

Skúšanie zámkov lopatiek turbín sondami s fázovanou sústavou meničov

Ing. Miloš **Kováčik**, Ing. Rastislav **Hyža** – SlovCert s. r. o. Bratislava

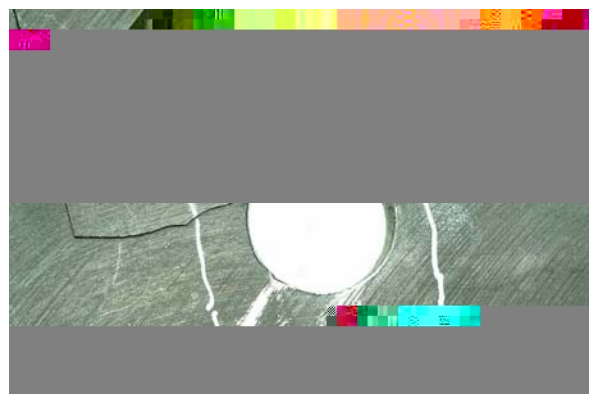
Úvod

Zámok lopatiek turbín je miestom výskytu trhlín, ktoré môžu ohroziť prevádzku samotnej turbíny. Je to diel komplikovanej geometrie, v prevádzke spravidla neprístupný žiadnej povrchovej ba ani vizuálnej metóde nedeštruktívneho skúšania. Prakticky jedinou možnou metódou jeho kontroly je ultrazvuková odrazová metóda.

Možnosti ultrazvukovej metódy pri skúšaní zámkov lopatiek

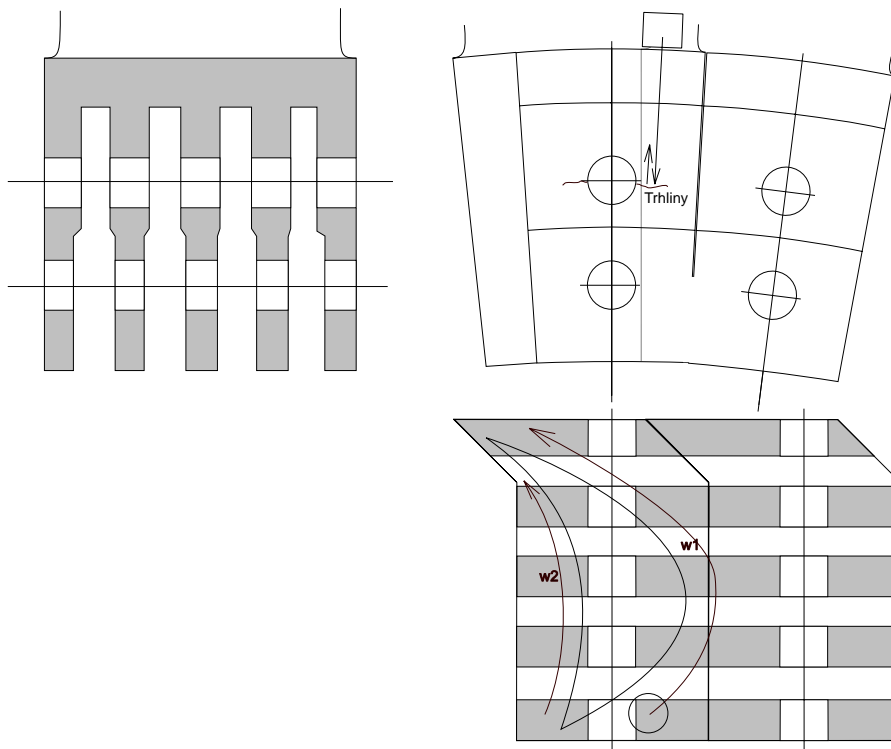
Ani skúšanie ultrazvukom nie je v prípade zámkov bez problémov. Prístup a možnosti na priloženie sondy sú veľmi skromné. Skúšanie z povrchu lopatiek je vzhľadom na ich geometriu prakticky nemožné, a tak nám zostáva iba priestor medzi lopatkami. Z tohoto obmedzeného priestoru je potrebné prezvukať dosť veľký objem materiálu a zistiť, ktoré indikácie sú tvarové a ktoré pochádzajú od trhlín.

Ako príklad popíšeme situáciu pri skúšaní jedného typu zámku (Obr. 1), kde sa trhliny vyskytujú v oblasti otvorov a šíria sa k bočným plochám, k segmentom susedných lopatiek.



Obr.1 Lopatkový segment so zámkom a trhliny v oblasti jeho otvorov.

Pri prezvučovaní čelnou sondou, z plochy medzi lopatkami, pohybom pozdĺž profilu lopatky (dráhy w1 a w2 na Obr. 2)sa dajú zistiť trhliny iba v krajných segmentoch zámku. Vnútorne segmenty majú otvory mimo dosah ultrazvukového lúča štandardnej sondy a vyžadovali by si prezvučovanie pod presne definovanými uhlami.

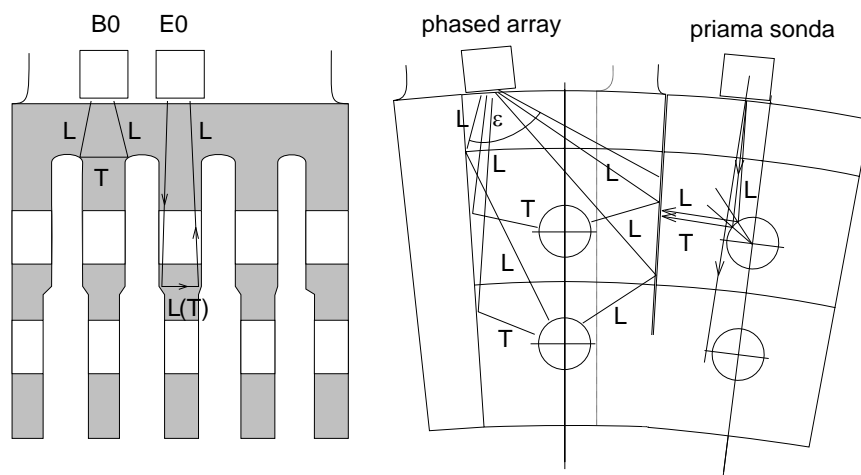


Obr.2 Možnosti zisťovania trhlín v zámku štandardnou priamou sondou

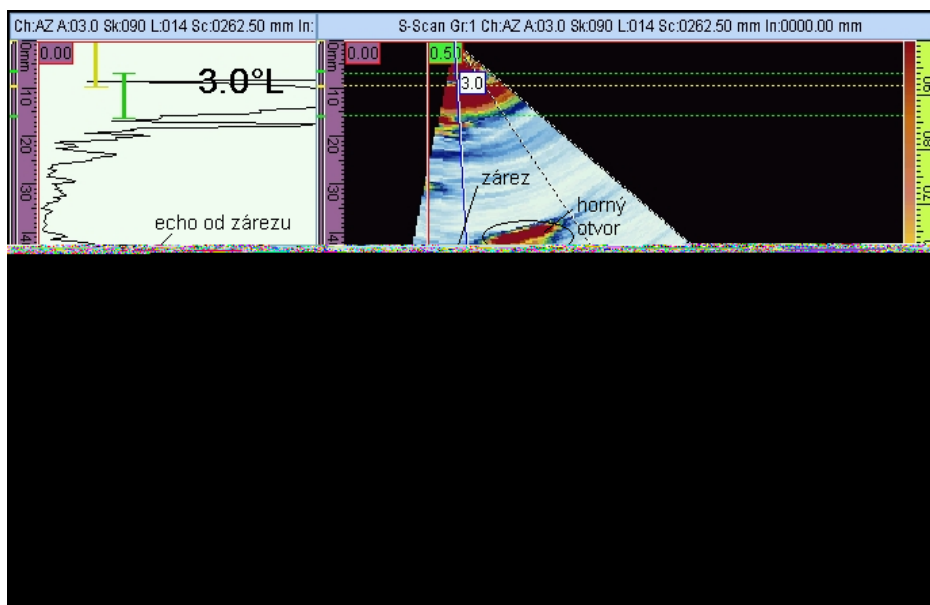
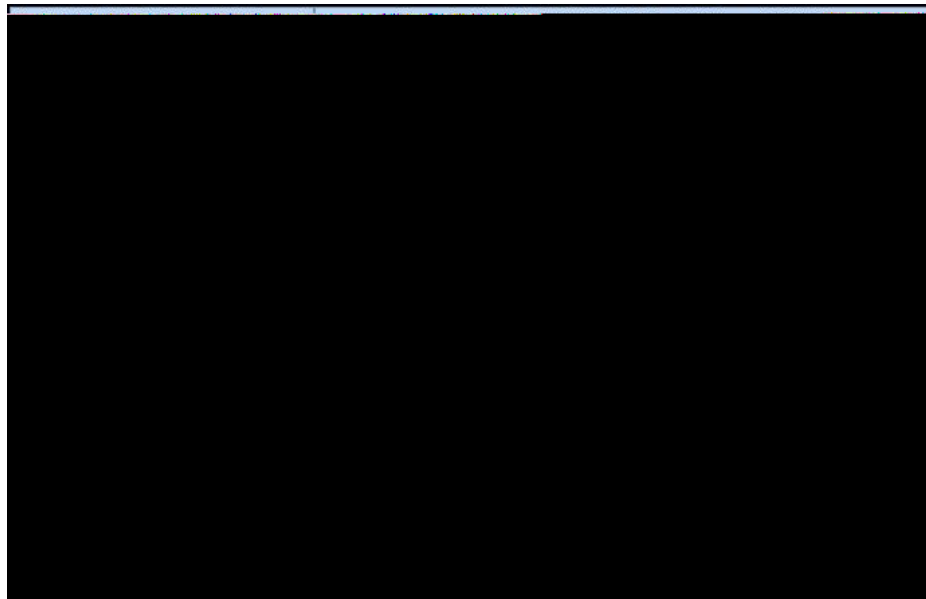
Východisko z tejto situácie ponúkajú prístroje a sondy s fázovanou sústavou meničov tzv. "phased array" (Obr. 3). Elektronické vychyľovanie ultrazvukového lúča a v reálnom čase generované sektorové zobrazenie prezvučovanej oblasti aké sa používa v medicínskej sonografii, poskytuje v tomto prípade informácie aj z oblastí, ktoré bežnou čelnou sondou prezvučiteľné nie sú (Obr.4). Je samozrejme, že takýto obraz bude obsahovať viac tvarových ech ako echogram pri skúšaní štandardnou priamou sondou a že jeho interpretácia nebude jednoduchá. Bolo by veľmi naivné očakávať, že technikou phased array získaný ultrazvukový obraz zámku (Obr.5) bude vernou napodobeninou optického obrazu. Sektorový obraz nie je rekonštrukciou tvaru reflektorov v prezvučovanej oblasti a vyžaduje si, podobne ako klasický A-scan, interpretáciu skúseným odborníkom.



Obr.3 Prístroj Omniscan MX a sonda phased array so 16 meničmi, použitá na zisťovanie trhlín v zámku lopatiek



Obr.4 Tvarové echá pri prezvučovaní zámku



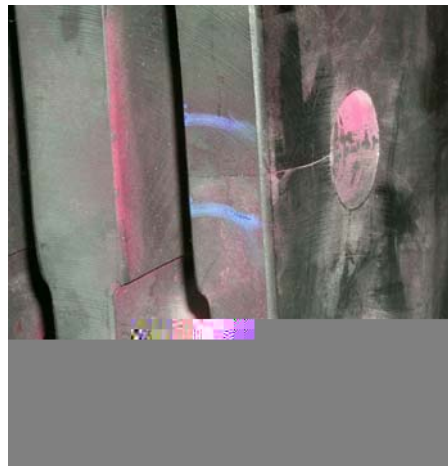
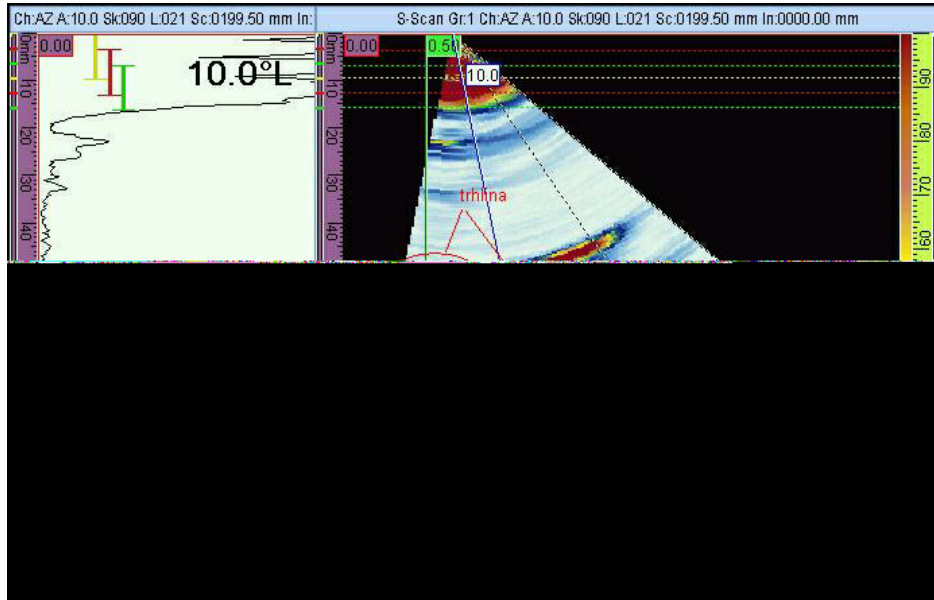
Obr.5 Sektorové zobrazenie zámku. Hore bez trhlín, dolu s kalibračnou chybou simulujúcou krátku trhlinu na hrane horného otvoru

Obrazy reálnych trhlín

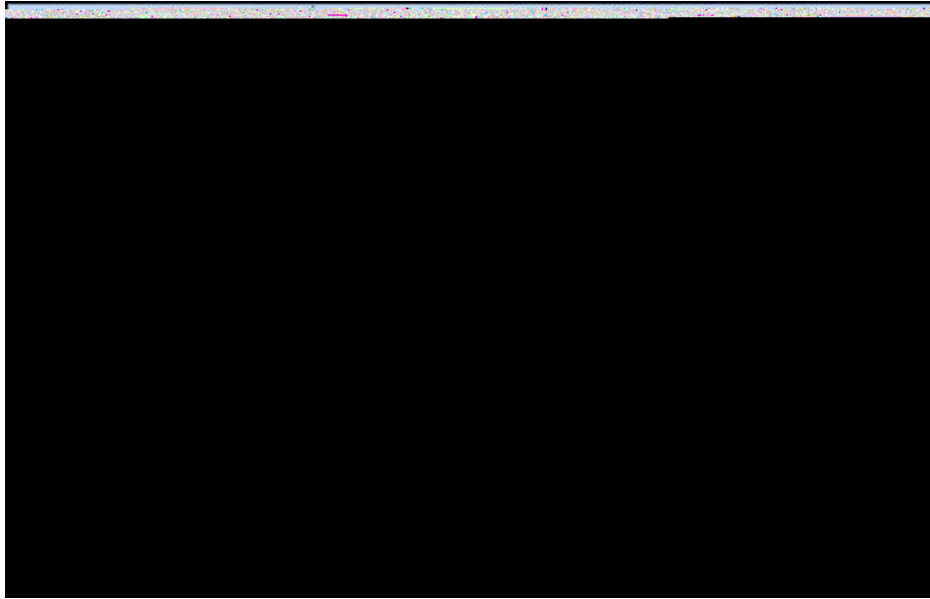
Obraz reálnych defektov sa vždy viac - menej odlišuje od obrazu kalibračných defektov. Amplitúda ech reálnych trhlín môže vplyvom ich orientácie voči ultrazvukovému zväzku značne kolísať. Podstatnejšia ako amplitúda signálu bude preto informácia o dráhe ultrazvuku príslušajúcej danej indikácii. V technike phased array to znamená posúdiť, či indikácia v danom mieste sektorového obrazu je alebo nie je významná. Aj u techniky phased array je rozumné držať sa zásady uplatňovanej už dávanejšie v niektorých klasických predpisoch podľa ktorej, indikácie presahujúce určitú úroveň by sa mali prešetriť tak, aby bolo možné stanoviť ich pôvod.

Malé - krátke trhliny sa prejavajú ako nie práve výrazné indikácie v určitých miestach sektorového obrazu, teda podobne ako zárez na Obr. 5.

Veľké trhliny sa prejavajú niekoľkými efektami - jednak prítomnosťou ech v miestach, kde by sa za normálnych okolností nemali vyskytovať, jednak absenciou niektorých tvarových ech, pretože zablokujú prechod ultrazvuku do spodnej časti zámku (Obr.6) a prípadne silnými tvarovými echami na iných miestach obrazu než u bezchybného segmentu (Obr.7).



Obr.6 Sektorový obraz segmentu zámku s reálnou trhlinou a jej skutočný tvar.



Obr.7 sektorový obraz segmentu so šikmo orientovanou trhlinou.

Záver

Technikou "phased array" je pri skúšaní zámkov lopatiek turbín možno odhaliť trhliny na miestach, kde by to klasickou technikou nebolo možné. Samotné vykonanie skúšky je rýchle, nález je prezentovaný vo forme sektorového obrazu s možnosťou uloženia pre účely dokumentácie alebo posúdenia zmien pri následných meraniach. Vďaka týmto prednostiam môže byť "phased array" veľmi užitočnou diagnostickou technikou schopnou zavčas odhaliť defekty v zámkoch lopatkových segmentov, ktoré môžu viesť k haváriám.

Pod'akovanie:

Autori ďakujú na tomto mieste firme Tediko spol. s r.o. Chomutov za poskytnutie lopatkových segmentov s reálnymi trhlinami, bez ktorých by tento článok nemohol vzniknúť.