Líquidos Penetrantes

*

El ensayo por líquidos penetrantes es un ensayo no destructivo que se emplea para detectar e indicar discontinuidades abiertas a la superficie en materiales sólidos no porosos. El principio en el cual se basa esta técnica no destructiva es la capacidad de que un líquido pueda penetrar por ***capilaridad*** y ser retenido en las discontinuidades abiertas a la superficie como pueden ser fisuras y poros. La penetración por capilaridad es la propiedad que tiene algunos fluidos y que modifica los efectos de algunos principios fundamentales de la física, como pueden ser la ley de la gravedad y los vasos comunicantes. Ello se debe a la propiedad denominada tensión superficial, la cual origina una cohesión entre las moléculas superficiales de los líquidos, capaz de resistir una determinada tensión.

Se dice por tanto que hay líquidos que "mojan" más que otros y esto tiene un reflejo más acusado en el interior de tubos de muy pequeño diámetro (capilares), en los cuales los líquidos de menor tensión superficial ascenderán más.

Las pequeñas grietas superficiales que se pueden encontrar en la superficie de materiales no porosos, actúan también como capilares y favorecen la penetración en las mismas de fluidos que tengan una reducida tensión superficial. Este fenómeno ocurrirá independientemente de la orientación de las grietas, ya que no es la gravedad la que hace introducirse el líquido en la discontinuidad.

El ensayo por líquidos penetrantes se puede resumir en los siguientes pasos:

* **Limpieza inicial**: Consiste en eliminar de la zona a inspeccionar cualquier resto de contaminante que dificulte, tanto la entrada del penetrante en las discontinuidades como la posterior eliminación del que queda sobre la superficie.

* **Aplicación del líquido penetrante y tiempo de penetración**: Consiste en cubrir la superficie a inspeccionar con el líquido penetrante y dejar transcurrir el tiempo necesario para que dicho líquido pueda llenar por capilaridad las discontinuidades.

* **Eliminación del exceso de penetrante**: Con esta etapa se evita la posterior formación de indicaciones falsas.

* **Aplicación del revelador**: Una vez eliminado el exceso de penetrante se aplica un revelador en forma seca o finamente pulverizado en una suspensión acuosa o alcohólica de rápida evaporación. Al final queda una fina capa de polvo cubriendo la zona a ensayar.

* **Inspección para interpretar y evaluar las indicaciones**: La fina capa de revelador absorbe el líquido penetrante retenido en las discontinuidades, llevándolo a la superficie donde puede registrarse y evaluar.

* **Limpieza final**: Se trata de eliminar los restos de todos los agentes químicos empleados, para prevenir posibles daños o malfuncionamientos de la pieza cuando vuelva a ser utilizada.

Ventajas generales del ensayo de líquidos penetrantes:

* Es una técnica que permite ensayar toda la superficie de la pieza.
* La geometría y el tamaño de la pieza a inspeccionar no es un factor crítico.
* Es una técnica razonablemente rápida y fácil de emplear.
* No necesita equipos complejos o caros.
* Se puede realizar de forma automatizada o manual, en taller o en obra.
* Se requieren pocas horas de capacitación de los inspectores.

Limitaciones generales del ensayo de líquidos penetrantes:

* Es una técnica que sólo se puede aplicar a defectos superficiales y a materiales no porosos.
* La superficie a ensayar tiene que estar completamente limpia. No se puede utilizar en piezas pintadas o con recubrimientos protectores.
* No proporciona un registro permanente de las indicaciones.
* Los inspectores deben tener una amplia experiencia.

En la siguiente tabla se enumeran las principales normas referidas a líquidos penetrantes y su utilización en uniones soldadas:

NORMA	TÍTULO
UNE-EN 571-1:1997	Ensayos no destructivos. Ensayo por líquidos penetrantes. Parte 1: Principios generales
UNE-EN 1726:2001	Ensayos no destructivos. Terminología. Términos utilizados en los ensayos por líquidos penetrantes (ISO 1
UNE-EN ISO 3059:2002	Ensayos no destructivos. Ensayo mediante líquidos penetrantes y ensayo mediante partículas magnéticas. Condiciones de e
UNE-EN ISO 3452-2:2001	Ensayos no destructivos. Ensayo por líquidos penetrantes. Parte 2: Ensayo de materiales penetrantes (ISO 3
UNE-EN ISO 3452-3:1999	Ensayos no destructivos. Ensayo por líquidos penetrantes. Parte 3: Bloques patrón (ISO 3452-3:19
UNE-EN ISO 3452-3: 2002 ERRATUM	
UNE-EN ISO 3452-4:1999	Ensayos no destructivos. Ensayo por líquidos penetrantes. Parte 4: Equipo (ISO 3452-4:1998)
UNE-EN 1289:1998	Examen no destructivo de soldaduras. Ensayo de soldaduras por líquidos penetrantes. Niveles de ace
UNE-EN 1289:1998/A2:2002	Ensayo no destructivo de uniones soldadas mediante líquidos penetrantes de uniones soldadas. Nivele
UNE-EN 1289:1998/A2:2006	
UNE-EN 10246-11:2000	s no destructivos de tubos de acero. Parte 11: Ensayo mediante líquidos penetrantes para la detección de imperfecciones superficiales

*

Técnicas de limpieza

* **Limpieza con detergentes**: esta técnica se emplea para eliminar la suciedad de piezas pequeñas. Se sumergen en un tanque con agitación durante 10-15 minutos entre 75 y 95ºC.
* **Limpieza con disolvente**: consiste en aplicar el disolvente directamente sobre la superficie a inspeccionar, frotándola con trapos o papeles, en función de la rugosidad superficial. En el caso de piezas de pequeñas dimensiones fabricadas en serie o con una morfología compleja, se sumergen en tanques con disolventes hasta que desaparece la suciedad.
* **Limpieza con vapor desengrasante**: es una técnica que se emplea para eliminar aceites, grasas y otros contaminantes orgánicos.
* **Limpieza con limpiadores alcalinos**: estos limpiadores contienen distintos detergentes para eliminar diferentes tipos de suciedades. Son productos que se tienen que usar siguiendo estrictamente las instrucciones de los fabricantes.
* **Limpieza por ultrasonidos**: consiste en la agitación por ultrasonidos del baño para mejorar la acción del disolvente o el limpiador alcalino y reducir de esta forma el tiempo de limpieza.
* **Limpieza con decapantes**: esta técnica se emplea para eliminar recubrimientos, como por ejemplo pintura, de la superficie que se va a ensayar.
* **Limpieza por medios mecánicos**: es una técnica no recomendada porque puede hacer que se cierren las discontinuidades superficiales. Aún así, se emplea en industrias de calderería y de fundición para ensayar piezas sin mecanizar, donde los elementos contaminantes no se pueden eliminar por otras técnicas.
* **Ataque ácido**: consiste en atacar la superficie a ensayar con una disolución ácida para eliminar cualquier resto de metal que tape las discontinuidades.

Técnicas de aplicación del penetrante

* **Por inmersión**: consiste en sumergir las piezas de pequeño tamaño en un tanque lleno de líquido penetrante. Para facilitar la operación, las piezas se colocan en cestas de alambre.
* **Por pulverización**: esta técnica consiste en pulverizar el líquido penetrante por medio de un chorro de aire a baja presión.
* **Con brocha o pincel**: esta técnica se emplea cuando no se quiere cubrir con líquido penetrante una superficie mucho mayor que la que se va a ensayar. Así se reduce el consumo de penetrante y el tiempo de limpieza, en comparación con la técnica de pulverización.

Técnicas de eliminación del exceso de penetrante

* **Penetrantes lavables con agua**: la técnica recomendada para eliminar este tipo de penetrantes consiste en proyectar el agua mediante una boquilla, para que incida sobre la pieza con un ángulo de unos 45º, una presión inferior a 280kPa y una temperatura entre 10 y 38ºC.
* **Penetrantes post-emulsionables**: para la eliminación de este tipo de líquidos primero se aplica el emulsionante, se espera un tiempo (tiempo de emulsificación) y finalmente se elimina con agua la emulsión penetrante-emulsionante.
* **Penetrantes eliminables con disolvente**: en este caso el exceso de penetrante se elimina frotando la superficie con trapos o papeles absorbentes, repitiendo la operación hasta que se haya eliminado la mayor parte de penetrante. Finalmente, las trazas de penetrante que queden se eliminan frotando con suavidad utilizando trapos o papeles ligeramente humedecidos en disolvente.

Técnicas de apliación del revelador

* **Inmersión**: consiste en sumergir la pieza en un tanque lleno de revelador. Se suele emplear para reveladores acuosos.
* **Lecho fluido**: consiste en introducir la pieza suspendida o sobre una rejilla en un tanque cerrado y en cuya parte inferior se encuentra el revelador. Una serie de toberas localizadas en la parte inferior del tanque inyectan aire a baja presión de forma que el revelador forma una nube de polvo que impregna la pieza. Es una técnica que se suele emplear para reveladores de polvo seco.
* **Pulverización**: el pulverizado del revelador se debe realizar a una distancia de unos 15cm de la pieza para obtener una capa uniforme y fina. Se suele emplear para reveladores acuosos, húmedos no acuosos y de película líquida.

Técnicas de fijado y registro de indicaciones

Se suelen emplear reveladores de película líquida del tipo pelable. También se puede aplicar primero una laca transparente o un líquido fijador, que luego se desprende con una cinta transparente adhesiva. Es recomendable tomar fotografías de las indicaciones obtenidas.

Técnicas para la limpieza final

El revelador se puede eliminar con agua a presión si no ha estado excesivo tiempo sobre la superficie. En caso contrario, se puede emplear detergente mezclado con el agua de lavado.

*

El proceso general de ensayo por líquidos penetrantes se puede dividir en las siguientes etapas principales:

1. Limpieza inicial: consiste en eliminar de la zona a inspeccionar cualquier resto de contaminante que dificulte, tanto la entrada del penetrante en las discontinuidades, como la posterior eliminación del líquido que quede en la superficie. Las técnicas de limpieza recomendadas son:

* Con detergente.
* Con disolvente.
* Con vapor desengrasante.
* Con limpiadores alcalinos.
* Con ultrasonidos.
* Con decapantes.
* Por medios mecánicos.
* Ataque ácido.

2. Aplicación del líquido penetrante y tiempo de penetración: consiste en cubrir la superficie a inspeccionar con el líquido penetrante y dejar transcurrir el tiempo necesario para que dicho líquido pueda entrar por capilaridad en las discontinuidades. En función de la forma y al tamaño de la pieza, el penetrante se puede aplicar:

* Por inmersión.
* Con brocha o pincel.
* Por pulverización.

3. Eliminación del exceso de penetrante: una vez que se ha aplicado el líquido penetrante y transcurrido

el tiempo de penetración es necesario eliminar todo el exceso de penetrante para evitar la formación de indicaciones falsas. Es una operación que se realiza siguiendo diferentes técnicas para cada familia de líquidos penetrantes:

* Penetrantes lavables con agua.
* Penetrantes post-emulsionables.
* Penetrantes eliminables con disolvente.

4. Aplicación del revelador: Una vez eliminado el exceso de penetrante se aplica un revelador en forma seca o finamente pulverizado en una suspensión acuosa o alcohólica. Cuando el líquido que porta el revelador se evapora, queda una película de revelador sobre la superficie a ensayar. Existen varias técnicas recomendadas para una aplicación eficaz de los distintos tipos de reveladores, como son:

* Espolvoreado.
* Inmersión.
* Lecho fluido.
* Pulverización.

5. Inspección para interpretación y evaluación de las indicaciones: La fina capa de revelador absorbe el líquido penetrante retenido en las discontinuidades llevándolo a la superficie para hacerlo visible, pudiendo así registrar y evaluar las indicaciones. Hay diferentes técnicas de interpretación y evaluación según sea el tipo de líquido penetrante utilizado (coloreado o fluorescente), así como métodos de fijado y registro de las indicaciones obtenidas.

6. Limpieza final: se trata de eliminar los restos de de los gentes químicos empleados para prevenir posibles ataques posteriores y recuperar el estado inicial de la pieza ensayada.

*

El campo de aplicación del ensayo por líquidos penetrantes es la detección de **discontinuidades abiertas a la superficie en materiales porosos** ya sean metálicos o no metálicos.

Entre los ***materiales metálicos*** que se pueden ensayar con esta técnica, se encuentran principalmente los metales no ferromagnéticos como:

* Aceros inoxidables.
* Aluminio y sus aleaciones.
* Cobre.
* Bronce.
* Latones, etc.

Los metales ferromagnéticos, como el acero al carbono y los aceros aleados, también se pueden inspeccionar por líquidos penetrantes, aunque suele ser más ventajosa su inspección por partículas magnéticas.

Los ***materiales no metálicos*** que se pueden inspeccionar por esta técnica son, entre otros:

* Plásticos.
* Vidrios.

* Cerámicas plastificadas.

40 AÑOS ASOCIADOS A LA INNOVACIÓN
aimen
CENTRO TECNOLÓGICO
1967 40 2007
INVESTIGANDO Y DIVULGANDO EL CONOCIMIENTO CON LA INDUSTRIA