

УДК 532.5;537.528

## ЭЛЕКТРИЗАЦИЯ И СВЕЧЕНИЕ ЖИДКОСТИ В ТОНКОМ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ КАНАЛЕ

© 2011 г.

А.А. Монахов

НИИ механики Московского госуниверситета им. М.В. Ломоносова

Monahov06@mail.ru

Поступила в редакцию 16.05.2011

Представлены результаты экспериментального исследования течения слабопроводящей жидкости в тонком диэлектрическом канале. С помощью зонда определена степень электризации потока при различных скоростях. Показано, что в кавитационных областях жидкость приобретает потенциал до ста киловольт. Установлено, что свечение жидкости при кавитации имеет дискретный характер с коррелированной радиопомехой. Обнаружено образование устойчивых светящихся кавитационных нитей, движущихся в потоке. Определена их роль в разряде кавитационных областей.

*Ключевые слова:* электризация, кавитация, свечение жидкости, электрический разряд в жидкости.

Данная задача представляет интерес, поскольку такие элементы часто используются в различных технических устройствах. Первые исследования по электризации и свечению жидкости проводились в цилиндрическом канале диаметром 1 мм со стенками из фторопласта и длиной 30 мм [1]. Прокачивалось техническое масло с вязкостью 70 сСт. Было установлено, что как на входной, так и на выходной кромках канала наблюдаемое свечение невооруженным глазом и регистрируемое фотоэлектронным умножителем имеет дискретный характер с частотой до 50 кГц и сопровождается коррелированной радиопомехой. Данный факт является новым важным аргументом, подтверждающим электрическую природу свечения кавитационных пузырьков [2] и не приводившимся ранее. Частые электрические разряды вызывают существенный разогрев жидкости, который на длине канала достигал 17 °С. Локальный разогрев жидкости достигал 100 °С, что приводило к деформации стенки канала, которая для регистрации свечения частично была сделана из органического стекла.

Для исследования течения в более тонких каналах использовался коаксиальный канал, что позволяло изменять расстояние между стенками, не уменьшая внешних размеров. Центральная часть канала была выполнена из эбонита диаметром 10 мм и длиной 30 мм. На его оконечной части имелись небольшие углубления (каверны) 0.5 мм для кавитации жидкости. Внешняя часть канала была составной из фторо-

пласта длиной 20 мм и оконечной из органического стекла. Зазор между стенками составлял 0.3 мм. Для определения компонент и степени электризации жидкости на выходе канала устанавливался зонд в виде сетки. Измерения показали, что при малых докавитационных скоростях в результате взаимодействия жидкости и стенки в потоке присутствует только положительная компонента, величина которой возрастает с увеличением скорости. Данные результаты согласуются с расчетами [3], где показано влияние стенки на электризацию потока. При кавитации в кавитационных областях возникает свечение жидкости, при этом в потоке регистрировались как положительная компонента, так и отрицательная. На рис. 1 приведен график компонент электризации жидкости в коаксиальном канале в зависимости от скорости потока. Верхняя линия соответствует положительной компоненте, нижняя – отрицательной.

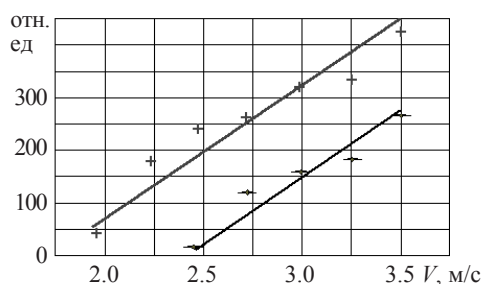


Рис. 1

Зонд ввиду своей «прозрачности» регистри-

рует не весь заряд, который выносится потоком. Часть заряда скапливается в кавитационных областях за счет циркуляции жидкости. Необходимо отметить, что при кавитации жидкость уже имеет заряд, т.е. повышенный дипольный момент, и это приводит к образованию в кавернах зон с высоким потенциалом [4].

На рис. 2 приведена фотография разряда 1 кавитационных областей 2 на металлическую пластинку 3, помещенную между внешними стенками – фторопластом 4 и оргстеклом 5. Пунктиром обозначена толщина канала, стрелкой движение жидкости. Разряд длиной 8 мм обусловлен эмиссией электронов с металлической пластинки, что характеризуется уменьшением яркости свечения разряда по его длине. Электрическая прочность такого зазора составляет около 150 кВ. На самом деле разряд кавитационных областей происходит при несколько меньшем значении потенциала.

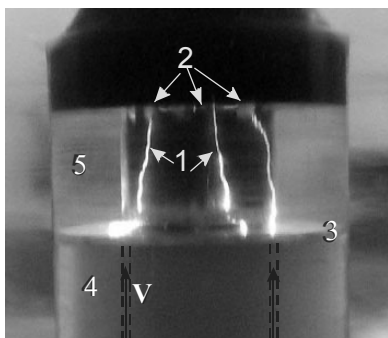


Рис. 2

Обнаружено, что в начальном участке канала в результате пульсаций скорости и давления образуются устойчивые светящиеся кавита-

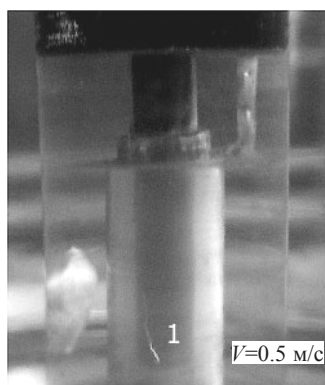


Рис. 3

ционные нити 1 длиной 3–8 мм (рис. 3).

При скорости потока 3 м/с (по расходу) кавитационные нити движутся со скоростью около 0.5 м/с (очевидно в погранзоне). Устойчивость такой нити, возможно, объясняется чередованием заряда на поверхностях пузырьков, которые образуют цепочку.

Наблюдалось прохождение такой кавитационной нити в микронных изогнутых щелях без ее разрыва. Такая нить в канале между кавитационной областью и металлической пластиной является проводником и провоцирует разряд. Киносъемкой регистрировалось совпадение формы кавитационной нити и формы разряда.

Кавитационное свечение может возникать также на внешней стенке коаксиального канала, на границе раздела фторопласта и органического стекла. Здесь ввиду разного температурного коэффициента расширения этих материалов, а также имеющегося закругления кромки, получается небольшая канавка, в которой по всей окружности образуется кавитационное свечение в виде бусинок.

Результаты исследования нашли практическое приложение. Получены патенты на изобретение по электризации жидкости и ее нагреву.

## Выводы

Установлено, что свечение кавитационных пузырьков является дискретным и коррелирует с возникающим при этом радиоизлучением. Показано, что жидкость в кавитационных областях приобретает потенциал в десятки киловольт. Обнаружено образование устойчивых светящихся кавитационных нитей.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант №07-08-00255-а.*

## Список литературы

1. Герценштейн С.Я., Баранов Д.С., Бухарин Н.С., Монахов А.А. // Докл. РАН. 2006. Т. 406, №6. С. 749–752.
2. Маргулис М.А., Маргулис И.М. // ЖФХ, 2007. Т. 81, №1. С. 136–147.
3. Полянский В.А., Панкратьева И.Л. // [www.chemphys.edu.ru/pdf/2006-05-11-001.pdf](http://www.chemphys.edu.ru/pdf/2006-05-11-001.pdf)
4. Герценштейн С.Я., Монахов А.А. // Изв. РАН. МЖГ. 2009. №3. С. 114–119.

**ELECTRIZATION AND LUMINESCENCE OF A LIQUID IN A THIN DIELECTRIC CHANNEL***A.A. Monakhov*

The results of an experimental study of a flow of a weakly conducting liquid in a thin coaxial channel with dielectric walls are presented. Using a probe, the degree of electrization of the flow is determined for various velocities. It is shown that in cavitation areas the liquid obtains a potential of up to hundred kilovolts. It is found that the liquid luminescence during the cavitation has a discrete character with the correlated radio noise. Formation of steady luminescent cavitation threads, moving in the flow, is revealed. Their role in the category of cavitation areas is determined.

*Keywords:* electrization, cavitation, liquid luminescence, electric discharge in a liquid.