

## **Prednosti a využitie zobrazení S, B a C pri skúšaní hrubostenných výkovkov ultrazvukom.**

Kováčik Miloslav, Ing., Hyža Rastislav, Ing., Slovcert s.r.o. Bratislava

### **ÚVOD**

Hrubostenné výkovky patria k výrobkom, u ktorých ako jediná prakticky použiteľná nedeštruktívna metóda zisťovania vnútorných defektov prichádza v úvahu skúšanie ultrazvukom. Je známe, že defekty vyskytujúce sa u výkovkov sú orientované prevažne paralelne s tvárniciami vláknami, pričom môže ísť o celé spektrum rôzne závažných defektov od vmestkov až po trhliny rôzneho pôvodu. Chyby ako trhliny sa môžu vyskytnúť už v procese výroby, ale keďže u veľkých výkovkov ide väčšinou o výrobky vystavené v prevádzke veľkému namáhaniu, môžu sa trhliny vyvinúť tiež ako výsledok degradačných procesov po dlhodobej prevádzke výrobku. Do tejto kategórie môžeme napr. zaradiť vodíkové poškodenie, ktorému sú vystavené zariadenia petrochemického a ťažkého chemického priemyslu. Je pritom paradoxné, že práve v súvislosti s výkovkami sa často spomína metóda AVG ako jeden zo spôsobov určenia veľkosti defektov, hoci sa presne vzato tento spôsob hodí iba na hodnotenie izolovaných malých plošných defektov. Tie najzávažnejšie defekty, ktoré môžu vyradiť zariadenie z prevádzky spravidla nemožno dostatočne charakterizovať tzv. náhradnou veľkosťou, ale bolo by potrebné zobrazit' ich rozloženie v priereze výkovku. Túto úlohu môžu splniť zobrazenia S, B a C.

### **SKÚŠANIE PETROCHEMICKÉHO REAKTORA**

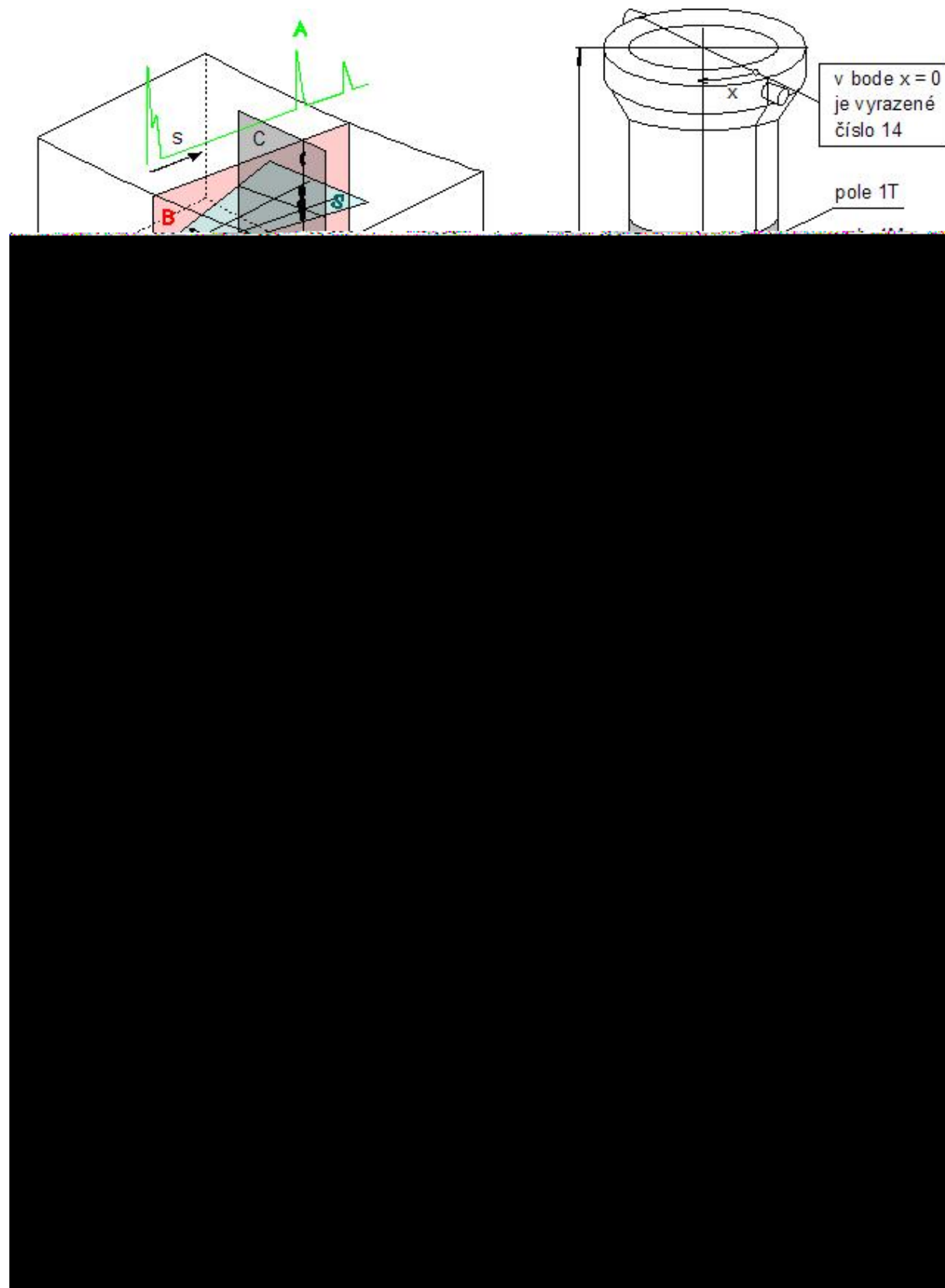
Prezentáciou využitia predností S, B a C zobrazení pri skúšaní hrubostenných výkovkov je aj príklad petrochemického reaktora (Obr. 1) vyrobeného v roku 1942 a prevádzkovaného pri rôznych podmienkach viac ako 60 rokov.



Obr. 1 - Chemický reaktor rok výroby 1942. Priemer ~1250 mm, hrúbka steny 100-120 mm

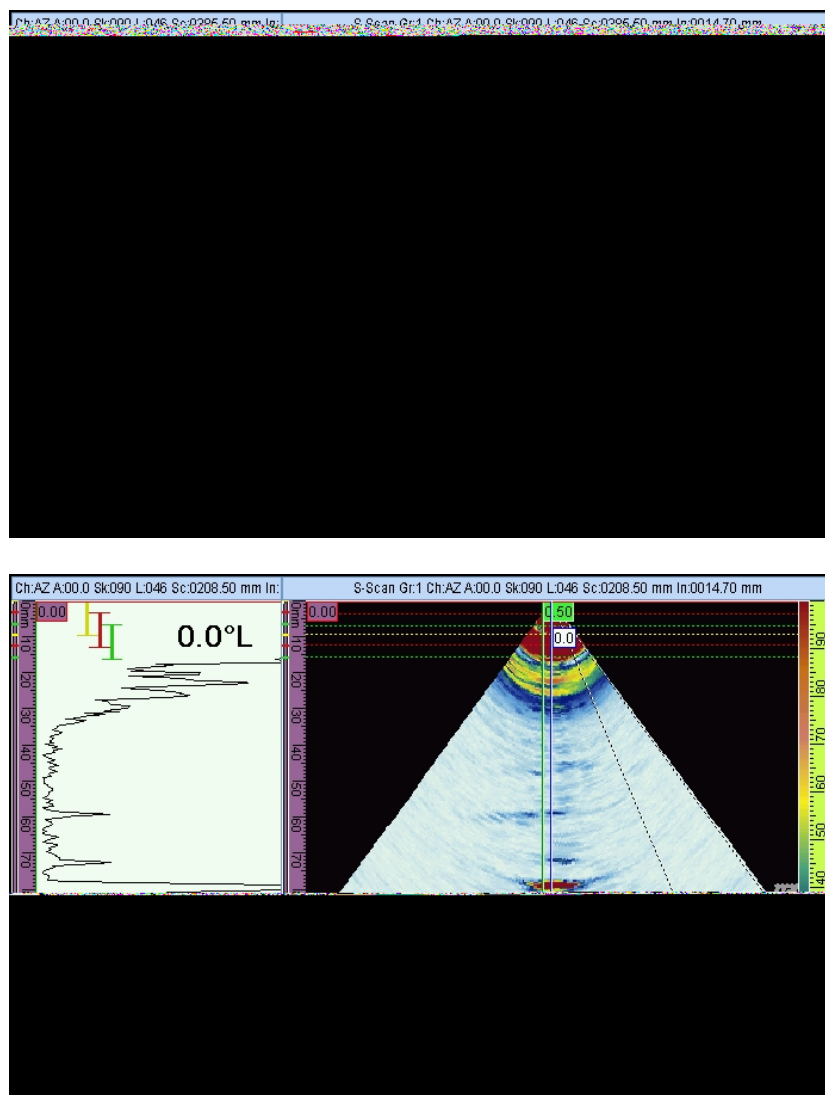
Hoci dnes by bolo technicky realizovateľné aj prezvučanie celého plášťa reaktora a následne zobrazenie jeho ľubovoľného priečného alebo pozdĺžneho prierezu, predstavovalo by to enormný objem dát, z ktorých by iba malá časť obsahovala relevantné informácie. Preto prevádzkovateľ v spolupráci s výpočtármi najprv určil predpokladané oblasti poškodenia (polia 1 až 6 na Obr. 2) a predpokladaný typ defektov. Nasledovalo predbežné manuálne skúšanie, cieľom ktorého bolo ohraničiť oblasti s vyšším výskytom defektov. Až potom bolo

vykonané podrobné skenovanie technikou phased array so zobrazením výsledkov vo forme S, B a C scanov (Obr. 2).



Obr. 2 - Kontrolované časti reaktora a spôsoby ich prezvučovania

Niektoré výsledky zo skúšania sú na Obr. 3 - Obr. 6 . Na Obr. 3 je ukážka typických nálezov pri sektorovom prezvučovaní. Sektorové prezvučovanie má tú výhodu, že poskytuje základnú informáciu o orientácii defektov. V našom prípade sa pri sektorovom prezvučovaní objavovali defekty väčšinou v úzkom rozmedzí uhlov okolo normály k povrchu, z čoho vyplýva, že sú skutočne prednostne orientované rovnobežne s tvárniacimi vláknami.



Obr. 3 - Typické nálezy v plášti reaktora pri sektorovom prezvučovaní pomocou zariadenia Omniscan PA

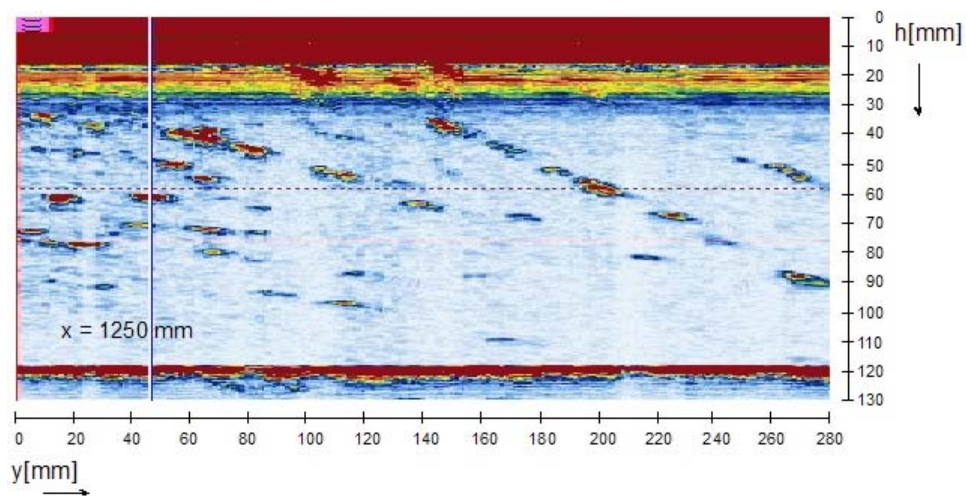
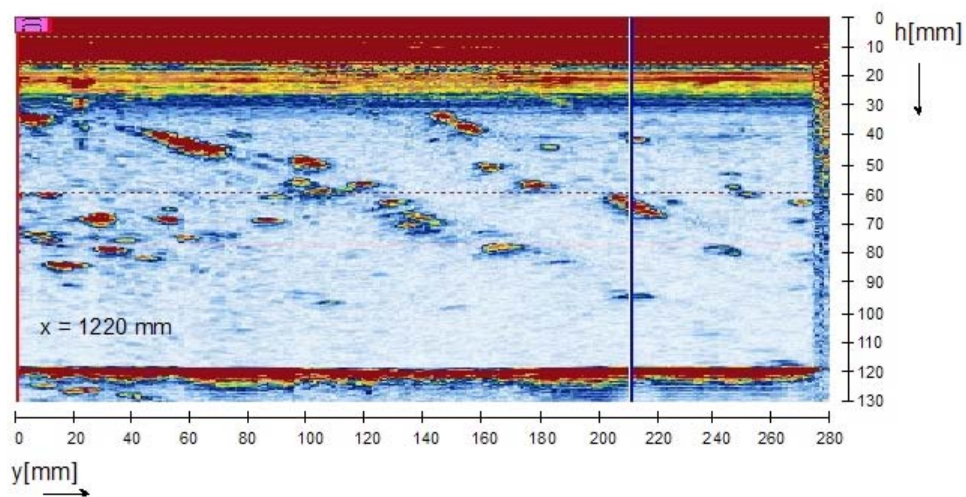
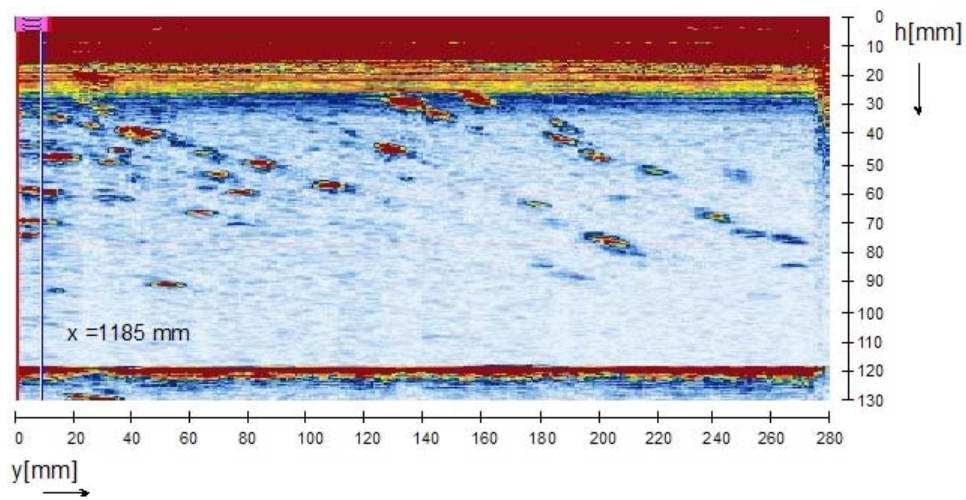
Na základe tejto informácie bolo pre podrobné mapovanie zvolené kolmé prezvučovanie, pričom sa použila technika phased array na vytvorenie lineárneho skenu. Pri lineárnom skene sa ultrazvukový lúč elektronickejšie posúva pozdĺž apertúry sondy a sonda sa pohybuje v smere naň kolmom, výsledkom čoho je, že sa postupne nasnímajú A-skeny z každého body plochy skúšobného povrchu, po ktorej prejde sonda. Z tejto množiny A-skenov je následne možné extrahovať dáta z ľubovoľnej vrstvy plášťa reaktora a znázorniť ju v C – zobrazení, alebo

extrahovať všetky A-skeny pozdĺž jednej línie v smere pohybu sondy a znázorniť prierez plášťa vedený touto líniou, čiže B- zobrazenie. To všetko možno urobiť s krokom daným rozlíšením enkodéra snímajúceho polohu sondy pri pohybe na skúšobnom povrchu. V našom prípade bola veľkosť kroku asi 1 mm. Takto možno virtuálne "narezat' "skúšanú časť plášťa reaktora na "pláty " po 1mm.

Ukážka C a B - zobrazení pri spomínanom postupe prezvučovania je na nasledovných obrázkoch.



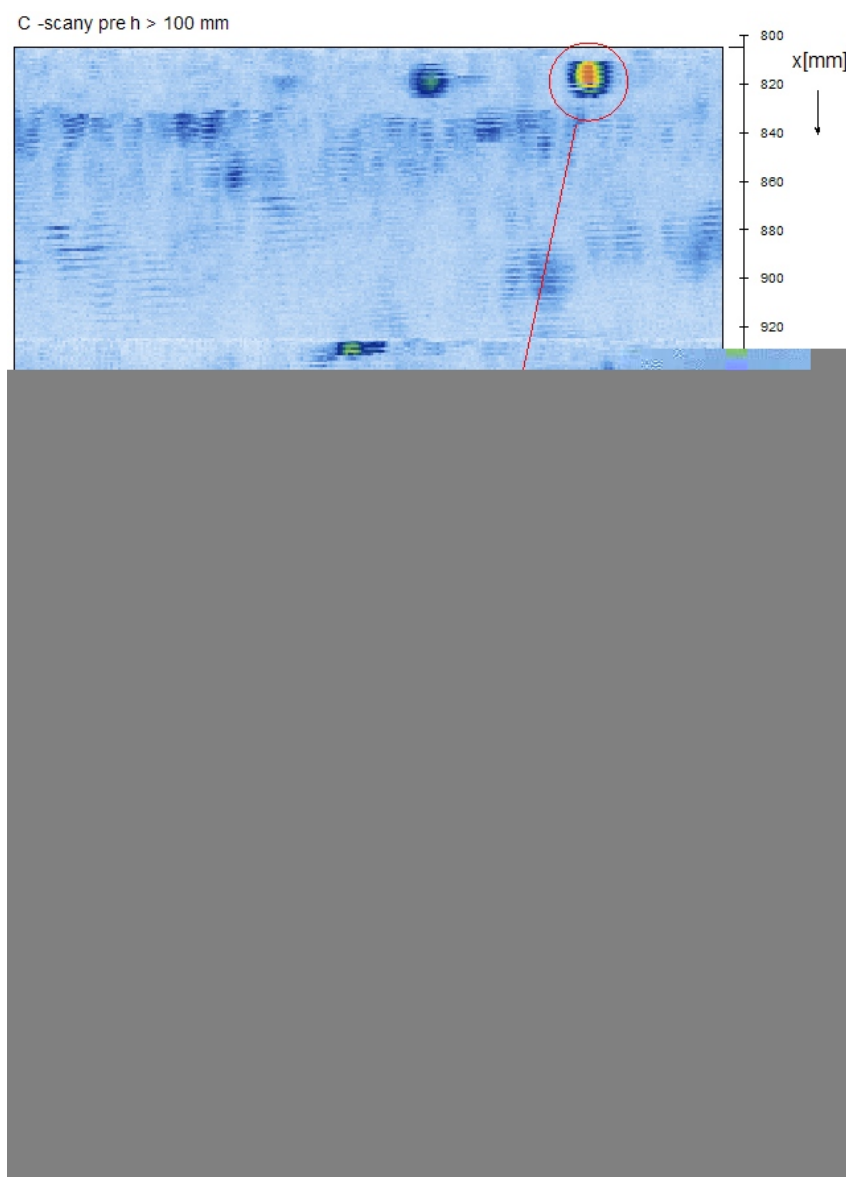
Obr. 4 - C-zobrazenie dvoch rôznych hĺbkových vrstiev časti plášťa reaktora. Vľavo hĺbková vrstva 100 – 120 mm, vpravo vrstva 50 -70 mm. Zrejmy je podstatne vyšší výskyt defektov v strede steny plášťa.



Obr. 5 - B-zobrazenie niektorých prierezov z časti plášťa znázornenej na predošlom obrázku

Je zrejmé, že výhodou C - zobrazenia je fakt, že ukazuje plošné rozloženie defektov vo vybranej vrstve, u B – zobrazenia je zase neoceniteľnou informácia o hĺbkovom profile alebo hĺbkovom rozložení defektov, pretože napomáha určiť typ defektov. Napr. poškodenie vyvolané vodíkom má v B skene charakteristický prejav. Kombináciou niekoľkých typov zobrazení si môžu i laici ( medzi ktorých bohužiaľ musíme zaradiť i väčšinu managementu rozhodujúceho o osude zariadenia ) urobiť veľmi názornú a ucelenú predstavu o rozsahu poškodenia.

Zobrazenia B a C možno vytvoriť aj pri šikmom prezvučovaní, potom ukazujú smerové vlastnosti defektov v danom reze, resp. vrstve. (Obr. 6), z ktorého si opäť možno podľa potreby nechať zobrazit' sektorový obraz zvoleného defektu.



Obr. 6 C – zobrazenie časti plášťa pri šikmom prezvučovaní.  
(Dolu je sektorové zobrazenie vybraného defektu)

Spomenuté spôsoby zobrazenia možno dosiahnuť aj klasickými sondami s podmienkou, že sa na snímanie pozície sond použije dvojosový enkodér. Technika phased array nie je teda pre tento účel nevyhnutná, ale veľmi vhodná.

Ďalšou výhodou nepriamo vyplývajúcou zo zobrazení B, S a C je fakt, že pri ich vytváraní sa uschovávajú všetky namerané A-skeny, t.j. tzv. surové dáta, ktoré možno uschovať na pamäťové médium a aj po niekoľkých rokoch vyvolať a znova podľa potreby vyhodnotiť. Táto vlastnosť má veľký význam pri porovnávaní nálezov z opakovaných meraní, t.j. pri materiálovej diagnostike exponovaných zariadení.

## **ZÁVER**

Zobrazenia B a C sú v ultrazvukovej defektoskopii známe už pomerne dlhú dobu. Jedna z prvých zmienok o použití B – obrazov pri skúšaní výkovkov pochádza z roku 1959. Je pochopiteľné, že technika tej doby neumožňovala, aby boli tieto zobrazenia vo veľkej miere používané, a tak bolo ultrazvukové skúšanie dlhé roky odkázané väčšinou iba na zobrazenie A. Dnes, keď sa B a C zobrazenia implementujú aj do softwarovej výbavy lepších ultrazvukových defektoskopov určených aj pre manuálne skúšanie, je čas, aby sa ich možnosti využívali naplno a to najmä u zariadení, kde defektoskopia plní úlohu diagnostickej metódy určenej na sledovanie degradačných procesov vývoja prevádzkového poškodenia.