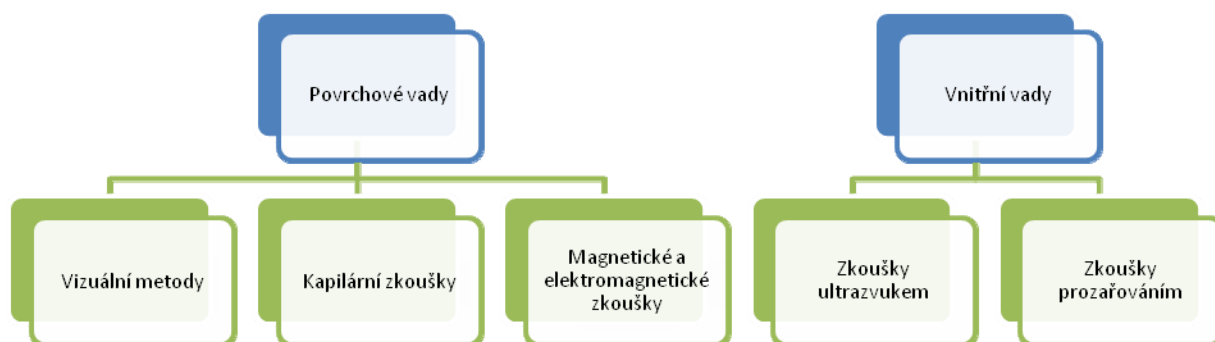


Zkoušky bez porušení materiálu

Materiál, hutní polotovary, strojní součásti i konstrukce obsahují většinou různé povrchové nebo vnitřní vady. Defekty vznikají již při výrobě nebo následně v průběhu provozu. Tyto skryté vady ve strojních součástech ohrožují bezpečnost provozu a omezují životnost strojů a zařízení, protože zeslabují nosný průřez, vyvolávají vrubové účinky nebo způsobují netěsnost spojů. Ke kontrole se však nedají vždy použít zkoušky, při kterých dochází k porušení materiálu. Je nezbytné aplikovat zkoušky bez porušení materiálu – defektoskopické zkoušky. Tyto metody umožňují jednak zjištění vnitřních nebo skrytých vad, kromě toho však napomáhají při zavádění nových technologických způsobů, umožňuje značnou úsporu materiálu, a tím snížení hmotnosti výrobků atd. Těchto metod je dnes značný počet a mnohé z nich se výhodně doplňují. Žádnou z metod nelze totiž zjistit všechny vady, které se v materiálu mohou vyskytnout, a proto je často nutné vhodně je kombinovat. Nejdůležitější a nejčastěji používané metody jsou: zkoušení magnetickou metodou práškovou, metodami kapilárními, zkoušení prozařováním rtg. zářením a zářením gam, zkoušení ultrazvukem. S nimi se postupně seznámíme. Kromě těchto zkoušek existují ještě další např.: zkoušky magnetoinduktivní, zkoušky infračerveným zářením, zkoušky termoelektrické, neutronová radiografie, akustická emise, laserová holografie aj.



Obr. 1. Přehled defektoskopických zkoušek materiálů

Každá z defektoskopických metod má své výhody i omezení vyplývající z její fyzikální podstaty. Neexistuje metoda, která by umožňovala zjištění všech typů vad. V praxi se proto volí kombinace alespoň dvou metod.

Magnetická zkouška

Permanентní magnety

Z jednoduchých pokusů je známo, že permanentí (trvalé) magnety mají dva magnetické póly, severní a jižní. Otočíme-li dva magnety stejnými póly proti sobě, magnety se odpuzují. Otočíme-li je proti sobě různými póly, magnety se přitahují. I země je permanentním magnetem, jehož magnetické póly jsou v blízkosti zeměpisných pólů. Nacházíme-li se v zemském poli snadno otočný magnet (kompas), natočí se jeho jižní pól k severu. Prostor, v němž magnetická síla působí, se nazývá magnetické pole. Magnetické pole je možno nejsnadněji popsat soustavou tzv. siločar, které mají následující vlastnosti.

- Vycházejí ze severního pólu a vnějškem se vracejí k pólu jižnímu.
- Siločáry jsou vždy uzavřené a nikde se neprotínají.
- Směr magnetického pole vyjadřuje tečna k siločáře.
- Hustota siločar vyjadřuje intenzitu magnetického pole.

Magnetické (a elektromagnetické) metody umožňují zjišťovat vady materiálu vycházející na povrch a vnitřní trhliny těsně pod povrchem předmětu. Prášková magnetická metoda je jednou z nejpoužívanějších zkoušek pro zjišťování vad u feromagnetických materiálů. Za feromagnetické materiály se považují železo, kobalt a nikl.

Magnetické pole elektrického proudu

Magnetické jevy úzce souvisejí s elektrickým proudem. Magnetické pole se vytváří kolem každého vodiče, kterým prochází proud a je vždy kolmé na směr proudu.

Magnetické vlastnosti látek

Umístíme-li do magnetického pole (například do cívky) hmotný předmět, může být tímto polem ovlivňován. Z technického hlediska rozeznáváme:

Látky feromagnetické,

kteřé vnější pole velmi silně zesilují, magnetem jsou silně přitahovány.

Mezi feromagnetické látky patří pouze železo, nikl a kobalt a pak některé slitiny kovů a některé nekovové látky. Výrobky z těchto látek lze zkoušet magnetickou metodou práškovou.

Látky neferomagnetické (nemagnetické),

kteřé na vnější magnetické pole (např. na magnet) prakticky nereagují. Tyto látky nelze zkoušet magnetickou metodou práškovou.

Feromagnetismus závisí především na uspořádání krystalové mřížky. V malých oblastech, tzv. Weisových doménách, dochází k samovolné magnetizaci. Celá doména se projevuje jako miniaturní magnet. Navenek se to však neprojevív, protože v tělese je velmi mnoho domén různě orientovaných.

Magnetický tok

Na obrázku je znázorněn feromagnetický prstenec, na kterém je navinuta cívka. Prochází-li cívkou proud, vytváří cívka magnetické pole s intenzitou H , což má za následek, že v materiálu vzniká indukce B .

Indukce B vlastně představuje množství siločar, které procházejí jednotkou plochy průřezu.

Celkové množství siločar procházejících daným průřezem reprezentuje další veličina magnetický tok Φ .

Magnetický tok je dán vztahem

$$\Phi = B \cdot S$$

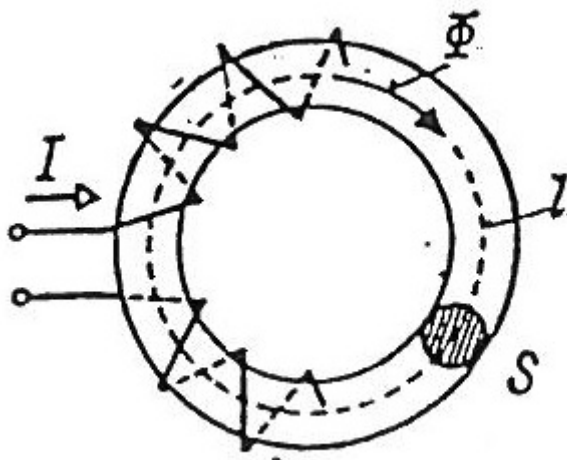
Φ – magnetický tok ve Weberch [Wb]

B – magnetická indukce v jednotkách Tesla [T]

S – průřez cívky [m^2]

Proto se někdy místo termínu indukce používá výraz hustota magnetického toku.

Indukce = Hustota magnetického toku



Obr. 2. Uzavřený magnetický obvod

Bude-li však v magnetickém obvodu vzduchová mezera bude magnetický tok v obvodu při stejném buzení podstatně nižší než v obvodu bez mezery.

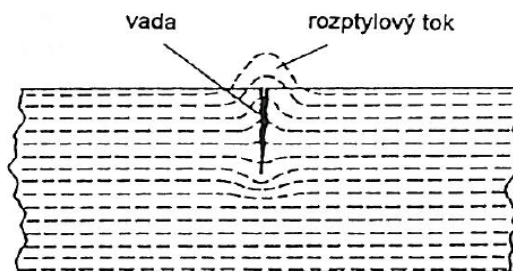
Mezera totiž klade magnetickému toku velký odpor, který je tím větší, čím je menší relativní permeabilita. Největší odpor kladou magnetickému toku neferomagnetické látky, protože mají relativní permeabilitu malou ($\mu_r = 1$)

Magnetické pole

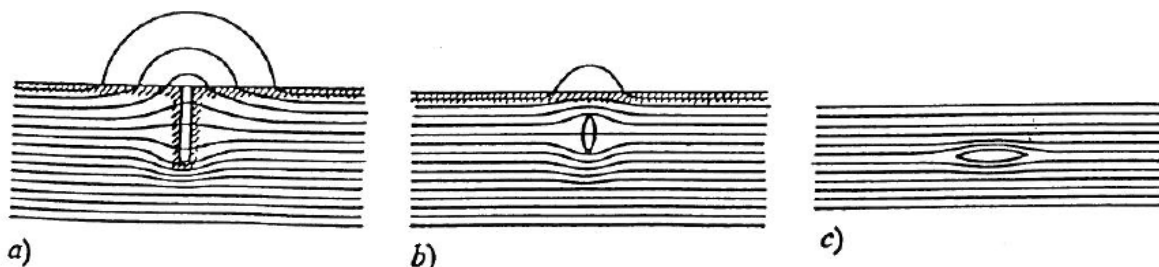
Prostor, v němž působí magnetická síla, se nazývá magnetické pole. Toto pole lze popsat jakou soustavu siločar vycházejících ze severního pólu a vnějškem se vracejících k pólu jižnímu. Siločáry jsou vždy uzavřené a nikde se neprotínají. Hustota siločar vyjadřuje intenzitu magnetického pole.

Princip zkoušky

Magnetická metoda prášková slouží ke zviditelnění povrchových vad. Vady pod povrchem lze zjistit pouze do hloubky max. 10 mm. V oblasti necelistvosti (vady) materiálu dochází k deformaci magnetického toku. Vadou prochází mnohem méně siločar než v původním materiálu. Protože celková velikost magnetického toku po celé dráze zůstává konstantní (siločáry nelze přerušit), dochází ke změně směru siločar.

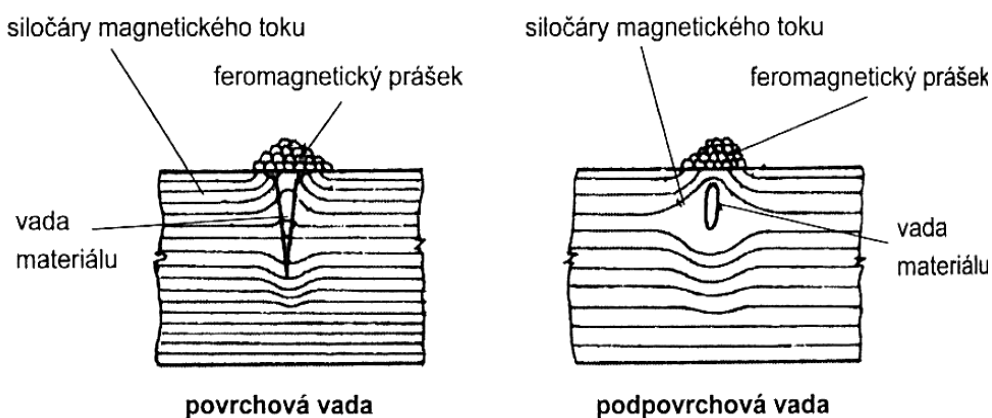


Obr. 3. Vznik rozptylového toku



Obr. 4. Vliv polohy vady

Pod vadou dojde ke zhuštění siločar a část z nich vystupuje v oblasti vady nad povrch. Vystupující siločáry vytvářejí tzv. rozptylový tok a v místě výstupu siločar z materiálu do vzduchu vznikají magnetické póly. Naneseme-li na zmagnetovaný předmět jemný magnetický prášek (jemné železné piliny, práškový oxid železa, feromagnetický prášek v oleji) zachytí se působením rozptylového toku na povrchu a vykreslí tvar vady.



Obr. 5. Princip magnetické práškové metody

Podmínkou kvalitní indikace povrchových defektů je vhodná orientace magnetického toku vzhledem k orientaci vady. Z tohoto důvodu se volí kolmý nebo šikmý tok siločar vůči směru vady.



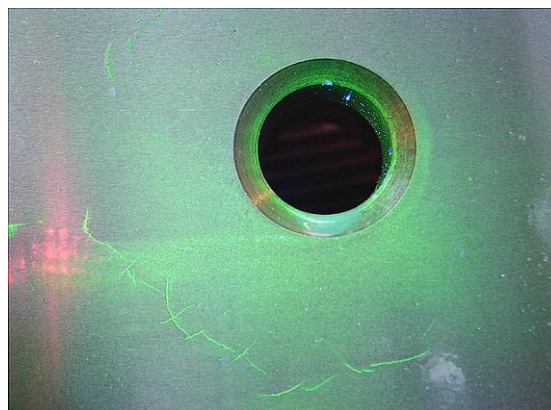
Obr. 6. Nanášení aerosolu s feromagnetickým práškem



Obr. 7. Ruční magnet

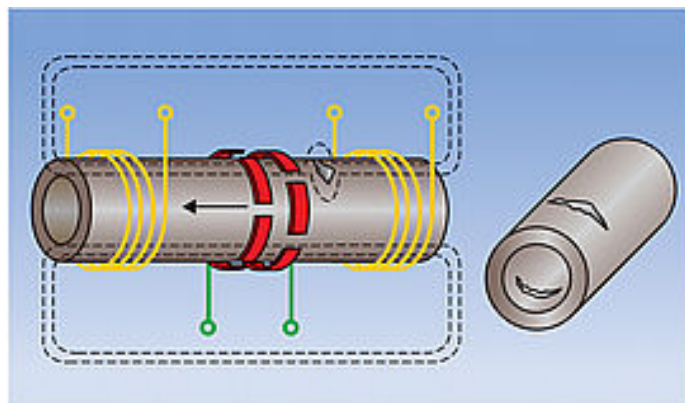


Obr. 8. Trhlina zobrazená pomocí magnetické zkoušky



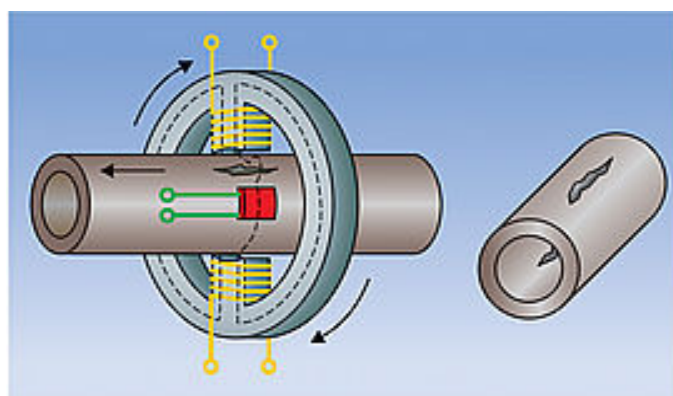
Obr. 9. Vady pod UV světlem

Abychom mohli zjistit jak příčné tak podélné trhliny, musíme provádět magnetizaci podélnou i příčnou (kruhovou). U podélné magnetizace tvoří zkoušený materiál kotvu stejnosměrného elektromagnetu. Tyč je upnuta v měděné části, vodičem je cívka, do které je vloženo jádro spojené s čelistmi defektoskopu. Cívkou prochází stejnosměrný proud. Touto magnetizací se zjišťují příčné trhliny.



Obr. 10. Magnetizace podélná

U magnetizace příčné (kruhové) prochází zkoušeným materiálem střídavý proud, který vytváří ve zkoušeném předmětu kruhové pole. Pro detekci příčných vad se magnetický tok vytváří dvěma stacionárními průchozími cívkami.



Obr. 11. Magnetizace příčná

Po zkoušce je nutné zkoušený materiál odmagnetovat!

Název úlohy:

Magnetická zkouška

Zadání úlohy

- a) U svarového spoje zjistěte pomocí magnetické zkoušky možné vnitřní vady svaru.
- b) Součást nakreslete a zakótujte.

Použitá měřidla a pomůcky

- Elektromagnet
- Suspenze ve spreji
- Čistý přípravek ve spreji

Nákres součásti

Součást nakreslete a zakótujte

Postup měření

- Povrch součásti v místě měření očistěte.
- Zasuňte do zdroje ruční elektromagnet.



Obr. Provedení magnetické zkoušky

- Elektromagnet přiložte na zkoušený svařenec. Při současném nanášení suspenze ve spreji a pohybu elektromagnetu po materiálu zjistíte případné vnitřní vady ve svaru.
- Vnitřní vada se projeví tak, že nanesený jemný magnetický prášek se zachytí působením rozptylového toku na povrchu součásti a vykreslí tvar vady v jejím místě.
- Součást nakreslete a případně vnitřní vady okótujte

Závěr

Zhodnoťte provedenou zkoušku a porovnejte navzájem provedené nedestruktivní zkoušky.

Použité zdroje

archiv autora

3.3.4.2 ZKOUŠKA ULTRAZVUKEM. In: *Strojírenství pro střední školy* [online]. březen 2011 [cit. 2012-04-23]. Dostupné z: <http://strojirenstvi-ucivo.blogspot.com/2011/03/3342-zkouska-ultrazvukem.html>

3.3.4.4 KAPILÁRNÍ ZKOUŠKY. In: *Strojírenství pro střední školy* [online]. březen 2011 [cit. 2012-04-23]. Dostupné z: http://strojirenstvi-ucivo.blogspot.com/2011/03/3344-kapilarni-zkousky_30.html

BTW Institute Gamma - Dye Penetrant Testing. *BTW Institute Gamma* [online]. [cit. 2012-04-23]. Dostupné z: www.institutgamma.com.pl/penetrantcze.html

BUMBÁLEK, Leoš. *Kontrola a měření pro SPŠ strojní*. Vyd. 1. Praha: Informatorium, 2009, 206 s. ISBN 978-80-7333-072-9.

Defektoskopie - Testing Lab s.r.o. *Testinglab.cz* [online]. 2003 [cit. 2013-02-11]. Dostupné z: <http://www.testinglab.cz/defekt04.php>

Institut Dr. Foerster: Metoda rozptylových toků. *INSTITUT DR. FOERSTER* [online]. 2013 [cit. 2013-02-11]. Dostupné z: <http://www.foerstergroup.cz/Metoda-rozptylovych-toku.96+M5ab988697c2.0.html>

Kapilární zkoušení BVD Nedestruktivní defektoskopie. *BVD Nedestruktivní defektoskopie* [online]. (c) 2010 [cit. 2012-04-23]. Dostupné z: www.bvd-ndt.cz/cz/kapilarka.php

NDT Trade - specialisté na ndt,ultrazvuk, tloušťkoměry, defektoskopy EPOCH, Phased array, TOFD. *NDT Trade* [online]. 2008 [cit. 2012-04-23]. Dostupné z: www.ndttrade.cz/index.php?page=product&product_id=100

NDT. *Postup kapilární defektoskopické zkoušky*. Brno, 22.9.2009. Dostupné z: www.ndt.cz/prilohy/22/postup_kapilarni_zk.pdf

Rentgenové záření. *Fyzika v moderním lékařství* [online]. 1999 [cit. 2013-02-11]. Dostupné z: <http://cz7asm.wz.cz/fyz/index.php?page=renzar>

Strojírenství: Kapilární zkoušky. *Strojírenství* [online]. (c)2011 [cit. 2012-04-23]. Dostupné z: <http://strojirenstvi.studentske.cz/2008/10/kapilrn-zkouky.html>

TEDIKO s.r.o. - Technická diagnostika komponent. *Tediko* [online]. (c) 2009 [cit. 2012-04-23]. Dostupné z: www.tediko.cz/index.php?sub=02cz&lang=cz&p=0202cz

TEDIKO s.r.o. - Technická diagnostika komponent. *Tediko* [online]. (c)2009 [cit. 2012-04-23]. Dostupné z: <http://www.tediko.cz/index.php?sub=02cz&lang=cz&p=0208cz>

TECHNOTEST - Nedestruktivní zkoušení materiálu. *Technoset* [online]. b.r. [cit. 2012-04-23]. Dostupné z: www.technotest.cz/www/0013.m.technotest.htm

ULLMANN, Jiří. PTS JOSEF SOLNAŘ. *Nedestruktivní zkoušení materiálu: Magnetická metoda prášková stupeň 1*. Ostrava, 2002.

Ultrazvuk. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2012-04-23]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Ultrazvu>