



УДК 621.9.06

Яхно О.М., д.т.н., проф., Струтинський С.В., к.т.н.

НТУУ «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

## ГІДРОДИНАМІЧНІ ПРОЦЕСИ В МАГНІТНИХ ОПОРАХ ІЗ ФЕРОМАГНІТНОЮ РІДИНОЮ ПРИ ВРАХУВАННІ ЗМІН МАГНІТНОЇ ІНДУКЦІЇ В РІДИНІ

Мехатронні просторові системи приводів використовують різноманітні опорні вузли. Особливо ефективним є застосування принципово нових пристроїв, що використовують сучасні матеріали, зокрема, феромагнітну рідину. Розроблені магнітні опорні вузли мають рухомі постійні магніти відповідної форми, що взаємодіють із корпусом із немагнітного матеріалу через шар феромагнітної рідини. По даній схемі реалізовані різні варіанти магнітних опор, зокрема плоскі, циліндричні та сферичні.

В зазорі між магнітом і корпусом має місце течія феромагнітної рідини. Особливістю течії є наявність змінної по ширині зазору магнітної індукції. Безпосередні виміри магнітної індукції в шарі рухомої феромагнітної рідини відзначаються значною складністю і не є доцільними. Тому для визначення змін магнітної індукції по ширині щілини застосовані спеціальні методи. На основі розв'язку рівняння магнітної гідростатики визначено зв'язок магнітної індукції і розподілу тиску по поверхні щілини. В результаті проведення спеціальних експериментів здійснено виміри несучої здатності опори при різній ширині щілини. Визначені залежності зміни тиску в функції розміру щілини використані для знаходження змін магнітної індукції по розміру щілин. Встановлено, що магнітна індукція змінюється від максимального значення на поверхні до нуля на деякій характерній відстані від поверхні магніта. Закон зміни індукції близький до параболи другого порядку.



Течія феромагнітної рідини в щілині визначається рівняннями магнітної гідродинаміки. На основі припущення про повільну течію феромагнітної рідини в щілині виконано спрощення рівнянь магнітної гідродинаміки і для розподілу швидкостей в щілині одержано нелінійне диференціальне рівняння. Рівняння розв'язано чисельним методом і в результаті визначено профілі швидкостей в щілині, які враховують зміни магнітної індукції. При малих значеннях ширини щілини профілі швидкостей мало відрізняються від профілів течії Куєтта для течії феромагнітної рідини. Відмінності профілів швидкостей проявляються лише при збільшенні ширини щілини. Врахування змін магнітної індукції обумовлює деформацію профіля швидкостей в безпосередній близькості від поверхні корпусу. При певних умовах профіль швидкостей має перегин, що може привести до втрати стійкості течії феромагнітної рідини в щілині.

Результати досліджень гідродинамічних процесів у магнітних опорах з феромагнітною рідиною використані при розробці сферичних шарнірів просторових систем приводів. На основі досліджень розроблені рекомендації по вибору параметрів шарнірів. Аналіз гідродинамічних процесів став основою для розрахунку ряду пристроїв, що використовують феромагнітну рідину в якості робочого середовища. Це, зокрема, активні демпфери коливань просторових систем приводів та сферичні шарніри рідинного тертя. Розроблені пристрої мають суттєві переваги перед пристроями аналогами. Їх застосування в просторових системах приводів забезпечує значне підвищення ефективності розроблених систем.