

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.

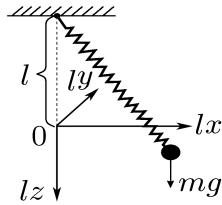


Рис. 1: Маятник на пружине

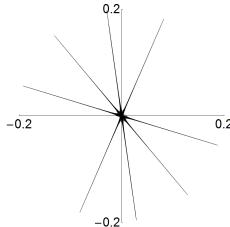


Рис. 2: Проекция орбиты на горизонтальную плоскость

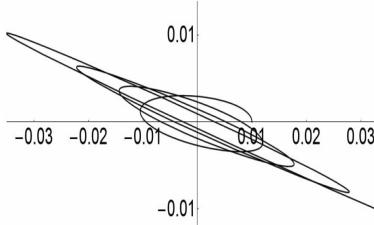


Рис. 3: Переход от вертикальных колебаний к горизонтальным

Асимптотическое решение для траектории материальной точки построено путем точного интегрирования уравнений в элементах орбиты. В проекции на горизонтальную плоскость материальная точка движется по траектории, близкой к эллиптической. Полуоси эллипса медленно меняются со временем так, что их произведение остается постоянным, а большая полуось совершает медленное вращение с постоянной секториальной скоростью (рис. 3). Найденные аналитические зависимости полуосей эллипса и угла прецессии от времени с большой точностью согласуются с проведенными численными расчетами и подтверждаются продемонстрированным во время доклада экспериментом [1].

Установлена аналогия свободных и вынужденных колебаний пружинного маятника с нелинейными колебаниями газового пу-

зырька в жидкости под действием переменного давления. Вибрации точки подвеса маятника соответствует переменное давление в жидкости, вертикальной моде колебаний – колебания радиальной моды пузырька, а горизонтальной моде колебаний – колебания деформационной моды, которая находится в соответствующем резонансе с радиальной модой. При перекачке энергии радиальных колебаний происходит аномальное увеличение амплитуды резонансной деформационной моды. Этот эффект позволяет раздробить пузырек в жидкости при достаточно малых энергетических затратах на подачу переменного внешнего поля давления [2].

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (17-01-00901).

### Литература

1. Петров А.Г. О повороте видимой плоскости колебаний маятника на пружине при резонансе 1:2:2 // Изв. РАН, МТТ. 2017 г. N3. С. 18-30.
2. Вановский В.В., Петров А.Г. Пружинная аналогия свободных и вынужденных нелинейных колебаний газового пузырька в жидкости при резонансе // ПММ. 2017г. Т. 81. Вып. 4.

## Конечные деформации в материалах с памятью формы

<sup>1</sup>А. А. Роговой, <sup>2</sup>О. С. Столбова

Институт механики сплошных сред УрО РАН – филиал Пермского федерального исследовательского центра УрО РАН, Пермь

<sup>1</sup>rogovoy@icmm.ru

<sup>2</sup>sos@icmm.ru

Определяющие соотношения для сложных сред при малых деформациях могут быть построены, используя простой, но эффективный подход, основанный на возможности представить полную деформацию суммой упругих, неупругих и температурных деформаций. Аналогичный подход может быть положен в основу построения определяющих соотношений термо-упруго-неупругих