

Těsnění a numerické simulace

První krok k simulaci celých systémů představuje simulace těsnění jako jednotlivých dílů (obr. 2). Toto detailní počítačové zaměření na jeden díl umožnilo společnosti XXX ještě hlouběji pochopit chování těsnění po montáži do konečné polohy.

Numerické simulace těsnění zahrnují několik mechanických hledisek. Na následujících stránkách jsou tato hlediska stručně popisována, aby bylo možné ukázat náročnost simulace těsnění a technická řešení vyvíjená společností XXX, která poskytuje produktovým inženýrům výkonný a spolehlivý software.

Simulace pryže: vysoce nelineární materiál

Mnoho technických výpočtů, které jsou v současné době prováděny, vychází z předpokladu, že materiál se vyznačuje lineárním chováním a pružností - tzn. síla a posunutí vykazují lineární závislost na konstantě, která se nazývá tuhost. Pryžové materiály se však v zásadě chovají nelineárně. Nestačí tedy definovat jednu konstantu, která vyjadřuje závislost síly a posunutí nebo napětí a deformace. Pryž vyžaduje složitější konstitutivní modely schopné popsat víceosé nelineární chování.

Chování pryže je často simulováno mj. hyperelastickými modely. Tyto materiálové modely jsou pružné, avšak mimo určitý rozsah roztahení se nelinearita závislosti napětí a deformace výrazně odchyluje od lineárního chování, jak ukazuje obr. 3. Navíc reakce materiálu závisí převážně na orientaci deformace.

Pryž je nejběžnější materiál, protože umožňuje, aby těsnění sledovala pohyb plochy, jíž se dotýkají, jako např. hřídel, tyčí nebo ložisek. V případě simulace těsnění je tedy zapotřebí spolehlivý způsob simulování modelů hyperelastických materiálů, které mohou být vystaveny velkým deformacím v několika směrech.

Simulace pryže: téměř nestlačitelný materiál

Pryž je navíc téměř nestlačitelný materiál – to znamená, že změna objemu vzorku pryže, který byl namáhán tlakem nebo tahem, je před deformací a po ní téměř nulová. Takové chování materiálu je nezvyklé a klade vysoké nároky na numerické metody používané v tradičním simulačním softwaru. Nestlačitelnost pryže je zdrojem numerické nestability, která je běžně označována jako "objemové uzamknutí". Řešení tohoto problému si vyžádalo zavedení integračního schématu, které zajistí správné a stabilní výsledky [1].

Studium literatury ukázalo, že objemové uzamknutí je řešeno využitím metody F-bar [1]. Uvedený postup však vyžaduje úpravu tradičních způsobů integrace - viz literatura [2]. V tomto případě prokázala spolupráce s vědci, především univerzitou v nizozemském Twente, správnost a přesnost použitého algoritmu. Tento algoritmus umožnil dosáhnout kvality výpočtu srovnatelné s výpočtem zatížení, který byl proveden některým z běžných softwarových balíčků pro výpočty metodou konečných prvků, jako např. ABAQUS, Marc nebo ANSYS.