

Treball final de màster

Estudi: Màster en Enginyeria de Tecnologies Industrials

Títol: Estudi dels paràmetres del procés de FDM aplicat a una làmina de PCL i casos reals de prototipatge en el sector industrial.

Document: Resum

Alumne: Marc Gudayol Teixidó

Tutor: Inés Ferrer Real

Departament: Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: Enginyeria de Processos de Fabricació

Convocatòria (mes/any): Juny 2020

RESUM

La fabricació additiva (additive manufacturing, AM) obre un nou paradigma dins l'àmbit de la personalització dels productes, el prototipat ràpid, la complexitat geomètrica dels components i/o la combinació de possibles materials. Del gran ventall de tecnologies que inclou la fabricació additiva, el modelat per deposició fosa (Fused Deposition Modeling, FDM) permet obtenir peces ràpidament amb una gran diversitat de polímers, cadascun amb unes propietats adequades a l'aplicació que se li vulgui donar. Tal com indica el nom, la tecnologia FDM consisteix a dipositar capa a capa filament fos per tal de generar el model, sent una de les tecnologies de AM més implementades, senzilles i econòmiques. La fabricació additiva s'ha vist molt implementada a l'àmbit mèdic, i un dels materials que hi té més aplicacions és la Policaprolactona (PCL), a causa de la seva capacitat de ser utilitzada com a "scaffold" o estructura per a la regeneració de teixits.

L'objectiu del treball és estudiar la capacitat de la tecnologia de modelatge per deposició fosa (Fused Deposition Modelling, FDM) per la fabricació de làmines primes de Policaprolactona (PCL), utilitzades per recobrir peces del sector mèdic, així com, la seva aplicació en prototips industrials amb requeriments compromesos. Amb el coneixement adquirit de la tecnologia FDM, juntament amb l'expertesa analitzada de la literatura i en casos industrials, s'han elaborat unes recomanacions que guiïn en la fabricació de peces utilitzant FDM. L'esquema principal que s'ha seguit és el recollit a la Figura 1, i dona una visió de la metodologia seguida.

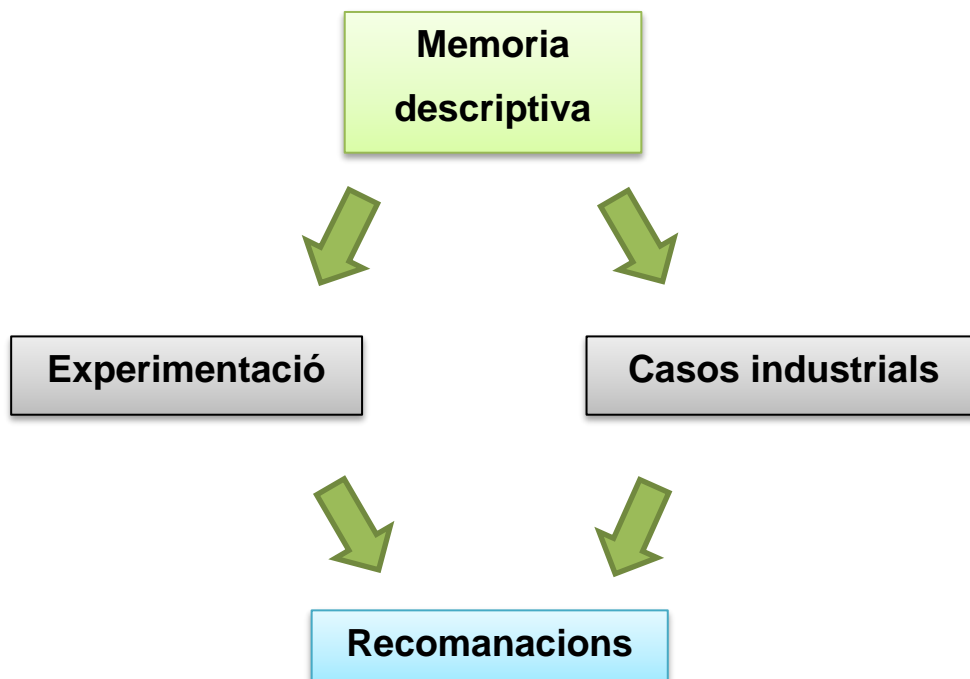


Figura 1: Esquema de la metodologia

L'estudi inclou una memòria descriptiva, generada a partir de la recerca a través d'articles bibliogràfics que tenen com a punt clau la fabricació additiva. En concret s'ha aprofundit en la tecnologia FDM, els diferents camps d'aplicació d'aquesta tecnologia, i l'evolució que han tingut cap al multimaterial. L'estudi també fa referència a les aplicacions més importants de la PCL (Policaprolactona) en la indústria mèdica, i la seva implementació a través de tecnologies de fabricació additiva.

Per tal de poder estudiar la capacitat de la tecnologia FDM i els paràmetres del procés, s'ha elaborat una anàlisi estadística de les dades i s'han generat una sèrie de models per a predir la resposta o l'error per cada un dels paràmetres estudiats. Aquests paràmetres estudiats han estat delimitats prèviament a través d'una sèrie d'assajos previs al treball experimental. Dels paràmetres del procés prèviament delimitats amb els assajos previs, que són la velocitat d'extrusió, la temperatura d'extrusió i el gruix, se n'han estudiat les següents variables de resposta: el gruix, la rugositat i el pes a través d'una proveta tipus lamina fina de PCL.

A partir de l'anàlisi d'experiments del paràmetre del gruix, s'ha vist que el comportament de la velocitat i la temperatura és contrari entre ells, és a dir, un augment o disminució dels dos paràmetres en igual percentatge no suposaria una variació important del gruix, ja que es compensarien. És per aquesta raó, que dels punts que reduïen més l'error del gruix i generaven una millor precisió, eren els punts centrals dels rangs dels 3 paràmetres. Aquests valors s'ajusten als paràmetres proposats pels diversos fabricants de PCL. Pel que fa a l'estudi de la rugositat s'ha vist que la temperatura d'extrusió no és un paràmetre important, i el que més afecte hi té és el gruix, que és causat per l'acumulació de capes. S'ha vist que el gruix que ha generat millors rugositats, és a dir més baixes, és el que només acumula una única capa fina a la part superior. La velocitat també és influent, i la tendència que té amb els 3 gruixos, és que a més velocitat millor rugositat. Pel que fa a l'estudi del pes, el paràmetre més influent és la temperatura d'extrusió. La tendència d'aquest model és que a més velocitat el pes disminueix, i a més temperatura el pes augmenta. Això és a causa que a més velocitat, el capçal té menys temps per dipositar una certa quantitat de material per unitat de temps, per tant el pes disminueix. Pel que fa a la temperatura, en augmentar el material flueix més, per tant se'n diposita més, fent que el pes augmenti.

A través de l'estudi previ hi ha hagut una altra sèrie de paràmetres que s'han pogut estudiar com ara el gradient tèrmic. S'ha vist que la temperatura d'extrusió i la que realment surt del capçal difereixen en un grau elevat, sent aproximadament la temperatura de la base. També s'ha pogut comprovar l'anivellament de la taula i de les mesures, i ha resultat ser bastant bo.

Pel que fa als casos industrials estudiats, s'ha vist un conjunt d'aplicacions directes en el prototipat relacionades amb la indústria de l'automoció, a través del disseny i fabricació d'unes

trompetes d'admissió. També s'ha vist un cas aplicat a la indústria mèdica, amb la fabricació mitjançant FDM d'un prototip a escala d'un lligament escafo-lunar. S'han pogut verificar els dos casos a través de la comparació de les mesures amb els requeriments que demanava cada un dels models. També s'han esmentat breument una sèrie de casos, relacionats en l'àmbit de l'automoció, on hi havia algun requeriment del model que el feia especial o complexa, com ara la unió, el material o l'esforç que havien de suportar. Aquests casos tot i ser relacionats en l'àmbit de l'automoció, podrien ser aplicables a molts altres tipus d'indústries.

Havent estudiat la influència dels paràmetres del procés de FDM, els casos industrials i la recerca en la literatura, s'han obtingut una sèrie de recomanacions aplicables un gran ventall de situacions i estudis de FDM. Aquestes recomanacions es podrien completar en l'àmbit de la impressió amb la investigació dels paràmetres del procés amb multimaterial, fet que suposaria obrir un ventall enorme en el camp d'estudi de la fabricació additiva amb processos de FDM. El total del pressupost per a l'estudi dels paràmetres del procés de FDM aplicat a una làmina de PCL i casos reals de prototipatge en el sector industrial és de 4735,54 euros.