



INTERPRETACION DE LAS INDICACIONES

Capitulo IV

Dictado por: Ramón Rivero
Realizado por: Michelin Tavera

Interpretación de las Indicaciones

En esta sección se resumen las características de diferentes tipos de discontinuidades detectables por el método de Líquidos Penetrantes, así como la definición de una serie de conceptos importantes para la interpretación de resultados; como por ejemplo discontinuidad, tipos de discontinuidad (inherente de proceso y de servicio), proceso de manufactura del que se obtienen (tratamiento térmico, maquinado, depósitos metálicos, etc.), indicación relevante y no relevante, etc. Así mismo, se definen las funciones del Inspector, remarcando que requiere experiencia para efectuar las pruebas, además de una absoluta honestidad en la evaluación e interpretación de las indicaciones. También se presenta un glosario de los términos empleados para describir las causas de las discontinuidades y los defectos encontrados en los materiales

Interpretación de las Indicaciones

FUNCIONES DEL INSPECTOR Y TERMINOLOGÍA UTILIZADA EN LA INTERPRETACIÓN Y EVALUACIÓN.

Interpretación de los Resultados de la Inspección por Líquidos Penetrantes.

En todos los métodos de Ensayos no Destructivos, incluyendo la inspección por Líquidos Penetrantes, se producen indicaciones indirectas, que deben ser correctamente interpretadas antes de obtener información útil. Existe una gran tendencia por parte de los Inspectores de confundir los términos “interpretación” y ‘evaluación’. Actualmente, éstos se refieren a dos etapas completamente diferentes en el proceso de inspección y requieren distintas categorías de conocimiento y de experiencia por parte del Inspector. El término interpretar una indicación significa tomar una decisión de las causas que la originan. La evaluación es posterior a la interpretación. Si por ejemplo existe una grieta, debe evaluarse su efecto antes de usar la pieza o de pasarla a su proceso posterior.

Interpretación de las Indicaciones

Para interpretar las indicaciones correctamente, el Inspector debe familiarizarse completamente con el proceso que esté empleando. Debe saber si se efectuó correctamente, además de ser capaz de obtener toda la información acerca de una discontinuidad y sus consecuencias en la pieza.

Esta tarea se vuelve muy sencilla cuando el Inspector posee conocimientos acerca de la pieza de prueba, como el proceso de fabricación, los defectos característicos del material, etc. Puesto que la evaluación correcta de las indicaciones obtenidas depende de la interpretación exacta de las mismas, el Inspector es un elemento clave del proceso.

Generalmente el operador de una máquina solamente separa las piezas que no cumplen las especificaciones y deja la decisión de su destino a otras personas; En muchas ocasiones se espera que el Inspector que observa la indicación, también la interprete, por lo que un Inspector hábil y con experiencia puede ser de gran utilidad para mejorar los métodos de inspección.

Interpretación de las Indicaciones

Indicación.- Es una señal o marca producida por una alteración detectada por el método de inspección no destructiva. Pueden ser:

- Falsas
- No relevantes
- Relevantes

Indicación falsa.- Es aquella que aparece durante la inspección y que puede ser provocada por una mala aplicación del método o por contaminación de la superficie. La causa más común de la formación de una indicación falsa es la contaminación de la superficie con penetrante o por una remoción deficiente del exceso de dicha sustancia.

Indicación no relevante.- Es producida por la configuración del material o de la pieza. En general es el resultado de las cuerdas de una rosca, las zonas de ajuste a presión o bien de cualquier cavidad natural que pueda alojar al líquido penetrante

Indicación relevante.- Es producida por una discontinuidad y para determinar su importancia se debe interpretar la indicación y evaluar la discontinuidad.

Interpretación de las Indicaciones

Discontinuidad.- Es la falta de homogeneidad o interrupción en la estructura física normal de un material; también puede ser una deficiencia en la configuración física normal de una pieza, parte o componente. Las discontinuidades pueden ser:

- **No relevantes**
- **Relevantes**

Discontinuidad no relevante.- Es aquella que por su tamaño, forma o localización, requiere de ser interpretada pero no es necesario evaluarla.

Discontinuidad relevante.- Es aquella que por su tamaño, forma o localización requiere de ser interpretada y evaluada.

Defecto.- Es toda discontinuidad o indicación de una discontinuidad que por su tamaño, forma o localización ha excedido los límites de aceptación establecidos por el código, norma o especificación aplicable.

Con base en lo anterior, se puede concluir que:

- **Todos los defectos son discontinuidades.**
- **No todas las discontinuidades son defectos.**
- **No todas las indicaciones son discontinuidades.**

Interpretación de las Indicaciones

Interpretación.- Es la determinación del significado de las indicaciones desde el punto de vista de si es o no relevante.

Sensibilidad.- Capacidad del proceso de Líquidos Penetrantes para detectar discontinuidades superficiales de un tamaño mínimo establecido por un código, norma o especificación.

Evaluación.- Es la determinación de la severidad de la discontinuidad después de que la indicación se ha interpretado; es decir, determina si el artículo es aceptado, reparado o rechazado.

Interpretación de las Indicaciones

Clasificación de las Discontinuidades de Acuerdo a su Origen

En cuanto a las discontinuidades en particular, éstas se dividen en tres clases:

Inherentes, de proceso y de servicio.

Discontinuidades inherentes.-Son aquellas que se forman durante la fusión y solidificación del metal fundido, existen dos tipos:

De fundición primaria. Estas discontinuidades están directamente relacionadas con la fundición y solidificación original del metal o lingote antes de ser transformado en tochos, palanquillas, placas, etc.

De fundición secundaria. Son discontinuidades que se relacionan con el fundido, el vaciado y la solidificación del metal, incluyendo aquellas discontinuidades que pueden ser propias de las variables de manufactura, tales como una alimentación inadecuada, vertedero en mal estado, temperatura alta de vaciado y gases atrapados.

Interpretación de las Indicaciones

Discontinuidades de proceso.- Las discontinuidades de proceso son aquellas que se relacionan con los procesos de manufactura como maquinado, tratamientos térmicos, recubrimientos metálicos, forja, extrusión, rolado, etc. Es importante recordar que durante los procesos de manufactura, muchas discontinuidades que son subsuperficiales se abren a la superficie.

Discontinuidades de servicio.- Son discontinuidades que se forman por las diferentes condiciones de servicio, como son: esfuerzos de tensión o compresión, por corrosión, fatiga o fricción.

.

Interpretación de las Indicaciones

Mecanismo de Formación de las Indicaciones.

Cualquier indicación del penetrante señala la ubicación de una discontinuidad superficial, por lo que para detectar discontinuidades como inclusiones, segregaciones, metal extraño o cualquier otra anomalía, éstas deben estar abiertas a la superficie. Por ello los líquidos penetrantes se emplean para detectar discontinuidades superficiales.

La figura 4.1 muestra cómo opera la inspección con líquidos penetrantes, independientemente de la composición o proceso a que se haya sometido a

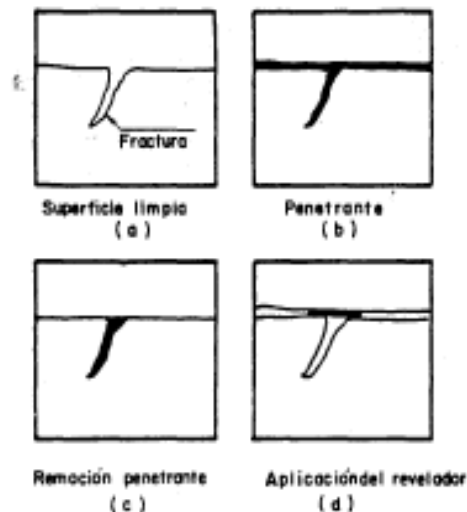


Figura 4.1 Mecanismos para la detección de una discontinuidad

Evaluación de la Discontinuidad

La presencia de una indicación plantea cuatro interrogantes:

- ¿Qué tipo de discontinuidad causa esta indicación?
- ¿Cuál es la extensión de la discontinuidad?
- ¿Qué efecto provoca la discontinuidad sobre el servicio posterior de la pieza?
- ¿Cuáles son las tolerancias establecidas por el documento aplicable?

Con base en las respuestas de estas preguntas es posible determinar si la pieza se acepta o se rechaza.

El tipo y tamaño de la discontinuidad no sólo se determina con respecto a la inspección superficial, sino también a la experiencia del técnico, ya que de ello depende la estimación del posible daño de la pieza.

Evaluación de la Discontinuidad

Apariencia de las indicaciones.

Si se usa un penetrante fluorescente y el examen se realiza bajo luz ultravioleta (luz negra) las áreas sanas aparecerán de un color azul-violeta intenso, mientras que las discontinuidades se observaran resplandecientes con una luz brillante verde-amarilla. La intensidad de la fluorescencia está asociada con el volumen y concentración de penetrante retenido en la discontinuidad. Si se usa penetrante con colorante, el examen se deberá hacer bajo la luz natural. El revelador forma un fondo blanco y las discontinuidades son visibles mediante una indicación de color rojo, la cual está estrechamente relacionada con el volumen de penetrante atrapado en la discontinuidad.

Nitidez de las indicaciones.

La definición de la indicación del penetrante es afectada por el volumen del líquido retenido en la discontinuidad y por las condiciones de prueba tales como la temperatura, tiempo de revelado de las indicaciones y tipo de penetrante usado. Por lo general las indicaciones bien definidas o claras provienen de discontinuidades lineales y angostas.

Evaluación de la Discontinuidad

Brillantez y extensión de las indicaciones.

El color o brillo fluorescente de las indicaciones del penetrante puede ser muy útil en la evaluación de una discontinuidad. La brillantez está directamente relacionada con la cantidad de penetrante presente y con el tamaño de la discontinuidad. Es difícil para el ojo humano detectar pequeñas diferencias en el color de los penetrantes visibles o fluorescentes.

Algunas pruebas han demostrado que con instrumentos ópticos se pueden registrar cambios hasta del 4% en brillantez y el ojo humano no puede detectar menos del 10% de diferencia.

Persistencia de las indicaciones.

Con el tiempo algunas indicaciones disminuyen su coloración y en ocasiones desaparecen. Esto era un fenómeno común cuando fueron empleados los primeros penetrantes visibles, que tenían baja Concentración de pigmento. Una buena forma de estimar el tamaño de las discontinuidades es mediante la persistencia de la indicación. Las indicaciones que aparecen después de remover y volver a aplicar el revelador, generalmente son discontinuidades

Evaluación de la Discontinuidad

muy grandes que pueden mantener una gran cantidad de penetrante; sin embargo, los líquidos penetrantes sólo pueden indicar el largo y ancho pero no la profundidad de una discontinuidad.

Existen variables que influyen en (a persistencia de la indicación.

Algunas de éstas son:

- Los métodos de prelimpieza. (Los restos de álcalis o de ácidos pueden disminuir la coloración del pigmento).
- El tipo de penetrante y su tipo de pigmento.
- La temperatura (la alta temperatura o un tiempo excesivo en el secador).
- Tipo de revelador.
- La concentración del emulsificante y el tiempo de emulsificación.
- Influencia de la Selección del Método y Tipo de Líquidos Penetrantes en la Formación de las indicaciones.

Evaluación de la Discontinuidad

Existe una serie de materiales comerciales que son útiles para la inspección por Líquidos Penetrantes, cada uno de los cuales tiene un campo de óptima aplicación. La sensibilidad de un proceso de inspección con líquidos penetrantes puede ser variable, así como la selección adecuada del penetrante y del revelador.

Para obtener mejores resultados es importante consultar con el proveedor o fabricante sobre el tipo de discontinuidad que puede ser localizada y de preferencia realizar pruebas para establecer el procedimiento de inspección a ser empleado.

Efecto del Tiempo de Revelado.

El tiempo requerido para que aparezca una indicación es inversamente proporcional al volumen de la discontinuidad. Mientras mayor sea la discontinuidad, el tiempo de absorción del penetrante es menor, además de que el penetrante es extraído más fácilmente por el revelador.

Es importante que transcurra el tiempo suficiente para permitir la aparición de las discontinuidades muy finas.

Evaluación de la Discontinuidad

Es posible emplear el tiempo de revelado como una medida de la extensión de la discontinuidad, si se toman en consideración las siguientes variables:

- **Tipo de penetrante.**
- **Sensibilidad de la técnica.**
- **Temperatura del penetrante.**
- **Condiciones del examen.**

El tiempo de revelado comienza inmediatamente después de aplicar el revelador tan pronto como se evaporen los solventes y se forme la película blanca de revelador. Se recomienda un tiempo mínimo de revelado de 10 minutos. Un período extenso permite el

exudado excesivo del penetrante, que al extenderse oscurece las indicaciones. Por ejemplo una grieta en una válvula de máquina diesel, (Fig. 4.2) aparece inmediatamente, lo que indica una discontinuidad de tamaño significativo.

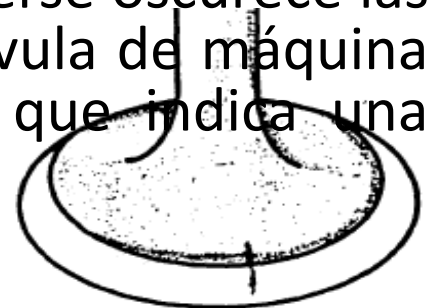


FIGURA 4.2
Indicación de una grieta en una válvula diesel

Evaluación de la Discontinuidad

Efectos del Proceso de Manufactura del Material en la Formación de las Indicaciones.

Las indicaciones del penetrante pueden ser influidas seriamente por un procesó previo durante la manufactura, la inspección o el tratamiento superficial de las piezas bajo prueba.

Sin embargo, la composición química o forma del material no afectan a las indicaciones presentes. Es cierto que una misma técnica produce una variedad de indicaciones sobre fundiciones ásperas, partes con maquinado final o en forjas, debido a que los diferentes procesos de manufactura producen ciertas características o condiciones superficiales que con frecuencia tienen tipos particulares de discontinuidades.

Además, algunas operaciones pueden interferir en la inspección con penetrantes.

Los efectos de los procesos de manufactura en los metales sobre las indicaciones del penetrante son diversos.

Evaluación de la Discontinuidad

Efectos de las Inspecciones Previas en las indicaciones del Penetrante.

Algunos procesos de inspección pueden alterar la condición de las discontinuidades superficiales. No es posible determinar la eficiencia relativa de diversos procesos mediante indicaciones sucesivas sobre el mismo material, ya que muchos de los materiales utilizados para la inspección no destructiva no son compatibles; por ejemplo lo son el polvo ferromagnético, los líquidos penetrantes fluorescentes y los penetrantes visibles. Las discontinuidades pueden ser indetectables por la inspección con penetrantes, si previamente se han usado partículas magnéticas, ya que el óxido de hierro residual puede taponar las posibles discontinuidades. De la misma forma sucede cuando se utilizan penetrantes fluorescentes; si anteriormente se ha inspeccionado el mismo material con penetrantes visibles. En este caso, el colorante absorbe la radiación ultravioleta incidente o puede anular o reducir por completo la fluorescencia.

Evaluación de la Discontinuidad

En inspecciones posteriores con penetrantes visibles, pueden omitirse algunas discontinuidades indicadas mediante la aplicación de penetrantes fluorescentes, ya que afectan el color visible del penetrante. Por lo tanto, antes de interpretar la presencia o ausencia de las indicaciones de penetrante, se debe conocer si el material ha estado sujeto a otro proceso de inspección. En tales casos se deben limpiar las piezas antes de realizar la inspección posterior.

El Tratamiento Anódico con Ácido Crómico y su Efecto en la Coloración de las Indicaciones.

El propósito de este tratamiento no es precisamente la detección de discontinuidades, pero la anodización con ácido crómico provoca que éstas sean más visibles. Mientras no sea muy visible a la inspección con penetrantes, la anodización se acepta como un método alternativo para la detección de discontinuidades superficiales en aleaciones forjadas de aluminio.

Evaluación de la Discontinuidad

Influencia del Procedimiento de inspección en la Formación de las Indicaciones.

Las indicaciones deben ser evaluadas con base en la técnica usada o en las siguientes variables, las cuales tienen un efecto marcado sobre el tamaño, brillantez y apariencia de las indicaciones del penetrante.

- Acabado superficial.
- Temperatura del material a inspeccionar.
- Temperatura del penetrante.
- Tiempo de penetración.
- Cantidad del lavado (remoción).
- Cantidad y tiempo de revelado.
- Condición del examen.

Efecto del Acabado Superficial del Material. A continuación se presentan diferentes condiciones superficiales que pueden interferir en la evaluación de los resultados:

Evaluación de la Discontinuidad

Las aberturas superficiales pueden estar cerradas. Esto ocurre cuando lubricantes, compuestos para pulir, suciedad, película de óxido u otros contaminantes penetran en el interior de grietas o agujeros; o bien cuando el metal es martillado sobre las discontinuidades superficiales, ya sea mediante forja, pulido o granallado.

Las áreas porosas o ásperas pueden retener penetrante produciendo con esto indicaciones fluorescentes naturales (tales como aceites y grasas) pueden causar indicaciones confusas.

Los depósitos sobre la superficie o áreas abiertas pueden diluir al penetrante, reduciendo su efectividad. Tales materiales pueden reaccionar con el penetrante destruyendo la coloración o la fluorescencia.

El agua o la humedad dentro de las discontinuidades pueden entorpecer la entrada del penetrante a las grietas.

Evaluación de la Discontinuidad

Efecto de la Temperatura del Material o del Penetrante Sobre las Indicaciones.

La viscosidad de muchos líquidos se incrementa a baja temperatura y los penetrantes no son la excepción. Si la pieza se mantiene fría (por ejemplo, abajo de 16° C (60° F), el penetrante puede congelarse o condensarse y no entrar en defectos muy finos. Si por el contrario tanto la pieza como el penetrante están muy calientes, los componentes volátiles pueden evaporarse, afectando la capacidad del penetrante para revelar pequeñas discontinuidades.

Si las temperaturas del penetrante y del material sujeto a inspección están en el rango de 25° a 50 °C (80°-120° F), se producen óptimos resultados. Además, también existen penetrantes recientemente desarrollados para los programas en las áreas nuclear y aeroespacial, que se usan a temperaturas extremadamente bajas y otros a temperaturas relativamente altas.

Evaluación de la Discontinuidad

Efecto de la Temperatura del Material o del Penetrante Sobre Efecto del Tiempo de Penetración y Remoción.

Las indicaciones finas del penetrante, por lo general denotan discontinuidades finas. No obstante, estas indicaciones pueden ser causadas por un tiempo de penetración inadecuado o insuficiente. Una indicación muy difusa suele ser producida por una condición porosa, pero también puede implicar una remoción incompleta. Si no se remueve el exceso de penetrante, pueden presentarse indicaciones falsas. Por el contrario, una remoción excesiva puede ocasionar la extracción del penetrante de las discontinuidades grandes o poco profundas, dando como resultado una intensidad reducida.

Efecto del Revelador.

El revelador logra que las indicaciones sean fácilmente visibles mediante: Un fondo que proporcione un buen contraste, Una extracción del penetrante fuera de las aberturas mediante la acción de absorción. La reducción de la Intensidad de la luz negra reflejada durante la observación de las indicaciones fluorescentes. El resultado neto de la deficiencia de algún proceso con penetrantes es la pérdida de indicaciones

Evaluación de la Discontinuidad

Efecto de las Condiciones de Examinación Sobre la Visibilidad de las Indicaciones. La interpretación correcta de las indicaciones de una prueba con penetrantes es de gran importancia. Además de tener conocimiento de lo que significa una indicación y de las variables que la afectan, un buen técnico debe poseer buena vista y una iluminación adecuada. Esto es especialmente importante para el caso de penetrantes fluorescente, que deben observarse en un área oscura con iluminación ultravioleta. Una intensidad de de luz negra tan baja como 0.1W/m permite detectar indicaciones anchas y gruesas, pero se logra una máxima sensibilidad visual con una intensidad de 5W/m en ambientes con poca luz.

Un técnico cuya visión se encuentre por abajo del promedio recomendado o que esté adaptado a la oscuridad, no puede detectar grietas finas, como las producidas por tratamientos térmicos. Este tipo de grietas pueden ser muy serias en materiales para la aviación.

Evaluación de la Discontinuidad

Recomendaciones para una remoción correcta.

En la inspección de piezas complejas debe tenerse presente lo siguiente:

- **Rugosidad del cordón.**
- **Salpicaduras de soldadura.**
- **Ranuras, muescas, acanalado.**
- **Superficies rugosas de tundición o forjadas.**
- **Desalineamientos.**
- **Ranuras maquinadas.**

Estas irregularidades aparecen con bastante firmeza al manejar penetrantes con colorante y revelador sobre la superficie, a pesar de un lavado cuidadoso. En estos casos las indicaciones fluorescentes no relevantes pueden brillar con el mismo grado de brillantez que las indicaciones relevantes, tales como grietas o poros. El tamaño y formas de las indicaciones no relevantes y falsas pueden ser similares a las indicaciones comunes de las discontinuidades reales.

Evaluación de la Discontinuidad

Un ejemplo de este tipo de piezas es el diafragma de gas de una turbina. Estos componentes requieren de una gran cantidad de soldadura y maquinado, de o que resultan un sin número de indicaciones no relevantes.

Para diferenciar las indicaciones relevantes de las no relevantes puede aplicarse el solvente 1.1.1 tricloroetano sobre éstas. Las indicaciones legítimas exudan inmediatamente; las acumulaciones superficiales deben ser eliminadas y la superficie deberá secarse. Con la reducción en la fluorescencia de las indicaciones y los fondos negros se puede proceder a realizar el examen. Se debe tener cuidado en no aplicar un exceso de solvente que remueva las indicaciones relevantes.

Después de la interpretación se puede realizar una limpieza final utilizando un solvente con bajo contenido de halógenos, sobre todo para piezas fabricadas con aceros inoxidables austeníticos, con el objeto de eliminar cualquier posibilidad de corrosión por esfuerzo. Indicaciones en piezas herméticamente ajustadas.

Evaluación de la Discontinuidad

Indicaciones en Piezas Herméticamente Ajustadas.

Otra condición que puede crear indicaciones falsas es el lugar donde se ensamblan dos piezas: Al presionar la flecha en una rueda, el penetrante muestra una indicación en la línea de separación. Esto es perfectamente normal ya que las dos piezas no se encuentran soldadas entre sí. El único problema con tales indicaciones es que el penetrante absorbido en la unión de ambas piezas puede exudar y cubrir alguna discontinuidad real.

Establecimiento de las Normas de Aceptación

Las especificaciones en dibujos de la pieza bajo examen deben precisar el método de Ensayo no Destructivo requerido para la aceptación; además de especificar los criterios de aceptación y rechazo proporcionando al técnico los documentos suplementarios, las especificaciones aplicables para la aceptación y/o rechazo. Si éstas indican inspecciones a piezas críticas como equipo nuclear o componentes de motores de reacción, se debe contar con la ayuda de un experto, para la evaluación de las indicaciones y obtener así un juicio adecuado. Para establecer el criterio de aceptación o rechazo, es necesario llevar a cabo un extenso estudio de correlación entre las indicaciones de Prueba no Destructiva y sus resultados, siendo éste el último paso del procedimiento. Pero pueden prevalecer ciertas dudas, ya que las discontinuidades o indicaciones **NO** siempre se presentan en el mismo lugar, con la misma frecuencia ni en la misma magnitud.

Establecimiento de las Normas de Aceptación

Factores que Influyen en la Prueba de Calidad.

Es obvio que para la evaluación final entran en consideración una serie de factores. Algunos de éstos son:

- La composición química del metal o aleación involucrado en los objetos de prueba.
- La composición química del no metal en objetos a inspeccionar que tienen superficies no metálicas.
- La ubicación de las indicaciones, las cuales estén por ejemplo en:

- **Áreas críticas.**
- **Bordes que van a ser maquinados.**
- **Partes diseñadas para aplicaciones de alta resistencia.**
- **Secciones gruesas en donde se pueden remover las discontinuidades superficiales.**

- Las superficies que puedan o no ser reparables mediante la aplicación de soldadura o por otros medios.

El costo de la pieza o parte. Puede darse el caso de que el costo de una nueva pieza sea más bajo considerando el costo de su reparación.

Establecimiento de las Normas de Aceptación

Especificaciones en la Evaluación de Indicaciones.

Algunas industrias han preparado normas para la evaluación (aceptación o rechazo) de piezas sometidas a la inspección por líquidos penetrantes. Estas normas varían desde consideraciones generales hasta muy detalladas. En la industria, las piezas que muestran indicaciones del penetrante deben ser proporcionadas a los departamentos técnicos (Control de Calidad, de Diseño, y Metalúrgico) para su estudio. Por lo tanto, estos departamentos deben decidir cuáles piezas son aceptadas, reparadas o rechazadas. Algunas especificaciones han sido Preparadas por agencias gubernamentales y otras por sociedades técnicas, tales como la American Society of Mechanical Engineers (**ASME**), The American Society for Testing and Materials (**ASTM**), y la Society of Automotive Engineers (**SAE**).

Establecimiento de las Normas de Aceptación

Criterio de Aceptación y Rechazo de Piezas Críticas.

El criterio de inspección para piezas o muestras debe estar basado en una especificación aplicable; por ejemplo, una norma para un artículo en particular o algún otro documento gubernamental, que deberá contemplar qué tipo de discontinuidad puede ser causa de rechazo.

Estas normas están aplicadas a los criterios de pruebas no destructivas, las cuales deben incluir la inspección con líquidos penetrantes. Dichas normas también deben contemplar el mínimo tamaño aceptable de la discontinuidad y el proceso de inspección.

Establecimiento de las Normas de Aceptación

Tipos de Especificación para la Inspección.

Las especificaciones y normas que son aplicables a la inspección con penetrantes pueden dividirse en dos grandes grupos:

- Las que tratan con métodos y técnicas.
- Las que tratan con materiales.

Métodos y técnicas.

- Amplias guías de procedimientos del tipo general.
- Guías de procedimiento de compañías.
- Guías de procedimiento para tipos específicos de productos o para industrias.
- Procedimientos para examinar artículos específicos detallados por el cliente o por la compañía.
- Procedimientos específicos para una inspección total de los productos de alguna compañía Establecidas por el cliente o por alguna compañía de control de calidad.
- Requisitos de las estaciones de reparación.
- Especificaciones del equipo.
- Instrucciones para la operación de tipos específicos de equipo o de unidades especiales.

Establecimiento de las Normas de Aceptación

Materiales.

- Especificaciones diseñadas para la compra de penetrantes y otros materiales
- Especificaciones para la prueba y evaluación de los penetrantes y otros materiales.

En conclusión, para interpretar de manera óptima las indicaciones que resultan de la aplicación de Líquidos Penetrantes, es necesario contar no sólo con los instrumentos adecuados, como se ha visto en el capítulo. Es indispensable además que el Inspector tenga la experiencia suficiente para interpretar las indicaciones, pero además, que en los casos necesarios se apoye en los especialistas de otras disciplinas afines al proceso de producción del material examinado, para la evaluación final de las piezas inspeccionadas. Así mismo, deberá acatar la normatividad emitida para tal efecto, misma que más que ser un obstáculo para su labor, puede convertirse en una guía para la toma de decisiones

CUESTIONARIO CUARTA LECCIÓN PT

1. ¿Cómo Se interpretan los indicadores?
2. ¿Cuales son las que se detectan por el medio de líquidos penetrantes?
3. ¿Cómo se interpretan los resultados?
4. ¿Qué es indicación falsa?
5. ¿Qué es indicación no relevante?
6. ¿Qué es indicación relevante?
7. ¿Qué es discontinuidades no relevantes?
8. ¿Qué es discontinuidad relevante?
9. ¿Que es defecto?
10. ¿Cual es la clasificación de las discontinuidades según su origen?



METODO PARA LA EVLUACION DE SISTEMAS Capitulo V

Dictado por: Ramón Rivero
Realizado por: Michelin Tavera

Métodos Para Evaluación de Sistemas

Introducción

En esta sección se describen los métodos empleados para evaluar los sistemas de inspección con penetrantes y la sensibilidad del proceso, uno de los cuales es el análisis mediante la comparación entre diferentes materiales y procesos para determinar su comportamiento bajo condiciones específicas de prueba.

Se describen también el proceso de fabricación y las técnicas para el empleo de los bloques metálicos de comparación son fabricados de aluminio. Asimismo, se incluyen los bloques recubiertos con níquel-cromo, con diferentes rangos de discontinuidades para la medición de la sensibilidad.

Métodos Para Evaluación de Sistemas

Bloque de comparación de Aluminio

De todas las herramientas empleadas para evaluar los materiales penetrantes y para juzgar la confiabilidad del sistema de inspección, los bloques de comparación fabricados de aluminio, templados y agrietados, son los más populares; esto no significa que sean los únicos disponibles.

Fabricación del Bloque de Comparación de Aluminio.

Para la fabricación de estos bloques se emplea una placa de aluminio laminada de 3 x 2 x 3/8 “, la cual se maquina para simular rugosidades superficiales.

Después se calienta con un mechero de Mecker por lo menos durante 4 minutos, aplicando el calor en forma constante en el centro de la placa para que presente una diferencia de temperatura del centro hacia los extremos, hasta alcanzar una temperatura de 525°C; se temple (en agua fría) produciendo de esta forma las grietas en la placa. Se sigue el mismo procedimiento para el otro lado de la pieza y se calienta nuevamente para eliminar cualquier residuo de agua en grietas.

Métodos Para Evaluación de Sistemas

Bloque de comparación de Aluminio

El siguiente paso es hacer una ranura a través del ancho de la placa y por la parte central de ambas caras del bloque. Esta ranura proporciona la forma de mantener separadas ambas secciones de cada lado del bloque cuando se realice la comparación de los penetrantes.

Antes de iniciar la comparación, debe colocarse una marca distintiva en cada sección del bloque, como identificación del método que se aplicó en sus distintas secciones

Renovación de los Bloques.

Los bloques de aluminio no deben ser utilizados para efectuar una nueva comparación sin haberlos limpiado completamente. Al paso del tiempo, los bloques se obstruyen y contaminan; por lo que deben ser renovados de acuerdo al siguiente procedimiento:

- **Desengrase al vapor.**
- **Limpiar con una brocha, agua y jabón.**
- **Remojar en acetona, mínimo durante diez horas.**
- **Lavar con agua.**

Métodos Para Evaluación de Sistemas

Bloque de comparación de Aluminio

- Calentar con un quemador a 422°C y templar.
- Calentar moderadamente para eliminar cualquier rastro de agua y dejar enfriar a temperatura ambiente.

En general los bloques renovados más de tres veces no son confiables.

Procedimiento para el Uso de los Bloques de Comparación de Aluminio.

Para verificar la funcionalidad de los penetrantes utilizados se procede como sigue:

El penetrante de prueba se coloca en una sección y el penetrante con propiedades conocidas se coloca en la otra mitad del bloque de aluminio. La ranura separa las dos secciones de prueba. Se debe utilizar en ambos casos la misma secuencia de operación. Posteriormente, se realiza la comparación entre ambas secciones, mediante la inspección de las indicaciones presentes (nitidez, definición, color y las características similares de interés), realizándose así la calificación de aceptación o rechazo del procedimiento empleado con los penetrantes de prueba.

Métodos Para Evaluación de Sistemas

Bloque de comparación de Aluminio

Por ejemplo, cuando no es práctico realizar una inspección a una temperatura entre 5° y 52°C, el procedimiento de inspección a la temperatura propuesta requiere de calificación.

Para ello se hace uso del bloque de comparación en donde una sección se examina a la temperatura propuesta y la otra a la temperatura entre 5° y 52°C.

El procedimiento propuesto se lleva a cabo en la sección B; en la sección A, donde se realiza el procedimiento normal, se calienta al rango de temperatura de 5° a 52°C, estableciéndose posteriormente la comparación entre las dos secciones, y si las indicaciones obtenidas bajo las condiciones propuestas son iguales a las obtenidas bajo la examinación entre 5° y 52°C, el procedimiento se considera calificado para su empleo.

Métodos Para Evaluación de Sistemas

Bloque de comparación de Aluminio

Interpretación de los Bloques de Comparación.

Una vez efectuado el procedimiento para la verificación de los penetrantes mediante los bloques de aluminio, se examina el bloque, ya sea bajo luz normal o con luz ultravioleta, de acuerdo a los tipos de penetrante utilizado (visible o fluorescente). Si no existen diferencias sobresalientes entre las dos mitades del bloque, se puede considerar que el procedimiento de inspección tiene la sensibilidad deseada.

Métodos Para Evaluación de Sistemas

Bloque de comparación de Aluminio

Limitaciones de los Bloques de Comparación de Aluminio.

Existen ciertas precauciones que deben tomarse en cuenta para el uso de los bloques de aluminio:

- a) Las grietas artificiales en los bloques de aluminio no son uniformes; es imposible fabricar dos bloques idénticos. Algunos bloques son más efectivos que otros, al indicar diferencias entre los penetrantes; por lo tanto, es importante realizar una serie de pruebas antes de determinar si los resultados de la inspección son críticos.
- b) Las diferencias pueden ser sutiles, de tal manera que la interpretación de los bloques y la evaluación de los resultados deben realizarse por personal con experiencia.
- c) Estos bloques son confiables para mostrar la condición de los penetrantes. Sin embargo, se debe tener cuidado al interpretar tales pruebas en términos del funcionamiento de los distintos penetrantes, cuando éstos son usados sobre otras piezas.

Métodos Para Evaluación de Sistemas

Bloque de comparación de Aluminio

d) Estas pruebas muestran solamente si los penetrantes ya usados tienen las mismas características de funcionamiento que los penetrantes nuevos en buenas condiciones. Para determinar si los penetrantes específicos son adecuados para una aplicación en particular, deben efectuarse ensayos con las piezas en cuestión.

A pesar de estas limitaciones, los bloques de aluminio tienen gran uso, especialmente en donde se requiere un control del proceso de inspección por Líquidos Penetrantes.

Placas de Prueba

PLACAS DE PRUEBA CON DEPÓSITOS METÁLICOS CROMO-NÍQUEL CON GRIETAS SUPERFICIALES.

Las placas recubiertas con cromo-níquel son útiles para la evaluación de la sensibilidad de un sistema penetrante. Pueden proporcionar resultados útiles en la comparación del funcionamiento de un penetrante así como también, en la evaluación del funcionamiento de un revelador.

Generalmente las pruebas efectuadas con estas placas no proporcionan información útil

Limitaciones de las Placas de Monitoreo.

Las placas de monitoreo no están diseñadas para reemplazar la examinación periódica de los reactivos químicos que proporcionan la brillantez; para medir la contaminación del agua o cualquier otro deterioro. No reemplazan tampoco la inspección periódica de los controles de presión y temperatura, las aberturas de las toberas o cualquier otro componente del equipo de proceso.

Placas de Prueba

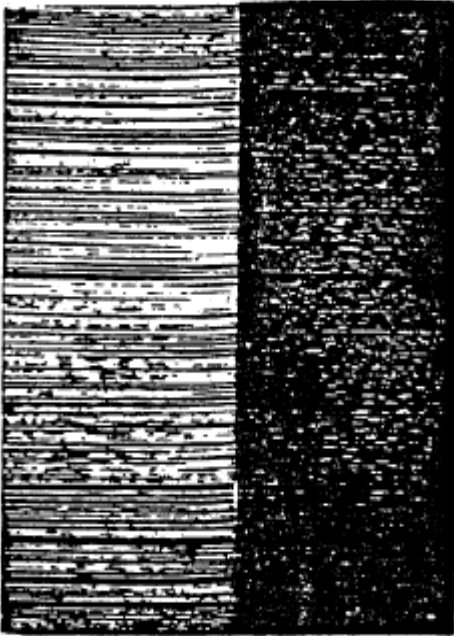


FIGURA 5.1
Placa con recubrimiento de cromo para
evaluar la sensibilidad.

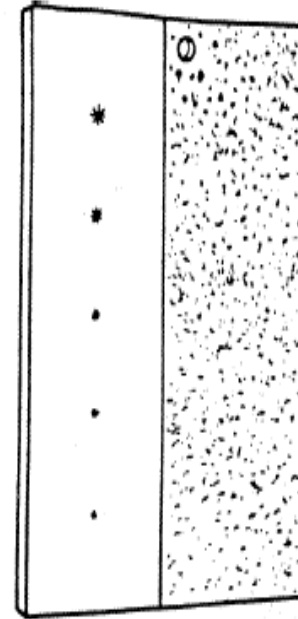


FIGURA 5.2
Placa con recubrimiento de cromo para
evaluar sensibilidad.

Placas de Prueba

**Diseño de Fabricación
de la Placa de Prueba
con Indentaciones
Cónicas Superficiales.**

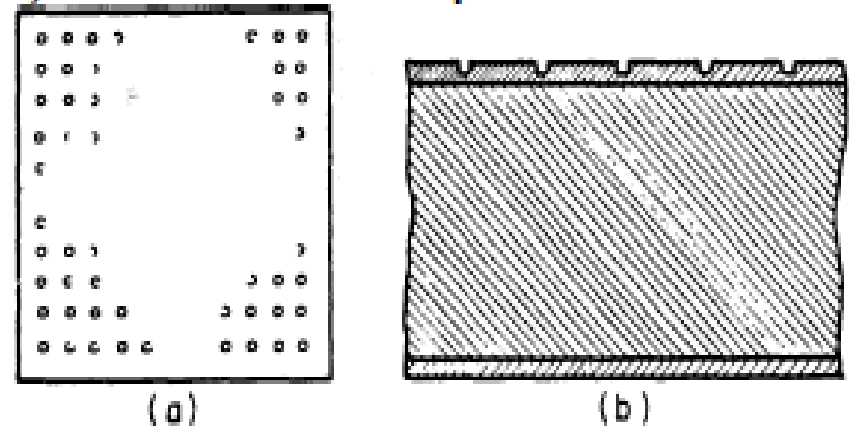


FIGURA 5.3
**Diseño de las placas con indentaciones
cónicas simuladas.**

Placas de Prueba

Cuidado y Manejo de las Placas con Depósito Cromo-Níquel.

Para evitar el daño de las placas, es recomendable observar las siguientes precauciones:

- a) No doblar las placas, pues se incrementa el tamaño de las grietas existentes y pueden crearse nuevas grietas.
- b) Es muy importante efectuar la limpieza de las placas después de cada ensayo, para evitar interferencias en los ensayos posteriores.

Se recomienda practicar el siguiente proceso:

Limpiar la placa con un paño suave, saturado con una solución líquida de detergente suave.

CUESTIONARIO QUINTA LECCIÓN PT



1. ¿Cómo es el bloque de calibración de aluminio?
2. ¿Cómo es la renovación de los bloques?
3. ¿Cómo se fabrican los bloques de aluminio?
4. ¿Cómo es el procedimiento para el uso de los bloques de aluminio?
5. ¿Cuál es la limitaciones de las responsabilidades de los patrones de grietas de las placas de pruebas?
6. ¿Cuál es la tolerancia del agua?
7. ¿Cómo es la limpieza de las placas de pruebas?
8. ¿Cómo es el ensayo para determinar la tolerancia al agua de los penetrantes lavables con agua?
9. ¿Como es el ensayo de tolerancia del emulsificador a la contaminación del penetrante?
10. Como es el ensayo de control de la concentración del revelador en suspensión acuosa?