

Techniky skúšania zvarov ultrazvukom a kritéria prípustnosti

Ing Miloslav Kováčik, Ing. Rastislav Hyža

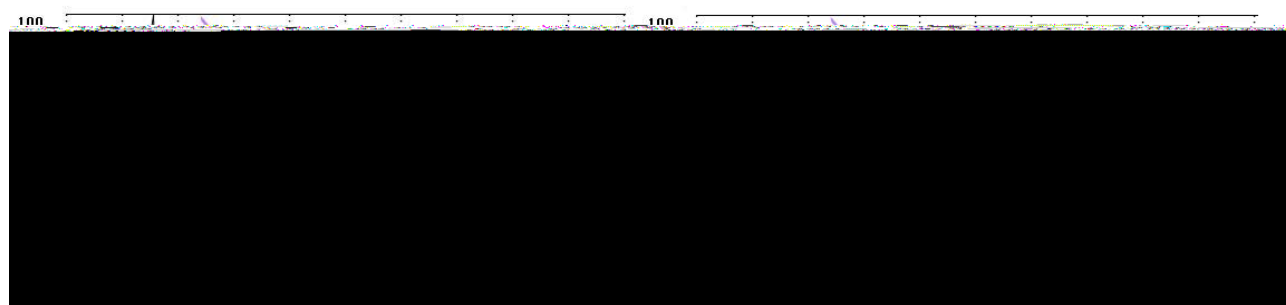
Úvod


Skúšanie ultrazvukom je uznávanou defektoskopickou metódou často používanou na skúšanie zvarových spojov. Zahŕňa široký rozsah hrúbok zváraných materiálov a tým aj rôzne typy zvarových spojov. Jej moderné techniky TOFD a „phased array“ majú zvláštny význam pri skúšaní zvarov dlhodobu prevádzkovaných tlakových nádob, a to najmä pre schopnosť určiť hĺbkový rozmer defektu naprieč zvaru, čo je klasickou ultrazvukovou metódou často nemožné. Napriek zrejmým prednostiam sa u nás tieto techniky presadzujú dosť ťažko. Jednou z príčin je fakt, že väčšina jestvujúcich noriem a teda aj kritérií prípustnosti je stavaných na klasickú ultrazvukovú odrazovú techniku a hodnotenie nálezov na základe amplitúdy odrazeného signálu. V súčasnosti sú už síce techniky TOFD a „phased array“ akceptované niektorými významnými predpismi (ASME Code), avšak vzhľadom na prísnejšie kritériá prípustnosti u TOFD zákazníci – prevádzkovatelia často trvajú na klasických metódach skúšania, najmä ak sú tieto uvedené v príslušných nariadeniach nadriadeného technického dozoru.

Na nasledovnom príklade by sme chceli ukázať kvalitatívny rozdiel vo výsledku skúšania a hodnotení nálezu klasickou ultrazvukovou technikou a technikami TOFD a „phased array“ u zvaru tlakového potrubia priemeru 356 mm a hrúbke steny 32 mm.

1. Skúšanie obvodového zvaru potrubia klasickou ultrazvukovou technikou

V súlade s normou STN EN 1712 bol spomínaný zvar skúšaný z oboch strán sondami s uhlom lomu 60 stupňov a 45 stupňov. Výsledkom bol nález (Obr.1) tesne pod hranicou registrácie, čo prakticky znamená, že podľa uvedeného predpisu by skúšajúci technik nemusel takýto nález ani zapísať do protokolu o skúške.



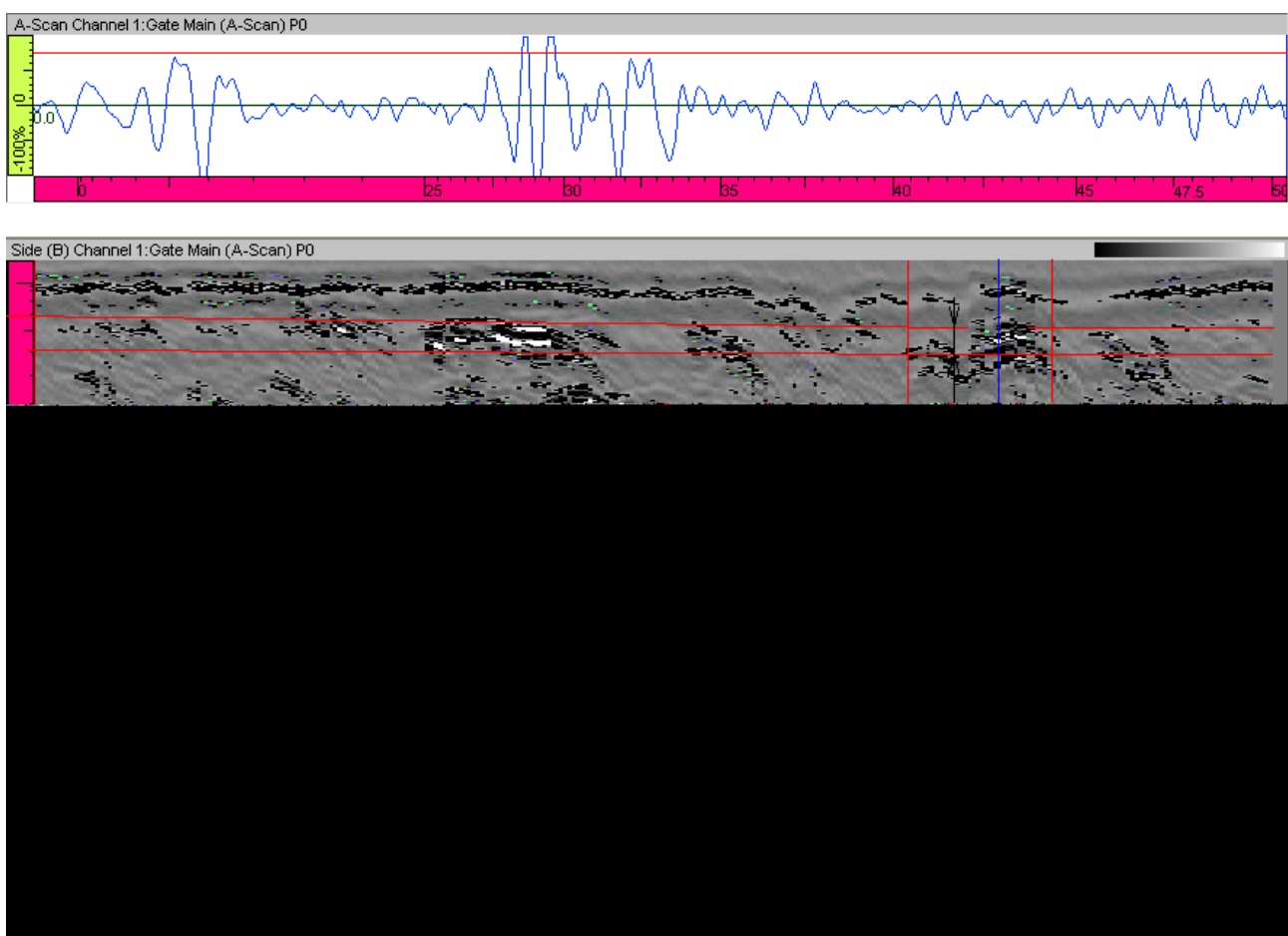
	09	EDGE	↓	25.49mm	OFF
AMP DAC= -0.6dB				CURRENT AMP= 67%	
REF 36.3+ 6.0				RANGE=150.00mm	
REJECT 0 %		AD 50.98			HD 44.15
VEL 3240 m/s		FULLWAVE		HP > 1.7 MHz	
ZERO 3.586 us		ENERGY HI		LP < 8.5 MHz	
ANGLE 60.0°		DAMP 400 Ω		PULSER SPIKE	
THICK 31.50mm		PULSE-ECHO			
DELAY 0.000mm		PRF AUTO		ZOOM OFF	
GATE	START	WIDTH	LEVEL	ALARM	
1	35.915	31.055	9 %	OFF	
2	205.11	89.181	OFF	OFF	

Obr.1 Echogramy nálezov vo zvare zistené klasickou ultrazvukovou metódou

Zhodou okolností bola okrem ultrazvukovej skúšky vykonaná aj skúška prežiarením, pričom v danom mieste bola zistená troska dĺžky 36 mm v úkose zvaru. To malo za následok, požiadavku na ďalšiu kontrolu ultrazvukom s cieľom získania presnejších informácií o chybách v danom úseku zvaru.

2. Skúška technikami TOFD a phased array

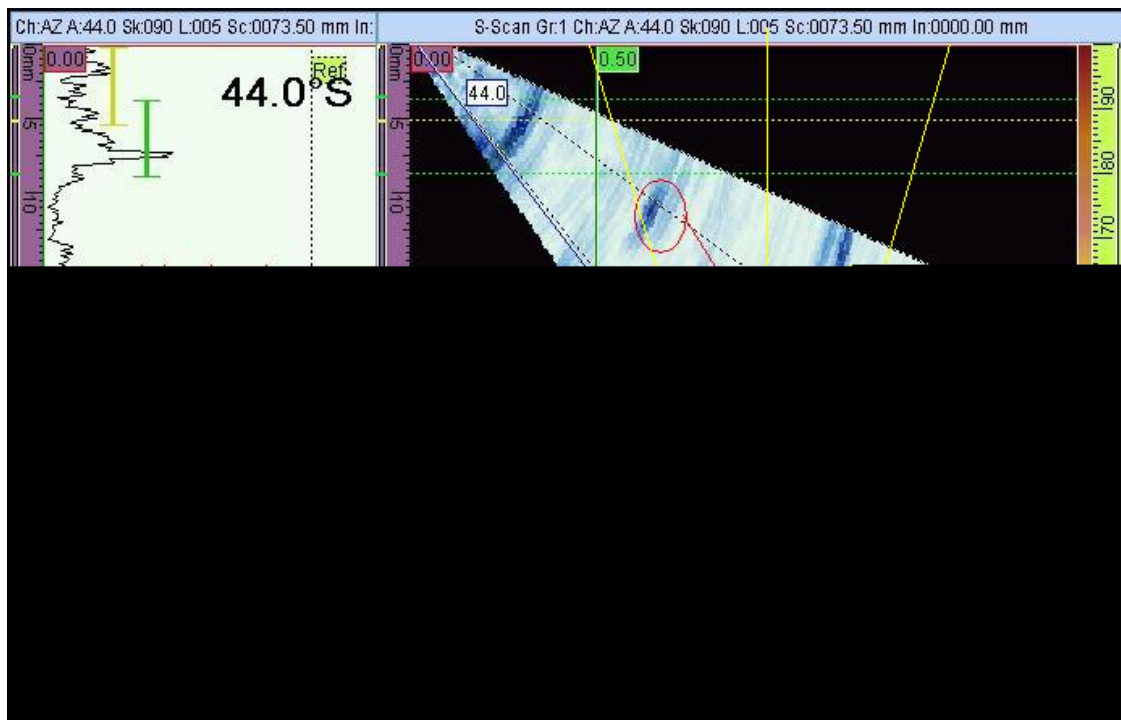
Na obrázku 2 je nález zistený technikou TOFD u toho istého zvaru. Na rozdiel od klasickej odrazovej metódy nie je technika TOFD založená na hodnotení amplitúdy ale na meraní časových spozdení difrakčných vln. Pretože difrakčné vlny majú asi o 30dB nižšiu úroveň amplitúdy signálu ako odrazené vlny, skúša sa pri pomerne vysokom zosilnení. V zázname z TOFD je preto spravidla vidieť aj pomerne malé defekty. Z obrazu je možno získať informácie o dĺžke, hĺbke a početnosti chýb a u plošných chýb aj informácie o ich hĺbkovom rozmere.



Obr.2 Nález vo zvaru zistený technikou TOFD

Pretože technika TOFD nedáva informácie o polohe defektov v smere šírky zvaru, je vhodné ju v miestach významných nálezov doplniť technikou „phased array“. Voči klasickej ultrazvukovej metóde má technika phased array výhodu v tom, že umožňuje prezvučovať nie jedným uhlom ale celým rozsahom uhlov, čím sa získa sektorový obraz priečného prierezu zvaru. Amplitúda ech je prevedená do farebnej škály, takže v sektorovom obraze sa na rozdiel od klasického echogramu (A-scanu) dajú pomerne spoľahlivo identifikovať aj slabé difrakčné javy prezrádzajúce plošný charakter chýb.

Sektorový obraz v spomínanom mieste zvaru je na (Obr.3). Je zrejmé, že v danom prípade ide o izolované chyby v úkose zvaru a koreňovú chybu.



Obr.3 Niektoré nálezy pri skúške zvaru technikou phased array.

Porovnanie výsledkov

I bez hlbších odborných znalostí z defektoskopie je zrejmé, že techniky TOFD a „phased array“ poskytli v tomto prípade podrobnejší a reálnejší obraz o kvalite zvaru ako klasická ultrazvuková metóda. Sú teda predpokladom k tomu, aby sa na základe nich mohol vysloviť kvalifikovaný názor na prípustnosť zistených defektov. Kritériá prípustnosti sú však postavené na odlišných princípoch ako u klasickej ultrazvukovej techniky. Ako príklad možno uviesť kritéria použité v holandskom predpise NEN 1822 vypracované v rámci projektu KINT (tabuľka na Obr.4) udávajúce maximálnu prípustnú dĺžku defektu l_{max} ak jeho hĺbkový rozmer nepresahuje danú

hodnotu (h_2 u vnútorného a h_3 u povrchového defektu)

Thickness range	Maximum allowable length (l_{max}) if the height of an embedded defect does not exceed h_2 or the height of a surface breaking defect does not exceed h_3			Maximum allowable height (h_1) when the length exceeds l_{max}
	l_{max}	h_3	h_2	h_1
$6 \text{ mm} \leq d_d < 8 \text{ mm}$	d_d	2 mm	2 mm	1 mm
$8 \text{ mm} \leq d_d < 15 \text{ mm}$	d_d	2 mm	3 mm	1 mm
$15 \text{ mm} \leq d_d < 40 \text{ mm}$	d_d	2 mm	4 mm	1 mm
$40 \text{ mm} \leq d_d < 60 \text{ mm}$	40 mm	3 mm	5 mm	2 mm
$60 \text{ mm} \leq d_d < 100 \text{ mm}$	50 mm	3 mm	5 mm	2 mm
$d_d \geq 100 \text{ mm}$	60 mm	4 mm	6 mm	3 mm

Obr.4 Kritériá príпустnosti pre TOFD

Ak by sme ich použili u nášeho zvaru (na obr. 2) by boli u TOFD minimálne dva defekty neakceptovateľné.

Je zrejmé, že tento výsledok nie je v zhode s pôvodným. Situácia, ktorú sme práve popísali nie je výnimočná, skôr bežná a predvídateľná.

Záver

Je pochopiteľné, že moderné techniky skúšania zvarov prinášajú okrem vyššej pravdepodobnosti zistenia defektov a presnejších údajoch o ich rozmeroch aj problémy a to najmä prevádzkovateľom tlakových celkov a zvaracím technológom, pretože sú spravidla prísnejšie. Kritériá príпустnosti presadzované v súčasnosti vychádzajú z poznatkov lomovej mechaniky, preto nemožno očakávať, že pri ich použití bude výsledok rovnaký ako u starých predpisov. Na druhej strane si však treba uvedomiť, že boli vyvinuté na základe požiadaviek technickej praxe ako dôsledok zlyhávania klasickej ultrazvukovej techniky pri detekcii a monitorovaní rastu takých významných defektov ako sú trhliny. Preto je ich použitie u tlakových dlhodobu prevádzkovaných zariadení opodstatnené.