



Metalografía.

Emmanuel Naranjo Blanco, Ernesto Pocasangre Kreling

ME-3209 Laboratorio de Tecnología de Materiales

Fecha de entrega: 09/11/2020

Profesor: MSc. Ricardo Esquivel Isern

Estudiantes de Ingeniería en Mecatrónica. Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), Cartago 159-7050, Costa Rica

Palabras clave: Corrosión, grietas, microestructura, metalografía, agentes químicos.

1. Resumen

La metalografía es la ciencia que estudia las características microestructurales de un metal relacionándolas con sus propiedades físicas, químicas y mecánicas. El objetivo de este informe es analizar el comportamiento contra la corrosión en tensión de distintos agentes desinfectantes en piezas de titanio. En los experimentos realizados, se determinó la integridad microestructural mediante ensayos metalográficos y macroestructural mediante inspección visual de las estructuras estudiadas; y se llegó a la conclusión de que, por un lado, hay productos de limpieza que generan grietas en el metal y por otro, hay productos que no.

1 Introducción

El uso de materiales con alta resistencia a la corrosión, resistencia a la fatiga, con baja densidad y alta ductilidad son esenciales en aplicaciones aeronáuticas. Sin embargo, uno de los problemas más serios en esta industria es la corrosión, la cual produce daños irreparables en los materiales. A pesar de conocer sus efectos, todavía es necesario investigar y experimentar. Por esta razón, en el presente informe se cubrirá el uso de ensayos metalográficos para determinar las consecuencias de distintos agentes químicos en la microestructura de piezas de titanio [1].

Según Avner, W (1994), “la corrosión es la destrucción de un material por interacción química, electroquímica o metalúrgica entre el medio y el material”. En algunos casos, la corrosión es bastante obvia; sin embargo, en muchos otros ocurre corrosión intergranular, que no es tan sencilla de notar a simple vista [2]. Esto obliga a implementar métodos especiales como los ensayos metalográficos, los cuales estudian las características estructurales microscópicas de un metal o aleación.

Los ensayos metalográficos permiten determinar características como el tamaño de grano, la distribución de las fases que componen la aleación, la presencia de inclusiones, de segregaciones y de tratamientos térmicos que influyen en las propiedades del material [3]. Además, en un proceso metalográfico intervienen distintas variables como la extracción de la muestra, la aplicación del desbaste y pulido, el sometimiento químico y la observación al microscopio. Gracias a todo esto se permite conocer de forma más completa la estructura de la muestra metálica [4].

En la industria aeronáutica es importante considerar el impacto de los materiales en aplicación, así como en los productos limpiadores según las especificaciones internacionales. Las aleaciones de titanio se caracterizan por su elevada resistencia a la corrosión, que les permite resistir a la implementación de ácidos, oxácidos y soluciones de cloro. Sin embargo, existen materiales de limpieza que contienen ácidos concentrados que sí producen mayor corrosión en el material. De este modo, en este informe se considera el método estándar de designación F945-12, que

establece un procedimiento de prueba para determinar qué tan propensas son las aleaciones de Titanio a la corrosión por tensión [4].

Así, en el presente texto se analizará un experimento donde se aplican dos agentes desinfectantes a una pieza de titanio con el fin de satisfacer el objetivo general de esta práctica: comprender las principales variables que intervienen en un proceso metalográfico. Finalmente, como parte de los objetivos específicos del experimento, se analizará el comportamiento de la corrosión en tensión de las muestras metálicas antes y después de ser tratadas.

2 Materiales y Métodos

El experimento realizado se llevó a cabo con la finalidad de analizar los cambios en la microestructura y macroestructura de ciertas piezas metálicas. Para esto mismo se requirieron de una serie de materiales específicos y se siguió una secuencia de pasos que permitieron cumplir con esta finalidad. Los materiales empleados incluyen: solución de ácido clorhídrico, solución de limpieza de titanios, 12 muestras de titanio AMS 4911, 12 muestras de titanio AMS 4916, una prensa, un horno eléctrico, un microscopio, 2 soluciones candidatas de limpieza y 1 lente magnificador.

A la hora de iniciar el procedimiento, primero se prepararon las muestras. Para esto mismo se doblaron las mismas para conseguir una forma de “u” levemente abierta. Luego, por medio de sujetadores y tornillos, se ajustó está “u” para cerrarla y garantizar que la parte exterior de la muestra estuviera en tensión y la parte interior en compresión. Por último se limpiaron las muestras y se dejaron secar.

Al finalizar lo descrito previamente, 18 de las muestras se sumergieron en distintas soluciones. 6 en ácido clorhídrico, 6 en el candidato de prueba 1 y 6 en el candidato de prueba 2. Estas cantidades se reparten en partes iguales para los dos tipos de titanio. Se colocaron las 24 muestras en un horno por 8 horas a una temperatura de 900°F y se dejaron enfriar. Posteriormente se inspeccionaron las muestras con una magnificación x20. Al ver que solo las muestras de ácidos clorhídricos presentaban grietas a

este nivel se prosiguió a hacer un análisis de la microestructura de las muestras tomando una sección transversal de las mismas. Este análisis se desarrolló preparando la muestra por medio de un proceso de lijado, complementado con un ataque químico. Al realizar esto la muestra se inspeccionó bajo el microscopio con una magnificación de x500 y posteriormente se analizaron los datos.

3 Resultados y su Análisis

Con respecto a los resultados de los experimentos se tienen muchos puntos interesantes a tratar. Los resultados macroestructurales incluyen puntos como los siguientes. Las muestras tratadas con ácido clorhídrico presentaban grietas pequeñas, mientras que las muestras “testigo” que no fueron tratadas no presentaron ningún tipo de grietas. Esto corresponde al resultado deseado ya que el ácido clorhídrico es un conocido oxidante, el cual actúa en la parte en tensión, y con ayuda de la temperatura, genera grietas en poco tiempo. Por otro lado, las muestras testigo no tenían ningún agente oxidante a parte de los presentes en la atmósfera. Por esta razón es esperado del titanio soportar a la oxidación y no presentar grietas. Esto dio lugar a que se pudiera proseguir al análisis microestructural.

En la figura 1 se puede observar el análisis microestructural de la pieza con la solución de prueba número 1. Por otro lado, en la figura 2 se puede observar el análisis de la pieza con la solución de prueba número 2.

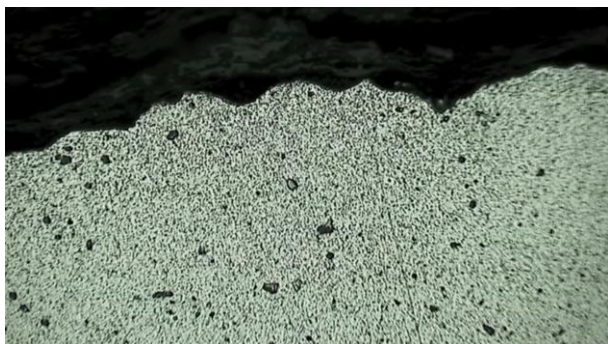


Figura 1. Microestructura de muestra tratada con solución de prueba 1 [5].



Figura 2. Microestructura de muestra tratada con solución de prueba 2 [5].

Al analizar y comparar las figuras se llegaron a ciertos puntos importantes. Primero, en las capturas es posible identificar la estructura de los granos y su tamaño, lo cual es esperado para estas

pruebas. Se pueden ver ciertas impurezas en la estructura, cosa que es esperada debido al tipo de titanio. Pero lo más importante corresponde al análisis de las grietas. En la figura 1 no se observan estas, lo cual quiere decir que la solución de prueba 1 es adecuada para el uso en titanio. En cambio, la figura 2 muestra varias grietas a nivel microestructural. Esto quiere decir que la corrosión pudo penetrar el material y, con ayuda de la tensión, generó fracturas. Los resultados de la figura 2 dan a entender que la solución de prueba 2 no es adecuada debido a su carácter oxidante. Esto es extremadamente peligroso en aplicaciones aeroespaciales, en donde la seguridad y la confianza en un producto son esenciales.

4 Conclusiones y Recomendaciones

Al tratar con pruebas destinadas al análisis de la microestructura del metal, el proceso descrito en este informe corresponde a una opción viable para garantizar productos aeroespaciales seguros y duraderos una vez limpiados. A continuación, se rescatan los puntos más importantes del informe.

Al realizar el experimento, se puede notar que el efecto químico de los agentes de limpieza es importante en el comportamiento de la micro y macroestructura de las muestras metálicas. Se concluyó que hay agentes de limpieza que no provocan corrosión en tensión, o su impacto es mucho menor a las piezas de titanio, como lo fue con la solución de prueba 1. Por otro lado, otras sustancias generan grietas que, en algunos casos son superficiales y en otros microscópicas como en el caso de la solución candidata 2 debido a esta corrosión en tensión.

2. 5 Referencias

- [1] Smith, W. (1994) Fundamentos de la ciencia e Ingeniería de los Materiales. Cuarta Edición. México D.F.: McGraw-Hill.
- [2] Avner, S. (1979) (tr.) Aguilar J. y De la Rubia, J. Introducción a la Metalurgia Física. Segunda Edición. México: McGraw Hill.
- [3] Ensayos metalográficos. DPM03. Estudio de materiales empleados en FM. Disponible en: shorturl.at/mDRT6
- [4] ASTM International. F945-12 (2019) Método de prueba estándar para tensión-corrosión de aleaciones de titanio por materiales de limpieza de motores de aeronaves. West Conshohocken, PA; ASTM International, 2019. doi: <https://doi.org.ezproxy.itcr.ac.cr/10.1520/F0945-12R19>
- [5] Florez, R. (2 de Septiembre, 2015). Stress Corrosion Cracking 2013 [Fotografía]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=VnMCUYGeEmw&channel=RaulFlorez>