

Uporaba modela tankih rezin za določitev porazdelitve sil vzdolž nosilne ploskve in relativne porazdelitve sil, izmerjenih na korenskem delu zoba

Wiktor Kamycki* – Stanisław Noga

Tehniška univerza v Rzeszowu, Oddelek za strojništvo in aeronavtiko, Poljska

Zobniki so sestavni del sistemov za prenos moči. Vsak prenosnik ima lahko napake v izdelavi, ki jih je treba predvideti že v fazi konstruiranja. Ena od pomembnejših napak pri prenosnikih je napaka v poravnavi zobnikov, ki povzroči neenakomerno porazdelitev sil po nosilni ploskvi zobnikov v ubiranju. Neenakomerne obremenitve povzročijo koncentracijo napetosti v določenih predelih zob, ki postanejo dovzetnejši za porušitev. Gostota moči prenosnikov nenehno narašča, obenem pa so vse strožje tudi zahteve po njihovi zanesljivosti. Zato obstaja potreba po natančni opredelitvi porazdelitve sil po širini zob, v idealnem primeru po metodi A, ki jo predpisuje standard ISO 6336-1 (z merilnimi lističi na korenskem delu zoba).

Z meritvijo raztezka vzdolž korenskega dela zoba je mogoče določiti korenski koeficient porazdelitve sile po širini zoba $K_{F\beta}$. Neposredne meritve bočnega koeficienta porazdelitve sile po širini zoba $K_{H\beta}$ trenutno niso možne in za izpeljavo tega faktorja so potrebne dodatne pretvorbe na osnovi geometrije zobnika in znanega korenskega koeficienta porazdelitve sile $K_{F\beta}$. Namen pričujoče raziskave je zato razvoj algoritma za preučevanje odvisnosti med koeficientoma porazdelitve sil $K_{F\beta}$ in $K_{H\beta}$, ki bo upošteval vpliv porazdelitve sil po širini zoba za upogibne in za kontaktne napetosti.

Za analizo vpliva porazdelitve sil po širini na kontaktne napetosti in na napetosti v korenu so bile uporabljene štiri metode:

- smernice ISO 6336, ki določajo ugotavljanje koeficientov porazdelitve sile,
- model tankih rezin, ki je bil razvit v programski opremi MATLAB za namene tega dela,
- metoda končnih elementov,
- namensko preizkuševališče v kombinaciji z naprednim sistemom za telemetrijo.

Izračuni in simulacije pri vseh štirih metodah so bili opravljeni na osnovi parametrov planetnega gonila (sončni in planetni zobnik) vetrne turbine z močjo 2 MW. Opravljena je bila verifikacija razvitega modela tankih rezin s praktičnimi metodami analize porazdelitve sil na zobnikih.

Štiri metode za analizo odvisnosti med koeficienti porazdelitve sile predstavljajo nov pristop k reševanju problema. Osnova za analizo je bilo opazovanje odgovora metod na tri posebne obremenitvene primere, ki so značilni za normalno obratovanje prenosnikov. S primerjavo se odpirajo priložnosti za iskanje združljivosti in nepravilnosti metod. Model tankih rezin je bil verificiran na osnovi smernic iz ISO 6336-1 v pogojih realnih obremenitev.

Opazena sta bila dva glavna pojava: pojav sklopitve in robni pojav. Oba vplivata na odvisnosti med porazdelitvijo intenzitete sil za kontakt in upogib. Pojav sklopitve predstavlja nagnjenost zoba zobnika k prenašanju odklonov po širini zoba. Vsi odkloni zoba se prenašajo po širini s strižnimi silami. Robni pojav je povezan s področji koncentracije napetosti v okolici robov zoba zaradi Poissonovega pojava. Večja podajnost zoba v bližini roba verjetno pomembno vpliva na porazdelitev sil po nosilni ploskvi.

Analize kažejo ustrezen odziv modela tankih rezin z ozirom na učinek sklopitve. Potreben pa bo še dodaten razvoj za zagotavljanje občutljivosti orodja na robni pojav in odpravo nezveznosti odklona, ki so se pojavile pri posebnih obremenitvenih primerih. V prihodnjih raziskavah bo uporabljeno posebno preizkuševališče za dinamične preskuse v skladu z delovnimi pogoji, ki se pojavljajo v prenosnikih.

Članek osvetljuje pomen meritev porazdelitve sil na zobeh zobnikov z merilnimi lističi. Izpostavlja tudi problem določitve porazdelitve kontaktnih napetosti vzdolž nosilne ploskve in predlaga učinkovito rešitev. Razviti model tankih rezin bo lahko uporaben v industriji kot orodje za analiziranje porazdelitve sil po širini zob.

Ključne besede: zobnik, porazdelitev sil, koeficient porazdelitve sil, porazdelitev napetosti, meritve raztezkov, meritve napetosti