواد نسوز ٤

۳-۱-۱-۲ ابزارها ٤

٤-۱-۱-۲ کنترل درجه حرارت ٤

۲-۱-۲ اکسید آلومینیوم ٥

۳-۱-۲ عوامل دیگر ٥

۲-۲ ناخالصی های موجود در آلیاژهای آلومینیومی ٦

۱-۲-۲ ترکیبات فلزی ۷

۱-۱-۲-۲ ترکیبات آهن ۷

۲-۱-۲-۲ ترکیبات سیلیسیم ۸

۳-۱-۲-۲- ترکیبات تیتانیوم ۸

۲-۲-۲ ترکیبات غیر فلزی ۸

۱-۲-۲-۲ اکسیدها ۸

۲-۲-۲-۲ کربورها ۹

۳-۲-۲-۲ کلرورها ۹

۳-۲-۲ گازها ۱۰

۳-۲ ناخالصی های موجود در آلیاژهای منیزیمی ۱۰

٤-۲ ناخالصی های موجود در آلیاژهای مس ۱۰

۲-۵ ناخالصی های موجود در آلیاژهای روی ۱۰

۲-۶ تشکیل ناخالصی ها در مذاب آهن(چدن) ۱۱

۲-۷ دلایل استفاده از صافیها ۱۲

۲-۷-۱ سیالیت ریخته گری ۱۲

۲-۷-۲ افزایش طول عمر ابزار ۱۳

۲-۷-۳ کاهش انقباض ریختگی ۱۳

۲-۷-٤ افزایش تولید ۱٤

۲-۷-۵ بهبود خواص مکانیکی ۱٤

۲-۷-۶ بهبود خواص سطحی قطعه ۱٤

۲-۷-۷ کاهش مک و تخلخل ۱۵

۲-۷-۸ سایر موارد ۱۷

۲-۸ اصول فیلتراسیون ۱۷

۲-۹ انواع فیلتر ۲۲

۲-۹-۱ ماهیچه های فیلتری ۲۲

۲-۹-۲ الکهای فلزی یا فایبر گلاسی ۲۳

۲-۹-۳ فیلترهای بستری ۲۳

۲-۹-٤ فیلترهای بلوکی ۲٤

۲-۹-۵ فیلترهای حاصل از اتصال ذرات ۲٤

۲-۹-۶ فیلترهای کارتریج ۲۵

۲-۹-۷ فیلترهای فوم سرامیکی ۲۵

۲-۹-۸ صافیهای سرامیکی دو جداره ۲۸

۲-۱۰ جنس صافی و پارامترهای مهم درمورد اندازهٔ حفرهٔ آن ۲۸

۲-۱۰-۱ اندازه مواد فیلتر ۲۸

۲-۱۰-۲ سطح خارجی ۲۸

۲-۱۰-۳ قابلیت چسبندگی مواد توسط مذاب ۲۹

۲-۱۱ اندازه مناسب فیلتر ۲۹

۲-۱۲ فاکتورهای مؤثر در عبور مذاب ۳۱

۲-۱۳ استفاده از فیلتر در سیستم راهگاهی ۳۱

۲-۱٤ دلایل ترک برداشتن دیواره های فومهای سرامیکی ۳۳

۲-۱٤-۱ بهبود فرایند پوشش ۳۳

۲-۱٤-۲ تعیین عیوب ۳٤

۲-۱٤-۳ سرعت گرم کردن روی دمای پیرولیز ۳٦

۲-۱٤-٤ غشار لازم برای تخریب دیواره ها ۳۷

۲-۱٤-۵ ترک برداشتن دیواره حاصل از تنشهای خشک کردن ۳۷

۲-۱٤-٦ ترک برداشتن دیواره حاصل از انبساط حرارتی زمینه ۳۹

۲-۱۵ اجتناب از ترک برداشتن ٤۱

۲-۱٦ بررسی خواص مکانیکی فوم فیلترها ٤۱

۲-۱۷ شوک حرارتی ٤٤

۲-۱۷-۱ اثر اندازه سلول ٤٦

۲-۱۷-۲ اثر دمای ماکزیمم و سرعتهای سردو گرم کردن ٤۷

۲-۱۸ زینترینگ بدنه های متخلخل ٤۸

۲-۱۹ فومهای پلاستیکی ۵۱

فصل سوم

روش ساخت نمونه ها و آزمایشها

۳-۱ مراحل ساخت ۵۳

۳-۱-۱ مرحله اول: انتخاب اسفنج پلیمری ۵۳

۳-۱-۲ مرحله دوم: تهیهٔ دوغاب سرامیکی ۵٦

۳-۱-۲-۱ فیلتر آلومینا بالا ۵٦

۳-۱-۲-۲ بدنهٔ آلومینا باند رسی ۵۸

۳-۱-۳ مرحله سوم: افزودنیها ۵۹

۱-۳-۱-۳ بایندر ۵۹

۲-۳-۱-۳ عامل رئولوژیکی ۵۹

۳-۳-۱-۳ روانساز ٦۰

٤-۳-۱-۳ عامل دلمه کننده ٦۱

٤-۱-۳ مرحله ٤: آماده سازی فومها ٦۱

۱-٤-۱-۳ فولکولاسیون موضعی ٦۱

۵-۱-۳ مرحله ۵: غوطه ور کردن اسفنج در داخل دوغاب ٦۲

٦-۱-۳ مرحله ٦ : خارج کردن دوغاب اضافه از اسفنج ٦۲

۷-۱-۳ مرحله ۷ : خشک کردن ٦۳

۸-۱-۳ مرحله ۸: سوختن اسفنج پلیمری/ تبخیر مواد آلی ٦۳

۹-۱-۳ مرحله ۹ : زینترینگ سرامیک ٦۳

۲-۳ بهبود استحکام ٦٤

۳-۳ آزمایشهای انجام شده ٦۵

۱-۳-۳ دانسیته و تخلخل ٦۵

۲-۳-۳ بررسی انقباض حاصل از پخت ٦۵

۳-۳-۳ بررسی استحکام مکانیکی و عملکرد فیلترهای ساخته شده ٦۵

٤-۳-۳ آزمایش توزیع اندازه ذره ٦٦

۵-۳-۳ آزمایشهای ریزساختاری و فاز شناسی ٦٦

٦-۳-۳ آزمایش کشش ودانسیته ٦٦

فصل چهارم

نتایج و بحث

٤-۱ ترکیب شیمیایی نمونه خارجی ٦۷

٤-۲ خصوصیات فیزیکی فیلترها ٦۸

٤-۳ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی پودر آلومینای مصرفی ٦۸

٤-٤ توزیع اندازه ذره ٦۹

٤-٥ بررسی نتایج فاز شناسی ٦٩

٤-٦ بررسی انقباض حاصل از پخت ٧٦

٤-٧ بررسی استحکام مکانیکی و عملکرد فیلترهای ساخته شده ٧٨

٤-٨ تغییر پارامترهای شکل دهی ٨٦

٤-٨-١ تاثیر عملیات پوش سطحی قبل از پوشش دهی ٨٦

٤-٨-٢ تاثیر سیالیت دوغاب ٨٩

٤-٨-٣ تاثیر تعداد دفعات پوشش دهی ٨٩

٤-٨-٤ تاثیر نحوه خشک کردن و پخت ٩٣

٤-٩ عبور مذاب از فیلتر و بهبود کیفیت سطح ٩٥

٤-١٠ بررسی SEM ٩٦

٤-١١ آزمایش کشش ١٠٠

فصل پنجم

نتایج

٥-١ نتایج در مورد فرمها ١٠١

٥-٢ نتایج در مورد دوغاب ١٠١

٥-٣ نتایج مربوط به خشک شدن ١٠١

٥-٤ نتایج مربوط به پخت ١٠٢

٥-٥ نتایج مربوط به ریخته گری ١٠٢

مراجع ١٠٣

ضمیمه ١٠٧

فهرست شکلها

صفحه

شکل(۱-۲): تاثیر تصفیه مذاب روی سیالیت آلومینیوم دای کست ۱۳

شکل(۲-۲): چدن نشکن عاری از آخالهای خارجی(۱) و چدن نشکن حاوی آخالهای فوق(۲) ۱۵

شکل(۳-۲): مک های گازی حاصل از هیدروژن محلول در مذاب و نامحلول در آلومینیوم ۱۶

شکل(٤-۲): مک های گازی دراثر واکنش های شیمیایی درون مذاب (آلیاژ مس) ۱۶

شکل(۵-۲):مثالی از یک نوع فیلتر بستری ۱۷

شکل(٦-۲):مکانیزمهای انتقال و گیرافتادن به هنگام انجام فیلتراسیون عمقی ۱۸

شکل(۷-۲): مقایسه بازدهی فیلتراسیون فیلتر بستری با فوم فیلتر سرامیکی روی سرعت مذاب ۱۹

شکل(۸-۲): مقایسه سه سیستم فیلتراسیون(الف)اندازه آخال هایی که توسط
فیلترهای فومی بسته به اندازه سلول باز تصفیه می شوند. ۲۰

شکل(۹-۲): سطح مقطع ای از فیلتر نوع سطحی ۲۰

شکل(۱۰-۲):رابطهٔ بین سطوح مختلف و زاویهٔ ترشوندگی (θ)را برای حالت ترشوندگی
($\theta\langle 90^\circ$) و غیرترشوندگی ($90^\circ\langle\theta$) را نشان می دهد. ۲۱

شکل(۱۱-۲): گیرافتادن دانه سیلیس موجود در چدن رگه دار توسط فیلتر ۲۲

شکل(۱۲-۲): اتصال دانه های ماسه سیلیسی موجود در سرباره منگنزسیلیکاتی به فوم SiC ۲۲

شکل(۱۳-۲): تصویر شماتیک یک ماهیچه برشی ۲۳

شکل(۱٤-۲): تصویر انواع الکهای فلزی به همراه فیلترهای اکسترودی ۲۳

شکل(۱۵-۲): یک نوع فیلتر اتصال ذرات ۲٤

شکل(۱٦-۲): تصویر شماتیک از فیلترکارتریج ۲۵

شکل(۱۷-۲): انواع مختلف فیلترهای سرامیکی فومی ۲٦

شکل(۱۸-۲): انواع مختلف فیلترها از نظرتعداد حفرات ۲٦

شکل(۱۹-۲): طرق مختلف قراردادن فیلتر در سیستم راهگاهی ۳۲

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

عکس (۲۰-۲): تصویر SEM از آلومینای زینتر شده سلول باز که ترکهای طولی روی دیواره هایش مشخص است. ۳۵

شکل(۲۱-۲): تصویر SEM از فوم خشک شده که با دوغاب با سیالیت کم پوشش داده شده است نواحی که با دوغاب پوشیده نشده اند با فلش نشان داده شده است. ۳۵

شکل (۲۲-۲): منحنی TGA با سرعت c/min ° ۱۰ ۳۶

شکل(۲۳-۲): تصاویر SEM از فوم خشک شده (a)و ،فوم بعد از پیرولیز (b ۳۹

عکس(۲٤-۲): تصویر SEM از نمونه های حرارت داده شده تا c ° ۲۲۵(a)و c ° ۲٦۵(b) ٤۰

شکل(۲۵-۲):تصویر SEM از نمونهٔ حرارت داده شده تا c ° ۲۵۰.دیوارهٔ نازک تمایل به ترک برداشتن دارد(a) حال آنکه دیواره ضخیم تر(b) اینگونه نیست. ٤۰

شکل(۲٦-۲): سلول واحد مواد سلول باز ٤۱

شکل(۲۷-۲): مدلی از اعمال بار خمشی به دیواره ٤۳

شکل(۲۸-۲): ریزساختار Al_2O_3-ZrO_2، ترکهای زیادی روی دیواره ها مشاهده می شود ٤۳

شکل(۲۹-۲): تصویر SEM ازریزساختار YZA که ترکهای درون دانهای وبین دانه ای درآن ایجادشده است. ٤۵

شکل(۳۰-۲):تغییر درمدول الاستیک وپارامتر مربوطه (الف) و تغییردراستحکام خمشی و پارامترعیب مربوطه (ب) دربرابرتعدادسیکلها برای فوم های SiC با اندازه سلولی ۲/۵ میلیمتر ٤٦

شکل(۳۱-۲): تغییر پارامتر عیب دربرابر تعدادسیکل حرارتی برای فوم SiC باسه اندازهٔ حفره متفاوت ٤٦

شکل(۳۲-۲): سه نرخ متفاوت برای سردکردن فوم SiC. A،سردشدن طبیعی وB,C سردکردن با جت هوا ٤۷

شکل(۳۳-۲): الگوهای پراش اشعهٔ X از YZA نشان دهنده افزایش فازمونوکیلینیک می باشند. ٤۷

شکل(۳٤-۲): توضیح شماتیک افزایش دانسیته طی فرایندزینترینگ، مرحله اول اهمیت خاصی در مواد متخلخل دارد. ٤۹

شکل(۳۵-۲): مدل زینترینگ دوذره ای:(a)، a، X,Y و pبه ترتیب شعاع ذره، عمق نفوذ، شعاع گردنه، شعاع سطح گردنه می باشند.(b)مسیرهای ۱ تا٦ به ترتیب بیان کننده دیفوزیون سطحی،

دیفوزیون حجمی، تبخیر و چگالش، دیفوزیون مرزدانه و دیفوزیون حجمی از مرزدانه به سطح گردنه و دیفوزیون حجمی از نابجایی به سطح گردنه می باشند. ٤٩

شکل(٣٦-٢): توضیح شماتیک از شکل حفره با اندازه متفاوت در گردنه ٥٠

شکل(٣٧-٢): تصاویر مختلف از فومهای پلاستیکی ٥٢

شکل(١-٣): یک نمونه از فوم پلیمری داخلی ٥٥

شکل(٢-٣) : تصویر یک فوم پلی یورتانی تقویت شده ٥٦

شکل(٣-٣): یک نمونه فوم خارجی ٥٧

شکل(١-٤): شکل قالب دانسیته ٧٩

شکل(٢-٤):شکل قالب کشش ٨٠

شکل(٣-٤): طرز قرارگرفتن میردها در قالب دانسیته ٨٠

شکل(٤-٤): مکان نامناسب فیلتر، مذاب در سطح تماس با فیلتر منجمد شده ٨١

شکل(٥-٤): عدم رعایت سرعت بحرانی درهنگام ریخته گری ٨١

شکل(٦-٤): تصاویر قطعات ساخته شده ٨٢

شکل(٧-٤): قطعهٔ فیلتر شده و برش آن به پنج قسمت ٨٢

شکل(٨-٤): شکل قطعه ای که درقالبش فیلتر در حوضچه قرارنگرفته است ٨٣

شکل(٩-٤): اعمال پوشش بدون عملیات سطحی ٨٧

شکل(١٠-٤): فوم قبل از غوطه وری تحت عملیات سطحی با محلول CMC و PVA قرارگرفته است ٨٧

شکل(١١-٤):عدم استفاده از مقدار بهینه محلول برای عملیات سطحی ٨٨

شکل(١٢-٤): پوشش دوغابی با سیالیت زیاد ٨٩

شکل(١٣-٤): پوشش توسط دوغابی با سیالیت کم ٩٠

شکل(١٤-٤): فوم پوشش داده شده پس از اعمال یک پوشش ٩١

شکل(١٥-٤): فوم پوشش داده شده پس از اعمال دو پوشش ٩١

شکل(١٦-٤):فوم پوشش داده شده پس از اعمال سه پوشش ٩٢

شکل(١٧-٤): فوم پوشش داده شده پس از اعمال چهار پوشش ٩٢

شکل(١٨-٤): تخریب نمونه به سبب عدم نرخ مناسب افزایش دما ٩٤

شکل(۱۹-٤): فیلتر ساخته شده با رعایت نرخ مناسب افزایش دما ۹٤

شکل(۲۰-٤): قطعه فیلتر شده ۹۵

شکل(۲۱-٤): قطعه فیلتر نشده ۹۵

شکل(۲۲-٤): تصویری از سطح مقطع برش خوردهٔ فیلتر ساخته شده است. ۹٦

شکل(۲۳-٤): یک نمونه فیلتر خارجی ۹٦

شکل(۲٤-٤): حفره مثلثی درون دیواره سرامیکی پس از پخت ۹۷

شکل(۲۵-٤): وجود میکروحفرات ریزدر دیواره ها ۹۷

شکل(۲٦-٤): وجودترکهای درون دانه ای در دیواره ها ۹۸

شکل(۲۷-٤): تصویری از یک نمونه خارجی آلومینا- زیرکونیا ۹۹

شکل(۲۸-٤): تصویری با بزرگنمایی 3000X ازشکل(۲۷-٤) ۹۹

فهرست جداول

صفحه

جدول(۱-۲):توزیع اندازهٔ آخال در فولاد فیلتر شده و نشده ۱٤

جدول(۲-۲): تاثیر فیلترکردن در تقلیل موادناخواسته و گازها و افزایش خواص مکانیکی آلیاژ دورآلومین ۱۵

جدول (۳-۲): مزایای فیلترهای فوم سرامیکی ۲۵

جدول(٤-۲): مسیرهای دیفوزیونی در مرحله ابتدایی زینترینگ ۵۰

جدول (۱-۳): ترکیب شیمیایی آلومینای مصرفی ۵۷

جدول(۲-۳): برخی از مشخصات دوغاب آلومینا بالا، رواسازی با HCL ۵۷

جدول(۳-۳): مشخصات دوغاب آلومینا بالا با روانساز آلی ۵۸

جدول(٤-۳): ترکیب انتخابی در این تحقیق ۵۹

جدول(۵-۳): مشخصات دوغاب آلومینایی ۵۹

جدول۱-٤: ترکیب شیمیایی نمونهٔ خارجی ٦۷

جدول(۲-٤): دانسیته ظاهری و واقعی ٦۷

جدول (۳-٤): ترکیب شیمیایی آلومینای مصرفی ٦۸

جدول (٤-٤) : خواص مکانیکی و الکتریکی آلومینای ۹۹/۵ ٪ ٦۹

جدول(۵-٤): اطلاعات مربوط به پودر مصرفی ۷۰

جدول(٦-٤) : نتایج حاصل از XRD فیلترهای ساخته شده ۷۱

جدول(۷-٤): درصد انقباض نمونه های ساخته شده ۷٦

جدول(۸-٤): استحکام نمونه های ساخته شده در دماهای مختلف ۷۷

جدول(۹-٤): ترکیب آلیاژ مورداستفاده در این تحقیق ۷۸

جدول(۱۰-٤): موارد مورد بررسی درمرحلهٔ ریخته گری در این تحقیق ۷۹

جدول(۱۱-٤): دانسیته نمونه های آلومینیومی ساخته شده ۸۳

جدول(۱۲-٤): نتایج استحکام کششی روی نمونه های فیلتر شده و نشده ۱۰۰