

Posudek doktorské práce Martina Mádlíka „Interactions of a Fluid Flow with an Elastic Body“

Úvod

V práci je studována interakce nestlačitelné tekutiny a elastického materiálu. Je definován matematický model problému a navržena numerická metoda řešení založená na metodě konečných prvků ve 3D. Zde je užito matematické formulace s jediným druhem kontinua a ne jako v dalších či dřívějších pracích, kde jde o rozdělení problému na tekutinu a pevnou fázi a převedení interakce mezi nimi na vnější okrajovou podmínku. Zde je interakce převedena na vnitřní okrajovou podmínku, jež nevyžaduje žádnou další speciální techniku.

Hodnocení

V práci, která je jednou z mála moderních prací v ČR, zabývajících se interakcí pevné a kapalně fáze, je mnoho prvků nových či modernizovaných. V prvé řadě jde o spojení okrajových podmínek v pevné a kapalně fázi; jde o úplně nový, v praxi nazývaný tzv. monolitický přístup. Ten nebyl užit v předchozí práci p. Mádlíka, v diplomové práci, a proto tam byly drobné problémy s užitím okrajových podmínek a řešitelností problému obecně. V práci, při užití konzervativní formulace problému na základě zákonů zachování, byla odvozena slabá formulace problému, která pak byla využita při konstrukci numerické metody konečných prvků (na bázi obecně nelineárního solveru – řešiče) a paralelní metody. Dále pak byla formulována numerická metoda konečných elementů na bázi řešiče linearizovaného v implicitní formulaci pro řešení systému od časového kroku $t=t_n$ až $t=t_{n+1}$. V části, která uvádí numerické simulace užití a dokumentuje vhodnost, přesnost i schopnost užití metody, jsou uvedeny 3D aplikace proudění v elipsoidální části plíc, elastické trubici se změnou hranice elastické trubice jak přímé tak i zahnuté (i s kavitou) a dále i trubice rozvětvené. Také je zde vypočteno chování řešení v trojúhelníkovém pevném „domě“, chování řešení (komprese) ve žvýkací gumě atd. Aplikace ukazují širší záběr fyzikální i numerické problematiky zde řešené nestacionární interakce pevné i kapalně části.

Rád bych položil několik otázek:

1. V jakém rozmezí Re (Reynoldsových čísel) se pohybujeme v řešených případech? Je zde nutné využívat stabilizace metody?
2. Zde jde o nestacionární řešení realizované FEM a implicitní metodou. Jak kontrolujete přesnost řešení resp. nestacionární reziduum při řešení?
3. Jak asi budete pokračovat v této práci dále, budete-li mít možnost?

Závěr

Zadání práce i její výsledky jsou na velmi vysoké odborné úrovni, formulací podmínek (monolitičnost) dokonce originální. Způsob numerického řešení založený na metodě konečných prvků odpovídá vysoké úrovni numerického řešení užívaného v dnešní době při řešení podobných případů. Aplikační příklady dokumentují nejen vysokou úroveň a originalitu práce, ale i možnosti reálného využití předkládaného přístupu a metody v praxi. Práci hodnotím jako velmi dobrou, nejen odpovídající všem požadavkům, ale požadavky překračující.

Práci doporučuji k obhajobě.

V Praze dne 21.6.2010



Prof. RNDr. Karel Kozel, DrSc.