

С.С. ЗУБ

Військова частина А7403, Україна, e-mail: *stah_z@yahoo.com*.

І.Г. ЯЛОВЕГА

Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця,
Харків, Україна, e-mail: *yalovega.ira@gmail.com*.

С.І. ЛЯШКО

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна,
e-mail: *lyashko.serg@gmail.com*.

В.С. ЛЯШКО

Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Київ, Україна,
e-mail: *Lyashko91@gmail.com*.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ МАГНІТНОГО НАДПРОВІДНОГО ПІДВІСУ

Анотація. З використанням отриманої у явному вигляді функції потенціальної енергії магнітної системи, що складається з надпровідного кільця та магнітного диполя в однорідному полі сили тяжіння, проведено повне дослідження стійкості статичної рівноваги в системі. Знайдено аналітичні умови існування рівноваги та побудовано область стійкості. Показано, що за знайдених умов в околі осі кільця має місце статична магнітна левітація у формі підвісу. Виконані обчислення демонструють стійкість рівноваги у формі підвісу на основі механізму магнітної левітації, запропонованого В. Козорізом.

Ключові слова: математична модель, магнітна левітація, магнітна потенціальна енергія, стійкість рівноваги, надпровідна котушка, постійний магніт.

Магнітна левітація відіграє помітну роль у сучасній науці та техніці — вона знаходить застосування у транспорті, машинобудуванні, енергетиці, вимірювальній техніці. Найбільшого поширення магнітна левітація набула в системах високошвидкісного наземного транспорту. Але натеper її частіше використовують у машинобудуванні для створення магнітного підшипника. Саме магнітна левітація є ключовою інноваційною складовою низки сучасних систем радіального магнітного підвісу ротора для компресорів природного газу, турбогенераторів, вакуумних насосів, високошвидкісних накопичувачів енергії, двигунів, центрифуг, а також навігаційних приладів: гіроскопів, гравіметрів, точних ваг. З'являються також і нові сфери застосування, наприклад виробництво напівпровідників та магнітні пастки.

Під магнітною левітацією в техніці зазвичай розуміють фізичні явища або технології утримання тіла з магнітним моментом чи плазми у полі сили тяжіння тільки силами електромагнітного поля без контакту між тілами. На відміну від виштовхувальної сили Архімеда, аеродинамічної сили та радіаційної сили акустичних хвиль магнітна левітація не залежить від властивостей середовища і може діяти як у середовищі, так і у вакуумі.

У статті розглянуто математичну модель магнітної левітації, що базується на фізичному ефекті, а не на системі автоматичного регулювання, яка наразі є значно поширеною в сучасній техніці.

Нестійкість статичної системи постійних магнітів є відомим фактом [1]. У той же час магнітна левітація можлива і у випадку, коли для цієї системи не виконуються умови теореми Ірншоу, на це вказав В. Томсон [2] і експериментально підтвердив В. Браунбек на прикладі системи з діамагнетиками [3]. Інший приклад — це системи з парним ступенем нестійкості, які можна динамічно стабілізувати [4].