

**TITULO:** Líquidos refrigerantes ¿futuro?

**TITLE:** Refrigerants liquids, the future?

**AUTORES:**

Ing. Luis Wilfredo Hernández González.

**PAÍS:** Cuba

**RESUMEN:**

Durante el proceso de corte de metales se genera calor. El calor disminuye las propiedades cortantes de la herramienta. Los fluidos de corte mejoran las condiciones de trabajo. Resultan conocidos los efectos que producen estos en el medio ambiente. Humos y gases pueden afectar la salud del operario. En este trabajo se explican investigaciones realizadas, con nuevos materiales, los cuales no necesitan de refrigerante. Entre los resultados obtenidos, se puede destacar: medio ambiente más limpio, vida de herramienta más larga, y mayor productividad.

**PALABRAS CLAVES:**

**MAQUINAS HERRAMIENTA, HERRAMIENTAS DE CORTE, MEDIO AMBIENTE, FLUIDOS DE CORTE**

**ABSTRACT:**

During the metal cutting process heat is generated. Heat decreases cutting properties of tool. The cutting fluids improve work conditions. It is known the effect of it on the environment. Fumes and smoke can affect the operator health. In this paper, some researches with new materials are described, which don't need refrigerant. Among the results, the most important are: cleaner environment, longer tool life, and higher productivity.

**KEY WORDS:**

**MACHINE TOOLS, CUTTING TOOLS, ENVIRONMENT, CUTTING FLUIDS**

**INTRODUCCIÓN:**

Ante todo, se debe destacar la importancia de las máquinas herramienta para el desarrollo tecnológico mundial. Para citar un ejemplo de la enorme importancia que tienen las máquinas herramienta puede decirse, que la máquina de vapor inventada por James Watt en el año 1766 y que significó el comienzo de la revolución industrial, no tuvo en su fabricación un desarrollo suficiente hasta que 10 años más tarde, en 1776; John Wilkinson construyó la primera mandrinadora. A partir de entonces se comenzó la fabricación de máquinas de vapor en gran escala.

Durante el proceso de corte de metales, el material de la pieza que se elabora ofrece resistencia al corte y este trabajo genera calor. El calor disminuye las propiedades cortantes de la herramienta de corte y la calidad de la elaboración.

Con el objetivo de mejorar las condiciones de trabajo se emplean los fluidos de corte, sin embargo, resulta ampliamente conocido los efectos de los mismos en el medio ambiente y en la salud del operario.

Las enfermedades profesionales que atacan a los trabajadores cuando las condiciones de trabajo no son higiénicas, constituyen una de las más serias preocupaciones que el Estado Cubano tiene, desde el punto de vista humano y, desde el punto de vista económico, en una nación que construye por sí misma su futuro y donde hay que considerar los beneficios que estos dos puntos de vistas reportan al desarrollo.

La relación entre salud y producción está clara para todos. Un país que tenga una tasa elevada de enfermedades y que gaste más en medicina curativa que en medicina preventiva, padecerá siempre de una elevada incidencia de enfermedades, las que debilitarán al trabajador y disminuirán su capacidad de producción [7].

Es por ello que este trabajo recoge serie de estudios acerca de los efectos de los fluidos de corte en el medio ambiente y en la salud del operario así como investigaciones realizadas en nuevas variantes de materiales con los cuales no es necesario el empleo de los fluidos de corte.

## **RESULTADOS DEL TRABAJO:**

### **EFFECTOS DE LOS FLUIDOS DE CORTE**

El proceso de corte es un proceso físico complejo, que incluye deformaciones elásticas y plásticas. Este proceso es acompañado por mucha fricción, generación de calor, formación del borde recrecido, contracción y arrollamiento de la viruta, endurecimiento de la superficie maquinada y desgaste de la herramienta de corte.

El calor generado reduce la dureza de la herramienta de corte, la hace menos resistente al desgaste y cambia sus dimensiones. El calor también provoca cambios en la superficie maquinada y reduce la exactitud de elaboración [1].

Desde las primeras pruebas efectuadas por Taylor, alrededor de 1890, se ha podido demostrar que la lubricación y el enfriamiento de la herramienta mejoraban las condiciones de corte. En principio se empleó el agua, después las soluciones de agua y sosa o agua y jabón, ya que el agua sola oxidaba el acero. Estas soluciones no se mostraban satisfactorias a efectos de lubricación. Tras muchas pruebas se llegó a la conclusión de que el aceite, además de su poder refrigerante, tiene un notable poder lubricante que disminuye la pérdida debida al trabajo de rozamiento durante el mecanizado, y que mejora la rugosidad superficial de la pieza. También los aceites emulsionables con agua se consideraban buenos [8].

Sin embargo, es ampliamente reconocido por clientes de máquinas herramienta el efecto de los fluidos de corte en el medio ambiente, particularmente en atención a su degradación y disposición final. También la reciente imposición de severas regulaciones de control de la contaminación ha forzado a la industria del metal a buscar procesos confiables que extiendan la vida útil de los fluidos de corte, mientras se minimiza el costo de disposición y sustitución de los mismos.

En orden a cumplir las leyes de control de contaminación del agua, todos los fluidos de corte solubles en agua deben pasar por algún tipo de tratamiento antes de ser vertidos en un río, arroyo o sistema de alcantarillado. Las sustancias químicas consideradas como contaminantes en productos solubles en agua son: aceite, nitrito, fenoles, fosfatos y metales pesados.

Además, el operario de la máquina herramienta está siempre en el área general del fluido de corte, los efectos del contacto con el fluido son de importancia primaria. Humos, gases, bacterias y olores, pueden causar severas reacciones en la piel y en otras partes del cuerpo del operario.

La exposición prolongada de la piel humana a aceites minerales del tipo que es usado en los fluidos de corte puede derivar varias dolencias. Hay cuatro tipos principales de enfermedades de la piel inducidas por el aceite, las cuales pueden aparecer de forma simple o combinada. Ellas son: dermatitis, acné, queratitis y verrugas.

Los contaminantes, virutas finas, partículas de las muelas rectificadoras, costra de las piezas, suciedades y arenas de fundiciones, son indeseables por dos razones principales. Primero, los contaminantes actúan frecuentemente como catalizadores y causan reacciones que resultan del fallo químico del fluido. Este causa la separación de la emulsión u oxidación del aceite o ambas. Ellas conducen a ensuciar y corroer la máquina y la pieza, y disminuyen la vida útil del fluido. Segundo, la recirculación de contaminantes reduce la calidad de la superficie maquinada, afecta la circulación de la bomba y aumenta el desgaste de todas las partes móviles con las cuales entra en contacto. Pero, el más importante de todos, es el hecho que las pequeñas partículas de virutas y restos en el aceite aumentan los riesgos de daño y dolencias en la piel [4]. Por lo tanto, los tres grandes fabricantes de automóviles, están investigando varias áreas que podrían tener repercusiones serias en la industria como un todo. Un estudio de cuatros años sobre el efecto de los fluidos de elaboración de metales en las enfermedades, está en marcha.

Una serie de trabajos está apuntando al vínculo entre la exposición prolongada a la neblina y varias enfermedades, donde los niveles de exposición son altos, el asma puede ser desarrollada, así como otras enfermedades respiratorias. Algunos estudios sugieren incluso que ciertos tipos de cáncer están ligados a la neblina de los fluidos, aunque las pruebas estadísticas que la respaldan son pobres aún.

¿Y qué acerca de los fluidos reciclados? Este ha sido encontrado ser un terreno perfecto para la cría de micro-organismos, vinculados posiblemente al asma, alergias y otras enfermedades respiratorias.

Como resultado de la investigación, se está considerando reducir los límites umbrales de varios productos químicos desde 5 mg/m<sup>3</sup> a 0.5 mg/m<sup>3</sup>. Si es llevado a cabo, esto podría revolucionar las normas de calidad del aire [10].

## **VIAS DE SOLUCION**

En décadas anteriores, la forma más común de eliminación de neblinas y humos producidos, en una nave industrial, es la ventilación hacia la atmósfera exterior a través de ventiladores o simplemente permitiendo la corriente natural de aire. Este método ocasiona peligro de contaminación medioambiental y problemas de limpieza.

Otra solución es la filtración con filtros, pero conlleva a elevados costos de mantenimiento [6].

Las rápidamente cambiantes condiciones económicas están llevando a un cambio forzoso en la tecnología de fabricación, especialmente en el maquinado. Al lado de las crecientes demandas de rendimiento, fiabilidad y economía, las tecnologías desarrolladas para su utilización en los procesos de fabricación de un futuro próximo necesitarán también satisfacer de manera más estricta los requerimientos ecológicos. Es por ello que algunas empresas fabricantes de herramientas de corte han afrontado estos retos.

En este siglo, y en especial sus últimas décadas, han sido escenarios de múltiples logros extraordinarios, inimaginables para quienes habitaron nuestro planeta en épocas precedentes, entre los que podemos señalar: máquinas herramientas ultraprecisas, robotizadas y materiales para herramientas de corte con elevadísimas propiedades.

Ejemplo de estos materiales para herramientas de corte tenemos:

- Aleaciones duras o carburos cementados. Metal duro recubierto.
- Materiales cerámicos recubiertos [2].
- Materiales superduros, Elbor(nitrato cúbico de boro), Nuevo Bélbor.
- Recubrimientos, Carburo y nitruro de titanio, Oxido de Aluminio Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(alúmina), etc.

Las propiedades cortantes de estas nuevas variantes de materiales para herramientas de corte y los problemas que se derivan del uso de los fluidos de corte, han hecho pensar en el futuro de ellos, por lo que se han realizados estudios como los que a continuación se exponen.

Se han realizado pruebas de fresado en seco de materiales templados de hasta 65 HRC, de uso muy común, para la de construcción de moldes y se obtuvo como resultado que los recubrimientos poseen dos efectos contra el desgaste: uno, por sus propias características de dureza, tenacidad, etc. y la

segunda por su capacidad de detener la progresión del desgaste [3].

Durante los principios de los años noventa, el responsable de herramientas de una compañía que produce componentes para las transmisiones de la industria del automóvil, analizó los pros y contras del uso de refrigerante, estableció un plan para reducirlo y hoy se mecaniza casi completamente en seco. El proyecto cuenta con la colaboración de Sandvik Coromant, uno de sus principales suministradores de herramientas.

La compañía está en posesión del certificado ISO 9001 y mantiene un alto nivel de calidad, con un nivel de rechazos de 9 componentes por un millón producido. La planta está compuesta principalmente por un moderno taller con tornos CNC y centros de mecanizado, para un elevado volumen de producción, con un alto grado de utilización durante diferentes turnos.

Los materiales de las piezas en bruto son aleaciones de acero forjado y laminado.

En la mitad primera mitad de los noventa se analizaron las ventajas del maquinado sin refrigerante y se llegó al convencimiento de que las herramientas de corte modernas no ofrecen restricción ninguna. Se realizaron pruebas con las calidades CG4000 en operaciones de desbaste y acabado.

Actualmente la mayor parte del metal duro que se utiliza para las plaquitas intercambiadas, es el carburo recubierto. Un núcleo de carburo tenaz se recubre con una capa de metal duro de resistencia al desgaste. A través de un proceso que fija la capa automáticamente al núcleo. Esta técnica es llamada "GAMMA COATING" por tanto: metal duro tipo GC. La más importante propiedad del metal duro es que mantiene su alto grado de resistencia al desgaste a altas temperaturas. Esto es particularmente notable en el caso del metal duro GC que hace frente a temperaturas de mecanizado de 1300 C [5].

Los incrementos de temperatura en las piezas fueron de 26°C con refrigerante a 42°C en el torneado en seco y aproximadamente igual en las operaciones de desbaste y acabado.

Las temperaturas registradas en las máquinas fueron más elevadas algunas veces: 58 grados en la contrapunta, esto obligó a ubicar enfriadores de refrigeración, para mantener una temperatura de 40 grados.

La tolerancia típica de las piezas es 0.04 mm, por lo que se hizo un estudio en cada pieza (según diámetros) del aumento de cota por calentamiento y desplazar las tolerancias. El criterio de vida de la herramienta es el control de la dimensión (criterio tecnológico). Las profundidades de corte de 1 a 3 mm para desbaste y 0.5 mm para acabado.

Se utiliza el aire comprimido para la evacuación de virutas en las operaciones de mandrinado y para el taladrado con acero de corte rápido emplean aire pulverizado enfriado a menos 20 grados.

La clave del éxito lo constituye el uso correcto de la geometría de la herramienta, parámetros y régimen de corte. El desgaste de la herramienta cambia de forma, así como la formación de la viruta, pero a través de un análisis adecuado y un servicio técnico competente el resultado final es extremadamente positivo.

Las ventajas fueron varias, especialmente:

- Medio ambiente más limpio, la fábrica más salubre con eliminación de formación de bacterias y humos. No hay más goteos con el refrigerante en las máquinas, herramientas y piezas y no hay más paradas para limpiar las máquinas y el equipo refrigerante.
- Costos de producción más bajos. Se debe incluir el costo de refrigerante por año en la planta, además, el costo adicional para desechar el refrigerante. Su eliminación representa unos ahorros considerables.
- Vida de la herramienta más larga, de los filos de corte de la plaquita. La duración de los filos ha aumentado un 10% al cambiar al torneado en seco tanto en desbaste como en acabado. Es la variación de la temperatura lo que es negativo para las plaquitas de metal duro, no una temperatura alta constante.

Las operaciones de elaboración en las modernas máquinas herramienta CNC son realizadas a tales niveles de velocidad y avance, que hacen imposible para el refrigerante tener el efecto para el cual es aplicado. En realidad tiene un efecto negativo en las variaciones de temperatura. La evaporación en la zona de corte tiene lugar inmediatamente durante el maquinado. Se calcula que el 15% del refrigerante suministrado se va con la viruta y en vaporizaciones, el 1% permanece sobre las piezas cuando se retiran de la máquina y el resto es desechado.

- Evacuación de viruta y manipulación mejoradas. El torneado en seco produce una mejor formación de viruta, con unas virutas más pequeñas y bien formadas en desbaste y, rizadas con menor diámetro en acabado. La correcta formación de la viruta es importante, ya que influye en el acabado superficial, evacuación de viruta, accidentes y manipulación.

La combinación correcta de la geometría de la herramienta y gama de avance en relación con la profundidad de corte involucrada, y con la mejor trayectoria de dirección de la herramienta, determina la correcta formación de la viruta. La geometría de la plaquita afecta la temperatura de la zona de corte y al calor total eliminado con la viruta, así como la formación del borde recreado.

- Mayor productividad. Las velocidades de corte pueden aumentar en el torneado en seco, debido a una mayor duración de las herramientas. Especialmente las plaquitas intercambiables con una capa de recubrimiento de óxido de aluminio de mayor grosor se comportan mejor a altas temperaturas producidas sobre la cara superior de la plaquita a velocidades de corte más altas.

Las velocidades de corte típicas en el torneado en seco varían desde 250 a 300 m/min. La productividad se mejora también a través de la eliminación de paradas regulares para la limpieza y cambio de refrigerante de la máquina, así como los tiempos muertos gracias a una vida más larga de la herramienta.

La desventaja del torneado en seco es el ensuciamiento de la máquina debido al polvo de la viruta, el cual debe ser absorbido del área de maquinado. Se debe entonces limpiar las guías de la máquina y herramientas, cuando se cambia la plaquita. La suciedad no se elimina tan fácilmente como en el maquinado con refrigerante. Pero comparando con todas las otras ventajas del maquinado en seco, a este problema se le puede encontrar solución.

Consejos para la conversión:

- Evalúe la maquinaria implicada. Controle la capacidad y condición del sistema hidráulico de la máquina para hacer frente a las temperaturas más altas durante el maquinado en seco.
- Optimizar cada operación cuidadosamente para alcanzar una mayor productividad y una mejor formación la de viruta.
- Seleccionar las herramientas y datos de corte correctos para llegar a adecuados desgastes de herramienta para una vida de filo más larga y un maquinado total más económico.
- Limpie diariamente las guías.
- Mejore el engrase de guías y rascadores de protección [9].

## CONCLUSIONES:

- Los fluidos de corte han jugado un papel importante en el incremento de la vida útil de la herramienta, la exactitud y calidad de elaboración, pero su influencia en la salud del operario y en el medio ambiente han sido demostrada.
- Las rápidamente cambiantes condiciones económicas están llevando a un cambio forzoso en la tecnología de fabricación, especialmente en el maquinado. Al lado de las crecientes demandas de rendimiento, fiabilidad y economía, las tecnologías desarrolladas para su utilización en los procesos de fabricación de un futuro próximo necesitarán también satisfacer de manera más estricta los requerimientos ecológicos.
- Las nuevas variantes de materiales para herramientas cortantes como por ejemplo las plaquitas de metal duro recubiertas disponibles en el mercado, no ofrecen restricción alguna en la realización del proceso de corte sin el empleo de los fluidos de corte, con lo cual se logran las siguientes ventajas: medio ambiente más limpio, menores costos de producción, vida de herramienta más larga, evacuación de viruta y manipulación mejoradas, mayor productividad.
- Para lograr estos resultados es necesario seleccionar correctamente la herramienta y los parámetros de corte, evaluar la maquinaria implicada y prever los medios necesarios.

## **BIBLIOGRAFIA**

- [1] Arshinov, V. Metal cutting theory and cutting tool design/ V. Arshinov, G. Alekseev. - Moscú: Editorial Mir, 1970.--558 p.
- [2] "Cerámica mixta KY4400: ¿alternativa o suplemento al material de corte CBN?". Metalurgia y Electricidad. (Madrid)722:44, nov. 1999.
- [3] "Comportamiento de las fresas MIRACLE en el mecanizado en seco de acero templado hasta 65 HRC". Metalurgia y Electricidad. (Madrid) 706: 34-37, may. 1998.
- [4] El Baradie, M. A. "Cutting Fluids". En su "Recycling and clean machining". - Dublin: Dublin City University, 1996.--p. 798-806.
- [5] Espinosa Figueredo. Compendio de conferencias, clases prácticas, prácticas de laboratorios y seminarios de la asignatura máquinas herramienta.-- Holguín. Universidad de Holguín: Facultad de Ingeniería. 1999. -- 96 h. -- (tesis de grado).
- [6] "Filtración eficiente de las neblinas de aceite". Metalurgia y Electricidad. (Madrid) 722: 46-47, nov. 1999.
- [7] Montes de Oca Pardo, J. Manual de afilado de herramientas.--La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1987. --146 p.
- [8] Rossi, Mario. Máquinas herramientas modernas. -Barcelona: Editorial Dossat, 1988. -- 909 p.
- [9] "Satisfactoria conversión al torneado en seco". Metalurgia y Electricidad. (Madrid)706: 56-59, may. 1998.
- [10] Something's in the air. Revista Engineering Systems.(EEUU)957356: 74-82, ag.1998.

## **DATOS DE LOS AUTORES:**

### **Nombre:**

Ing. Luis Wilfredo Hernández González. Profesor Instructor.

### **Correo:**

wilfredo@uho.hlg.edu.cu

### **Centro de trabajo:**

Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya". Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Mecánica. Holguín 80100, Cuba.

© Centro de Información y Gestión Tecnológica (CIGET), 1995. Todos los derechos reservados Última actualización: 29 de Marzo del 2010