

Движение шара из намагничивающегося материала вдоль слоя магнитной жидкости в магнитном поле

Научный руководитель – Пелевина Дарья Андреевна

Шарова Ольга Андреевна

Студент (специалист)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра гидромеханики, Москва, Россия
E-mail: olgasharova96@mail.ru

Основы гидродинамики и общие принципы построения моделей сред, взаимодействующих с электрическим или магнитным полями, разработаны в [3]. В [2, 1] изложены различные модели магнитных жидкостей и приведены решения классических задач феррогидродинамики. Деформацию магнитной жидкости в приложенном магнитном поле можно использовать для создания направленного движения. Например, в работе [4] экспериментально и теоретически исследованы статика и движение постоянного цилиндрического магнита без учета силы тяжести в магнитной жидкости.

В данной работе экспериментально и теоретически рассматривается статика и движение шара из намагничивающегося материала, частично погруженного в магнитную жидкость, на горизонтальной плоскости в однородном приложенном вертикальном магнитном поле с учетом силы тяжести.

Экспериментально рассматривается взаимодействие шара, плавающего в малом объеме магнитной жидкости, в воздухе и тонкого слоя магнитной жидкости в однородном вертикальном магнитном поле. Эксперимент проводится следующим образом. На горизонтальную подложку помещается объем (0.03 мл) магнитной жидкости (плотность 1.3 г/мл, магнитная восприимчивость 0.34) на основе керосина с магнетитовыми частицами. Прикладывается однородное вертикальное магнитное поле 310 Э, создаваемое катушками Гельмгольца. В объем магнитной жидкости погружается сферическое намагничивающееся тело радиусом 0.316 см и весом 1.1 г, при этом тело плавает на некоторой высоте над горизонтальной плоскостью (см. рис. 1). Тело с каплей магнитной жидкости смещается по прямой на расстояние 2.8 см. При этом за телом остается тонкий слой магнитной жидкости (см. рис. 2 а). Затем тело отпускается и происходит горизонтальное движение вдоль слоя (см. рис 2 б). По инерции тело может продвинуться дальше своего исходного положения (см. рис 2 с).

Теоретически решена задача о равновесии шара из намагничивающегося материала в магнитной жидкости с учетом силы тяжести. Для экспериментальных параметров получены зависимости высоты центра тела и диаметра капли магнитной жидкости от объема капли. Аналитически получено выражение для горизонтальной составляющей силы, действующей на шар, со стороны тонкого прямоугольного слоя магнитной жидкости. С использованием формулы для силы численно решена задача о движении тела вдоль слоя с учетом вязких сил трения. Проведено сравнение теоретических и экспериментальных результатов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 18-31-00066 мол_а.

Источники и литература

- 1) Налетова В.А. Лекции по феррогидродинамике. М.: Издательство ЦПИ при механико-математическом факультете МГУ, 2005.

- 2) Розенцвейг Р . Феррогидродинамика: Пер. с англ. М.: Мир, 1989.
- 3) Седов Л.И. Механика сплошной среды. М.: Наука, 1983. 1,2.
- 4) D. Pelevina, M. Kobzev, S. Kalmykov, D. Merkulov and V. Naletova. Levitation and motion of a magnet partially immersed to a magnetic fluid // EPJ Web of Conferences, vol. 185, 2018, 09008. DOI: 10.1051/epjconf/201818509008.

Иллюстрации

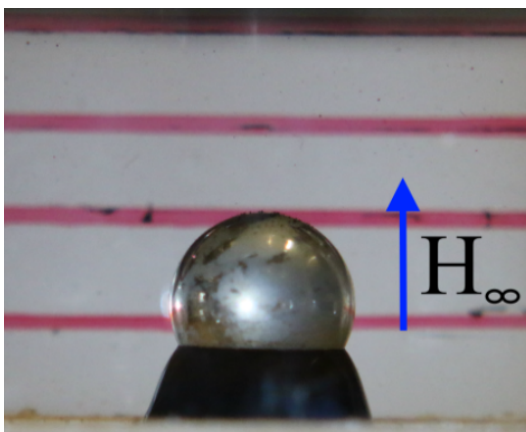


Рис. 1. Равновесие шара в симметричной капле магнитной жидкости.

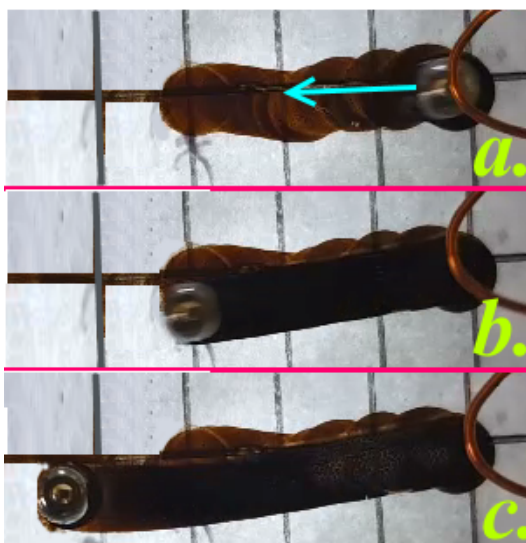


Рис. 2. Взаимодействие шара и тонкого слоя магнитной жидкости.