دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران جنوب

دانشکده تحصیلات تکمیلی

سمینار برای دریافت درجه کارشناسی ارشد "M.Sc"

مهندسی مواد – شناسایی، انتخاب و ساخت مواد مهندسی

عنوان :

فرآیند ریخته گری با مدل تبخیری

استاد راهنما :

نگارش:

فهرست مطالب

فهرست مطالب

عنوان مطالب	صفحه
چکیده	۱
مقدمه	۲
۱- فصل اول- شرح کلی روش ریخته گری فومی (*EPC*)	۶
۱-۱- فرآیند ریخته گری *EPC*	۷
۱-۲-فهرست مزایای فرآیند *EPC* و نوع قطعات مناسب	۹
۱-۳- معایب فرآیند	۱۱
۱-۴- شمای مراحل تولید روش *EPC*	۱۲
۱-۴-۱- طراحی قطعه و ساخت قالب تولید فوم	۱۳
۱-۴-۲- ساخت مقاطع فومی	۱۳
۱- ۴- ۳- سرهمبندی مقاطع فومی	۱۷
۱-۴-۴- پوشش و مدل فومی	۱۷
۱-۴-۵- پرکردن و فشرده سازی قالب	۱۸
۱-۴-۶- بارریزی	۱۹
۱-۴-۷- تخلیه و تمیز کاری	۱۹
فصل دوم- بررسی عوامل موثر بر فرآیند ریخته گری فومی	۲۲
۲-۱-کلیات	۲۳
۲-۲- شرح مختصری از تحقیقات انجام شده	۲۳
۲-۳- روش آزمایش و مواد مورد استفاده در تحقیق کاتاشیما	۲۵
۲-۳-۱- مواد و تجهیزات مورد استفاده	۲۵
۲-۳-۲-روش و مراحل انجام کار	۲۶
۲-۳-۳- آزمایش سیالیت و متالوگرافی نمونه ها	۲۶

عنوان مطالب	صفحه

۲-۴- نتایج و بحث ۲۶

۲-۴-۱- تاثیر دانسیته فوم ۲۶

۲-۴-۲- بررسی تاثیر ضخامت پوشش ۲۷

۲-۴-۳- تاثیر درجه حرارت ریخته گری ۲۹

۲-۴-۴- تاثیر متغیر ها روی ساختار میکروسکوپی ۳۰

فصل سوم- نکات تکنیکی و مدل های ریاضی مطرح شـــده برای فرآیند *EPC* ۳۲

۳-۱- مطالعه حرکت مذاب در فرآیند *EPC* ۳۳

۳-۲- مدل سازی ریاضی ۳۴

۳-۳- روش عددی ۳۸

۳-۴- نتایج و بحث ۴۱

۳- ۴- ۱- بررسی تاثیر دانسیته فوم روی سیالیت مذاب ۴۱

۳-۴-۲- محاسبه اثر متغیر ها ۴۲

۳-۵- بررسی اثر فشار و سرعت حرکت گاز فوم با استفاده از شبیه سـازی فرآیند *EPC* توسط نرم افزار *Flow – 3D* ۵۰

۳- ۵-۱- کاربرد های شبیه سازی فرآیند *LFC* ۵۱

۳-۶- بررسی حرکت سیال در *LFC* ۵۲

۳- ۷- زمان انجماد قطعه ریختگی ۵۶

فصل چهارم – تشریح نرم افزارهای مورد استفاده در شبیه سازی فرآیند ریخته گری فومی ۶۲

۴-۱- کلیات ۶۳

۴-۲- مش بندی یا المان بندی از قطعه یا قالب ۶۵

۴-۳- روشهای المان محدود (*FEM*) و روش تفاضلی محدود(*FDM*) ۶۵

عنوان مطالب	صفحه
۴-۴- شبیه سازی در صنعت	۶۷
۴-۵- نیازهای مدلسازی ریخته گری	۶۷
۴-۶- شبیه سازی انجماد	۷۰
۴-۷- ساختار نرم افزارهای شبیه سازی	۷۲
۴-۸- تقسیم بندی نرم افزارهای شبیه سازی	۷۴
نتیجه گیری	۸۳
پیشنهادات	۸۵
فهرست منابع فارسی ولاتین	۸۸
چکیده انگلیسی	۹۱
ضمیمه ۱ – فهرست نرم افزار های مورد استفاده در *LFC*	۹۳

فهرست جدول ها

عنوان **صفحه**

جدول(۱- ۱)- تلرانس تخمین مدلهای EPS ۹

جدول(۱-۲)- شمای مراحل تولید روش EPC ۱۱

جدول (۱-۲)- چگالی مدل های مورد نیاز برای ریخته گری با مدل فومی ۱۴

جدول (۲-۱) – دانه بندی ماسه سیلیسی مورد استفاده در تحقیق کاتاشیما ۲۵

جدول (۲-۲) – آنالیز شیمایی آلیاژ آلومینیوم ۳۶۵ [۸] . ۲۵

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱- نحوه تزریق و شکل گیری فوم در داخل قالب فلزی	۴
شکل ۲- نمایش شماتیک ساخت مدل فومی ، a) ورود بخار ،انبساط و شکل گیری مدل فومی ، b) سرد کردن ، c) خارج کردن مدل فومی از قالب فلزی	۴
شکل ۳- نمایش شماتیک ریخته گری فومی ، a) درجه حاوی ماسه بدون چسب ، b) نحوه قرار گیری مدل فومی در درجه ، c) قرار گرفتن ماسه خشک ، بدون چسب بر روی مدل فومی و ایجاد لرزش در حین پرکردن قالب، d) نحوه قرار گیری مذاب بجای مدل فداشونده در حین تبخیر آن	۵
شکل (۱-۱)- عملیات متوالی برای تبدیل پلی استرن به محصول ساخته شده	۱۵
شکل (۱-۲)- نمایش شماتیک ساخت مدل فومی ، a) ورود بخار ،انبساط و شکل گیری مدل فومی ، b) سرد کردن ، c) خارج کردن مدل فومی از قالب فلزی	۱۶
شکل (۱-۳) – شمای کلی فرایند EPC – ۱- مدل فومی ، ۲- خوشه ای کردن مدلها ، ۳- پوشش دادن ، ۴- قرار دادن مدل درقالب و ریختن ماسه بر روی آن ، ۵- ریختن مذاب ، ۶- خروج قطعه فلزی از قالب به همراه ماسه خشک	۲۱
شکل (1-2)- تغییرات سیالیت مذاب بر حسب دانسیته فوم پلی استیرنی در درجه حرارت ریخته گری ۷۲۰ درجه سانتیگراد	۲۷

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل (۲-۲)- تغییرات سیالیت بر حسب ضخامت پوشش اعمالی در دمای ریخته گری ۷۲۰ درجه سانتیگراد ۲۸

شکل (۲-۳)- تغییرات سیالیت بر حسب ضخامت پوشش اعمالی در دمای ریخته گری ۷۵۰ درجه سانتیگراد ۲۸

شکل (۲-۴)- تغییرات سیالیت بر حسب ضخامت پوشش اعمالی در دمای ریخته گری ۷۸۰ درجه سانتیگراد ۲۹

شکل های (۲-۵)- تاثیر سیالیت بر حسب درجه حرارت ریخته گری در دانسته فوم ۱۳/۲ کیلوگرم بر متر مکعب ۲۹

شکل های (۲-۶)- تاثیر سیالیت بر حسب درجه حرارت ریخته گری در دانسته فوم ۲۵ کیلوگرم بر متر مکعب ۳۰

شکل (۲-۷)- با افزایش درجه حرارت ریخته گری ، علاوه براین که فواصل بین دندریتی افزایش می یابد ، میزان مک و حفره های گازی موجود در قطعات ریختگی نیز افزوده می شود ۳۰

شکل(۳-۱)-مذاب درون کانال ۳۱

شکل (۲-۸)- الف و ب- شبیه سازی کامپیوتری مدل حرکت سیال(مذاب) ، در حین قرار گیری به جای فوم فدا شونده [۸]. ۳۴

شکل (۳-۲) - تصاویر بدست آمده از نرم افزار *FLOW – 3 D* - تصویری تخمینی از مقایسه پرکردن فلز مذاب به سمت جلو توسط *X-Ray* . پیکان ها کشش مذاب را به دلیل افزایش دانسیته فوم در ناحیه ای به سمت جلو نشان می دهند. ۴۳

شکل (۳-۳) – تغییرات فشار گاز با زمان . ۴۴

شکل (۳-۴) – میزان گاز تولید شده بر حسب دانسیته فوم . ۴۵

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل (۳-۵) – طراحی فلاسک ، با یک وجه شفاف برای اندازه گیری حجم فاصله جبهه مذاب تا فوم جامد با یک دوربین سرعت بالا – (*a*) شماتیکی از حجم بین فوم جامد و فلز مذاب ؛ (*b*) فلاسک قبل از ذوب ریزی . ۴۸

شکل (۳-۶) – طراحی فلاسک ، با یک وجه شفاف برای اندازه گیری حجم فاصله جبهه مذاب تا فوم جامد با یک دوربین سرعت بالا –نمایش فلاسک در طول بارریزی . ۴۹

شکل (۳-۷) - اندازه گیری فشار گاز تولیدی در هر دو ثانیه با استفاده از تنظیم کردن عکس ها ، در طول پرشدن قالب . ۵۰

شکل (۳-۸) - فشار مختلف گاز بصورت رنگ های مختلف بعد از ۱/۰ ثانیه . فشارهای رنگی بدلیل تشکیل گاز فوم ایجاد می شوند ، که از حرکت منطقه ارغوانی رنگ پیروی می کنند . ۵۱

شکل (۳-۹) - فشار مختلف گاز بصورت رنگ های مختلف بعد از ۶/۹ ثانیه . فشارهای رنگی بدلیل تشکیل گاز فوم ایجاد می شوند ، که از حرکت منطقه ارغوانی رنگ پیروی می کنند . ۵۱

شکل (۳-۱۰) - مقایسه ای بین ریخته گری فومی (*LF*) با بدون (*LF*)- الف - ابتدا مذاب تمام راهگاه را پر کرده سپس شروع به بالا آمدن در حفره قالب می کند ، ب - ریخته گری با *LF* . ۵۲

شکل (۳-۱۱) - روش *FEM* برای محاسبه پیشروی مذاب ، در نظر گرفتن یک المان و سرانجام انتگرال گیری از سطح مورد نظر. ۵۳

شکل (۳-۱۲) - دیاگرام رسم شده توسط نرم افزار *Magma soft* ۵۵

شکل (۳-۱۳) - جایگزین شدن فلز مایع به جای مدل فومی – (*a*) فلز مذاب در حال پیشروی ، (*b*) شعاع حرارتی ایجاد شده توسط فلز مذاب و تبخیر فوم ، (*C*) گاز ایجاد شده در اثر تبخیر فوم ، (*d*) فوم جلوتر از مذاب در حال مایع شدن ، (*e*) فوم خیلی جلوتر از فلز مذاب و دور از حرارت . ۵۷

چکیده

چکیده

برای کاهش هزینه های ریخته گری ، کاهش آلودگی هوا ، محیط و دقت در ریخته گری قطعات پیچیده ، امروزه فرآیند ریخته گری با مدل تبخیری با ماسه بدون چسب بسیار مورد توجه قرار گرفته است .در فرآیند ریخته گری با مدل تبخیری و ماسه خشک بدون چسب ، ابتدا مدل و سیستم راهگاهی از جنس فوم که معمولا پلی استیرنی می باشد (اخیرا $PMMA$و PAC مورد توجه قرار گرفته است) ساخته شده و با چسب مخصوص به هم متصل شده و به کمک یک پوشش نسوز مناسب ، پوشش داده میشود . این مجموعه درون یک درجه یک تکه که کف آن مقداری ماسه خشک ریخته شده باشد قرار گرفته و عمل قالبگیری با اضافه نمودن ماسه و فشرده ساختن آن به کمک ارتعاش انجام می گیرد و قالب آماده ذوب ریزی می گردد. با ذوب ریزی و جایگزینی مدل توسط مذاب ، فرآیند ریخته گری کامل می گردد. نتایج حاصل از تحقیق نشان می دهد که دانسیته فوم و ضخامت پوشش تاثیر قابل ملاحظه ای در ساختار میکروسکپی قطعات ریختگی در یک دمای ثابت ریخته گری ندارد ، اما با افزایش درجه حرارت ریخته گری ، علاوه براین که فواصل بین دندریتی افزایش می یابد ، میزان مک و حفره های گازی موجود در قطعات ریختگی نیز افزوده می شود . علاوه بر این آزمایش های متعدد روی ماسه تر و در شرایط مساوی و شبیه سازی کامپیوتری مدل حرکت سیال انجام شده است.