

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Mecànica

Títol: Estereolitografia (SLA) per a la fabricació de peces amb valors límits de ratis dimensionals

Document: Memòria

Alumne: Ariadna Benítez Mercader

Tutor: Inés Ferrer Real

Departament: EMCI

Àrea: Enginyeria dels processos de fabricació

Convocatòria (mes/any) Setembre 2021

ANTECEDENTS

La fabricació additiva és un mètode de fabricació disruptiu que cada vegada és més comú a l'entorn productiu de les empreses. Aquesta tecnologia destaca per reduir costos i temps en la fabricació, ja que el procediment de fabricació està basat en l'addició de material. La fabricació additiva engloba un gran ventall de tecnologies de fabricació.

La tecnologia SLA destaca per la habilitat de produir peces amb una alta resolució i precisió, uns detalls més nítids i acabats superficials més suaus que altres tecnologies d'impressió 3D degut a la combinació de tenir un tanc de resina escalfat i l'entorn de producció tancat. Aquesta tecnologia permet la fabricació de peces amb un alt compromís dimensional, degut a la seva alta resolució i precisió, podent fabricar peces amb geometries de l'ordre de micres i dècimes, aquestes geometries se solen trobar en els sectors de la micro-fluídica i la micro-electrònica.

OBJECTE DEL PROJECTE

L'objectiu principal del projecte és estudiar la viabilitat de la tecnologia de estereolitografia per obtenir geometries amb valors límits de ratis dimensionals (high/low aspect ratio) sovint existents en peces de l'ordre de micres o dècimes. Per tal de garantir els requeriments dimensionals i de qualitat requerits en aplicacions tant diverses com es poden trobar en els sectors de: motlles i matrius, mèdic o alimentari, entre d'altres. D'aquesta manera es definiran els paràmetres d'impressió òptims per poder fabricar diverses geometries amb diferents interessos dimensionals amb la tecnologia SLA per a la fabricació d'inserts de motlle.

DESCRIPCIÓ DE LES GEOMETRIES

Les geometries definides són les següents:

- Micro-característiques
- Placa fina (*Thin plate*)
- Placa per a emmotllament per ultrasons (*Ultrasonic Molding Technology, USM*)

En les geometries de micro-característiques s'han estudiat tres variants que inclouen -canals, micro-protuberàncies d'entre 80-150 micres, xamfrans i arrodoniments de cantells de l'ordre de micres i dècimes. Aquestes característiques s'han inclòs en diferents peces que han permès estudiar-ne la seva precisió dimensional i de forma per poder ser fabricades.

La geometria placa fina és una peça rectangular que conte conté una cavitat rectangular amb una profunditat de 400µm. Aquesta geometria es considera de baix rati dimensional (*low aspect*

ratio), perquè el paràmetre que relaciona la llargada de la peça en comparació al gruix és d'un valor baix.

La geometria placa per emmotllament per ultrasons (USM) és una peça rectangular de dimensions 72mm de llarg, 45mm d'amplada i 10mm de gruix. Aquesta geometria es va dissenyar per fer la funció d'insert en un motlle per a la màquina d'emmotllament per ultrasons. La peça en qüestió té dues cavitats d'injecció col·locades de manera simètrica a la part central de la peça, un forat central, forats per expulsors i per collar l'insert. Es va definir una peça parcial de l'insert de dimensions 37mmx14mmx10mm per a les probes preliminars.

EXPERIMENTACIÓ

Tecnologia i material

La tecnologia que s'utilitza en aquest projecte, com ja s'ha comentat és la estereolitografia (SLA), concretament es fa servir la màquina *Form 2* de *Formlabs* (Figura 10a), una impressora assequible de sobretaula.

El material utilitzat per les anteriors geometries és la resina High Temp V1, ja que, les peces serviran per fer inserts de motlle i per tant, ha de ser una resina d'alta temperatura.

Paràmetres d'estudi i variables d'anàlisi

En aquest projecte els paràmetres d'impressió que s'avaluen són l'alçada de capa i l'orientació d'impressió, en algunes geometries també es valoren altres paràmetres com la neteja prèvia al curat i el gruix de les peces. Tot seguit es mostra una taula amb el resum dels paràmetres d'estudi per a cada geometria.

Taula 1. Taula resum amb els paràmetres d'estudi per a cada geometria.

Geometries	2MP_v1	3MP_v2	3MC_v3	Placa fina	Placa USM
Orientació	P / R	P	P	P / R	P / R
Alçada de capa (µm)	25	25	25	25 / 100	25
Gruix peça (mm)	5	5	5	5 / 10	10
Suports	R	R	R	R	R
Neteja prèvia	No	Sí	Sí	Sí	Sí
Curat	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Repeticions	1	1	1	2	3
Mostres totals	2	1	1	16	6

On:

- 2MP_v1 és la codificació de la geometria 1 amb dos micro-protuberàncies.
- 3MP_v2 és la codificació de la geometria 2 amb tres micro-protuberàncies.

- 3MC_v3 és la codificació de la geometria 3 amb tres micro-canals.

Per a les geometries de micro-característiques s'analitza la forma dels perfils de les micro-protuberàncies, micro-canals, arrodoniments i xamfrans i s'obtinran valors dimensionals orientatius per a comparar les geometries. En el cas de la primera versió, la geometria amb dues micro-protuberàncies, es voldrà estudiar la importància d'un bon post-processat.

Per a la geometria placa fina s'estudia la planitud i la rugositat de la cara superior, la precisió dimensional exterior de la peça i l'adequació de la forma de la cavitat.

Per a la placa d'emmotllament d'USM en la versió parcial per a l'estudi preliminar es tornar a mesurar la distància entre centres i els diàmetres de les mostres. Per a la placa d'emmotllament d'USM en la seva totalitat s'analitza la precisió dimensional exterior de la peça i s'estudia el posicionament i dimensions dels forats de la geometria.

CONCLUSIONS

En la geometria de les micro-característiques, la primera variant de les dues micro-protuberàncies, per aconseguir un bon acabat es necessària una neteja prèvia al curat, tal i com s'ha fet a la resta de les peces. En les geometries amb tres micro-protuberàncies i tres micro-canals de dimensions entre 80-150 micres, la tecnologia SLA no és la més òptima, ja que les peces presenten un error tan en dimensions com en forma que no es pot admetre. En canvi per els arrodoniments i xamfrans de dimensions 0,5 mm, presenta uns resultats més propers als valors teòrics i una forma molt similar.

En resum, la tecnologia SLA no és el procés de fabricació idoni per a geometries de l'ordre de micres, en canvi per geometries de dimensions superiors a 0,5 mm aquesta tecnologia ja proporciona uns bons acabats i millor precisió dimensional.

En relació a la geometria placa fina, una geometria amb un valor límit de rati dimensional es pot concloure que les peces amb major gruix i una alçada de capa més baixa s'obtenen millors resultats, més propers als teòrics. Pel que fa a l'orientació de la peça, en orientació recomanada s'obtenen millors resultats de precisió dimensional i de rugositat, en canvi l'orientació plana ofereix una millor adequació de la forma de la cavitat. En quant a la planitud de la peça, les dues orientacions obtenen uns resultats acceptables. Per tant, segons els resultats obtinguts, la millor l'orientació que dona aporta unes millors característiques dimensionals seria l'orientació recomanada.

L'última geometria estudiada, la placa d'emmotllament d'USM en la versió parcial en l'estudi de diàmetres i posicionament de forats s'han obtingut uns valors dimensionals més propers als

teòrics en les peces d'orientació recomanada. Per tant s'ha fabricat la placa d'emmotllament d'USM en la seva geometria total.

En l'estudi de precisió exterior per a la geometria total s'han obtingut uns resultats excepcionals amb un error molt baix tant en amplada com amb la llargada de la peça, de manera que aquesta precisió exterior proporciona un millor encaix per a l'insert de motlle. En l'estudi del posicionament i diàmetres dels forats s'han obtingut uns valors molts semblants a la geometria parcial tant en els valors dels diàmetres com en les distàncies. L'orientació recomanada per a la geometria de la placa d'emmotllament d'USM ofereix uns valors propers als teòrics, tot i que seria interessant poder fer més repeticions per poder fer un estudi més extens.