

Nové nenormované NDT metódy pre skúšanie ocelových lán

Martin Marenčin¹, Jozef Krešák¹

Anotácia: V príspevku sa dozvieme, že nové, doposiaľ nenormované NDT metódy majú význam aj pri skúšaní ocelových lán. Práve pokrok v technike otvára možnosti detailnejšej analýzy za podstatne nižšieho obmedzenia prevádzky. V príspevku sú opísané súčasné metódy, ktoré sú súčasťou STN EN 473 a STN EN ISO 9712 a možnosti ich využitia.

KLúčové slová: NDT, skúšanie, ocelové lano, STN EN 473, STN EN ISO 9712

Nedeštruktívna kontrola kvality ocelového lana je jednou z možností kontroly lana počas prevádzky. Z normy STN EN 473 vyplýva, že nedeštruktívnu kontrolu lán možno vykonávať nasledujúcimi metódami:

- magnetická metóda prášková (MT),
- kapilárna metóda (PT),
- ultrazvuková metóda (UT),
- skúška vírivými prúdmi (ET),
- vizuálna kontrola (VT),
- skúška netesností (LT),
- skúška prežarováním (RT).[3]

V decembri 2012 bola publikovaná norma STN EN ISO 9712, ktorá nadobudla účinnosť od 1.1.2013 a hovorí o kvalifikácií a certifikácií pracovníkov nedeštruktívneho skúšania. V spomínanej norme pribudli nasledovné metódy:

- skúšanie akustickou emisiou (AT),
- infračervené termografické skúšanie (TT),
- tenzometrické skúšanie (ST).

V súčasnosti existuje viacero metód, ktoré sú zatiaľ v praxi chápané ako experimentálne metódy pri NDT skúšaní. Každá metóda má svoje výhody a je len otázkou času, kedy bude zahrnutá do STN normy a stane sa oficiálnou metódou.

Akustická emisia

Pri defektoskopickkej kontrole nepohyblivých lán vznikajú veľké problémy pri snímaní miesta ukotvenia výstupu lán z kotvení. Magnetizovanie daných miest a spôsob pohybu snímačej cievky v miestach kotvenia je problematický a sú pochybnosti o správnosti merania, pretože pri použití metódy magnetických rozptylových tokov v mieste výstupu lana z kotvenia je veľký rozmerový skok, tzv. osadenie. V takýchto miestach použitá metóda vyvoláva irelevantné indikácie.

Riešením jednej z výskumných úloh je vyvinutie defektoskopickkej metódy a prístroja pre kontrolu miest lanových konštrukcií v mieste kotvenia lana. Za týmto účelom bola upravená metóda merania modulu pružnosti oceľových lán pomocou akustického kmitania resp. vlnenia. Pri tejto metóde je využitá fyzikálna závislosť rýchlosti šírenia sa akustických vĺn v materiáloch na ich module pružnosti a mernej hmotnosti, ktorá je charakterizovaná vzťahom

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \text{ [ms}^{-1}\text{]}$$

E – modul pružnosti oceľového lana [MPa],

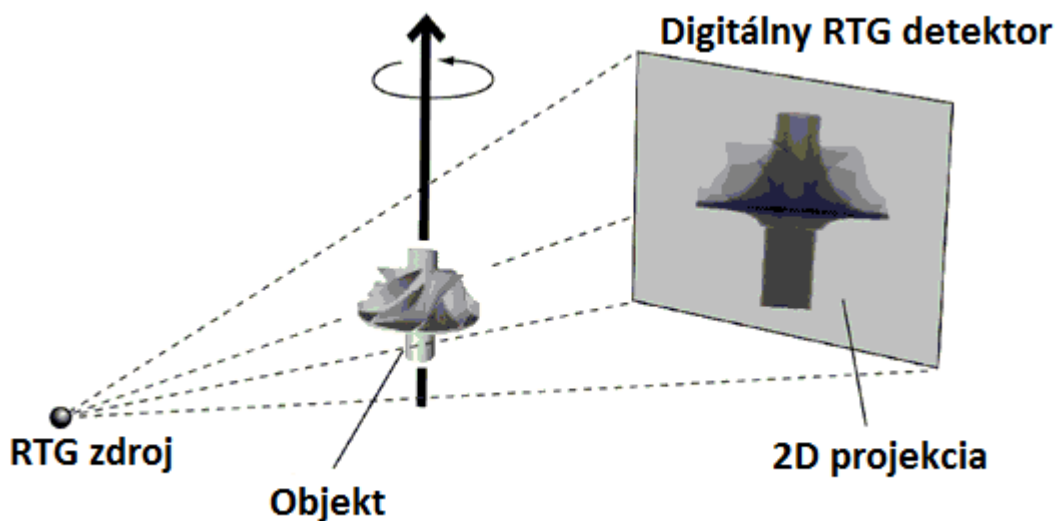
v – rýchlosť šírenia sa zvuku v prostredí [m/s],

ρ - merná hmotnosť prostredia [kgm⁻³]. **Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.**

Tomografia

Tomografia v technickej diagnostike má veľkú budúcnosť. Na základe získaných technických parametrov je zrejmé, že napriek využitiu počítača je tomograf veľmi pomalý. Aj najrýchlejší tomograf na svete vyhodnotí za osem hodín snímok dvojmetrového kusa dreva o priemere šesťdesiat centimetrov. Na základe vyššie uvedených poznatkov je vhodné rozvíjať vyhodnocovacie systémy tomografov za

predpokladu zníženia času vyhodnotenia tomografu. Vďaka tomografickému zobrazeniu bude možné absolútne presne špecifikovať stav kontrolovaného predmetu. Všetky metódy diagnostiky využívajú porovnávacie meranie. To znamená, že vždy musí byť vykonané prvotné meranie u ktorého sa predpokladá výborný technický stav sledovaného predmetu a následné merania len porovnávaním definujú technický stav predmetu. Tomograf odstráni potrebu prvotného merania. **Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.**



Obr. 1 Princíp tomografie [zdroj:[5]]

Vibrodiagnostika

Vibrodiagnostika je jednou z hlavných metód bezdemontážnej nedeštruktívnej diagnostiky. Vibrodiagnostické merania sú z princípu prevádzané za bežného chodu stroja alebo prevádzky bez obmedzenia výroby. Využíva vibrácie ako zdroj informácií pre stanovenie technického a prevádzkového stavu strojného zariadenia. Hlavným cieľom vibrodiagnostiky je odhaliť skutočný stav zariadenia a tým umožniť operatívne

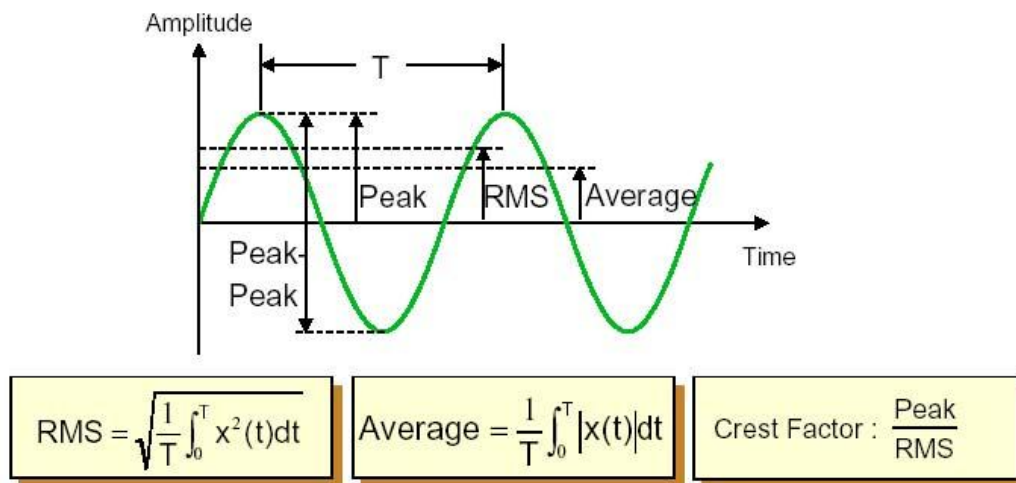
plánovanie údržby a minimalizovať zbytočné preventívne opravy a predchádzať havarijným odstávkam. [6] [9]

Vibrodiagnostika je založená na matematickom teoréme (Fourier), že každá periodická krivka môže byť určená ako súčet sínusových kriviek, ktoré sú harmonickými zložkami daného priebehu :

$$f(t) = A_0 + A_1 \sin(\omega t + \varphi_1) + A_2 \sin(\omega t + \varphi_2) + \dots \quad (1)$$

Základné veličiny, cez ktoré sa vyhodnocujú vibrodiagnostické merania sú:

- Maximálna hodnota (Peak)
- Peak – Peak
- Stredná hodnota (Average)
- Efektívna hodnota (RMS)

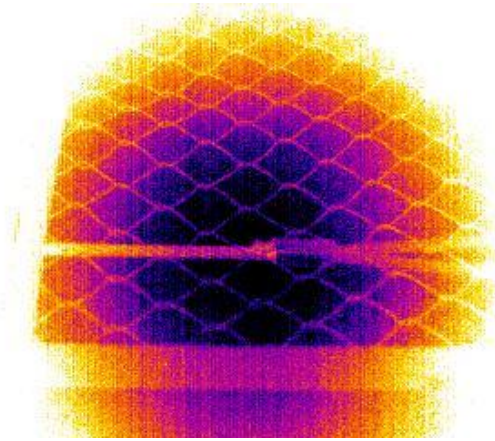


Obr. 2 Základné sledované veličiny pri vibrodiagnostike [zdroj:[5]]

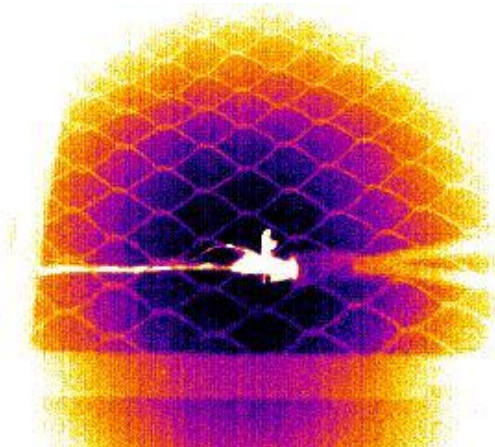
Termovízia

Infračervené žiarenie je jednou z nedeštruktívnych testovacích techník pre preventívnu a prediktívnu údržbu. IRT (Infra Red Thermography) získala svoju popularitu vďaka rôznym výhodám. Medzi hlavné výhody sa radí bezkontaktnosť,

jednoduchá interpretácia, veľké kontrolné pokrytie a tou najdôležitejšou je, že neobsahuje nebezpečné žiarenie. **Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.**



Obr. 3 Termogram oceľového lana pri záťaži 1433 MPa



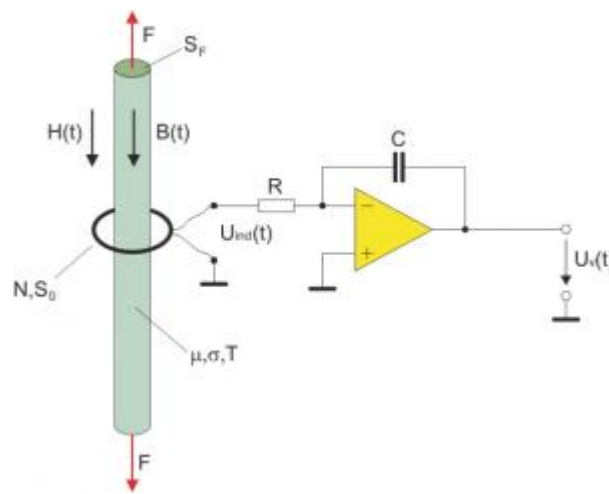
Obr. 4 Termogram oceľového lana pri záťaži 1478 MPa

Na vyššie uvedeních termogramoch je zdokumentovaná skúška oceľového lana pomocou termovíznej kamery. Podľa STN EN ISO 9712 je minimálny počet zhotovených obrázkov stanovený na 40 a personál zhotovujúci snímky musí prejsť minimálne 3 mesačnou priemyselnou praxou, aby spĺňal najnižší stupeň verifikácie 1. V momente pretrhnutia oceľového lana pri Obr. 5 je vidieť uvoľnenú energiu, ktorú pri Obr. 6 nebolo vidieť pričom rozdiel činí 45 MPa. Na proces zhotovenia snímky vplyva viacero kritérií ako teplota v miestnosti, teplota materiálu, tepelná citlivosť termovízneho zariadenia, rýchlosť ťahu trhacieho stroja, a podobne. Modernejšie zariadenie s vyššou citlivosťou by dokázalo včas upozorniť na pretrhnutie a tak včas upozorniť na nedostatky

v lane. Verifikovaním metódy sa zaoberá skúšobňa oceľových lán na Technickej Univerzite v Košiciach. Výsledky ukázali, že termovízia má veľký potenciál v technickej analýze a je otázkou času, kedy budú termovízne senzory dostatočne vhodné na včasnú indikáciu kritického namáhania aj pri oceľových lanách.

Magnetoelastický dynamometer DYNAMAG

Fyzikálny princíp meracej metódy, ktorú používa dynamometer DynaMag, je založený na magnetoelastickom jave, t.j. meraní zmien magnetických vlastností feromagnetických materiálov, ktoré sú spôsobené mechanickým namáhaním. Pri mechanickom namáhaní – tlaku, ťahu, torzie alebo ohybu dochádza k zmene tvaru hysteréznej slučky feromagnetického materiálu, z ktorej je možné určiť zmenu permeability, ktorá súvisí s pôsobiacim mechanickým napätím.



Obr. 7 Princíp magnetoelastického dynamometra DYNAMAG

Pri meraní pôsobí na meraný materiál vonkajšie magnetické pole vytvárané primárnou cievkou, ktorá je súčasťou magnetoelastického snímača a odozva materiálu na pôsobiace magnetické pole sa sníma sekundárnou cievkou snímača. Elektronické obvody meracej aparatury vyhodnotia zmeny magnetických vlastností a mikrokontrolér meracej aparatury prepočíta tieto zmeny na mechanické napätie alebo pôsobiacu silu.

Magnetoelastický snímač neobsahuje nijaké pohyblivé časti (z elektrického hľadiska je to transformátor a meraný prvok tvorí jadro transformátora), je robustnej konštrukcie, hermetický a nevadí mu prach, blato, otrasy, vibrácie, voda, ponorenie do slanej vody, voda pod tlakom, rádioaktívne žiarenie alebo chemikálií. Magnetoelastický dynamometer DynaMag umožňuje meranie mechanických napätí s rozlíšením pod 1MPa v náročných priemyselných podmienkach, kedy je použitie iných metód obmedzené alebo nemožné.[8]

Záver

Nové nenormované metódy prinášajú do technickej diagnostiky nový pohľad a možnosti pri analyzovaní materiálov. Kritéria na úsporu času, čo v praxi znamená úspora financií je dlhodobou rozhodujúcim prvkom. Práve nové metódy spĺňajú náročné kritéria, znižuje sa obslužná náročnosť a výsledkom tohto tvrdenia sú aj veľké kroky smerom dopredu pri vývoji meracej techniky. Vzorovým príkladom je termovízna technika, kde v súčasnosti dokážu najmodernejšie zariadenia snímať teplotu s citlivosťou pod 0,05°C a táto hranica nie je ani zďaleka pokorená.[4]

¹ Ing. Martin Marenčin, doc. Ing. Jozef Krešák, PhD., ÚLaPD, Fakulta BERG TU Košice, Park Komenského 14, Košice, e-mail: martin.marencin@tuke.sk, jozef.kresak@tuke.sk,

Literatúra :

- [1] Krešák,J., Kropuch S., Peterka P.: Testing methods of steel wire ropes at the anchor. Acta Montanistica Slovaca, Ročník 17 (2012), 3, 174-178
- [2] Krešák,J.: Diagnostika nepohyblivých oceľových lán. Habilitačná práca. Košice: FBERG TU, 2006. 36-44s
- [3] Norma STN EN ISO 12927.
- [4] <http://www.flir.com/cs/emea/en/view/?id=41372<0.05°C>
- [5] <http://www.xviewct.com/computed-tomography-technology/how-ct-works>
- [6] <http://www.diagnostikastroju.cz/vibrodiagnostika.php>
- [7] Norma STN EN ISO 9712
- [8] <http://www.dynamag.com/>
- [9] www.cdm.cas.cz/czech/hora/vyuka/tdk/sem2006/VD_JANDOVA.ppt