
MONITORING OF CORROSION ATTACK BY MEANS OF NDT METHOD - ACOUSTIC EMISSION

Tlačbaba J., Černý M.

Department of Engineering and Automobile Transport, Faculty of Agronomy, Mendel University in Brno, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic

E-mail: xtlacbab@node.mendelu.cz, michalc@mendelu.cz

ABSTRACT

Acoustic emission (AE) is a non-destructive testing of materials and is one of the most advanced in this area. Non-destructive testing is one of the technical inspection of surface and internal defects of the material without breaking the structure. NDT methods can be localized damage to the structure of different mechanisms. The term acoustic emission we find the position, which is currently in the material, where the voltage generated waves, which spread the material. Scanning acoustic emission signals can be localized corrosion degradation of materials exposed to building materials or components. AE method allows spot checks and continuous monitoring. Appropriate deployment of sensors on the material, appropriate software and equipment used for process control in real time, and for rapid localization of damage.

Key words: AE, monitoring, NDT, corrosion

ÚVOD

Akustická emise (AE) patří mezi metody nedestruktivního testování materiálu je jedním z nejmodernějších odvětví v tomto oboru. Nedestruktivní defektoskopie patří mezi technickou kontrolu povrchů a vnitřních vad v materiálu bez porušení jejich struktury. Metodami NDT je možné lokalizovat poškození konstrukcí různými mechanismy. Pojem akustická emise detekuje děj, který probíhá aktuálně uvnitř materiálu, kdy vznikají napěťové vlny, které se šíří materiálem.

Snímáním signálů akustické emise je možné lokalizovat korozní degradaci materiálu zatěžované konstrukce či součásti. Metoda AE umožňuje jak náhodné kontroly, tak i souvislý monitoring. Vhodné rozmístění snímačů na materiálu, příslušný software a vybavení slouží pro efektivní kontrolu v reálném čase a i rychlou lokalizaci poškození materiálu.

Výsledky snímání signálu AE mohou informovat o existenci poruchy, její intenzitě a lokalizaci místa porušení materiálu.

Předkládaná práce se zaměřuje právě na lokalizaci zdroje koroze a rozvoje korozní degradace ocelového materiálu využitím metody AE. Jejím cílem je potvrzení možností monitoringu korozní aktivity zmíněnou NDT metodou.

MATERIÁL A METODIKA

Zkušební zařízení

K získání potřebných dat pro lokalizaci akustické emise na experimentální ocelové desce byl užit analyzátor akustické emise Dakel Xedo (viz. Obr. 1) v konfiguraci s čtyřmi měřicími kanály. Systém Daemon (hardwarová část „Xedo“ + softwarová část "Daemon"), je moderní a výkonné zařízení pro měření a vyhodnocení parametrů akustické emise, které umožňuje i měření jiných fyzikálních veličin. Vhodnou kombinací měřících kanálových jednotek AE a jednotek pro měření napětí je možné sestavit konfiguraci vyhovujícím požadavkům celé řady aplikací. Zařízení Dakel Xedo nachází uplatnění jako monitorovací systém AE a jeho externích parametrů (tlak, teplota, frekvence, apod.) a rovněž jako měřicí systém napěťových veličin [1].



Obr. 1 Analyzátor akustické emise Dakel Xedo

Materiál

Vybraný materiál je konstrukční ocel 11 375 obvyklé jakosti vhodná ke svařování. Tento materiál byl vybrán jak z ekonomického hlediska, tak i z pohledu korozivní degradace vzorku. 11 375 je klasický materiál, který se vyskytuje nejčastěji v technické praxi (mosty, konstrukce nosné, podpůrné apod.)

Před vlastním měření byly odebrány měřené vzorky ze zkoumaného materiálu o rozměrech 200 x 2 000 mm. Bylo vytvořeno pět vzorků podle, kterých se bude určovat agresivita korozního prostředí.

- 1 vzorek 10% roztoku průmyslové soli
- 2 vzorek 20% roztok kyseliny šťavelové,
- 3 vzorek 20% hydroxidu sodného
- 4 vzorek pouze voda

Vzorky byly umístěny v kádinkách s určenými koncentracemi jednotlivých látek uvedenými výše. Vzorky byly vystaveny sedmi dennímu působení prostředí, kde došlo k viditelnému korozi materiálu.

Rozmístění snímačů na zkoumaném materiálu je stanoveno tak, aby bylo zohledněno šíření šumu materiálem. Celý zkoumaný materiál byl rozdělen sítí po 100 mm, tak, aby byla znázorněna vzdálenost mezi snímači. U zdroje koroze byl umístěn referenční snímač (bod 1), který ukazuje intenzitu a velikost akustické signálu v materiálu u zdroje korozní aktivity. Další snímač (bod 5)

identifikuje částečný úbytek signálu, kdy tento signál se ztrácí v materiálu. Snímač (bod 4) je umístěn v nejdálkovéjší pozici od zdroje koroze a tak tento snímač bude ukazovat v systému Dakel Xedo nejmenší intenzitu akustického signálu.



Obr.2 Zkušební vzorek

Metodika

Měření se uskutečnilo v laboratoři Fakulty strojního inženýrství Vysokého učení technického v Brně. Laboratoř je vybavena laboratorním systémem Daemon. Tento systém slouží pro vyhodnocování parametrů akustické emise, ale i k měření dalších fyzikálních veličin. Kombinací měřících kanálových jednotek AE a dalších jednotek pro měření napětí, lze sestavit celé řady aplikací.

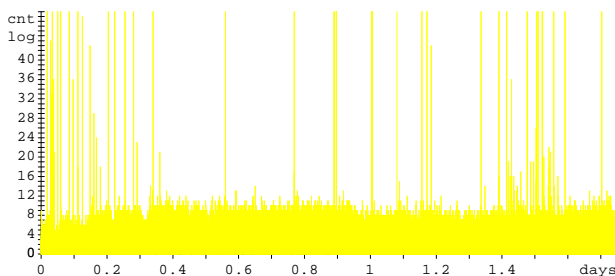
Zařízení Daemon nachází uplatnění jako monitorovací systém AE a jeho externích parametrů (tlak, teplota, apod.) a rovněž jako měřící systém napěťových veličin. Měřící jednotky systému jsou řazeny do měřících rámců - boxů, kde jsou spolu s komunikačními jednotkami připojeny na společnou sběrnici. Standardní komunikační rozhraní ethernet 10Base2 umožňuje propojení libovolného počtu boxů s libovolným počtem počítačů. Z komponentů zařízení tak lze sestavit jak malé laboratorní přístroje, tak rozsáhlé průmyslové diagnostické systémy. Snímače systému jsou schopny plnit také funkci vysílačů/budičů a systém Daemon může být vybaven i elektronickým generátorem vhodných pulsů pro simulaci emisních událostí. Je umožněná jednoduchá kontrola funkce snímačů a autokalibrace zařízení. Největší předností systému Daemon je to, že kromě hodnocení klasických parametrů AE umožňuje rovněž vzorkování signálů na každém kanálu. [2]

Snímače mají stejnou charakteristiku to znamená, že snímače jsou nastaveny na stejnou úroveň měření. Snímače jsou na zkoumaný materiál připevněny integrovaný magnetem, který neovlivňuje

měření. Na dotykovou plochu snímače je nanášena AE pasta, která slouží pro lepší přenos signálu z materiálu na zabudovaný snímač.

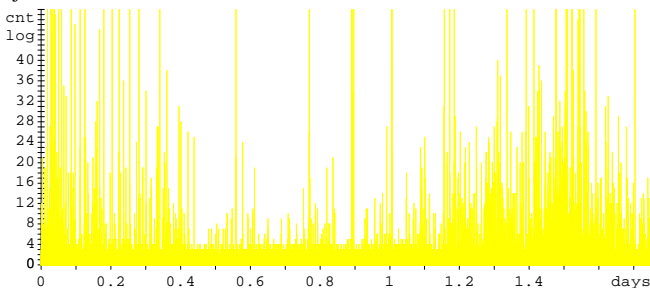
Experimentální část 1. probíhala dva dny a jsou pořízené následující data. Měřený vzorek byl vložen do 10% roztoku soli, který podléhal korozní degradaci.

VÝSLEDKY A DISKUZE



Obr. 3 4 hladina pozice 4

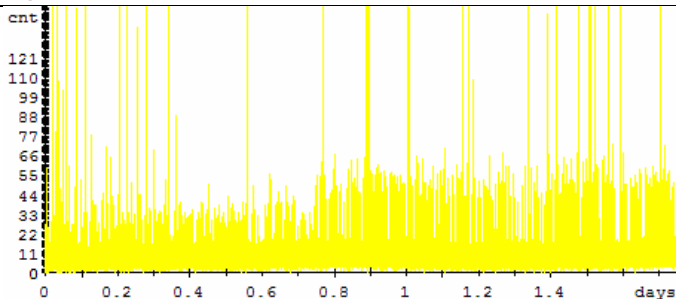
Experimentální část 1. na obr. 3 je vybrána jedna hladina ze šestnácti, která znázorňuje množství překmitů. Vysoké špičky jsou rázy, které vznikaly v měřící budově. Pro korozi platí hodnoty mezi 0 - 10 000 překmitech přes nastavenou mez. Zde je znázorněno, že koroze neprobíhá náhle, ale pozvolně jak je názorně vidět na obrázku.



Obr. 4 4 hladina pozice 2

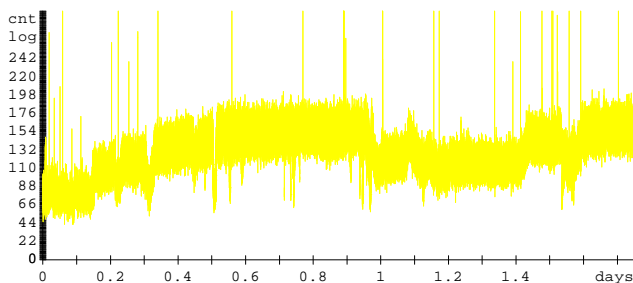
Obr. 4 Je možné sledovat nárůst překmitů z důsledku přiblížení se ke zdroji koroze

V důsledku posunu snímačů ke korozně exponované části desky se zvyšovala aktivita na jednotlivých hladinách i jejich aktivace z tří hladin, až po pět v blízkosti degradovaného materiálu.



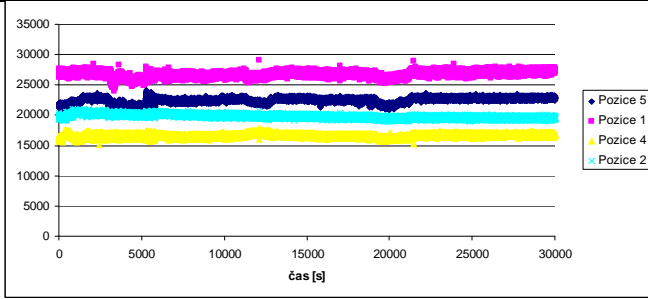
Obr. 5 4 hladina pozice 5

Obr. 5 Při přiblížení ke zdroji korozí dochází jak ke zvýšení počtu událostí z 0 – 55 000 tak i zvýšení intenzity šumu



Obr. 6 4 hladina pozice 1

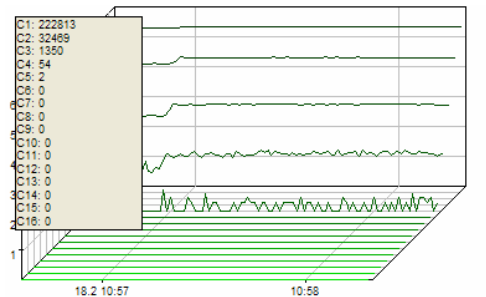
Obr. 6 snímač se nachází v bezprostřední blízkosti zdroje korozí jak podle intenzity tak i ve velikosti překmitu přes mez. Velikost a tvar událostí (events) nelze pro jejich četnost specificky vyjádřit. Jen identifikuje zvýšení emisní aktivity, která pomáhá při lokalizaci korozního napadení.



Obr. 7 Soubor snímačů

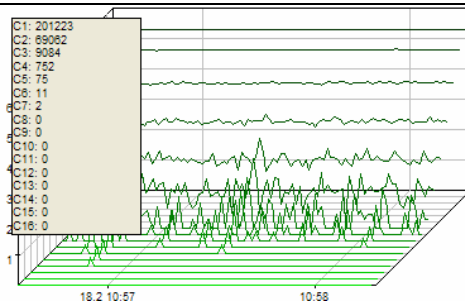
Podle všech obrázků se může sledovat průběh koroze na zkoumaném materiálu. Čím blíže se přibližují snímače ke zdroji koroze tím dochází ke zvýšení intenzity zdroje tak i velikost a množství překmitů přes nastavenou mez. Při porovnání všech snímačů se může lokalizovat zdroj koroze.

Další měření probíhalo na stejném principu jak předchozí měření č.1, ale byl změněn degradační roztok. V první části bylo použito 10% NaCl a v druhé části bylo zvoleno agresivnější prostředí v podobě ředěné kyseliny sírové 38%. Kyselina sírová oproti solnému roztoku vykazuje mnohem vyšší agresivitu u zkoumanému materiálu.



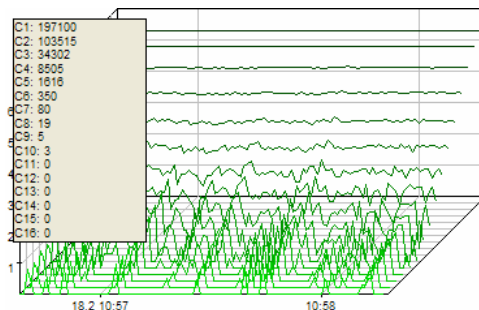
Obr. 8 pozice 4

Obr. 8 snímač je umístěn na nejvzdálenější pozici. Dle obrázku je aktivních pět hladin, které tento snímač sleduje. Aktivita na tom to snímači je velmi nízká. (C1, C2, C3, C4)



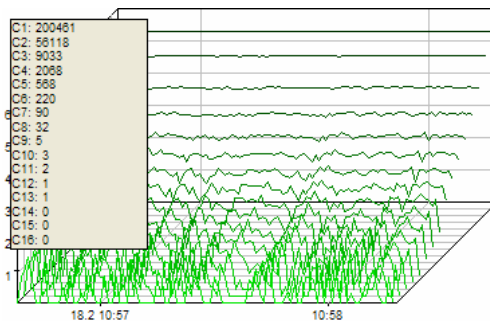
Obr. 9 pozice 2

Obr. 9 tento snímač je přiblížen ke zdroji koroze a je zde vidět nárůst intenzity a množství hladin, které se zvýšilo na sedm. (viz. hodnoty countů na C1-C7)



Obr. 10 pozice 5

Obr. 10 snímač byl umístěn blíže ke zdroji koroze na zkoumaném materiálu. Je zde patrné nárůst hladin na deset, ale zvýšilo se i množství překmitů přes nastavenou mez.



Obr. 11 pozice 1

Obr. 11 snímač je umístěn u zdroje koroze. Je pozorováno větší intenzita, ale i množství aktivních třináct hladin.

Podle všech obrázků, na kterých je pozorována intenzita a množství překmitů přes nastavenou mez. Lze sledovat postupné přiblížení ke zdroji koroze na zkoumaném materiálu.

ZÁVĚR

Popsaná problematika detekce a lokalizace korozního napadení na konstrukčních materiálech je experimentálně o nutnosti monitorování je řešení lokalizace pomocí AE. Většina systémů v praxi je zaměřena jen na revizní zkoušky nebo na povýrobní zařízení. Aktuálně jsou ale systémy on-line monitorování, které měří během provozu součástí (over day monitoring).

Experimentální část obsahuje údaje o vlnové aktivitě v degradovaném materiálu, které byly změřeny při korozním napadení. Je zde patrné, že snímače, které byly umístěny na daném materiálu dle uvedeného schématu sbírali informace o probíhajícím korozním ději. Korozní napadení je charakterizováno spojitým spektrem událostí a tak nejsou registrovány konkrétní události, ale aktivita na jednotlivých hladinách. Se zkracující se vzdáleností k místu zdroje korozního napadení aktivita countů i počet aktivních hladin roste. Toto bylo zjištěno jak v korozním prostředí NaCl, tak i v ředěné H₂SO₄, která vyniká svojí agresivitou. Obě nejen časově velmi náročné měření dokázala možnost monitorování zdroje korozního napadení konstrukce. NDT metoda, metoda akustické emise se osvědčila jako průkazné měření při určení zdrojového uzlu emise vln, které jsou emitovány při přeměně krystalické stavby kovu na strukturu oxidu, hydroxidu či síranu.

LITERATURA

[1] Systém akustické emise DAKEL XEDO-Daemon, manuál, Dakel Praha

[2] ZVOLSKÝ M.: Snímání akustického signálu, Diplomová práce, MZLU Brno, 2005