

LADISLAV FRYBA  
Badawczy Instytut Komunikacji  
Praga - Czechosłowacja

## CZECHOSŁOWACKIE BADANIA W DZIEDZINIE DYNAMIKI MOSTÓW

(Tłumaczenie redakcyjne - tytuł oryginału:  
Ceskoslovenské výzkumy v oboru dynamiky mostů)

Streszczenie referatu

### 1. Wstęp

Badania w dziedzinie dynamiki mostów mają w CSRS już długoletnią tradycję - głównie dzięki pracom prof. Kolouška. Systematycznie są prowadzone w odniesieniu do mostów kolejowych, podczas gdy w odniesieniu do mostów drogowych mamy dotąd jedynie częściowe wyniki.

### 2. Prace teoretyczne

Celem badań teoretycznych jest opisanie w sposób możliwie doskonały układu most + pojazd (p. [1], [2]). Ponieważ konstrukcje mostowe są najczęściej wolnopodparte, przy obliczaniu zastępuje się je idealną, ważką, przegubowo podpartą belką. Pomost stalowych mostów kolejowych można przedstawić jako sprężystą warstwę o harmonicznie zmiennej sztywności, która zupełnie dobrze odzwierciedla tak zwany efekt poprzecznicowy. Jeśli sztywność tej warstwy sprężystej jest wzdłuż długości mostu stała, można nią w przybliżeniu wymodelować i inne przypadki jak np. wpływ podsypki tłuczniowej w mostach kolejowych lub sprężystość opon w mostach drogowych.

Pojazd na moście niewielkiej rozpiętości można zastąpić w przybliżeniu układem o dwu stopniach swobody. Ma on zobrazować odsprężynowane i nieodsprężynowane masy pojazdów, które są u nowych typów pojazdów wyraźnie rozdzielone. Ta idealizacja jest ważna zarówno dla taboru kolejowego jak i pojazdów drogowych.

W lokomotywach parowych występuje też znaczny wpływ przeciwwag na kołach napędowych, który dość dobrze da się zastąpić harmonicznymi zmienną siłą.

Prócz tego występują nierówności nawierzchni na moście, które mają wielki wpływ na dynamiczne wyteżenia mostów drogowych. W konkretnych obciążeniach przyjmowano tu harmoniczną postać nierówności.

Przy takiej idealizacji jest możliwe wprowadzenie do obliczeń i wpływów warunków początkowych, tj. stan wychylenia pojazdu w chwili wjazdu na most.

Po sformułowaniu matematycznym (p. [1], [2]) doszliśmy do układu trzech równań różniczkowych, które zostały policzone po uprzednim sprowadzeniu do postaci bezwymiarowej na maszynie elektronicznej Ural-2.

Użycie maszyny cyfrowej umożliwiło nam bardzo dogodnie śledzić wpływ całego szeregu parametrów, które mają widoczny wpływ na dynamiczne wyteżenie mostu. Są to w pierwszym rzędzie wpływ szybkości, wpływ częstotliwości odsprężynowanych i nieodsprężynowanych mas, wpływ zmiany sztywności pomostu, wpływ stosunku ciężaru mostu i pojazdu, wpływ warunków początkowych itd. (p. [1]).

W mostach kolejowych okazało się, że największe wyniki dają warunki początkowe, prędkość, ciężar mostu i pojazdu oraz inne parametry (p. [1], [2]).

### 3. Dynamika mostów kolejowych

W czasie badań doświadczalnych nad dynamicznym wyteżeniem mostów obserwowaliśmy cały szereg stalowych konstrukcji najróżniejszych rozpiętości, po których przejeżdżały nie tylko lokomotywy parowe, ale głównie nowe typy lokomotyw, tj. elektryczne i spalinowe (p. [3]). Szczegółowo znaleźliśmy wartości wyników działania nowych typów lokomotyw na 11 mostach większych rozpiętości (p. [4]). Zgodność wyżej podanej teorii z wynikami doświadczalnymi jest całkiem dobra (p. [1]).

Prócz tego w ostatnim czasie obserwowano i dynamiczne zachowanie zespolonego mostu stalowego na wysokich filarach, w

którym zostały zauważone znaczne ruchy w kierunku poziomym, spowodowane bocznymi uderzeniami taboru (p. [5]).

#### 4. Dynamika mostów drogowych

Badania dynamicznego wyteżenia mostów drogowych nie są już tak systematyczne jak dla kolejowych. Oto kilka spostrzeżeń z tych badań:

a) Stalowa płyta ortotropowa o rozpiętości 60 m była przy badaniach rozkołysana przez grupę ludzi (p. [6]).

b) Betonowa, sprężona, sprężyste utwierdzona rama o rozpiętości 70 m jest dynamicznie bardzo czuła na przejeżdżające pojazdy (p. [6], [7]).

c) Stalowy pełnościenny łuk o największej w świecie rozpiętości 330 m ma między głównymi belkami a pomostem rurowe słupki, które przy określonej prędkości wiatru pod wpływem odłączenia wirów Karmana ulegają rozkołysaniu (p. [8]).

#### 5. Zakończenie

Dynamika mostów w ostatnich czasach wyodrębniła się jako samodzielna dyscyplina. Świadczy to o jej znaczeniu w praktyce technicznej, która wciąż zajmuje tak pracowników naukowych jak i inżynierów-mostowców. Mamy nadzieję, że międzynarodowa współpraca w tej dziedzinie doprowadzi do dalszych naukowych osiągnięć.

(Tłum. J. Weseli)

#### LITERATURA

- [1] Fryba L.: Kmitání nosniku s pružnou vrstvou, vynucené pohybující se soustavou o dvou stupních volnosti. Rozprawy ČSAV, řada technických věd, 1964, roč. 74, seš. 9.
- [2] Fryba L.: Dynamik des Balkens mit federnder Schicht veränderlicher Steifigkeit unter der Wirkung eines bewegten

Systems. Proceedings 11th International Congress of Applied Mechanics, 1964.

- [3] Frýba L.: Les efforts dynamiques des ponts-rails métalliques. Bulletin mensuel de l'Association Internationale du Congrès des Chemins de fer, 40 (1963), N. 5, p. 367-403.
- [4] Frýba L.: Eksperimentalnoje isledowanie dinamiczeskowo wozdejstwija lokomotiwow nowych tipow na metaliczeskije proletnyje strojenija bolszich proletow. Acta Technica ČSAV, 9 (1964), N. 1, p. 67-95.
- [5] Frýba L.: Statický a dynamický výzkum spojitého příhradového nosníku o 6 polích. Stavebnický časopis, 13 (1965), N. 10 - w druku.
- [6] Frýba L.: Kmitání železobetonových a předpjatých mostů. Sborník konference SAV "Sučasné problémy železobetonových a predpätých mostov", 1962 - w druku.
- [7] Frýba L.: Výskum dynamických účinku na mostních stavbách. Sborník ze Symposia o mostních stavbách, 1964 - w druku.
- [8] Frýba L.: Schwingungen der Säulen einer Strassenbrücke, durch die Windströmung erregte sind. Sonderheft aus der Internationalen Tagung "Verfahren und Geräte der mechanischen Schwingungstechnik", Magdeburg, 1965 - w druku.

#### ЧЕХОСЛОВАККИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ДИНАМИКИ МЕСТОВ

#### Резюме

(Выпуск содержит только резюме докладов). Теоретический анализ колебаний балки с упругим слоем, по которой движется система с двумя степенями свободы. Результаты экспериментальных исследований.

CZECHOSLOVAK INVESTIGATIONS IN THE FIELD  
OF DYNAMICS OF BRIDGES

S u m m a r y

(The magazine contains only a summary of the paper). Theoretical analysis of vibrations of a beam with an elastic layer, along which there is a system moving with two degrees of freedom. Results of experimental researches.