

МАГНИТОЖИДКОСТНАЯ ПЕРЕМЫЧКА МЕЖДУ ЦИЛИНДРАМИ В ПОЛЕ ПРОВОДНИКА С ТОКОМ

А.С. Виноградова, В.А. Налетова, В.А. Турков

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Механико-математический факультет, НИИ механики МГУ, Москва

Изучено поведение магнитной жидкости, перекрывающей зазор между двумя коаксиальными цилиндрами кругового сечения, на оси которых находится линейный проводник с током. Учитывалась произвольность углов смачивания жидкостью стенок цилиндров. Показано, что существует критическое значение тока (или параметра Ланжевена), при превышении которого не существует жидкой перемычки между цилиндрами. Оказалось, что критическое значение тока больше в случае несмачивания жидкостью стенок цилиндров. Показано, что условия разрушения перемычки при токах меньших критического значения имеют качественно разный вид в случаях смачивания и несмачивания стенок цилиндров жидкостью. В случае несмачивания перемычка может распасться только при увеличении тока в проводнике, а в случае смачивания распад может происходить как при увеличении, так и при уменьшении тока. При распаде перемычки возникает капля магнитной жидкости на линейном проводнике с током. Вычислены зависимости объема капли от толщины капли при постоянном токе. Обнаружено, что существуют три критических значения параметра Ланжевена, при которых вид этих зависимостей качественно меняется. Показано, что при параметрах Ланжевена, которые превышают меньшее из критических значений, могут наблюдаться и скачкообразные, и гистерезисные изменения толщины капли при изменении тока. При уменьшении тока толщина капли на проводнике, возникшей при разрушении перемычки, увеличивается, и восстановление перемычки может происходить при токе меньшем, чем ток, при котором перемычка разрушилась, или перемычка может и не восстановиться при уменьшении тока до нуля. Возможность гистерезисного поведения формы жидкости надо учитывать при конструировании различных устройств с управляемыми объемами магнитных жидкостей, в которых периодически меняется магнитное поле.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 10-01-90001 и
НШ-3323.2010.1.

A MAGNETIC FLUID BRIDGE BETWEEN CYLINDERS IN THE MAGNETIC FIELD OF A LINE CONDUCTOR

A.S. Vinogradova, V.A. Naletova, V.A. Turkov

Lomonosov Moscow State University, Department of Mechanics and Mathematics, Institute of Mechanics MSU, Moscow

The behavior of a magnetic fluid situated between two concentric cylinders with circular cross section (there is a line conductor in the bulk of the inner cylinder) is investigated. The arbitrariness of wetting angles θ ($0 < \theta < \pi$) is considered. It is shown that a critical value of the current (or the Langevin's parameter) exists and for currents greater than this critical one there is no bridge between cylinders. It was found that a critical value of the current is greater in the case non-wetting ($\pi/2 < \theta$). It is shown that conditions of the bridge break-up for currents lesser than a critical value have the mainly different appearance in cases of wetting ($0 < \theta < \pi/2$) and non-wetting. In the case of non-wetting the bridge can break up only for the increase of a current in the conductor, and in the case of wetting the break-up can occur in both the increase and the decrease of a current. A drop of a magnetic fluid appears on the line conductor after the bridge break-up. The dependences of the volume of the drop on the drop thickness are calculated for the constant current. It was shown that three critical values of the Langevin's parameter exist, for which the appearance of these dependences changes greatly. It is shown that for the Langevin's parameters greater than the least value of the critical ones both discontinuous and hysteresis changes of the drop thickness can be observed for the change of a current. For the decrease of a current the thickness of the drop on the conductor, which has appeared after the bridge break-up, increases and the bridge rebuilding can occur for the current lesser than the current of the bridge break-up, or the bridge can not rebuild even for the decrease of a current to zero. The possibility of hysteresis behavior of a fluid shape should be considered for the design of different devices with controlled volumes of a magnetic fluid, in which a magnetic field is periodically changed.

This study is supported by the Russian Foundation for Basic Research (project 10-01-90001) and the State support of leading scientific schools (project 3323.2010.1).