

Секция «Математика и механика»

Создание направленного движения на основе магнитной жидкости в
неоднородных магнитных полях

Пелевина Дарья Андреевна

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

Механико-математический факультет, Москва, Россия

E-mail: pelevina.daria@gmail.com

Влияние неоднородного переменного во времени магнитного поля на форму поверхности магнитной жидкости (МЖ) может быть использовано для создания прерывателей, клапанов и перекачивающих устройств. В подобных устройствах МЖ может двигаться непрерывно или скачкообразно, может наблюдаться гистерезис формы поверхности.

Поведение поверхности сильно намагничивающейся МЖ, содержащей ферромагнитное цилиндрическое тело, для двух различных способов изменения приложенного однородного магнитного поля изучено в [n3] экспериментально и теоретически. В данной работе экспериментально и теоретически исследовано поведение поверхности раздела между слабо намагничивающейся МЖ, содержащей ферромагнитный цилиндр, и немагнитной жидкостью в однородных постоянных и переменных магнитных полях различной амплитуды и скорости изменения при различных способах подачи МЖ. Обнаружено, что при постоянном поле, можно создать различные устойчивые статические формы, занимаемые объемом МЖ (один, два или три независимых объема). Исследована динамика МЖ в циклически возрастающих и убывающих с различной скоростью магнитных полях. Экспериментально наблюдается гистерезис формы поверхности и существенная зависимость поведения МЖ от начальных условий и скорости изменения поля. Поднятие уровня МЖ над ферромагнитным телом в магнитных полях может быть использовано в качестве поршня в перекачивающих устройствах или дозиметрах.

В [n2] аналитически решены динамические задачи о плоском течении тонкого слоя несжимаемой МЖ на твердой горизонтальной подложке с учетом вязкости, силы тяжести, поверхностного натяжения. В данной работе теоретически решена динамическая задача о плоском течении двух тонких слоев вязких несжимаемых не смешиваемых жидкостей, имеющих разные магнитные свойства, между двумя горизонтальными твердыми плоскостями в бегущем магнитном поле малой амплитуды с учетом силы тяжести, поверхностного натяжения и зависимости намагниченности жидкости от величины магнитного поля. Снизу расположена МЖ, сверху - более легкая, не намагничивающаяся жидкость. По заданному магнитному полю получена форма бегущей поверхностной волны, распределение скоростей и средний расход жидкостей. Исследована зависимость среднего расхода жидкостей от параметров задачи. Показано наличие немонотонной зависимости (наличие единственного максимума) средних расходов от частоты и волнового числа приложенного магнитного поля, а также от толщины слоя магнитной жидкости, что позволяет оптимизировать скорость перекачивания жидкостей.

В [n1] экспериментально исследуется поступательное движение капли МЖ, смачивающей гладкую горизонтальную подложку, во вращающемся магнитном поле. Капля движется в направлении противоположном тому, которое возникло бы при твердотельном вращении капли. В данной работе экспериментально исследуется качение капли

МФ вдоль шероховатого дна прямоугольной кюветы в вязкой, не намагничивающейся жидкости во вращающемся магнитном поле. Обнаружено, что в отличие от [n1] капля движется, как при твердотельном вращении. Исследуется зависимость скорости поступательного движения капли от частоты и амплитуды приложенного поля и свойств окружающей жидкости.

Теоретические и экспериментальные результаты данной работы могут быть использованы для создания насосов, дозиметров и движителей на основе МФ.

Литература

1. Закинян А.Р., Нечаева О.А. Поведение капель магнитной жидкости во вращающемся магнитном поле вблизи горизонтальной поверхности // Сборник трудов II Всероссийской научной конференции "Физико-химические и прикладные проблемы магнитных дисперсных наносистем 14-17 сентября 2009 г. Ставрополь. с. 179-183
2. Naletova V.A., Turkov V.A., Pelevina D.A., Kalmykov S.A. Hydrodynamics of a magnetic fluid layer in a traveling magnetic field // Magnetohydrodynamics, 2008. No 44. pp. 149-154.
3. Naletova V.A., Turkov V.A., Pelevina D.A., Rozin, A.V., Zimmermann K., Popp J., Zeidis I. Behavior of a free surface of a magnetic fluid containing a magnetizable cylinder // JMMM. 2012. Vol. 324. pp. 1253–1257.