

DEFEKTOSKOPIA – SKÚŠKY BEZ PORUŠENIA MATERIÁLU (NON – DESTRUCTIVE TESTING)



Nedeštruktívne skúšanie materiálu (NDT) má významnú úlohu s systéme riadenia kvality výrobného procesu, pretože umožňuje skoré zistenie vonkajších alebo vnútorných chýb vo výrobku alebo polotovare, ktoré by mohli znemožniť jeho efektívne využitie alebo vyvolať haváriu konštrukcie počas doby prevádzky.

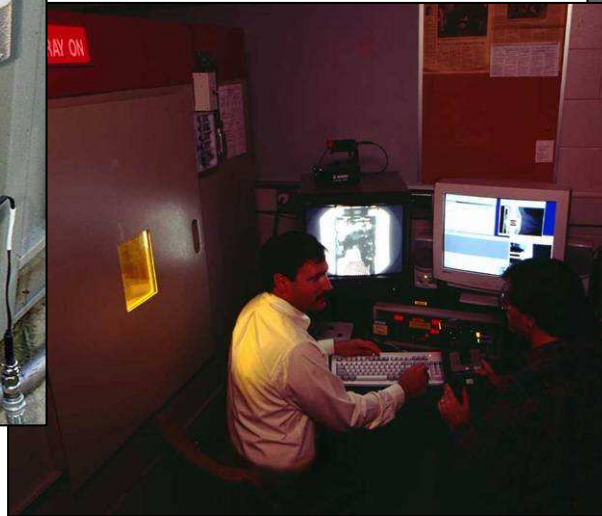
Z toho vyplýva aj hlavný význam nedeštruktívnych skúšok materiálu, resp. defektoskopie, ktoré sa dajú s úspechom použiť ako kontrola materiálu:

- **vstupná kontrola**, obyčajne polotovarov, napr. tyčového, výkovkov a pod.
- **medioperačná kontrola**, napr. po brúsení, kalení alebo chemicko – tepelnom spracovaní,
- **výstupná kontrola**, ktorou sa výrobca uistuje o kvalite jeho produktu.

Je všeobecne známe, že každý výrobok alebo polotovár môže obsahovať **vonkajšie** alebo **vnútorné** nehomogenity (chyby) alebo nežiaduce odchýlky tvaru a štruktúry. Prítomnosť takýchto chýb v kritických oblastiach môže podstatne ovplyvniť životnosť výrobku alebo konštrukcie. ***Požiadavka, aby výrobok neobsahoval vôbec žiadne chyby, by bola celkom nereálna a preto musia byť v príslušných normách alebo predpisoch stanovené hranice pre prípustnosť resp. neprípustnosť chýb v závislosti na ich veľkosti, typu, početnosti atď.*** Výrobok je potom možné na základe výsledku nedeštruktívnej kontroly zaradiť do príslušnej triedy akosti a rozhodnúť o jeho ďalšom využití, tzn. či bude využívaný bez ohľadu na prítomnosť chýb alebo budú chyby odstránené alebo bude výrobok vyradený ako nepoužiteľný.

Kontrola kvality materiálov - Defektoskopia

Výhodou nedeštruktívnych metód oproti metódam deštruktívnym je v tom, že **výrobok po skúške zostáva v nezmenenom stave pre ďalšie použitie**. Metódy NDT skúšania jednotlivých typov polotovarov a výrobkov sú predpísané v príslušných normách a predpisoch. Z tohto hľadiska je spravidla rozhodujúca požiadavka zákazníka, ktorý stanoví, podľa ktorej normy alebo predpisu má byť výrobok hodnotený.



Definícia a rozdelenie chýb

Chybou výrobku (odliatku, zvaru, výkovku atď.) sa rozumie každá odchýlka **rozmerov, váhy, vzhľadu** alebo iných vlastností od príslušných noriem alebo dojednaných technických podmienok.

I. Chyby sa z vizuálneho hľadiska rozdeľujú na dve základné skupiny:

a) chyby viditeľné;

b) chyby skryté.

Viditeľná chyba výrobku je chyba, ktorú je možné zistiť pri vizuálnej prehliadke alebo jednoduchými pomocnými meradlami (napr. lupa, stereo lupa).

Skrytá chyba výrobku, je chyba, ktorú je možno zistiť buď rozrezaním výrobku alebo špeciálnymi prístrojmi (napr. mikroskop).

II. Z defektoskopického hľadiska môžeme chyby rozdeliť podľa ich rozloženia nasledovne:

- a) chyby vychádzajúce, resp. komunikujúce s povrchom, teda povrchové;*
- b) chyby umiestnené tesne pod povrchom, teda podpovrchové;*
- c) chyby vnútorné.*

III. Ďalším hľadiskom sú napr. vlastnosti materiálu:

- a) poruchy mernej hmotnosti;*
- b) poruchy kryštalickej stavby;*
- c) poruchy stavu povrchu (hrubosť, členitosť);*
- d) poruchy magnetických a elektrických vlastností.*

IV. Hľadisko tvaru a veľkosti chyby:

- a) chyby bodového charakteru;*
- b) plošné chyby;*
- c) priestorové chyby.*

Chyby majú vplyv na pevnosť materiálu v závislosti na jej charaktere, tvare a veľkosti. Rozlišujeme chyby **charakteru rovinného** a **priestorového**.

Chyby rovinného charakteru sú *trhliny*, *neprievary* a *studené spoje*, *neprilnutiny* a *zdvojeniny*.

Chyby charakteru priestorového, ktoré sú obvykle menej nebezpečné pre pevnosť materiálu, sú *vmiešaniny*, *bubliny*, *dutiny* a *póry*.

V tomto prípade však je potrebné definovať tzv. **charakteristický rozmer chyby**, ktorý stanoví minimálne a maximálne rozmery chyby, patriacej do jednotlivej skupiny. Okrem takých chýb, ktorých charakter vieme jednoznačne určiť sú aj také, ktoré tvoria prechod medzi obidvoma hlavnými skupinami. Ide napr. o stiahnutiny, riadkovú strusku, riadok pórov, rôzne zvláštne tvary neprievarov a iné

Zisťovanie chýb defektoskopickými skúškami je väčšinou nepriame. Prostredníkom je **fyzikálna veličina**, ktorá v interakcii s prostredím mení svoje parametre. Zmena parametrov tejto veličiny závisí po kvalitatívnej aj kvantitatívnej stránke na homogenite prostredia (skúšaného materiálu). ***Anomálie v homogenite spôsobia teda lokálne výchylky v priebehu skúšobnej veličiny.*** Zisťovanie a meranie týchto výchylek je preto ekvivalentné zisťovaniu chýb a stanoveniu ich veľkosti, tvaru a polohy a je základom metód nedeštruktívneho skúšania materiálu

Rozdelenie defektoskopických metód

Defektoskopické skúšky môžeme rozdeliť podľa druhu veličiny použitej ku skúšanju, môže to byť :

Hmota:

- a.) **aktívna** – používa sa na zisťovanie povrchových trhlín, prasklín, studených spojov – napr. kyselina (využíva jav kapilárnej elevácie)
- b.) **pasívna** – používa sa na zisťovanie prasklín a povrchových trhlín – farebná alebo fluorescenčná kvapalina, ktorá je pri určitom osvetlení viditeľná (tiež využíva jav kapilárnej elevácie),

Energia:

- a.) **mechanická** – využíva princíp elastických vln (ultrazvuk), má najširšie využitie a používa sa na identifikáciu trhlín, bublín, pórov, studených spojov a mnohých ďalších,
- b.) **elektrická** – elektrický prúd (jednosmerný, striedavý), používa sa na zisťovanie povrchových trhlín, studených spojov, vnútorných trhlín a zdvojení,
 - elektromagnetické pole (vírivé prúdy, magnetická sila, magnetický tok), na zisťovanie studených spojov, povrchových a vnútorných trhlín, väd štruktúry,
 - elektromagnetické vlny (röntgenové žiarenie, žiarenie gama), na zisťovanie dutín, bublín, pórov, vmiešanín.

Dôležitým prvkom v nedeštruktívnej kontrole výrobkov je správne použitie metódy. Niektoré typy chýb nie je možné zistiť prežarováním, iné sa nedajú určiť ultrazvukom. Pre správnu kontrolu daného výrobku je treba brať do úvahy technologicky možný charakter chýb a miesto ich výskytu spolu s možnosťami zvolenej defektoskopickéj metódy. ***Pre úplnú kontrolu výrobku je vhodné použiť komplex defektoskopických skúšok.***

Skúšky na zisťovanie vonkajších väd

Vizuálne metódy – vizuálna kontrola je najjednoduchšou defektoskopickou kontrolou, pomocou ktorej sa zisťuje výskyt povrchových väd výrobkov, ako sú trhliny, pórovitosť, vonkajšie stiahnutiny, praskliny, korózia a ďalšie.

Vizuálna kontrola pokiaľ nie je jediným spôsobom skúšania, býva často zaradená pred ďalšie nedeštruktívne skúšky.



Metódy vizuálnej kontroly môžeme rozdeliť podľa použitých kontrolných pomôcok na :

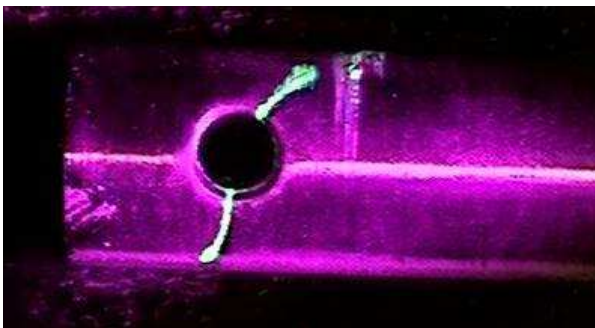
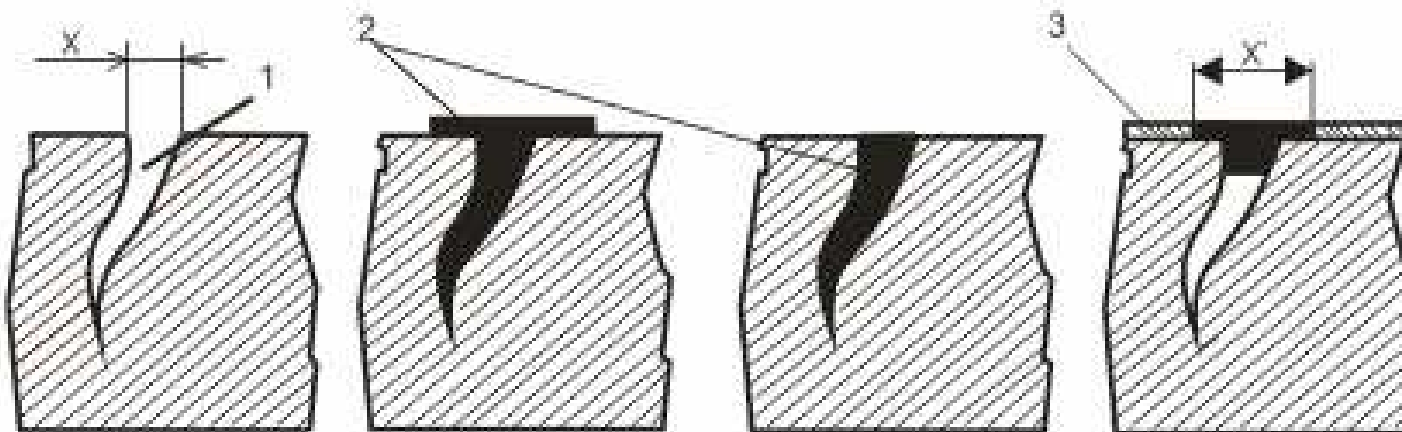
- a.) **priamu kontrolu** – kontrola iba okom alebo lupou (zväčšenie 3 až 6x)
- b.) **nepriamu kontrolu** – kontrola využíva dokonalejšie optické a optoelektronické prístroje a zariadenia (napr. **endoskopy**, **periskopy**, **televízne kamery**). Môžeme vykonávať kontrolu skrytých objektov, vnútorných stien, potrubí alebo nádob, t. j. povrchov, ktoré nie sú dostupné alebo priestorov, kde by došlo k ohrozeniu zdravia pracovníkov (**ionizujúcim žiarením**, **vysokým napätím**, **chemickými látkami** a pod.)

Skúšky kapilárne – využívajú schopnosť indikačných kvapalín preniknúť do povrchových chýb a vzlínaním kvapaliny na povrch alebo do detekčnej povrchovej vrstvy tieto chyby výrazne zviditeľniť.

Podľa detekčnej kvapaliny rozlišujeme :

- a.) **metódu farebnej indikácie** – ako indikačná kvapalina sa používa farebná látka, ktorá obsahuje kontrastné farbivo (napr. sudová červeň)
- b.) **metódu fluorescenčnú** – využívajú sa fluorescenčné kvapaliny obsahujúce luminofores, ktorý pri ožiarení ultrafialovými lúčmi fluoreskuje, chyby sa identifikujú v zatemnenej miestnosti.

Princíp kapilárnej metódy: na očistený a odmastený povrch sa nanesie indikačná kvapalina, ktorá vplyvom kapilárnych síl vnikne do trhliny, potom sa kvapalina z povrchu odstráni a nanesie sa vývojka. Indikačná kvapalina vzlínavosťou z trhliny vystúpi a zafarbí vývojku, tým sa trhlina zviditeľní.



Skúšky magnetické a indukčné – sú založené na magnetickej a elektrickej indukcii.

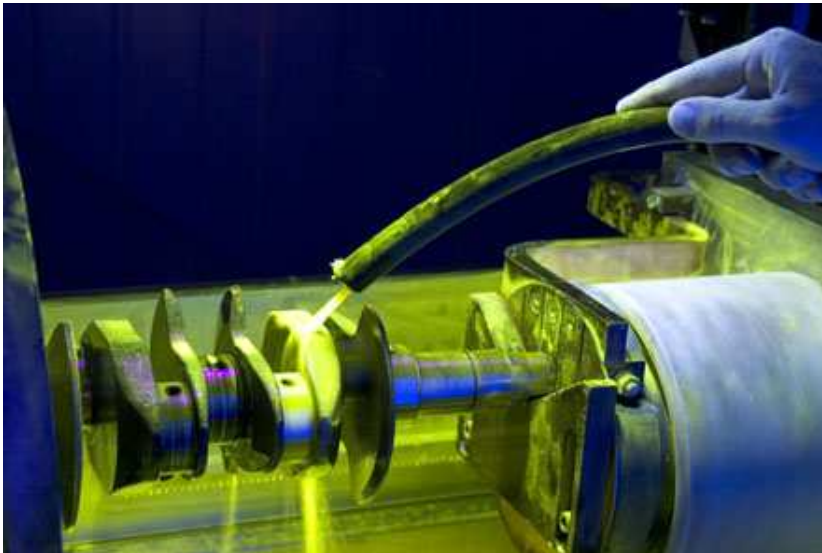
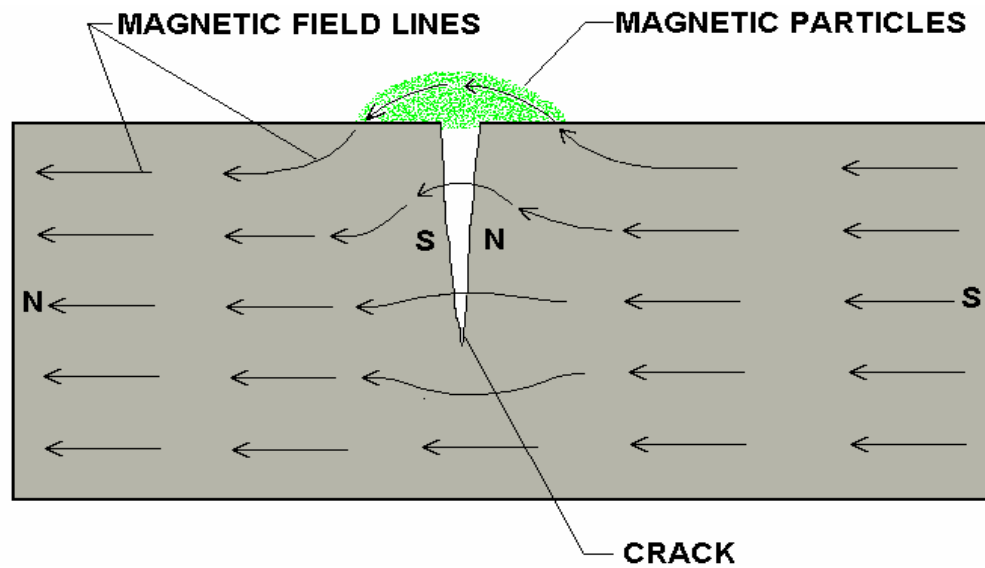
Podľa základného použitia skúšobného princípu ich môžeme rozdeliť na:

1. metóda rozptylových tokov – je založená na indikácii rozptylového magnetického indukčného toku, ktorý v magnetovanom materiály vzniká v mieste chyby ako dôsledok zvýšeného magnetického odporu.

Magnetické pole môžeme v mieste defektu indikovať:

- a.) magnetickou práškovou metódou
- b.) magnetografickým záznamom
- c.) indikáciou pomocou ferosondy

Kontrola kvality materiálov - Defektoskopia



2. metóda vírivých prúdov – je založená na stanovení fyzikálnych vlastností materiálu pomocou striedavého magnetického poľa. Ak prechádza striedavý magnetický tok telesom, indukuje sa v ňom elektromagnetická sila a vznikajú prúdy, ktoré nazývame vírivými prúdmi.

Základom metódy je, že hustota a rozloženie indukovaných vírivých prúdov v skúšanom telese závisí na fyzikálnych vlastnostiach a geometrii magnetovaného telesa.

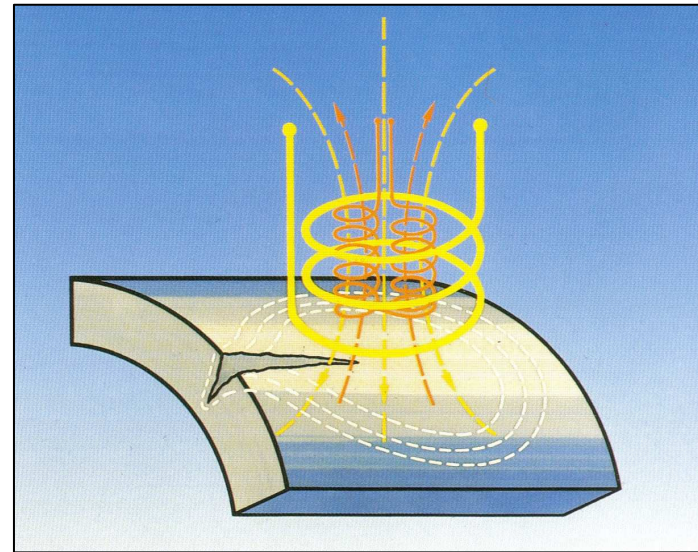
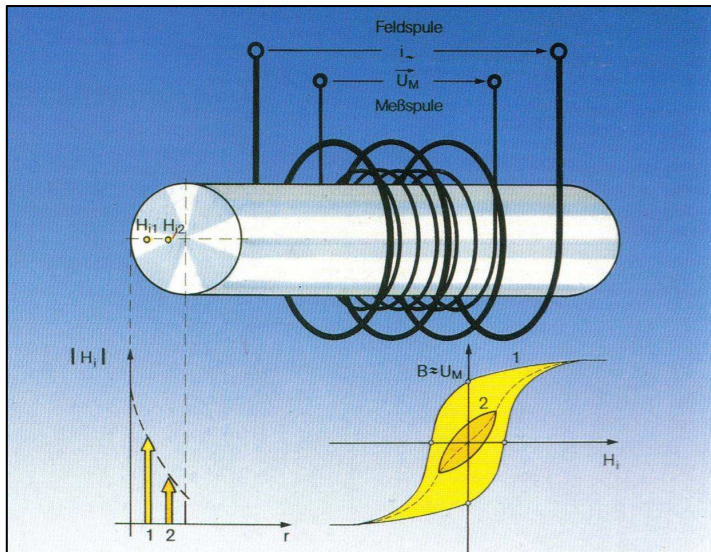
Vírivé prúdy v skúšanom telese sú indikované striedavým magnetickým poľom cievky pretekané striedavým prúdom.

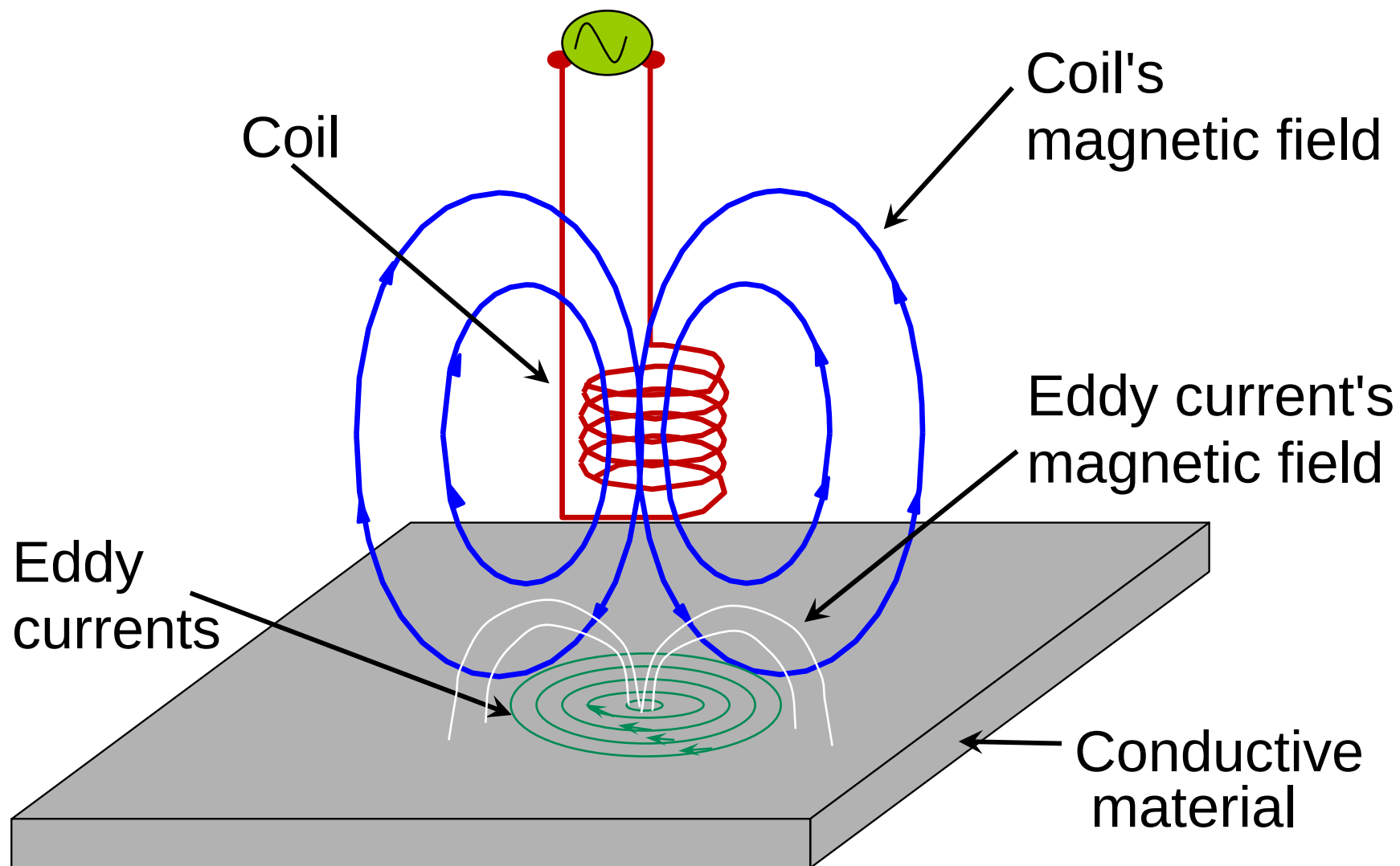
Pomocou magnetoinduktívnej metódy môžeme nedeštruktívne a veľmi rýchlo kontrolovať také vlastnosti materiálu ako je chemické zloženie, tvrdosť, pevnosť, štruktúra, elektrická vodivosť alebo permeabilita.

Základom prístrojovej konštrukcie sú budiace a snímacie cievky.

Podľa usporiadania snímacích cievok vzhľadom k vzorke rozoznávame dve metódy:

1. **metóda s prechádzajúcou cievkou**
2. **metóda s príložnou cievkou**





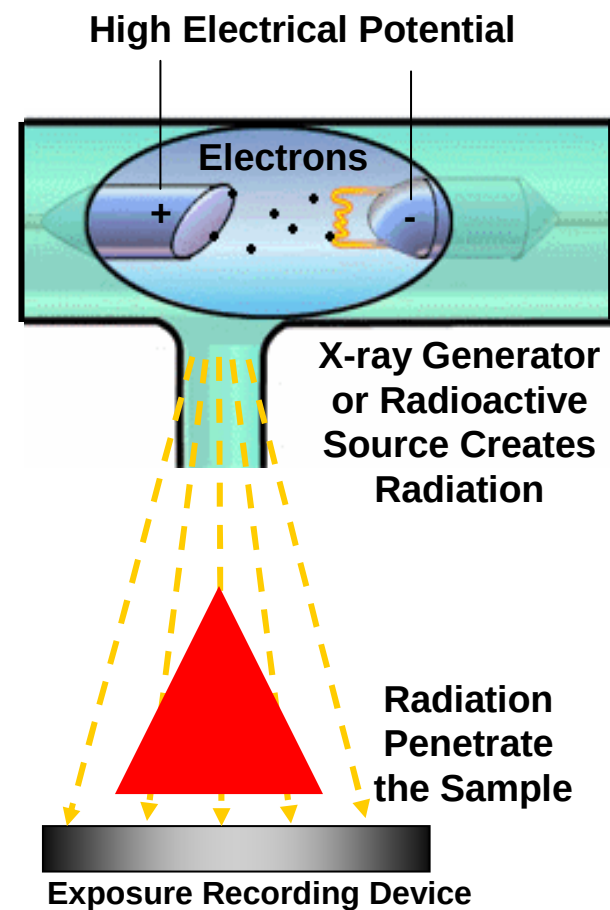
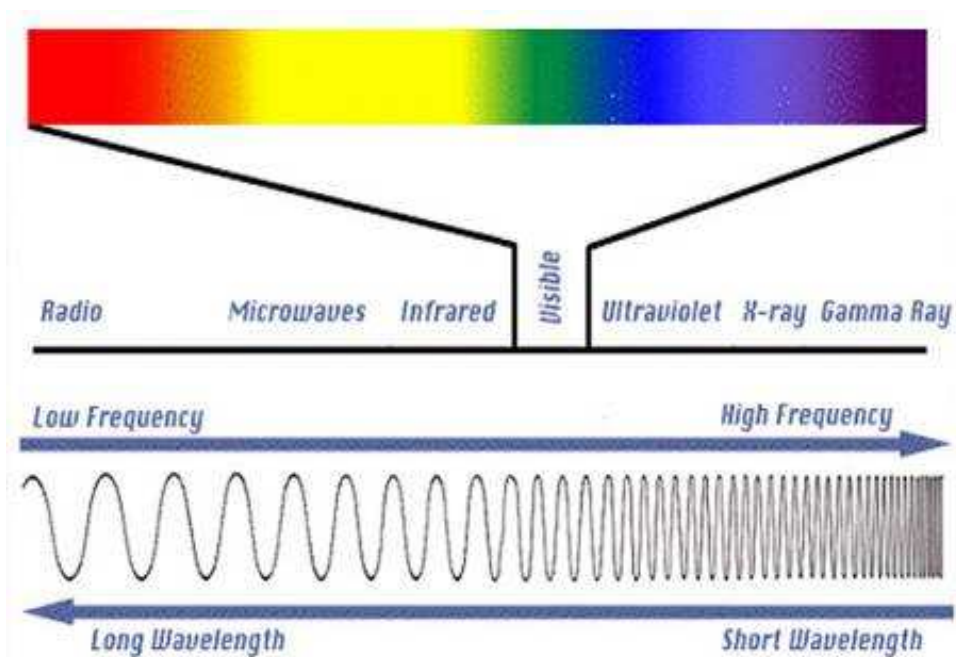
Skúšky na zisťovanie vnútorných väd

Skúšky prežarováním – využívajú fyzikálne vlastnosti ionizujúceho elektromagnetického žiarenia. Sú založené na zoslabení intenzity elektromagnetického žiarenia (s vhodnou vlnovou dĺžkou) pri prechode skúšaným materiálom.

Podľa druhu použitého žiarenia ich delíme na:

- a.) **röntgenová defektoskopia**
- b.) **gama defektoskopia**
- c.) **betatrónová defektoskopia**
- d.) **neutrónová defektoskopia**

Spektrá žiarenia

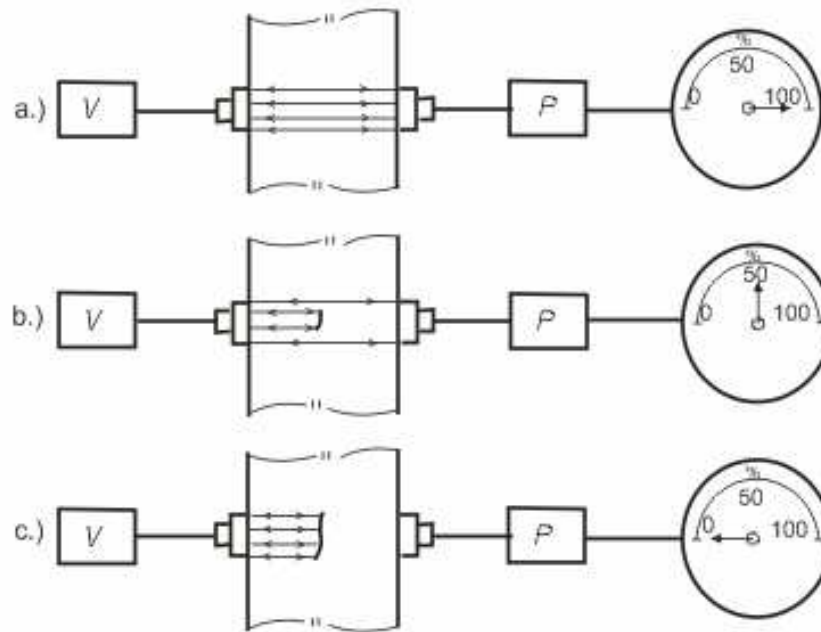


Skúšky ultrazvukové – využívajú schopnosť ultrazvuku priamočiaro prenikať aj veľmi hrubými vrstvami materiálu a schopnosť odrážať sa na rozhraní dvoch prostredí s rozdielnou špecifickou hustotou, čo sa prejaví aj zmenou rýchlosti šírenia **pozdlížnych** (longitudinal) alebo **priečných** (transverse) ultrazvukových vln.

Rozlišujeme defektoskopické ultrazvukové metódy:

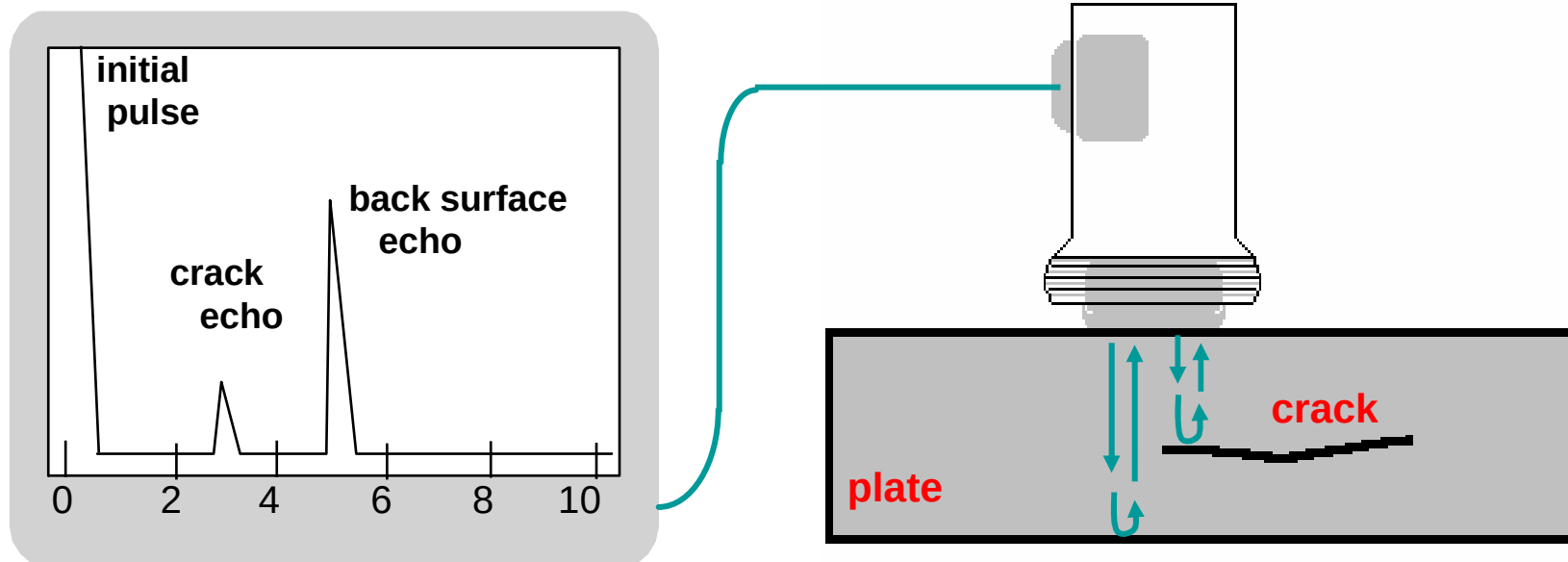
- a.) **metóda prechodová**
- b.) **metóda odrazová**
- c.) **metóda rezonančná**
- d.) **spektrometria**
- e.) **holografia – optická, akustická (ultrazvuková)**
- f.) **akustické emisie**
- g.) **metóda impedančná.**

PRECHODOVÁ METÓDA je najjednoduchšia metóda skúšania materiálu ultrazvukom. Je založená na meraní ultrazvukovej energie, ktorá prešla skúšaným predmetom.



V – vysielač, P – prijímač, a – materiál bez vady, b, c – materiál s vadou rôznej veľkosti

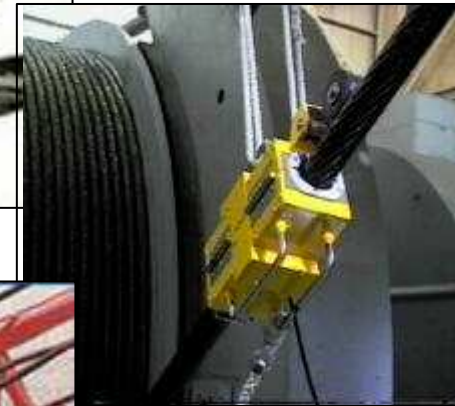
ODRAZOVÁ METÓDA je najrozšírenejšia metóda pri nedeštruktívnom skúšaní materiálu ultrazvukom. Je všestranne použiteľná a poskytuje najviac informácií o vyšetrovanom predmete, a to ako aj o jeho necelistvostiach, tak aj o štruktúre materiálu.



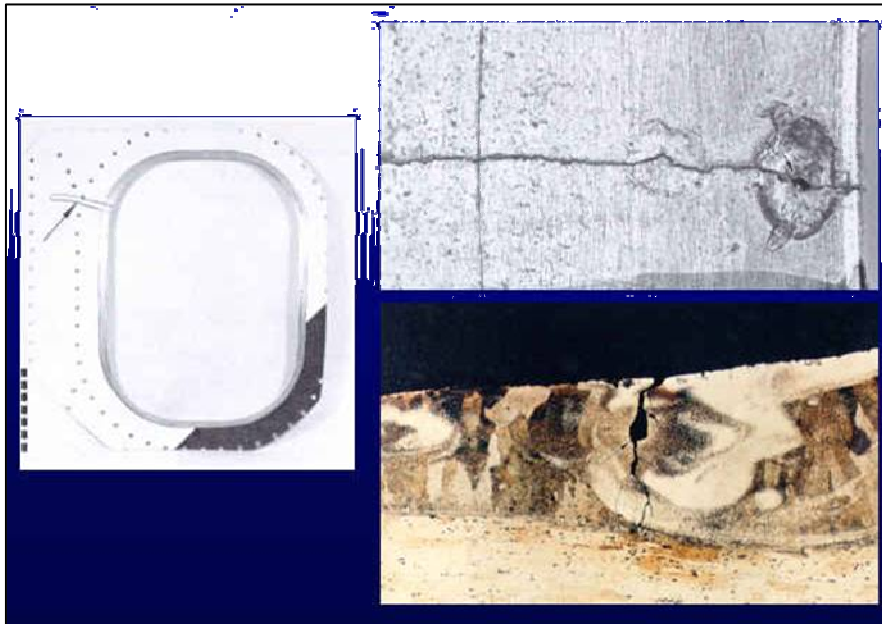
Kontrola kvality materiálov - Defektoskopia



Kontrola lán



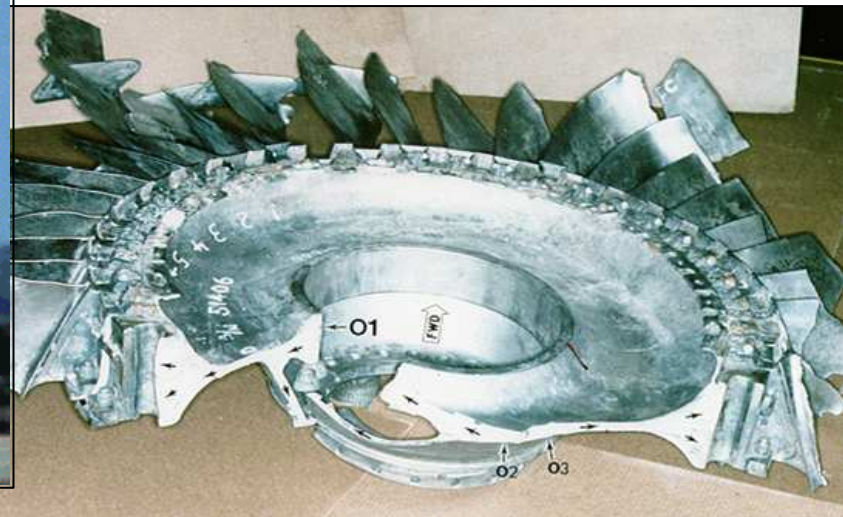
Kontrola draku lietadla



Kontrola leteckého motora



Havária medzinárodného letu 232 Sioux City, Iowa, July 19, 1989



- **USA majú 578,000 diaľničných mostov.**
- **Korózia, trhliny a iné poškodenia môžu ovplyvniť životnosť mosta.**
- **Zrútenie mostu Silver Bridge v 1967 malo za následok smrť 47 ľudí.**
- **Mosty sa vizuálne kontrolujú každé dva roky.**
- **Niektoré mosty su vybavené senzormy na akustickú emisiu, ktoré „počúvajú“ rast trhlín.**



Photo Courtesy of Physical Acoustics Corporations