

STN	Mechanické kmitanie Meranie a hodnotenie kmitania strojov Časť 5: Sústavy strojov vo vodných elektrárnach a prečerpávacích elektrárnach	STN ISO 20816-5 01 1414
------------	--	---

Mechanical vibration

Measurement and evaluation of machine vibration

Part 5: Machine sets in hydraulic power generating and pump-storage plants

Vibrations mécaniques

Mesurage et évaluation des vibrations de machines

Partie 5: Groupes de machines équipant des centrales hydroélectriques et des stations de pompage et de stockage

Mechanische Vibrationen

Maschinenschwingungen messen und auswerten

Teil 5: Maschinensätze in Wasserkraftwerken und Pumpspeicherkraftwerken

Táto slovenská technická norma je slovenskou verziou medzinárodnej normy ISO 20816-5: 2018.

Preklad zabezpečil Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky.

STN ISO 20816-5 má rovnaké postavenie, ako majú oficiálne verzie.

This standard is the Slovak version of the International Standard ISO 20816-5: 2018.

It was translated by Slovak Office of Standards, Metrology and Testing.

STN ISO 20816-5 has the same status as the official versions.



140892

Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky, 2025

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 a matematické výrazy v tejto STN sú prevzaté z elektronických podkladov dodaných z ISO, © 2018 ISO, ref. č. ISO 20816-5: 2018 E.

Táto norma bola naposledy revidovaná a potvrdená v roku 2024.

V anglickej verzii ISO 20816-3 sa uvádza termín „vibration magnitude“ („veľkosť kmitania“) s rozmerom jeho hodnoty mm/s. Avšak podľa STN ISO 2041 *Mechanické kmitanie, otrasy a monitorovanie prevádzkového stavu. Názvoslovie*, sa termín s tým istým rozmerom a významom definuje ako „vibration severity“ a prekladá sa ako „mohutnosť kmitania“. V medzinárodných a európskych normách sa častejšie používa termín „vibration severity“, teda mohutnosť kmitania.

V slovenskej verzii tohto dokumentu sa používajú vysvetlené anglické skratky definovaných termínov, a to z dôvodu ich bežného používania v texte ako aj v praktickej aplikácii.

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

IEC 60994 prijatá ako STN EN 60994 *Pokyny na meranie vibrácií a pulzácií v hydraulických strojoch (turbínach, akumulčných čerpadlách a čerpadlových turbínach) na vodnom diele* (08 5014)

Súvisiace normy

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

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

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

STN ISO 17359 *Monitorovanie prevádzkového stavu a diagnostika strojov. Všeobecné pokyny* (01 1441)

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

STN ISO 13374-1 *Monitorovanie prevádzkového stavu a diagnostika strojov. Spracovanie údajov, komunikácia a prezentácia. Časť 1: Všeobecné pokyny* (01 1481)

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

STN ISO 21940-2 *Mechanické kmitanie. Vyvažovanie rotorov. Časť 2: Slovník* (01 1401)

STN ISO 21940-11 + Amd 1 *Mechanické kmitanie. Vyvažovanie rotorov. Časť 11: Postupy a tolerancie rotorov s tuhým správaním (obsahuje zmenu Amd 1)* (01 1401)

STN ISO 21940-12 Mechanické kmitanie. Vyvažovanie rotorov. Časť 12: Postupy a tolerancie rotorov s pružným správaním (01 1401)

STN ISO 21940-14 + Amd 1 Mechanické kmitanie. Vyvažovanie rotorov. Časť 14: Postupy pri posudzovaní chýb vyváženia (obsahuje zmenu Amd 1) (01 1401)

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

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

Technická komisia: TK 21 Akustika a mechanické kmitanie

Mechanické kmitanie
Meranie a hodnotenie kmitania strojov
Časť 5: Sústavy strojov vo vodných elektrárnach
a prečerpávacích elektrárnach

ISO 20816-5
 Prvé vydanie
 2018-07

ICS 29.160.40; 17.160

Obsah

	strana
Predhovor	7
Úvod	8
1 Predmet	9
2 Normatívne odkazy	10
3 Termíny a definície	10
4 Usporiadanie strojov	10
5 Postupy merania a podmienky	14
5.1 Všeobecne	14
5.1.1 Meranie kmitania ložiskovej skrine	14
5.1.2 Meranie kmitania hriadel'a	14
5.2 Typy meraní	14
5.2.1 Absolútne kmitanie ložiskovej skrine	14
5.2.2 Radiálne kmitanie hriadel'a	14
5.2.3 Kmitanie ložiska a hriadel'a v axiálnom smere	15
5.2.4 Škodlivé vplyvy	15
5.3 Miesta a smery meraní	16
5.3.1 Všeobecne	16
5.3.2 Meranie relatívneho kmitania hriadel'a	17
5.3.3 Meranie absolútneho kmitania ložiskovej skrine	17
5.4 Meracie zariadenia	19
5.4.1 Všeobecne	19
5.4.2 Meranie absolútneho kmitania ložiskovej skrine	19
5.4.3 Meranie kmitania hriadel'a	20
5.4.4 Meranie $S_{\max}$ alebo S_{p-p}	21
5.5 Prevádzkové stavy	23
6 Vyhodnotenie meraní kmitania	23
6.1 Všeobecne	23
6.1.1 Základné hodnoty kmitania	23
6.1.2 Vplyv prevádzkových stavov turbíny na meranie kmitania ložiskovej skrine	24
6.1.3 Vplyv prevádzkových stavov turbíny na kmitanie hriadel'a	24
6.1.4 Prevádzkové stavy v prečerpávacom režime	24
6.1.5 Špeciálne prevádzkové stavy	24
6.2 Kritérium I: Mohutnosť (veľkosť) kmitania	25
6.3 Kritérium II: Zmena mohutnosti (veľkosti) a fázy kmitania	27
6.3.1 Kritériá posúdenia	27
6.3.2 Podmienky monitorovania	27

6.3.3	Špeciálne odporúčanie týkajúce sa generátora.....	27
6.4	Prevádzkové hranice (medze).....	28
6.4.1	VAROVANIA (ALARMS) a VYPNUTIA (TRIPS).....	28
6.4.2	Nastavenie VAROVANIA	28
6.4.3	Nastavenie VYPNUTIA.....	28
6.4.4	Špeciálne prevádzkové stavy	29
6.5	Porovnanie výsledkov kmitania hriadeľa a kmitania skrine ložiska	29
6.6	Hodnotenie založené na informácii o vektore kmitania.....	29
Príloha A	(normatívna) – Hranice pásiem hodnotenia	30
Príloha B	(informatívna) – Monitorovanie kmitania – predpoklady pre analýzu trendov	39
Príloha C	(informatívna) – Osobité vlastnosti kmitania ložiskových skríň a kmitania hriadel'ov hydraulických strojných sústav.....	44
Príloha D	(informatívna) – Databáza, postup analýzy a štatistické hodnotenie	47
Príloha E	(informatívna) – Odporúčané postupy pri spracovaní údajov o kmitaní.....	52
Literatúra		57

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 na vypracovanie tohto dokumentu a postupy určené na jeho ďalšiu údržbu sú opísané v smerniciach ISO/IEC, časť 1. Treba si všimnúť najmä rôzne kritériá schvaľovania 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).

Upozorňujeme na možnosť, že niektoré prvky tohto dokumentu môžu byť predmetom patentových práv. ISO nenesie zodpovednosť za identifikáciu akýchkoľvek alebo všetkých takýchto patentových práv. Podrobnosti o všetkých patentových právach identifikovaných počas vypracovania 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 jej schválenie.

Vysvetlenie dobrovoľného charakteru noriem, významu špecifických termínov a výrazov ISO súvisiacich s posudzovaním zhody, ako aj informácie o dodržiavaní zásad Svetovej obchodnej organizácie (WTO) v oblasti technických prekážok obchodu (TBT) nájdete na tejto adrese URL: www.iso.org/iso/foreword.html.

Tento dokument spoločne pripravili technická komisia ISO/TC 108 *Mechanické kmitanie, rázy a monitorovanie stavu*, Subkomisia SC 2 *Meranie a hodnotenie mechanických kmitania a rázov aplikovaných na stroje, vozidlá a konštrukcie*, a technická komisia IEC/TC 4 *Hydraulické turbíny*. Návrh bol zaslaný na hlasovanie národným orgánom ISO aj IEC.

Toto prvé vydanie ISO 20816-5 ruší a nahrádza ISO 7919-5: 2005 a ISO 10816-5: 2000, ktoré boli technicky revidované. Hlavné zmeny sú:

- jasné identifikovanie kmitania rôznych typov strojov a rôznych orientácií hriadel'ov;
- preukázanie, že pre každý typ stroja zodpovedá kmitanie podobnému profilu štatistického rozdelenia (Burrovo rozdelenie), čo viedlo k revidovaným hodnotám kmitania;
- dôrazné odporúčanie skúmať kmitanie hriadeľa aj kmitanie nerotujúcich častí spolu s fyzikálnymi parametrami, ako je teplota kovu ložísk a fyzické vôle v ložiskách, aby sa dosiahlo úplné posúdenie stavu stroja;
- odporúčanie spoločného prístupu medzi dodávateľom a zákazníkom na preskúmanie prípadov, keď je kmitanie väčšie ako štatistické hodnoty, namiesto prísneho prístupu založeného len na hodnotách kmitania.

Zoznam všetkých častí súboru ISO 20816 nájdete na webovom sídle ISO.

Úvod

ISO 20816-1 je základný dokument, ktorý stanovuje všeobecné požiadavky na hodnotenie kmitania rôznych typov strojov. Tento dokument poskytuje špeciálne usmernenie pre kmitanie ložiskových skríň a hriadel'ov strojných sústav inštalovaných vo vodných elektrárňach a prečerpávacích elektrárňach.

Na posúdenie kmitania strojov sa uvádzajú dve kritériá:

- a) prvé kritérium zohľadňuje mohutnosť (veľkosť) nameraného kmitania;
- b) druhé kritérium zohľadňuje zmeny mohutnosti (veľkosti) a fázy nameraného kmitania.

Tento dokument poskytuje analýzu kmitania hriadel'a aj kmitania pevných nerotujúcich častí.

Kritériá kmitania sa stanovili pre stroje s horizontálnou a vertikálnou osou a vypracovali sa pre každý typ turbíny (Bulbova, Francisova, Peltonova, Kaplanova), keď sa používajú pre generovanie výkonu a prípadne aj na čerpanie. Kritériá mohutnosti (veľkosti) kmitania uvedené v tomto dokumente sú usmernenia založené na štatistike; uvedené hodnoty mohutnosti (veľkosti) sa nemajú používať ako záruka. Odporúča sa, aby posúdenie kmitania vykonal odborník na kmitanie vybraný po spoločnej dohode všetkých strán. Na zistenie dobrého prevádzkového stavu hydraulického stroja je nevyhnutné pozrieť sa spoločne na nasledujúce ukazovatele:

- mohutnosť (veľkosť) relatívneho kmitania hriadel'ov;
- mohutnosť (veľkosť) kmitania ložiskových skríň;
- percento využitej vôle priemeru vodiacich ložísk za studena;
- prevádzkovú teplotu kovových častí vodiacich ložísk;
- prevádzkový režim (výtlak a prietok alebo spád a výkon), pre overenie, že stroj pracuje v obvyklom prevádzkovom rozsahu.

Odporúčané opatrenia sa uvádzajú pre prípady, keď je mohutnosť (veľkosť) kmitania vyššia ako sú hraničné (medzné) hodnoty uvedené v tabuľkách v prílohe A, aby sa stanovilo, či je stroj vhodný na ďalšiu dlhodobú prevádzku bez obmedzení.

Usmernenia sa uvádzajú pre kmitanie prítomné pri prevádzke stroja, ako aj pre akékoľvek zmeny amplitúdy alebo fázy týchto hodnôt kmitania, ktoré sa môžu vyskytnúť. Číselné hodnoty uvedené v prílohe A pre kmitanie majú slúžiť ako základ pre vyhodnotenie prevádzkového stavu stroja a v prípade zohľadnenia pre ďalšie skúmanie. V tomto dokumente sa odporúča, aby sa stav stroja posudzoval na základe uváženia kmitania ako ložiskových skríň, tak aj kmitania hriadel'a.

1 Predmet

Tento dokument poskytuje usmernenia na vyhodnotenie meraní kmitania vykonaných na ložiskách, ložiskových stojanoch alebo ložiskových skriniach a tiež pre vyhodnotenie meraní relatívneho kmitania hriadeľa vykonaných na sústavách strojov vo vodných elektrárňach a v prečerpávacích elektrárňach, keď stroje pracujú v rámci svojho bežného prevádzkového režimu. Bežné prevádzkové režimy pre jednotlivé typy turbín, na ktoré sa vzťahuje tento dokument, sa definujú v prílohe A.

Tento dokument sa vzťahuje na strojné sústavy vo vodných a v prečerpávacích elektrárňach s typickou frekvenciou otáčania od 60 r/min do 1 000 r/min, ktoré majú nábojové (panvové) alebo čapové (segmentové) ložiská mazané olejom.

POZNÁMKA. – Súčasná databáza zahŕňa stroje s frekvenciou otáčania od 60 r/min do 750 r/min (a s veľmi malým počtom strojov s frekvenciou otáčania 1 000 r/min).

Tento dokument definuje rôzne hraničné (medzné) hodnoty kmitania ložiskových skríň a hriadeľov v závislosti od typu turbíny, orientácie hriadeľa (čiže horizontálnej alebo vertikálnej) a pre každé umiestnenie ložiska.

Tento dokument je založený na štatistickej analýze a poskytuje kritériá pre najbežnejšie typy turbín, prečerpávacích turbín a čerpadiel. Konkrétne informácie o tom, ktoré typy jednotiek sú zahrnuté v tomto dokumente, pozri prílohu A.

Sústavy strojov, na ktoré sa vzťahuje tento dokument, môžu mať tieto konfigurácie:

- a) generátory poháňané vodnými turbínami;
- b) motor-generátory poháňané prečerpávacími turbínami;
- c) motor-generátory poháňané vodnými turbínami a samostatnými čerpadlami;
- d) čerpadlá poháňané elektromotormi.

Tento dokument sa nevzťahuje na nasledujúce konfigurácie, parametre a prevádzkové stavy:

- hydraulické stroje s ložiskami mazanými vodou;
- hydraulické stroje alebo sústavy strojov s valivými ložiskami (pre tieto stroje pozri IEC 62006 a/alebo ISO 10816-3);
- čerpadlá v tepelných elektrárňach alebo priemyselných zariadeniach (pre tieto stroje pozri ISO 10816-7);
- elektrické stroje pracujúce ako motory s výnimkou použitia týchto strojov v prečerpávacích aplikáciách;
- hydrogenerátory pracujúce ako synchronne kondenzátory (keď je voda v turbíne pretláčaná stlačeným vzduchom);
- posúdenie absolútnej výchylky kmitania ložiskových skríň;
- posúdenie axiálneho kmitania;
- posúdenie prechodových stavov;
- nesynchronna prevádzka;
- posúdenie hladiny kmitania jadra statora generátora alebo nosného rámu statora.

Meranie kmitania ložiskovej skrine a hriadeľa v strojných sústavách vo vodných elektrárňach a prečerpávacích elektrárňach sa môžu použiť na tieto ciele:

1. Cieľ A: predchádzať škodám vyplývajúcim z nadmernej mohutnosti (veľkosti) kmitania;
2. Cieľ B: monitorovanie zmien vibračného správania s cieľom stanoviť diagnózu a/alebo prognózu.

Kritériá sú aplikovateľné na kmitanie generované samotnou strojovou sústavou. Osobitné skúmanie je potrebné pre kmitanie prenášané na sústavu strojov z externých zdrojov, napríklad prenášané cez základy elektrárne.

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 20816-1 *Mechanical vibration – Measurement and evaluation of machine vibration – Part 1: General guidelines*. [Mechanické kmitanie. Meranie a vyhodnocovanie kmitania strojov. Časť 1: Všeobecné pokyny.]

IEC 60994 *Guide for field measurement of vibrations and pulsations in hydraulic machines (turbines, storage pumps and pump-turbines)*. [Návod na meranie kmitania a pulzácií v hydraulických strojoch (turbínach, prečerpávacích čerpadlách a čerpadlových turbínach).]

koniec náhľadu – text ďalej pokračuje v platenej verzii STN