

STN	Mechanické kmitanie Vyvažovanie rotorov Časť 31: Náchylnosť a citlivosť strojov na nevyváženosť	STN ISO 21940-31 01 1401
------------	--	--

Mechanical vibration

Rotor balancing

Part 31: Susceptibility and sensitivity of machines to unbalance

Vibrations mécaniques

Équilibrage des rotors

Partie 31: Susceptibilité et sensibilité des machines aux balourds

Mechanische Schwingungen

Auswuchten von Rotoren

Teil 31: Anfälligkeit und Empfindlichkeit von Maschinen gegen Unwuchten

Táto slovenská technická norma je slovenskou verziou medzinárodnej normy ISO 21940-31: 2013. Preklad zabezpečil Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky. STN ISO 21940-31 má rovnaké postavenie, ako majú oficiálne verzie.

This standard is the Slovak version of the International Standard ISO 21940-31: 2013. It was translated by Slovak Office of Standards, Metrology and Testing. STN ISO 21940-31 has the same status as the official versions.

137954

Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky, 2024

Slovenská technická norma a technická normalizačná informácia je chránená zákonom č. 60/2018 Z. z. o technickej normalizácii v znení neskorších predpisov.

Národný predhovor

Obrázky v tejto STN sú prevzaté z elektronických podkladov dodaných z ISO, © 2013 ISO, ref. č. ISO 21940-31: 2013 (E).

Táto norma obsahuje dve národné poznámky.

Normatívne referenčné dokumenty

Nasledujúce dokumenty, celé alebo ich časti, sú v tomto dokumente normatívnymi odkazmi a sú nevyhnutné pri jeho používaní. Pri datovaných odkazoch sa použije len citované vydanie. Pri nedatovaných odkazoch sa použije najnovšie vydanie citovaného dokumentu (vrátane všetkých 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 21940-2 prijatá ako STN ISO 21940-2 Mechanické kmitanie. Vyvažovanie rotorov. Časť 2: Slovník (01 1401)

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 21940-32 Mechanické kmitanie. Vyvažovanie rotorov. Časť 32: Dohoda o rotoroch a strojových častiach spájaných perami (01 1401)

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

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

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

Vypracovanie slovenskej technickej normy

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

Technická komisia: TK 21 Akustika a mechanické kmitanie

Mechanické kmitanie**ISO 21940-31****Vyvažovanie rotorov**

Prvé vydanie

Časť 31: Náchylnosť a citlivosť strojov na nevyváženosť

2013-08-15

ICS 21.120.40

Obsah

	strana
Predhovor	4
Úvod	5
1 Predmet.....	6
2 Normatívne odkazy.....	6
3 Termíny a definície	6
4 Klasifikácia náchylnosti stroja	7
4.1 Všeobecne	7
4.2 Typ I: Nízka náchylnosť	7
4.3 Typ II: Mierna náchylnosť	7
4.4 Typ III: Vysoká náchylnosť	7
4.5 Korekčné faktory podľa náchylnosti stroja	7
5 Modálna citlivosť	8
5.1 Všeobecne	8
5.2 Rozsahy modálnej citlivosti.....	8
5.3 Charakteristiky rozsahov modálnej citlivosti.....	8
5.4 Hodnoty modálnej citlivosti.....	8
5.5 Prevádzková frekvencia otáčania	12
5.6 Prechodová frekvencia otáčania	14
6 Experimentálne stanovenie modálnej citlivosti blízko rezonančnej frekvencii otáčania pri prevádzkových podmienkach	15
6.1 Všeobecne	15
6.2 Postup s použitím Nyquistovho diagramu	15
6.3 Postup s použitím Bodeho diagramu	15
7 Číselné hodnoty lokálnej citlivosti.....	16
8 Experimentálne stanovenie lokálnej citlivosti	17
8.1 Všeobecne	17
8.2 Postup.....	17
9 Analýza citlivosti na nevyváženosť so zohľadnením tlmenia	18
Príloha A (informatívna) – Vysvetlenie termínov.....	19
Príloha B (informatívna) – Príklad postupu s použitím polárneho diagramu	21
Príloha C (informatívna) – Príklady klasifikácie podľa modálnej citlivosti	22
Príloha D (informatívna) – Príklad určenia nevyváženosti pre použitie v matematickom modeli	23
Literatúra	24

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).

Upozorňuje sa na možnosť, že niektoré časti tohto dokumentu môžu byť predmetom patentových práv. ISO nezodpovedá za identifikáciu ktoréhokolvek alebo všetkých takýchto patentových práv. Podrobnosti o akýchkoľvek patentových právach identifikovaných počas tvorby dokumentu sú uvedené v úvode dokumentu a/alebo v zozname patentových deklarácií 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.

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 aplikované na stroje, vozidlá a konštrukcie*.

Toto prvé vydanie ISO 21940-31 ruší a nahrádza ISO 10814: 1996, ktorá bola technicky revidovaná. Hlavnou zmenou je úprava faktorov modálneho zosilnenia, aby bola táto časť ISO 21940 v lepšom súlade s príslušnými časťami ISO 7919, napr. stroje, u ktorých sa predpokladá, že budú pracovať v pásme A podľa ISO 7919-2[2], budú klasifikované ako stroje s veľmi nízkou citlivosťou (rozsah A) a stroje, u ktorých sa predpokladá, že budú pracovať v pásme B podľa ISO 7919-2[2], budú klasifikované ako stroje s nízkou citlivosťou (rozsah B).

ISO 21940 pozostáva z nasledujúcich častí pod všeobecným názvom *Mechanické kmitanie. Vyvažovanie rotorov*:

- Časť 1: Úvod¹⁾
- Časť 2: Názvoslovie²⁾
- Časť 11: Postupy a tolerancie rotorov s tuhým správaním³⁾
- Časť 12: Postupy a tolerancie pre rotory s pružným správaním⁴⁾
- Časť 13: Kritériá a bezpečnostné opatrenia pri vyvažovaní stredných a veľkých rotorov in-situ⁵⁾
- Časť 14: Postupy pri posudzovaní chýb vyváženia⁶⁾

1) Revízia ISO 19499: 2007 *Mechanical vibration – Balancing – Guidance on the use and application of balancing standards*. [Mechanické kmitanie. Vyvažovanie. Pokyn na používanie a aplikáciu noriem vyvažovania.]

2) Revízia ISO 1925: 2001 *Mechanical vibration – Balancing – Vocabulary*. [Mechanické kmitanie. Vyvažovanie. Slovník.]

3) Revízia ISO 1940-1: 2003 + Cor.1: 2005 *Mechanical vibration – Balance quality requirements for rotors in a constant (rigid) state – Part 1: Specification and verification of balance tolerances*. [Mechanické kmitanie. Požiadavky na kvalitu vyváženia rotorov v nemennom (tuhom) stave. Časť 1: Špecifikácia a overenie tolerancií vyváženia.]

4) Revízia ISO 11342: 1998 + Cor.1: 2000 *Mechanical vibration – Methods and criteria for the mechanical balancing of flexible rotors*. [Mechanické kmitanie. Metódy a kritériá pre mechanické vyvažovanie pružných rotorov.]

5) Revízia ISO 20806: 2009 *Mechanical vibration – Criteria and safeguards for the in-situ balancing of medium and large rotors*. [Mechanické kmitanie. Kritériá a bezpečnostné opatrenia na vyvažovanie stredných a veľkých rotorov in-situ.]

6) Revízia ISO 1940-2: 1997 *Mechanical vibration – Balance quality requirements of rigid rotors – Part 2: Balance errors*. [Mechanické kmitanie. Požiadavky na kvalitu vyváženia tuhých rotorov. Časť 2: Chyby vyváženia.]

- Časť 21: Opis a hodnotenie vyvažovacích strojov⁷⁾
- Časť 23: Kryty a iné ochranné opatrenia pre meracie stanoviisko vyvažovacích strojov⁸⁾
- Časť 31: Náchylnosť a citlivosť strojov na nevyváženosť⁹⁾
- Časť 32: Dohoda o rotoroch a strojných častiach spájaných perami¹⁰⁾

Úvod

Vyváženie rotora počas výroby (ako sa napríklad opisuje v ISO 1941-1^[1] a ISO 11342^[4]) je zvyčajne dostatočné na to, aby sa dosiahli prijateľné hodnoty kmitania v prevádzke, ak nie sú prítomné iné zdroje kmitania. Počas uvádzania do prevádzky však môže byť potrebné dodatočné vyváženie a po uvedení do prevádzky môžu niektoré stroje vyžadovať príležitostné alebo dokonca časté opätovné vyváženie na mieste uloženia (*in-situ*).

Ak sú hodnoty kmitania počas uvádzania do prevádzky neuspokojivé, dôvodom môže byť nesprávne vyváženie alebo montážne chyby. Ďalšou dôležitou príčinou môže byť, že zmontovaný stroj je obzvlášť citlivý na relatívne malé zostatkové nevyváženosti, ktoré sú v rámci normálnych tolerancií vyváženia.

Ak hodnoty kmitania nie sú vyhovujúce, často je prvým krokom pokus znížiť kmitanie prevádzkovým vyvažovaním na mieste uloženia (*in-situ*). Ak sa pomocou relatívne malej korekčnej hmoty môže znížiť veľké kmitanie, indikuje to vysokú citlivosť na nevyváženosť. Citlivosť sa môže zvýšiť, ak sú napríklad rezonančné frekvencie otáčania blízko prevádzkových frekvencií otáčania a tlmenie sústavy je malé.

Citlivý stroj, ktorý je aj vysoko náchylný na zmenu nevyváženosti, môže vyžadovať časté opätovné vyváženie na mieste trvalého uloženia. Môžu to zapríčiniť napríklad zmeny počas prevádzky v opotrebení, teplote, hmotnosti, tuhosti a tlmení.

Ak nevyváženosť a iné podmienky stroja sú v podstate konštantné, môže byť pre stroj dostatočné občasné upravenie vyváženia. Inak môže byť nevyhnutné upraviť stroj zmenou rezonančných frekvencií otáčania, tlmenia alebo iných parametrov, aby sa dosiahli prijateľné hodnoty kmitania (vibrácií). Preto je tu potreba brať do úvahy prípustné hodnoty citlivosti stroja.

Opakovanú citlivosť stroja ovplyvňuje niekoľko faktorov a môže sa meniť počas prevádzky. Niektoré tepelné stroje, najmä stroje vybavené klznými ložiskami majú modálne charakteristiky kmitania, ktoré sa menia s určitými prevádzkovými parametrami (napr. tlak pary a teplota, čiastočný prívod pary alebo teplota oleja). Pri elektrických strojoch môžu mať vplyv na dynamické správanie aj iné parametre, ako je napríklad budiaci prúd. Dynamické charakteristiky stroja vo všeobecnosti ovplyvňujú konštrukčné vlastnosti stroja včítane pripojenia rotora a podmienky ukladania stroja včítane základu. Treba poznamenať, že uloženie stroja sa môže časom meniť (napr. vplyvom opotrebenia).

Táto časť ISO 21940 sa sústreďuje len na kmitanie vyvolané nevyváženosťou pri frekvencii otáčania, avšak má sa zistiť, či príčinou kmitania pri frekvencii otáčania je len nevyváženosť.

⁷⁾ Revízia ISO 2953: 1999 *Mechanical vibration – Balancing machines – Description and evaluation*. [Mechanické kmitanie. Vyvažovacie stroje. Opis a hodnotenie.]

⁸⁾ Revízia ISO 7475: 2002 *Mechanical vibration – Balancing machines – Enclosures and other protective measures for the measuring station*. [Mechanické kmitanie. Vyvažovacie stroje. Kryty a iné ochranné opatrenia pre meraciu stanicu.]

⁹⁾ Revízia ISO 10814: 1996 *Mechanical vibration – Susceptibility and sensitivity of machines to unbalance*. [Mechanické kmitanie. Náchylnosť a citlivosť strojov na nevyváženosť.]

¹⁰⁾ Revízia ISO 8821: 1989 *Mechanical vibration – Balancing – Shaft and fitment key convention*. [Mechanické kmitanie. Vyvažovanie. Dohoda o rotoroch a spájajúcich pier.]

1 Predmet

Táto časť ISO 21940 definuje metódy na určenie citlivosti kmitania stroja na nevyváženosť a poskytuje hodnotiace pokyny ako funkciu blízkosti príslušných rezonančných frekvencií otáčania k prevádzkovým frekvenciám otáčania. Táto časť ISO 21940 sa zaoberá iba kmitaním s frekvenciou otáčania spôsobeným nevyváženosťou. Poskytuje tiež odporúčania, ako použiť číselné hodnoty citlivosti kmitania na nevyváženosť v niektorých konkrétnych prípadoch.

Zahŕňa klasifikačnú sústavu, ktorú možno aplikovať na stroje, súvisiacu s ich náchylnosťou na zmenu nevyváženosti. Stroje sú rozdelené do troch typov náchylnosti na zmenu nevyváženosti a piatich rozsahov citlivosti. Hodnoty citlivosti sú určené pre použitie na jednoduchých strojných sústavách, výhodne s rotormi s iba jednou rezonančnou frekvenciou otáčania v celom rozsahu prevádzkovej frekvencie otáčania. Hodnoty citlivosti možno použiť aj pre stroje, ktoré majú vo svojom rozsahu prevádzkovej frekvencie otáčania viac rezonančných frekvencií otáčania, ak sú rezonančné frekvencie otáčania ďaleko od seba (napr. o viac ako 20 %).

Uvedené hodnoty citlivosti nie sú určené na to, aby slúžili ako preberacie technické údaje pre ľubovoľnú skupinu strojov, ale skôr na to, aby naznačili, ako sa vyhnúť veľkým chybám, ako aj prehnaným alebo nedosiahnuteľným požiadavkám. Môžu slúžiť aj ako základ na zložitejšie skúmania (napr. vtedy, keď v špeciálnych prípadoch je nevyhnutné presnejšie stanoviť vyžadovanú citlivosť). Ak sa venuje patričná pozornosť navrhovaným hodnotám citlivosti kmitania stroja na nevyváženosť, vtedy vo väčšine prípadoch možno očakávať vyhovujúce prevádzkové podmienky.

Ak sa berú do úvahy len tieto hodnoty citlivosti, nemožno zaručiť, že prípustná hodnota kmitania sa v prevádzke neprekročí. Môže sa vyskytnúť mnoho iných zdrojov kmitania, ktoré sú mimo rozsahu pôsobnosti tejto časti ISO 21940.

2 Normatívne odkazy

Nasledujúce dokumenty, celé alebo ich časti, sú v tomto dokumente normatívnymi odkazmi a sú nevyhnutné pri jeho používaní. Pri datovaných odkazoch sa použije len citované vydanie. Pri nedatovaných odkazoch sa použije najnovšie vydanie citovaného dokumentu (vrátane všetkých zmien).

ISO 21940-2*) *Mechanical vibration – Rotor balancing – Part 2: Vocabulary*. [Mechanické kmitanie. Vyvažovanie rotorov. Časť 2: Slovník.]

koniec náhľadu – text ďalej pokračuje v platenej verzii STN

*) NÁRODNÁ POZNÁMKA 1. – V anglickej verzii uvedená ISO 1925, ktorá bola zrušená a nahradená ISO 21940-2.