

Základní rozdíly v metodách ultrazvukových zkoušek používaných v energetice

Nedestruktivní kontroly svarových spojů ocelových konstrukčních celků energetických zařízení patří k základním metodám zkoušení. Za dobu životnosti energetických zařízení dochází k pravidelným výměnám provozních dílců a opravám, po kterých je nutné provést nedestruktivní kontroly svarových spojů před následným uvedením zařízení do provozu. Základní nedestruktivní metody kontrol svarových spojů můžeme rozdělit do dvou skupin podle typu identifikovaných vad na zjišťování vad povrchových a vnitřních. Pro povrchové vady se používají metody vizuální (VT), penetrační (PT), magnetické práškové (MT) a další. Pro zjišťování vnitřních vad se používají kontroly radiografické (RT, prozařováním), ultrazvukové (UT), akustická emise (AT) a další. Za jednu z nepoužívanějších nedestruktivních kontrol pro zjišťování vnitřních vad můžeme považovat ultrazvukové zkoušení. Při nedestruktivních ultrazvukových kontrolách se můžeme setkat s běžnými ultrazvukovými metodami, metodou TOFD nebo metodou Phased Arrays (PA). Příspěvek se zabývá porovnáním běžně aplikovaných ultrazvukových metod a metodou Phased Arrays (PA).

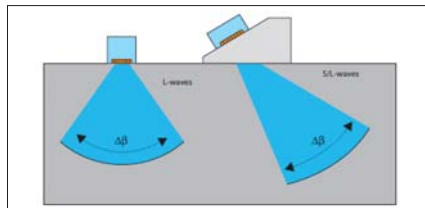
Princip ultrazvukových metod

Princip běžně používaných UT metod je založen na šíření akustického vlnění zkoušeným předmětem a registraci změn vyvolaných ve zkoušeném prostředí, jeho interakcí na rozhraní mezi dvěma prostředími s rozdílnými akustickými vlastnostmi, tj. homogenním prostředím materiálu a heterogenní (reflektorem) jako například bublina, vměstek, trhlinka a další [1]. Hlavním cílem UT metod je určení polohy reflektoru ve zkoušeném předmětu, viz obr. 1.

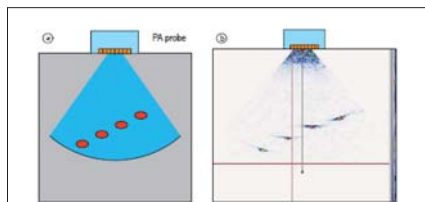
Princip metody Phased Arrays

Metoda Phased Arrays (PA) byla vyvinuta pro odvětví medicíny již v roce 1968 v Holandsku. Další její rozvoj se datuje k roku 1971 v Japonsku, kdy bylo sestaveno zařízení pro tuto metodu pracující ve 2D režimu s rychlostí 17 obrázků za sekundu. Do oblastí průmyslu se ultrazvuková technologie Phased Arrays dostává až v osmdesátých letech minulého století. Metoda je standardizovaná v USA, standardy řady norem ISO jsou v pracovních stádiích. Metoda Phased Arrays je ultrazvuková metoda využívající fázevání soustavy piezoelementů, které umožňují fokusaci na požadovanou hloubku, viz obr. 2.

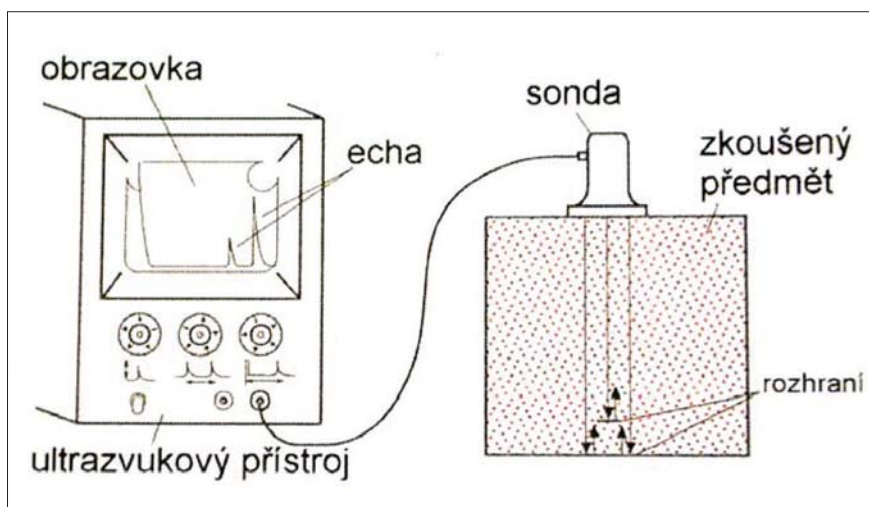
Technologie Phased Array (PA) pracuje na principu modifikací akustických možností sondy. Sonda pracuje s aktivní rovinou, na které lze měnit úhel Δ , viz obr. 3. Velikost úhlu Δ je závislá na velikosti elementu sondy. Tyto sondy je nutné používat s předsádkou, která nám sondu chrání a zároveň eliminuje vznik podélných vln.



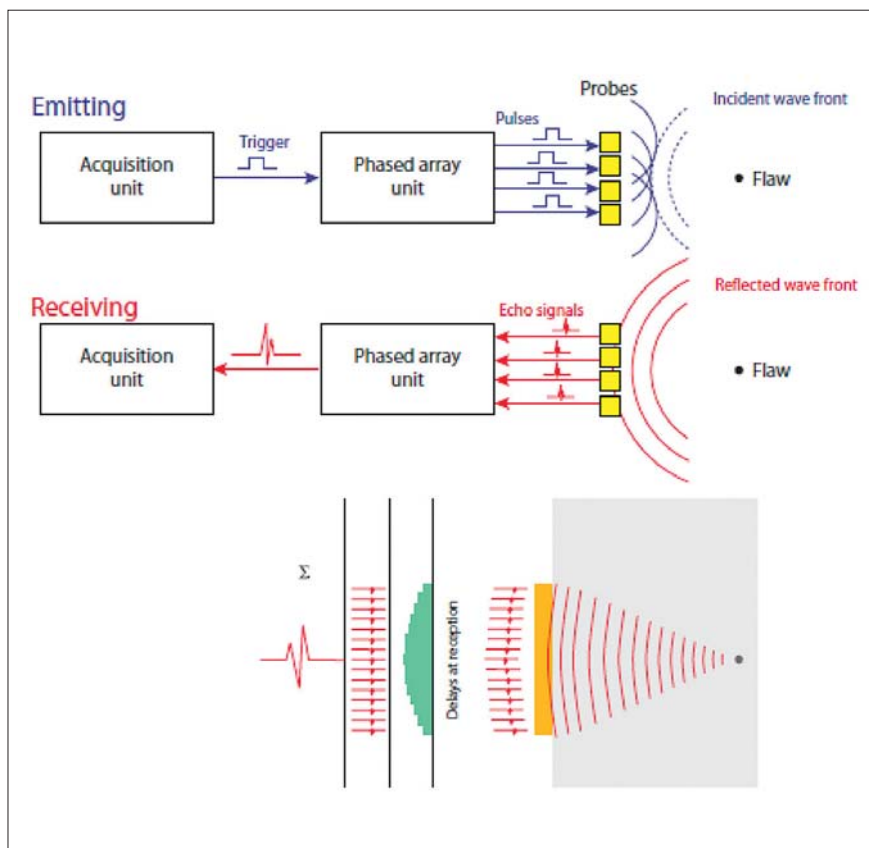
Obr. 3 – Aktivní rovina [3]



Obr. 4 – Sektorový scan [3]



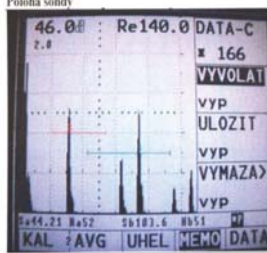
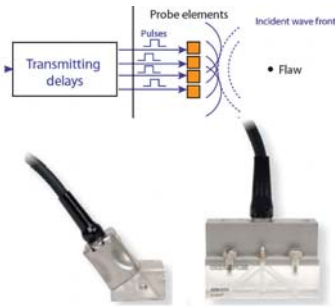
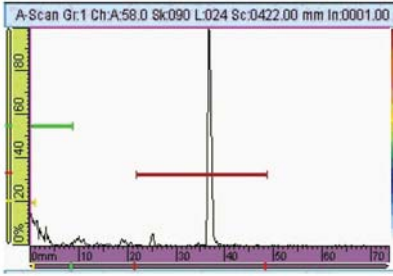
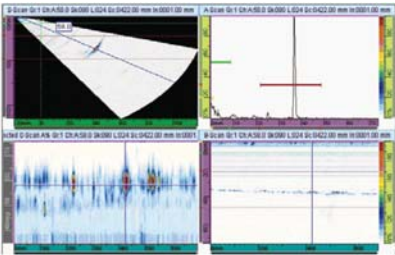
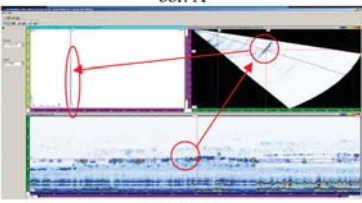
Obr. 1 – Princip ultrazvukového zkoušení [2]



Obr. 2 – Princip PA sondy [3]

Srovnání základních vlastností běžného UT zkoušení a UT zkoušení metodou Phased Arrays

Tab. 1 – Srovnání vlastností ultrazvukových metod zkoušení

Běžné UT zkoušení		Zkoušení metodou Phased Array	
1. měřicí přístroj		5. výstup měření	
		Výstupem měření je protokol obsahující fotodokumentaci (obr. A) jednotlivých indikací s jejich vyhodnocením.	
			
Měřicí přístroj musí být vybaven vícekanálovým vstupem s možností modifikace akustických vlastností PA sondy.		obr. A.	
2. měřicí sondy		5. výstup měření	
Přímé, úhlové (obr. A) a dvojité sondy (obr. B) – využívají k měření jeden (dva) měniče obr. A obr. B		Výstupem měření je datový soubor, který obsahuje podrobný záznam všech indikací po celé délce měřené součásti. Dále se v souboru zaznamenává nastavení přístroje, které je možno vygenerovat pro opětovné zkoušení. Pro každou vybranou indikaci je pomocí softwaru přístroje vygenerován protokol (obr. A) na kterém je znázorněna daná indikace v poloze od nulového bodu měření, její hloubka a rozměr.	
			
obr.A obr.B		obr. A. [4]	
3. používané zobrazení pro vyhodnocování		5. výstup měření	
Pro vyhodnocování zobrazení se používá A-zobrazení (A-scan)		Výstupem měření je datový soubor, který obsahuje podrobný záznam všech indikací po celé délce měřené součásti. Dále se v souboru zaznamenává nastavení přístroje, které je možno vygenerovat pro opětovné zkoušení. Pro každou vybranou indikaci je pomocí softwaru přístroje vygenerován protokol (obr. A) na kterém je znázorněna daná indikace v poloze od nulového bodu měření, její hloubka a rozměr.	
			
PA využívá všech čtyř zobrazení A, B, C a S. Při měření se používá sektorové zobrazení		obr. A. [4]	
4. záznam indikací		5. výstup měření	
Záznam indikací se provádí na jednotlivých indikacích, nejčastěji formou záznamu (příp. uložení kopie obrazovky) naměřených hodnot na přístroji a zaznamenáním polohy na součásti od nulového bodu měření.		V případě použití přídavného zařízení encoder (obr. A) umožňuje PA metoda průběžný záznam indikací po celé délce měřené součásti od nulového bodu. Po provedení měření je možné provést vyhodnocení v libovolném bodě měření (libovolnou indikaci) obr. B.	
			
obr. A		obr. B [4]	

Array je náročnější (vzhledem k zařízením), ale co se týká výstupu indikací po délce měřené součásti, toto umožňuje znázornění indikací obdobně jako při zkoušce prozářením. Ultrazvuková metoda Phased Array prochází vývojem a modifikacemi, například aplikací lineárního scanu nebo 3D zobrazení výsledků měření. Využití této metody u nedestruktivních kontrol ocelových konstrukcí je limitováno neznalostí této metody v praxi.

LITERATURA

- [1] Kolektiv autorů. Výroba a aplikované inženýrství ve svařování. Učební texty pro kurzy svařečských inženýrů a technologů. Ostrava: Zeross, 2000. 213 s.
- [2] Vector TUB/QC. Zkoušení ultrazvukovou metodou (UT). Učební texty pro přípravu na kvalifikační zkoušku podle EN 473. Plzeň: QC Plzeň, Hampejs, 10. 10. 2007.
- [3] Olympus NDT. Advances in Phased Array

Ultrasonic Technology Applications. USA: Olympus NDT, 48 Word Avenue, Waltham, MA 02453. ISBN 0-9735933-4-2.

- [4] Dílčí zpráva z měření Phased Array č. 2, 3, 4, 5, z let 2010-2011 Most přes Lochkovské údolí, Mott MacDonald CZ, spol. s r.o.

Ing. Jiří Hlavatý,
Mott MacDonald CZ, spol. s r.o.

High-emissivity coatings and their use in power generation

The research presented in this lecture deals with the influence of inorganic composite filler compositions on the resulting emissivity and use of this property for power generation. The following active ingredients, among others, were successfully integrated into the composite matrix: powdered iron, kaolin, silicon carbide, boron carbide, boron nitride and aluminum nitride. The thermal stability of newly formed composites was tested for temperatures of up to 9,000 °C. For each sample, using an FTIR spectroscope, correlations were measured of the spectral emissivity at the given temperature. These tests have proven that the filler composition is capable of influencing the emissive properties in the area of short wave lengths of infrared radiation (1.5 to 4.0 μm), in an interval of 0.7 to 1.5-times (measured against reference sample). Operational testing ascertained a change in heat flows influenced by using emissive coatings on radiant surfaces of reheaters. The heat flow was determined into individual pipes of the reheater's heat-exchanging surface, first without the coating and then with the emissive coating. A 5 to 10% growth was ascertained. Currently it is being verified to what measure this growth could influence removal of slag deposits prior to applying the coating.

Основные отличия в методах ультразвуковых испытаний, используемых в энергетике

Недеструктивный контроль сварных соединений стальных конструкций энергетического оборудования относится к основным методам испытаний. За время эксплуатации энергетического оборудования приходится неоднократно менять отдельные его части и проводить ремонт, после которого необходимо провести недеструктивный контроль сварных соединений перед введением оборудования в эксплуатацию. Основные недеструктивные методы контроля сварных соединений можем разделить на две группы в соответствии с типом идентифицированных недостатков — на определение недостатков внутренних и внешних. Для определения поверхностных недостатков используются методы визуальный (VT), пенетрационный (PT), магнетически-порошковый (MT) и т. д. Для определения внутренних недостатков используются радиографический контроль (RT), ультразвуковой (UT), акустическая эмиссия (AT) и др. Одним из редко используемых методов для определения внутренних недостатков является ультразвуковой тест. При недеструктивных ультразвуковых испытаниях обычно используются метод TOFD или метод Phased Arrays (PA). Статья посвящена сравнению обычно используемых ультразвуковых методов.

**Vstupujeme do
atomového
segmentu**



Regada Česká, s.r.o.
Kopaninská 109
252 25 Ořech
Praha – západ
Česká republika
Tel: 00420 257 218 292
www.regadaceska.cz