



JAÉN

20 | 20
22 | 21
OCTUBRE

XXIII CONGRESO
NACIONAL DE
INGENIERÍA
MECÁNICA



Análisis comparativo de las desviaciones macrogeométricas en procesos de torneado en seco frente a operaciones de fabricación aditiva

S. Martín Béjar¹, F. J. Trujillo Vilches¹, M. Herrera Fernandez¹, C. Bermudo Gamboa¹, L. Sevilla Hurtado¹

¹ Departamento de Ingeniería Civil, de Materiales y Fabricación, Universidad de Málaga, smartinb@uma.es, trujillov@uma.es, mherrera@uma.es, bgamboa@uma.es, lsevilla@uma.es

En la actualidad, el gran desarrollo tecnológico asociado a procesos de fabricación aditiva ha permitido su utilización de forma ventajosa en ciertas aplicaciones, frente a otros procesos de fabricación tradicionales. Sin embargo, su aplicación en metales, extendida más recientemente, requiere de un análisis comparativo global respecto de las propiedades obtenidas ya sean mecánicas o relacionadas con la integridad superficial, frente a las propiedades que proporcionan otros procesos de conformado de metales, como el mecanizado. Un aspecto de gran interés para la industria es el estudio de las desviaciones macrogeométricas en la fabricación de componentes que deben ser acoplados, y en los que las tolerancias geométricas exigidas suelen ser muy estrechas. En el presente estudio se han analizado las desviaciones macrogeométricas de rectitud, redondez y oscilación radial en piezas metálicas fabricadas por procesos de fabricación aditiva, considerando dos posibles direcciones de deposición de material (horizontal y vertical). Además, a partir de dichos resultados, se ha realizado una comparación de las desviaciones obtenidas en procesos de torneado en seco de piezas con la misma geometría. Los resultados muestran que las probetas obtenidas por fabricación aditiva, cuyas capas se han depositado en dirección vertical, generaron el peor resultado desde el punto de vista de las desviaciones geométricas analizadas.

1. Introducción

El desarrollo tecnológico actual ha permitido la aparición de nuevas tecnologías de fabricación, destacando entre ellas la fabricación aditiva. Este tipo de procesos de fabricación presenta diferentes ventajas frente a otros más tradicionales, destacando: la mayor capacidad de personalización de productos, la flexibilidad en el diseño, un ahorro de material frente a procesos sustractivos, la eliminación de moldes y utillajes necesarios en procesos de conformado, así como la reducción de costes de fabricación en series pequeñas de producción. El mayor desarrollo de esta tecnología se ha venido centrando en el uso de materiales poliméricos para la fabricación de componentes. Sin embargo, en la actualidad, esta tecnología está avanzando en el uso de materiales de tipo metálico. No obstante, es necesario considerar un conjunto de inconvenientes frente al empleo de los procesos tradicionales de conformado de metales (mecanizado, conformado por deformación plástica, fundición, etc.): pobre acabado superficial, peores propiedades mecánicas o mayores tolerancias macrogeométricas, entre otros, especialmente al compararse con el mecanizado o el conformado por deformación plástica [1].

Una de las tecnologías de fabricación aditiva de materiales metálicos que se está empleando actualmente es la Fabricación Selectiva por Laser (Selective Laser Manufacturing, SLM). Este procedimiento se basa en la extensión de una fina capa de partículas metálicas, a sinterizar mediante la utilización de un laser, realizando la pieza capa a capa [2]. Esta tecnología supone un ahorro en el consumo de material, así como la capacidad de utilizar un amplio abanico de materiales metálicos [3].

4. Conclusiones

En este trabajo se ha realizado un análisis comparativo sobre la medición de la geometría y las desviaciones geométricas de piezas obtenidas por procesos de mecanizado y de fabricación aditiva de acero AISI 316-L. Además, las probetas obtenidas por fabricación aditiva se han realizado por capas de deposición de polvo metálico en dos direcciones diferentes, perpendiculares entre sí.

En referencia a las medidas de los diámetros de las diferentes zonas de las probetas, en términos generales, las probetas obtenidas por fabricación aditiva han presentado una mayor aproximación del valor del diámetro con respecto al diámetro nominal de diseño. Esto es debido principalmente a la flexión que sufre la pieza al someterse a los esfuerzos implementados durante la eliminación del material en el proceso de torneado, propio en la zona calibrada y apoyada de la probeta, viéndose reducida en la zona empotrada. Además, también sería necesario considerar el efecto del amarre del bruto durante el proceso, así como la robustez de la propia máquina herramienta. Por otro lado, aquellas en las que la deposición del material se ha realizado en la dirección del eje de revolución de la pieza (FAD-H) son las que han mostrado mejores resultados.

Las desviación de la rectitud obtenidas en las piezas mecanizadas ha mostrado un menor valor, debido principalmente a la continuidad del conformado, así como a que el proceso se realiza exclusivamente sobre la superficie, siendo el efecto térmico mucho menos sensible en las piezas mecanizadas que en aquellas obtenidas por un proceso de fabricación aditiva.

Los resultados obtenidos en las desviaciones de redondez y oscilación radial total muestran un similar comportamiento en la comparación de las probetas obtenidas por mecanizado y por fabricación aditiva obtenidas en dirección horizontal. Las probetas mecanizadas son las que han mostrado menores desviaciones de redondez y oscilación radial. De las probetas obtenidas por fabricación aditiva, las FAD-V han mostrado menores valores de desviación, estando los valores de desviación de redondez y oscilación radial con cierta proximidad a los obtenidos en las probetas mecanizadas. Sin embargo, las desviaciones obtenidas en FAD-H son muy superiores a las otras dos, debido principalmente a que la toma de medidas se realizan en secciones normales a las capas de material depositado, mientras que en FAD-V estas secciones de medida coinciden con las capas de material

Por lo tanto, el proceso de mecanizado es el que ha mostrado un mejor comportamiento en cuanto a las desviaciones geométricas analizadas. Sin embargo, el diámetro de las piezas obtenidas por fabricación aditiva se ha ajustado en mayor medida a las especificaciones de diseño que aquellas que fueron mecanizadas.

No obstante, es importante resaltar que este trabajo es una primera aproximación al análisis del estudio de las desviaciones geométricas de procesos de fabricación aditiva (SLM), siendo necesario establecer un mayor número de experimentos, modificando las variables del proceso, para que permitan obtener un conocimiento más general sobre la influencia del proceso en dichas desviaciones.

5. Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a la Universidad de Málaga, Campus Internacional de Excelencia Andalucía Tech, por su contribución económica para este trabajo.

6. Referencias

- [1] Dutta B., Froes F. H., "Additive Manufacturing of Titanium Alloys: State of the Art, Challenges and Opportunities", Elsevier, Amsterdam (2016)
- [2] Kale A.B., Kim B.K., Kim D.I., Castle E.G., Reece M., Choi S.H., "An investigation of the corrosion behavior of 316L stainless steel fabricated by SLM and SPS techniques", *Materials Characterization* **163** (2020).
- [3] Maconachie T., Leary M., Lozanovski B., Zhang X., Qian M., Faruque O., Brandt M., "SLM lattice structures: Properties, performance, applications and challenges", *Materials and Design* **183** (2019)
- [4] Lalwani D.I., Mehta N.K., Jain P.K., "Experimental investigations of cutting parameters influence on cutting forces and surface roughness in finish hard turning of MDN250 steel", *Journal of Materials Processing Technology* **206**, 167–179 (2008)
- [5] Apostolos F., Alexios P., Georgios P., Panagiotis S., George C., "Energy efficiency of manufacturing processes: A critical review", *Procedia CIRP* **7**, 628–633 (2013)
- [6] Rotella G., "Effect of surface integrity induced by machining on high cycle fatigue life of 7075-T6 aluminum alloy", *Journal of Manufacturing Processes* **41**, 83–91 (2019).