

ГАРМОНІЧНІ АВТОКОЛИВАННЯ НЕСИМЕТРИЧНОГО ОДНОДИСКОВОГО РОТОРУ У ПІДШИПНИКАХ КОВЗАННЯ

Борисюк О.В., Аврамов К.В.

Національний технічний університет «ХПІ», Харків

Ротори в підшипниках ковзання широко застосовуються в машинобудуванні, космічній техніці та авіабудуванні. Під час експлуатації такі системи здійснюють вимушені коливання та автоколивання.

В роботі розглядаються нелінійні коливання несиметричного однодискового ротору, який закріплений у коротких підшипниках ковзання. Математична модель механічної системи отримана методом рівнянь Лагранжа II роду. Отримана система з чотирьох диференціальних рівнянь, що відповідають руху диску ротору та чотирьох нелінійних алгебраїчних рівнянь, що відповідають стану рівноваги цапф ротору. Для аналізу масляного шару короткого підшипника ковзання був використаний аналітичний розв'язок рівняння Рейнольдса. Для подальшого аналізу нелінійні сили, що діють з боку масляного шару, розглядаються у вигляді ряду по узагальненим переміщенням та швидкостям. Амплітуди автоколивань були отримані методом гармонічного аналізу та шляхом розв'язання двоточної крайової задачі. В результаті використання методу гармонічного аналізу отримана система з дванадцяти нелінійних алгебраїчних рівнянь відносно амплітуд та частоти коливання.

Були обчислені області стійкості руху. Для аналізу областей стійкості руху аналізується власні числа лінеаризованої системи диференціальних рівнянь. Для аналізу стійкості періодичних рухів побудована система рівнянь в варіаціях, обчислена фундаментальна матриця системи та обчислені мультиплікатори. Отримані амплітудно-частотні характеристики.

Для підтвердження аналітичних результатів, що були отримані методом гармонічного аналізу, було проведене пряме чисельне інтегрування математичної моделі. Результати прямого чисельного інтегрування добре збігаються з результатами, що були отримані в аналітичній формі. В області стійкості руху спостерігаються два різновиди сталих рухів. Перший різновид відповідає рівномірному обертанню ротору. До другого різновиду руху відноситься автоколивання, що виникають внаслідок сідло-вузлової біфуркації в системі.