

О ПОВЕРХНОСТНОМ ТЕЧЕНИИ СЛАБОПРОВОДЯЩЕЙ ЖИДКОСТИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

© В.В.Бережнов, В.А.Семенов

Исследования проводились на экспериментальной модели, схема которой приведена на рис. 1. В стеклянную кювету, заполненную касторовым маслом, помещались электроды 1, 2 — две медные параллельные пластины размером $60 \times 40 \times 1$ мм, расстояние между которыми 14 мм. Пластины наклонялись под углом около 23° к горизонту так, что край верхней пластины был несколько погружен в масло, а другой край нижней находился над свободной поверхностью. На электроды подавалось постоянное напряжение до 1 кВ от стабилизированного источника.

В ходе опытов измерялась горизонтальная компонента скорости лазерным доплеровским анемометром (ЛДА), собранным по дифференциальной схеме [3]. Луч лазера 3 поворотными зеркалами 4, 5 и полупрозрачным 6 делился на два параллельных луча, которые направлялись на линзу 7. Сигнал от приемной части 8 ЛДА обрабатывался с помощью анализатора спектра. Точность измерения скорости была не хуже 0.2 мм/с. Модель устанавливалась на основание, с помощью которого осуществлялось ее перемещение по трем координатам. Конструкция устройства перемещения обеспечивала измерение профилей скорости с минимальным шагом 0.1 мм. В измерениях использовалась система координат, изображенная на рис. 1. Начало координат находилось посередине свободной поверхности жидкости между электродами.

Вначале визуально было установлено, что при напряжении до 10 кВ под свободной поверхностью возникает стационарное устойчивое движение жидкости в виде вала, направление вращения которого не зависит от полярности электродов. Течение на поверхности направлено вдоль оси x от нижнего электрода к верхнему.

На рис. 2 приведены профили скорости вблизи свободной поверхности при напряжении 6 кВ (кривая 1) и 9.4 кВ (кривая 2) при $x = 0$ и $y = 0$. Из графика следует, что движение жидкости обусловлено поверхностным течением. Зависимость скорости на поверхности от напряжения в точке с координатами $x = 1$ мм, $y = 0$, $z = 0.1$ мм приведена на рис. 3.

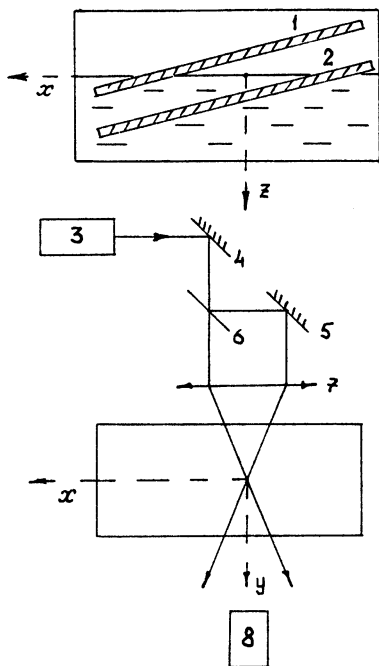


Рис. 1.

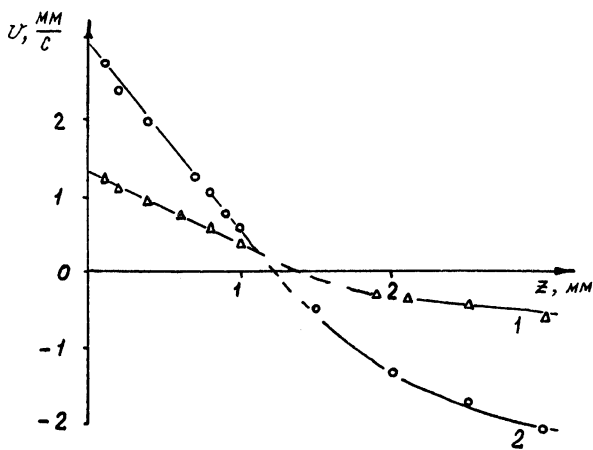


Рис. 2.

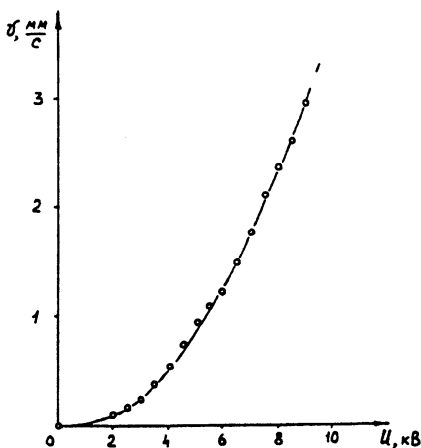


Рис. 3.

Известно [4], что в жидких диэлектриках в электрическом поле может возникать электрогидродинамическое движение, обусловленное появлением нескомпенсированного заряда в жидкости вблизи электродов. Для исключения указанного механизма возбуждения течения в описываемом эффекте был проведен следующий опыт. Поверхность масла полностью закрывалась полиэтиленовой пленкой, и при напряжении 10 кВ измерялась максимальная скорость в объеме жидкости, которая равнялась 0.3 мм/с. Таким образом, интенсивность электрогидродинамического движения на порядок меньше интенсивности движения, обусловленного поверхностным течением.

Наблюдаемое течение, вероятно, вызвано действием тангенциальной силы, действующей на возникающий из-за разной проводимости сред свободный заряд поверхности, поскольку при протекании тока не равна нулю компонента напряженности электрического поля, касательная свободной поверхности. Эффект наиболее проявляется в слабопроводящей жидкости вследствие возможности реализации достаточных значений напряженности.

Список литературы

- [1] *Christiansen* // Ann. Phys. 1903. v. 12. P. 1072–1075.
- [2] *Левич В.Г.* Физико-химическая гидродинамика. М.: АН СССР, 1952. 537 с.
- [3] *Дубнищев Ю.Н., Ринкевичюс Б.С.* Методы лазерной доплеровской анемометрии. М.: Наука, 1982. 365 с.
- [4] *Остроумов Г.А.* Взаимодействие электрических и гидродинамических полей. М.: Наука, 1979. 319 с.