



Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Inšpekcie s pomocou ultrazvuku

**Prediktívna údržba -
zistovanie únikov stlačených
plynov**

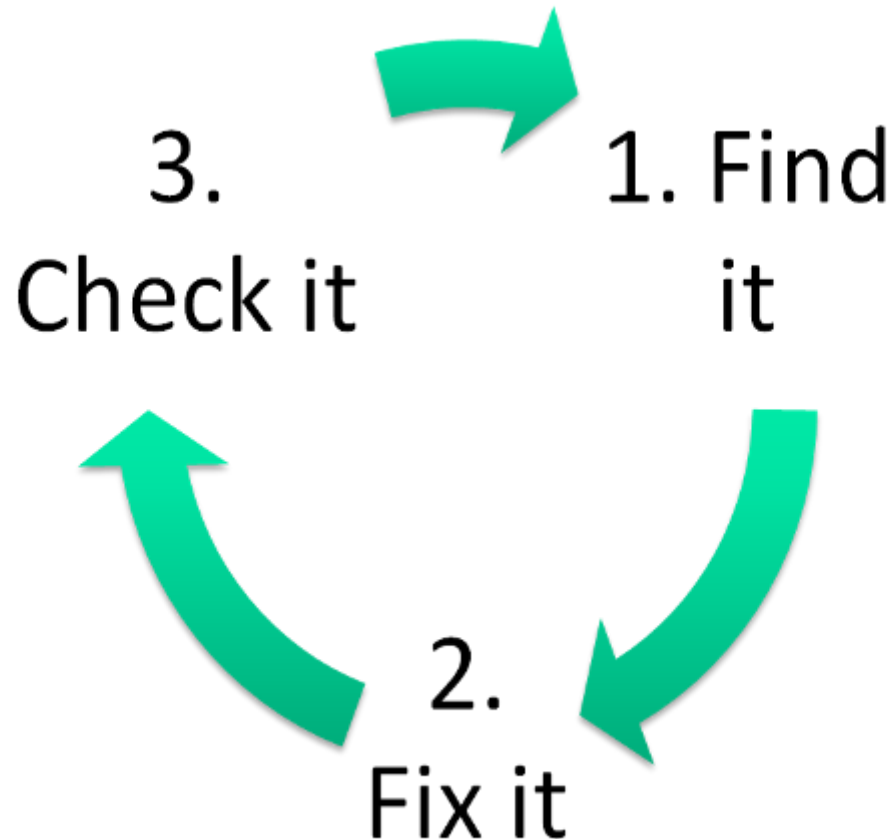


Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Priebeh merania

Prediktívna údržba pre každého

Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
kontrola stavu,
kontrola stavu ložísk
a ich mazania,
elektrické inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti

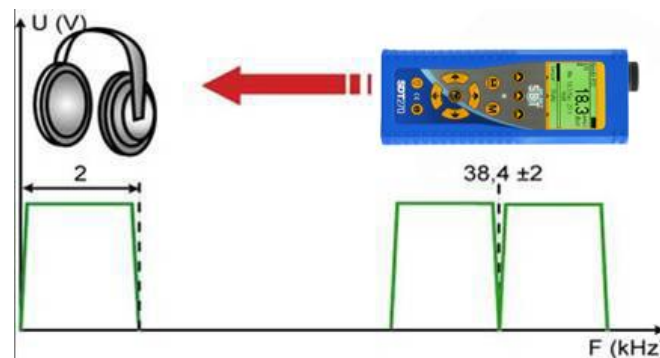


**Prediktívna údržba
pre každého**
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
kontrola stavu,
kontrola stavu ložísk
a ich mazania,
elektrické inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti

Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Funkčný princíp

- Prístroj premieňa ultrazvuk na počuteľný zvuk
- Konvergovaný zvuk odpovedá vlastnosťami pôvodnému signálu
- Prístroj zaznamenáva výsledky merania
- Prístroj analyzuje výsledky merania





**Prediktívna údržba
pre každého**

**Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
kontrola stavu,
kontrola stavu ložísk
a ich mazania,
elektrické inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti**

Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Definície

- **Počuteľný zvuk**
20Hz → 20,000Hz (podľa definície)
Pod hodnotou 17,000Hz (v skutočnosti)
- **Ultrazvuk** (nie je sluchom počuteľný)
20,000Hz a vyššia frekvencia (podľa definície)



Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

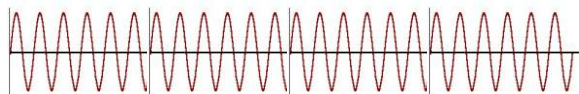
Vlastnosti

Ultrazvuk

**Prediktívna údržba
pre každého**

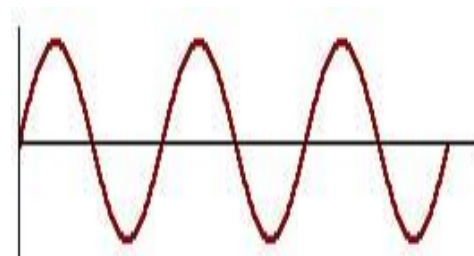
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
kontrola stavu,
kontrola stavu ložísk
a ich mazania,
elektrické inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti

Vysoká frekvencia
Krátka vlnová dĺžka
Malá amplitúda
Smerovaný
Rýchlo utlmený



Počuteľný zvuk

Nízka frekvencia
Veľká vlnová dĺžka
Veľká amplitúda
Signál všetkými smermi
Dobrá vodivosť





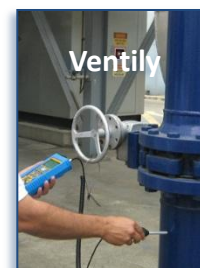
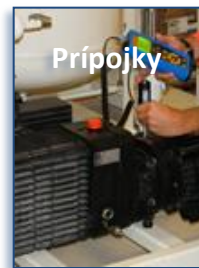
Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Prečo sú inšpekcie s ultrazvukom také efektívne?

Ultrazvuk je generovaný mnohými zdrojmi

- Stroje (točivé aj netočivé)
- Úniky (pod tlakom aj vákuové)
- Elektrické poruchy a mnohé ďalšie ...

**Prediktívna údržba
pre každého**
Zisťovanie miest
únik Zameranie
úniku ov, odvod
kondenzátu,
kontrola stavu,
kontrola stavu ložísk
a ich mazania,
elektrické inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti





Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Prečo sú inšpekcie s ultrazvukom také efektívne?

**Prediktívna údržba
pre každého**
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
kontrola stavu,
kontrola stavu ložísk
a ich mazania,
elektrické inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti

- Poškodené diely generujú ultrazvuk v rannom štádiu
- Nedochádza k interferencii s okolitým hlukom
- Môže sa používať v normálnom pracovnom čase
- Charakteristiky pôvodného signálu zostávajú zachované
- Smerovanosť signálu uľahčuje jeho detekciu
- Možnosť časovej a spektrálnej analýzy



Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Dve cesty detekcie ultrazvuku

Prediktívna údržba pre každého

Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
kontrola stavu,
kontrola stavu ložísk
a ich mazania,
elektrické inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti

Vzduchom sa šíriaci ultrazvuk



Ultrazvuk generovaný telesom





**Prediktívna údržba
pre každého**
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
kontrola stavu,
kontrola stavu ložísk
a ich mazania,
elektrické inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti

Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Čo sa dá preverovať pomocou ultrazvuku?

Zameranie úniku

Kavitácie čerpadiel

Monitorovanie ložísk

Ventily

Mazanie

Výmeníky tepla

Elektrické prehliadky

Hydraulika

Odvod kondenzátu

Kontrola tesnosti



Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
kontrola stavu,
kontrola stavu ložísk
a ich mazania,
elektrické inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti

Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Zameranie úniku



**Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
kontrola stavu,
kontrola stavu ložísk
a ich mazania,
elektrické inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti**

Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Zameranie úniku

Prečo zameriavať úniky?

- Z bezpečnostných dôvodov : výbušná atmosféra – horľavé tekutiny, jedovaté plyny
- Z ekonomických dôvodov :
 - Zabránenie stratám v dôsledku únikov
 - Efektívny manažment energií
 - Efektívnejšie a bezpečnejšie procesy
- Zabezpečenie kvality
- Manažment údržby
- Identifikácia vadných dielov



Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
kontrola stavu,
kontrola stavu ložísk
a ich mazania,
elektrické inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti

Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Zameranie úniku

Ako môžeme identifikovať úniky pomocou ultrazvuku?

- Úniky sú sprevádzané turbulenciou v mieste úniku
- Úniky generujú ultrazvuk so špičkami okolo 40kHz
- Ultrazvuk je smerovaný a preto sa ľahko lokalizuje
- Detektor ultrazvuku nereaguje na hlučnosť okolia. To umožňuje sústrediť sa na ultrazvuk vychádzajúci z miesta úniku.



Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Zameranie úniku

Ako môžeme odhaliť úniky pomocou ultrazvuku?

- “Skenovaním” > doprava/doláva/hore/dole
- „Zúmovaním“ > vydávaný zvuk unikajúcim médiom bude intenzívnejší so zmenšujúcou sa vzdialenosťou
- Nastavením citlivosti a hlasitosti
- Pomocou základných znalostí vlastností ultrazvuku použitím jednoduchých techník: zameranie (fokusovanie), odtienenie, odraz ..

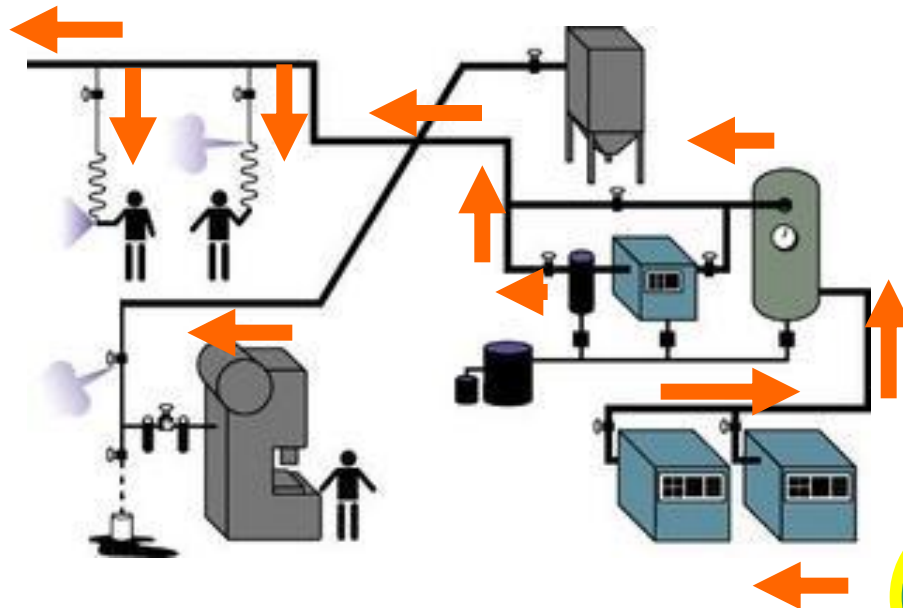


Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
kontrola stavu,
kontrola stavu ložísk
a ich mazania,
elektrické inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti

Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Zameranie úniku

Plánovanie inšpekcie



Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
kontrola stavu,
kontrola stavu ložísk
a ich mazania,
elektrické inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti



Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Zameranie úniku

Dokumentovanie inšpekcie

- Na očíslovaný identifikačný lístok zaznamenať

- dátum odhalenia
- dátum opravy
- kto vykonal opravu
- typ úniku
- poloha úniku
- hodnotenie

Bola oprava vykonaná na miest?

Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
kontrola stavu,
kontrola stavu ložísk
a ich mazania,
elektrické inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti

LEAK TAG
NO 18572
Date Reported: _____
Date Repaired: _____
Repaired by: _____

LEAK TAG
NO 18572
Date Reported: _____
TYPE OF LEAK:
☐ STEAM ☐ AIR ☐ OIL ☐ OTHER DESCRIBE
☐ WATER ☐ CO₂ ☐ NH₃
Location: _____
Equipment & Name: _____
Reported by: _____
Dept. _____ Ext. _____
401 - 728 (4000)



Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
kontrola stavu,
kontrola stavu ložísk
a ich mazania,
elektrické inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti

Ultrazvuk v údržbe

Kontrola stavu odvodu kondenzátu



Ultrazvuk v údržbe

Kontrola stavu odvodu kondenzátu

Prečo kontrolovať odvod kondenzátu?

- z ekonomických dôvodov:
zamedzenie materiálovým stratám v dôsledku únikov
efektívny manažment energií
efektívnejšie a bezpečnejšie procesy
- zabezpečenie kvality
- manažment údržby
- identifikovanie chybných dielov

**Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
kontrola stavu,
kontrola stavu ložísk
a ich mazania,
elektrické inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti**



Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Kontrola stavu odvodu kondenzátu

Ako sa kontroluje stav odvodu kondenzátu pomocou ultrazvuku?

Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
kontrola stavu,
kontrola stavu ložísk
a ich mazania,
elektrické inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti

- pomocou odpočúvania vnútorného ultrazvuku
- zapísaním a porovnaním staticky nameraných hodnôt dB μ V:
 - počas akumulácie kondenzátu
 - počas výstupu kondenzátu
- pomocou dynamického akustického záznamu pre porovnanie cyklu.



Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Monitorovanie stavu

Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
monitorovanie
stavu, kontrola
stavu ložísk a ich
mazania, elektrické
inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti

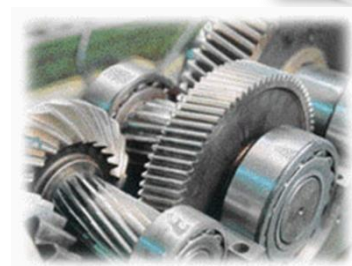


Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Monitorovanie mechanického stavu

Točivé a netočivé diely

- guľkové ložiská
- prevody
- čerpadlá
- motory
- kompresory
- a mnohé ďalšie ...



Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
**monitorovanie
stavu**, kontrola
stavu ložísk a ich
mazania, elektrické
inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti



Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Monitorovanie mechanického stavu

Monitorovanie stavu ložísk

- guľkové ložiská vydávajú ultrazvukové signály v dôsledku trenia guliek (valčekov) o vnútorný alebo vonkajší ložiskový krúžok
- dobre mazané ložisko v dôsledku menšieho trenia vydáva slabší signál ako dobre mazané ložisko
- na základe zaznamenaných trendov vydávaného signálu, je možné optimalizovať mazanie ložísk

Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
**monitorovanie
stavu**, kontrola
stavu ložísk a ich
mazania, elektrické
inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti



Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Monitorovanie mechanického stavu

Použitie ultrazvuku pre kontrolu stavu ložísk

- porovnaním signálů dvoch identických ložísk
- pravidelným meraním a analýzou trendov
- záznamom ultrazvukových signálov a ich analýzou pomocou UAS softvéru

Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
**monitorovanie
stavu**, kontrola
stavu ložísk a ich
mazania, elektrické
inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti



Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Monitorovanie mechanického stavu

Použitie ultrazvuku pri monitorovaní ložísk

Porovnávaním

- meranie porovnateľných zariadení a stanovenie rozdielov

Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
**monitorovanie
stavu**, kontrola
stavu ložísk a ich
mazania, elektrické
inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti



Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

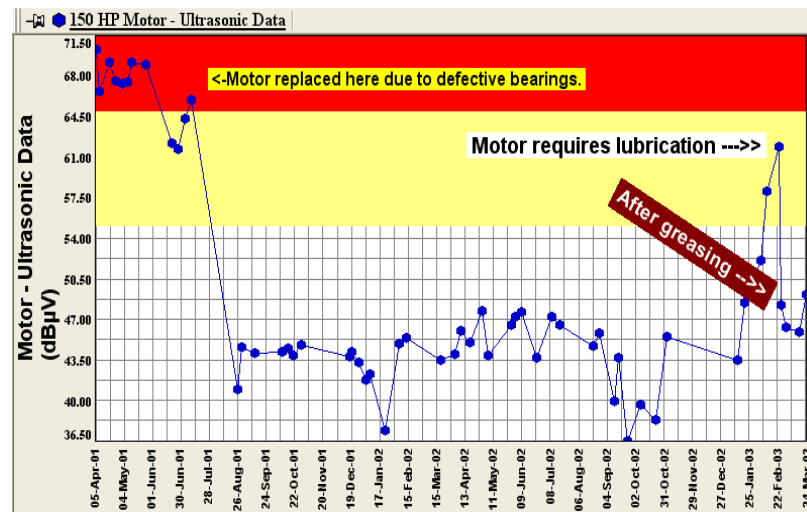
Monitorovanie mechanického stavu

Použitie ultrazvuku pri monitorovaní ložísk

Zber dát

- vykonávanie meraní v pravidelných intervaloch a porovnávanie s dátami, ktoré sú k dispozícii

Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
monitorovanie
stavu, kontrola
stavu ložísk a ich
mazania, elektrické
inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti





Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Monitorovanie mechanického stavu

Použitie ultrazvuku pri monitorovaní ložísk

Grafickým znázornením dát

- určenie základnej úrovne ultrazvukového signálu ložiska
- porovnanie periodických meraní so základnou úrovňou
- pri nameranom zvýšení približne o **8 dB μ V** **premazať ložisko**
- pri nameranom zvýšení približne o **16 dB μ V** **naplánovať výmenu ložiska a skrátiť intervaly meraní**
- pri nameranom zvýšení približne o **24 dB μ V** čo **najrýchlejšie vymeniť ložisko.**

Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
**monitorovanie
stavu**, kontrola
stavu ložísk a ich
mazania, elektrické
inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti



Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Monitorovanie mechanického stavu

Použitie ultrazvuku pri monitorovaní ložísk

Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
**monitorovanie
stavu**, kontrola
stavu ložísk a ich
mazania, elektrické
inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti





Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

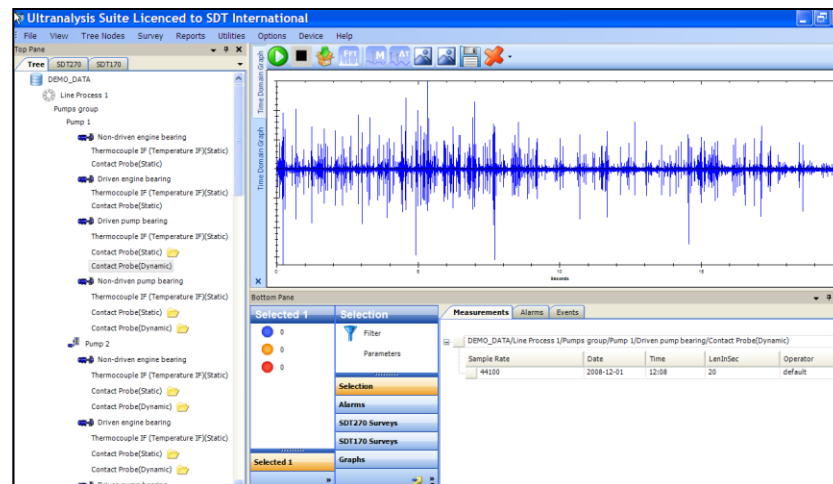
Monitorovanie mechanického stavu

Použitie ultrazvuku pri monitorovaní ložísk

Pomocou analýzy ultrazvukového signálu

- nasnímanie a zaznamenanie ultrazvukového signálu
- analýza pomocou UAS-softvéru

Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
**monitorovanie
stavu**, kontrola
stavu ložísk a ich
mazania, elektrické
inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti





Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
monitorovanie
stavu, **kontrola**
stavu ložísk a ich
mazania, elektrické
inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti

Mazanie ložísk

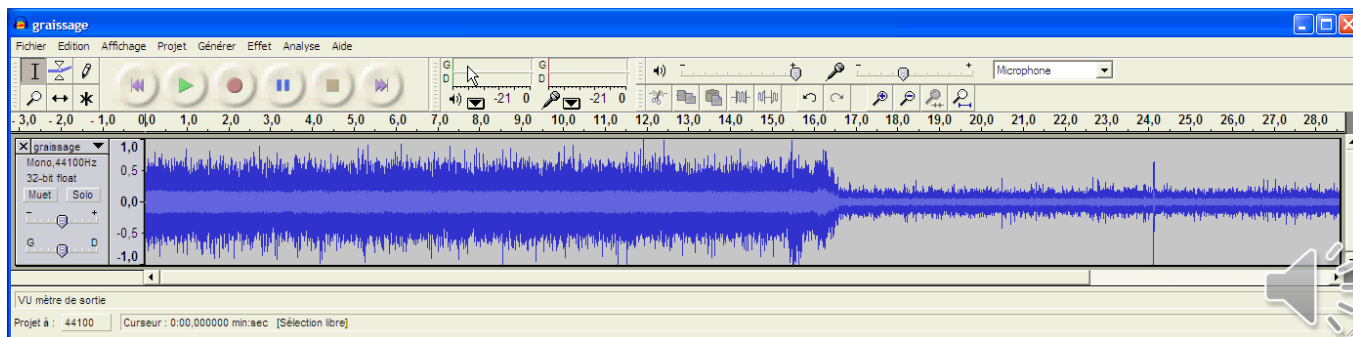


Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Mazanie ložísk

Vyhnuť sa nadmernému premazaniu a nedostatočnému premazaniu guľkových ložísk:

- na základe pravidelného zberu nameraných dát je možné určiť optimálny časový interval premazania ložiska (prekročenie základnej úrovne o +8 dBμV).
- počúvaním ultrazvukového signálu s prihliadnutím na merané hodnoty je možné optimálne naplniť ložisko mazivom.



Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
monitorovanie
stavu, **kontrola**
stavu ložísk a ich
mazania, elektrické
inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti



Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
monitorovanie
stavu, kontrola
stavu ložísk a ich
mazania, **elektrické
inšpekcie**,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti

Elektrické prehliadky



Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Elektrické prehliadky

Čo je možné odhaliť pomocou ultrazvuku?

- čiastkové výboje
- svetelné oblúky

Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
monitorovanie
stavu, kontrola
stavu ložísk a ich
mazania, **elektrické
inšpekcie**,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti



Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Elektrické prehliadky

Kde?

Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
monitorovanie
stavu, kontrola
stavu ložísk a ich
mazania, **elektrické
inšpekcie**,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti

- trafostanice
- spínače
- relé
- napäťové vedenia
- odbočky a spínače
- izolátory



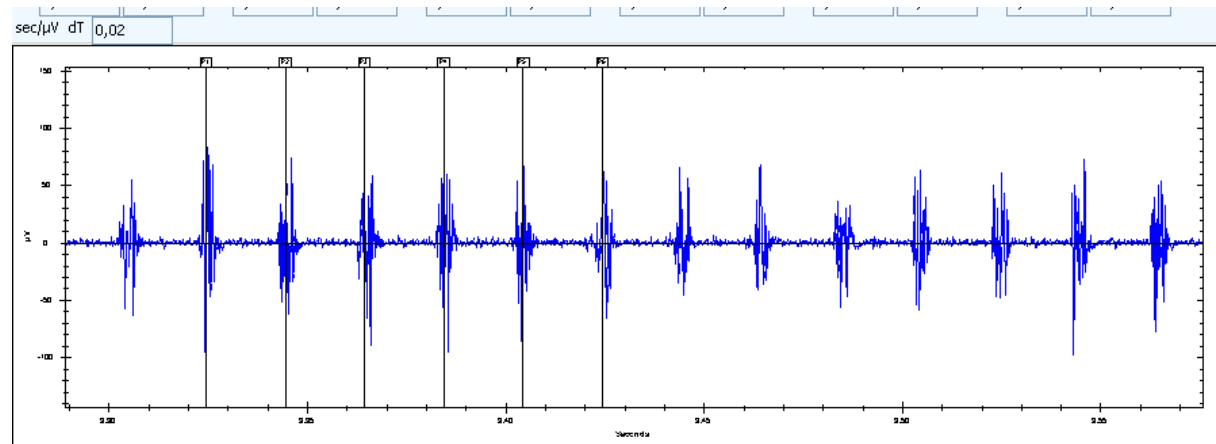


Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Elektrické prehliadky

Časový priebeh signálu koróny

Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
monitorovanie
stavu, kontrola
stavu ložísk a ich
mazania, **elektrické
inšpekcie**,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti





Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
monitorovanie
stavu, kontrola
stavu ložísk a ich
mazania, elektrické
inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti

Ventily



Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Ventily

- Vyhľadanie vnútorných únikov ventilov
- Prehliadka bez demontáže, veľká úspora času
- Ultrazvukové prehliadky hydraulických systémov:
 - sonda na meranie hluku sa umiestni na teleso ventilu
 - ultrazvukový signál ukáže, či ventil dobre uzatvára

Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
monitorovanie
stavu, kontrola
stavu ložísk a ich
mazania, elektrické
inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, kontrola
tesnosti



Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
monitorovanie
stavu, kontrola
stavu ložísk a ich
mazania, elektrické
inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, **kavitácie**
čerpadiel, kontrola
tesnosti

Kavitácie čerpadiel



Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Kavitácie čerpadiel

Kavitáciou rozumieme vytváranie vzduchových bublín za lopatkami čerpadla.

Zisťovanie kavitácie čerpadiel:

- umiestniť telesovú sondu na skriňu čerpadla
- odpočúvať explodovanie malých vzduchových bublín vo vnútri čerpadla
- tento zvuk pripomína pukanie kukurice (pocorn) v horúcom hrnci

Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
monitorovanie
stavu, kontrola
stavu ložísk a ich
mazania, elektrické
inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, **kavitácie**
čerpadiel, kontrola
tesnosti



Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
monitorovanie
stavu, kontrola
stavu ložísk a ich
mazania, elektrické
inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, **kontrola
tesnosti**

Kontrola tesnosti



Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
monitorovanie
stavu, kontrola
stavu ložísk a ich
mazania, elektrické
inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, **kontrola
tesnosti**

Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Kontrola tesnosti

Ultrazvukové vlny, ktoré sú vydávané ultrazvukovou vysielačkou, môžu prenikať malými otvormi. Z druhej strany je ich možné detekovať ako netesnosti prijímačom ultrazvukových vln..

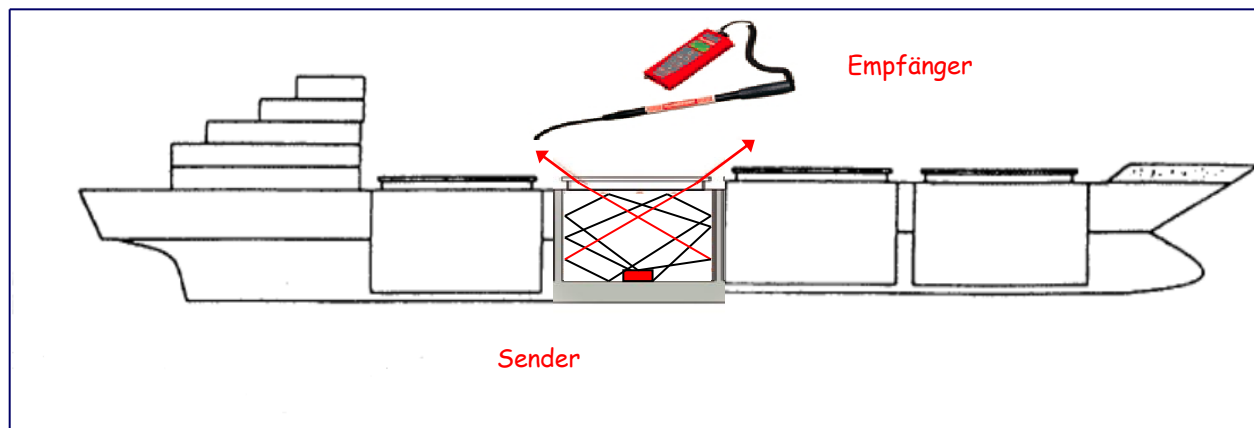
Príklady použitia:

- v námornom priemysle – kryty nádrží na nákladných lodiach
- automobily – vzduchové netesnosti a netesnosti vodných systémov v automobile
- letecký priemysel – integrita lietadiel a helikoptér
- doprava – nákladné automobily, autobusy, vlaky
- budovy – integrita vonkajších častí budovy
- vo vojenskom priemysle – ponorky, lietadlá, tanky

Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Kontrola tesnosti

Lodný priemysel – tesnosť krytov nákladných lodí



Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
monitorovanie
stavu, kontrola
stavu ložísk a ich
mazania, elektrické
inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, **kontrola
tesnosti**



Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

Kontrola tesnosti

Automobily a iné vozidlá – netesnosti vzduchových a vodných systémov

Prediktívna údržba
pre každého
Zameranie úniku,
odvod kondenzátu,
monitorovanie
stavu, kontrola
stavu ložísk a ich
mazania, elektrické
inšpekcie,
prepúšťanie
ventilov, kavitácie
čerpadiel, **kontrola
tesnosti**





Ultrazvuk v prediktívnej údržbe

**Ďakujem za pozornosť
Otázky?**

Mark Tomin, mtomin@stonline.sk, 0907 600 105
Katarína Srdošová, katarina.srdosova@3ec.sk, 0918 377 003
3EC International, as. - energy@3ec.sk