

STANOVENÍ VÝKONOVÉHO SPEKTRA MOSTU PŘI PRŮJEZDU MOTOROVÝCH VOZIDEL

Marta Kořenská, Josef Šikula
Vysoké učení technické v Brně

Úvod

V práci je uvedena aplikace metody rychlé Fourierovy transformace na signál získaný na mostní konstrukci působením větru a průjezdem motorových vozidel. Výsledkem jsou frekvenční spektra výkonové hustoty s maximálními hodnotami na frekvencích odpovídajících vlastním frekvencím konstrukce.

Experimentální část

Předmětem experimentu byl most registrovaný pod označením 602-037 Loudilka - Vysoká Studnice. Délka mostu je 60,82 m, šířka 11,40 m. Tvoří mírnou pravotočivou zatáčku o poloměru $R = 6000$ m, příčný sklon vozovky činí 4%. Konstrukce mostu je železobetonová z prefabrikátů, sestává se ze tří polí. Nosníky KA - 61 délky 18 m jsou uloženy na železobetonových sloupech o výšce 9,22 m. Pod mostem vede silnice 3. třídy a regulované koryto potoka.

Měření jsme prováděli uprostřed středního pole na vnitřní straně oblouku. Snímač jsme umístili na okraj vozovky u obrubníku, spojení snímače s povrchem vozovky jsme provedli sádrováním.

Pro snímání a záznam odezvy mostu jsme použili měřicí zařízení zobrazené na obr.1.



Obr.1 Schema měřicího zařízení

Elektrický signál ze snímače byl po zesílení v předzesilovači U 233.5 a selektivním zesilovači Unipan 233 vzorkován pomocí vzorkovací jednotky PKV 87, řízené mikropočítačem PMD 85-1. Vzorkovali jsme na frekvenci 100 Hz a použili jsme filtr s dolní propustí 30 Hz. Měřicí souprava byla napájena z motor-generátoru Honda.

Vyhodnocení měření se neprovádělo v reálném čase. Navzorkovaná data byla zaznamenána na magnetofonovou kazetu a jejich analýzu jsme prováděli ve výpočetní laboratoři na počítači ADT 4100.

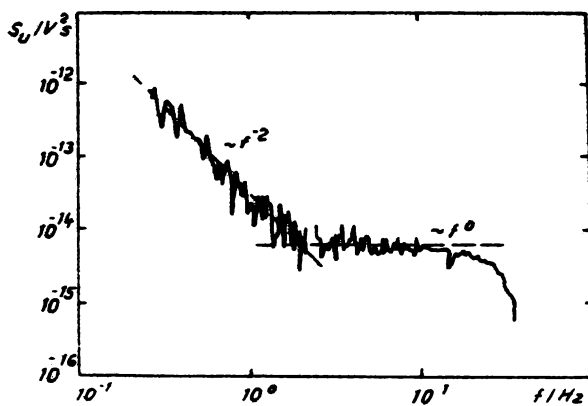
Měření frekvenčních charakteristik snímače

Před měřením jsme v laboratoři podrobně proměřili frekvenční charakteristiku piezoelektrického snímače v oblasti nízkých frekvencí. Snímač byl při měření uložen do polystyrenového obalu vyloženého molitanem, abychom zabránili přenosu akustických vlivů z okolí. Měření jsme prováděli pomocí přístrojů podle schématu na obr.1. Mikropočítač PMD 85-1 byl prostřednictvím sběrnice IMS-2 spojen s počítačem ADT 4100, na kterém jsme provedli vyhodnocení.

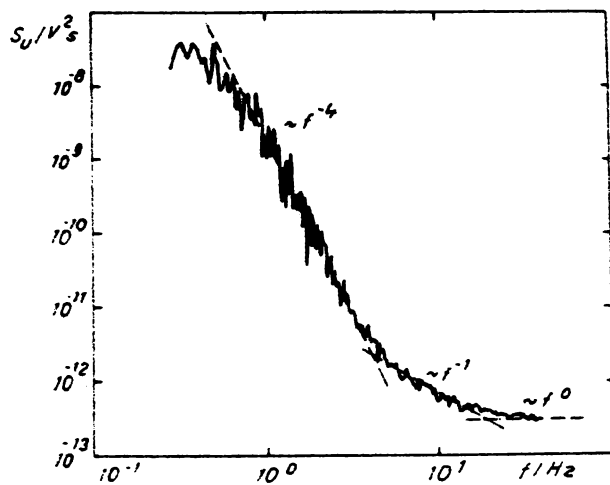
Výsledné frekvenční spektrum v rozsahu frekvencí 0,3-30 Hz je zobrazeno na obr.2. Jeho průběh lze rozdělit na dvě oblasti. V první oblasti 0,3-2 Hz je to g-r šum, závislost typu $1/f^2$, ve druhé oblasti vykazuje snímač bílý šum $\sim 1/f^0$.

Rovněž před měřením na mostě jsme provedli měření šumového pozadí-nezatížený most. Obr.3 zobrazuje šumovou charakteristiku snímače získanou zprůměrováním deseti realizací. Řádově vzrostly absolutní hodnoty spektrální hustoty vzhledem k laboratornímu měření a změnil se i jejich průběh (pravděpodobně vlivem otřesů přenášených z vozovky pod mostem, trvalého větru apod.).

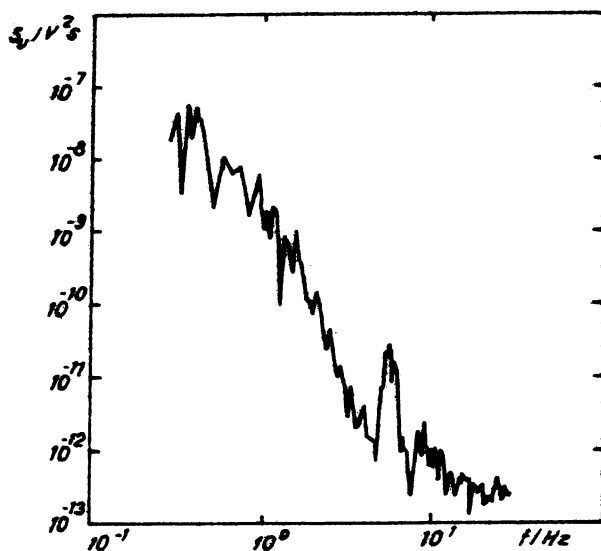
Podle závislosti na frekvenci lze naměřené spektrum rozdělit na tři oblasti. V první oblasti 0,3 - 4 Hz se jedná o šum $\sim 1/f^4$, v oblasti 4 - 20 Hz o šum $\sim 1/f$ a od 20 Hz výše jde o bílý šum $\sim 1/f^0$.



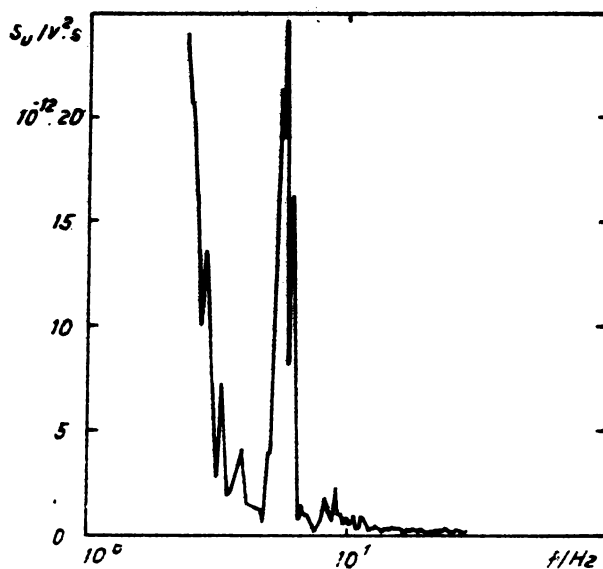
Obr.2 Frekvenční charakteristika snímače
bez buzení



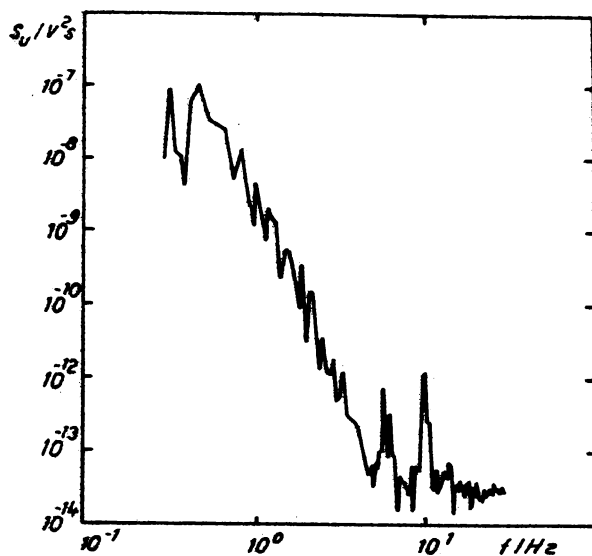
Obr.3 Šumová charakteristika pozadí
na mostě



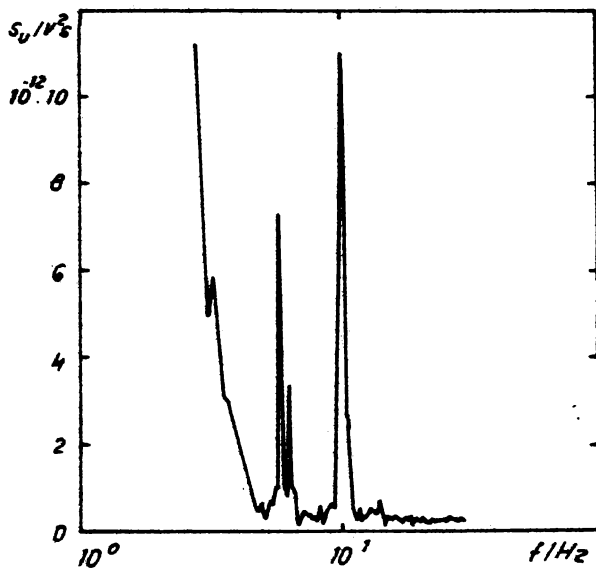
Obr.4 Spektrum odezvy mostu při průjezdu
2 nákladních a 1 osobního vozidla
a - v logaritmických stupnicích



b - v semilogaritmických stupnicích



Obr.5 Spektrum odezvy mostu při průjezdu
nákladního vozidla a autobusu
a - v logaritmických stupnicích



b - v semilogaritmických stupnicích

Výsledky měření

Následující obrázky zobrazují šumová spektra stanovená při průjezdech motorových vozidel. V části a jsou zobrazena jednotlivá spektra v logaritmických stupnicích, v části b jsou hodnoty spektrální výkonové hustoty zobrazeny v lineárních stupnicích. Obrázky se vzájemně liší počtem a hmotnostmi projíždějících vozidel a polohou na mostě v okamžiku začátku snímání odezvy. Při použité vzorkovací frekvenci 100 Hz jsme vzorkovali po dobu 41 s.

Frekvenční spektrum na obr.4 obsahuje maximum na frekvenci 5,26 Hz. Odezva byla snímána při průjezdu dvou nákladních vozidel a jednoho osobního vozidla v časových odstupech. Obr.5 obsahuje dvě maxima na frekvencích 5,26 Hz a 10,25 Hz. Během snímání projíždělo současně nákladní vozidlo a autobus. V tabulce číselných hodnot se projevily zvýšené hodnoty spektrální hustoty i na frekvencích odpovídajících vyšším harmonickým.

Závěr

Z předložených výsledků vyplývá, že vlastní frekvence mostu je na hodnotě 5,3 Hz. S rostoucím zatížením mostu se vyvíjí spektrum projevujících i vyšší harmonické.

Uvedené výsledky prokazují použitelnost metody rychlé Fourierovy transformace k vyšetřování dynamiky konstrukcí při jejich zatěžování. Tato metoda je dále aplikovatelná při posuzování životnosti mostních konstrukcí.

Literatura

- [1] Navrátil, M., Pluhař, O.: Měření a analýza mechanického kmitání - Metody a přístroje, SNTL, Praha 1986
- [2] Baťa, M., Plachý, V.: Vyšetřování dynamických účinků na stavební konstrukce, SNTL, Praha 1978
- [3] Kořenská, M.: Kandidátská disertační práce, VUT Brno, 1989