

SERVICIO INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.

FALLAS EN LAS HERAMIENTAS CAUSADAS POR UN RECTIFICADO INADECUADO

La función del rectificado de las herramientas es para remover costras o escamas y superficies descarburizadas así como para lograr dimensiones específicas y un acabado liso. También se lleva a cabo para afilar o rectificar filos y superficies que se han deteriorado o desgastado por el uso. El proceso se lleva a cabo tanto en herramientas sin temprar (blandas - en estado recocido) como en herramientas templadas (duras). Se recomienda utilizar piedras suaves para herramientas templadas y piedras duras para herramientas sin temprar.

Las piedras de rectificado (también llamadas Muelas), están compuestas por granos abrasivos duros, reunidos entre sí por un material aglutinante. Existe una gran variedad de tipos de piedras de rectificado dependiendo del rectificado que se requiere efectuar; por ejemplo: diferentes tipos de materiales abrasivos, diferentes tamaños de grano desde grande a fino, durezas desde muy blandas hasta muy duras, diferentes aglutinantes, así como diferentes estructuras, desde muy densas hasta muy porosas.

Se recomienda consultar con un fabricante de piedras de rectificado para utilizar la piedra adecuada para cada tipo de operación.

La operación de rectificado se asemeja a una operación de fresado a alta velocidad. Se requiere de una gran energía para esta operación. Investigaciones indican que se requiere aproximadamente 30 veces más energía para rectificar con piedra que para maquinar un volumen dado de material, y las superficies rectificadas alcanzan temperaturas de 1100°C a 1650°C.

Esta elevación de temperatura causa dos efectos nocivos en las herramientas templadas:

- 1) Cambios en la dureza y en la estructura metalúrgica.**
- 2) Desarrollo de tensiones internas hasta un nivel que puede causar la formación de grietas superficiales.**

Efectos del rectificado en la dureza y en la estructura metalúrgica

El efecto más común del rectificado en los aceros grado herramienta en estado templado es causado por el gradiente de revenido, es decir; por las altas temperaturas que alcanza la superficie al ser rectificada, la superficie alcanza a revenirse. La dureza es más baja en la extrema superficie; pero gradualmente aumenta a medida que se aleja hacia el núcleo.

El efecto es puramente de revenido, el cual es a veces visible en la microestructura, pero no necesariamente, ya que los diferentes tipos de acero reaccionan en forma diferente.

La profundidad del gradiente de templeado varía con la forma de rectificado, en particular con el avance descendiente o con la profundidad de corte. Se ha encontrado que usualmente la profundidad de temple varía desde la mitad hasta dos veces el avance descendiente, dependiendo de la severidad del rectificado. Como es bien sabido, los avances descendientes ligeros producen las zonas más angostas (menores) de gradiente de temple.

Con avances descendientes fuertes (0.08 a 0.25 mm ó más), es común encontrar que el calor generado durante el rectificado es lo suficientemente alto para producir una capa delgada de martensita en estado de temple sin revenido, con una dureza de hasta 65 a 70 HRC. La martensita se forma por la acción en la zona donde el calor generado al rectificar es lo suficientemente alto para calentar una pequeña capa de acero por arriba del rango crítico, seguido por el enfriamiento rápido que resulta de la rápida conducción del calor fuera de la zona caliente hacia la subsuperficie que se encuentra menos caliente. Obviamente la zona de revenido gradual queda debajo de la capa martensítica superficial.

La profundidad de la zona de martensita que puede producirse al rectificar aceros grado herramienta varía desde algunas milésimas hasta 1.5 de mm. Las estructuras martensíticas pueden hacerse visibles por medio de las técnicas rutinarias de microscopio.

Efecto del rectificado en los esfuerzos internos

El rectificado generalmente produce esfuerzos de tensión en la superficie de los aceros grado herramienta en estado templado. El mecanismo involucrado es conocido como recalado en caliente y puede explicarse de la siguiente forma: El calor generado por el rectificado en la superficie causa expansión del acero; esta expansión en el plano del rectificado está restringida por el metal frío y duro, por lo que se forma una protuberancia en dirección perpendicular al plano de rectificado, debido al flujo del metal en estado plástico. Cuando posteriormente se enfría el metal trata de contraerse a su posición original, pero esto no es posible debido a que ya no se encuentra en estado plástico. La contracción de un área cuyo perímetro es rígido desarrolla esfuerzos de tensión en el área.

La profundidad a la que llegan los esfuerzos generados por rectificado es difícil de medir, pero usualmente es varias veces más profundo de lo que se puede medir por dureza o por cambios estructurales. Si los esfuerzos generados por rectificado (además de los que ya pudieran existir), alcanzan el punto de resistencia a la ruptura del material, necesariamente éste se romperá causando grietas superficiales. Las grietas de rectificado son usualmente poco profundas, desde algunas centésimas de mm hasta 0.4 mm. Las grietas profundas que llegan hasta la mitad de la sección de la pieza (o más) no son grietas de rectificado, aunque esta operación pudo haberlas hechas visibles.

Detección de las grietas de rectificado

Las grietas de rectificado son algunas veces visibles en la luz que incida oblicuamente a la pieza, sin embargo, normalmente son tan cerradas que es imposible verlas, pero en todo caso pueden ser detectadas rápidamente por medio del polvo magnético, por partículas fluorescentes o por ataque en frío con ácido nítrico diluido.

Si las grietas de rectificado pasan desapercibidas y la herramienta es puesta en servicio, éstas se agrandan tanto que la herramienta se rompe como si fuera por fragilidad o por fatiga progresiva. Las grietas de rectificado muchas veces muestran un patrón característico que ayuda a su identificación. Las grietas pequeñas tienden a aparecer a 90° de la dirección del rectificado, siendo paralelas unas a otras; las grietas grandes presentan la característica de formar un patrón de mallas rectangulares.

El rectificado incorrecto puede causar grietas

Aunque toda operación de rectificado causa cambios en la estructura de la superficie del metal, tales como dureza y esfuerzos residuales, tales cambios normalmente se encuentran dentro de los límites tolerables, sin embargo, el rectificado incorrecto puede fracturar las herramientas en forma muy severa, casi siempre a límites más allá del punto donde cualquier recuperación es imposible.

Las fallas más comunes por rectificado son:

- 1) Rectificar con una piedra de grano demasiado fino o de muy alta dureza.**
- 2) Rectificar con una piedra tapada o vidriada.**
- 3) Remoción muy rápida de metal debido a un avance muy rápido o por elevada velocidad de la piedra o por las dos juntas. Los avances de más de dos a cinco centésimas de milímetro por pase son peligrosos para herramientas templadas. Las velocidades de 600 a 800 metros por minuto son las normales para rectificar herramientas, mientras que velocidades de 1800 a 3600 metros por minuto son excesivas.**
- 4) Uso inadecuado del refrigerante o rectificar en seco.**

Quemaduras causadas por rectificado

El rectificado inadecuado puede manifestarse en dificultades distintas a las grietas propias de rectificado. Cuando el acero herramienta templado es rectificado abusivamente, de desarrolla en la superficie una mancha conocida como quemadura de rectificado. Los colores que adquieren estas manchas son los típicos de revenido y dan una indicación de la temperatura alcanzada en la superficie por el calentamiento ocasionado por la operación de rectificado, por ejemplo; un color amarillo indica una temperatura aproximada de 200° a 230°C; un color azul o morado indica aprox. de 260° a 320°C.

Las manchas de las quemaduras de rectificado pueden quitarse dando un rectificado adicional ligero, removiendo con esta operación una pequeña cantidad de metal que mejorará la apariencia de la superficie pero no podrán evitarse los efectos de la quemada. La forma peculiar típica de las quemaduras por rectificado podrá no ser evidente sobre la superficie rectificada, pero se revela muy bien por medio de un ataque ligero de las herramientas con una solución diluida fría de ácido nítrico.

Las quemaduras por rectificado pueden bajar la dureza de la superficie de la herramienta por haberla calentado a una temperatura más alta que la que fue usada en el revenido de la herramienta y consecuentemente, disminuye su resistencia al desgaste.

Las fallas en el tratamiento térmico pueden causar grietas de rectificado

La técnica de rectificado no siempre es la causante de las grietas de rectificado, ya que desviaciones del tratamiento térmico producen extrema sensibilidad a la formación de grietas de rectificado, no importando que tan cuidadosamente se lleve a cabo la operación de este. Dichas desviaciones pueden ser las siguientes:

- 1) Dejar la herramienta en estado templado (sin revenir).**
- 2) Templar desde una temperatura excesivamente alta.**
- 3) Producir una capa carburizada de alto carbono, particularmente una con malla de carburos.**
- 4) Procedimiento de revenido incorrecto que deja martensita sin revenir o volúmenes excesivos de austenita retenida que se transformará durante el revenido.**

La apariencia de las grietas resultantes de un tratamiento térmico inadecuado son idénticas en apariencia a las causadas por rectificado, por lo tanto, es necesario en casi todos los casos una investigación de laboratorio para determinar la causa de las fracturas.

Salvamento de las herramientas con grietas de rectificado

Las grietas de rectificado son usualmente poco profundas (0.05 a 0.10 mm) al momento de producirse; si su presencia es conocida, es muy posible que la herramienta pueda salvarse, siempre y cuando al quitar un poco de metal a la pieza, no la inutilice.

El salvamento puede hacerse mediante un cuidadoso rectificado que quite muy poco metal (0.006 mm en cada paso) y procurando no general calor, para ello debe usarse una piedra de esmeril suave, de grano fino que normalmente generará muy poco calor además se debe utilizar abundante refrigerante. El rectificado debe hacerse tomando cortes muy pequeños con intervalos entre corte y corte para evitar calentamiento. En esta forma, se removerán todas las grietas de rectificado y la herramienta habrá sido recuperada; asumiendo que la pieza ha sido tratada térmicamente en forma correcta.

FALLAS EN LAS HERRAMIENTAS CAUSADAS POR UN RECTIFICADO INADECUADO

Si se usa la técnica normal de esmerilado, las grietas se irán agrandando antes de que la piedra pueda removerlas, causando finalmente que se extiendan a todo lo grueso de la sección.

Es necesario usar polvo magnético o fluorescente para examinar la pieza durante el proceso de salvamento, con el objeto de conocer si se han eliminado las grietas.

Si las grietas de rectificado son detectadas antes de que la herramienta entre en servicio, la operación de salvamento generalmente es exitosa; sin embargo, si es utilizada antes de que las grietas sean visibles (y removidas), es posible que no pueda salvarse la herramienta, ya que para entonces las grietas se habrán profundizado durante el servicio.

Cuando una herramienta templada desde temperaturas muy altas o que se encuentre en estado templado sin revenir, se agriete durante su rectificado, generalmente las grietas no pueden ser eliminadas aún con el proceso de rectificado más cuidadoso.

El tipo de acero herramienta utilizado afecta el rectificado

Existen algunos grados de acero que no presentan problemas al ser rectificadas en una operación normal, tales como los aceros de temple al agua, aceros resistentes al impacto y muchos de los aceros para trabajo en caliente (aceros aleados con baja aleación). Sin embargo, algunos otros, tales como los de mayor contenido de aleación como son el D2, T1 y M2, son más propensos a generar grietas de rectificado y usualmente no pueden rectificarse con el mismo tipo de piedra que se utiliza para los aceros de baja aleación. A pesar de esto, si se usa una piedra limpia de grano grueso y se toman todas las precauciones razonables para tener un corte moderado cada vez y si se cuenta con un refrigerante adecuado y abundante, los aceros con contenidos mayores de aleación no presentarán problema durante su rectificado.

Traducción del manual 2828 de
Bethlehem Steel Corp. por Acero Solar, S.A.
“El Investigador de Fallas en los Aceros Herramienta”



Servicio Industrial, S.A. de C.V.

www.acerosisa.com.mx

***Aceros Especiales Grados Herramienta y Maquinaria
Aceros SISA-MET® de Metalurgia en Polvo (PM)
Piezas Industriales Forjadas***

Ciudad de México: Naranjos 6 - Col. San Francisco Cuautlalpan, Naucalpan - cp 53569, Estado de México
Tel - (55) 5576-4011 Fax - (55) 5576-4997 sisa@sisa1.com.mx

Monterrey: Guerrero Norte 4120 - Col. del Norte, Monterrey - cp 64500, Nuevo León
Tel - (81) 8351-7220 Fax - (81) 8351-2981 sisamty@sisa1.com.mx