

Využití 3D profilometrie při ultrazvukovém zkoušení

Ultrazvukové zkoušení je nedílnou součástí zjišťování celistvosti komponent, jak při jejich výrobě, tak zejména při provozu. Využití nejmodernějších metod pomáhá dosáhnout velmi přesných výsledků. Mezi metody, které usnadňují přípravu zkoušení a vyhodnocování naměřených dat patří například 3D profilometrie.

Princip 3D profilometrie

3D laserová profilometrie je technologie, která umožňuje digitalizaci fyzického tvaru tělesa. Profilometry využívají při skenování princip triangulace; laserový paprsek je promítán na povrch snímaného tělesa a zorné pole je snímáno dvěma či více kamerami pod stanoveným úhlem. Kamery zaznamenávají průřez laseru na povrch a digitalizují všechny body laserového paprsku, které se nacházejí v zorném poli.

Data jsou skenována jako tzv. mračno bodů a zpracována do trojúhelníkové sítě. Odsud je následně možné vytvořit parametrický CAD model, tvořený parametrizovanými geometrickými tvary (rovina, válec, krychle a podobně). Kromě toho lze vytvořit model pomocí tzv. NURBS ploch (obr. 2), které jsou určeny vodičnými body a vektory. Simulační software však vyžaduje model uzavřeného objemu definovaný souvislými plochami a chybějící plochy (např. vnitřní povrch potrubí) se tímto druhým způsobem obtížně domodelovávají. Hoto-vý parametrický model si simulační software aproximuje pomocí trojúhelníkové sítě na základě zvolené přesnosti.

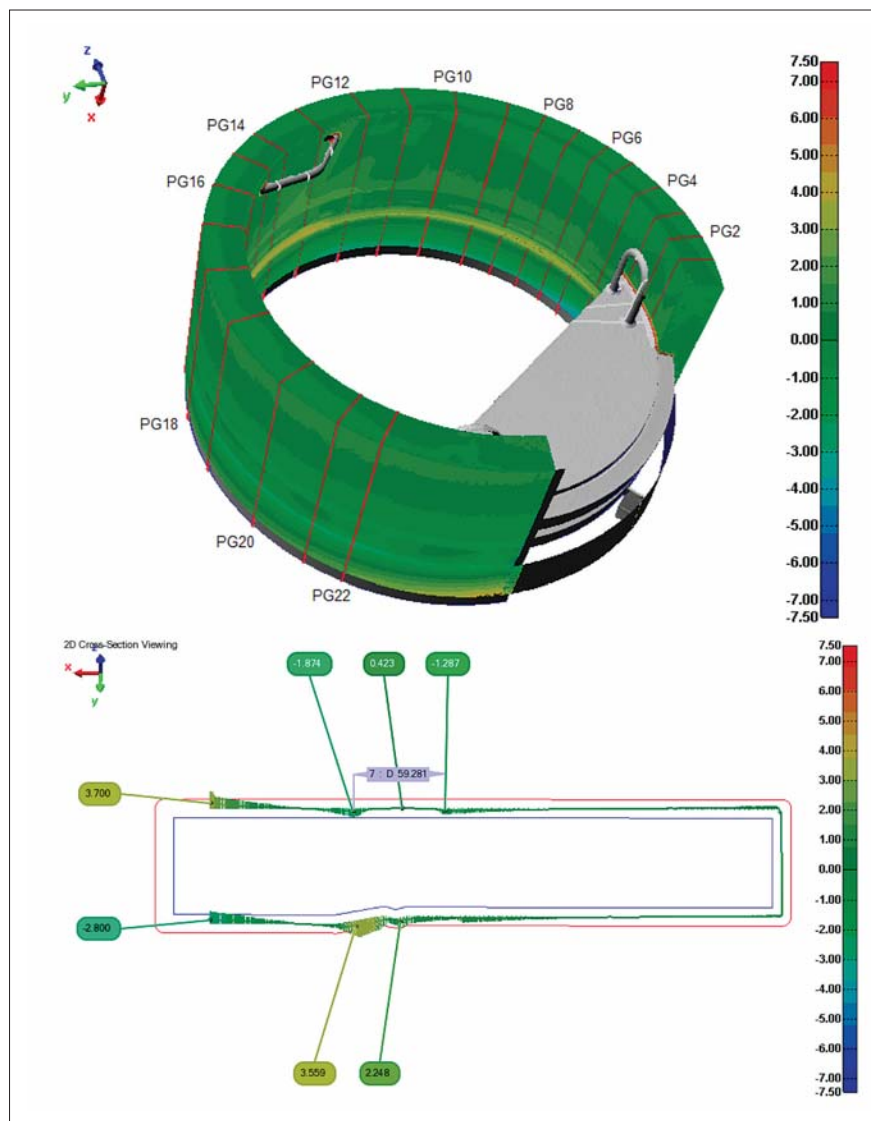
Kontrola geometrie součástky je základní úlohou 3D profilometrie. Jednorázovými kontrolami lze porovnávat skutečnou geometrii povrchu součástky s výkresem, zpracovaným v podobě CAD modelu, zjišťovat odchylky v řezech (obr. 1), a hodnotit další tvarové charakteristiky (rovinnost, ovalita, souosost apod.). Při kontrole svarových spojů se nejvíce osvědčila kontrola podbroušení koruny a skenovacího prostoru okolo svarové koruny (příp. také její převýšení). Kontrola poskytuje také informace o proměnlivosti těchto parametrů po celém obvodu svaru.

Simulace NDT

Simulace NDT, zejména ultrazvukového zkoušení, jsou v současné době nedílnou součástí celého procesu zkoušení. Simulace lze využít při plánování samotného měření (návrh sond, nastavení parametrů, pohyb po zkoušeném tělese, atd.), ověření inspekčního postupu až po podporu při vyhodnocování naměřených dat. Aby se výsledky simulace co nejvíce blížily reálnému zkoušení, je potřeba tomu přizpůsobit co nejvíce vstupních parametrů, které simulace vyžaduje. Jedním z důležitých parametrů je tvar zkoušené komponenty. Zejména u tvarově složitých komponent je velmi důležitý co nejpřesnější tvar povrchů. Zejména povrch, kde se pohybuje UZ sonda ale i povrchy, kde může dojít k odrazu UZ svazku.

Reálné měření

Při reálním měření je možné využití 3D modelu jak při přípravě a plánování měření, tak i při vyhodnocování naměřených dat.



Obr. 1 – Odchylky zkušebního tělesa kolektoru PG (vlevo) a jeho řezu v místě defektu PG7 (vpravo)

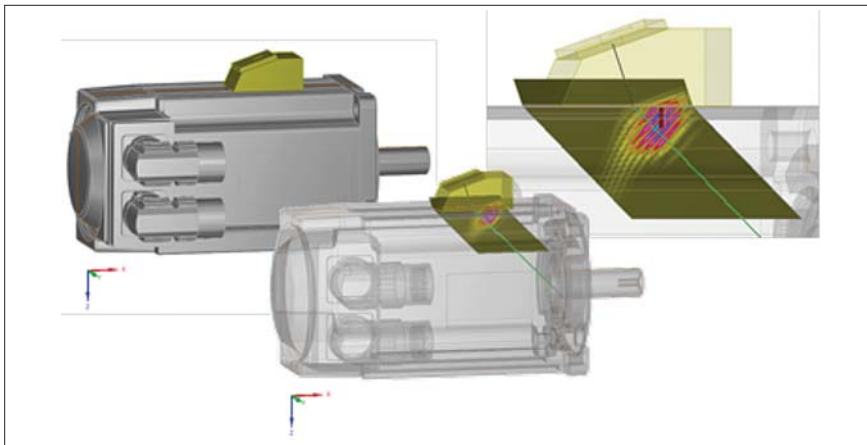


Obr. 2 – NURBS model studené smyčky kolektoru PG JE Temelín

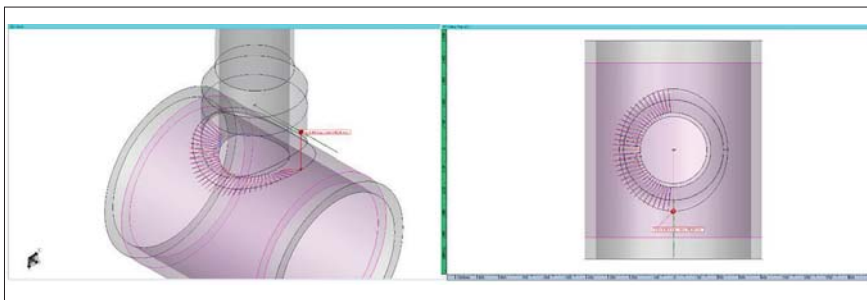
Příprava před měřením

Při ultrazvukovém zkoušení, zejména pokud se

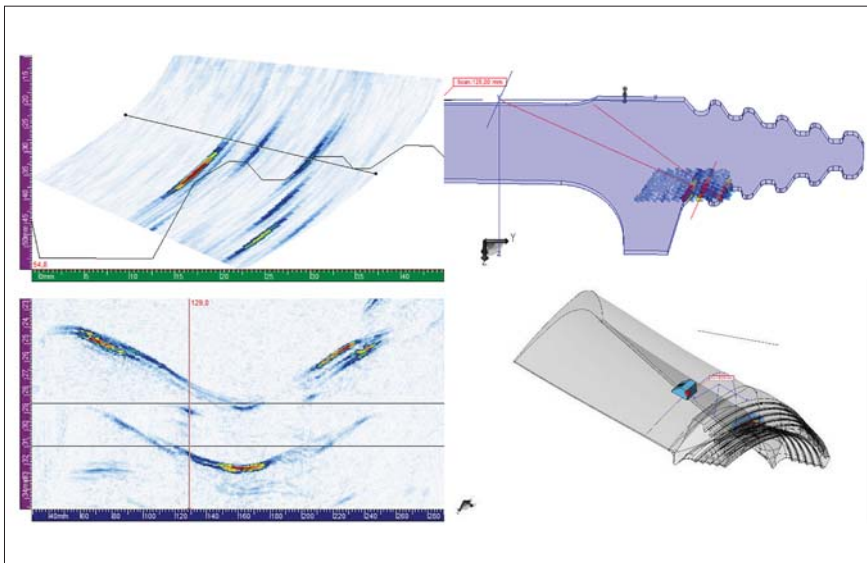
jedná o mechanizované zkoušení, jsou využívány softwary, které umožňují vložení 3D modelu



Obr. 3 – Příklad využití 3D modelu v simulaci



Obr. 4 – Korekce UZ svazku při měření svaru nátrubku



Obr. 5 – Vyhodnocení naměřených dat s využitím 3D modelu

zkoušené komponenty a tím přesné nadefinování parametrů zkoušení. Například při zkoušení sedlového svaru nátrubku je velmi obtížné nastavit zkoušení tak, aby sonda vždy směřovala kolmo ke svarovému spoji. Pokud ale bude do tohoto softwaru vložen přesný 3D model zkoušeného místa, je možné s využitím techniky phased array nastavit zkoušení tak, že se při každém kroku sondy budou elektronicky měnit její parametry a ultrazvukový svazek bude vždy směřovat tam, kam potřebujeme, tzn. v tomto případě kolmo ke svarovému spoji. Na obrázku 4 je znázorněn modrou barvou nekorigovaný a červenou barvou korigovaný UZ svazek.

Vyhodnocování naměřených dat

Výhoda co nejpřesnějšího 3D modelu se dá rovněž využít při vyhodnocování naměřených dat. Pokud se jedná o geometricky složitou komponentu, hraje velkou roli při vyhodnocování jak tvar povrchu, po kterém se pohybuje sonda, tak i průběh vnitřního povrchu vzhledem ke geometrickým indikacím. Tyto indikace mohou být často zaměněny za indikace vadové nebo naopak. Jako příklad je na obrázku 5 uvedeno vyhodnocení výsledků zkoušení lopatky turbíny.

Závěr

V technické praxi se často ukazuje, že skutečný profil komponenty zásadním způsobem neodpovídá výkresové dokumentaci. 3D profilometrie je efektivní metodou usnadňující přípravu ultrazvukového zkoušení. U komponent hraje významnou roli tvar vnějšího i vnitřního povrchu; přesný 3D model lze využít jak při simulacích ultrazvukové kontroly, tak při vyhodnocování naměřených dat. Při kontrole svarových spojů se nejvíce osvědčila kontrola podbroušení koruny a skenovacího prostoru okolo svarové koruny.

Poděkování

Tato práce vznikla za finanční podpory projektu SUSN CZ.1.05/2.1.00/03.0108, který je realizován v rámci Evropského fondu regionálního rozvoje (ERDF).

**Ing. Pavel Mareš, Ing. Jan Patera,
Centrum Výzkumu Řež s.r.o., člen Skupiny ÚJV**

Application of 3D Profilometry to Ultrasonic Testing

Ultrasonic testing is an integral part of component integrity determination, in production and especially during the operation. Using the latest techniques helps to achieve highly accurate results. 3D profilometry belongs to the methods that facilitate preparation of examination and evaluation of measured data.

Использование 3D профилометрии для ультразвукового контроля

Ультразвуковой контроль является неотъемлемой частью контроля целостности компонентов в процессе производства и технического обслуживания. Использование новейших методов помогает достичь высокоточных результатов. В число методов, облегчающих подготовку контроля и оценку измеренных данных, входит 3D профилометрия.



ÚJV Řež, a. s.

**projektování
a inženýrské činnosti**

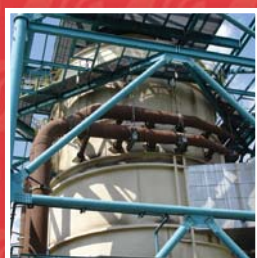
**podpora provozu klasických
elektráren a tepláren**

**podpora provozu
jaderných elektráren**

**radiofarmaka
radioaktivní odpady
výzkum a vývoj**



**Speciální
technologie**



Zaměření firmy:

- Realizace technologických celků
- Realizace TZB – klimatizace a chlazení
- Servisní činnost v oblasti průmyslových čerpadel a míchadel
- Prodej průmyslových čerpadel a míchadel – zastoupení Scampump, Scaba

Sídlo společnosti: Speciální technologie, s.r.o., U Staré elektrárny 1881/4, 710 00 Ostrava - Slezská Ostrava, telefon: +420 595 536 300, fax: +420 595 536 311
Výroba: Speciální technologie, s.r.o., Průmyslová 1415/5, 735 35 Horní Suchá

www.spectech.cz