

SKÚŠANIE LASEROVÝCH ZVAROV NOSNÍKA

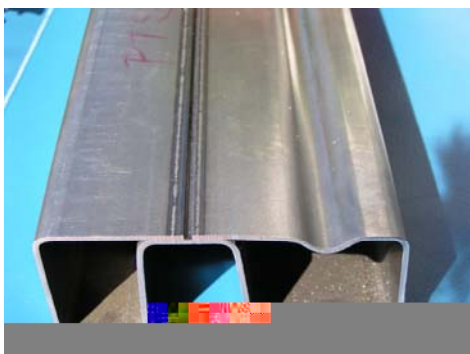
Ing. Miloš Kováčik, Ing. Pavol Kučík, Slovcert s.r.o. Bratislava

Úvod do problematiky

Ultrazvuková kontrola zvarov akýchkoľvek tenkých plechov je vždy veľkým problémom, nakoľko neexistujú žiadne normatívne predpisy ale aj postupy, ktoré by popisovali presný spôsob a ako ich kontrolovať. Sú totiž určité fyzikálne obmedzenia, ktoré bránia spoľahlivému odhaľovaniu vnútorných chýb ak obsluha nevie spoľahlivo interpretovať výsledky meraní. V automobilovom priemysle sa však nároky na laserové zvarové spoje zvyšujú. Z tohto dôvodu sme sa rozhodli poskytnúť užívateľom riešenie ako použiť spôsob nedeštruktívneho testovania laserových zvarov pomocou ultrazvuku.

Popis objektu

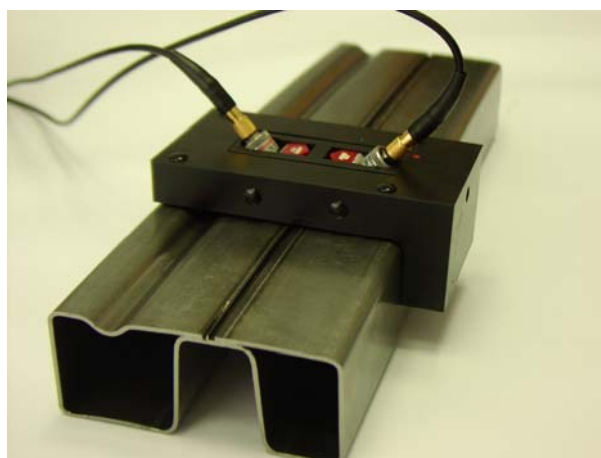
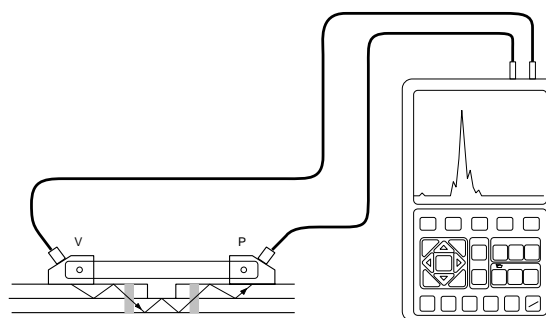
Na nosníku (Obr.1), ktorého profil je tvorený ohýbaným plechom hrúbky asi 2mm sú dva pozdĺžne laserové zvary spájajúce preplátované uzatvárajúce časti profilu. Užívateľ požadoval skúšanie oboch zvarov po cele dĺžke. Predpoklad bol, že dôraz pri skúške má byť na preskúšaní kvality spojenia vytvoreného laserom na rozhraní medzi spodnou a hornou časťou plechu.



Obr. 1 Profil nosníka s laserovými zvarmi

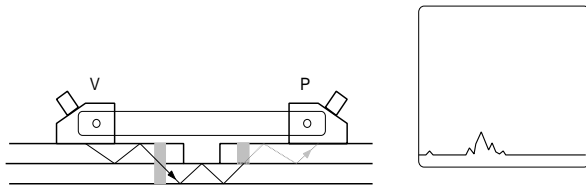
Princíp skúšania spojov ultrazvukom

Kvalitu laserom vytvoreného spojenia možno preskúšať ultrazvukom prechodovou metódou v usporiadaní podľa Obr.2



Obr. 2 Principiálne usporiadanie pri skúšaní prechodovou metódou

Kvalita oboch spojov sa posudzuje podľa amplitúdy signálu prechádzajúceho cestou vyznačenou na Obr.2 z vysielačkej do prijímacej sondy. Pri zhoršení spojenia medzi plechmi nastane výrazný pokles amplitúdy prijatého signálu. (Obr. 3).



Obr.3 Pokles amplitúdy signálu pri nepretavenom spoji.

Výber meracích sond a detaily konfigurácie

Pri experimentom skúšaní na dodanom vzorku nosníka boli zísané tieto poznatky:

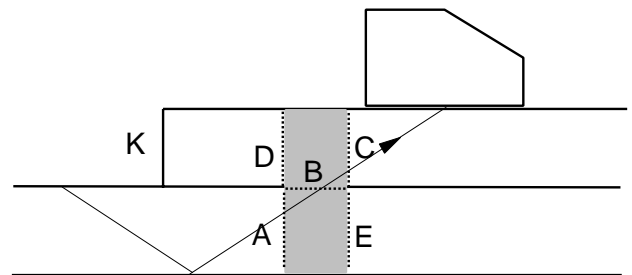
- Vzhľadom na malú hrúbku plechu a malý prierez zvarov (sú úzke) , je treba použiť čo najužší ultrazvukový zväzok, aby prípadná chyba spoja prerušovala čo najväčšiu časť zväzku, a vyvolala čo najväčší pokles amplitúdy prechádzajúceho signálu. Ako najvhodnejšie sa ukázali sondy 6 mm /10MHz.
- Prenos ultrazvuku spojmi a plechom bol najlepší pri uhle 60°. Určitú rolu tu zrejme hrá aj čiastočná transformácia na pozdĺžnu vlnu. (Prechod ultrazvuku tak, ako je znázornený na uvedených obrázkoch je dosť veľkým zjednodušením reality.)
- Sondy by mali byť umiestnené čo najbližšie ku zvarom, Pretože potrebujeme skúšať tou časťou ultrazvukového zväzku, ktorá je najužšia a okrem toho, pri väčšej vzdialenosti prijímacej sondy od zvaru sa zhoršuje detekovateľnosť krátkych chýb následkom uzatvárania akustického tieňa za chybou.
- Skúšku treba urobiť dvakrát pri každom raze prepojiť zapojenie sond v konektoroch, t.j. vymeniť pozíciu prijímacej a vysielacej sondy. TU si treba uvedomiť, že pri uvedenej konfigurácii sa zistia najmä chyby v tom zware, ktorý je pri prijímacej sonde (s výnimkou sutočne dlhých chýb, dlhších ako šírka zväzku, úplne prerušujúcich ultrazvukový zväzok).
- Vzhľadom na možné odchýlky v umiestnení zvarov na nosníku, je treba, aby bola vzájomná vzdialenosť sond ľubovoľne nastaviteľná.

Akustická väzba

Vzhľadom na fakt, že sa skúša frekvenciou 10 MHz, je treba zabezpečiť dokonalú nevysychajúcu akustickú väzbu. Hrúbka väzobného média by mala byť malá a rovnomerná. Ultrazvukový gel nie je vhodný. Kolísanie akustickej väzby z akejkoľvek príčiny sa prejaví pokesom amplitúdy signálu, teda rovnako ako chyba zvarového spojenia (Toto je skutočnosť, ktorej sa pri prechodovej metóde nedá zbaviť). Najlepšie je vždy riešenie akustickej väzby s predvstrekom vody.

Analýza vplyvu polohy chýb vo zvaru na signál

Pri uvedenej konfigurácii sa na amplitúde signálu neprejavia všetky chyby rovnakou mierou. Prierez laserovým zvarovým spojom si z hľadiska skúšania možno zjednodušene predstaviť tak, ako to znázorňuje Obr. 4.



Obr. 4 Zjednodušený prierez laserovým zvarom

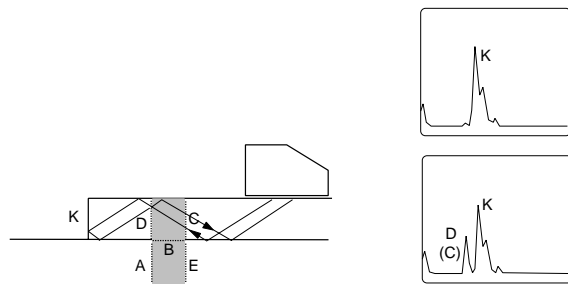
Ako vidieť z obrázku, na prechod ultrazvuku majú vplyv prekážky - chyby, resp. nenatavené oblasti na rozhraní B medzi plechmi a na plochách A a C. Chyby na plochách D a E nemajú na signál prakticky žiaden vplyv.

V praxi sa dosť často vyskytujú chyby nedostatočného natavenia v polohách D,C (Obr.5) na okraji zvaru, t.j. v prechode do základného materiálu.



Obr. 5 Chyby na okraji laserového zvaru.

Tento druh chýb ak by neboli zistiteľné už pri vizuálnej prehliadke zvarov, možno zistiť odrazovou metódou. Vždy však pokiaľ sa nachádzajú na plochách D a C, ale nie ploche E. Pri odrazovej metóde (Obr.6) dostaneme koncové echo od fyzickej hrany plechu (K) a v prípade chýb na okraji zvaru (D resp. C), ešte pred koncovým echom ďalšie menšie echo.



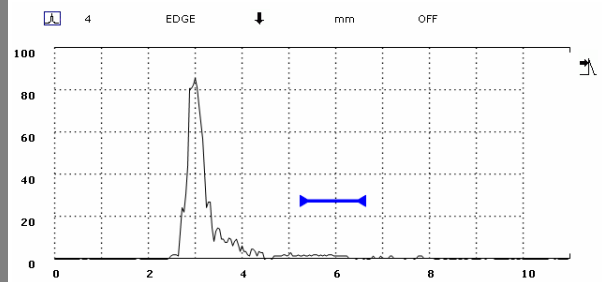
Obr.6 Skúšanie laserového zvaru odrazovou metódou. Hore zvar bez chýb, dole s chybami v zónach D a C

Výsledky skúšok na dodanej vzorke

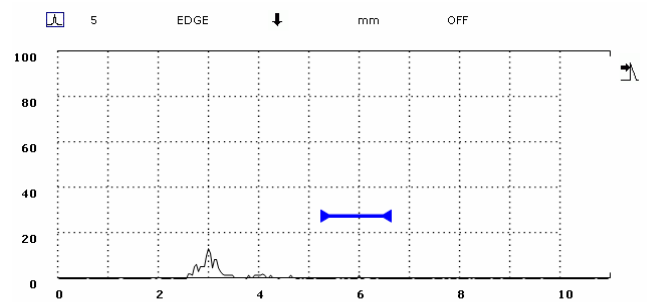
Kalibračná mierka

Do vzorku boli vyhotovené dve kalibračné chyby. Prvou bol vývrt \varnothing 1 mm priamo cez zvar, druhou odbrúsenie horného zvaru v úseku asi 12mm. Prvá chyba napodobňuje krátku, bodovú chybu spojenia, druhá dlhší nespojený úsek.

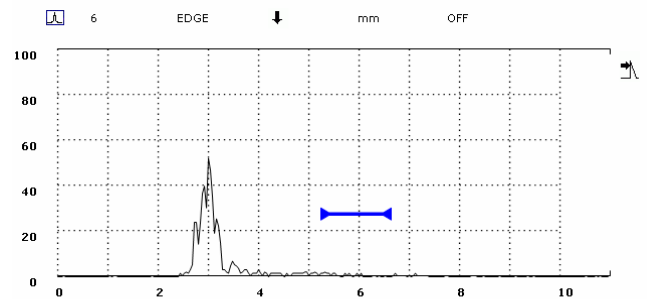
Záznamy výsledkov



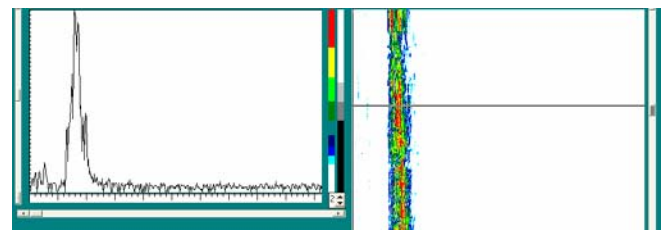
Obr.7 Záznam bezchybného miesta pri skúšaní prechodovou metódou.



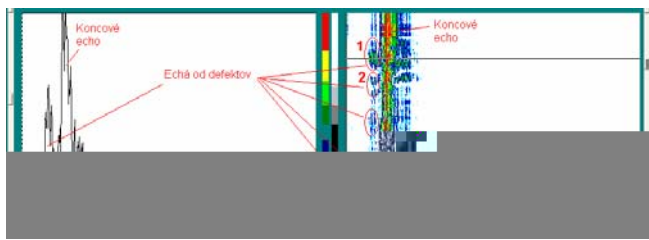
Obr.8 Záznam miesta s dlhou chybou . (Odrúsený 10 mm úsek horného zvaru)



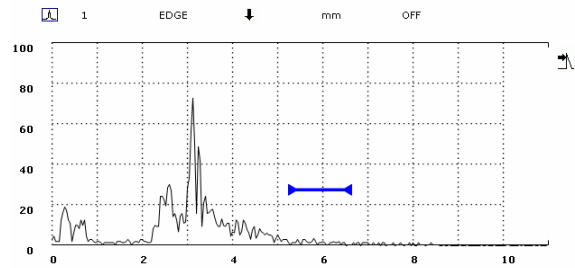
Obr.9 Záznam miesta s krátkou chybou. (Vývrt \varnothing 1 mm.)



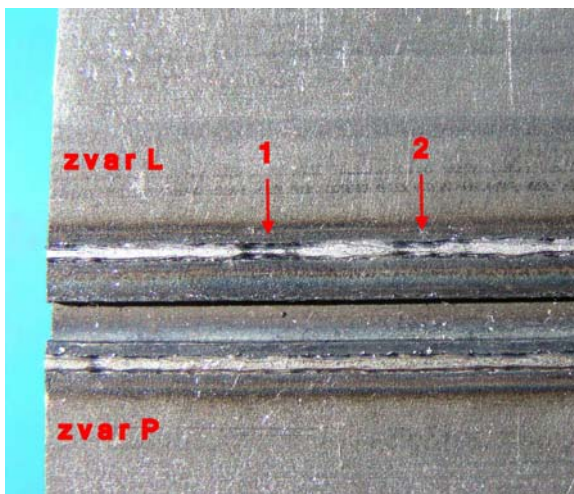
Obr. 10 Úsek zvaru P (obr.13) bez podstatných chýb v okrajových zónach . Vpravo B-scan , vľavo A-scan v mieste kurzoru. Po cele dĺžke úseku je viditeľné iba koncové echo od ukončenia plechu.



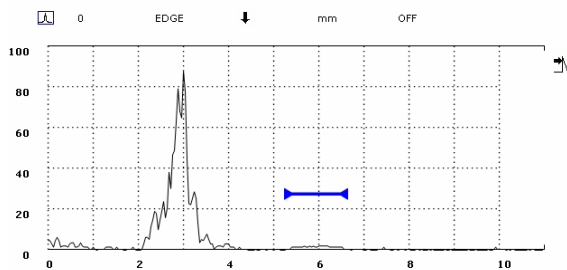
Obr. 11 Úsek zvaru L s chybami v okrajových zónach. Vpravo B-scan, vľavo A-scan z miesta vyznačeného kurzorom. Toto miesto zodpovedá defektu 1 na Obr. 12. Typický je výskyt menšieho echa pred koncovým echom.



Obr. 13 Záznam chybných miest 1, 2 na zvare L pri skúšaní Epochom 4 a sondami 6 mm 10MHz 60°.



Obr. 12. Reálne chyby zvaru L



Obr. 13a Záznam bezchybného miesta na zvare P

Záver

Ultrazvukom a najmä jeho prechodovou metódou sa dajú zistiť chybné úseky uvedených laserových zvarov dlhšie ako priemer meniča sondy (t.j. min. 6 mm). Pravdepodobnosť zistenia bodových chýb, ako je vidieť na echograme vývrtu $\varnothing 1$ mm (Obr. 9), bude podstatne menšia, pretože sa prejaví iba malým (asi 2 - 3dB) poklesom signálu, čo môže byť pri prechodovej metóde neodlíšiteľné od kolísania akustickej väzby.

Je jasné, že niektoré chyby v okrajovej zóne zvaru môžu byť zistiteľné aj voľným okom. V tomto prípade potom zaujíma zákazníka, či teda má zmysel presadzovať u neho aj ultrazvukovú metódu na odhalenie chýb.

Z hľadiska veľkého objemu zvarov a kontroly ich kvality je to však dôležité, pretože výrobný proces nie vždy umožňuje individuálnu vizuálnu kontrolu zvaru.