

4. LÍQUIDO PENETRANTE

4.1. Finalidade

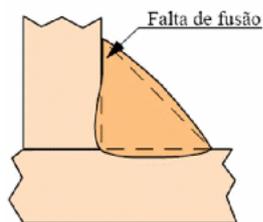
O ensaio por líquidos penetrantes presta-se a detectar discontinuidades superficiais e que estejam abertas na superfície.

4.2. Aplicação

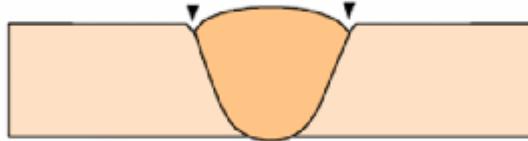
Podem ser aplicados em grande variedade de produtos metálicos e não metálicos, ferrosos e não ferrosos, sejam forjados, fundidos, cerâmicos de alta densidade, vidros, plásticos e etc., desde que não sejam porosos. É muito usado em materiais não magnéticos como alumínio, magnésio, aços inoxidáveis austeníticos, ligas de titânio, e zircônio, além dos materiais magnéticos.

Muito utilizados durante o processo de fabricação, ao final deste ou durante a manutenção (para detectar o surgimento das discontinuidades em serviço).

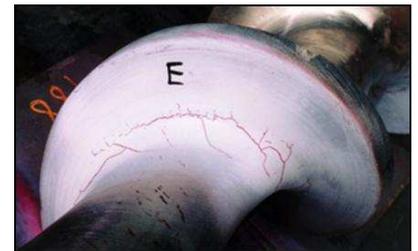
Alguns exemplos de discontinuidades que podem ser detectadas com ensaio por líquido penetrante: trincas de solidificação (rechupes), micro rechupes, porosidade, gota fria, inclusão de areia na superfície, bolhas de gás, dobras, defeitos superficiais, falta de fusão, mordeduras, etc.. Em materiais cerâmicos são comuns trincas e porosidades.



Falta de fusão



Mordedura

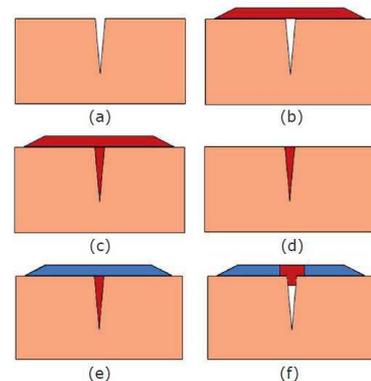


Trinca

4.3. Princípios Básicos

O método consiste em fazer penetrar na abertura da discontinuidade o líquido. Após a remoção do excesso de líquido da superfície, promove-se a retirada do líquido penetrante retido na discontinuidade aberta do corpo de prova (CDP). Esta retirada é realizada através da aplicação do talco revelador que atua semelhantemente ao "mata borrão", formando a indicação que contrasta com o fundo claro do talco aderido à superfície. A indicação da discontinuidade fica então evidenciada na superfície do CDP.

- (a) peça com trinca superficial;
- (b) aplicação de líquido penetrante;
- (c) tempo de penetração;
- (d) remoção do excesso de líquido;
- (e) aplicação do revelador;
- (f) formação da indicação da trinca.



O sucesso deste ensaio depende da visibilidade da indicação. Por isso, o penetrante contém agente químico corante (de cor usualmente vermelha) para ser analisado sob luz branca, ou agente químico fluorescente (de cor usualmente amarelo-esverdeada) para ser analisado sob luz negra (ultravioleta), este muito mais sensível que o visível.

4.4. Vantagens do ensaio

- Simplicidade. É fácil de executar e de interpretar os resultados. O aprendizado é simples, requer pouco tempo de treinamento do inspetor;
- Não há limitação para o tamanho e forma das peças a ensaiar, nem tipo de material; por outro lado, as peças devem ser susceptíveis à limpeza e sua superfície não pode ser muito rugosa e nem porosa;
- O método pode revelar descontinuidades (trincas) extremamente finas (da ordem de 0,001 mm de abertura);
- É relativamente barato e não requer equipamentos sofisticados. Para pequena quantidade de peças ou pequenas regiões, pode-se utilizar sistema portátil;
- Permite automação do sistema;
- A sensibilidade do ensaio pode ser ajustada, selecionando os materiais e técnicas de ensaio.

4.5. Limitações do ensaio

- Só detecta descontinuidades abertas para a superfície, já que o penetrante tem que entrar na descontinuidade para ser posteriormente revelado. Por esta razão, as peças devem estar completamente limpas, a entrada das possíveis descontinuidades desobstruídas e a descontinuidade não deve estar preenchida com material estranho;
- A superfície do material não pode ser porosa ou absorvente já que não haveria possibilidade de remover totalmente o excesso de penetrante, causando falsas indicações de resultados;
- A aplicação do penetrante deve ser feita numa determinada faixa de temperatura permitida ou recomendada pelo fabricante dos produtos. Superfícies muito frias (abaixo de 5°C) ou muito quentes (acima de 52°C) não são recomendáveis ao ensaio. Neste caso, produtos ou técnicas especiais devem ser aplicadas;
- Algumas aplicações das peças em inspeção fazem com que a limpeza seja efetuada da maneira mais completa possível após o ensaio (caso de maquinaria para indústria alimentícia, material a ser soldado posteriormente, etc). Este fato pode tornar-se limitativo ao exame, especialmente quando esta limpeza for difícil de ser executada. Além disso, os produtos utilizados no ensaio podem danificar alguns materiais ou ficarem permanentemente retidos em materiais porosos;
- Os produtos utilizados podem causar irritação na pele se manuseados sem luvas;
- A luz negra deve ser usada mantendo-se os cuidados com os olhos e pele.

4.6. Produtos penetrantes

4.6.1. Penetrante

Características desejáveis:

- Ter habilidade para rapidamente penetrar em aberturas finas;
- Ter habilidade de permanecer em aberturas relativamente grandes;

- Não evaporar ou secar rapidamente;
- Ser facilmente limpo da superfície onde for aplicado;
- Sair em pouco tempo das descontinuidades onde tinha penetrado, após a aplicação do talco revelador;
- Ter habilidade em espalhar-se nas superfícies, formando camadas finas;
- Ter forte brilho;
- A cor ou a fluorescência deve permanecer quando exposto ao calor, luz ou luz negra;
- Não reagir com sua embalagem nem com o material a ser testado;
- Não ser facilmente inflamável;
- Ser estável quando estocado ou em uso;
- Não ser demasiadamente tóxico;
- Ter baixo custo.

Propriedades:

Para se obter todas as características desejáveis ao penetrante, é necessário que o mesmo apresente algumas propriedades. Dentre elas se destacam:

Viscosidade É importante na velocidade com que o penetrante entra na descontinuidade. Penetrantes pouco viscosos têm a tendência de não permanecerem muito tempo sobre a superfície da peça, o que pode ocasionar tempo insuficiente para penetração. Líquidos de alta viscosidade têm a tendência de serem retirados dos defeitos quando se executa a limpeza do excesso. Desta forma, o líquido penetrante deve apresentar viscosidade média.

Tensão superficial A tensão superficial de um líquido é o resultado das forças de coesão entre as moléculas que formam a superfície do líquido. Assim, um líquido com baixa tensão superficial é melhor penetrante, pois tem maior facilidade de penetrar nas descontinuidades.

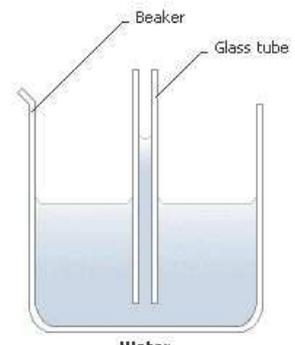


Os líquidos que exibem melhores propriedades de capilaridade(*) são aqueles com baixos valores de tensão superficial.

(*) Recebe o nome de capilaridade a tendência que algumas substâncias apresentam de subirem ou descerem por paredes de tubos finos (tubos capilares) ou de se deslocar por curtos espaços existentes em materiais. Esse mecanismo permite que os fluidos se desloquem ainda que estejam contra a força gravitacional.

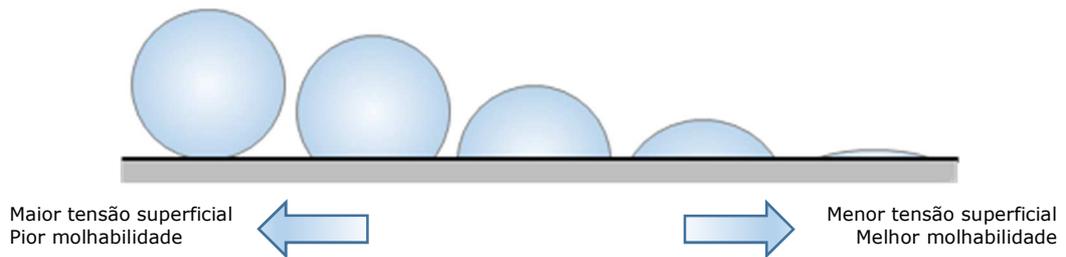
Um líquido, ao entrar em contato com uma superfície sólida, é submetido a duas forças contrárias entre si: a coesão e a adesão. A coesão é o fenômeno capaz de manter as moléculas do líquido unidas (atração intermolecular); já a adesão consiste na atração das moléculas do líquido com as moléculas do tubo sólido. Sendo assim, quando estão dentro do tubo, as moléculas do líquido conseguem se aderir às paredes internas do tubo por adesão e arrastam as demais moléculas por coesão, e resulta no fenômeno da capilaridade.

O líquido para de se deslocar pelo tubo capilar no momento em que a adesão passa a ser menor que a força de coesão. A altura atingida pelo líquido no interior do tubo depende do diâmetro do capilar: conforme aumenta o diâmetro do tubo, menor é o número de moléculas de líquido que se aderem à parede em relação às que são arrastadas para cima por coesão.



A água do tubo fica em um nível mais elevado que a água do béquer.

Molhabilidade É a propriedade que o líquido tem de se espalhar por toda a superfície, não se juntando em porções ou gotas. Quanto menor a tensão superficial, melhor a propriedade de molhabilidade e maior a penetração.



Volatilidade Pode-se dizer, como regra geral, que o penetrante não deve ser volátil. Entretanto, deve-se considerar que para derivados de petróleo, quanto maior a volatilidade, maior a viscosidade. Como é desejável viscosidade média, os penetrantes são mediantemente voláteis. A desvantagem é que quanto mais volátil o penetrante, menos tempo de penetração pode ser dado, além de maior probabilidade de secar no interior das discontinuidades.

Ponto de fulgor Ponto de fulgor é a temperatura na qual o vapor da substância presente na superfície do fluido inflama na presença de chama; portanto o penetrante deve apresentar ponto de fulgor acima de 90°C.

Inércia química O penetrante deve ser inerte e não corrosivo com o material a ser ensaiado ou com sua embalagem quanto possível.

Habilidade de dissolução Os penetrantes incorporam o produto corante ou fluorescente que deve estar o mais dissolvido possível. Portanto, o penetrante deve ter a habilidade de manter dissolvido estes agentes.

Toxidez O penetrante não deve apresentar toxicidade nem odor exagerado ou causar irritação na pele.

Sensibilidade do Penetrante:

Sensibilidade do penetrante é sua capacidade de detectar discontinuidades. Os fatores que afetam a sensibilidade são:

- Capacidade de penetrar na discontinuidade;
- Capacidade de ser removido da superfície, mas não da discontinuidade;
- Capacidade de ser absorvido pelo revelador;
- Capacidade de ser visualizado quando absorvido pelo revelador, mesmo em pequenas quantidades.

Classificação do Penetrante:

A norma ASTM E165/E165M -12 – *Standard Practice for Liquid Penetrant Examination for General Industry* classifica os penetrantes conforme a tabela abaixo:

Classificação dos tipos e métodos de ensaios por penetrante

Tipo I – Ensaio por penetrante fluorescente
Método A – Lavável a água
Método B – Pós-emulsificável, lipofílico
Método C – Removível com solvente
Método D – Pós-emulsificável, hidrofílico
Tipo II – Ensaio por penetrante colorido
Método A – Lavável a água
Método C – Removível com solvente

4.6.2. Revelador

Características:

- Ter ação de absorver o penetrante da descontinuidade;
- Servir como fundo contrastante por onde o penetrante se espalhe - granulação fina;
- Servir para cobrir a superfície formando uma camada fina e uniforme, evitando confusão com a indicação da descontinuidade;
- Deve ser facilmente removível;
- Não deve conter elementos prejudiciais ao operador e ao material que esteja sendo inspecionado.

Classificação do Revelador:

Pós secos	Foram os primeiros e continuam a ser usados com penetrantes fluorescentes. Os pós devem ser leves e não adensar quando precipitados. Devem aderir em superfícies metálicas numa camada fina, mas não devem aderir em excesso, já que seriam de difícil remoção. Por outro lado, não podem flutuar no ar, formando poeira. A falta de confiabilidade deste tipo de revelador, torna o seu uso muito restrito.
Suspensão aquosa de pós	Geralmente usado em inspeção pelo método fluorescente. A suspensão aumenta a velocidade de aplicação, pois devido ao tamanho da peça pode-se mergulhá-la na suspensão. Após aplicação a peça é seca em estufa, o que diminui o tempo de secagem. Este método pode ser usado quando se aplica inspeção automática. A suspensão deve conter agentes dispersantes, inibidores de corrosão, agentes que facilitam a remoção posterior.
Solução aquosa	Materiais solúveis em água geralmente não são bons reveladores. Deve ser adicionado à solução inibidor de corrosão e a concentração deve ser controlada, pois há evaporação. Sua aplicação, deve ser feita através de pulverização.
Suspensão do pó revelador em solvente	Este é um método muito efetivo para se conseguir camada adequada (fina e uniforme) sobre a superfície. Como os solventes volatilizam rapidamente, existe pouca possibilidade do revelador escorrer - até em superfícies em posição vertical. Sua aplicação, deve ser feita através de pulverização. Os solventes devem evaporar rapidamente e ajudar a retirar o penetrante das descontinuidades dando mais mobilidade a ele.

4.6.3. Bloco comparador para avaliar a sensibilidade dos produtos penetrantes

Para verificar a sensibilidade dos produtos penetrantes, ou seja, a capacidade de detectar descontinuidades, utiliza-se um padrão como, por exemplo, o estabelecido pela norma ISO 3452-3 Tipo 1 (antigo padrão JIS).

Este padrão apresenta superfície de cromo duro com trincas lineares de largura variando entre 1 e 2µm e com profundidade de 10, 20, 30 ou 50µm. Os defeitos são contínuos de um padrão para o outro, tornando-o ideal para testes de sensibilidade, testes comparativos entre penetrantes e para teste de recebimento em refinarias.



Padrão ISO 3452-3 Tipo 1

Uma vez que o penetrante é capaz de revelar as discontinuidades existentes no padrão, presume-se que discontinuidades de dimensões semelhantes poderão ser detectadas nas peças.

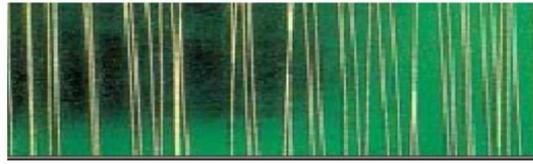


Foto realizada com penetrante fluorescente

4.7. Técnicas de inspeção

A aplicação do método de inspeção por líquidos penetrantes deve sempre ser feita através de procedimento previamente elaborado e aprovado, contendo todos os parâmetros essenciais do ensaio baseado na norma ou especificação aplicável ao produto a ser inspecionado. A seguir é apresentado um exemplo.

Preparação da superfície

A superfície deverá estar limpa e seca, isenta de resíduos, sujeiras, óleo, graxa e qualquer outro contaminante que possa obstruir as aberturas a serem detectadas. Superfícies excessivamente rugosas prejudicam a perfeita aplicação do penetrante, a remoção do excesso e requerem preparação prévia mais eficaz, como o esmerilhamento. Neste caso, cuidados adicionais devem ser tomados no sentido de evitar causar, sulcos sobre a peça, erro muito comum na preparação de soldas, ou fechar a abertura de alguma discontinuidade que estava aberta à superfície da peça. Superfícies rugosas podem, ainda, mascarar os resultados ou fazer com que partes dos produtos de limpeza fiquem aderidas à peça (fiapos de pano). Contaminantes ou excesso de rugosidade, ferrugem, etc, tornam o ensaio não confiável.

Métodos de limpeza da superfície

A limpeza é de fundamental importância. Toda forma de corrosão, escória, pinturas, óleo, graxa, etc. devem ser removidos da superfície. Pode-se utilizar o solvente que faz parte dos "kits" de ensaio ou solventes disponíveis no mercado, ou ainda outro produto qualificado. Deve-se dar tempo suficiente para que o solvente utilizado evapore das discontinuidades, pois sua presença pode prejudicar o teste. Dependendo da temperatura ambiente e do método utilizado, este tempo pode variar. Pode-se utilizar o desengraxamento por vapor, para remoção de óleo, graxa; ou ainda limpeza química, solução ácida ou alcalina, escovamento manual ou rotativo, removedores de pintura, ultra-som, detergentes. Peças limpas com produtos à base de água, a secagem posterior é muito importante. Cuidados também são importantes para evitar corrosão das superfícies. Os processos de jateamento, lixamento e aqueles que removem metal (esmerilhamento), devem ser evitados, pois tais processos podem bloquear as aberturas da superfície e impedir a penetração do produto penetrante. Entretanto, tais métodos de limpeza podem, em alguns processos de fabricação, ser inevitáveis e inerentes a estes processos.

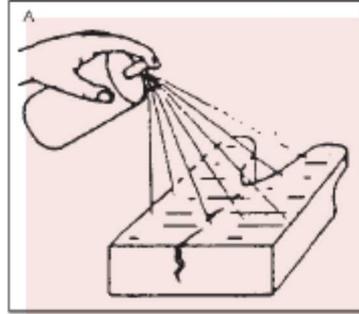


Temperatura da superfície e do líquido penetrante

É comum que a temperatura ótima de aplicação do penetrante seja de 20°C. As superfícies não devem estar abaixo de 5°C. Temperaturas ambientes mais altas (acima de 52°C) podem aumentar a evaporação dos constituintes voláteis do penetrante, tornando-o insuficiente. Acima de certo valor (> 100°C) há o risco de inflamar. A título de ilustração podemos citar que o Código ASME Sec.V Art.6 recomenda temperaturas padrão de 5 a 52°C e o ASTM E-165 recomenda temperaturas de 10 a 38°C para penetrantes fluorescentes e de 10 a 52°C para penetrantes visíveis com luz normal. Caso seja necessário aplicar o ensaio por líquidos penetrantes fora da temperatura padrão, os produtos penetrantes devem ser verificados com a utilização de padrão contendo trincas conhecidas.

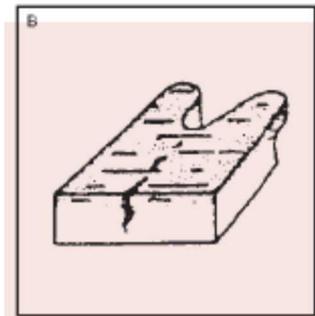
Aplicação do penetrante

Consiste na aplicação do líquido chamado penetrante, geralmente de cor vermelha se colorido ou amarelo-esverdeado se fluorescente, de tal maneira que forme filme sobre a superfície e que por ação do fenômeno chamado capilaridade penetre na descontinuidade. Deve ser dado certo tempo para que a penetração se complete. O penetrante pode ser aplicado em "spray", por pincelamento, com rolo de pintura ou mergulhando-se as peças em tanques. Deve-se escolher o processo de aplicação do penetrante mais adequado com as dimensões das peças e com o meio ambiente em que será executado o ensaio. A menos que de outra maneira especificada, toda a superfície do componente deve ser coberta com o penetrante. Peças grandes podem ser ensaiadas por partes. As áreas que não puderem ser afetadas pelo penetrante, devem ser protegidas de maneira adequada.



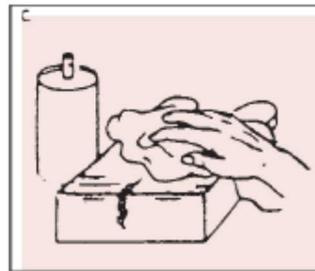
Tempo de Penetração

É o tempo necessário para que o penetrante entre dentro das descontinuidades. Este tempo varia em função do tipo do penetrante, material a ser ensaiado, temperatura, e deve estar de acordo com a norma aplicável de inspeção do produto a ser ensaiado. A norma da Petrobras N-1596 limita em 10 minutos mínimo e 60 minutos máximo para o tempo de penetração.



Remoção do excesso de penetrante

Após a aplicação do penetrante e decorrido o tempo de penetração, o excesso de penetrante deve ser removido da superfície, mantendo-se apenas o penetrante que está alojado no interior das possíveis descontinuidades. A superfície deve estar completamente livre de penetrante, caso contrário poderá surgir indicações falsas que induzirão a resultados equivocados. São quatro os métodos de remoção.



. *Método A:* Penetrante lavável com água - Devem ser removidos com jato d'água controlando a pressão e temperatura, ou por imersão. Quando utilizando o penetrante Tipo I (fluorescente), o enxágue deve ser feito sob luz negra. Após lavagem com água, a peça deve ser seca com, por exemplo, ar comprimido.

. *Método B:* Penetrante pós-emulsificável lipofílico - O emulsificador lipofílico é utilizado como fornecido pelo fabricante. É usualmente aplicado por derramamento sobre a peça ou pela imersão da peça em tanque de emulsificador. A aplicação por spray ou por fluxo contínuo não é recomendável.

. *Método C:* Penetrante removível com solvente - O penetrante é removido inicialmente através de panos secos ou toalhas absorventes e quando o excesso não mais puder ser removido, aplica-se o solvente em panos ou papeis limpos e secos (e não na peça), de forma que não fiquem encharcados. Na remoção usando solvente, a secagem pode ser feita por evaporação natural. Deve-se tomar o cuidado para não usar solvente em excesso, já que isto pode causar a retirada do penetrante das descontinuidades. Proceda-se então a remoção sob iluminação adequada, luz negra para os penetrantes fluorescentes e luz branca para penetrantes visíveis.

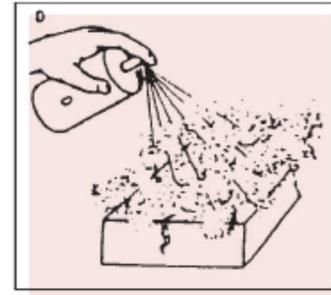
. *Método D:* Penetrante pós-emulsificável hidrofílico - Após passado o tempo de penetração, seguem-se as etapas: (a) pré-enxágue para retirar o que for possível do excesso do penetrante (b) aplicação do emulsificador hidrofílico e (c) enxágue: proceder da mesma maneira que já descrito para o Método A. Observa-se que quando a difusão do emulsificador alcançar o resultado desejado (final do tempo de emulsificação), o processo é seguido pelo enxágue com água, que interrompe o processo de difusão. Este enxágue deve retirar apenas o penetrante emulsificado da superfície da peça e não do interior das descontinuidades. Seguindo-se as orientações sobre a pressão da água e sua temperatura, dificilmente ocorrerá a retirada do penetrante não emulsificado do interior das descontinuidades.

Revelação

Consiste na aplicação de filme fino e uniforme de revelador sobre a superfície. O revelador é usualmente pó fino (talco) branco. Pode ser aplicado seco ou em suspensão em algum líquido. O revelador age absorvendo o penetrante das descontinuidades e revelando-as. Deve ser previsto determinado tempo de revelação para o sucesso do ensaio.

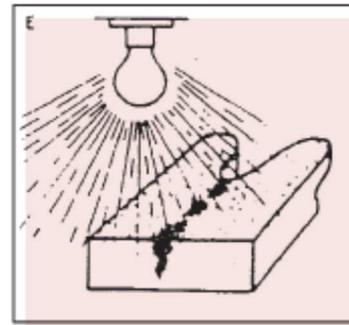
Pode ser aplicado com spray, no caso de inspeção manual.

A norma da Petrobras N-1596 requer que para aplicação do revelador através de pulverização por meio de ar comprimido. Neste caso, a pressão máxima permitida deve ser de 210kPa. Deve ser prevista a instalação de filtros na linha de ar, para evitar a contaminação do revelador com água, óleo ou materiais estranhos.



Secagem

Deve ser dado tempo suficiente para que a peça esteja seca antes de efetuar a inspeção. O tempo de revelação é variável de acordo com o tipo da peça, tipo de descontinuidade a ser detectado e temperatura ambiente. Em geral tempos de avaliação não menos que 10 minutos e nem maior que 60 minutos são recomendados.



Iluminação

a) Iluminação com luz natural (branca): A intensidade da luz deve ser adequada ao tipo de indicação que se quer observar, sendo ideal acima de 1000Lux. O instrumento correto para medir a intensidade de iluminação no local é o luxímetro, que deve estar calibrado na unidade Lux.

b) Iluminação com Luz ultravioleta – UV ("luz negra"): Podemos definir a luz "negra" como aquela que tem comprimento de onda menor do que o menor comprimento de onda da luz visível. Ela tem a propriedade de causar em certas substâncias o fenômeno da fluorescência. O material fluorescente contido no penetrante, tem a propriedade de, em absorvendo a luz "negra", emitir energia em comprimentos de onda maiores, na região de luz visível, por exemplo verde-amarelado ou verde-azulado. A intensidade de luz ultravioleta que se deve ter sobre a superfície para boa observação durante a inspeção é de $1000\mu\text{W}/\text{cm}^2$. A norma Petrobras N-1596 requer que a iluminação normal ambiente deva ser controlada e não deve ser superior à 10Lux. O instrumento para medir a luz UV é o radiômetro, que deve estar calibrado na unidade " $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ".

Avaliação e Inspeção

Após a aplicação do revelador e início da secagem, as indicações começam a aparecer através das manchas causadas pela absorção do penetrante contido nas aberturas e que serão objetos de avaliação. Deve-se acompanhar a evolução das indicações no sentido de definir e caracterizar o tipo de descontinuidade e diferencia-las entre linear ou arredondadas.

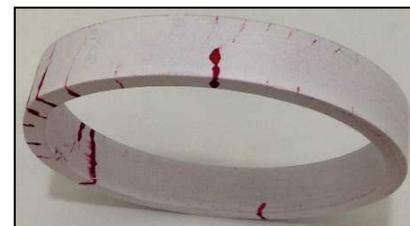
As descontinuidades finas e rasas, demoram mais tempo para serem observadas, ao contrário daquelas maiores e que rapidamente mancham o revelador.

O tamanho da indicação a ser avaliada é o tamanho da mancha observada no revelador, após o tempo máximo de avaliação permitida pelo procedimento. Em geral não são recomendados tempos de avaliação inferiores a 10 minutos e nem superiores a 60 minutos.

A inspeção deve ser feita sob boas condições de luminosidade.

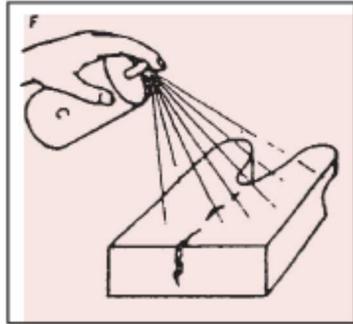
A interpretação dos resultados deve ser baseada no código de fabricação da peça ou norma aplicável ou ainda na especificação técnica do cliente.

Nesta etapa deve ser preparado relatório escrito que evidencie as condições do ensaio, tipo e identificação da peça ensaiada, resultado da inspeção e condição de aprovação ou rejeição da peça.



Limpeza final

A última etapa, geralmente obrigatória, é a limpeza de todos os resíduos de produtos, que podem prejudicar a etapa posterior de trabalho da peça (soldagem, usinagem, etc.). A limpeza final com solvente geralmente é satisfatória. Para peças pequenas a imersão das mesmas em banho de detergente solventes, ou agentes químicos, geralmente é satisfatório.



4.8. Resultados

Ao analisar a peça, o operador deve ter consciência de que o ensaio foi executado corretamente e as descontinuidades foram verificadas levando-se em conta o padrão de aceitação pré-estabelecido; caso a conclusão seja pela reprovação significa que a descontinuidade se constitui em um defeito.

Indicações falsas:

A fonte mais comum de indicações falsas é a remoção inadequada do excesso de penetrante, o que causa, às vezes, até impossibilidade de avaliação.

Após lavagem, existem fontes que podem re-contaminar a peça, tais como:

- Penetrante nas mãos do inspetor;
- Penetrante que sai das descontinuidades da peça e passa para as áreas boas de outra peça (caso de peças pequenas);
- Penetrante na bancada de inspeção.

Deduz-se facilmente que cuidado no manuseio das peças e principalmente a limpeza são necessários para que o ensaio tenha sucesso.



Do cordão para a esquerda a remoção foi ineficaz. Do cordão para a direita, a limpeza está correta. Nota-se duas indicações nesta imagem.



Completa remoção do excesso de LP da superfície em questão.

Indicações não relevantes:

Independente das indicações falsas, existem as indicações não relevantes, que o inspetor deve reconhecer. A maioria delas é de fácil reconhecimento, porque provém diretamente do processo de fabricação. Exemplos destas indicações são:

- Pequenas inclusões de areia em fundidos;
- Marcas de esmerilhamento;
- Depressões superficiais;
- Imperfeições de matéria prima.

Apesar de facilmente reconhecíveis, há o perigo destes interferirem ou levarem a uma interpretação inadequada da descontinuidade. É necessário que o inspetor tenha o cuidado de verificá-las cuidadosamente antes de aprová-las.

Indicações verdadeiras:

- Indicações em linha contínua - Podem ser causadas por trincas, dobras, riscos ou marcas de ferramentas. Trincas geralmente aparecerem como linhas sinuosas; dobras de forjamento tem a aparência de linha finas;
- Linha intermitente - Podem ser causadas pelas mesmas descontinuidades acima. Quando a peça é retrabalhada por esmerilhamento, martelamento, forjamento, usinagem, etc., porções das descontinuidades abertas à superfície podem ficar fechadas;
- Arredondadas - Causadas por porosidade ou por trinca muito profunda, resultante da grande quantidade de penetrante que é absorvida pelo revelador;
- Interrompidas finas e pequenas - Causadas pela natureza porosa da peça ou por grãos excessivamente grosseiros de produto fundido;
- Defeituosas - Normalmente não são definidas tornando-se necessário re-ensaiar a peça. As vezes provém de porosidade superficial. Podem ser causadas por lavagem insuficiente (falsas).

4.9. Registro de resultados

Ensaio de peças críticas devem ter os dados e o resultado do teste registrados em relatório, a fim de que haja rastreabilidade.

A título de registro do ensaio, no mínimo os seguintes dados devem constar no relatório:

- Identificação numérica;
- Identificação da peça, equipamento ou tubulação;
- Material e espessura;
- Identificação do procedimento;
- Tipo do penetrante;
- Tipo, designação e lote de cada produto (penetrante, removedor, revelador);
- Normas e/ou valores de referência para interpretação dos resultados;
- Mapa ou registro das indicações;
- Laudo indicando aceitação, rejeição ou recomendação de ensaio complementar;
- Equipamento de iluminação;

- Data do ensaio;
- Identificação do inspetor e assinatura.

Este registro deve ser executado durante o ensaio ou imediatamente após concluído o mesmo.

4.10. Critério de aceitação das indicações

O CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO DE DESCONTINUIDADES DEVE SEGUIR A NORMA OU ESPECIFICAÇÃO APLICÁVEL AO PRODUTO OU COMPONENTE FABRICADO E INSPECIONADO.