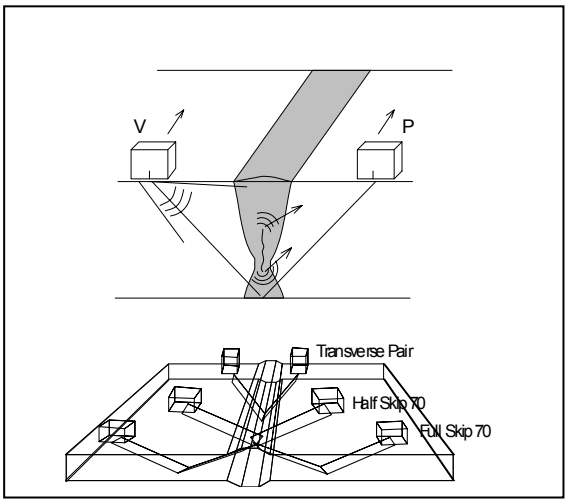
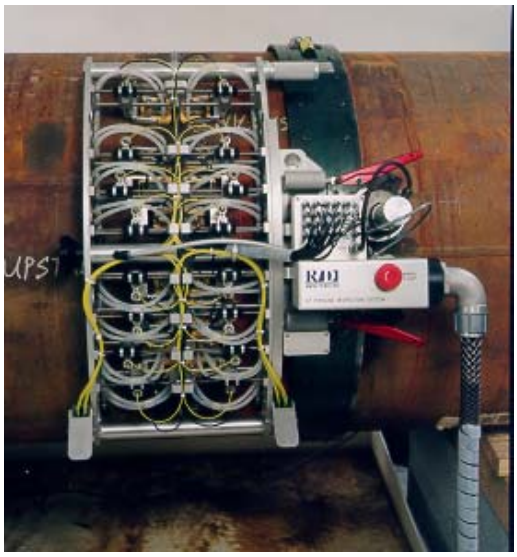
Ultrazvuková kontrola obvodových zvarov potrubí pomocou ultrazvukových sond phase array.

Ing. Pavol Kučík, Slovcert s.r.o.

Úlohou mechanizovanej ultrazvukovej kontroly je nahradiť najmä rádiografickú kontrolu, pretože je rýchlejšia, bezpečnejšia a dáva lepšie informácie o veľkosti a polohe defektu. Jej významnou výhodou je to, že oproti rádiografii v mnohých prípadoch výrazne znižuje náklady kontroly.
Pri kontrole kvality a spoľahlivosti obvodových zvarov potrubí plynovodov alebo ropovodov sa dosiaľ využívali a využívajú systémy s použitím niekoľkých ultrazvukových sond umiestnených



po oboch stranách obvodového zvaru, z ktorých každá dvojica sond bola zameraná na určitú časť prierezu zvaru (viď uvedené obrázky). Takýchto sond musí byť použitých



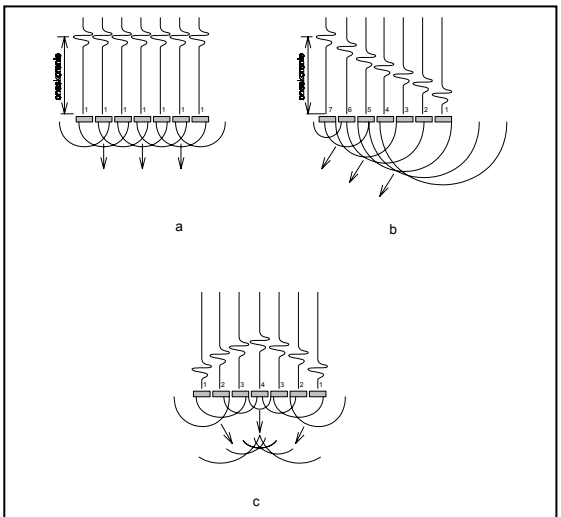
Obr. Viacsondová meracia hlava

niekoľko, tak aby sa skontroloval celý prierez zvaru – kritické zóny a zároveň minimalizoval čas kontroly.

<u>Obmedzenia použitia takýchto viac sondových systémov sú nasledovné :</u>

- veľký počet sond
- ťažký a robustný manipulátor
- veľká šírka opracovania povrchu
- hrúbka steny ovplyvňuje počet ultrazvukových sond
- pri veľkom počte sond je vyššia pravdepodobnosť nedokonalého kontaktu niektorej zo sond s povrchom
- náročná údržba a vysoká cena takýchto kontrolných systémov
- identifikácia veľkosti chýb je vyššia až pri zavedení systému TOFD.

Akým spôsobom je nahradený tento spôsob klasickej nedeštruktívnej kontroly? Systémom ultrazvukovej kontroly pomocou viac meničových ultrazvukových sond typu " phased array"



Obr. Princíp fázovanej sústavy meničov (phased array) a - vysielanie priameho zväzku, b - vyselanie šikmého zväzku, c - vysielanie fokusovaného priameho zväzku

Čo je to a ako pracuje ultrazvuková fázová sústava"phase array"?

Viac meničové ultrazvukové sondy (tzv. phased array) sú tie sondy, kde sú meniče budené nie v jednom okamihu, ale v určitej voliteľnej časovej postupnosti, čím sa získa sonda s variabilným zväzkom, ktorý možno elektronicky fokusovať alebo meniť jeho uhol a to bez pohybu sondy. Tento princíp umožňuje napr. vytvoriť obraz celého sektoru skúšaného materiálu. Použitie takýchto sond je známe

v medicíne veľmi dlho / určovanie pohlavia apod./

Súbor elementov ultrazvukovej sondy vysiela - generuje signál s využitím predprogramovaného časového oneskorenia každého jedného elementu. Výsledkom je potom ultrazvukový zväzok určitého tvaru a smeru. Nastavovaním oneskorenia budenia jednotlivých piezoelektrických komponentov – elementov sa môže ultrazvukový zväzok fokusovať do určitej hĺbky, do určitého smeru – uhla šírenia.

- Viacmeničová ultrazvuková sonda "phased array" je malá a ľahká, redukuje veľkosť obrúsenia plochy v okolí zvaru
- Kontrola s takouto sondou je kratšia a často je možná kontrola z jednej polohy.
- Nastavenie sondy je veľmi rýchle, vyžaduje len vyvolanie zodpovedajúceho nastavenia z pamäte riadiaceho počítača.

Záznam z kontroly so sondou "phased array" je väčšinou zobrazovaný v reálnom čase na obrazovke vyhodnocovacieho PC. Každý prijatý signál, ktorý prekročí nastavenú prahovú úroveň môže byť okamžite interpretovaný. Viď priložený líniový záznam. Z hľadiska času je kontrola vykonávaná a vyhodnocovaná okamžite po zvarení (len čo to podmienky povrchovej teploty dovolia) a preto sa môže veľmi rýchlo upraviť technologický proces zvárania v prípade nájdenia chýb.

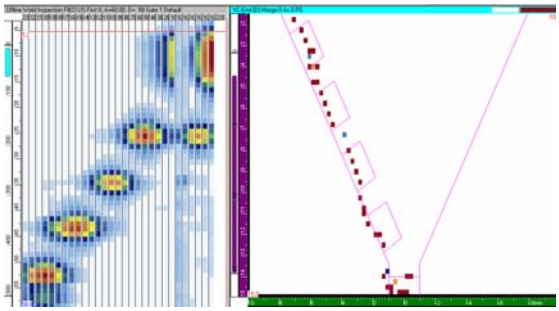
Príkladom náhrady viac sondového mechanizovaného ultrazvukového systému predstavuje ultrazvukový systém **PipeWIZARD PA.** Tento je používaný na kontrolu obvodových zvarov potrubí s hrúbkou steny od 12 do 28 mm , ale systém umožňuje kontrolovať aj väčšie hrúbky.

Obr. Meranie na potrubí plynovodu

Základom systému je ultrazvukový defektoskop Tomoscan FOCUS a snímacia hlava s dvoma lineárnymi sondami „pahased array", každá s poľom so 64 elementmi. Sondy sú pripevnené na plastickú uhlovú predsádku a takto sú pritlačené hydraulikou na povrch rúry. Väzobné médium voda je tlačené cez otvory v predsádke na dotykovú plochu. Sondy sú namontované na sondový držiak. Tento je pripevnený na krokový motor s jednoosím skenovaním polohy po obvode. Motor je pevne

upnutý na obvodovú obruč. Po nej sa posúva po celom obvode potrubia. Obruč sa pripína veľmi jednoducho na potrubie v požadovanej blízkosti zvaru. Držiak sondy má možnosť doplniť ďalšie meracie sondy, pretože pre extra veľké hrúbky stien nie je usporiadanie dostatočné pre zachytenie priečne orientovaných chýb.
Vyššie uvedené usporiadanie je vhodné pre rôzne typy ultrazvukovej kontroly zvarov, pričom sa môže použiť mechanický alebo ručný jednoosí skener polohy.

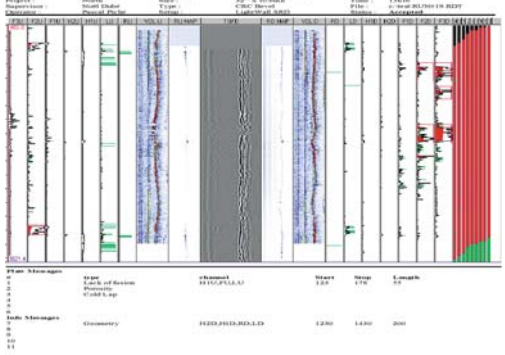
Zariadenie TOMOSCAN prenáša nasnímané dáta do PC kde je nainštalovaný software pre automatické vyhodnotenie nameraných údajov a zároveň pomocou AutoCAD® profil zvaru



software sám prepočíta polohu chýb vo zvare . Zaznamenané údaje ultrazvukovej kontroly sú separátne ukladané na dve nezávislé pamäťové médiá a taktiež môžu byť okamžite vyhodnocované a tlačené protokoly.

Široká škála zvarov môže byť testovaná pri tejto metóde na základe rôznych zadaných podmienok. Obrázok je príkladom možného nastavenia merania a zvýraznené sú jednotlivé kontrolované zóny.

Výsledky záznamov. Záznamy sú tradične zobrazované v líniových záznamoch pre každý kanál, naviac je tam B-zobrazenie pre zobrazenie stavu koreňa / v reze/ a povrchu zvaru jeho porozity, značenie polohy chyby na obvode. Kanál Time-Of-Flight Diffraction (TOFD) v strednej časti je využitý pre zlepšenie detekcie veľkosti chyby. Pri prekročení hraničnej úrovne chyby je časť zvýraznená červeným pásom a jej pozícia je jednoznačne identifikovateľná i na zvare. Dĺžka a veľkosť chýb je odčítateľná priamo z obrazovky pri využití kurzora.



Obr. Príklad vyhodnotenia snímaného zvarového spoja. Červené plochy označujú kritické miesta s chybami

Technické možnosti ultrazvukových systémov „phased array“.

Priemer kontrolovaných rúr od 100- 1400mm. Hrúbka stien 6-30 mm.
Rýchlosť skenovania 100mm/sek. Pri tejto rýchlosti sa dá bez problémov skontrolovať a vyhodnotiť celý obvodový zvar za menej ako 10 min, čo neumožní žiadna iná kontrola.
Citlivosť metódy: chyby v ktorejkoľvek snímanej zóne s veľkosťou min. 1,5 mm.

Čo v budúcnosti? Onedlho metóda phased array dosiahne a zrejme v mnohom nahradí možnosti klasických mechanizovaných UT kontrol. Bude demonštrovať tradičné výhody ultrazvuku voči rádiografii: bezpečnosť, rýchla kontrola, lepšiu detekciu chýb a určovanie veľkosti chýb, vhodnejší vplyv na proces zvárania v prevádzke.
Táto metóda bude znamenať veľkú flexibilitu použitia pri rôznych rozmeroch rúr a parametroch zvarov. Malé sondy pomôžu zredukovať čas kontroly, veľkosť a prípravu kontrolovaného povrchu. Veľmi sa skráti čas manipulácie, nastavenia a samotnej kontroly. Životnosť sondy ovplyvní aj použitie uhlovej predsádky, ktorá chráni samotnú sondu pred poškodením.

Použitá literatúra:

1. J.A. de Raad and F.H. Dijkstra, “Mechanized Ultrasonic testing on Girth Welds During Pipeline Construction,” *Materials Evaluation*, August 1997, p. 890. N. Dubé, E.A. Ginzel and M.D.C. Moles, “Customized Ultrasonic Systems for Gas Pipeline Girth Weld Inspections,” International Pipeline Conference, Calgary, Alberta, Canada, Jún 7-11, 1998, ASME Paper No. IPC-98-162.
2. ASTM E 1961-98, Standard Practice for “Mechanized Ultrasonic Examination of Girth Welds Using Zonal Discrimination with Focused Search Units,” September 1998.
3. API Standard 1104, “Welding of Pipelines and Related Facilities,” American Petroleum Institute, Nineteenth Edition, September 1999.
4. R/D Tech, Tomoscan FOCUS Ultrasonic Phased Array System Spec Sheet,
5. E.A. Ginzel, P. den Boer and M. Hoff, “Application of Mechanized Ultrasonics to Manually Welded Pipeline Girth Welds,” UT Online Workshop, Máj 1997.