

VYUŽITIE KOMBINÁCIE AKUSTICKEJ DIAGNOSTIKY S 3D METROLÓGIOU V ÚDRŽBE

Ján ĎUNGEL, Michal PODOLINSKÝ

Anotácia

Článok sa zaoberá možnosťami kombinácie akustickej diagnostiky a 3D metrológie v údržbe výrobných zariadení. Predstavuje princíp oboch technológií a ich využitie na reálnych prípadových štúdiách, v ktorých sa podarilo pomocou vizualizácie hluku a presného merania geometrie efektívne identifikovať a odstrániť zdroj problému. Kombinácia týchto prístupov výrazne prispieva k zníženiu nákladov na údržbu, skracovaniu prestojov a zvyšovaniu kvality pracovného prostredia.

Kľúčové slová: akustická kamera, 3D skenovanie, údržba, diagnostika

1 Úvod

Moderná údržba vo výrobe čelí neustále rastúcim nárokom na zvyšovanie spoľahlivosti zariadení, znížovanie prestojov a minimalizáciu prevádzkových nákladov. Kľúčovú úlohu pritom zohrávajú presné a včasné diagnostické nástroje. V posledných rokoch sa do popredia dostáva synergia medzi akustickou diagnostikou a 3D metrológiou, ktorá umožňuje efektívne identifikovať a lokalizovať zdroje problémov, predovšetkým tých, ktoré súvisia s hlučnosťou, vibráciami a geometrickými chybami.

Cieľom tohto článku je predstaviť možnosti tejto kombinácie na príkladoch z praxe a ukázať, aké výhody prináša do oblasti údržby a optimalizácie výrobných procesov.

2 Prístup a technológie

Akustická diagnostika využíva napríklad akustické kamery, ktoré zaznamenávajú priestorovú distribúciu hluku v rôznych frekvenčných pásmach. Tieto nástroje umožňujú identifikovať smer šírenia zvukových vĺn a presne lokalizovať ich zdroj aj v zložitých výrobných priestoroch.

3D metrológia (napr. laserové skenovanie alebo meracie ramená) umožňuje vytvárať presné digitálne modely strojov, komponentov alebo pracovných priestorov vo forme mračien bodov či CAD modelov. Tieto modely môžu slúžiť na návrh technických opatrení, ako sú akustické kryty alebo korekcia odchýlok v geometrii.

3 Prínos kombinovaného prístupu

Spojením akustickej diagnostiky a 3D merania získavame komplexný obraz:

Akustika identifikuje problém.

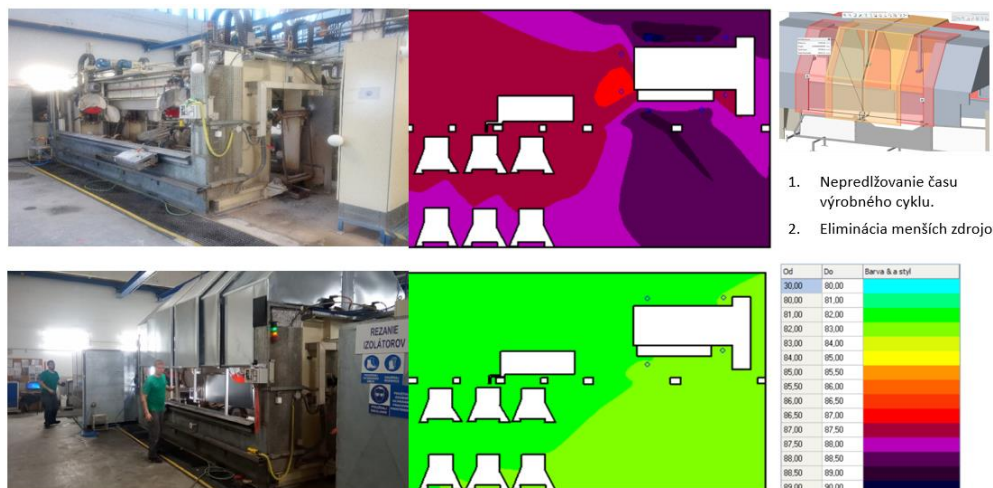
3D metrológia poskytuje presné dáta na jeho technické vyriešenie.

Tento prístup umožňuje cielene navrhovať riešenia, ktoré nezasahujú zbytočne do technológie, ale adresujú konkrétne zdroje problémov – napríklad nadmerné vyžarovanie hluku alebo deformáciu komponentov.

4 Prípadové štúdie prínosov kombinovaného prístupu

Firma 1 – Návrh krytu na základe kombinovanej analýzy

V jednom z výrobných závodov bola riešená nadmerná hlučnosť generovaná obrábacím zariadením. Pomocou akustickej kamery sa podarilo lokalizovať konkrétne miesta a smery šírenia hluku. Tieto boli vizualizované farebnou mapou, pričom najintenzívnejšie zóny sa nachádzali v oblasti otvoreného prístupu obsluhy.

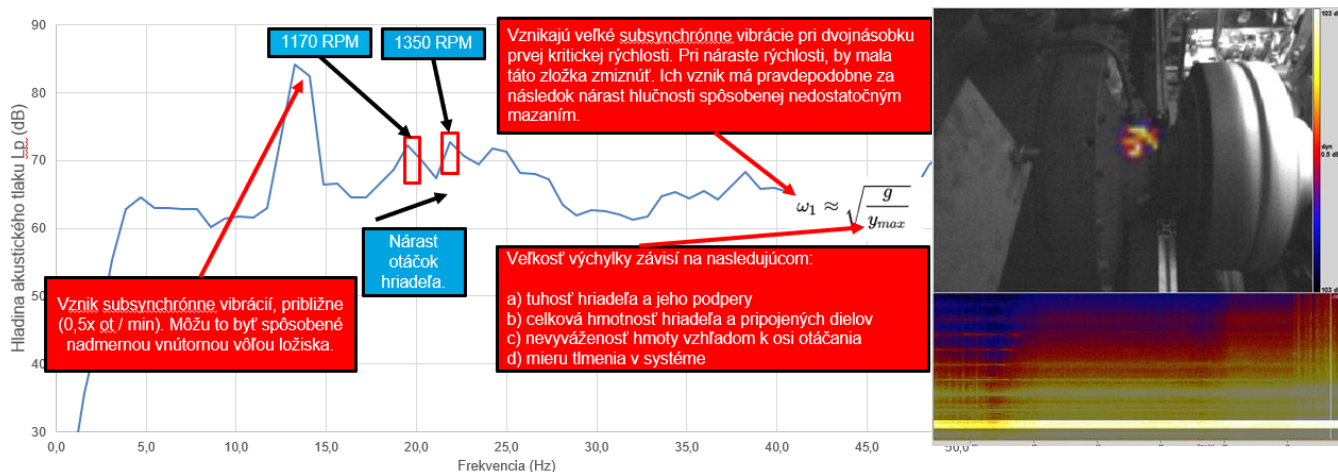


Obr. 1 Obrábacie centrum pred a po aplikácii protihlukových riešení LAeq (dB)

Hluková mapa (obr.1) sa vytvára meraním hladiny hluku v rôznych bodoch záujmovej oblasti pomocou kalibrovaných zvukomerov alebo mikrofónov, pričom namerané údaje sa následne spracujú softvérom na analýzu akustických údajov, ktorý umožňuje interpoláciu a zobrazenie rozloženia hladín hluku v grafickej podobe.

Firma 2 – Diagnostika prevodovky pomocou akustiky a 3D merania

V inom prípade bola zaznamenaná zvýšená hlučnosť v okolí prevodovky. Akustická analýza odhalila vysokofrekvenčné spektrálne pásma, poukazujúce na poškodenie ložiska – pravdepodobne kvôli kavitačnému opotrebovaniu alebo nedostatočnému mazaniu. Spektrálna analýza zároveň ukázala výrazné subsynchrónne vibrácie.



Obr. 2 Frekvenčná analýza prevodovky (vľavo), Snímka z akustickej kamery (vpravo)

Pomocou ramenového meracieho systému FARO sa potvrdilo prekročenie geometrických tolerancií hriadeľa. Tento stav prispieval k rezonanciám. Následne bola vykonaná výmena ložiska a korekcia geometrie. Výsledkom bolo stabilizovanie chodu zariadenia a citeľný pokles hladiny hluku.

4.1 Výhody pre údržbu

1. Presná lokalizácia problémov pred odstávkou.
2. Možnosť návrhu technického riešenia bez demontáže zariadenia.
3. Zníženie nákladov na diagnostiku a odstávky.
4. Cieľová eliminácia hlučnosti a vibrácií, bez zbytočných úprav.
5. Zvýšenie bezpečnosti a komfortu pracovného prostredia.

4.2 Ďalšie výhody pre firmu

Pri 3D skenovaní výrobných priestorov vzniká nie len presný 3D digitálny model zdroju hluku ale aj celého jeho okolia. Firma tak získava aktuálny stav výrobného priestoru vo vysokej presnosti. Citlivosť skenera dovoľuje presne zachytiť trasovanie povrchových rozvodov vzduchotechniky, vody, elektrických rozvodov, rozvodov plynov aj stlačeného vzduchu. Samozrejmosťou je teda pozícia jednotlivých výrobných technológií, oplotenia logistických ciest, dopravníkov, robotov a pracovísk.

3D dáta je možné ľahko prehliadať, vytvárať v nich rozmerové a priestorové analýzy. Ich ďalším spracovaním je možné previesť dáta do konštrukčných softwarov, vytvárať a aktualizovať rozloženie (layout) závodu. Tieto dáta sú cenené hlavne pri modernizáciách starších výrobných priestorov nakoľko zachytávajú reálny stav ktorý nie sa nenachádza vo výkresovej dokumentácii budovy.

Ponúka sa teda príležitosť využiť tieto dáta aj pre iné oblasti ako zefektívnenie výrobného procesu, logistického procesu analýzu ručných pracovísk a ich rozloženia.



Obr. 3 Časť 360° fotky vytvorenej pomocou skeneru



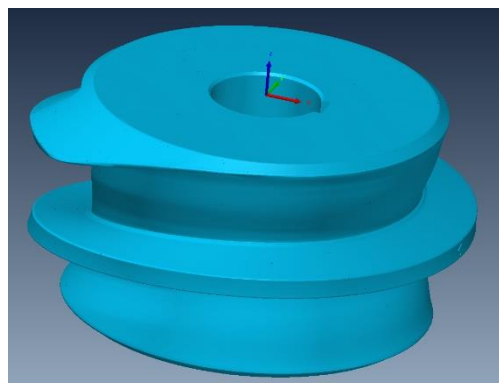
Obr. 4 Náhľad na spracované mračno bodov výrobnjej linky

5 Detailná 3D digitalizácia a jej využitie pre údržbu

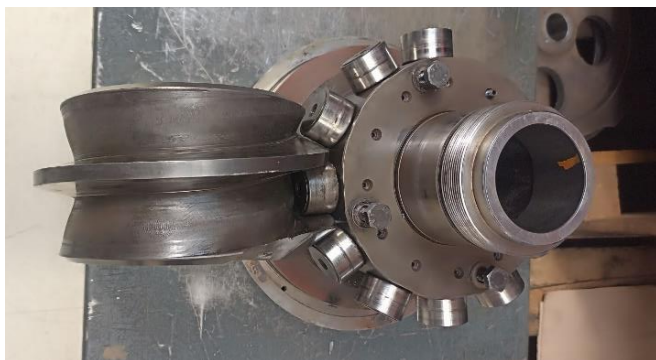
Podobným spôsobom akým je možné digitalizovať výrobnú halu, je možná aj digitalizácia jednotlivých dielov. Požitím kombinácie kontaktného meradla s bezkontaktným skenerom sa podarilo digitalizovať a nanovo vyrobiť atypické závitové koleso, ktoré pochádzalo zo staršej výrobnjej technológie na ktorú už neexistujú náhradné diely.



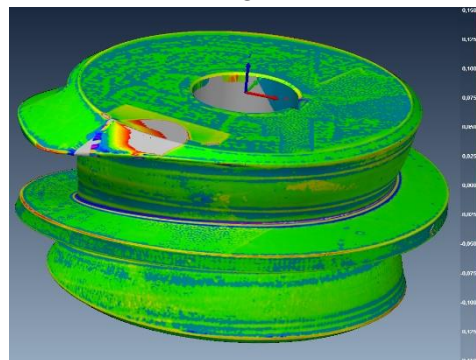
2



3



1



4

Obr. 5 závitové koleso – 1. mechanizmus 2. poškodenie 3. 3D model 4. porovnanie nového 3D modelu pôvodným kusom (farebná mapa)

K danému dielu neexistovala žiadna dokumentácia, a preto bola jedinou možnosťou výroby náhradného dielu aplikácia princípu reverzného inžinierstva. Komplexná geometria súčiastky bola zosnímaná pomocou 3D skenera a následne spracovaná v CAD softvéri, kde bol navrhnutý náhradný diel. Táto technológia je univerzálne použiteľná pre takmer akýkoľvek typ dielu – či už ide o kov, plast alebo kompozit. Doba potrebná na vytvorenie hotového 3D modelu od začiatku skenovania sa pri zložitých dieloch pohybuje v rozsahu niekoľkých hodín. Vďaka vysokej efektívnosti súčasného reverzného inžinierstva je táto metóda dostupná aj pre menšie prevádzky.

6 3D meranie vo výrobe

Mobilné 3D meracie technológie dnes dosahujú presnosť, akou v minulosti disponovali iba ťažké, stabilné meracie prístroje. To otvára možnosť využívať meraciu techniku priamo na výrobných zariadeniach a overovať kvalitu a presnosť výrobného procesu v jednotlivých krokoch priamo vo výrobnom trakte.

Tieto zariadenia sú ovládané ručne, čo umožňuje nielen vykonávať kontrolu, ale aj iteratívne nastavovať výrobné procesy na základe podkladových 3D dát.



Obr. 6 Meracie rameno pri nastavovaní formovačky drôtu (vľavo), meracie rameno – skenovanie vstrekovacej formy (vpravo)

Záver

Kombinácia akustickej diagnostiky a 3D metrológie predstavuje účinný nástroj pre modernú údržbu. Umožňuje nielen včasnú identifikáciu porúch, ale aj návrh riešení, ktoré zohľadňujú reálnu geometriu a funkciu zariadení. Tým sa minimalizuje vplyv na výrobu a maximalizuje efektívnosť zásahu.

Prípadové štúdie potvrdzujú, že tento prístup prináša reálne prínosy v oblasti znižovania hlučnosti, optimalizácie chodu strojov, predchádzania poruchám a riešeni porúch. Okrem toho umožňuje presnejšiu diagnostiku aj v ťažko dostupných miestach, kde by tradičné metódy zlyhali. Tento prístup navyše zabezpečuje lepšiu dokumentáciu stavu zariadení, čo je dôležité pre spätnú analýzu a dlhodobé sledovanie technického stavu. V konečnom dôsledku to vedie k zníženiu nákladov na údržbu a zvýšeniu spoľahlivosti výrobných zariadení.

Použitá literatúra:

- [1] ISO 11200:2014, Akustika – Hluk emitovaný strojmi a zariadeniami – Pokyny na používanie základných noriem na určovanie emisných hladín akustického tlaku na pracovisku a na iných určených miestach.
- [2] ISO 3744:2010, Akustika – Určovanie hladín akustického výkonu a hladín akustickej energie zdrojov hluku s použitím akustického tlaku – Inžinierske metódy pre podstate voľné pole nad odrazivou rovinou.
- [3] ISO 10012:2003, Systémy manažmentu merania – Požiadavky na meracie procesy a meracie zariadenia.
- [4] ISO/IEC 17025:2017, Všeobecné požiadavky na kompetentnosť skúšobných a kalibračných laboratórií.

Autori:

Ing. Ján Ďungel, PhD.
NVH specialist
Asseco CEIT, a. s.
Univerzitná 8661/6A, 010 08 Žilina
Tel.: +421 (0) 905 771 495 E-mail: jan.dungel@asseco-ceit.com

Ing. Michal Podolinský
3D Scanning, design engineer
Asseco CEIT, a. s.
Univerzitná 8661/6A, 010 08 Žilina
Tel.: +421 (0) 918 828 466 E-mail: michal.podolinsky@asseco-ceit.com