

ENERGETICKÉ KRITÉRIUM STABILITY PRO NELINEÁRNÍ DYNAMICKÉ SYSTÉMY S CYKICKÝMI SOUŘADNICEMI

František Procházka*, Ctirad Kratochvíl*

Předkládaný příspěvek se zabývá problematikou využití energetického kritéria stability pro posuzování stability rovnovážných stavů nelineárních dynamických systémů s cyklickými souřadnicemi, tj. takových systémů, u nichž je jejich „konzervativnost“ porušena přítomností tzv. gyrokopických sil, resp. momentů, takže některé zobecněné souřadnice vystupují v kinetické energii daného systému pouze prostřednictvím svých zobecněných rychlostí a zobecněné setrvačné síly, příslušející těmto zobecněným souřadnicím, jsou rovny nule.

Klíčová slova: kinetická energie, potenciální energie, Routhova funkce, cyklické souřadnice, rovnovážný stav, zobecněné souřadnice, stabilita, dynamický systém, gyrokopické síly a momenty

1. Úvod

Energetický přístup k řešení otázek stability konzervativních nelineárních dynamických soustav má značný jak teoretický, tak i praktický význam. Základní myšlenka energetického kritéria stability je motivována fyzikální úvahou a tím, že ve stabilním rovnovážném stavu má konzervativní nelineární dynamická soustava minimální energii.

Nejznámějším a také nejpoužívanějším kritériem stability konzervativních soustav je Lagrangeovo kritérium stability, které vychází z podmínek existence minima potenciální energie soustavy. V technické praxi se však velmi často setkáme s dynamickými systémy, u kterých je jejich „konzervativnost“ porušena pouze přítomností tzv. gyrokopických sil, tzn. že některé zobecněné souřadnice vystupují v kinetické energii soustavy pouze prostřednictvím svých zobecněných rychlostí a zobecněné setrvačné síly, příslušející těmto zobecněným souřadnicím, jsou rovny nule. Takovéto zobecněné souřadnice pak nazýváme cyklickými souřadnicemi, zbývající zobecněné souřadnice pak nazýváme pozičními, resp. necyklickými souřadnicemi. Přímé použití Lagrangeova kritéria stability pro takovéto systémy není vhodné, proto bylo toto kritérium stability upraveno tak, aby jeho použití na tyto soustavy bylo poměrně jednoduché a rychlé.

2. Definice energetického kritéria stability

Nechť $q_1, q_2, \dots, q_n$ jsou poziční a $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_m$ cyklické souřadnice nelineárního dynamického systému stupně volnosti. Napišme si Lagrangeovy rovnice druhého druhu podle

* Ing. F. Procházka, Ph.D., Ústav mechaniky těles, VUT FSI Brno, Technická 2, 616 69 Brno

* prof. Ing. C. Kratochvíl, DrSc., Ústav mechaniky těles, VUT FSI Brno, Technická 2, 616 69 Brno; Centrum mechatroniky ÚT AVČR, pobočka Brno