

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Mecànica

Títol: Estudi per a la minimització de la porositat localitzada en una peça conformada per injecció d'alumini a alta pressió

Document: Resum

Alumne: Marc Julià i Pi

Director/tutor: Maria Luisa Garcia-Romeu de Luna

Isabel Bagudanch Frigolé

Departament: Enginyeria mecànica i de la construcció industrial

Àrea: Enginyeria dels processos de fabricació

Convocatòria: Setembre/2015

La fosa per injecció d'alumini a alta pressió és un procés àmpliament estès dins del sector industrial. Permet obtenir peces amb una geometria complexa i acabats superficials bons. Si bé la producció de peces amb aquesta tecnologia està pensada per a grans sèries, ja que requereix d'una inversió inicial elevada, el cost unitari s'acaba veient considerablement rebaixat i difícilment igualable amb altres tipus de processos de fabricació.

Com tot procés de fabricació, té avantatges respecte la resta però també té associats defectes de qualitat propis de la naturalesa del procés, és el cas de la porositat. Es tracta d'un defecte que pot reduir la resistència del component fabricat, pot provocar falta d'estanqueïtat si el component ho requereix o, simplement, pot ser un defecte estètic en peces que són vistes i on l'acabat és un requeriment indispensable.

Per tant en molts casos és un defecte que es vol evitar o minimitzar, és el cas de l'estudi que s'ha fet en aquest TFG. En aquesta ocasió es vol estudiar i minimitzar la porositat localitzada en un component concret, una base per a un variador de freqüència que va acoblat a un motor elèctric, que una empresa d'injecció d'alumini fabrica, i a la que aquest defecte està generant un perjudici econòmic. Per tal de reduir els nivells de porositat, existeixen solucions comercials al mercat, tals com equips d'injecció amb cambra de buit o complicats sistemes mecànics que actuen sobre el motlle i la seva geometria durant el procés d'injecció. Tots aquests mètodes són efectius però coincideixen en que s'ha de realitzar una inversió inicial elevada a més del manteniment addicional. Tenint en compte que en una empresa sempre s'han d'estudiar molt acuradament els costos d'inversió, en aquest cas s'optarà per un mètode que els minimitzi.

Observant el procés internament, es planteja si la configuració de la màquina, així com la del mateix procés, és la més adequada per tal d'evitar aquest efecte no desitjat o, per altre banda, si podria existir una configuració millor que reduís els nivells de porositat que no poden ser acceptats pel client.

En aquesta línia, s'ha desenvolupat un tipus d'experimentació en la que es realitzaran peces sota una variació dels que es consideren com a paràmetres crítics del procés. Posteriorment s'analitzaran els valors de porositat de les peces per determinar quina és la configuració de màquina que minimitza la porositat localitzada en la secció d'estudi. D'aquesta manera es pretén arribar a l'objectiu de reduir el rebuig per a aquest component, aplicant la configuració trobada.

Els paràmetres que influeixen a la inclusió de porositat durant el procés de fosa són molts, però aquests han estat estudiats per varis experts que coincideixen en cinc com als més crítics pel que fa a l'aparició de la porositat: temperatura del material fos, temperatura del motlle, velocitat del pistó d'injecció en la fase lenta d' emplenat del contenidor d'injecció, velocitat del pistó en fase rapida d' emplenat del motlle i pressió de multiplicació final aplicada sobre el material.

L'experimentació no s'ha realitzat per mitjà d'una simulació, sinó que s'ha fet amb una màquina d'injecció d'alumini convencional, produint peces que s'han analitzat posteriorment. Aquest fet ha requerit d'una organització pel que fa a la realització d'aquestes proves, una metodologia concreta i un registre acurat del procés i les seves variables.

Pel que fa a aquest disseny d'experiments, s'ha optat per a la utilització del disseny de *Taguchi*. Es tracta d'una de les eines més eficients per a la millora de processos. Permet avaluar l'impacte de varies variables d'entrada en front d'una sortida. En aquest cas les variables d'entrada seran els paràmetres crítics de procés i la variable de sortida serà la porositat localitzada a la secció d'estudi. Per a l'anàlisi dels cinc paràmetres d'entrada s'ha seleccionat una matriu reduïda de vint-i-set proves, que comprenen la combinatòria dels cinc paràmetres descrits, establint tres nivells o valors per paràmetre.

Un cop realitzades les peces sota les condicions descrites, i per tal d'obtenir aquesta variable de sortida, serà necessari analitzar la porositat que ha aparegut un cop mecanitzades les peces. Per a realitzar aquest anàlisi existeixen mètodes i tecnologies diverses tals com els tests radiogràfics en 2 i 3D (requereixen d'una màquina de raigs X expressa), els tests per ultrasons o bé els de densitat. En aquest cas s'ha optat per un test de verificació per micro – secció. Es tracta de realitzar una fotografia amb un augment òptic sobre la superfície d'estudi i post processar-la després per tal d'identificar la superfície amb porus a la zona d'estudi respecte de la superfície sense porus de la resta de la zona a analitzar. D'aquesta manera s'obté un percentatge de superfície porosa respecte de la superfície de control.

Havent analitzat les superfícies de les peces, i tenint en compte els paràmetres de procés amb què s'han fabricat, s'ha realitzat un anàlisi estadístic per tal de treure conclusions sobre quins valors de cada paràmetre són els associats a un mínim grau de porositat. Aquest anàlisi estadístic es realitza per mitja del factor de qualitat. Es tracta d'un indicador que ens dona un valor de com de robust és el nostre procés, és a dir, com respon als factors incontrolables. En aquest cas s'ha seleccionat com a criteri

“the smaller the better”, que selecciona com a millor resultat el que té un valor de porositat mesurada menor, tenint en compte els factors de variabilitat observats.

Aquest anàlisi no serà l'únic que es realitzarà, sinó que també s'observarà el resultat que s'obté per mitjà d'aplicar un model de regressió lineal. Es buscarà una equació de predicció dels resultats i s'analitzarà la bondat d'ajust dels resultats experimentals amb els predits.

D'aquesta manera, i tot comparant els resultats obtinguts amb els resultats esperats, s'obtindrà un conjunt de paràmetres de procés que, sense haver realitzat una inversió econòmica gaire elevada, per a aquest component, permetran de reduir el rebuig derivat de la porositat.