УДК 538.4

Влияние диффузии и магнитофореза на теплоперенос в магнитной жидкости

Баштовой В. Г.
Белорусский национальный технический университет

Показано, что в магнитной жидкости, находящейся в неоднородном магнитном поле, в результате протекающих в ней процессов магнитофореза и броуновской диффузии, приводящих к неоднородному распределению концентрации магнитных частиц, возникает неоднородное распределение эффективного коэффициента теплопроводности. Следствием этого является перераспределение локальных тепловых потоков и изменение условий теплопередачи в жидкости.

Рассмотрена конкретная задача теплопередачи через цилиндрический слой магнитной жидкости толщины h с плоскопараллельными основаниями радиуса R, находящийся в магнитном поле H, зависящем только от радиальной координаты r и имеющем характерное значение величины напряженности H_0. От этой же координаты будет иметь место зависимость концентрации частиц Φ. На основаниях слоя поддерживается постоянная разность температур ΔT. Распределение температуры по высоте слоя носит линейный характер с постоянным градиентом $\gamma = \Delta T/h$.

Для описания зависимости эффективного коэффициента теплопроводности λ_e от концентрации частиц Φ принимается формула Максвелла $\dfrac{\lambda_e(\Phi)}{\lambda_f} = \dfrac{2+\varepsilon-2\Phi(1-\varepsilon)}{2+\varepsilon+\Phi(1-\varepsilon)}$, где – λ_f и λ_p коэффициенты теплопроводности жидкости-основы и частиц соответственно, а $\varepsilon = \lambda_p / \lambda_f$.

Распределение концентрации частиц в слое магнитной жидкости с исходной равновесной концентрацией Φ_0 определяется решением уравнений диффузии: $\Phi = D\dfrac{sh[UH'(r')]}{H'(r')}$, $D = \Phi_0\left\{2\int\limits_0^1 \dfrac{sh\left[UH'(r')\right]}{H'(r')}r'dr'\right\}^{-1}$, где $r' = r/R$, $H' = H/H_0$, $\lambda_e / \lambda_f = U$ – безразмерный магнитный параметр, характеризующий задачу, а локальная плотность теплового потока $q(r)$ и полный тепловой поток через слой Q будут равны: $q(r) = \lambda_e(r)\gamma$, $Q = 2\pi\int\limits_0^R q(r)rdr$.

Работа выполнена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований.