

# Skúšanie bodových zvarových spojov

R. Hyža<sup>1</sup>, P. Kučík<sup>2</sup>

*Spoločnosť SlovCert pôsobiaca na trhu v oblasti ndt – nedeštruktívneho testovania materiálov, sa okrem predaja prístrojovej techniky a školenia personálu pre ndt, podieľa aj na zavádzaní ndt kontrol a tvorbe postupov ndt pre konkrétne aplikácie podľa želania zákazníkov.*

*Dlhodobou spoluprácou s domácimi, ale aj zahraničnými výrobcami automobilov ( napr. VW Slovakia Bratislava, Škoda Auto Mladá Boleslav .... ), tým pracovníkov spoločnosti vypracoval postupy, metodiku kontroly bodových zvarov ultrazvukom, hodnotenie zistených nálezov a ich archiváciu pre tvorbu štatistík. Ultrazvukovou kontrolou možno včas odhaliť zhoršujúci sa trend kvality zvarovaných bodov a taktiež z ekonomického hľadiska eliminovať tzv. sekáčovú skúšku, pri ktorej dochádza k znehodnocovaniu karosérie a produkcii šrotu.*

## 1. Teória odporového zvarovania

Zvarové spoje karosérií automobilov tvoria aktívne a pasívne bezpečnostné členy. V prevádzke sú zvarené diely karosérií namáhané staticky a dynamicky. Všetky konštrukčné prvky a ich spoje sú dimenzované na riadený deformačný efekt. Tento efekt je overovaný a vyhodnocovaný: "Crash", nárazovými testami, ktoré vykonávajú viaceré nezávislé inštitúcie. Požadované výsledky sú podmienené:

- dôsledným dodržiavaním technologických a pracovných postupov
- riadením a garantovaním kvality (pevnosti) spojov. Popri zvarových sú to aj spájkové lepené, skrutkové, nitové a falcové spoje.

Jednotlivé časti a dielce karosérie sú privarené jedným, prípadne skupinou bodov, alebo zvarovými líniami radom bodov. Bodové zvary sú umiestnené vždy na preplátoch dvoch plechov. Vo výnimočných prípadoch tvoria preplátovaný spoj tri aj štyri plechy. Bodové zvarové spoje sú namáhané a mechanicky skúšané na strih, rozlup a ťah. Stav kvality (pevnosti) je pravidelne sledovaný, skúšaný a vyhodnocovaný podľa predpísaných hodnôt z príslušných noriem a predpisov.

## 2. Spôsoby zabezpečovania kvality

Najčastejšie spôsoby skúšania a najčastejšie chyby spojov sú:

- 1) NDT spôsoby skúšania (testovania):
  - a) Vizuálna kontrola VT
  - b) Ultrazvukové skúšanie UT
  - c) Sekáčové nedeštruktívne skúšanie

---

1. Ing. Rastislav Hyža, SlovCert s. r. o. Bratislava, Estónska 1/A  
2. Ing. Pavol Kučík, SlovCert s. r. o. Bratislava, Estónska 1/A

- 2) Deštruktívne spôsoby skúšania :
  - a) Sekáčové skúšky – rozlupové
  - b) Rozpínacie skúšky - rozlupové
  - c) Trhacie pevnostné skúšky- ťah strih, rozlup
  
- 3) Špeciálne,operatívne spôsoby skúšania:
  - a) Metalografické makro - výbrusy
  - b) Mikroskopické vyhodnocovanie
  - c) Kapilárne testovanie

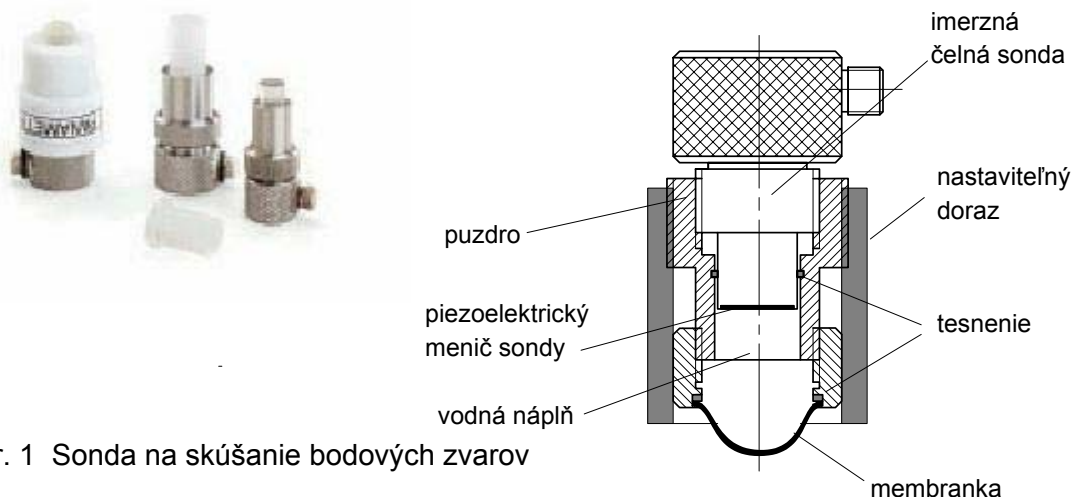
## 2.1. Skúšanie bodových zvarových spojov

Skúšanie bodových zvarov je náročnou úlohou. Na rozdiel od situácie v bežnej defektoskopickej praxi, kde sa odskúša každá exponovaná časť, vyhodnotí nález, následne sa opraví chyby, a nakoniec už vyhovujúca časť postupuje na ďalšiu operáciu, je skúšanie bodových zvarov ovplyvnené tým, že ide o hromadnú, často automatovú výrobu, charakter ktorej nedovoľuje skúšať každý bodový zvar hneď po jeho vyhotovení a v prípade nevyhovujúceho nálezu vykonať opravu. **Zmyslom kontroly nie je preto 100 % - ná skúška všetkých zvarov každej vyrábanej karosérie a označenie nevyhovujúcich zvarov, ale skúška má skôr slúžiť ako diagnostická metóda monitorujúca kvalitu zváracích prác schopná odhaliť zhoršujúci sa trend a poskytujúca tak možnosť rýchlej korekcie zváracích parametrov, aby sa predišlo masovej produkcii vadných zvarov a problémom s tým súvisiacich.**

Fyzické skúšanie si vyžaduje určitú zručnosť a prax. Nesprávne držanie sondy v zárodku znehodnotí celé meranie a dá zlý výsledok. Samotné vyhodnocovanie pri skúšaní bodových zvarov tiež nie je jednoduchou záležitosťou, pretože kvalita bodového zvaru nie je daná iba prítomnosťou defektu vo zvarovej šošovke, ale najmä jej rozmerom a štruktúrou. Výsledkom hodnotenia nie je iba rozdelenie zvarov na vyhovujúce a nevyhovujúce, ale u nevyhovujúcich treba určiť, či ide o zvar s malým priemerom šošovky, tzv. studený či zlepený spoj alebo zvar s defektom, prípadne prepálený zvar. Dosiahnutie spoľahlivých výsledkov je preto možné iba v prípade skúseného, erudovaného personálu pracujúceho na dobre organizovanom a dobre prístrojovo vybavenom pracovisku.

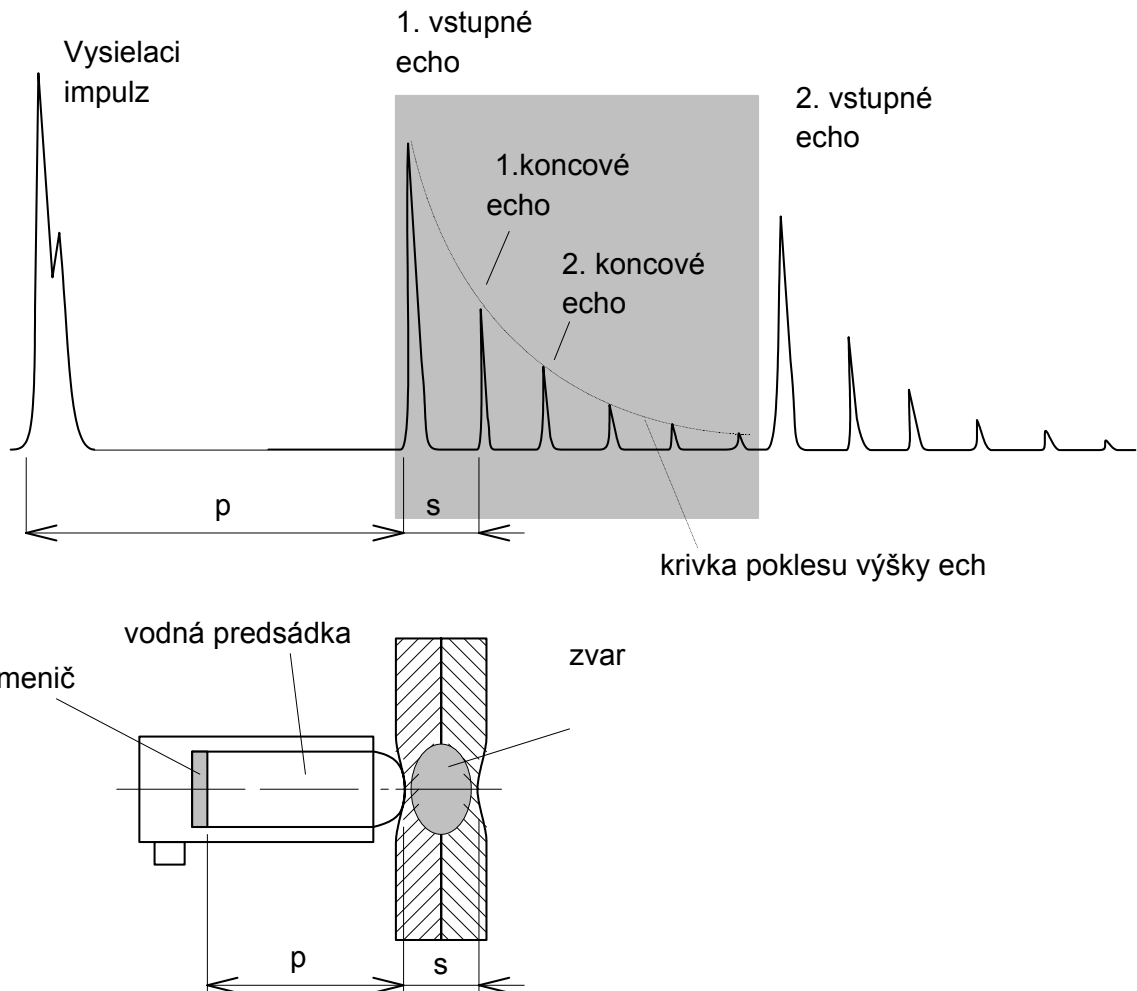
## 2.1 Princíp skúšania bodových zvarových zvarov ultrazvukom

Bodové zvary sa dnes skúšajú výlučne odrazovou metódou čelnou sondou s vodnou alebo plexisklovou predsádkou.



Obr. 1 Sonda na skúšanie bodových zvarov

V nasledujúcom texte budeme pre jednoduchosť uvažovať so zvarom dvoch plechov (Obr.2)

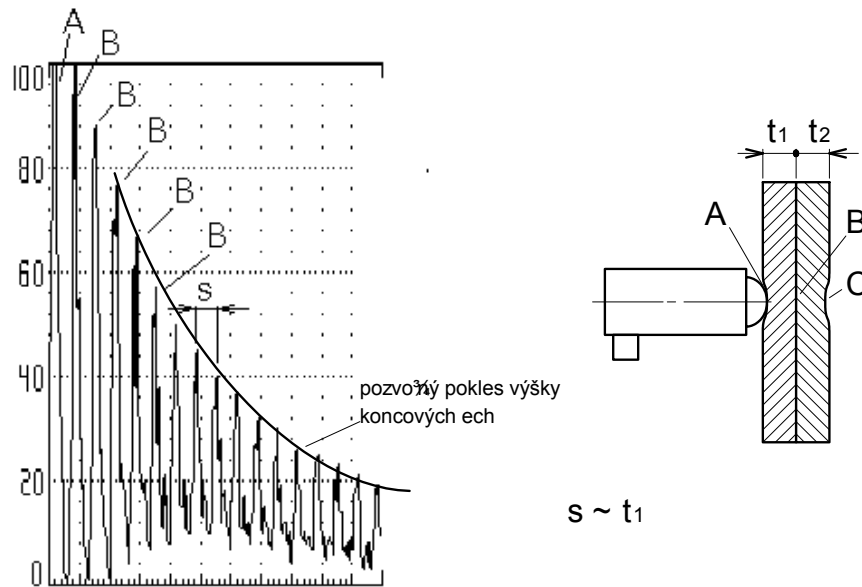


Obr. 2 Pomery pri prezvučovaní bodového zvaru

Ultrazvukový impulz z meniča po prekonaní dráhy „p“ v predsádke vstupuje do materiálu, pričom sa čiastočne odrazí od rozhrania predsádka - materiál a po dopade na menič vytvorí tzv. vstupné echo. Čiastočne zoslabený impulz putuje ďalej materiálom, kým nenarazí na prekážku, ktorou je v prípade bezchybného zvaru až protiahlý povrch druhého plechu. Tu sa odrazí a vracia späť smerom k meniču. Prejde zvarom, na rozhraní materiál - predsádka jedna jeho časť prejde do predsádky a potom na menič, kde vytvorí tzv. prvé koncové echo. Druhá časť sa však znova odrazí a putuje opačným smerom t.j. znova do zvaru po prekonaní ktorého sa znova odrazí na protiahlom povrchu druhého plechu a putuje späť k meniču, kde vytvorí druhé koncové echo, časť sa však znova odrazí späť do zvaru a celý proces sa opakuje, so stále menšou a menšou amplitúdou. Takto z jedného vstupného impulzu, ktorý prenikne do materiálu vznikne celá séria násobných koncových ech, zobrazujúcich sa ako postupne doznievajúca skupinka ech s rovnakým vzájomným rozstupom „s“ za vstupným echom.

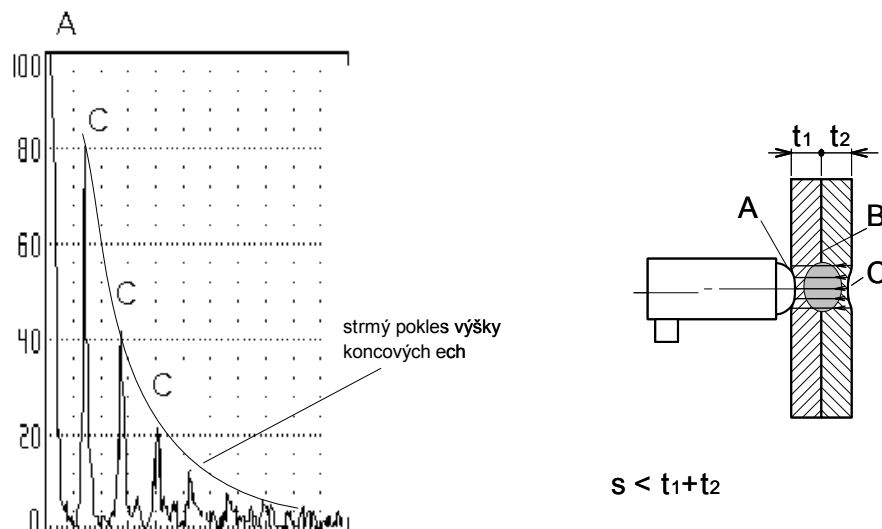
## 2.2 Vyhodnocovanie echogramov bodových zvarov

Existuje niekoľko typických echogramov, ktoré možno priradiť určitým charakteristikám bodového zvaru. Najprv si predstavme extrémny prípad, keď vôbec nedošlo k vytvoreniu spojenia medzi plechmi (Obr. 3). Vzájomná vzdialenosť násobných koncových ech bude rovná hrúbke prvého plechu a krivka poklesu ech bude zodpovedať jemnej štruktúre plechu, ktorá má nízky útlm, čiže bude doznievať veľmi pomaly.



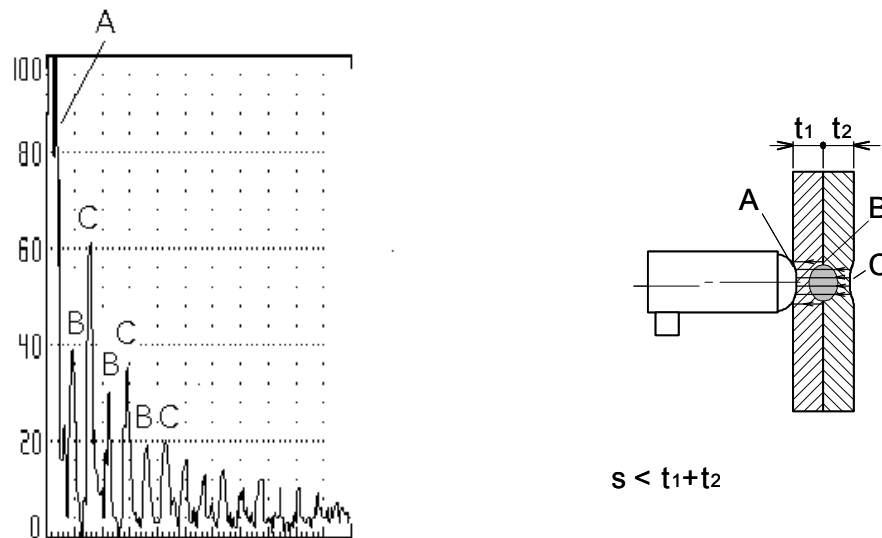
Obr. 3 Tvar priebehu ech pri úplne nespojených plechoch

Ako druhý si všimnime echogram kvalitného bodového zvaru (Obr. 4). Koncové echá vznikajú v tomto prípade odrazom od protiahlého povrchu druhého plechu a ich vzájomná vzdialenosť je o málo menšia ako súčet hrúbky oboch plechov.



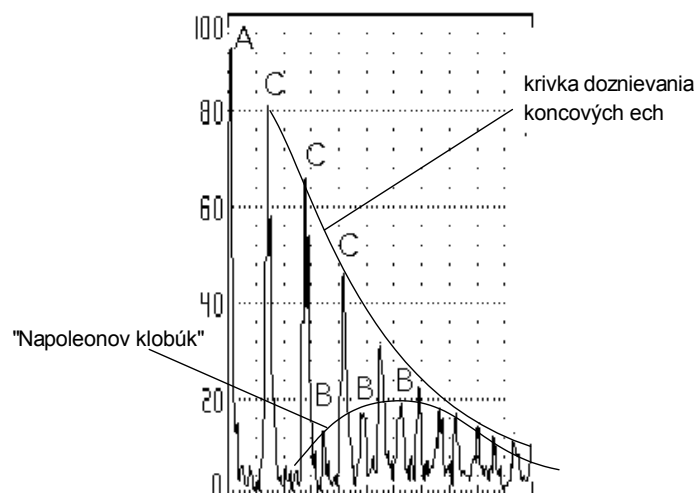
Obr. 4 Priebeh ech pri kvalitnom zvare

Tretím prípadom je echogram v ktorom sú jednoznačne pozorovateľné echá medzi násobnými koncovými echami (Obr. 5). Takto sa prejavuje malý priemer zvarovej šošovky.



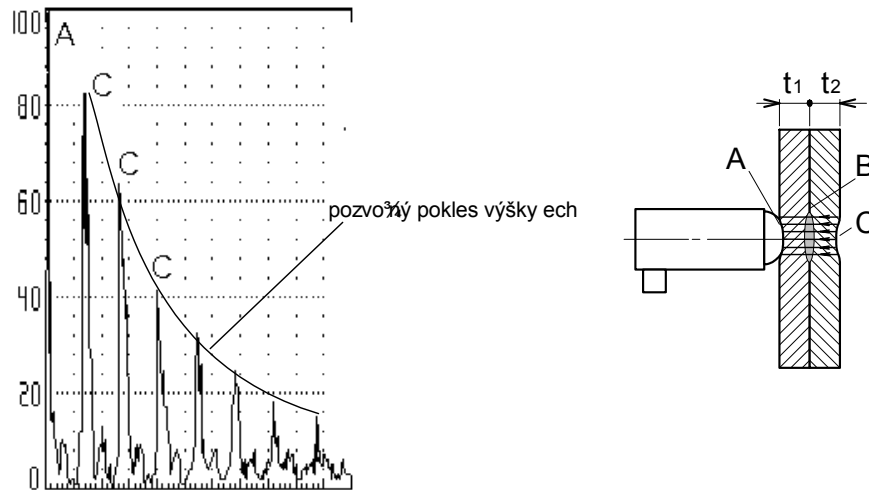
Obr. 5 Priebeh ech pri malom priemere zvarovej šošovky alebo chybe vo zvaru

Veľmi podobný je priebeh ech ak je vo zvaru chyba, obyčajne malá dutina - kavita, ktorá vzniká zmrštením pri tuhnutí zvarového kovu ( vyskytuje obyčajne pri zvaroch troch plechov). Takýto zvar je nevyhovujúci.



Obr. 6 Echá vytvárajúce tzv. „Napoleonov klobúk“ pri malom priemere zvarovej šošovky

Pri studenom zvarovom spoji vzniká priebeh, vyznačujúci sa najmä pomalším doznievaním koncových ech (Obr. 7), pretože zvarová šošovka, ak sa vôbec v tomto prípade vytvorí, je veľmi tenká, a tak sa jej hrubozrná štruktúra na poklese koncových ech prejaví podstatne menej ako u normálneho zvaru.



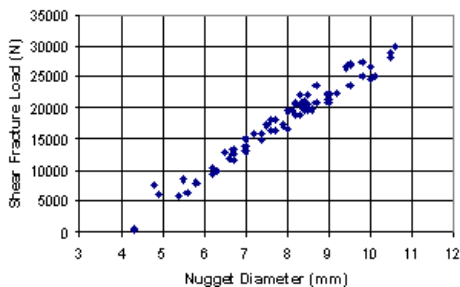
Obr. 7 Priebeh ech pri studenom spoji

Ak ide vyslovene iba o zlepený spoj vzniklý natavením zinkovej vrstvy plechov, bez vytvorenia šošovky, bude mať echogram okrem dlhého dozvuku koncových ech aj poruchové echá medzi koncovými echami.

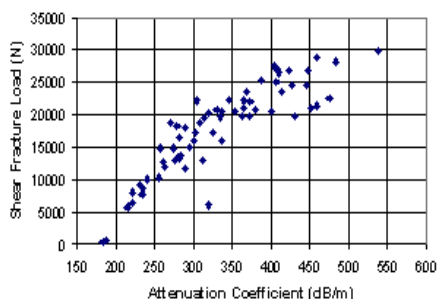
### 3. Záver

Ako vyplýva z vyššie uvedených príkladov, pri vyhodnocovaní echogramov bodových zvarov si všimame predovšetkým:

- Strmosť poklesu sledu koncových ech od zadnej steny druhého plechu
- Výšku a polohu poruchových ech
- Pri posudzovaní kvality spoja musíme brať ohľad aj na celkovú hrúbku zvarového spoja
- Korelácia s mechanickými skúškami:



Závislosť medzi ultrazvukom meranými veličinami a pevnosťou spoja má štatistický charakter.



100 % dlhodobá úspešnosť skúšky nie je dosiahnuteľná.

- Vzhľadom na dlhodobú spoluprácu s už spomínanými výrobcami, VW a Škoda-Auto, sme dospeli k výsledku (vzájomným porovnaním ut kontroly, sekáčovými skúškami a metalografiou), že ultrazvukovou kontrolou možno nahradiť, ale nie úplne vylúčiť „sekáčové skúšky“. Úspešnosť skúšky sa vzhľadom na počet zvarovaných plechov (2, 3 a viac) a hrúbky plechov, pohybuje niekde medzi 80-95%.