

Влияния магнитофореза и броуновской диффузии на плавание немагнитного тела в магнитной жидкости

Баштовой В.Г.¹, Рекс А.Г.¹, Климович С.В.¹,
Кужир П.П.², Балабанова О.В.³

¹Белорусский национальный технический университет,

²Университет Ниццы – София Антиполис (Франция),

³ УЗ «10-я городская больница г. Минска»

Магнитная жидкость представляет собой коллоид твердого ферромагнетика, поэтому в неоднородных магнитных полях в ней происходят процессы магнитофореза и броуновской диффузии. Настоящая работа посвящена изучению влияния перераспределения магнитных частиц в неоднородном магнитном поле на условия плавания немагнитного тела в магнитной жидкости. Оценку процесса переконцентрации частиц производим с помощью безразмерного параметра $U = \mu_0 m_m H_0 / kT$, представляющим собой отношение потенциальной энергии частицы с магнитным моментом m_m в магнитном поле H_0 к ее тепловой энергии kT (μ_0 – магнитная проницаемость вакуума). В вертикально неоднородном поле магнита немагнитные тела в магнитной жидкости не достигают дна сосуда и плавают на некоторой высоте относительно дна. Положение дисков в жидкости определяется соотношением силы тяжести $\rho_t g$, силы Архимеда $\rho_{ж} g$ и объемной магнитной силы $\mu_0 M |grad H|$. Поэтому условие взвешенного состояния диска определяется как $(\rho_m - \rho_{м.ж}) = \mu_0 M |grad H|$. С течением времени в неоднородном магнитном поле происходит переконцентрация магнитных частиц – они перемещаются в сторону дна сосуда с жидкостью, где поле больше. В области расположения немагнитного тела концентрация частиц уменьшается, и это приводит к уменьшению намагниченности жидкости. Выталкивающая магнитная сила в данной области уменьшается, и немагнитное тело погружается вниз до тех пор, пока не наступит условие равновесия. Уменьшение выталкивающей магнитной силы приводит к изменению положения немагнитного диска в жидкости во времени. С течением времени диск в жидкости перемещается вниз. Наиболее сильное перемещение наблюдается в начальный момент времени. Затем темп перемещения снижается, через некоторый промежуток времени зависимость перемещения от времени выходит на насыщение, и тело практически не изменяет свое положение.

Работа выполнена при поддержке Фонда фундаментальных исследований Республики Беларусь.