

METODY AKTIVNÍ TERMOGRAFIE PRO PREDIKTIVNÍ ÚDRŽBU ENERGETICKÝCH ZAŘÍZENÍ

ACTIVE THERMOGRAPHY METHODS FOR PREDICTIVE MAINTENANCE OF POWER EQUIPMENT

Michal Švantner, Lukáš Muzika, Jiří Skála a Jiří Tesař

Západočeská univerzita v Plzni

Abstrakt

CZ: V příspěvku je představena aktivní termografie a její metody. Její možnosti využití jsou ukázány na příkladu inspekce ocelových stěn a příkladu hodnocení součástí při cyklickém zatížení. Jsou představeny možnosti využití lock-in a step/transient termografie s buzením pomocí halogenových lamp pro inspekci korozního úbytku ocelových stěn. Na druhém příkladu jsou ukázány možnosti využití termografie s rozšířeným vyhodnocením pomocí Fourierovy analýzy pro detekci poškození součástí při cyklickém zatížení.

EN: Active thermography and its approaches are introduced in this contribution. Possibilities of active thermography are demonstrated on two examples – inspection of steel walls and inspection of components at cyclic loading. Example of an inspection of a corrosion loss at rear side of steel walls by halogen lock-in and step/transient thermography is presented. Second example shows possibilities of thermography with an advanced evaluation using Fourier analysis for a damage inspection of a component under cyclic loading.

Aktivní termografie - úvod

Aktivní termografie je metoda infračerveného nedestruktivního testování (IRNDT), která využívá externího buzení zkoušené součásti. Buzení způsobí tepelný proces, který je defekty nebo tepelně-mechanickými procesy v součásti ovlivněn. To způsobí tepelnou odezvu součásti, kterou lze sledovat pomocí termografického měření. Následnou analýzou této odezvy pak lze zjišťovat výskyt defektů, materiálových nehomogenit nebo lokalizace probíhajících tepelně-mechanických dějů v blízkosti povrchu testované součásti. Standardními metodami IRNDT [1,2] jsou zejména externí buzení pomocí pulzních, periodických nebo skokových zdrojů ve spojení s vyhodnocením pomocí pokročilých metod, jako je např. pulse-phase nebo lock-in termografie. Specifické aplikace pak využívají metod interního buzení. Jedná se např. o metody excitace pomocí ultrazvuku nebo mechanického namáhání pro TSR analýzu (termografickou analýzu tepelně-mechanických jevů) nebo pro termografickou analýzu únavových vlastností [3].

Příklady využití termografické inspekce

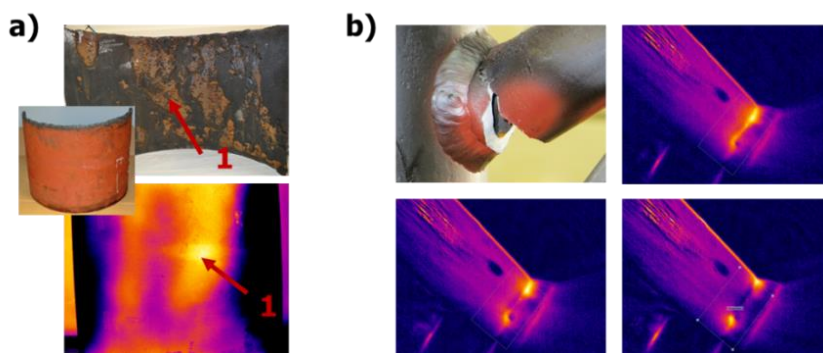
V provozech energetických zařízení se vyskytují případy, kdy vlivem prostředí dochází ke korozi na skryté straně ocelových stěn. Jedná se např. o vnitřní části potrubí nebo ocelové výstelky. Korozní napadení může v dlouhodobém horizontu vést k masivnímu úbytku tloušťky stěn, proto je z bezpečnostních i technologických důvodů nutné provádět pravidelnou kontrolu takových zařízení. Standardní defektoskopické metody, např. ultrazvuk, nabízejí dostatečnou přesnost měření, umožňují ale zejména lokální analýzy. Provedené testy prokázaly, že v některých případech je možné využít termografické techniky k plošné analýze úbytku tloušťky ocelových stěn. Pro tyto analýzy se hodí zejména lock-in nebo step/transient termografie s buzením pomocí halogenových lamp, které nabízí dostatečnou flexibilitu použití při potřebném výkonu budicího zdroje (jsou ovšem publikovány i příspěvky popisující využití flash-pulse metod). Na obr. 1 a) je ukázán příklad výsledků IRNDT inspekce (tzv. defektogram) při buzení halogenovou lampou a použití step/transient analýzy na vzorku

ocelové trubky o tloušťce 10 mm s výrazným úbytkem tloušťky, který v některých místech dosahuje až 50 % původní tloušťky stěny.

Termografická analýza součástí při cyklickém zatížení má uplatnění v případech laboratorních i technologických únavových testů (RIFT – Rapid Infrared Fatigue Testing), kdy je materiál namáhán pod mezí kluzu a sleduje se vliv procesu na jeho dlouhodobou tepelnou odezvu. Druhou skupinou využití jsou aplikace, kdy se zkoumá okamžité tepelně mechanické chování materiálu. Při těchto testech se sleduje intenzita a lokalizace tepelné odezvy v důsledku okamžitých mechanických procesů, zejména plastické deformace. Tyto testy lze využít např. pro technologické zkoušky nebo pro dlouhodobé sledování cyklicky namáhaných součástí. Na obr. 1 b) jsou ukázány defektogramy z termovizní inspekce cyklicky namáhané svařené součásti. Pro vyhodnocení byly v tomto případě využity některé postupy pulse-phase termografie s amplitudovým vyhodnocením. Na defektogramech je pak jasně patrné místo s lokalizací plastické deformace, kde následně došlo k vytvoření a postupnému rozvoji trhliny.

Závěr

V příspěvku byly představeny metody aktivní termografie – infračerveného nedestruktivního testování a ukázány možnosti jejich využití pro inspekci energetických zařízení. Příklady ukazují, že i přes některé obecné nevýhody termografie může být termografické testování s využitím pokročilých metod vyhodnocení užitečným diagnostickým nástrojem, zejména díky své bezkontaktní povaze a možnostem plošného zobrazení. To se jeví jako zásadní výhoda hlavně v případech, kde není předem známá poloha defektu a uplatnění lokálních metod inspekce je tak komplikované.



Obr. 1: Příklady defektogramů termografické analýzy: a) inspekce korozního úbytku na vnitřní straně ocelových stěn, b) rozvoj trhliny při cyklickém zatížení součásti.

Literatura

- [1] X. P. V. Maldague (2001), *Theory and practice of infrared technology for nondestructive testing*. Wiley
- [2] R. Usamentiaga, P. Venegas, J. Guerediaga, L. Vega, J. Molleda, and F. G. Bulnes (2014), “*Infrared Thermography for Temperature Measurement and Non-Destructive Testing*,” *Sensors*, vol. 14, no. 7, pp. 12305–12348,.
- [3] G. La Rosa and A. Risitano (2000), “*Thermographic methodology for rapid determination of the fatigue limit of materials and mechanical components*,” *Int. J. Fatigue*, vol. 22, no. 1, pp. 65–73.