

Skúšky na zisťovanie vonkajších väd

Kapilárne skúšky

Skúšanie materiálu kapilárnymi metódami je jednou z **najstarších defektoskopických metód** a vyvinulo sa zo skúšok tesnosti spojov a odliatkov pomocou petroleja a vápenného mlieka, vykonávaných už v minulom storočí.

Moderné kapilárne metódy sú samostatným odborom nedeštruktívneho skúšania materiálu. **Využívajú kapilárne vlastnosti niektorých kvapalín, zvaných penetranty, na zistenie povrchových necelistvostí materiálu, ako napr. trhlín, studených spojov, porezity a pod.**

!!!Zistenie vnútorných chýb, nemajúcich spojene so skúšaným povrchom, nie je týmito metódami možné!!!

Výhody:

- **principiálna a aplikačná jednoduchosť**,
- **vysoká univerzálnosť**, pretože tvarová zložitosť, rozmery i chemické zloženie skúšaných výrobkov nehrá takú úlohu ako u iných defektoskopických metód,
- **ekonomika skúšania**, pretože skúšky sú prevádzkovo a investične relatívne lacné, primerane rýchle a pri hodnotení výsledkov skúšky sa vyskytuje minimum problémov.

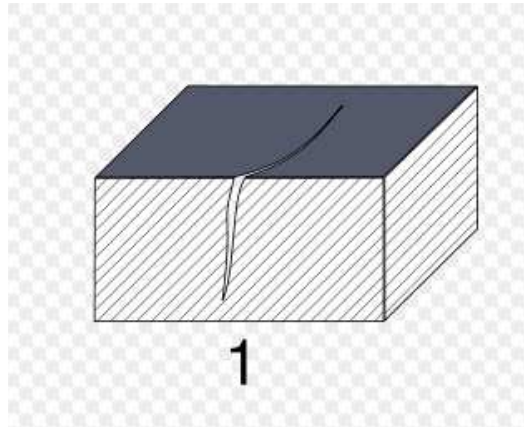
Princíp kapilárnych metód

Kapilárne metódy sú založené na využití charakteristických vlastností fázových rozhraní a javov, označovaných ako kapilárne javy alebo kapilárne vlastnosti kvapalín.

Vlastný spôsob kapilárnych metód spočíva vo využití **vzlínivosti a zmáčavosti vhodných kvapalín (penetrantov), ich farebnosti alebo fluorescencie**. Týmito kvapalinami sa pokrýva skúšaný povrch tak, aby mohli vnikat' do nečelivostí vychádzajúcich na tento povrch. Po odstránení zvyškov penetrantov zo skúšaného povrchu (po ukončenej penetrácii do chýb), vzlína penetrant usadený v chybách na povrch a za pomoci kontrastnej vývojky vytvára farebnú alebo fluoreskujúcu indikáciu chyby. Indikácie chýb sa hodnotia vizuálne.

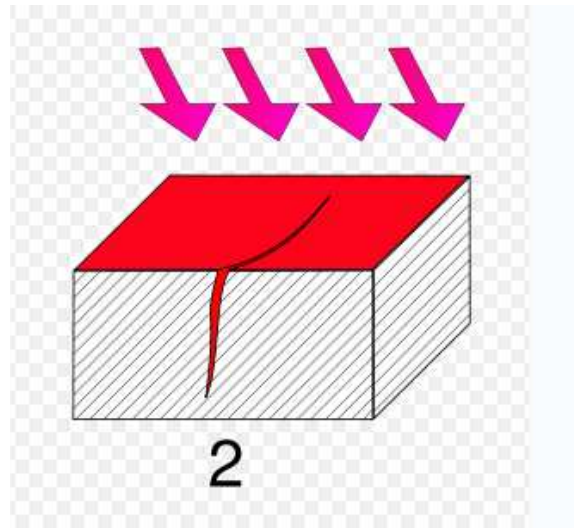
Priebeh kapilárnych skúšok

1. očistenie povrchu skúšaného materiálu



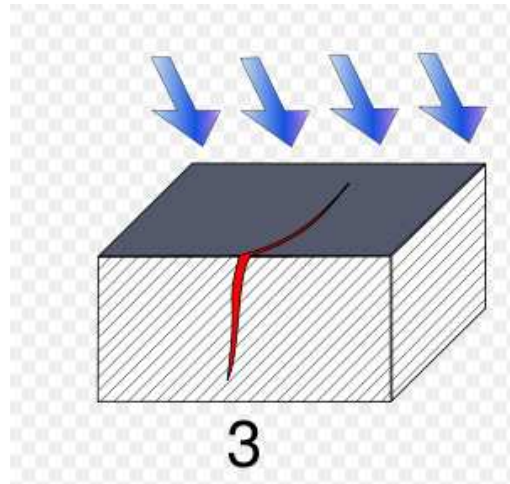
Povrch sa očistí mechanicky, najlepšie kartáčom. Neodporúča sa použiť zariadenie alebo prostriedky, ktoré by mohli ovplyvniť citlivosť skúšky tým, že by spôsobili zanesenie necelistvosti. Po mechanickom očistení sa skúšaný predmet dôkladne odmastí vo vhodnom rozpúšťadle (štetcom, ponorením alebo striekaním).

2. nanesenie detekčnej kvapaliny na povrch predmetu



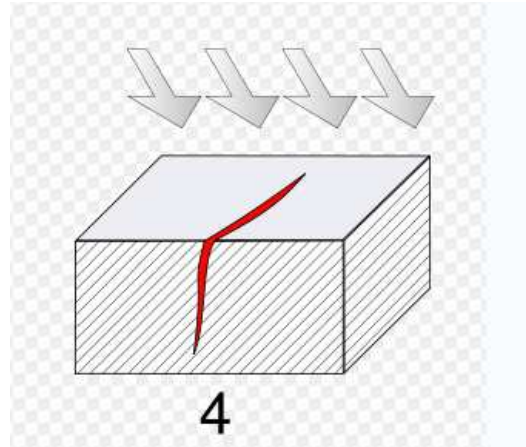
Na čistý povrch sa naniesie detekčná kvapalina – penetrant štetcom, nastriekaním alebo v prípade malých predmetov ponorením do penetrantu. Aby sa zabezpečilo dokonalé vniknutie penetrantu do necelistvostí, je nutné kvapalinu nechať pôsobiť minimálne 5 minút, v prípade veľmi jemných väd nanesenie kvapaliny treba dva – tri krát zopakovať. Zvýšenie citlivosti detekcie sa dosiahnuť ohrevom predmetu ($40 \div 70^{\circ}\text{C}$), čím sa zníži povrchové napätie detekčnej kvapaliny.

3. odstránenie prebytku detekčnej kvapaliny z povrchu predmetu



Prebytočná detekčná kvapalina sa z povrchu odstráni otrením, opláchnutím rozpúšťadlom alebo prúdom vody. V poslednej dobe sa s úspechom na odstránenie detekčnej kvapaliny používajú emulgátory a to buď samostatné alebo v spojení s detekčnou kvapalinou. Pri všetkých týchto spôsoboch je potrebné dávať pozor, aby sa nevyplavila detekčná kvapalina z nečelivosti.

4. vyvolanie indikácie



Indikácia sa vyvoláva nanesením vývojky na skúmaný povrch okamžite po odstránení detekčnej kvapaliny. Používajú sa buď suché vývojky vo forme práškov, ktoré sa naprašujú na povrch, alebo mokré vývojky (čo je rozpustený biely prášok vo veľmi prchavom rozpúšťadle – napr. acetóne), ktorá sa potom nanáša natieraním štetcom alebo nastriekaním. Vrstva vývojky musí byť rovnomerná, nie príliš hrubá. Hrubá vrstva vývojky znižuje citlivosť skúšky.

Použitelnosť kapilárnych metód

Kapilárnymi metódami možno skúšať :

- a) **kovové materiály** (austenitické ocele, farebné, ľahké kovy a ich zliatiny a iné). Môžu byť použiteľné aj na skúšanie feromagnetických materiálov, avšak tu je väčšinou výhodnejšia magnetická prášková metóda.
- b) **nekovové materiály** (plastické hmoty, glazovaná keramika, sklo a iné). Nemožno skúšať materiály pórovité a materiály, ktoré by sa narušovali kapilárnymi prostriedkami (napr. niektoré plasty).

Citlivosť metódy

Citlivosť kapilárnych metód závisí od:

- a) akosti povrchu** – pozor na nepravé indikácie na hrubom povrchu,
- b) tvaru a priebehu necelistvosti do hĺbky** – plytké, jemné trhliny sa indikujú veľmi ostro oproti trhlinám väčším, hlbším, ktoré majú širšie indikácie,
- c) vlastností detekčnej kvapaliny a vývojky** – voliť také detekčné kvapaliny, ktoré majú dobrú zmáčavosť a kapilárne vlastnosti – výrazne nemenia viskozitu. Vývojka má mať dobré sacie účinky, musí rýchlo zasychať a nesmie sa nanášať vo veľkej vrstve.
- d) dodržanie optimálnych podmienok** – dôkladne vykonaná príprava povrchu a dodržanie technologického postupu skúšky.

Rozdelenie kapilárnych metód

Kapilárne metódy rozdeľujeme z hľadiska druhu vytvorenej indikácie a spôsobu jej hodnotenia na :

a) metódu farebnej indikácie - prítomnosť necelistvosti sa prejaví vznikom kontrastnej farebnej indikácie (väčšinou červenej na bielom podklade). Tieto indikácie sa hodnotia v dennom alebo umelom bielom svetle.

b) metódu fluorescenčnú - prítomnosť necelistvosti sa prejaví vznikom indikácie, ktorá v ultrafialovom žiarení (tzv. čiernom svetle) svetielkuje, väčšinou žltozeleno.

c) metódu dvojúčelovú - prítomnosť necelistvosti sa prejaví farebnou alebo fluorescenčnou indikáciou, podľa toho aký druh osvetlenia zvolíme (biele alebo UV svetlo).

Rozdelenie kapilárnych prostriedkov

Názvom kapilárne prostriedky sú označované činidlá, potrebné na skúšku kapilárnymi metódami. Rozdeľujú sa na :

1) penetranty - sú kvapaliny, ktoré sa nanáša na povrch skúšaného materiálu, vnikajú do povrchových necelistvostí, kde zotrývajú v dostatočnom množstve i po odstránení ich zvyšku z povrchu. Následným vzlínaním z necelistvostí sú necelistvosti zobrazené.

2) vývojky - kapilárna vývojka je činidlo, ktoré sa po odstránení zvyšku penetrantu nanáša na skúšaný povrch predmetu, kde napomáha vzlínaniu penetrantu z necelistvostí a spoločne s ním vytvára kapilárne indikácie.

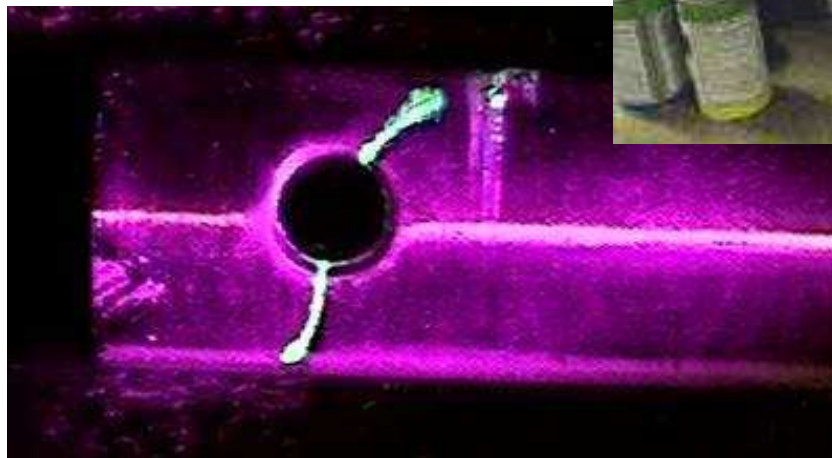
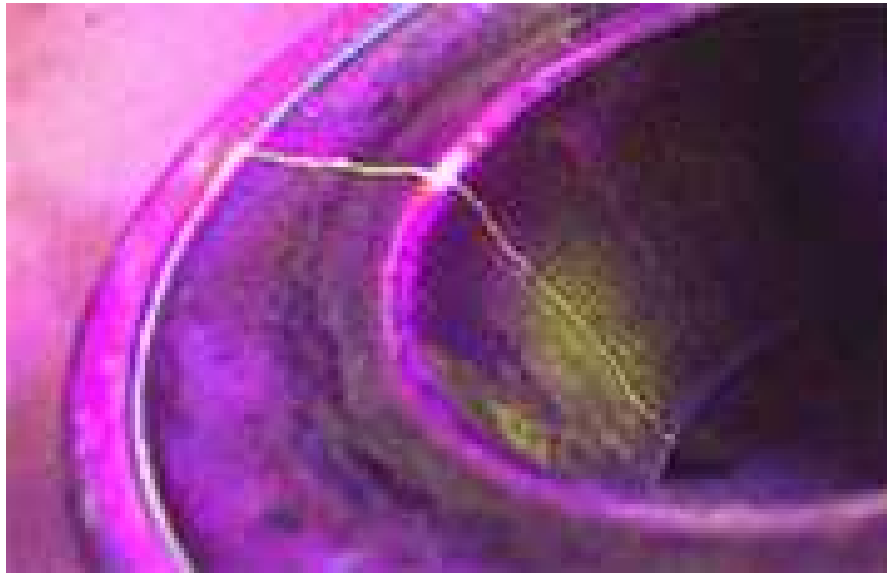
3) čistič (odmasťovače a rozpúšťadlá) - je činidlo (organické alebo neorganické), ktoré odstraňuje tuk alebo olej z povrchu skúšaného predmetu pred nanesením detekčnej kvapaliny. Ako odmasťovače môžu byť použité rôzne organické rozpúšťadlá (benzín, acetón, chlórované rozpúšťadlá), alebo organické chemikálie (luh sodný alebo draselný vo vhodnom zriedení,).

4) emulgátory - sú povrchovo účinné látky, uľahčujúce rozptýlenie pevných alebo kvapalných látok v kvapaline (obvykle vo vode), v ktorej sa obyčajne nerozpúšťajú. V kapilárnych metódach emulgátory uľahčujú odstránenie zvyšku penetrantu z povrchu skúšaného materiálu.

Pri emulgátoroch rozlišujeme dva základné druhy :

- a) *emulgátory lipofilné* - nie sú biologicky odbúrateľné!
- b) *emulgátory hydrofilné* - sú biologicky odbúrateľné.

Kontrola kvality materiálov - Defektoskopia



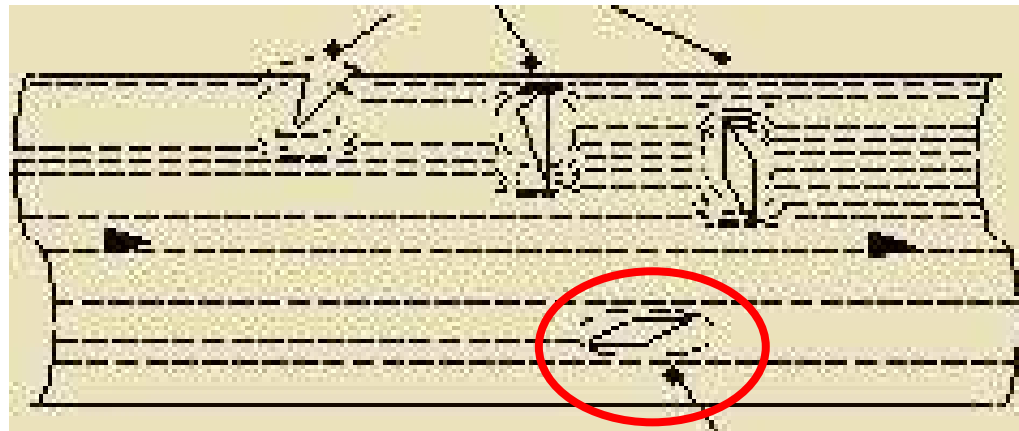
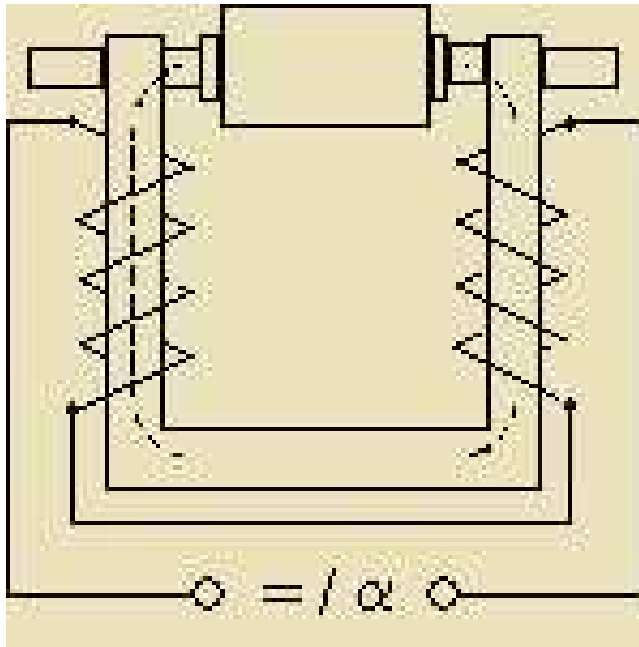
Magnetické skúšky

Metóda vychádza zo skutočnosti, že v predmete, ktorý je zmagnetovaný, sa chyby ležiace v smere približne kolmom na smer magnetického poľa chovajú ako prekážka jeho šírenia, to znamená, že spôsobujú **rozptylové pole**. Rozptylové pole (a tým prítomnosť chyby) je zviditeľnené prostredníctvom jemného feromagnetického prášku, ktorý sa zhromaždí v oblasti rozptylového poľa. Takto vytvorené zhluky farebne kontrastného prášku (suchého, alebo v tekutine...) vytvárajú stopu chyby na povrchu materiálu.

Kontrola kvality materiálov - Defektoskopia

Rôzne spôsoby magnetizácie a typ trhlín ktoré je možné daným spôsobom identifikovať:

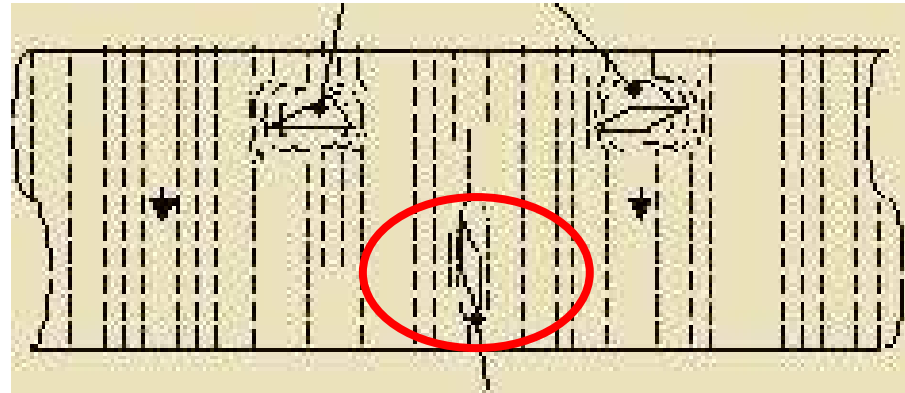
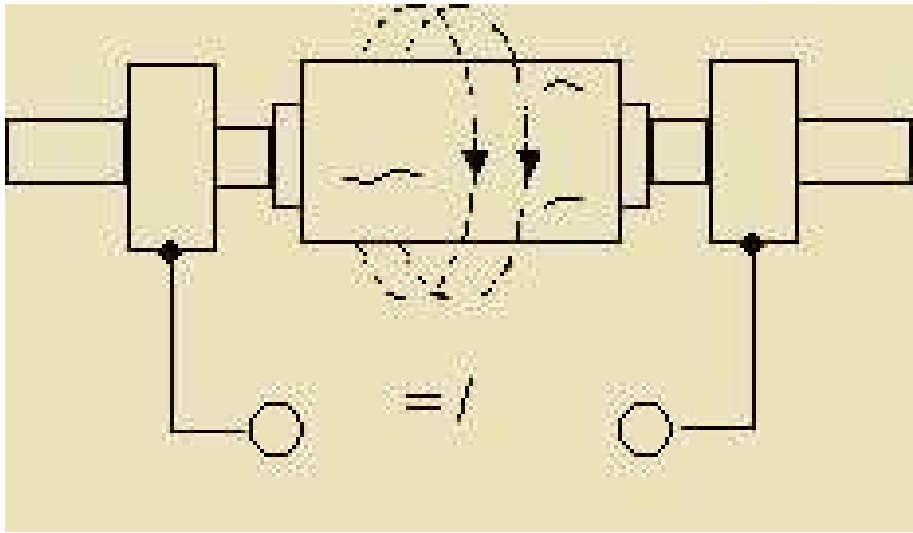
a) pozdĺžna magnetizácia, b) identifikácia trhlín kolmých na pozdĺžne magnetické rozptylové pole



Kontrola kvality materiálov - Defektoskopia

Rôzne spôsoby magnetizácie a typ trhlín ktoré je možné daným spôsobom identifikovať:

a) priečna magnetizácia, b) identifikácia trhlín kolmých na priečne magnetické rozptylové pole.



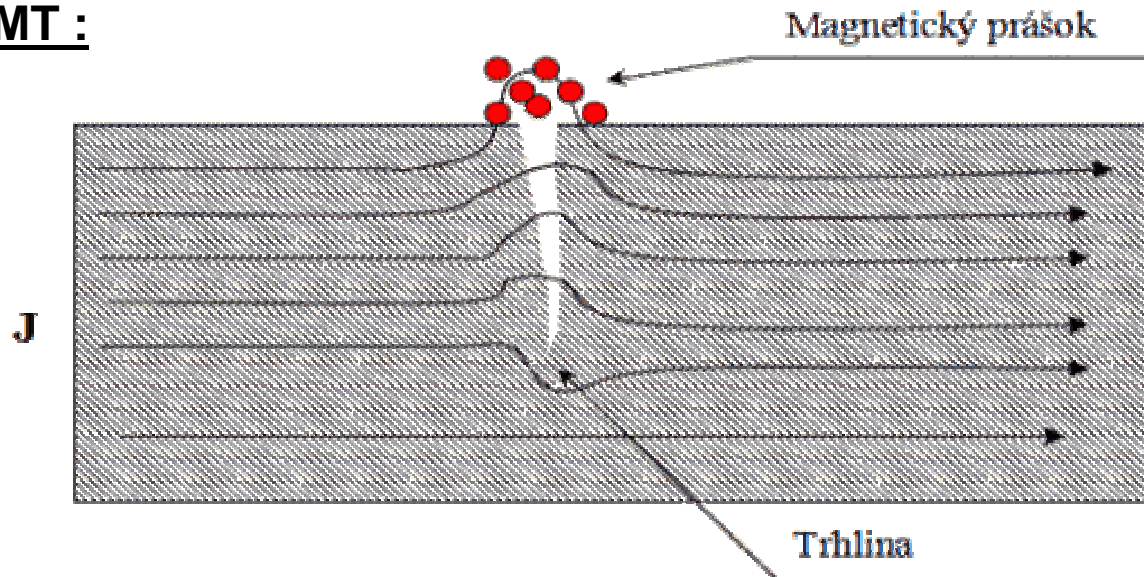
Podmienky :

Skúšaný materiál musí byť feromagnetický (železo, oceľ - okrem austenitov, kobalt, nikel)

Možnosti :

Povrchové chyby sú ľahko detekovateľné. Chyby tesne pod povrchom sú podmiennečne detekovateľné do hĺbky max. 2-5 mm.

Princíp MT :



Skúška magnetickým práškom sa delí podľa skúšobných prostriedkov na:

- ***suchú alebo mokrú,***
- ***farebnú alebo fluorescenčnú.***

Suchá metóda:

Ak posypeme miesto, ktoré chceme skúšať a ktoré je v dostatočne silnom magnetickom poli, jemným železným práškom, zoradia sa jednotlivé čiastočky prachu v smere rozptylových siločiar a premostia tak trhlinu po celej jej dĺžke. Trhlina sa tak stane viditeľnou. Pokiaľ sa trhlina nachádza tesne pod povrchom, vytvorí sa rozptylové pole podstatne menšie.

Mokrú – polievacia metóda:

Pri tejto metóde sa najčastejšie používajú „čierne tekutiny“ v ktorých je rozptýlený čierny magnetický prášok. Je to suspenzia v riedkom oleji, ktorého viskozita sa dá regulovať pridávaním petroleja. V poslednej dobe sú na trhu tekutiny, ktorých hlavnou súčasťou je voda, prípadne mydlový roztok. Tekutina sa musí stále premiešavať aby sa magnetický prášok neusadzoval a nanášame ho na skúšaný predmet tak, aby z miesta, kde očakávame indikáciu, voľne stekal.

Farebná, fluorescenčná metóda:

Základom sú opäť zrníčka feromagnetického prášku, ktoré sú obalené fluorescenčnou látkou. Skúška prebieha podobne ako pri predošlých metódach, len v niektorých prípadoch je potrebné prehliadať výrobky v zatemnenej miestnosti pri použití UV svetla.

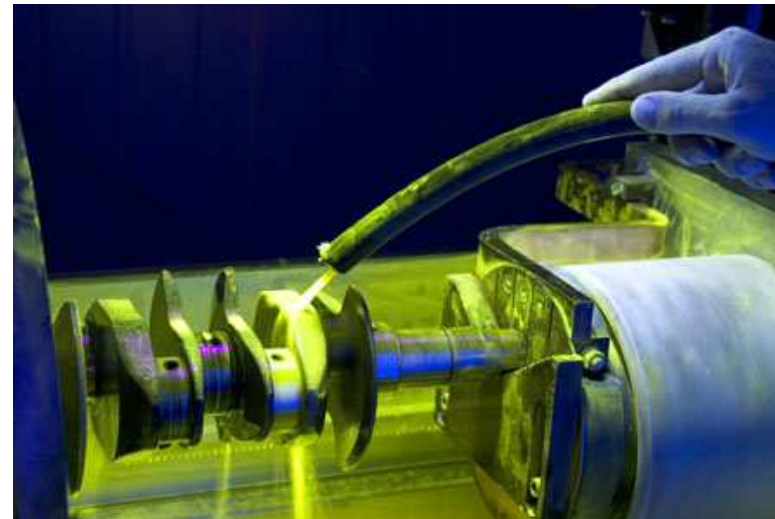
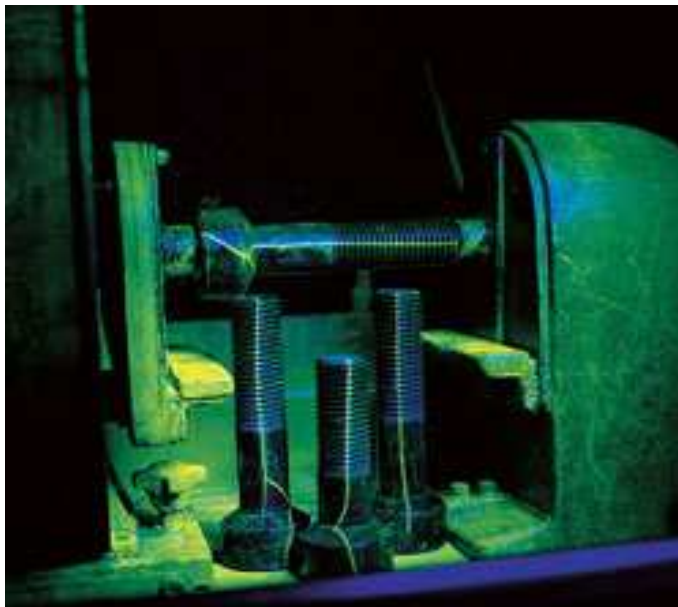
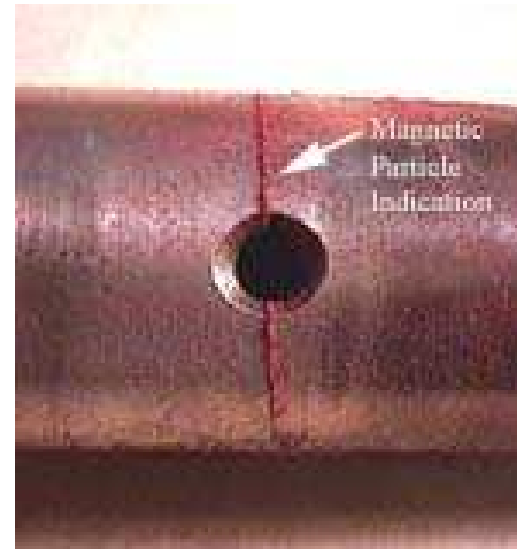
Citlivosť metódy

Citlivosťou magnetickej metódy rozumieme schopnosť vyvolať indikáciu aj pre veľmi jemné trhliny. Prax ukazuje, že je možné zistiť trhliny o **hrúbke aj 0.002 mm**. Citlivosť závisí však záleží na viacerých faktoroch:

- *na intenzite magnetického poľa,*
- *zloženia prachu alebo tekutiny,*
- *na magnetických vlastnostiach skúšaného materiálu,*
- *na kvalite povrchu,*
- *na spôsobe magnetizácie a pod.*

Metóda s obľubou využívaná pre detekciu povrchových a podpovrchových necelistvostí (trhliny, porezita ...) vo feromagnetických materiáloch pri kontrole zvarov, odliatkov a výkovkov vo všetkých priemyselných odvetviach.

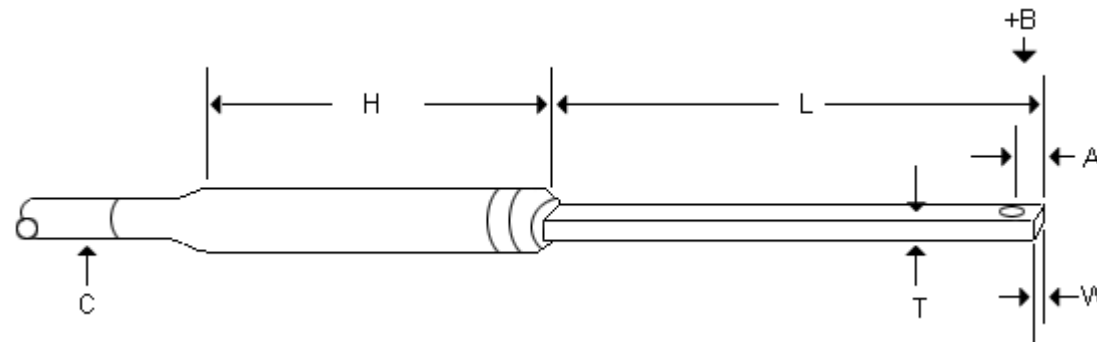
Kontrola kvality materiálov - Defektoskopia



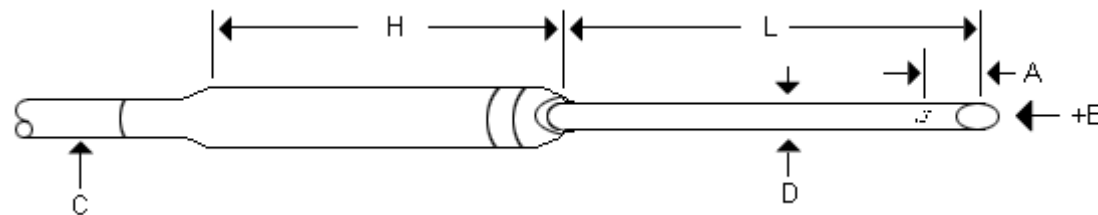
Magnetografická metóda

Je určená predovšetkým na plynulú kontrolu súčiastok konštantného prierezu. Namiesto magnetického prášku sa používa magnetofónová páska, na ktorú sa zachytí magnetické pole, ktoré sa ďalej skúma **Hallovými sondami**.

priečna

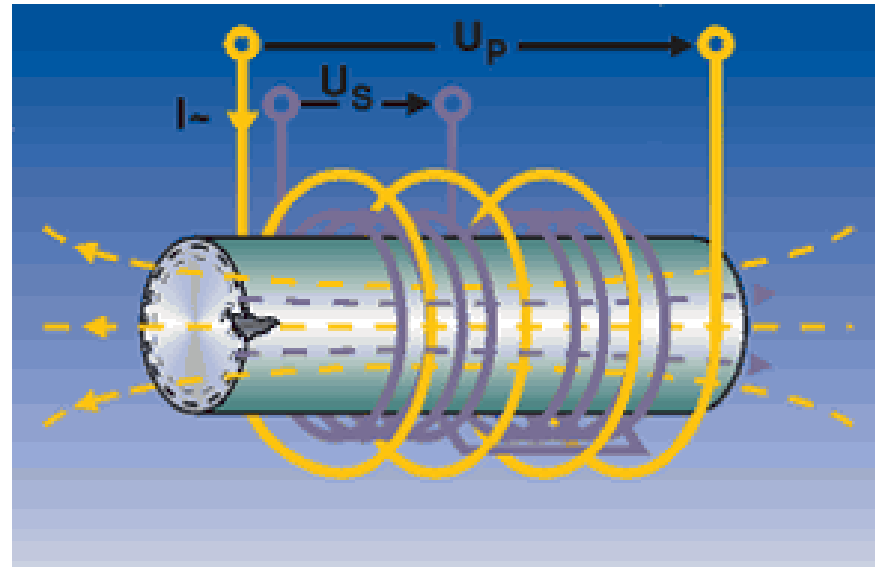


axiálna



Metóda vírivých prúdov

Metóda vírivých prúdov sa používa na kontrolu **feromagnetických** a **neferomagnetických** (elektricky vodivých) materiálov pre zisťovanie povrchových väd, heterogenity štruktúry a odchýlok chemického zloženia a tvaru, bezkontaktným spôsobom. Najčastejšie sa používa na kontrolu výrobkov jednoduchého geometrického tvaru. Najúčinnějšía je pri zisťovaní povrchových väd materiálu. Z rôznych usporiadaní sa najčastejšie používa metóda prechodovou cievkou.



Princíp metódy vírivých prúdov

Primárna (magnetizačná) cievka je napájaná striedavým prúdom o určitej frekvencii a vytvára striedavé magnetické pole, ktoré zároveň pôsobí v priereze **sekundárnej cievky**. Keď vložíme do cievky vzorku, indukujú sa v nej vírivé prúdy. Vírivé prúdy vytvárajú vlastné pole opačného smeru voči poľu magnetizačnej cievky a obe polia sa skladajú do výsledného poľa. ***Hustota a rozloženie vírivých prúdov v priereze skúšaného výrobku sú ovplyvňované fyzikálnymi vlastnosťami materiálu – jeho permeabilitou a elektrickou vodivosťou, jeho rozmerom a kmitočtom magnetizačného prúdu.***

V prípade feromagnetických materiálov je permeabilita ovplyvnená hlavne mikroštruktúrou a elektrická vodivosť chemickým zložením. Prítomnosť trhlín alebo iných povrchových väd sa prejavuje znížením elektrickej vodivosti.

Použitie:

Vírivé prúdy môžu byť použité na:

- *detekciu trhlín,*
- *meranie hrúbky materiálu,*
- *meranie hrúbky vrstiev,*
- *meranie vodivosti za účelom zistenia:*
 - *identifikácia materiálu,*
 - *identifikáciu tepelného poškodenia,*
 - *kontrolu tepelného spracovania.*

Výhody metodiky

Jednou z hlavných výhod vírivých prúdov, ako nástroja NDT, je variabilita kontroly a merania.

- *Citlivosť na malé trhliny a iné defekty.*
- *Detekcia povrchových a tesne podpovrchových defektov.*
- *Kontrola podáva okamžité výsledky.*
- *Prenosné zariadenie.*
- *Metóda môže byť použitá nie len na detekciu trhlín.*
- *Vyžaduje minimálnu prípravu kontrolovaného materiálu.*
- *Skúšobná sonda sa nemusí dotýkať povrchu materiálu.*
- *Umožňuje komplexnú kontrolu tvaru a rozmeru vodivých materiálov.*

Nevýhody metodiky

- *Môžu sa kontrolovať iba vodivé materiály.*
- *Povrch musí byť dostupný pre sondu.*
- *Vyžadujú sa rozsiahlejšie praktické skúsenosti a školenia ako pri iných technikách.*
- *Povrchová úprava a drsnosť môžu pôsobiť problémy.*
- *Pre kalibráciu zariadenia je potrebná referenčná vzorka.*
- *Hĺbka penetrácie je limitovaná.*
- *Vady ako delaminácia, ktorá je paralelná k cievke sondy a pohybu cievky sú nemerateľné.*

Kontrola kvality materiálov - Defektoskopia

