

УДК 538.4

Исследование влияния диффузии на плавание постоянного магнита в магнитной жидкости

Гришук Е.А, Аль-Джаиш Таха Малик Мансур

Научные руководители: д-р физ.-мат. наук, профессор Рекс А.Г.,
ст. преподаватель Климович С.В.

Белорусский национальный технический университет

В работе изучалось влияние изменения эффективности силы тяжести F_{mg} , действующей на магнит, на его положение в объеме магнитной жидкости. Сила тяжести, действующая на постоянный магнит, при проведении эксперимента уменьшалась, путем компенсации веса магнита с помощью набора грузов на рычажных весах.

На специальной немагнитной подставке установленной горизонтально, смонтирована система на основе рычажных весов и оптически прозрачной кюветы с магнитной жидкостью. На левом противовесе (чашка весов) с помощью стандартных лабораторных разновесов создавалось усилие для изменения положения коромысла с правым противовесом прикрепленном к нему через маяк постоянным магнитом, находящимся в объеме магнитной жидкости в оптически прозрачной кювете. Изменение положения магнита в объеме магнитной жидкости в кювете определяется по маяку с помощью катетометра КМ-8 с точностью до 0,01 мм.

Источниками постоянного, неоднородного магнитного поля служили прямоугольные феррит бариевые магниты $10 \times 20 \times 5$. В ходе проведенных экспериментов использовалась магнитная жидкость на основе трансформаторного масла ММГр-31.

Феррит бариевый магнит плавает в магнитной жидкости, «архимедов вес» магнита в жидкости изменялся, вес магнита в магнитной жидкости уравновешен, набором веса на левой чашке весов (противовеса). Для этого уравновешенного состояния фиксировалась высота уровня магнитной жидкости h в кювете, начальное положение верхушки маяка, и «горба+ежика» магнитной жидкости в месте выхода маяка из магнитной жидкости, с помощью катетометра КМ-8. Увеличение веса на левой чашке весов (противовеса), приводит к изменению положение магнита в магнитной жидкости. Фиксируем положение верхушки маяка, и «горба» магнитной жидкости в месте выхода маяка из магнитной жидкости, с помощью катетометра КМ-8.

Увеличиваем вес на левой чашке весов (противовеса) и фиксируем положение верхушки маяка, рост «горба» магнитной жидкости по месту выхода маяка из магнитной жидкости до тех пор, пока не произойдет вырывание магнита из объема МЖ.

При приближении феррит бариевого магнита к уровню поверхности магнитной жидкости наблюдаем рост «горба» и пиков «ежика». При поднятии магнита над уровнем МЖ, появляется «ножка».

Рассмотрим постоянный магнит, помещенный в магнитную жидкость. Магнит плавает в объеме магнитной жидкости, не касаясь дна. Геометрия задачи представлена на рисунке 1. Процессы магнитофореза и броуновской диффузии в неоднородном магнитном поле приводят к перераспределению концентрации частиц в магнитной жидкости, что дает перераспределение давления и изменению условий плавания тел в магнитной жидкости.

Положение магнита определяется воздействием на него магнитной F_M , объемной F_V , архимедовой сил F_A .

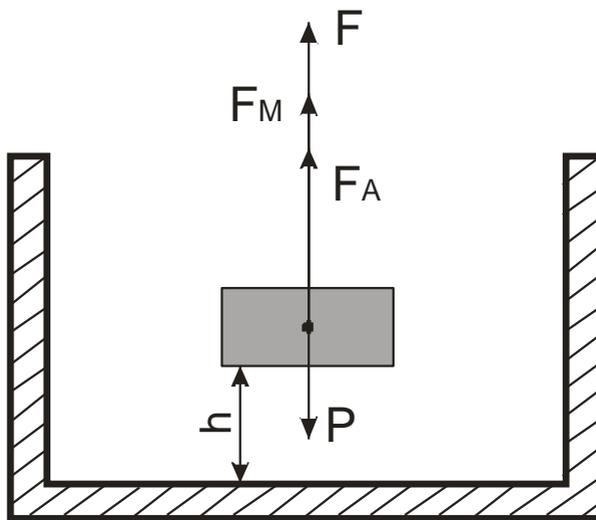


Рисунок 1. Геометрия задачи

На рисунке 2 представлены полученные зависимости для магнитной жидкости ММТр-39.

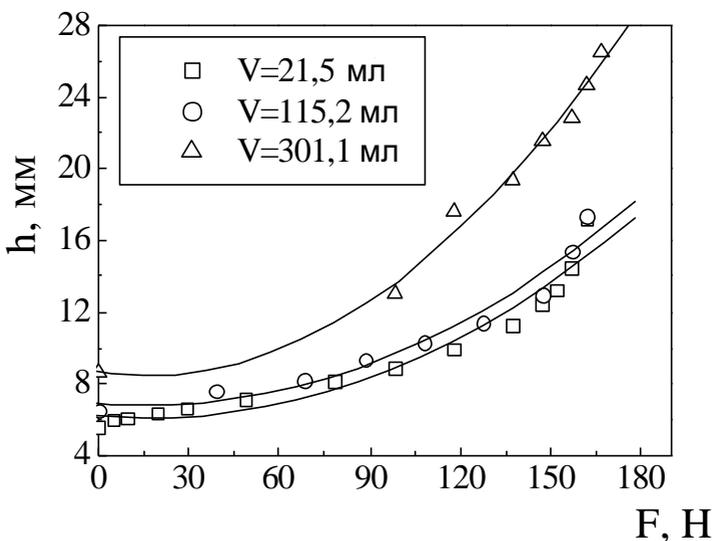


Рисунок 2. Влияние силы F на положение магнита для различных объемов магнитной жидкости

Как видно из рисунка 2 малые значения силы F (0–40 Н) практически не влияют на положение магнита в объеме магнитной жидкости. При значениях силы $F \geq 40$ Н положение магнита относительно дна кюветы начинает резко возрастать вплоть до вырывания магнита из объема магнитной жидкости. Причем чем больше объем жидкости, тем больше величина h . Также стоит отметить, что для вырывания магнита из объема магнитной жидкости необходимо приложить силу F примерно одинаковую для всех объемов магнитной жидкости. Небольшие отклонения ± 5 Н объясняются отсутствием разновесов менее 100 г.

Работа выполнена при поддержке Фонда фундаментальных исследований Республики Беларусь.