

Adaptivni elektromagnetni blažilnik vibracij za večmodalne konstrukcije

Khaled S. Mohamed¹ – Fatin Amri² – Mostafa Elboraey¹ – N.H. Diyana Nordin² – Asan G.A. Muthalifl^{1,*}

¹ Univerza v Katarju, Tehniški kolidž, Oddelek za strojništvo in industrijski inženiring, Katar

² Mednarodna islamska univerza v Maleziji, Oddelek za mehatroniko, Malezija

Vse konstrukcije so izpostavljene vibracijam zaradi zunanjih dinamičnih sil, ki jih med drugim povzročajo potresi in vetrne obremenitve. Če nastopi resonanca, lahko dinamične sile konstrukcijo tudi porušijo, s katastrofalnimi posledicami za varnost ljudi. Rešitev za odpravo te grožnje so blažilniki vibracij, ki omogočajo nadzor nad vibracijami konstrukcij. Za konstrukcije z več prostostnimi stopnjami je značilno, da imajo več lastnih oblik, toda masni blažilniki lahko običajno dušijo samo eno frekvenco. Za nadzor nad vibracijami sistemov z več prostostnimi stopnjami je zato potreben prilagodljiv oz. nastavljiv blažilnik vibracij. Za pasivne in aktivne blažilnike so značilne pomanjkljivosti kot so teža, hitro slabšanje nekaterih parametrov, nelinearne histerezne sile in nizek odstotek zmanjšanja amplitude vibracij. V članku je zato predstavljen predlog nastavljivega masnega blažilnika za različne frekvence vibracij, ki odpravlja nekatere obstoječe težave in zagotavlja največje odstotno zmanjšanje amplitude vibracij.

Predlagani adaptivni elektromagnetni blažilnik vibracij (AEMVA) odpravlja vpliv vibracij in ga je mogoče dinamično uravnavati z elektromagneti. Tok, ki se dovaja tuljavam elektromagnetov, vpliva na magnetne lastnosti blažilnika in s tem na odrivne sile, ki so potrebne za uravnavanje AEMVA. S prilagajanjem togosti se lahko nastavlja lastna frekvenca sistema za usklajevanje frekvenc konstrukcije in blažilnika. Uspešnost AEMVA pri blaženju več lastnih oblik je bila dokazana analitično in eksperimentalno na primerjalnem modelu trinadstropne zgradbe.

Ustvarjen je bil matematični opis AEMVA za prototip trinadstropne zgradbe, ki modelira parametre sistema. Oblikovan je bil tudi teoretični model za primerjavo z rezultati eksperimentov.

Izkazalo se je, da se je amplituda vibracij prve, druge in tretje lastne oblike zmanjšala za 68,81 %, 50,49 % oz. 33,45 %. Rezultati simulacij in eksperimentov dokazujejo, da lahko en sam blažilnik duši vpliv različnih vibracij na večmodalno konstrukcijo.

Med eksperimentalno analizo so bile ugotovljene nekatere omejitve, ki bodo odpravljene v prihodnjih raziskavah. Te so povezane z velikostjo eksperimenta in z lastnimi frekvencami, ki naj bi jih blažilnik absorbiral. Največji uporabljeni tok pri prototipu je znašal 3 A, z napajanjem elektromagnetov z večjimi tokovi pa bi bilo mogoče nadzorovati tudi višje lastne frekvence. Zaradi razpoložljivosti so bila uporabljena elektromagnetna jedra iz ogljikovega jekla, z uporabo materiala z večjo magnetno permeabilnostjo, kot je npr. mehko železo, pa bi bilo mogoče doseči enako jakost magnetnega polja z manjšim električnim tokom. Omejevanje tokov je pomembno zaradi pregrevanja elektromagnetov. Delo se bo nadaljevalo z izpopolnjevanjem predlaganega blažilnika v smeri odprave omejitev in razvoja zasnove pametnega regulatorja za samodejno prilagajanje lastne frekvence blažilnika dani lastni obliki nihanj.

Ključne besede: adaptivni blažilnik vibracij, elektromagnetni blažilnik vibracij, večmodalni sistem, dinamično modeliranje, nadzor nad vibracijami konstrukcij, analiza v frekvenčni domeni, mehanski model vibracij