



Métodos de penetración de la herramienta en operaciones de torneado de roscas

Apellido, nombre	Boronat Vitoria, Teodomiro (tboronat@dimm.upv.es) Ivorra Martínez, Juan (juaiymar@doctor.upv.es) Quiles Carrillo, Luís Jesús (luiquic1@epsa.upv.es) Lascano Aimacaña, Diego Sebastián (dielas@epsa.upv.es)
Departamento	Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales (DIMM)
Centro	Escuela Politécnica Superior de Alcoy (EPSA) Universitat Politècnica de València (UPV)



1 Resumen de las ideas clave

Con este artículo docente se pretende abordar la complejidad que lleva asociada el mecanizado de una rosca en un proceso de torneado. El torneado de roscas es una operación exigente, en la que es difícil conseguir un buen control de la viruta, una vida útil de herramienta constante y piezas de calidad consistente. Una correcta estrategia de penetración en la rosca en función de la máquina-herramienta, el material de la pieza, la geometría de la plaquita, el perfil y el paso de la rosca permite obtener un control sobre la viruta obtenida, mejorar la calidad de la rosca, reducir el desgaste de la plaquita y por lo tanto aumentar su vida útil.

2 Introducción

El roscado es el proceso de obtener roscas, como la de un tornillo. La fabricación de tornillos es muy importante ya que son el componente de maquinaria con mayor volumen de fabricación. Existen muchos métodos para generar roscas, incluyendo métodos sustractivos; métodos de deformación plástica o transformativos (laminación y formación; moldeo y fundición); métodos aditivos (como la impresión en 3D); o combinaciones de estos. El método elegido para cualquier aplicación se escoge en función de las limitaciones: tiempo, coste, grado de precisión necesario (o no necesario), qué equipo está ya disponible, qué compras de equipo podrían justificarse en función del precio unitario resultante de la pieza roscada (que depende del número de piezas previstas), etc.

El presente artículo se centra en la fabricación de roscas utilizando un método sustractivo como el torneado. Este es un proceso complejo, para su correcta realización se debe tener en cuenta un gran número de factores:

- El paso de la rosca debe ser igual a la velocidad de avance de la herramienta.
- La herramienta y la altura central deben estar alineadas.
- Se deben evitar las vibraciones provocadas por voladizos de pieza y de herramienta.
- Se debe seleccionar correctamente la profundidad y el número de pasadas.
- La formación de viruta, para evitar obstrucciones alrededor de la pieza o la herramienta.

Para la fabricación de una rosca interior el proceso es aun más complejo que para la fabricación de una rosca exterior ya que es necesario proporcionar una evacuación eficaz de viruta y las herramientas a utilizar han de ser más delgadas y alargadas. Por lo tanto, se debe agregar los siguientes factores a los mencionados anteriormente:

- Para mejorar la evacuación de viruta, especialmente en agujeros ciegos, es recomendable realizar roscado a tracción (herramienta a izquierda para roscas a derechas y viceversa). No obstante, esto aumenta la posibilidad de movimiento de la plaquita.
- Se debe utilizar la penetración en flanco modificado para generar viruta en espiral que resulte más fácil guiar hacia la entrada del agujero.
- Al utilizarse herramientas más delgadas y con mayor longitud que en el roscado de exteriores hay que evitar las vibraciones producidas por el voladizo.



- Es recomendable utilizar herramientas antivibratorias o de metal duro cuando sea necesario ampliar el alcance.

3 Objetivos

Cuando se hayan asimilado los contenidos de este documento, el alumno debe poder:

- Diferenciar los distintos tipos de penetración en un roscado.
- Optimizar la vida útil de la herramienta en un proceso de roscado.
- Mejorar la productividad en un proceso de roscado.
- Minimizar las vibraciones en el roscado.
- Elegir el método que facilite la evacuación de viruta de la zona de mecanizado.

4 Desarrollo

Existen tres métodos principales de penetración en el torneado de roscas: penetración incremental, penetración radial y penetración por flanco modificado. Todos los métodos consiguen el mismo perfil, pero el mecanizado se realiza de manera diferente. El método de penetración dicta cómo se aplica la inserción de la herramienta en la pieza para crear la forma de rosca.

La elección del método de alimentación está influenciada por la máquina-herramienta, el material de la pieza de trabajo, la geometría de la plaquita, el perfil de partida y el paso de la rosca, y tendrá una influencia directa sobre:

- Control y formación de la viruta.
- Calidad de la rosca.
- Tipo de desgaste de la plaquita.
- Vida útil de la plaquita.

4.1 Penetración radial.

El método de penetración más utilizado es el de penetración radial o también conocido por penetración recta. Esto es debido a que es el único método del que disponen muchas máquinas-herramienta de tipo mecánico (sin controlador CNC). Al producirse la penetración perpendicularmente al eje de giro de la pieza se produce una viruta rígida en forma de V sobre los dos lados del filo de corte perfilado que es difícil de formar y de controlar. En este tipo de penetración el desgaste de la plaquita es uniforme en los dos lados de la plaquita. Este método es más adecuado para pasos finos (inferiores a 1,5 mm). No está recomendado para pasos grandes ya que al estar en contacto los dos flancos de la herramienta se producen vibraciones y un mal control de la viruta. Además, la punta de la plaquita no se refrigera adecuadamente y está expuesta a temperaturas muy altas, lo que limita la posible profundidad de penetración. Se recomienda en materiales con endurecimiento mecánico, por ejemplo, acero inoxidable austenítico.

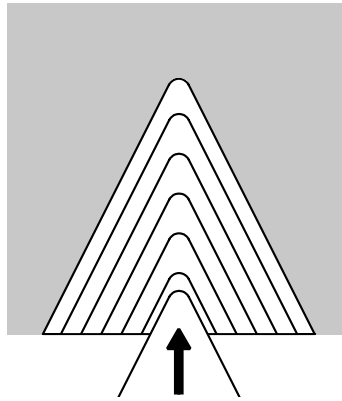


Figura 1. Representación esquemática de la penetración radial.

4.2 Penetración en flanco modificado.

La penetración en flanco modificado es el método más recomendado ya que aumenta la vida útil de la herramienta de corte y permite un mejor control sobre la viruta. Es el método predeterminado en la mayoría de controladores de control numérico. Este método es similar a una operación de torneado normal, avanzando la plaquita en el ángulo del perfil. La viruta que se obtiene es gruesa, pero en un único lado de la plaquita por lo que el corte resulta más fácil.

Este método se puede utilizar en cualquiera de los dos flancos de la rosca, se escoge aquel que facilite la salida de viruta. En las roscas interiores para facilitar la salida de viruta se realiza en el flanco más interior. Se puede utilizar para todo tipo de roscas y de plaquitas. Al quedar un flanco de la herramienta sin rozamiento por corte se transfiere menos calor a la plaquita por lo que las pasadas pueden ser de mayor profundidad y se alcanza la profundidad máxima con menos pasadas. Este tipo de penetración no presenta problemas de vibración y puede ser utilizado en cualquier tamaño de rosca incluso en las grandes. Para la penetración de la plaquita se debe utilizar un ángulo de penetración que puede oscilar entre 1 y 5° en función de la geometría de la plaquita. Para plaquitas con rompevirutas se utiliza un ángulo de penetración de 1° y con herramientas con geometría de uso general el ángulo de penetración varía entre 3 y 5°.

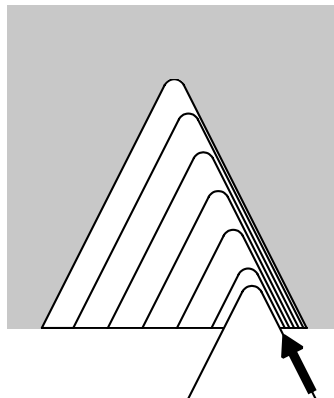


Figura 2. Representación esquemática de la penetración en flanco modificado.

Para calcular el movimiento axial entre penetraciones para un ángulo de flanco de 60° se debe dividir por dos la penetración radial (a_p). Para un ángulo de flanco de 55° el equivalente debe ser dividir la penetración radial por 2,42 lo que da un ángulo de penetración 5° menor al ángulo de flanco de la rosca.

4.3 Penetración incremental

La penetración incremental se debe utilizar para roscas con pasos de rosca grandes (superiores a 5 mm). Este tipo de penetración provoca un desgaste uniforme de la herramienta, ya que el corte se realiza en ambas direcciones y como consecuencia del desgaste primario por el corte y del secundario producido por la viruta se aplica a toda la herramienta. Este desgaste uniforme de la plaquita conlleva una vida útil de la plaquita más prolongada en roscas muy gruesas. Por otro lado, al dirigirse la viruta en las dos direcciones provoca mayor dificultad en su control. La penetración incremental se puede aplicar sobre cualquier geometría de partida, pero requiere la utilización de una máquina CNC y la programación de un programa especial.

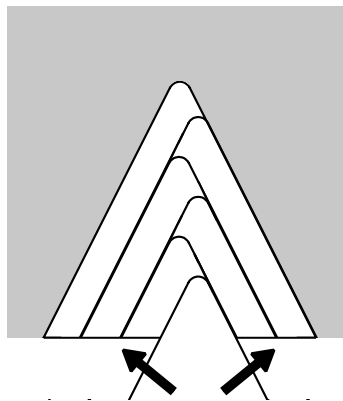


Figura 3. Representación esquemática de la penetración incremental.

4.4 Profundidad de corte por cada pasada

Independientemente del método de penetración seleccionado (modificado, incremental o radial) la profundidad de corte por cada pasada se puede seleccionar de dos maneras.

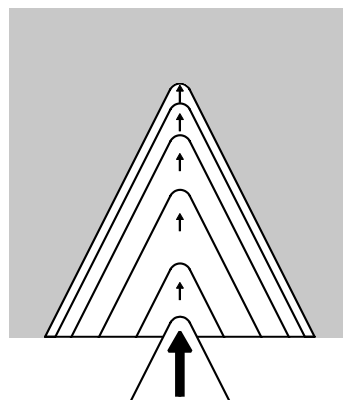


Figura 4. Profundidad de corte con área constante de viruta.

Para las máquinas de control numérico modernas el sistema más común es el de área constante de viruta. Este sistema es el más productivo, se parte de un valor de profundidad relativamente grande y disminuye progresivamente a medida que aumenta la profundidad de la rosca. Los valores disminuyen progresivamente y terminan con una última pasada que oscila entre 0,09 – 0,02 mm. Este método proporciona un

mayor tiempo de vida útil de la herramienta ya que la plaquita tiene cargas uniformes en todas las pasadas.

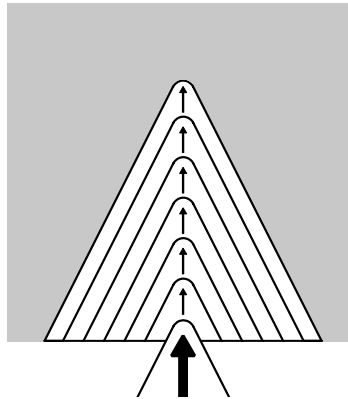


Figura 5. Profundidad de corte con penetración constante.

El sistema de profundidad constante para todas las pasadas se utiliza si existen problemas con un espesor de viruta fijo. Es menos recomendable ya que suele requerir más pasadas y por tanto es un método menos productivo. Además, es un método más exigente con la plaquita y ofrece menos control sobre la viruta. El valor de la pasada se debe determinar en función de la última pasada que debe ser como mínimo de 0,08 mm.

Independientemente del sistema de profundidad de corte escogido, la última pasada del mecanizado de la rosca debe ser una pasada de peinado. La pasada de peinado es una pasada sin penetración que absorbe el retroceso de la máquina y el comportamiento elástico del material en la compresión que ejerce la herramienta sobre la pieza. La pasada de peinado puede dificultar el control sobre la viruta y empeorar el acabado superficial unido a un aumento del desgaste de la plaquita.

4.5 Fluido de corte y refrigerante

En el mecanizado de una rosca implica una fuerte generación de calor. Existen dos fuentes principales de generación de calor. La fuente principal de generación de calor es como consecuencia del rozamiento entre la herramienta y la pieza y la segunda fuente de calor se produce por la fricción entre la herramienta y la viruta generada en el corte.

El calor generado se debe evacuar rápidamente ya que el aumento de temperatura en la herramienta provoca un desgaste rápido de ésta y un acabado superficial deficiente. Para optimizar el proceso de mecanizado de la rosca es necesario el empleo de fluidos de corte (taladrina) de efecto lubricante y refrigerante.

El fluido refrigerante tiene varias funciones en el proceso de mecanizado:

- Reducir el rozamiento y proteger mecanismos.
- Refrigerar las herramientas y área de trabajo.
- Prolongar la vida de las herramientas de trabajo.
- Ayuda a evacuar la viruta generada más fácilmente.
- Permite conseguir acabados óptimos.



5 Conclusión

En el presente objeto de aprendizaje hemos aprendido los diferentes sistemas de penetración que se pueden aplicar al realizar un roscado en un proceso de torneado. La aplicación de cada uno de los sistemas depende principalmente del paso y de la profundidad de rosca que se quiere obtener y del tipo de máquina y controlador disponible. La vida útil de la herramienta puede variar en función del tipo de penetración escogido. Para obtener un buen acabado superficial es necesario que se refrigere el área de trabajo para reducir rozamientos y evacuar el calor generado.

6 Referencias

- [1] "Rosado - Guía de aplicación", Sandvik Coromant.
- [2] Shaw, M.C. "Metal Cutting Principles", Oxford Series on Advanced Manufacturing (2004).
- [3] Trent, E. M., Wright, P.K. "Metal cutting", Butterworth-Heinemann (2000).
- [4] "Mecanizado Moderno: Manual Práctico", Sandvik Coromant.