



Ensayos no Destructivos: Inspección Visual, Líquidos Penetrantes y Partículas Magnéticas.

Emmanuel Naranjo Blanco, Ernesto Pocasangre Kreling

ME-3209 Laboratorio de Tecnología de Materiales

Fecha de entrega: 21/09/2020

Profesor: MSc. Ricardo Esquivel Isern

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

Palabras clave: Grietas superficiales, tintas penetrantes, materiales ferromagnéticos, inspección visual, partículas magnéticas.

1. Resumen

Los ensayos de materiales cubren una gran variedad de métodos de testeo que dependen de diferentes fenómenos físicos y químicos. El objetivo de este experimento es analizar el comportamiento, las ventajas y las características de los ensayos de materiales no destructivos en el estudio de distintas piezas. En este informe se aborda la técnica de inspección visual, tintas penetrantes y partículas magnéticas. En los experimentos realizados, se determinó la integridad física de las estructuras estudiadas, y se llegó a la conclusión de que los ensayos no destructivos permiten analizar los defectos de un material, permitiendo su uso posterior a la prueba. Además, se logró comprender el campo de aplicación de los métodos estudiados y sus principales ventajas y desventajas.

1 Introducción

Una vez un componente o estructura ha sido procesado y manufacturado, es vital corroborar que sus propiedades físicas, químicas y mecánicas cumplan con los estándares de calidad ya establecidos. De este modo, se garantizará que el material tenga el mejor rendimiento posible. Para este fin se realizan ensayos de materiales, cuya clasificación puede darse en ensayos destructivos (ED) y ensayos no destructivos (END).

En este informe se abordarán algunos de los métodos no destructivos más usados: inspección visual, por partículas magnéticas y por tintas penetrantes. Los END y las técnicas de inspección son usadas comúnmente para evaluar defectos o fallas en sistemas ingenieriles, donde su principal característica es que las propiedades del material no se ven afectadas [1].

La inspección visual probablemente es una de las técnicas más usadas de todos los END. Esta consiste en detectar discontinuidades que afectan visualmente la superficie del material en estudio. Además, al poder ser realizada mediante el ojo humano o con ayuda de accesorios de mejora visual, sirve como complemento de los demás ensayos no destructivos [2].

Según la norma de partículas magnéticas, la prueba consiste en magnetizar el área de la pieza a examinar, aplicar las partículas magnéticas y evaluar los resultados. Los materiales más adecuados para ser sometidos a este END son los materiales ferromagnéticos debido a que debe existir interacción de un campo magnético con la pieza a estudiar. Además, su objetivo principal es detectar grietas y discontinuidades en zonas superficiales y subsuperficiales [3].

La detección de averías por medio de la técnica de tintas penetrantes tiene una gran ventaja respecto a la técnica de partículas magnéticas: es aplicable a materiales metálicos y no metálicos. El método se basa en la capacidad de ciertos líquidos de penetrar en los defectos superficiales de un material y así,

determinar las características generales de las fisuras encontradas como su posición, cantidad, forma y tamaño [4].

En este informe se analizarán experimentos donde se aplica cada END con el fin de satisfacer el objetivo general de esta práctica: analizar el comportamiento, las ventajas y las características de los ensayos de materiales no destructivos en el análisis de distintas piezas. Finalmente, como parte de los objetivos específicos del experimento, se intentará identificar los alcances de las técnicas no destructivas y conocer los procedimientos para efectuarlas.

2 Materiales y Métodos

El presente informe se caracteriza por involucrar procedimientos particulares para recolectar principalmente datos cualitativos del estado de una estructura. En este experimento se analizaron, por un lado, piezas metálicas y sus uniones soldadas mediante la prueba de tintas penetrantes y de partículas magnéticas. Por otro lado, se analizaron partículas de diferentes tamaños suspendidas en un líquido transparente mediante la inspección visual. Se presenta a continuación el proceso para desarrollar adecuadamente cada uno de los ensayos no destructivos ya mencionados.

La técnica de inspección visual se utilizó en este experimento para identificar, mediante el ojo humano, las diferentes partículas que estaban suspendidas en un líquido particular. Para esto, primero se comenzó agitando cada frasco y luego, con ayuda de una buena iluminación, se colocó cada frasco al frente de paneles de diferentes colores para analizar la presencia de las partículas y su concentración en el líquido.

El siguiente ensayo aplicado fue el END por partículas magnéticas. En este caso, se analizaron piezas metálicas mediante un electroimán, una solución fluorescente de partículas magnéticas y una luz ultravioleta. Para realizar la prueba, la pieza fue desmagnetizada y limpiada para evitar contaminantes que pudieran interferir en la interpretación de los resultados. Luego,

se magnetizó la pieza y se aplicó la suspensión de partículas. Posteriormente, se apagaron las luces del cuarto y con ayuda de la lámpara de luz UV se detectaron las imperfecciones del material. Se magnetizó la pieza en dos direcciones para encontrar todas las imperfecciones presentes. Al finalizar, se desmagnetizó la pieza nuevamente y se limpió.

Por último, se realizó el análisis de una pieza soldada mediante el uso de tintas penetrantes no fluorescentes, un revelador blanco y equipo de limpieza. El procedimiento para este método fue el siguiente: una vez limpiada la superficie de la pieza se aplicó el líquido penetrante mediante un aerosol. Luego de haber esperado un tiempo prudencial, se removió el exceso de líquido. Después se aplicó el revelador de color blanco sobre la superficie, y se esperó unos minutos más. Finalmente, se examinó la pieza y se encontraron las fallas, las cuales se marcaron con el color rojo de la tinta. Terminado el análisis, se limpió la pieza.

Una vez realizado cada experimento, es importante llevar un registro de la información obtenida de cada uno para así facilitar su análisis. De este modo, al comparar los resultados de cada ensayo se podrá determinar las ventajas y beneficios de cada uno.

3 Resultados y su Análisis

Al realizar esta serie de procedimientos referentes a END se apreció la funcionalidad de cada uno. También se lograron entender algunas de las ventajas y desventajas principales de cada proceso debido a sus condiciones de uso específicas. A continuación, se cubrirán estos puntos referentes a cada tipo de ensayo.

Al tratar con el ensayo de inspección visual se notó rápidamente la simplicidad del proceso, la cual viene a ser una de sus grandes ventajas. La inspección visual demostró ser útil ya que no requiere de equipo especializado, solo se requiere una iluminación decente sobre el objeto de estudio. En el experimento se emplearon diferentes frascos con las partículas suspendidas. Mediante la capacidad visual de las personas encargadas de la prueba, se comprobó la presencia de las partículas y se diferenciaron las concentraciones de estas de frasco en frasco. Esto es sumamente útil para diversos contextos. como por ejemplo analizar qué tan limpia está el agua sin contar con un equipo sofisticado. Este método se utiliza con frecuencia en la industria médica, donde se analiza la integridad de pastillas, jarabes, sueros; entre otros. Cabe destacar que esta prueba se limita a un análisis muy superficial del objeto de estudio, es decir sus resultados preferiblemente deben ser complementados con algún otro tipo de prueba. La técnica de inspección visual se realiza usualmente antes de aplicar otro ensayo no destructivo. A continuación, se aprecia en la figura 1 la implementación de la técnica, observando el frasco en los diferentes fondos.



Figura 1. Inspección visual de partículas suspendidas. [5]

Cuando se empleó la técnica de partículas magnéticas se apreciaron muchos puntos interesantes. Los resultados finales referentes a la visualización de fallas fueron los más vistosos. Las grietas se veían muy claras después de realizar el proceso mediante las aglomeraciones de partículas que quedan atrapadas debido al campo magnético inducido. Además, se mostraban aglomeraciones de partículas en lugares sin grietas visibles en la superficie, esto implica la detección de una falla interna de la pieza. Sin duda, lo descrito anteriormente corresponde a una gran ventaja sobre otras pruebas. No obstante, al analizar el procedimiento, se pueden encontrar muchas desventajas. Primeramente, la utilización de un imán requiere que la pieza a tratar sea metálica y además ferromagnética, de no serlo la técnica no funciona correctamente. Además, las partículas al ser de una solución fluorescente (en el caso del experimento) deben ser visualizadas en un espacio controlado, para poder manipular los imanes y emplear eficientemente la luz UV. De manera que pruebas al aire libre o en exteriores se dificultan. Según la norma, la detección de discontinuidades será mayor cuando estas estén posicionadas en una dirección perpendicular a la dirección del flujo magnético. Por esta razón, se hizo la prueba para diferentes direcciones en la posición del imán. En la figura 2 se aprecian los resultados visuales obtenidos mediante esta prueba.

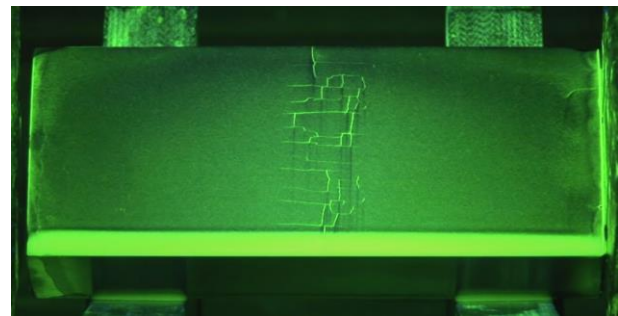


Figura 2. Ensayo de partículas magnéticas sobre una pieza de prueba. [6]

Por último, las tintas penetrantes destacaron con respecto a los otros procesos. Se dieron resultados decentes al revelar la existencia de fallas, aunque cabe destacar que solo se mostraban fallas a nivel superficial. Estas fallas se evidencian debido al comportamiento que presenta la tinta penetrante al juntarse con el revelador. La tinta es atraída por el revelador, de manera que sale de las grietas en las que estaba reposando previamente. La prueba mostró buenas características de uso ya que se puede implementar con diversos materiales, no solo metálicos o ferrosos. Esto es una ventaja sobre el ensayo de partículas magnéticas descrito anteriormente. Al ser un proceso que requiere

instrumentos e implementos relativamente simples, puede ser utilizado en exteriores más fácilmente. En las desventajas se puede hablar de la detección de fallas a nivel superficial solamente. Además, el proceso es más duradero y requiere una limpieza exuberante al finalizar debido a que la tinta penetrante puede ser algo corrosiva. A continuación, en la figura 3 se ven los resultados visuales de la prueba por tintas penetrantes.



Figura 3. Ensayo de tintas penetrantes sobre soldadura de prueba. [7]

Un punto en común de todas las pruebas descritas es su índole no destructiva. Al ser técnicas que buscan analizar ciertas características de una pieza en particular, es sumamente provechoso que estas puedan ser utilizadas nuevamente luego de probarse. Esto es importante en procesos de mantenimiento, por ejemplo, en donde se busca comprobar el buen estado de una pieza o estructura sin destruirla o dañarla en el proceso, ya que se seguirá utilizando. Cabe destacar que estas pruebas son relativamente simples en comparación con otros END y ensayos destructivos. Esto permite un testeó ágil y rápido, pero con resultados de menor calidad.

4 Conclusiones y Recomendaciones

Al tratar con pruebas destinadas al análisis de condición de una pieza o sistema, los procesos descritos en este informe corresponden a algunas de las opciones más viables e importantes en la índole no destructiva. A continuación, se rescatan los puntos más importantes del informe.

La prueba de inspección visual corresponde a una prueba simple y no requiere de un equipamiento especializado. Esto también conlleva a una menor exactitud referente a la condición general de la pieza o sistema, por lo que normalmente es complementada con otra técnica diferente.

La prueba de partículas magnéticas requiere que la pieza a tratar sea un metal ferroso. Estas pruebas traen los resultados más completos y vistosos de los tres procesos, pero su proceso de implementación requiere condiciones más controladas y mejor equipo.

La prueba de tintas penetrantes requiere equipamiento relativamente simple y sus condiciones de uso son muy abiertas, de manera que es un proceso sumamente útil. Por otro lado, se limita a un análisis superficial, se emplea mayor tiempo y las tintas pueden ser corrosivas a largo plazo.

En manera de síntesis, los ensayos no destructivos corresponden a procesos de gran importancia en el ámbito industrial e ingenieril. Sus cualidades permiten el análisis de un objeto de estudio y sus condiciones generales. La ventaja más grande que tienen es su relativa simpleza, en conjunto con la capacidad de volver a utilizar las piezas después de probarse.

2. Referencias

- [1] Guide to Nondestructive Testing and Inspection Methods, Metals Handbook Desk Edition, 2nd Ed., 2nd ed., Edited By Joseph R. Davis, ASM International, 1998, p 1254–1256, <https://doi.org.ezproxy.itcr.ac.cr/10.31399/asm.hb.mhde2.a0003228>
- [2] Vladimir Frankfurt, Philip Nash, Inspection and NDT Methods, Induction Heating and Heat Treatment, Vol 4C, ASM Handbook, Edited By Valery Rudnev, George E. Totten, ASM International, 2014, p 754–766, <https://doi.org.ezproxy.itcr.ac.cr/10.31399/asm.hb.v04c.a0005857>
- [3] ASTM International. E3024/E3024M-19 Standard Practice for Magnetic Particle Testing for General Industry. West Conshohocken, PA, 2019.
- [4] Smith, W. (1994) Fundamentos de la ciencia e Ingeniería de los Materiales. Cuarta Edición. México D.F.: McGraw-Hill.
- [5] ParenteralDrugAssociation. (2013, April 22). An Introduction to Visual Inspection [Photograph]. Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=mvLK5krEWAM&ab_channel=ParenteralDrugAssociation
- [6] [Photograph]. (2014, February 26). Magnetic Particle Inspection. Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=qpgcD5k1494&ab_channel=MaterialsScience2000
- [7] Alta Vista Solutions. (2014, June 11). Liquid penetrant testing [Photograph]. Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=bHTmTQDZzg&ab_channel=AltaVistaSolutions