

## Metoda absolutnih vozliščnih koordinat v prednapetem dinamskem sistemu z velikimi pomiki

Luka Skrinjar<sup>1</sup> – Janko Slavič<sup>2</sup> – Miha Boltežar<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ETI Elektroelement d.d., Slovenija

<sup>2</sup> Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani, Slovenija

Cilj raziskave je izdelava veljavnega numeričnega modela mehanskega podsestava stikalnega mehanizma, ki je vgrajen v kombinirano električno zaščitno stikalo, za določitev dinamskega odziva sistema z vključitvijo prednapetja. Prednapetje v dinamskem sistemu zagotavlja potencialno energijo, ki se v trenutku proženja stikalnega mehanizma začne pretvarjati v kinetično in tako zagotovi energijo za hiter odklop električnega tokokroga. Prekinitev električnega tokokroga je izvedena z odmikom komponente gibljivega kontakta od nepomičnega kontakta.

Raziskava se osredotoča na modeliranje prednapetja v dinamskem sistemu, ki je sestavljen iz togih in prožnih teles, kjer so prožna telesa podvržena velikim pomikom. Modeliranje prožnih teles je v okviru metode absolutnih vozliščnih koordinat - AVK, ki omogoča enostavno vključitev prožnih teles v sistem gibalnih enačb in ustrezno obravnava velike pomike ter zagotavlja konstantno masno matriko prožnega telesa, ki je sestavljeno iz več AVK končnih elementov

Predstavljena je izdelava numeričnega modela dinamskega sistema sestavljenega iz togih in prožnih teles. Predstavljen je pristop k modeliranju gibljivega kontakta, ki je v dinamskem smislu sestavljen iz togega telesa z režo, prožnega telesa modeliranega v okviru teorije AVK in masne točke. Celoten dinamski model vključuje prožno telo, masno točko in tlačno vzmet. Prožno telo je povezano z osjo preko kinematične povezave »čep-v-reži-z-zračnostjo«, ki poleg rotacije zagotavlja tudi ustrezno translacijo med telesoma. Tlačna vzmet je vgrajena med ohišje, ki je nepomično vpeto, in prožnim telesom.

V prvi fazi so določene geometrijske lastnosti prožnega telesa na osnovi rezultatov meritev odziva točke na gibljivem kontaktu – hitrosti. Nato je z ustreznimi geometrijskimi lastnosti določen odziv numeričnega modela. Veljavnost geometrijskih lastnosti numeričnega modela je delno potrjena z določitvijo prve upogibne lastne frekvence. V drugi fazi je dinamski model prožnega telesa uporabljen kot podsklop dinamskega modela stikalnega mehanizma, kjer je veljavnost delno preverjena na osnovi obdelave meritev s hitro kamero.

Numerični model stikalnega mehanizma je nato uporabljen za raziskavo vpliva različnih parametrov na samo funkcijo; predvsem na razdaljo med gibljivim in nepomičnim kontaktom. Primerjava numeričnih rezultatov na osnovi dinamskih modelov glede na rezultate meritev predstavi, da se rezultati togo-prožnega dinamskega modela bolje skladajo z rezultati meritev kot rezultati popolnoma togega dinamskega modela. Vpliv prednapetja v numeričnem modelu je pomemben, saj se dinamski odziv med togo-prožnim sistemom in popolnoma prožnim sistemom znatno razlikuje.

Vsebina raziskave je osredotočena na modeliranje dinamskega odziva mehanskega podsestava v stikalnem mehanizmu s poudarkom na vključitvi prednapetja. Za določitev vrednosti dejanskih sil, ki zagotavljajo prednapetje v obravnavanem mehanskem sistemu, je izvedena meritev z dvema eno-osnima silomeroma. Mehanski sistem je prednapet, kar predstavlja vklopljen položaj stikalnega mehanizma, in nato v trenutku prožen s prerezom vrvice – odstranitve sile prednapetja. S ciljem validacije izdelanega numeričnega modela je gibanje mehanskega podsestava od vklopljenega položaja do izklopljenega položaja posneto s hitro kamero. Na osnovi posnete sekvence slik so z uporabo metode digitalne korelacije slik določene kinematične lastnosti točke na gibajočem-se telesu.

Doprinos raziskave je veljaven numerični model mehanskega podsestava, ki je vgrajen v sklop stikalnega mehanizma kombiniranega električnega zaščitnega stikala. Takšen model je lahko uporabljen za izboljšanje delovanja obravnavanega podsestava v stikalnem mehanizmu s ciljem zagotoviti kakovostnejše delovanje med odklopom električnega toka. Na primeru je predstavljena tudi možnost potencialne izboljšave dinamskega odziva s spremembo vpetja vzmeti na ohišju.

**Ključne besede:** metoda absolutnih vozliščnih koordinat, dinamski sistem, prednapetje, meritve