

## О поляризации вращающейся проводящей жидкости, находящейся в магнитном поле.

С.Ю. Маламанов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский Государственный Университет

Нелинейный характер уравнений магнитной гидродинамики (МГД), позволяет получать аналитические решения только в простых и частных случаях. Поэтому, численное моделирование является весьма привлекательным. Однако, магнитогидродинамические процессы, как правило, крупномасштабны, а это приводит к значительным затратам времени счета и памяти при решении задачи. Рассмотрение вращающегося движения позволяет значительно уменьшить масштаб, сохраняя «физику» взаимодействия движущейся среды и электромагнитного поля. Также заметим, что сложный характер взаимодействия гидродинамического и электромагнитных полей обуславливает необходимость рассмотрения достаточно упрощенных моделей.

В работе рассматривается проводящая жидкость ( $\sigma=3$  См/м – морская вода), внутри которой выделен узкий канал в форме тора. Своего рода – трубка тока. Внешнее магнитное поле  $\mathbf{B}_0=0.1$  Тл приложено горизонтально в направлении оси X. Жидкость внутри канала движется со скоростью  $\mathbf{u}=0.5$  м/с. Численное моделирование осуществлялось с помощью гидродинамического модуля ANSYS.CFX. Схема течения показана на рис. 1.

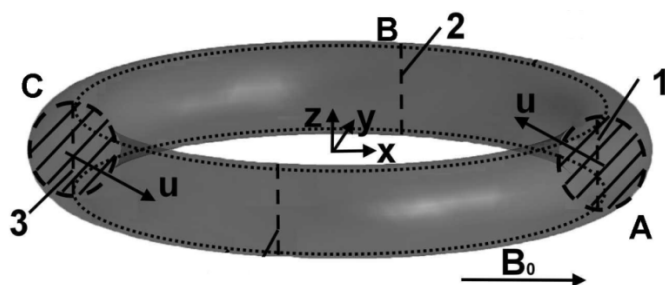


Рис. 1. Схема течения. А, В и С сечения тора, а 1, 2, 3 – вертикальные прямые, пересекающие центральную окружность (для сечения В указано только его местоположение).

При перемещении малого объема жидкости вдоль тора из положения А в положение В и далее в С эта сила Лоренца изменяется. В сечении А (так же как и в С) она максимальна, так как «образующие» ее векторы  $\mathbf{u}$  и  $\mathbf{B}_0$  взаимно перпендикулярны, в сечении В равна нулю, а в С такая же, как и в А, но противоположно направленная. С другой стороны, действие силы Лоренца на электрически нейтральный элемент жидкости в положении А приводит к его поляризации. Положительно и отрицательно заряженные ионы смещаются в прямо противоположные стороны. Возникает дипольный момент и разность потенциалов [1]. Это видно из рис. 2, на котором по оси X отложено относительное значение потенциала

( $U_{\max}$  – максимальное значение потенциала в рассматриваемом объеме), а по оси  $Y$  – безразмерное расстояние вдоль прямых 1, 2 и 3 ( $R$  – радиус окружности, образующей тор).

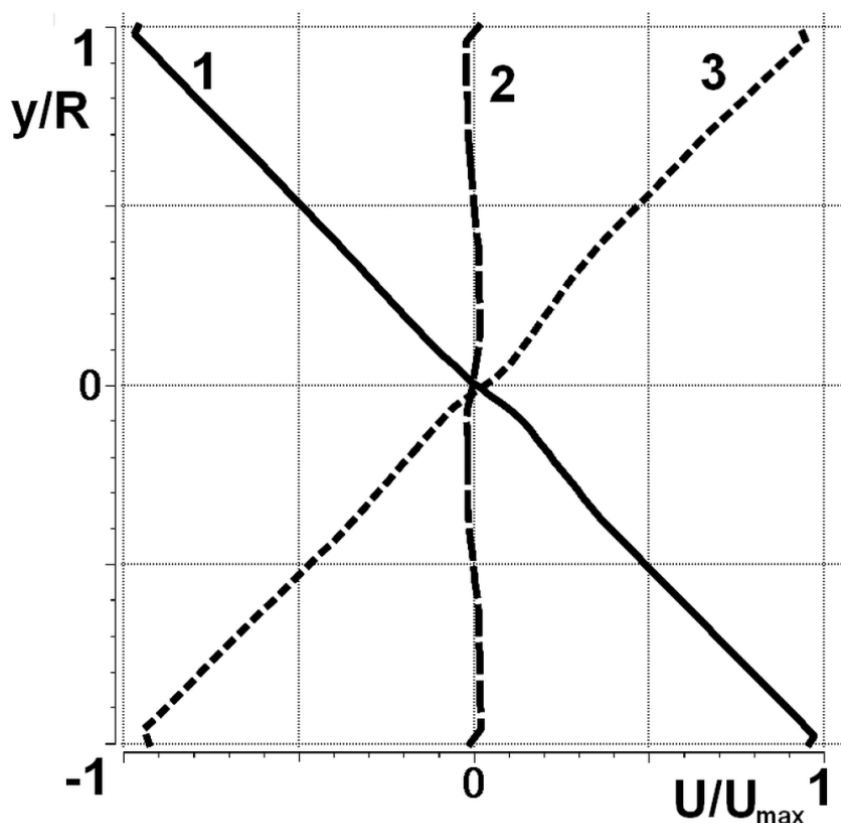


Рис. 2. Изменение потенциала в сечениях А, В и С, вдоль расположенных в них вертикальных прямых 1, 2 и 3 (рис. 1).

При движении жидкости от А к В (сила Лоренца уменьшается, но знак сохраняется) возникает определенная разность потенциалов, которая помимо силы Лоренца обусловлена еще и появившейся силой Кулона, действующей на поляризованные заряды. В области В сила Лоренца уменьшается до нуля и начинает расти в противоположном направлении, в то время как сила Кулона вызывает движение разноименных зарядов навстречу друг другу. Поляризация жидкости уменьшается и как следствие становится практически нулевой разность потенциалов – кривая 2. В дальнейшем, при движении от В к С сила Лоренца растет и вновь приводит к разделению зарядов, наступает «обратная» поляризация и как следствие разность потенциалов, которая меняет свой знак на противоположный – кривая 3.

Таким образом, «совместное действие» кругового движения проводящей жидкости и постоянного магнитного поля приводит к возникновению периодической электромагнитной силы. Что, в свою очередь, обуславливает переменную поляризацию среды.

#### Литература

1. Сивухин Д.В.. Общий курс физики в 5 т. Т.3 Электричество: Учебное пособие. – М.:Наука. Физматлит, 2009. 656 с.