



MONITOROVÁNÍ VÝZTUŽÍ ŽELEZOBETONOVÝCH A PŘEDPJATÝCH KONSTRUKCÍ METODOU AKUSTICKÉ EMISE

Zpracoval: Ing. Jiří Jedlička (Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.)

Souhrn

V rámci řešení byla zpracována rozsáhlá rešerše literatury týkající se dané problematiky. Byla sestavena aparatura pro měření akustické emise, která je v současné době čtyřkanálová, upravená pro potřeby měření v terénu. Při činnostech se vycházelo z Technických podmínek MD s názvem Diagnostický průzkum mostů PK, postupy monitorování a vyhodnocení koroze výztuží v betonu metodou akustické emise.

Oblast použití

Tato metoda, resp. její zdokonalování přispěje k dokonalejší diagnostice výztuží železobetonových konstrukcí a tím může zjednodušit rozhodovací procesy správcům komunikací.

Metodika a postup řešení

Stěžejní činností bylo sestavení měřicí aparatury. V první řadě bylo nutné stanovit požadavky na její kvalitu.

- 1) snímač (např. piezoelektrický) pro frekvenční rozsah 2 kHz až 1 MHz – je možné řešení se dvěma snímači s překrývajícími se pásmy,
- 2) předzesilovač - signál ze snímače bude buď ve snímači nebo mimo něj předzesílen o 20 až 40 dB,
- 3) zesilovač – předzesílený signál bude dále zesílen zesilovačem s možností zesílení 0 – 100 dB a filtrován s nastavitelnou šířkou propouštěcího pásma (např. 30 kHz – 300 kHz v několika krocích pro horní i spodní propust), strmost filtru by měla být min. 18 dB na oktávu,
- 4) vzorkování – signál ze snímačů po zesílení a filtrování již dosahuje napětíovou úroveň vhodnou k dalšímu zpracování vzorkovačem. Parametry vzorkovače:
 - vzorkovací kmitočet min. 2 MHz (nejlépe 10 MHz),
 - rozlišením min. 8 bitů (256 úrovní),
 - paměť navzorkovaných dat min. 16 MB na kanál,

- externí i interní spouštění s nastavitelnou úrovní spouštění,
 - přepínatelná vstupní citlivost kanálu 0,1 až 20 V,
 - možnost nastavení offsetu v celém napětíovém pásmu,
 - ochrana vstupních obvodů proti přetížení.
- 5) vyhodnocovací software
 - musí být otevřený (lze snadno konfigurovat),
 - musí umět řídit vzorkovací kartu (nastavení počátečních a triggerovacích podmínek, sejmutí naměřených dat z karty, okamžité uložení do paměti a na disk atd.),
 - musí umožňovat ring down (spočítat počet překmitů nad zvolenou úrovní),
 - následné vyhodnocení dalších AE událostí,
 - provedení frekvenční analýzy sejmutého signálu (vybrané části),
 - grafické zobrazení signálu a frekvenčního spektra.
 - 6) připojení karty na PC provedeno některým z moderních způsobů – PCI slot, USB, ethernet,
 - 7) pro laboratorní testování je nutné zajistit komunikaci mezi PC a zkušebním lisem (RS 232, IMS 2, popř. rozšíření PC o kartu A/D převodníku – měří výstupní napětí lisu, které je úměrné vyvozanému tlaku)
 - možnost dálkového startu/zastavení zvyšování tlaku lisu,
 - získání údajů o čase a okamžité síle lisu.

Následně byl stanoven postup měření. Byly provedeny kalibrační měření a poté i terénní měření.

Výsledky

Laboratorní měření byla zaměřena na studium korelace akustického signálu s korozí výztuže. Analyzován byl jednak signál odezvy na budící impuls a dále signály akustické emise snímané během zatěžování vzorků v tahu za ohybu. V první etapě byla sledována korelace frekvenčních spekter odezvy na budící impuls nezabudované výztuže a to jak nezkorodované, tak i částečně zkorodované. Z výsledků měření byl patrný posun výrazných

frekvenčních složek do pásma nižších frekvencí v případě částečně zkorodované výztuže. Laboratorní měření prokázala korelaci změn ve frekvenčních spektrech se strukturálními změnami vyvolanými korozi výztuže. Dobré korelace bylo dosaženo zejména v případě sledování postupující koroze opakovanými měřeními na atypických vzorcích. Byla zkompletována čtyřkanálová sestava pro měření parametrů akustické emise s možností kontinuálního záznamu signálu AE. Sestava byla doplněna komponenty nutnými pro měření v terénu, včetně zdroje elektrické energie - elektrocentrály

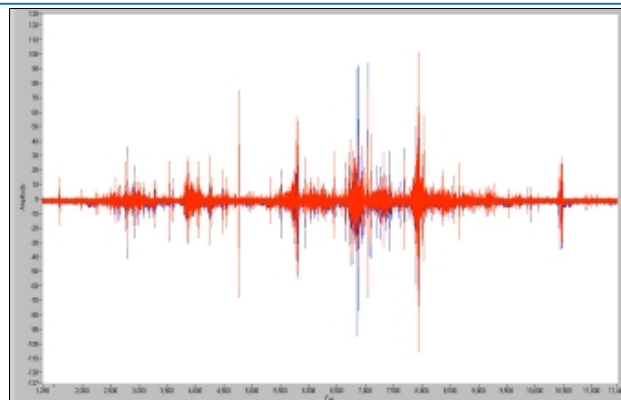
Měření proběhlo na objektech:

- most 38-062 Havlíčkův Brod (nosníky typu I73 – 10 ks, uloženy na ocelových ložiscích – měřeno před a po rekonstrukci - zvedání mostu, nosníky zůstaly zachovány),
- most 50-017 za obcí Vícemilice (monolitický trámový most o jednom poli, 6 podélných deskových trámů uložených na ocelových ložiscích, na třech místech ztuženy příčnickami),
- most 33834-1 Klucké Chvalovice (monolitický vetknutý trámový most o jednom poli se 4 podélnými deskovými trámy).

Rozložení snímačů je patrné z obr. 1. Charakteristický časový průběh signálu je znázorněn na obr. 2.



Obr. 1 Rozložení snímačů.



Obr. 2 Časový průběh signálu.

Závěr

Provedená laboratorní měření prokázala korelaci změn ve frekvenčních spektrech se strukturálními změnami vyvolanými korozi výztuže. Při měření mostů složených z nosníků KA a I73 nebyl zjištěn žádný předpjatý nosník, jehož výztuž by byla z hlediska korozního napadení v takovém stavu, aby se projevil výrazné rozdíly při měření těchto nosníků metodou akustické emise. Získané poznatky z přípravy, postupu měření a způsobu vyhodnocení měření byly shrnuty do základních bodů měření metodou AE pro zjišťování stavu ocelové výztuže mostních konstrukcí.

Literatura

- [1] ČSN EN 1330-10 (01 5005) Nedestruktivní zkoušení – Terminologie - Termíny používané při vizuální kontrole.
- [2] ČSN EN 13477-1 (01 7090) Nedestruktivní zkoušení – Akustická emise - Charakterizace přístrojů - Část 1: Popis přístrojů.
- [3] ČSN EN 13477-2 (01 7090) Nedestruktivní zkoušení – Akustická emise - Charakterizace přístrojů - Část 2: Ověřování pracovní charakteristiky.
- [4] ČSN EN 13554 (01 5081) Nedestruktivní zkoušení – Akustická emise - Všeobecné zásady.
- [5] ČSN EN 473 (01 5004) Nedestruktivní zkoušení - Kvalifikace a certifikace pracovníků nedestruktivního zkoušení - Všeobecné zásady.