

Simuliranje nelinearnih materialov pod vplivom centrifugalnih sil s pametnimi navzkrižno povezanimi simulacijami

Reinhard Hackenschmidt* – Bettina Alber-Laukant – Frank Rieg
Univerza v Bayreuthu, Oddelek za inženirsko oblikovanje in CAD, Nemčija

Razvoj izdelkov se v praksi izvaja s pomočjo različnih orodij za računalniško podporo (orodij CAx). Razvojni proces pa je zaradi neoptimalnih simulacijskih strategij in postopkov pogosto omejen in zato tudi počasen.

Da bi lahko tehnično področje uporabe standardnih parkljestih sklopk razširili tudi na pogonske sklope, ki obratujejo z vrtilnimi frekvencami do 40.000 vrt./min., je treba preučiti vprašanje deformacij materiala pod centrifugalnimi / torzijskimi in tlačnimi obremenitvami. Zaradi dragih fizičnih eksperimentov je najvišjo prioriteto dobil razvoj učinkovite simulacijske rešitve z različnimi računalniško podprtimi orodji.

Za zanesljivo dokončanje razvoja izdelka v okolju različnih simulacijskih programov je bila izbrana metoda ICROS (pametne navzkrižno povezane simulacije), ki predlaga štiri korake:

- Prvič: analiza in specifikacija naloge in potreb po simulacijah*
- Drugič: konceptualna zasnova potreb po simulacijah*
- Tretjič: zasnova scenarija izvedbe simulacij*
- Četrto: razvoj primerne simulacijske okolja*

Za modeliranje materiala je bil izbran hiperelastični model po Ogdenu, ki sloni na razmerjih glavnih raztezkov. Glavne parametre je bilo treba ugotoviti eksperimentalno.

Za pridobivanje potrebnih podatkov za simulacijo je bila razvita visokohitrostna preizkusna miza. Meritve vrednosti radialnih deformacij polimernega materiala sklopke pri vrtilnih frekvencah do 40.000 vrt./min. so zahtevna naloga in so bile opravljene s pomočjo svetlobnega žarka in zelo občutljive fotocelice.

Klasična pot metode ICROS daje fundamentalne rezultate in vključuje trodimenzionalno CAD-modeliranje sklopke, ki ji sledijo linearni preračuni po metodi končnih elementov za visoke vrtilne hitrosti s torzijsko obremenitvijo. Diagrami odmikov kažejo signifikantne radialne deformacije elastomernega vložka zaradi rotacijskih obremenitev. Drugič pa so deformacije torzijsko obremenjenih območij delno onemogočene. Ti rezultati se načeloma zelo dobro ujemajo z realnostjo, absolutne številke pa so v primerjavi s fizičnim preizkusom pri visokih hitrostih bistveno previsoke.

Ugotovljeno je bilo, da se linearni parametri materiala, ki so določeni s standardnimi nateznimi preizkusi, ne ujemajo z realnimi materialnimi vrednostmi zaradi uporabe stroškovno ugodnih termoplastičnih elastomerov (TPE). Ti materiali so bodisi kopolimeri bodisi fizikalno mešani polimeri.

Ti posebni termoplastični elastomerni blendi so za razliko od običajnih kemično vezanih duroplastičnih elastomerov fizikalno zamreženi, in sicer odvisno od sestave trdih in mehkih komponent blenda. Pri sobni temperaturi in zmernih silah se zato vedejo kot pravi elastomeri samo zaradi polkristalnih aglomeracij in posledičnih van der Waalsovih sil. Dejanske lastnosti so nekje med vrednostmi za oba materiala. Mehanizmov zamreženja TPE je veliko in so močno odvisni od izdelovalnega procesa, njihovega kompleksnega vedenja pa ni mogoče v celoti simulirati.

Zato je bil razvit vlečni mehanizem, posebej prilagojen za ta izdelek, ki daje realistične parametre na običajnem stroju za preizkušanje Zwick. Pridobljene vrednosti materiala so bile uporabljene kot osnova za preslikavo pri modelu MKE v ustreznem nelinearnem orodju za MKE. Primerjava rezultatov kaže, da so podatki iz simulacije zelo blizu izmerjeni realnosti.

Plod skrbne izvedbe štirih korakov ICROS je podroben načrt poteka dela priprave in izvedbe simulacij, ki je lahko močna podpora sofisticiranemu procesu razvoja izdelkov.

©2011 Strojniški vestnik. Vse pravice pridržane.

Ključne besede: razvoj izdelkov, CAx, ICROS, FEA, simulacija, potek dela

*Naslov avtorja za dopisovanje: Univerza v Bayreuthu, Oddelek za inženirsko oblikovanje in CAD, 95440 Bayreuth, Nemčija, konstruktionslehre@uni-bayreuth.de