

| | | |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| STN | Monitorovanie prevádzkového stavu a diagnostika strojov Monitorovanie stavu kmitania Časť 2: Spracovanie, analýza a prezentácia údajov kmitania | STN ISO 13373-2 01 1483 |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|

Condition monitoring and diagnostics of machines
Vibration condition monitoring
Part 2: Processing, analysis and presentation of vibration data

Surveillance et diagnostic d'état des machines
Surveillance des vibrations
Partie 2: Traitement, analyse et présentation des données vibratoires

Zustandsüberwachung und Diagnose von Maschinen
Überwachung des Vibrationszustands
Teil 2: Verarbeitung, Analyse und Darstellung von Schwingungsdatenlinien

Táto slovenská technická norma je slovenskou verziou medzinárodnej normy ISO 13373-2: 2016.
Preklad zabezpečil Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky.
STN ISO 13373-2 má rovnaké postavenie, ako majú oficiálne verzie.

This standard is the Slovak version of the International Standard ISO 13373-2: 2016.
It was translated by Slovak Office of Standards, Metrology and Testing.
STN ISO 13373-2 has the same status as the official versions.

139639

Národný predhovor

Obrázky a matematické výrazy v tejto STN sú prevzaté z elektronických podkladov dodaných z ISO, © 2016 ISO, ref. č. ISO 13373-2: 2016 E.

Táto norma bola naposledy revidovaná a potvrdená v roku 2021. Preto táto verzia zostáva aktuálna. Pre niektoré termíny sa v zátvorke používa aj iný termín, obsahovo rovnaký, a to z dôvodu ich zaužívania v praxi, keďže normu využívajú rôzne skupiny ľudí.

Normatívne referenčné dokumenty

Na nasledujúce dokumenty sa odkazuje v texte takým spôsobom, že časť ich obsahu alebo celý obsah predstavuje požiadavky tohto dokumentu. Pri datovaných odkazoch sa používa len citované vydanie. Pri nedatovaných odkazoch sa používa najnovšie vydanie citovaného dokumentu (vrátane akýchkoľvek zmien).

POZNÁMKA 1. – Ak bola medzinárodná publikácia zmenená spoločnými modifikáciami, čo je indikované označením (mod), použije sa príslušná EN/HD.

POZNÁMKA 2. – Aktuálne informácie o platných a zrušených STN a TNI možno získať na webovom sídle www.unms.sk.

ISO 1683 prijatá ako STN EN ISO 1683 Akustika. Vybrané referenčné veličiny pre hladiny v akustike (ISO 1683) (01 1626)

Súvisiace normy

STN ISO 2041 Mechanické kmitanie, otrasy a monitorovanie prevádzkového stavu. Názvoslovie (01 1400)

STN ISO 13372 Monitorovanie stavu a diagnostika strojov. Slovník (01 1440)

STN ISO 21940-2 Mechanické kmitanie. Vyvažovanie rotora. Slovník (01 1401)

STN ISO 13373-1 Monitorovanie prevádzkového stavu a diagnostika strojov. Monitorovanie stavu kmitania. Časť 1: Všeobecné pokyny (01 1483)

STN ISO 13379-1 Monitorovanie prevádzkového stavu a diagnostika strojov. Interpretácie údajov a diagnostické metódy. Časť 1: Všeobecné pokyny (01 1482)

STN ISO 18436-2 Monitorovanie prevádzkového stavu a diagnostika strojov. Požiadavky na školenie a certifikáciu personálu. Časť 2: Monitorovanie a diagnostika stavu kmitania (01 1480)

STN ISO 18436-6 Monitorovanie prevádzkového stavu a diagnostika strojov. Požiadavky na certifikáciu personálu. Časť 6: Akustické emisie (01 1480)

STN ISO 13374-2 Monitorovanie prevádzkového stavu a diagnostika strojov. Spracovanie údajov, komunikácia a prezentácia. Časť 2: Spracovanie údajov (01 1481)

STN ISO 20816-1 Mechanické kmitanie. Meranie a hodnotenie kmitania strojov. Časť 1: Všeobecné pokyny (01 1414)

STN ISO 5348 Mechanické kmitanie a otrasy. Mechanické pripevňovanie akcelerometrov (01 1403)

STN EN ISO 80000-1 Veličiny a jednotky. Časť 1: Všeobecne (ISO 80000-1) (01 1301)

STN EN ISO 80000-2 Veličiny a jednotky. Časť 2: Matematika (ISO 80000-2) (01 1301)

STN EN ISO 80000-3 Veličiny a jednotky. Časť 3: Priestor a čas (01 1301)

STN EN ISO 80000-4 Veličiny a jednotky. Časť 4: Mechanika (01 1301)

Vypracovanie

Spracovateľ: ŽIARAN & DS MECHANICS, Rovinka, prof. Ing. Stanislav Žiaran, CSc.

Technická komisia: TK 21 Akustika a mechanické kmitanie

Monitorovanie prevádzkového stavu a diagnostika strojov
Monitorovanie stavu kmitania
Časť 2: Spracovanie, analýza a prezentácia údajov kmitania

ISO 13373-2
Druhé vydanie
2016-01-15

ICS 17.160

Obsah

| | strana |
|---------------------------------------------------------------------------|--------|
| Predhovor | 5 |
| Úvod | 6 |
| 1 Predmet..... | 7 |
| 2 Normatívne odkazy | 7 |
| 3 Úprava signálu..... | 7 |
| 3.1 Všeobecne..... | 7 |
| 3.2 Analógové a digitálne systémy..... | 9 |
| 3.2.1 Všeobecne..... | 9 |
| 3.2.2 Metódy digitalizácie | 10 |
| 3.3 Zosilňovače pre úpravu signálu..... | 10 |
| 3.3.1 Všeobecne..... | 10 |
| 3.3.2 Integrácia a derivácia..... | 10 |
| 3.3.3 Efektívna hodnota kmitania (vibrácií) | 11 |
| 3.3.4 Dynamický rozsah..... | 11 |
| 3.3.5 Kalibrácia..... | 12 |
| 3.4 Filtrovanie | 12 |
| 4 Spracovanie a analýza údajov | 13 |
| 4.1 Všeobecne..... | 13 |
| 4.2 Analýza v časovej oblasti..... | 13 |
| 4.2.1 Tvary časových vln | 13 |
| 4.2.2 Záchvevy..... | 15 |
| 4.2.3 Modulácia..... | 16 |
| 4.2.4 Obáľková analýza..... | 16 |
| 4.2.5 Monitorovanie obáľky úzkopásmového frekvenčného spektra..... | 17 |
| 4.2.6 Orbita hriadeľa | 17 |
| 4.2.7 Stredná (d.c.) poloha hriadeľa | 18 |
| 4.2.8 Prechodové kmitanie (vibrácie)..... | 18 |
| 4.2.9 Impulz | 19 |
| 4.2.10 Tlmenie..... | 20 |
| 4.2.11 Priemerovanie v časovej oblasti..... | 22 |

| | | |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------|----|
| 4.3 | Analýza vo frekvenčnej oblasti | 23 |
| 4.3.1 | Všeobecne | 23 |
| 4.3.2 | Fourierova transformácia | 24 |
| 4.3.3 | Chyba rozptylu a okienka | 25 |
| 4.3.4 | Frekvenčné rozlíšenie..... | 25 |
| 4.3.5 | Dĺžka záznamu | 25 |
| 4.3.6 | Amplitúdová modulácia (postranné pásma)..... | 26 |
| 4.3.7 | Chyba vzorkovania (aliasing) | 27 |
| 4.3.8 | Synchrónne vzorkovanie | 28 |
| 4.3.9 | Priemerovanie spektra..... | 29 |
| 4.3.10 | Logaritmické grafy (s referenčnými hodnotami v dB)..... | 29 |
| 4.3.11 | Analýza so zoomom (lupou) | 30 |
| 4.3.12 | Derivácia a integrácia..... | 31 |
| 4.4 | Zobrazenie výsledkov pri prevádzkových zmenách | 31 |
| 4.4.1 | Amplitúda a fáza (Bodeov diagram) | 31 |
| 4.4.2 | Polárny diagram (Nyquistov diagram)..... | 32 |
| 4.4.3 | Kaskádový diagram..... | 33 |
| 4.4.4 | Campbellov diagram..... | 35 |
| 4.5 | Analýza v reálnom čase a menovitá šírka pásma v reálnom čase | 36 |
| 4.6 | Sledovanie rádu (analogové a digitálne)..... | 37 |
| 4.7 | Oktávová a zlomkovooktávová analýza | 37 |
| 4.8 | Cepstrálna analýza | 38 |
| 5 | Iné metódy..... | 39 |
| Literatúra | | 40 |

Predhovor

ISO (Medzinárodná organizácia pre normalizáciu) je celosvetová federácia národných normalizačných organizácií (členov ISO). Na medzinárodných normách zvyčajne pracujú technické komisie ISO. Každý člen ISO, ktorý sa zaujíma o predmet, pre ktorý sa vytvorila technická komisia, má právo byť zastúpený v tejto technickej komisii. Na práci sa zúčastňujú aj medzinárodné vládne alebo mimovládne organizácie, s ktorými ISO nadviazala pracovný styk. ISO úzko spolupracuje s Medzinárodnou elektrotechnickou komisiou (IEC) vo všetkých záležitostiach normalizácie v elektrotechnike.

Postupy použité pri príprave tohto dokumentu a tie, ktoré sú určené na jeho ďalšie udržiavanie, sú opísané v smernici ISO/IEC, časť 1. Majú sa zaznamenať najmä rôzne schvaľovacie kritériá potrebné pre rôzne typy dokumentov ISO. Tento dokument bol vypracovaný v súlade s redakčnými pravidlami smerníc ISO/IEC, časť 2 (pozri www.iso.org/directives).

Je potrebné venovať pozornosť tej možnosti, že niektoré ustanovenia tejto (časti) medzinárodnej normy môžu byť predmetom patentových práv. ISO nie je zodpovedná za identifikáciu akýchkoľvek alebo všetkých patentových práv. Podrobnosti o akýchkoľvek patentových právach identifikovaných počas spracúvania dokumentu budú uvedené v úvode a/alebo v zozname prijatých patentových vyhlásení ISO (pozri www.iso.org/patents).

Akýkoľvek obchodný názov použitý v tomto dokumente sa uvádza ako informácia pre uľahčenie práce bežných používateľov a neznamená schválenie.

Vysvetlenie významu špecifických termínov a výrazov ISO týkajúcich sa posudzovania zhody, ako aj informácie o dodržiavaní zásad WTO v technických prekážkach obchodu (TBT), pozri www.iso.org/iso/foreword.html.

Tento dokument vypracovala technická komisia ISO/TC 108, *Mechanické kmitanie, otrasy a monitorovanie prevádzkového stavu*, Subkomisia SC 2, *Meranie a vyhodnocovanie mechanického kmitania a otrasov aplikovaných na stroje, vozidlá a konštrukcie*.

Toto druhé vydanie ruší a nahrádza prvé vydanie (ISO 13373-2: 2005), ktoré bolo redakčne revidované.

ISO 13373 pozostáva z nasledujúcich častí pod všeobecným názvom *Monitorovanie prevádzkového stavu a diagnostika strojov. Monitorovanie stavu kmitania*.

- Časť 1: *Všeobecné pokyny*;
- Časť 2: *Spracovanie, analýza a prezentácia údajov kmitania*;
- Časť 3: *Pokyny pre diagnostiku kmitania*;
- Časť 9: *Diagnostické postupy pre elektrické motory*.

Úvod

Cieľ tejto časti ISO 13373, ktorá pokrýva oblasť monitorovania stavu kmitania strojov, je poskytnúť odporúčané metódy a postupy na spracovanie signálov a analýzu údajov (dát) získaných zo senzorov (prevodníkov) kmitania pripevnených k stroju na vybraných miestach s cieľom monitorovania dynamického správania stroja.

Širokopásmové merania kmitania poskytujú prehľad o závažnosti kmitania stroja, ktoré možno pozorovať a sledovať, aby upozornili užívateľov stroja, keď na stroji dôjde k abnormálnemu stavu. Ďalšie spracovanie a analýza týchto signálov kmitania v súlade s postupmi špecifikovanými v tejto časti ISO 13373 dáva užívateľovi prehľad o spôsoboch diagnostikovania možnej príčiny alebo príčin problémov strojného zariadenia, čo umožňuje cielenejšie trvalé monitorovanie prevádzkového stavu.

Výhody takéhoto monitorovacieho programu spočívajú v tom, že operátori strojného zariadenia budú nielen informovaní o tom, že stroj môže v určitom čase zlyhať a že údržbu je potrebné naplánovať ešte pred zlyhaním, ale poskytne aj cenné informácie o tom, aká má byť plánovaná a vykonaná údržba. Kmitanie (vibrácie) je prejavom alebo príznakom problémov, ako je nesúosovosť, nevyváženosť, zrýchlené opotrebovanie, problémy s prietokom (prúdením) a mazaním.

ISO 13373-1 obsahuje pokyny na monitorovanie stavu kmitania strojov. Táto časť ISO 13373 však obsahuje pokyny pre spracovanie, analýzu a prezentáciu takto získaných údajov o kmitaní, ktoré možno použiť pre diagnostické určenie podstaty alebo základných príčin problémov.

Spracovanie signálu, analýza a diagnostické postupy aplikované na monitorovanie stavu kmitania sa môžu líšiť v závislosti od procesov, ktoré sa majú monitorovať, vyžadovaného stupňa presnosti, dostupných zdrojov atď. Dobre koncipovaný a implementovaný program monitorovania prevádzkového stavu bude zahŕňať zohľadnenie mnohých faktorov, ako napríklad priorita procesu, kritickosť a zložitosť systému, efektívnosť nákladov, pravdepodobnosť výskytu mechanizmov rôznych porúch a identifikácia indikátorov začínajúcich porúch.

Vhodná analýza procesu vyžaduje stanovenie typov údajov vyžadovaných na vhodné monitorovanie prevádzkového stavu stroja.

Diagnostik kmitania potrebuje zhromaždiť čo najviac relevantných informácií o stroji, ktorý sa má monitorovať. Napríklad znalosť rezonančných frekvencií kmitania a budiacich frekvencií z konštrukčných a analytických informácií poskytne pohľad na očakávané frekvencie kmitania a následne na frekvenčný rozsah, ktorý sa má monitorovať. Okrem toho znalosť začiatočného stavu stroja, prevádzkovej histórie (minulosti) stroja a jeho prevádzkových podmienok poskytuje diagnostikovi ďalšie informácie.

Ďalšími výhodami vykonania tohto plánovacieho procesu pred monitorovaním je to, že poskytuje návod, aké typy senzorov (prevodníkov) sú potrebné, kde musia byť optimálne umiestnené, aký druh zariadenia na úpravu signálu je potrebný, aký spôsob analýzy bude najvhodnejší a aké sú relevantné kritériá.

Pripravujú sa ďalšie normy z oblasti monitorovania a diagnostiky prevádzkového stavu strojov. Tieto majú poskytnúť usmernenie k celkovému monitorovaniu prevádzkového stavu strojov vrátane faktorov, ako sú kmitanie, čistota oleja, termografia a výkon. Základné metódy diagnózy sa opisujú v ISO 13373-3.

1 Predmet

Táto časť ISO 13373 odporúča postupy pre spracovanie a prezentáciu údajov (dát) o kmitaní a analýze charakteristík kmitania pre ciele monitorovania stavu kmitania rotujúcich strojov a vykonávania diagnostiky podľa potreby. Pre rôzne aplikácie sú opísané rôzne metódy. Zahrnuté sú metódy zosilnenia signálu a metódy analýzy používané na skúmanie konkrétnych dynamických javov stroja. Mnohé z týchto metód možno použiť na iné typy strojov, vrátane strojov s vratným pohybom. Uvádzajú sa aj príklady formátov pre grafické zobrazenie parametrov, ktoré sa bežne používajú pre ciele hodnotenia a pre proces diagnostiky.

Táto časť ISO 13373 je v podstate rozdelená na dva základné prístupy pri analýze signálov kmitania: na časovú oblasť a na frekvenčnú oblasť. Zahrnuté sú aj niektoré prístupy k spresneniu diagnostických výsledkov zmenou prevádzkových podmienok.

Táto časť ISO 13373 obsahuje len najbežnejšie používané metódy na monitorovanie stavu kmitania, analýzu a diagnostiku strojov. Existuje mnoho ďalších metód používaných na určenie správania sa strojov, ktoré sa uplatňujú pri hlbšej analýze kmitania a diagnostických vyšetreniach nad rámec bežného sledovania prevádzkového stavu stroja. Podrobný opis týchto metód presahuje rámec tejto časti ISO 13373, ale niektoré z týchto moderných špeciálnych metód sa uvádzajú v kapitole 5 ako ďalšie informácie.

Pre špeciálne typy a veľkosti strojov poskytujú súbory ISO 7919 a ISO 10816 návod na aplikáciu hodnôt veľkostí širokopásmového kmitania pri monitorovaní prevádzkového stavu stroja a ďalšie dokumenty, ako napríklad VDI 3839, poskytujú ďalšie informácie o špecifických problémoch strojných zariadení, ktoré možno zistiť pri vykonávaní vibračnej diagnostiky.

2 Normatívne odkazy

Na nasledujúce dokumenty sa odkazuje v texte takým spôsobom, že časť ich obsahu alebo celý obsah predstavuje požiadavky tohto dokumentu. Pri datovaných odkazoch sa používa len citované vydanie. Pri nedatovaných odkazoch sa používa najnovšie vydanie citovaného dokumentu (vrátane akýchkoľvek zmien).

ISO 1683 *Acoustics – Preferred reference values for acoustical and vibratory levels*. [Akustika. Preferované referenčné hodnoty pre hladiny veličín v akustike a kmitaní.]

koniec náhľadu – text ďalej pokračuje v platenej verzii STN