

Spremembe lastnih frekvenc zaradi hude korozije kovinskih konstrukcij

Gilbert-Rainer Gillich* – Zeno Iosif Praisach – Vasile Iancu – Horia Furdui – Ionica Negru

Univerza Eftimie Murgu v Resiti, Fakulteta za strojništvo, Romunija

Degradacija tehničnih konstrukcij zaradi korozije vpliva na njihovo varnost, saj zmanjšuje presek nosilnih komponent in spreminja mehanske lastnosti materiala. Te spremembe parametrov lahko spremljamo prek premika lastnih frekvenc. Namen članka je predstavitev matematičnih relacij, ki napovedujejo spremembe frekvenc zaradi splošne ali lokalne korozije na podlagi znane izgube mase in zmanjšanja upogibne togosti. Analitična raziskava se začne z vplivom mase rezin na različnih mestih nosilca. Rezultati so pokazali, da položaj rezine določa količino energije, ki prispeva k celotni energiji, shranjeni v nosilcu v danem vibracijskem načinu. Količina energije v različnih načinih se razlikuje in je odvisna od kvadrata oblike načina na mestu rezine. Na ta način je bilo pokazano, da porazdelitev kinetične energije odraža prispevek mase v celotni shranjeni energiji in tako omogoča napovedovanje spremembe frekvenc zaradi izgubljene mase. Drugi pristop je bil usmerjen v raziskovanje vpliva zmanjšanja togosti na lastne frekvence. Efektivni upogibni moment je definiran kot moment, ki zagotavlja enak učinek (enak upogib) na zdravem nosilcu kot realni moment na korodiranem nosilcu. Ob zmanjšanju prereza v dani rezini nosilca lahko v tem območju pričakujemo povečanje efektivnega momenta in s tem povečanje deformacijske energije. Dejanski učinek nezveznosti je zmanjšanje energije in kot kazalec položaja napake je bila zato opredeljena modalna porazdelitev deformacijske energije. Ti dve relaciji med strukturnimi spremembami in frekvenčnim premikom sta bili izraženi v obliki matematičnih formul, ki omogočajo napovedovanje frekvenčnih sprememb zaradi glavnih učinkov korozije – izgube mase in zmanjšanja togosti. Omeniti je treba, da niso bile upoštevane perturbacije efektivnega upogibnega momenta v prehodnih območjih, ki se nahajajo v bližini mest zmanjšane prereza. Pri rezultatih, izpeljanih iz teh relacij, lahko zato pričakujemo manjše napake pri izgubi togosti.

Točnost pridobljenih matematičnih relacij je bila preučena na primeru konzolnega nosilca z numerično simulacijo in z eksperimentalnimi rezultati. V ta namen so bili razviti trije modeli po metodi končnih elementov z različnimi vrednostmi in mesti zmanjšanja prereza. Zasnovani so bili tudi modeli, ki individualno obravnavajo izgubo mase in zmanjšanje togosti. Primerjava računskih rezultatov na podlagi izpeljanih relacij in rezultatov simulacij po metodi končnih elementov je pokazala dobro korelacijo pri izgubi mase in zadovoljivo ujemanje pri zmanjšanju togosti. Napake napovedi zmanjšanja togosti so še vedno sprejemljive pri koroziji v manjšem obsegu in pri pomembnem zmanjšanju preseka. Boljši rezultati so bili pridobljeni pri razširjeni koroziji z majhno globino, saj je tam prehod efektivnega upogibnega momenta bolj gladek kot pri hudi lokalni koroziji.

Preizkušen je bil tudi realen korodiran nosilec. Primerjava z rezultati numeričnih simulacij je pokazala, da so modeli po MKE zanesljivi in da dobro odražajo vedenje realnih sistemov. Zato je popolnoma upravičen zaključek, da izpeljane matematične relacije dajejo točne rezultate.

Relacije, predstavljene v tem članku, omogočajo napovedovanje premika frekvenc pri znanih spremembah konstrukcij ter omogočajo ustvarjanje podatkovnih baz z referenčnimi vrednostmi za možne scenarije poškodb. Vrednotenje korozije tako na podlagi teh informacij postane obraten problem, ki je enostavno rešljiv s statističnimi metodami.

Ključne besede: vrednotenje korozije, konzolni nosilec, izguba mase, zmanjšanje togosti, premik lastnih frekvenc