



VZDÁLENÉ MONITOROVÁNÍ AE - PROSTŘEDEK VČASNÉHO VAROVÁNÍ PŘED KOLAPSEM KONSTRUKCE

REMOTE AE MONITORING - A TOOL FOR EARLY WARNING OF STRUCTURE COLLAPSE

Zdeněk PŘEVOROVSKÝ, Milan CHLADA, Josef KROFTA

Institute of Thermomechanics AS CR, v.v.i.

zp@it.cas.cz

Abstrakt

Monitorování akustické emise (AE) jako součást SHM systému namáhané konstrukce umožňuje detekci výskytu rozvíjejících se defektů a jejich dostatečně přesnou lokalizaci přímo v reálném čase. Včasně varování na základě analýzy emisní aktivity a hodnocení jejich zdrojů může často zabránit havárii sledované konstrukce ať již v důsledku náhlého lomu či plastického kolapsu některé důležité součásti. V příspěvku jsou diskutovány dva modelové případy dokládající význam a praktické možnosti včasného varování před blížícím se kolapsem na základě AE. V prvním případě byla cyklicky namáhaná, 9 snímači AE osazená část nosné pásnice křídla letounu, s umělou zárodečnou trhlinou pod jedním nýtem. Snímače byly připojeny k analyzátoru AE DAKEL-XEDO. Při monitorování AE ze vzdálenosti 200 km od místa zkoušky, realizovaném prostřednictvím internetového propojení s řídicím počítačem analyzátoru, byla algoritmem neuronových sítí na vzdáleném počítači lokalizována další kritická vada, odlišná od původní trhliny. Tato skrytá trhlina byla na základě varování opticky odhalena až více než týden (cca 180000 cyklů) poté, co byl její růst signalizován AE. Únavová zkouška byla v důsledku této neočekávané závady přerušena a testovaný díl musel být opraven. Vzdálené monitorování a lokalizace zdroje AE při vzniku a růstu nové trhliny se uskutečnilo pomocí internetové služby "LogMeIn", která umožňuje snadný a bezpečný vzdálený přístup k počítači prostřednictvím webového prohlížeče odkudkoli. Bezpečnost přenášených údajů zajišťuje 256-bitové SSL šifrování, podpora RSA SecurID a duální ověření uživatele. Reakce analyzátoru AE na vzdálené řízení je při přenosové rychlosti 100 Mbit/s prakticky okamžitá a ukázalo se, že při propojení více analyzátorů AE lokální sítí, lze prostřednictvím vzdálené obsluhy vyhodnocovat kritičnost emisních zdrojů při několika současně probíhajících testech různých konstrukčních dílů najednou. Podobné zkušenosti byly získány i ve druhém případě, při zatěžovací zkoušce modelového střešního nosníku, osazeného 6 snímači AE. Při konstantní rychlosti nárůstu zatěžné síly (simulace padajícího sněhu na střešní konstrukci budovy) upozornil prudký nárůst emisní aktivity na blížící se nebezpečí plastického kolapsu a zastavil zkoušku s dostatečně velkým předstihem před další etapou zatěžování, končící náhlou celkovou ztrátou stability modelové střešní konstrukce. Výsledky obou diskutovaných zkoušek ilustrují význam kontinuálního monitorování AE jako součást SHM systémů.

Klíčová slova: SHM, NDT, akustická emise, vzdálené monitorování prostřednictvím internetu, lokalizace defektů.

Poděkování: Práce vznikla za podpory grantů MPO ČR č. FR-TI1/274 a FR-TI1/198

Abstract

Acoustic emission (AE) as a part of a Structural Health Monitoring (SHM) system of stressed structure enables detection of developing defects and their relatively precise localization in real time. Early warning based on AE activity analysis and AE sources evaluation can often prevent breakdown of monitored structure, caused as by sudden fracture as plastic collapse of some important structure part. This paper deals with two model tests, supporting significance and practical potential of early warning based on remote AE monitoring. The first case was cyclic loading of an aircraft wing flange equipped with 9 AE sensors connected to DAL-XEDO AE analyzer. The tested flange was artificially pre-cracked at one rivet hole. AE was remotely monitored at a place 200 km far from the test. During the fatigue test, an additional crack different from the original one has been localized by AE with the use of an artificial neural network algorithm. This second crack was optically disclosed after AE warning a week later (after approx. 180000 cycles). The fatigue test was then stopped and tested part was repaired. The remote AE monitoring was realized with the aid of an Internet service "LogMeIn", which allows easy and secure remote access to the AE analyzer control computer through the web browser from anywhere. Data transfer security is provided with 256-bit SSL encryption, supported by RSA SecurID and dual user authentication. AE analyzer reaction on remote control at 100Mbit transfer rate is practically instantaneous. It has been shown, that LAN interconnection of several AE analyzers allows for critical AE sources evaluation during more simultaneously running tests of various structural parts. Similar experiences were acquired also in the second case, during the tests of model roof beam equipped by 6 AE sensors, and loaded by constantly growing force, which simulated the snow dropping on a building roof. The sharp AE activity growth signalized forthcoming plastic collapse and stopped the beam loading test early enough before the next loading period resulted in sudden gross stability collapse of the whole structure. Results of both tests supported importance of continuous AE monitoring in SHM systems.

Keywords: SHM, NDT, acoustic emission, remote monitoring through Internet, defect localization.

Acknowledgements: This work is supported by the Czech Ministry for Industry and Trade under projects No. FR-TI1/274 and FR-TI1/198.