

Metoda pridobivanja značilk napak na sestavljenih zobniških prenosnikih na osnovi EEMD in sosednjih koeficientov translacijsko invariantnih multivalčkov

Xinyu Pang^{1,2,*} – Baoan Cheng¹ – Zhaojian Yang^{1,2} – Feng Li¹

¹ Tehniška univerza v Taiyuanu, Kolidž za strojništvo, Kitajska
² Shanxi laboratorij za avtomatizirano oprema za premogovništvo Kitajska

Sestavljeni zobniški prenosniki imajo v primerjavi z običajnimi prenosniki kompleksnejšo zgradbo, ta pa vodi do kompleksnih vibracijskih lastnosti. V signalu vibracij se skrivajo vibracijske lastnosti navadnega in planetnega zobniškega prenosnika, kakor tudi sklopljene vibracije. Zato obstaja interes za iskanje učinkovitih metod diagnosticiranja napak v tovrstnih prenosnikih. V članku je podan predlog metode pridobivanja značilk napak, ki bo uporabna za diagnosticiranje napak v sestavljenih zobniških prenosnikih.

Metoda bazira na EEMD in na sosednjih koeficientih translacijsko invariantnih multivalčkov, omogoča pa določitev jasne spektralne ovojnice signala vibracij prenosnika. Uspešnost metode je bila dokazana s simulacijo in z eksperimentalnimi preskusi.

V študiji je bila metoda odstranjevanja šuma s sosednjimi koeficienti translacijsko invariantnih multivalčkov kombinirana z metodo EEMD za diagnosticiranje napak v sestavljenih prenosnikih. Na signalu je bila izvedena dekompozicija EEMD za izbiro visokofrekvenčnih komponent IMF z glavnimi informacijami na podlagi koeficienta energijske korelacije. Iz visokofrekvenčnih komponent IMF je bil najprej odstranjen šum s sosednjimi koeficienti translacijsko invariantnih multivalčkov, nato pa so bile rekonstruirane z nizkofrekvenčnimi signali za določitev frekvenčnega spektra in spektralne ovojnice očiščenega signala ter pridobivanje značilk napak v sestavljenih prenosnikih.

Opravljen je bila diagnostična obravnava posamičnih napak v obliki okrušenega zoba in abrazije, kakor tudi mešanih napak na različnih mestih.

Pri okrušenem zobu čelnega zobnika se je pojavil delno ojačen nizkofrekvenčni del spektra. Osnovno frekvenco napake spremljajo tudi njeni večkratniki, s čimer je dokazan obstoj okrušenega zoba.

Pri abraziji sončnega zobnika je napaka prisotna na vseh zobeh in napaka montaže planetnega zobnika je večja kot sicer. Amplituda frekvence napake planetnega zobnika je večja kot običajno. Frekvenca napake sončnega zobnika in njeni večkratniki se ujemajo s frekvenčno značilko abrazije sončnega zobnika, s čimer je dokazana abrazija na sestavljenem prenosniku.

Pri okrušenem zobu sončnega zobnika in mešani napaki abrazije čelnega zobnika Z3 vključuje glavna frekvenca v signalu vrtilno frekvenco nosilca planetnih zobnikov f_c , absolutno vrtilno frekvenco sončnega zobnika $f_{s1}^{(r)}$, frekvenco ubiranja f_{m3} čelnih zobnikov Z3 in Z4 ter večkratnika $1/4f_s$ in $2/4f_s$. Frekvenca ubiranja čelnih zobnikov f_{m3} je večja od vršne vrednosti v normalnem stanju. Signal po odstranitvi šuma v simulaciji je bil primeren za diagnostično obravnavo napak na prenosniku, saj je imel jasno frekvenčno karakteristiko, vključno z glavno frekvenco, njenimi večkratniki in stransko frekvenco.

V raziskavo bi bilo mogoče vključiti več oblik napak, kot so napake na notranjem obroču, napake na planetnem prenosniku in še posebej mešane napake na sestavljenem prenosniku. Obetavno raziskovalno področje bi bilo tudi pridobivanje značilk napak na ležajih sestavljenih prenosnikov.

Novost je metoda na osnovi EEMD in sosednjih koeficientov translacijsko invariantnih multivalčkov, ki ni primerna le za posamične napake, temveč tudi za mešane napake. Metoda omogoča uspešno pridobivanje značilk napak v sestavljenih zobniških prenosnikih in s tem točno identifikacijo napak. V simulacijah so bili uporabljeni signali vibracij s šumom, ki je bil odstranjen po različnih postopkih. Metoda na osnovi EEMD in sosednjih koeficientov translacijsko invariantnih multivalčkov ne omogoča le učinkovitega zmanjšanja šuma v signalu, temveč tudi pridobivanje značilk.

Ključne besede: sestavljeni prenosnik, pridobivanje značilk, EEMD, sosednji koeficienti multivalčkov, posamična napaka, mešane napake