

Název práce: Návrh optimální numerické metody pro řešení Rayleigh-Plessetovy rovnice s prudkými kavitacními kolapsy

Autor: Peter Petřík

Katedra (ústav): Matematický ústav UK

Vedoucí bakalářské práce: Prof. Ing. Mařík František, DrSc.

e-mail vedoucího: marsik@it.cas.cz

Abstrakt: V práci studujeme přesnost a časovou náročnost jednokrokových explicitních metod (Runge-Kutta, Bulirsch-Stoer) s adaptabilním krokem v Rayleigh-Plessetově rovnici, která popisuje vývoj poloměru plyné bubliny v kapalině se zmenami tlaku. Metody podceňují lokální chybu v místech kolapsu bublin, avšak globální chyba zůstává v řádu použité tolerance. Bulirsch-Stoer metoda vykázala nejmenší časovou náročnost. V případě Runge-Kutta metod závisí výběr optimální metody na použité toleranci. Při středních tolerancích urychluje výpočet i použití regularizace, tj. zavedení nové nezávislé proměnné místo času. Časová náročnost použité metody se mění s různými použitými variantami rovnice (izotermická aproximace/adiabatická aproximace plyné složky obsahu bubliny, stlačitelná/nestlačitelná kapalina). Při některých nastaveních vstupních parametru v izotermické variantě rovnice dochází k pádu výpočtu (poloměr bubliny je nereálně malý). Tento pád se nedá odstranit použitím odlišného kritéria na toleranci numerické metody. Při potřebě velkého množství výpočtu Rayleigh-Plessetovy rovnice navrhuje proto používat regularizovaný tvar a Bulirsch-Stoerovu metodu.

Klíčová slova: Rayleigh-Plesset; Runge-Kutta ; numerické metody; bublina

Title: Suggestion of an optimal numerical method for solution of the Rayleigh-Plesset equation with rebounding

Author: Peter Petřík

Department: Mathematical Institute of Charles University

Supervisor: Prof. Ing. Mařík František, DrSc.

Supervisor's e-mail address: marsik@it.cas.cz

Abstract: In the work we study stability and time effectivity of explicit one-step methods (Runge-Kutta, Bulirsch-Stoer) with adaptable step size for Rayleigh-Plesset equation, which describes the evolution of radius of bubble in the liquid with changing pressure. Methods underestimate local error in places of collapses of bubble, but global error stays in order of used tolerance. The Bulirsch-Stoer method has the lowest time demands. In case of the the Runge-Kutta Methods selection of optimal method depends on used tolerance. In case of middle tolerance level one can accelerate computation by use of regularization (proposing new independent variable instead of time). The efficiency of each numerical method depends on the variant of the equation (adiabatic/isothermal approximation of the gas, the liquid compressibility). In some settings of initial parameters of the equation computation even falls (unreasonably small radius). In case of large amount of computation of the Rayleigh-Plesset equation we suggest to use the regularized form with Bulirsch-Stoer Method.

Keywords: Rayleigh-Plesset; Runge-Kutta ; numerical methods; bubble