

Análisis del Electropulido de probetas de acero SAE 1020

José Tapia Luisa*, Álvarez Feregrino Ruth

Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos Miguel Bernard del Instituto Politécnico Nacional Av. Nueva Casa de la Moneda 133, Lomas de Sotelo, Miguel Hidalgo, Ciudad de México, C.P. 11200, México.

*Autor para correspondencia: luisa_jt@yahoo.com.mx

Recibido:

12/junio/2017

Aceptado:

26/agosto/2017

Palabras clave

Electropulido, acero,
tratamiento

Keywords

Electropolishing, Steel,
treatment

RESUMEN

El electropulido es un tratamiento superficial mediante el cual el metal a ser pulido actúa como ánodo en una celda electrolítica, disolviéndose. Con el fin de producir una superficie verdaderamente lisa, con la aplicación de corriente, se forma una película polarizada en la superficie metálica bajo tratamiento, permitiendo a los iones metálicos difundir a través de dicho film. Se realizó un estudio de probetas de acero tipo SAE 1020 las cuales se sometidas bajo condiciones controladas de intensidad de corriente y temperatura, para obtener un abrillantamiento de la superficie, logrando así una superficie plana electropulida, brillante, similar a la de un espejo para su posterior análisis metalográfico.

ABSTRACT

Electropolishing is a superficial treatment by which the metal to be polished acts as an anode in an electrolytic cell, dissolving. In order to produce a truly smooth surface, with the current application, a polarized film is formed on the metallic surface under treatment, allowing the metal ions to diffuse through the film. We carried out a study of steel specimens type SAE 1020 which are subjected under controlled conditions of current and temperature intensity, to obtain a polish of the surface, thus achieving a flat surface electropulida, shiny, similar to that of a mirror for further analysis metallographic.

Introducción

Existe una gran variedad de tratamientos químicos para superficies, el electropulido es una técnica de acabado químico para superficies, mediante la cual el metal se disuelve electrolíticamente, ión por ión, de la superficie de un objeto metálico. El objetivo primario es minimizar la microrrugosidad, reduciendo de manera espectacular el riesgo de adhesión de suciedad o residuos, mejorando la limpieza de las superficies. El electropulido también se usa para eliminar rebabas, abrillantar y pasivar.

Con el fin de producir una superficie verdaderamente lisa, se someterán las probetas de acero con dos tipos de irregularidades macroscópicas que deben ser eliminadas, analizando el grado de electropulido final.

El proceso tiene como resultado una superficie limpia e intacta. Posibles efectos no deseados en el tratamiento mecánico de la superficie:

- Tensiones mecánica y térmica, inclusiones de partículas y superficies rugosas
- Efectos evitables o reversibles

La resistencia a la corrosión inherente en un tipo de acero inoxidable se aprovecha completamente. Por estos motivos, el electropulido se ha convertido en un tratamiento habitual para el acero inoxidable en las industrias en las que los requisitos de resistencia a la corrosión y limpieza son especialmente elevados. Las aplicaciones típicas se encuentran en la industria farmacéutica, bioquímica y alimentaria.

Dado que el electropulido no implica un impacto mecánico, térmico o químico, se pueden someter a elementos pequeños y mecánicamente frágiles como es el caso de las probetas a estudiar. El electropulido se puede aplicar a piezas de casi cualquier forma o tamaño.

El proceso se realiza con el interés de mostrar el desarrollo del proceso de electropulido que hasta ahora es desconocido por nuestra comunidad estudiantil y hacer el proceso demostrativo para que se logre el verdadero aprendizaje significativo.

Metodología

El electropulido elimina metal de una pieza mediante la aplicación de una corriente eléctrica con la pieza sumergida en un electrolito de una composición específica. El proceso es exactamente el inverso a la

galvanización. En un proceso de galvanizado, los iones metálicos se depositan de la solución sobre la pieza. En un proceso de electropulido, la propia pieza se desgasta, añadiendo iones del metal a la solución.

Una instalación típica de electropulido es similar en apariencia a una línea de galvanización. Una fuente de alimentación, que transforma la corriente CA en CC y baja el voltaje a menores tensiones. Por lo general se usa un depósito fabricado de plástico o depósitos con recubrimiento de plomo para mantener el baño químico. Una serie de placas catódicas de plomo, cobre o acero inoxidable se sumergen en el baño, conectadas al polo negativo (-) de la fuente de alimentación. Las piezas a electropulir se fijan a una barra o rejilla hecha de titanio, cobre o bronce. La barra, a su vez, se conecta al polo positivo (+) de la fuente de alimentación. Fig.1

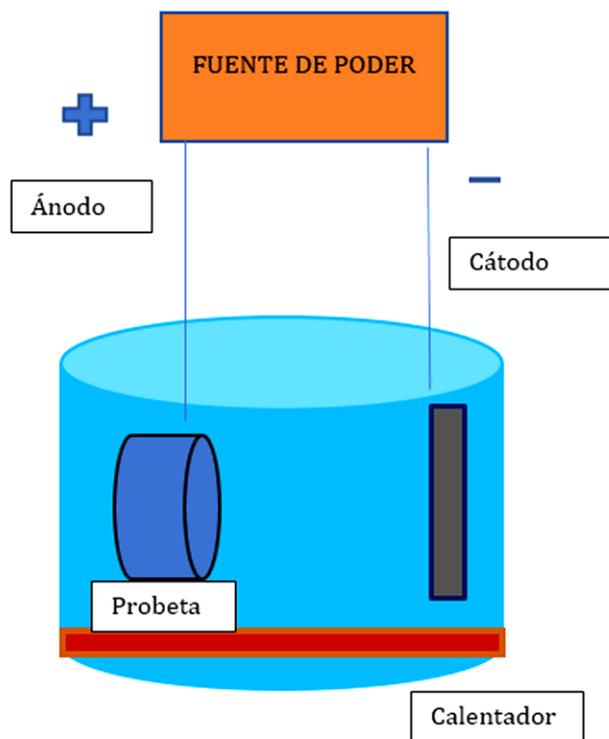


Figura 1. La pieza es el ánodo del proceso electroquímico, es sobre la cual se elimina material de la superficie.

La cantidad de metal eliminado en la pieza es proporcional a la corriente aplicada, a la eficiencia del electrolito y al tiempo de exposición. En el transcurso del proceso de electropulido, las virutas y otros salientes se convierten en áreas con una densidad de corriente muy alta y se corroen preferentemente. Los parámetros del proceso se fijan para controlar la cantidad de metal a eliminar, de forma que se mantengan las tolerancias dimensionales.

En la probeta de acero se logra la eliminación de los componentes indeseables en la superficie para lograr un acabado espejo.

El hecho de que el electropulido sea un proceso de no distorsión por lo general se pasa por alto. Las partes electropulidas no están sujetas a tensiones mecánicas o térmicas a causa del electropulido, ni están afectadas ni dañadas.

Proceso

El proceso de electropulido se realizó aplicando las tres operaciones siguientes:

Preparación del metal: eliminación de aceites, grasas, óxidos y otros contaminantes de la superficie que interfieren con la uniformidad del electropulido.

Se realizó sumergiendo la probeta de metal en una solución para desengrasar a base de hidróxido de sodio al 10% durante 20 segundos.

Electropulido: para suavizar, abrillantar y/o eliminar las rebabas del metal.

Este proceso se realizó en un recipiente de vidrio que contenía un electrolito y se procedió a conectar el paso de corriente durante 5 minutos.

Tratamiento posterior: eliminación del electrolito residual y de los productos secundarios de la reacción de electropulido, con posterior secado para prevenir la aparición de manchas.

En este paso se procedió a retirar la probeta de acero del recipiente con la fuente apagada, separando así el electrolito residual.

Cada una de estas operaciones puede implicar la utilización de varios depósitos para lograr el acabado deseado. Para esto se utilizó otro recipiente de vidrio con agua para enjuagar y otro recipiente para guardar el electrolito residual.

Preparación del metal

La preparación del metal incluye dos pasos: limpieza o desengrasado alcalino con hidróxido de sodio, seguido de un decapado allí donde estén presentes los óxidos calientes (soldaduras).

La finalidad de la limpieza con productos alcalinos o disolventes es eliminar cualquier tipo de aceite, grasa,

suciedad, huella dactilar o películas similares que se hubieran dejado sobre las piezas después de fabricarlas. Los contaminantes de la superficie presentes sobre cualquier pieza durante el electropulido pueden rebajar la calidad del acabado resultante, lo que es vital para aplicaciones críticas tales como productos médicos, farmacéuticos y semiconductores. Una vez que se hayan retirado las piezas del limpiador, se debe tener cuidado de evitar el contacto innecesario con las manos o con los equipos de proceso, dado que la higiene se debe considerar como uno de los principios básicos de todas las operaciones de acabado de metales. Una limpieza incorrecta o inadecuada es causa habitual de rechazo de piezas.

El depósito de enjuague tiene dos funciones fundamentales: eliminar los residuos químicos de la operación previa, mediante la disolución y actuar como barrera para evitar arrastrarlos al siguiente proceso.

El decapante elimina la ligera oxidación de otros procesos tales como el corte y elimina la película alcalina de las operaciones de limpieza.

Los principios de funcionamiento del enjuague del ácido de descascarillado son fundamentalmente los mismos que los del aclarado del limpiador alcalino. La diferencia principal es que, dado que las soluciones ácidas son por lo general mucho más fáciles de eliminar mediante un aclarado que los residuos alcalinos, se usan por lo general en menores cantidades y/o con tiempos de aclarado más cortos.

Electropulido

Durante el electropulido, el metal se disuelve desde el electrodo anódico, pasando a la solución para formar una sal soluble del metal. Todos los componentes del acero inoxidable –hierro, cromo y níquel– sufren esta reacción al mismo tiempo, obteniendo el suavizado controlado de la superficie. También tienen lugar diversas reacciones secundarias, generando productos secundarios que se han controlado para conseguir la mejor calidad posible de electropulido.

La solución de electropulido está formada por un volumen igual de mezcla de ácido sulfúrico al 96 % y de ácido ortofosfórico al 85 %. Las condiciones de funcionamiento son las siguientes:

Densidad de corriente: de 5 A/dm² a 25 A/dm²

Temperatura: de 40 °C a 75 °C

Tiempo: de 2 min. a 20 min.

Cátodos: acero inoxidable, cobre, plomo

Ánodo: SAE 1020. Probeta de Acero de bajo carbono, blando, responde bien al trabajo en frío y al tratamiento térmico de cementación. Tiene un alto índice de soldabilidad, y por su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es adecuado para elementos de maquinaria y usos convencionales de baja exigencia.

El tanque de lavado recoge la solución de electropulido de la operación previa. Los electrolitos de acero inoxidable por lo general requieren la neutralización con sosa cáustica (hidróxido de sodio o lechada de cal) y producen volúmenes de precipitados relativamente grandes. Las compañías especializadas en electropulido aseguran que se cumplen los estándares medioambientales, sanitarios y de seguridad.

En el aclarado, se debe tener en cuenta que las soluciones de electropulido son viscosas y no se mezclan fácilmente con agua. Se debe tener cuidado de evitar que la solución de electropulido se seque sobre las piezas, dado que el ácido residual podría causar manchas o marcas una vez almacenadas. Por esta razón, los aclarados calientes usados con fines de secado sólo se deberían emplear después de haber aclarado a fondo cualquier electrolito residual.

Tratamiento posterior

La finalidad de un tratamiento posterior de ácido nítrico al electropulido, es disolver la película de productos químicos secundarios que se forma cuando se producen las reacciones electroquímicas. Estos productos secundarios, que están compuestos principalmente por fosfatos y sulfatos de metales pesados, son difíciles de eliminar únicamente aclarando con agua. La eliminación a fondo es crucial para asegurar que la superficie siga siendo consistente, resistente a la corrosión e higiénica durante su almacenamiento y uso posteriores.

Los residuos de las soluciones de ácido nítrico se pueden eliminar con agua fría, dado que son más solubles en agua que los residuos alcalinos.

No debería haber trazas de sustancias químicas en los componentes cuando entran en el agua caliente, o el agua caliente se contaminaría progresivamente. La finalidad del aclarado con agua caliente también es elevar la temperatura del metal lo suficiente como para causar el secado instantáneo de las piezas antes de desmontarlas.

Algunos tipos de piezas no se secarán por completo después del aclarado con agua caliente. Podrían ser necesarios secadores centrífugos, cámaras de aire

caliente y otros tipos de estaciones de secado para forzar la evaporación rápida de la humedad residual y para evitar que la pieza se manche.

El siguiente esquema muestra el diagrama de flujo:

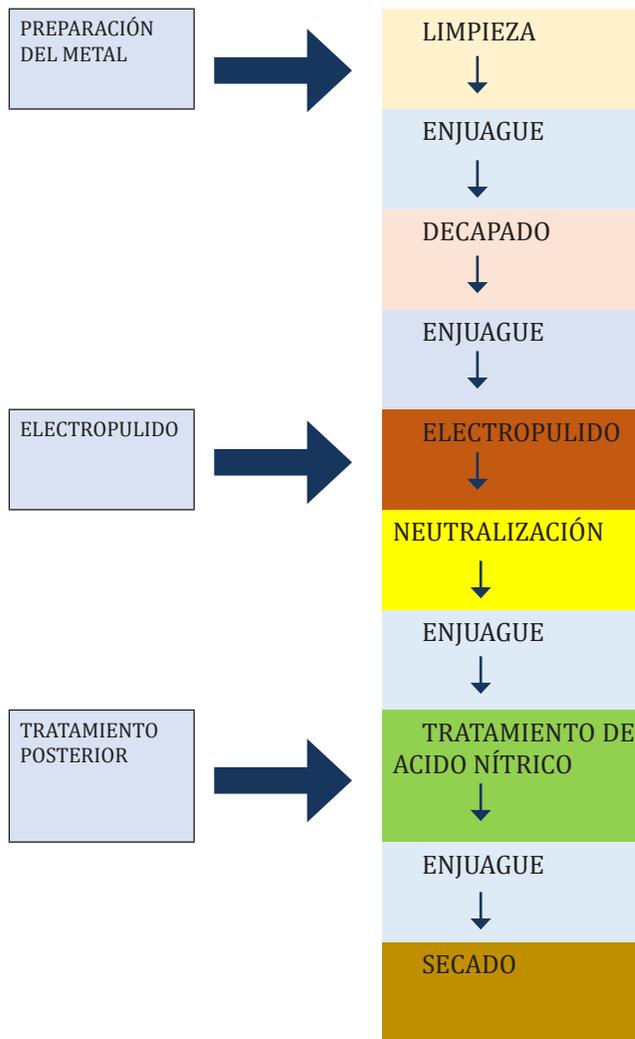


Figura 2. Proceso de electropulido típico.

Las principales desventajas que se presentan de este proceso son:

Se tienen que mantener medidas extremas de seguridad debido al manejo de ácidos, el uso de electricidad y cambios de temperatura que pueden ser peligrosos.

El pulido es demasiado fino, esto implica que nuestra área a pulir tiene que estar en perfectas condiciones, es decir no presentar ninguna impureza.

Resultados y discusión

Los resultados que alcanzamos se pueden reproducir con un alto grado de precisión, de forma que también se pueden tratar de forma segura los componentes con tolerancias estrictas.



Figura 3. La imagen muestra una vista de la misma superficie antes y después del electropulido.

Por ejemplo, una superficie abrigantada como el acabado súper-espejo podría parecer igual que una superficie electropulida a la vista de un ojo inexperto. Podrían producir las mismas lecturas del perfilómetro de acabado de superficies. Las fotos micrográficas de las dos superficies mostrarán, sin embargo, una diferencia sustancial. La superficie electropulida se verá sin marcas distintivas, mientras que en la superficie pulida serán visibles algunos arañazos microscópicos, así como abrasiones incrustadas y compuestos brillantes.

Cuando fuera necesario, el material base podría estar sujeto a operaciones de abrasión mecánica y abrigantado antes del electropulido, para obtener las características finales deseadas en la superficie.

Conclusiones

Con el tratamiento superficial de electropulido se logró producir una superficie verdaderamente lisa, con la aplicación de corriente en el cual el metal pulido actúa como ánodo en una celda electrolítica, disolviéndose.

Este proceso se diseñó utilizando dos electrodos y se realizó una conexión de la fuente de poder, se utilizó un recipiente de vidrio que fungía como depósito del ácido, la probeta de acero a pulir es colocada en el ánodo, se coloca la corriente y se procede a pasar por el electrodo que contiene el electrolito. Se logra obtener el pulido en la probeta que se consideró muy funcional por ser un pulido demasiado fino y es poco probable que mantenga su apariencia con el uso rudo que generalmente se le da al acero 1020. Se espera la implementación de este

proceso en probetas para análisis en el laboratorio de metalografía donde no se pueda desbastar lo suficiente y solo se pueda limpiar mediante este sistema logrando eliminar la coloración y pasivar la superficie.

En el laboratorio de las unidades de aprendizaje de metalurgia seleccionamos el electropulido como acabado final para numerosos metales debido a la mejora de su superficie, sin contaminación, sin partículas y con propiedades antiadherentes o simplemente por motivos decorativos. Lo que perseguimos es un acabado agradable estéticamente, un electropulido de alta calidad que se logró evaluar, por lo general, con una inspección visual. Fue necesaria una evaluación microscópica de la superficie, sin embargo, cuando se requiere el más alto grado de acabado es necesario que el estado de la superficie se documente para una evaluación futura.

Agradecimientos

Al Instituto Politécnico Nacional por las facilidades para la realización de este estudio.

Referencias

Aceros Bravo. (6 de junio de 2012). Aceros carbono. Obtenido de <http://www.acerosbravo.cl/productos.php?idcat=2>

Alenka Kosma B. (2010). Electropulido de acero inoxidable. EUROINOX, 2-8. Obtenido de http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Euro_Inox/Electropolishing_SP.pdf

Arminix de México. A. de C.V. (2 de FEBRERO de 2014). ELECTROPULIDO. Obtenido de <http://www.arminox.mx/electropulido.php>

ELECTROPULIDO. (19 de septiembre de 2014). Obtenido de Información técnica para usuarios: <http://www.inoxidable.com/electropulido.htm>