

Simulacija in eksperimentalna raziskava električne regulacije razstopa pri novi evolventni zobniški dvojici z variabilno debelino zob

Guangjian Wang^{1,2} – Dongdong Zhu^{1,2} – Shuaidong Zou^{1,2,*} – Yujiang Jiang^{1,2} – Xin Tian^{1,2}

¹ Univerza v Čongčingu, Državni laboratorij za mehanske prenose, Kitajska

² Univerza v Čongčingu, Kolidž za strojništvo in avtomobilsko tehniko, Kitajska

Razstop pri preciznih prenosnikih neposredno vpliva na stabilnost, točnost in občutljivost servokrmiljenja, saj povzroča časovni zamik in nezveznosti v izhodnem gibanju. V članku je predstavljena metoda za električno regulacijo razstopa v realnem času pri novi evolventni zobniški dvojici z variabilno debelino zob (VTTIGP). Glavni vir nizkofrekvenčne komponente napak prenosa in variabilnega razstopa pri preciznih prenosnikih je ekscentričnost zobnikov. Po določitvi krivulje skupnega razstopa za nove VTTIGP, ki jo sestavljata konstantna in periodična časovno variabilna komponenta, je razstop mogoče regulirati in ga prilagajati z relativnimi aksialnimi premiki zobnikov. Regulacija poteka na osnovi zvezne krivulje razstopa in sprememb pospeška z realnočasovnim uravnavanjem medsebojnega položaja pogonskega in gnanega zobnika.

Članek predstavlja princip delovanja, lastnosti in teoretično enačbo površine zob z variabilno debelino (VTTIG). V primerjavi s tradicionalnimi zobniki z variabilno debelino zob ima novi tip VTTIG v vsakem prečnem prerezu enak vznožni in temenski krog. To pomeni, da pri odpravljanju razstopa ne more priti do prekrivanja zaradi prevelike relativne dolžine premika med zobnikoma. Podana je teoretična izpeljava enačbe napake prenosa v neobremenjenem stanju in časovno spremenljivega razstopa za VTTIGP. Zvezna krivulja razstopa zobniške dvojice je bila določena s pomočjo teoretične enačbe za razstop, ekscentričnosti ter začetnih faz, pridobljenih iz krivulje napake razstopa, ki je bila določena eksperimentalno s senzorji kotnega pomika in enačbo za napako prenosa. S programsko opremo RecurDyn in pripadajočim modulom za regulacijo Colink je bil ustvarjen kosimulacijski model VTTIGP in sistema za regulacijo razstopa. Preučena je bila metoda električne regulacije razstopa z oceno pospeškov za primer časovno spremenljivega razstopa. Končno je bila opravljena še eksperimentalna študija sistema za regulacijo razstopa z različnimi položaji spremembe smeri prenosa in vhodnimi hitrostmi. V ta namen so bili uporabljeni senzorji kotnega pomika in linearni aktuatorji.

Rezultati za različne vhodne hitrosti in položaje spremembe smeri prenosa za primer brez regulacije razstopa so pokazali skok na krivuljah napake prenosa. Ta skok na krivulji se zmanjša z uvedbo regulacije razstopa in s tem je bilo dokazano, da regulacija učinkovito odpravlja razstop v trenutku spremembe smeri vrtenja. Primerjava krivulj razstopa, ki so bile določene teoretično in eksperimentalno po metodi mehanskega povratka, je pokazala dobro ujemanje. Dobro se ujema tudi krivulje napake prenosa, določene s simulacijo in eksperimentalno. Iz tega sledi sklep, da je ustvarjeni kosimulacijski model VTTIGP skladen s sistemom na preizkuševališču.

Članek se dotika nekaterih vidikov, ki še niso bili obravnavani v strokovni literaturi, kot so princip delovanja, lastnosti in teoretična enačba površine zob novega VTTIG, ter metoda električne regulacije razstopa na osnovi ocene sprememb pospeška. Raziskava je bila opravljena v pogojih brez obremenitve, teorija pa se dobro ujema z rezultati eksperimentov. Obremenitve vplivajo na razstop in zato bo treba v prihodnjih raziskavah določiti model za regulacijo razstopa pri VTTIGP pod obremenitvijo in opraviti ustrezne eksperimentalne raziskave. Predstavljena metoda za električno regulacijo razstopa je primerna za nadaljnje raziskave in razvoj z namenom izboljšanja točnosti prenosa pri preciznih servopogonskih sistemih.

Ključne besede: odprava razstopa, električna regulacija, časovno variabilen razstop, napaka prenosa, zobniška dvojica z variabilno debelino zob