

## Генерация ЭДС в газожидкостных системах на основе магнитной жидкости

Ковалев М.В.

Белорусский национальный технический университет

Одним из интереснейших и перспективных применений магнитной жидкости в технике является принципиальная возможность создания на ее основе немеханического электрогенератора, использующего для работы любые ВЭР давления, столь широко распространенные на промышленных предприятиях Республики Беларусь. Эта статья посвящена рассмотрению принципа действия устройства, а также обсуждению ряда результатов, полученных в процессе первичного изучения проблемы.

### Введение

Теоретическая возможность создания рассматриваемой электрогенерирующей машины основана на явлении возникновения ЭДС в катушке индуктивности при изменении пронизывающего катушку магнитного потока. Действительно, если в центре катушки размещен объем магнитной жидкости и эта система помещена во внешнее магнитное поле, значительно усиливающее намагниченность жидкости, то при прохождении немагнитного объекта (газового пузыря в частности) через этот объем магнитный поток, пронизывающий витки катушки, изменяется, что приводит к возникновению на выходе катушки разности потенциалов. При скоростях движения пузыря порядка сотен миллиметров в секунду изменение разности потенциалов носит скачкообразный характер и на графике, построенном по показаниям прибора, выглядит как период синусоиды. Таким образом барботируя воздух через магнитную жидкость можно получить электрическую энергию. Естественно, характер, величина, периодичность и другие существенные параметры генерируемого сигнала зависят как от типа используемой жидкости, направления и вида прилагаемых полей, так и от параметров пузырькового потока, в частности, от величины, скорости и траектории движения пузырей.

## Экспериментальная установка

Ключевым элементом экспериментальной установки является цилиндрический стеклянный сосуд, заполненный магнитной жидкостью МК-72 или МК-44, с закрепленной на нем в горизонтальной плоскости катушкой индуктивности. Катушка в 1500 витков радиусом 43 мм намотана из медного провода сечением 0,125 мм. Сопротивление катушки 300 Ом. В сосуде размещается аппарат для генерации одиночных пузырей на основе поворачивающейся чашки или трубка, соединенная с компрессором для изучения влияния цепочки пузырей. Система помещается во внешнее магнитное поле, генерируемое катушками Гельмгольца для однородного поля или системой постоянных магнитов для неоднородного поля. Фиксация сигнала производится посредством специального компьютерного комплекса, включающего программируемый аналогово-цифровой преобразователь National Instruments, разработанное автором программное обеспечение и управляющий компьютер, позволяющий получать в цифровом формате функцию зависимости разности потенциалов на выходе катушки индуктивности от времени.

## Обсуждение результатов

При проведении эксперимента установлено, что электрический сигнал, возникающий в катушке индуктивности, при прохождении через нее пузыря объемом  $300 \text{ мм}^3$  в горизонтальном однородном поле в исследуемом диапазоне напряженности поля 0-20 кА/м мал и неотличим от помех при использовании описанного выше оборудования, что связано, видимо, с малой скоростью движения пузыря в этом поле из-за его деформации в горизонтальной плоскости.

В вертикальном поле пузырь вытягивается вдоль линий индукции и приобретает весьма выгодную с точки зрения гидродинамического сопротивления движению форму, что позволяет ему развивать скорость до 0,8 м/с при напряженности поля 20 кА/м. Поэтому при увеличении поля разность потенциалов на выходе катушки возрастает (см. рис.1). Также это возрастание объясняется естественно и увеличением

намагниченности поля. Отрицательным фактором, уменьшающим амплитуду сигнала, является уменьшение миделева сечения пузыря при его вытягивании вдоль поля.

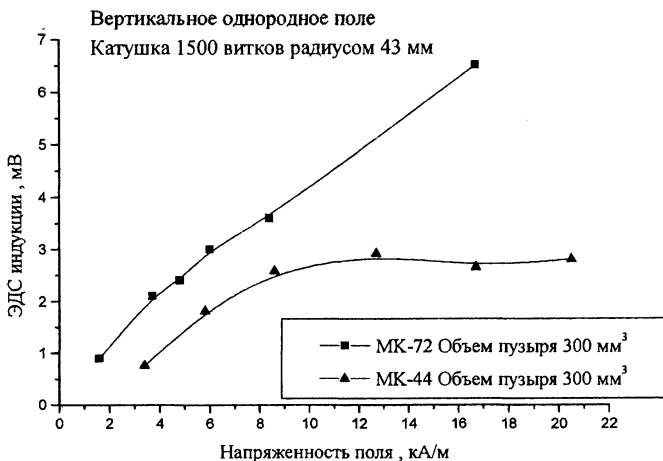


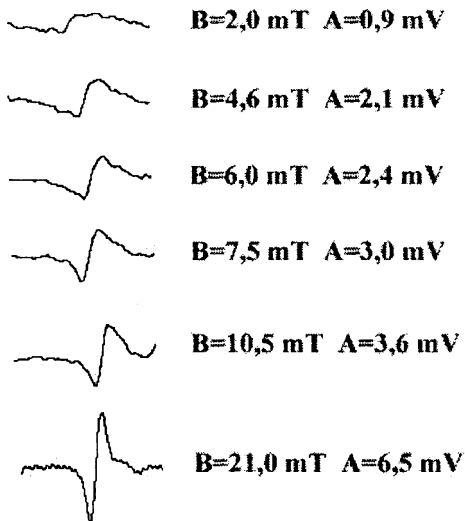
Рис. 1. Зависимость ЭДС от напряженности поля

Кроме представленных на рис.1 величин амплитуд электрического сигнала немалый интерес представляет также форма сигнала, представленная на рис.2. Видно, что в области полей с магнитной индукцией 2-7 мТл синусоида имеет несимметричный характер, что связано с деформацией лобовой части пузыря при движении из-за гидродинамического сопротивления. В области сильных полей гидродинамическое влияние на форму пузыря уменьшается и сигнал приобретает более симметричную форму.

В дальнейшем планируется изучить особенности генерации ЭДС при прохождении цепочки пузырей в сильно неоднородных полях.

Работа выполнена при поддержке Фонда фундаментальных исследований Республики Беларусь.

**Однородное вертикальное поле  
Объем пузыря 300 мм куб.**



**Катушка - медь, 1500 вит., радиус 43 мм**

рис.2. Форма электрического сигнала

**Литература**

1. Bashtovoi, V. Reks, A. Electromagnetic Induction Phenomenon for Nonmagnetic Non-Electroconduction Solids Moving in a Magnetic Fluid // J. Magnetism and Magnetic Materials. - 1995. - V.149. - P. 84-86.
2. Баштовой, В.Г., Рекс, А.Г., Баштовой, А.В. Генерация электродвижущей силы при движении немагнитных тел в магнитной жидкости // Магнитная гидродинамика. - 1993. - №1. - С. 31-36.