

1. Сретенский Л. Н. Теория волновых движений жидкости. // М.: Наука. – 1977. – 815 с.
2. Савин А. С. Установление поверхностных волн, вызываемых гидродинамическими особенностями в плоском потоке // Изв. РАН. Механика жидкости и газа. – 2002. – №3. – С. 78-81.
3. Ильичев А. Т., Савин А. С. О характере процесса установления поверхностных волн в плоском потоке. // Изв. РАН. Механика жидкости и газа. – 2004. – №4. – С. 75-83.

## **Влияние эффекта Онзагера на пристеночные заряженные слои в течениях слабопроводящей жидкости в плоских каналах**

**И. Л. Панкратьева, В. А. Полянский**  
НИИ Механики МГУ имени М.В. Ломоносова  
[ilpan@imec.msu.ru](mailto:ilpan@imec.msu.ru)

Рассматривается влияние сильных неоднородных электрических полей на образование нескомпенсированного объемного заряда (электризацию) слабопроводящих жидкостей при их течениях в плоских микроканалах. Анализируются эффекты, обусловленные непосредственным воздействием поля на диссоциацию нейтральных молекул среды на положительные и отрицательные ионы, так называемый эффект Онзагера.

Интерес к электрогидродинамике течений в каналах микро и нано размеров связан с потребностью управлять поведением сверхмалых объемов жидкостей в устройствах, применяемых в биологических исследованиях, медицине, фармацевтике, биотехнологии и т. д.

Доклад посвящен исследованию влияния сильных неоднородных электрических полей на объемную электрохимическую кинетику в слабопроводящих жидких смесях при их течениях в плоских микроканалах. Рассматриваются умеренные числа Дебая, когда дебаевское расстояние имеет порядок характерного

гидродинамического размера. Электрическое поле в слабопроводящих химически реагирующих средах может влиять на ионизацию как непосредственно, за счет увеличения кинетической скорости ионизации, так и косвенно, путем перераспределения реагирующих заряженных компонент. В первом случае в пристеночных слоях с сильной неоднородностью поля образуются биполярные структуры нескомпенсированного объемного заряда, которыми можно управлять приложенным электрическим полем. При этом в продольном поле наличие слоев с разными знаками объемного заряда обуславливает появление точек перегиба в профиле скорости течения среды. Это может привести к неустойчивости течения и тем самым способствовать перемешиванию жидкости в микро канале.

Рассматривается двумерное течение многокомпонентной жидкой среды, содержащей заряженные частицы двух сортов: с положительным и отрицательным знаком заряда. Учитывается диффузия и дрейф в электрическом поле каждого сорта частиц с зарядом, объемные реакции ионизации и рекомбинации, а также поверхностные электрохимические процессы с рождением и поглощением заряженных частиц [1]. Зависимость объемного источника ионов от поля теоретически исследовалась в [2,3]. В представленных в докладе расчетах используется соотношение Френкеля. Обсуждается механизм электризации среды в неоднородных электрических полях при учете эффекта Онзагера.

Проведенное исследование структуры межэлектродного пространства в плоском канале с заданной между стенками разностью электрических потенциалов показывает, что влияние поля на скорость диссоциации молекул среды на положительные и отрицательные ионы существенно перераспределяет концентрации этих частиц. При этом в областях сильного неоднородного индуцированного поля вблизи стенок могут возникать биполярные структуры с локальными экстремумами поля. В этих структурах кулоновские силы имеют противоположные направления. Это обстоятельство можно использовать для объяснения механизма образования экспериментально наблюдавшихся микровихрей вблизи стенок канала.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ, проект № 16-01-00157.

## Литература

1. Панкратьева И.Л., Полянский В.А. Моделирование электрогидродинамических течений в слабопроводящих жидкостях. // ПМТФ, 1995, т. 36, № 4, с. 36–44.
2. Френкель Я.И. К теории электрического пробоя в диэлектриках и электронных полупроводниках. // ЖЭТФ, 1938, т. 8, № 12, с. 1292–1301.
3. Onsager L. Deviation from Ohm's law in weak electrolytes. // J. Chem. Phys., 1934, V. 2, N 9, pp. 599–615.

## **Нелинейные колебания маятника на пружине при резонансе 1:1:2. Теория, эксперимент и физические аналогии**

**А. Г. Петров**

*ИПМех им. А.Ю. Ишлинского РАН*

*petrovipmech@gmail.ru*

Рассматриваются нелинейные пространственные колебания материальной точки на невесомом упругом подвесе (маятник на пружине - рис. 1). Частота вертикальных колебаний предполагается равной удвоенной частоте качаний (резонанс 1:1:2). В этом случае колебания по вертикали неустойчивы, что приводит к перекачке энергии вертикальных колебаний в энергию качаний маятника. Колебания материальной точки по вертикали прекращаются, и через определенный период времени маятник начинает совершать качания в некоторой вертикальной плоскости. Эти качания также неустойчивы, что приводит к обратной перекачке энергии в вертикальную моду колебаний. Опять повторяются колебания по вертикали. Однако после вторичной перекачки энергии вертикальных колебаний в энергию качания видимая плоскость качания поворачивается на некоторый угол. В проекции на горизонтальную плоскость точка маятника движется по траектории близкой к отрезкам прямых, расположенных под постоянным углом друг к другу (рис. 2). Эти эффекты описаны аналитически: найден период перекачки энергии, получены зависимости от времени амплитуд обеих мод и угла видимой плоскости колебаний.