

2021

Vibrace a rázy - Experimentální určování mechanické pohyblivosti -
Část 5: Měření pomocí buzení nárazem s budičem nepřipojeným ke
konstrukci

ČSN
ISO 7626-5

01 1416

Mechanical vibration and shock - Experimental determination of mechanical mobility -
Part 5: Measurements using impact excitation with an exciter which is not attached to the structure

Vibrations et chocs mécaniques - Détermination expérimentale de la mobilité mécanique -
Partie 5: Mesurages a partir d'une excitation par choc appliquée par un exciteur non solidaire de la
structure

Tato norma je českou verzí mezinárodní normy ISO 7626-5:2019. Překlad byl zajištěn Českou
agenturou pro stan-
dardizaci. Má stejný status jako oficiální verze.

This standard is the Czech version of the International Standard ISO 7626-5:2019. It was translated
by the Czech Standardization Agency. It has the same status as the official version.

Nahrazení předchozích norem

Touto normou se nahrazuje ČSN ISO 7626-5 (01 1416) z června 1998.

Národní předmluva

Změny proti předchozí normě

Norma byla technicky revidována. Byly upraveny texty definic včetně poznámek k heslům a byla
aktualizována bibliografie.

Informace o citovaných normativních dokumentech

ISO 2041 zavedena v ČSN ISO 2041 (01 1400) Vibrace, rázy a monitorování stavu - Slovník

Související ČSN

ČSN ISO 7626-1:2012 (01 1416) Vibrace a rázy - Experimentální určování mechanické pohyblivosti -
Část 1: Základní termíny a definice a specifikace snímačů

ČSN ISO 7626-2:2018 (01 1416) Vibrace a rázy - Experimentální určování mechanické pohyblivosti -
Část 2: Měření pomocí translačního buzení v jednom bodě s připojeným vibrátorem

Upozornění na národní poznámku

Do normy byla k článku 3.3 doplněna národní poznámka.

Vypracování normy

Zpracovatel: JANDÁK Praha, IČO 12494372, Ing. Otakar Černý, Ing. Zdeněk Jandák, CSc.

Technická normalizační komise: TNK 11 Vibrace a rázy

Pracovník České agentury pro standardizaci: Ing. Lubomír Drápal, CSc.

Česká agentura pro standardizaci je státní příspěvková organizace zřízená Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví na základě ustanovení § 5 odst. 2 zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

ICS 17.160

Obsah

Strana

Předmluva.....	5
Úvod.....	6
1..... Předmět normy.....	8
2..... Citované dokumenty.....	8
3..... Termíny a definice.....	8
4..... Obecné vlastnosti měření při buzení nárazem.....	9
4.1..... Obecný popis.....	9
4.2..... Výhody a omezení buzení nárazem.....	10
4.2.1... Obecně.....	10
4.2.2... Omezení vyplývající z nelinearit.....	11
4.2.3... Problémy s odstupem signálu od šumu.....	11

4.2.4... Omezené frekvenční rozlišení.....	11
4.2.5... Omezení daná tlumením.....	11
4.2.6... Závislost na zkušenosti operátora.....	11
5..... Uložení zkoušené konstrukce.....	12
5.1..... Obecně.....	12
5.2..... Měření volné konstrukce.....	12
5.3..... Měření připevněné konstrukce.....	12
6..... Aplikace buzení.....	12
6.1..... Konstrukce rázovadla.....	12
6.2..... Spektrální vlastnosti síly.....	13
6.3..... Řízení frekvenčního pásma buzení.....	16
6.4..... Zamezení odskokům rázovadla.....	16
7..... Zařízení připojená ke snímačům.....	17
7.1..... Obecně.....	

.....	17
7.2..... Kalibrace rázovadla.....	17
8..... Zpracování signálů ze snímačů.....	18
8.1..... Filtrování.....	18
8.2..... Charakteristiky zachycení přechodového děje.....	18
8.3..... Vztahy pro vzorkování.....	19
8.4..... Vyloučení nasycení zesilovačů (ořezávání signálu).....	20
8.5..... Techniky používání časových okének.....	20

8.5.1... Signál síly.....	20
8.5.2... Použití časového okénka pro signály odezvy.....	24
8.6..... Techniky průměrování.....	27
9..... Zkoušky pro kontrolu platnosti měření.....	27
9.1..... Koherenční funkce.....	27
9.2..... Kontrola opakovatelnosti.....	28
9.3..... Kontrola reciprocity.....	28
9.4..... Kontrola linearity.....	28
9.5..... Porovnání s měřeními využívajícími připojený vibrátor.....	28
Příloha A (informativní) Korekce měření pohyblivosti na vlivy exponenciálního časového okénka.....	29
Bibliografie.....	30



DOKUMENT CHRÁNĚNÝ COPYRIGHTEM

© ISO 2019

Veškerá práva vyhrazena. Pokud není specifikováno jinak, nesmí být žádná část této publikace reprodukována nebo používána v jakékoliv formě nebo jakýmkoliv způsobem, elektronickým nebo mechanickým, včetně fotokopii a mikrofilmů, bez písemného svolení buď od organizace ISO na níže uvedené adrese nebo od členské organizace ISO v zemi žadatele.

ISO copyright office

CP 401 · Ch. de Blandonnet 8

CH-1214 Vernier, Geneva

Tel.: + 41 22 749 01 11

Fax: + 41 22 749 09 47

E-mail: copyright@iso.org

Web: www.iso.org

Publikováno ve Švýcarsku

Předmluva

ISO (Mezinárodní organizace pro normalizaci) je celosvětová federace národních normalizačních orgánů (členů ISO). Mezinárodní normy obvykle vypracovávají technické komise ISO. Každý člen ISO, který se zajímá o předmět, pro který byla vytvořena technická komise, má právo být v této technické komisi zastoupen. Práce se zúčastňují také vládní i nevládní mezinárodní organizace, s nimiž ISO navázala pracovní styk. ISO úzce spolupracuje s Mezinárodní elektrotechnickou komisí (IEC) ve všech záležitostech normalizace v elektrotechnice.

Postupy použité při tvorbě tohoto dokumentu a postupy určené pro jeho další udržování jsou popsány ve směrnících ISO/IEC, část 1. Zejména se má věnovat pozornost rozdílným schvalovacím kritériím potřebným pro různé druhy dokumentů ISO. Tento dokument byl vypracován v souladu s redakčními pravidly uvedenými ve směrnících ISO/IEC, část 2 (viz www.iso.org/directives).

Upozorňuje se na možnost, že některé prvky tohoto dokumentu mohou být předmětem patentových práv. ISO nelze činit odpovědnou za identifikaci jakéhokoliv nebo všech patentových práv. Podrobnosti o jakýchkoliv patentových právech identifikovaných během přípravy tohoto dokumentu budou uvedeny v úvodu a/nebo v seznamu patentových prohlášení obdržných ISO (viz www.iso.org/patents).

Jakýkoliv obchodní název použitý v tomto dokumentu se uvádí jako informace pro usnadnění práce uživatelů a neznamená schválení.

Vysvětlení nezávazného charakteru technických norem, významu specifických termínů a výrazů ISO, které se vztahují k posuzování shody, jakož i informace o tom, jak ISO dodržuje principy Světové obchodní organizace (WTO) týkající se technických překážek obchodu (TBT) viz www.iso.org/iso/foreword.html.

Tento dokument vypracovala technická komise ISO/TC 108 *Vibrace, rázy a monitorování stavu*.

Toto druhé vydání zrušuje a nahrazuje první vydání (ISO 7626-5:1994), které bylo technicky revidováno.

V porovnání s předchozím vydáním jsou tyto hlavní změny:

- aktualizace citovaných dokumentů a citací v bibliografii;
- přepracování obrázků a grafů.

Seznam všech částí ISO 7626 lze nalézt na webových stránkách ISO.

Jakékoliv podněty nebo dotazy k tomuto dokumentu je třeba předkládat národnímu normalizačnímu orgánu uživatele. Kompletní seznam těchto orgánů lze nalézt na www.iso.org/members.html.

Úvod

0.1 Obecný úvod řady ISO 7626 k měření pohyblivostí

Dynamické vlastnosti konstrukcí, u kterých se předpokládá, že mají lineární chování, mohou být určeny jako funkce frekvence na základě měření pohyblivosti nebo obdobných funkcí frekvenční odezvy známých jako akcelerance a dynamická poddajnost. Každá z těchto funkcí frekvenční odezvy je fázor pohybové odezvy v bodě konstrukce vyvolaný jednotlivou budicí silou (nebo momentem) ve stejném nebo v jakémkoliv jiném bodě. Velikost a fáze těchto funkcí jsou závislé na frekvenci.

Akcelerance a dynamická poddajnost se od pohyblivosti liší pouze v tom, že pohybová odezva se namísto ve tvaru rychlosti vyjadřuje ve tvaru zrychlení, respektive výchylky. Pro zjednodušení různých částí řady ISO 7626 se používá pouze název „pohyblivost“. Všechny popsané zkušební postupy a požadavky jsou použitelné pochopitelně také při určování akcelerance a dynamické poddajnosti.

Typické aplikace měření pohyblivosti jsou:

- a) předpovídání dynamické odezvy konstrukcí na známé nebo předpokládané vstupní buzení;
- b) určování modálních vlastností konstrukce (vlastní frekvence, poměrná tlumení a tvary módů vibrací);
- c) předpovídání dynamické interakce vzájemně spojených konstrukcí;
- d) kontrolování platnosti a zlepšování přesnosti matematických modelů konstrukcí;
- e) určování frekvenčně závislých dynamických vlastností (tj. komplexních modulů pružnosti) materiálů.

V některých aplikacích může být požadován kompletní popis dynamických vlastností pomocí měření sil a lineárních rychlostí ve směrech tří vzájemně kolmých os, jakož i měření momentů a rotačních pohybů kolem těchto tří os. Pro každé uvažované místo vede tento soubor výsledků měření na matici pohyblivosti 6×6 . Pro N míst na konstrukci má proto soustava celkovou matici pohyblivosti řádu $6N \times 6N$.

POZNÁMKA 1 Směry měření nemusí být obecně navzájem kolmé, ale je potřebná jen jejich lineární nezávislost.

V nejčastějších praktických aplikacích není nutné znát celou matici $6N \times 6N$. Často postačí změřit vstupní pohyblivost a několik přenosových pohyblivostí tak, že se konstrukce budí silou v jednom bodě a jednom směru a v důležitých bodech konstrukce se naměří odezvy lineárního pohybu. Při jiných aplikacích se mohou zjišťovat pouze rotační pohyblivosti.

Aby se zjednodušilo její použití v různých úlohách měření pohyblivosti, se kterými se setkáváme v praxi, je ISO 7626 vydána jako řada zahrnující:

- ISO 7626-1, která pokrývá základní definice a snímače. Informace uvedené v ISO 7626-1 jsou společné pro většinu úloh měření pohyblivosti.
- ISO 7626-2, která pokrývá měření pohyblivosti pomocí translačního buzení v jednom bodě s připojeným vibrátorem.

- ISO 7626-5 (tento dokument), která pokrývá měření pohyblivosti pomocí buzení nárazem s budičem nepřipojeným ke konstrukci.

Mechanická pohyblivost je definována jako funkce frekvenční odezvy tvořená poměrem fázoru odezvy lineární nebo rotační rychlosti k fázoru působící budičí síly nebo momentu. Pokud se odezva měří akcelerometrem, je pro získání pohyblivosti nutný převod zrychlení na rychlost. K charakterizování konstrukce se může případně použít poměr zrychlení k síle známý jako akcelerance. V jiných případech se může používat poměr výchylky k síle nazývaný dynamická poddajnost.

POZNÁMKA 2 V minulosti byly často funkce frekvenční odezvy konstrukcí vyjadřovány ve tvaru reciprokových funkcí jedné z výše uvedených dynamických charakteristik. Aritmeticky reciproká funkce k mechanické pohyblivosti se často nazývá mechanická impedance. Je ovšem nutné poznamenat, že je to zavádějící, protože aritmeticky reciproká funkce k pohyblivosti obecně nepředstavuje žádný z prvků impedanční matice konstrukce. Data ze zkoušky pohyblivosti nemohou být přímo použita jako součást analytického impedančního modelu konstrukce. Pro dosažení slučitelnosti dat a modelu je třeba provést inverzi impedanční matice modelu na matici pohyblivosti anebo opačně. Tento bod je zpracován v ISO 7626-1:2011, příloha A.

0.2 Úvod k tomuto dokumentu

Buzení nárazem se pro svou rychlost a poměrně nízkou pořizovací cenu stalo oblíbenou metodou pro měření frekvenční odezvy konstrukcí. Přesnost měření pohyblivosti při buzení nárazem je však vysoce závislá jak na vlastnostech zkoušené konstrukce, tak na použitých experimentálních metodách. Při buzení nárazem může být v některých případech obtížné nebo nemožné získat přesnost, která je dosažitelná při použití ustáleného nebo stacionárního buzení s připojeným vibrátorem a metoda buzení nárazem přináší zvýšené nebezpečí hrubých chyb měření^[6]. Pokud se zkoušení nárazem správně používá, může být navzdory těmto omezením velmi užitečnou metodou buzení.

Tento dokument tvoří návod pro použití buzení nárazem při měřeních pohyblivosti. Přesná měření pohyblivosti vždy vyžadují velkou pozornost při výběru zařízení a použitých měřicích metod; tyto faktory jsou zvláště důležité, když se používá buzení nárazem. Přesnost, kterou je možné dosáhnout, budou navíc omezovat vlastnosti zkoušené konstrukce, především její stupeň nelinearity. Tato omezení pro použití buzení nárazem jsou popsána v článku 4.2.

Jelikož vibrátor se nepřipojuje ke konstrukci, je tato metoda praktická při měření řady přenosových pohyblivosti konstrukce, zatímco snímač pohybové odezvy zůstává v jednom pevném místě a směru, buzení se postupně přemísťuje do každého požadovaného bodu konstrukce. Na základě principu dynamické reciprocity by se za předpokladu linearit mohla taková měření rovnat výsledkům získaným při použití vibrátoru připojeného v témže pevném místě a směru a se snímači odezvy přemísťovanými do stejného pevného bodu a směru na konstrukci. V některých místech může být ovšem obtížné zavádět do konstrukce náraz ve všech požadovaných směrech a v takových případech může být mnohem praktičtější použít buzení nárazem v pevném místě a směru a přemísťovat víceosý snímač odezvy do požadovaných míst, na nichž se určí odezva.

POZNÁMKA 1 Pokud se při modálním zkoušení použije víceosý snímač na pevném místě a jestliže je náraz v každém bodu veden v jednom směru snímače, získají se jen složky tvaru módu v tomto směru.

POZNÁMKA 2 Hmotnost víceosého snímače může změnit hmotové vlastnosti konstrukce, což vede na nekonzistentní soubor měřených přenosových funkcí. To může způsobit vážné problémy při využití funkcí frekvenční odezvy při experimentální modální analýze.

1 Předmět normy

Tento dokument stanovuje postupy pro měření mechanické pohyblivosti a dalších funkcí frekvenční odezvy konstrukcí buzených impulzní silou vyvozenou budičem, který není připojený ke zkoušené konstrukci.

Platí pro měření pohyblivosti, akcelerační nebo dynamické poddajnosti při buzení nárazem, a to pro měření buď vstupní, nebo přenosové funkce. Další metody buzení, jako je krokové uvolňování a náhodné přechodové buzení, vedou svými požadavky na zpracování signálu, které jsou podobné požadavkům na zpracování dat při buzení nárazem. Takové metody však nejsou předmětem tohoto dokumentu, protože zahrnují použití vibrátoru připojeného ke konstrukci.

Všechny uvedené metody analýzy signálu jsou založeny na diskrétní Fourierově transformaci (DFT), která se provádí většinou s využitím algoritmu rychlé Fourierovy transformace (FFT). Toto omezení předmětu normy je založeno výhradně na široké dostupnosti zařízení, která využívají těchto metod a na širokém základu zkušeností s jejich užíváním. Záměrem není vyloučit používání dalších, v současné době vyvíjených metod.

Buzení nárazem se také často používá pro získání informací o nekalibrované frekvenční odezvě. Rychlá zkouška nárazem, která poskytne přibližné vlastní frekvence a tvary módů, může být například docela užitečná při plánování zkoušky pro přesná měření pohyblivosti s náhodným nebo sinusovým buzením. Tato použití buzení nárazem k získání kvalitativních výsledků mohou být prvním stupněm při měření pohyblivosti.

Tento dokument se omezuje na použití metod buzení nárazem pro dosažení přesných měření pohyblivosti.

Konec náhledu - text dále pokračuje v placené verzi ČSN.