

Vsiljene vibracije časovno spremenljivih dvigalnih pogonskih sistemov

Jie Sun¹ – Peng Xu^{2,3} – Mingli Chen¹ – Jianghong Xue^{1,*}

¹ Univerza Jinan, Šola za mehaniko in gradbeništvo,
Državni laboratorij MOE za napovedovanje in obvladovanje nesreč v tehniki, Kitajska

² Qingdao Xinghua Intelligent Equipment Co., Kitajska

³ Tehniška univerza Južne Kitajske, Šola za strojništvo in avtomobilsko tehniko, Kitajska

Za analizo vzdolžnih vibracij dvigalnih pogonskih sistemov pod vplivom zunanjega vzbujanja in posledičnega pojava resonance je v članku predstavljen predlog teoretične analize vsiljenih vibracij omenjenih sistemov, ki jih povzroča ekscentrično vzbujanje pogonskega stroja. Postavljen je bil analitični model vzdolžnih vibracij časovno spremenljivega dvigalnega pogonskega sistema. Na podlagi Hamiltonovega in variacijskega načela so bile izpeljane enačbe gibanja za vzdolžne vibracije časovno spremenljivega dvigalnega pogonskega sistema, kakor tudi ustrezni robni pogoji. Enačbe so bile diskretizirane po Galerkinovi metodi. Vibracije pri različnih smereh gibanja in pospeških so bile analizirane v paketu MATLAB, rezultati pa so bili preverjeni s primerjavo numeričnih in teoretičnih rešitev. Ugotovljeno je bilo naslednje:

Vibracijski odziv dvigalnega pogonskega sistema z opredeljenimi konstrukcijskimi parametri je določen s stanjem delovanja. Večji kot je vozni pospešek dvigala, večji je kotni pospešek pogonskega kolesa ter višji sta amplituda in frekvenca vibracij dvigalnega pogonskega sistema.

Ko pospešek a_m doseže vrednost $1,5 \text{ m/s}^2$, je frekvenca ekscentričnega vzbujanja pogonskega stroja blizu osnovni frekvenci dvigalnega pogonskega sistema, kar vodi do resonance le-tega. Največja vrednost pospeška in pojemka v izogib resonanci zato ne sme preseči $1,5 \text{ m/s}^2$.

Obstoječa literatura na temo vibracij dvigalnih pogonskih sistemov se osredotoča predvsem na proste vibracije med pospeševanjem, prečne vibracije zaradi neravnih vodil ter projektiranje rešitev za nadzor nad vibracijami in blaženje sunkov. Raziskave vzdolžnih vibracij zaradi ekscentričnega vzbujanja pogonskih koles so maloštevilne. Med delovanjem dvigala z rastjo kotne hitrosti pogonskega kolesa narašča tudi pospešek pogonskega sistema in s tem ekscentrično vzbujanje. Ko kotna hitrost pogonskega kolesa doseže določeno vrednost, je frekvenca vzdolžnih vibracij, ki jih ustvari ekscentrično vzbujanje pogonskega kolesa, blizu lastni frekvenci samega sistema in nastopi resonanca, ki močno vpliva na varnost delovanja dvigala. Ta pojav še ni bil obravnavan v literaturi. Novost v članku je predlog opisa odvisnosti med pospeškom dvigalnega pogonskega sistema in kotno hitrostjo pogonskih koles. Podrobno je opisan vpliv delovnega pospeška dvigala na resonanco dvigala, predlagano pa je tudi območje varnih pospeškov, ki preprečuje resonanco dvigala. Rezultati pričujoče študije bodo uporabni kot izhodišče za izboljševanje varnosti dvigal in protipotresno gradnjo. Članek ima tudi svoje omejitve: dvigala so vgrajena v stavbah, zato so vibracije dvigal odvisne od vibracij stavb. V prihodnje bo mogoče opraviti dodatne eksperimentalne in teoretične študije sklopitve vibracij dvigal in stavb, izpostavljenih vetrnim obremenitvam in potresom, ki bodo lahko izhodišče za protipotresno gradnjo dvigalnih pogonskih sistemov.

Ključne besede: dvigalni pogonski sistem, vibracije, časovna spremenljivost, dinamika, numerična analiza, pojav, Hamiltonovo načelo, Galerkinova metoda